

**Белорусский национальный технический университет**

Факультет \_\_\_\_\_ транспортных коммуникаций \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Инженерная геодезия \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ**

\_\_\_\_\_ Компьютерная графика \_\_\_\_\_

(название учебной дисциплины)

для специальности (направления специальности, специализации) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 1 - 56 02 01 «Геодезия» \_\_\_\_\_

(код и наименование специальности (направления специальности, специализации))

Составители: \_\_\_\_\_ Л.В. Атоян \_\_\_\_\_

Рассмотрено и утверждено

на заседании совета факультета транспортных коммуникаций

04 \_\_\_\_\_ июля \_\_\_\_\_ 2014 г., протокол N 11 \_\_\_\_\_

## **Перечень материалов**

В учебно-методический комплекс входят учебная программа, курс лекций по учебной дисциплине «Компьютерная графика», пособие по построению условных знаков топографических карт с использованием программы векторной графики CorelDRAW, ссылка на пособие по созданию картографического изображения в графическом редакторе Adobe Illustrator, размещенное в репозитории библиотеки БНТУ, контрольные вопросы к зачету, литературные источники и Интернет-ресурсы.

## **Пояснительная записка**

### *Цели ЭУМК*

Целью ЭУМК является формирование у студентов знаний, умений и профессиональных навыков в области построения графического изображения на примере создания топографических и обзорно-топографических карт с использованием персональных компьютеров и графических программных продуктов; усвоение основных терминов; изучение теории, методики и технологии автоматизированного создания географических карт; овладение современными программами растровой и векторной графики.

### *Особенности структурирования и подачи учебного материала*

ЭУМК включает учебные, научные и методические материалы по дисциплине «Компьютерная графика». Состоит из четырех разделов: теоретического, практического, контроля знаний, вспомогательного (информационных материалов). В теоретический раздел входит курс лекций. Для выполнения лабораторных работ служит практический раздел, включающий учебные методические пособия по построению условных знаков топографических карт с использованием программы векторной графики CorelDRAW и по созданию картографического изображения в графическом редакторе Adobe Illustrator. Раздел контроля знаний включает вопросы для подготовки к сдаче зачета. Во вспомогательный раздел входят информационные материалы, состоящие из литературных источников и Интернет-ресурсов.

### *Рекомендации по организации работы с ЭУМК*

Электронный документ открывается в среде Windows на IBM PC-совместимом персональном компьютере стандартной конфигурации с диском CD-ROM.

## СОДЕРЖАНИЕ

I.	<a href="#">Учебная программа дисциплины</a> .....	4
II.	<a href="#">Курс лекций «Компьютерная графика»</a> .....	10
	<a href="#">Введение</a> .....	10
1.	<a href="#">Компьютерная картография в системе наук и технологий</a> .....	12
2.	<a href="#">Теоретические основы компьютерной картографии</a> .....	17
	<a href="#">2.1. Растровое и векторное представление информации</a> .....	18
	<a href="#">2.2. Формализация картографического изображения</a> .....	20
	<a href="#">2.3. Цветовые модели</a> .....	23
3.	<a href="#">Техническое обеспечение процессов создания карт</a> .....	29
	<a href="#">3.1. Краткая история развития вычислительной техники</a> .....	29
	<a href="#">3.2. Устройства ввода информации в компьютер</a> .....	34
	<a href="#">3.3. Устройства обработки информации</a> .....	40
	<a href="#">3.4. Устройства вывода информации</a> .....	46
4.	<a href="#">Программное обеспечение процессов компьютерного создания картографических произведений</a> .....	51
	<a href="#">4.1. Программы векторной и растровой графики</a> .....	52
	<a href="#">4.2. Специализированные картографические программы</a> .....	57
	<a href="#">4.3. Программа векторной графики CorelDRAW</a> .....	59
5.	<a href="#">Основные этапы и способы компьютерного создания карт</a> .....	65
	<a href="#">5.1. Ввод картографического изображения в компьютер</a> .....	67
	<a href="#">5.2. Обработка изображения на экране монитора в интерактивном режиме</a> .....	68
	<a href="#">5.3. Вывод изображения</a> .....	72
	<a href="#">Заключение</a> .....	75
	<a href="#">Основные термины и определения</a> .....	76
III.	<a href="#">Пособие по построению условных знаков топографических карт с использованием программы векторной графики CorelDRAW</a> .....	78
IV.	<a href="#">Пособие по созданию картографического изображения в графическом редакторе Adobe Illustrator</a> .....	84
V.	<a href="#">Контрольные вопросы к зачету</a> .....	85
VI.	<a href="#">Литературные источники и Интернет-ресурсы</a> .....	87

## I. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная программа «Компьютерная графика» разработана для специальности 1 - 56 02 01 «Геодезия». Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и профессиональных навыков в области построения графического изображения на примере автоматизированного создания топографических и обзорно-топографических карт с использованием персональных компьютеров, информационных технологий и графических программных продуктов.

В задачи дисциплины входит усвоение основных терминов; изучение теории, методики и технологии автоматизированного создания топографических и обзорно-топографических карт, а также процессов построения картографического изображения по элементам содержания с применением персонального компьютера и графических программных средств; овладение современными программами растровой и векторной графики.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Геодезия», «Информатика», «Топографическое черчение» и др. Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализаций, связанных с решением геодезических задач, построением топокарт и топопланов, таких как: «Математическая картография», «Высшая геодезия», «Дешифрирование аэроснимков» и др.

Организация самостоятельной работы студентов.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка докладов и рефератов по индивидуальным темам.

Согласно учебному плану на изучение дисциплины отведено всего 70 ч., в том числе 50 ч. аудиторных занятий, из них лекции - 16 ч., лабораторные работы - 34 ч. По окончании изучения курса предполагается сдача зачета.

## Примерный тематический план

Наименование раздела и темы	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Всего аудиторных часов
<b>Раздел I. Общие и вводные сведения</b>				
Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Связь с другими дисциплинами	1			1
Тема 1.2. Роль курса в становлении инженера-геодезиста	1			1
<b>Раздел II. Теоретические основы курса</b>				
Тема 2.1. Основы цифрового описания картографической информации	1			1
Тема 2.2. Основные цветовые модели, используемые в компьютерной графике	1			1
<b>Раздел III. Техническое обеспечение процессов автоматизированного создания карт</b>				
Тема 3.1. Автоматизированные картографические системы	1			1
Тема 3.2. Краткая история развития вычислительной техники	1			1
<b>Раздел IV. Программное обеспечение процессов автоматизированного создания карт</b>				
Тема 4.1. Программа растровой графики Adobe Photoshop	1			1
Тема 4.2. Особенности построения изображения в программах векторной графики Adobe Illustrator, CorelDraw	5		26	31
<b>Раздел V. Основные этапы и способы компьютерного создания карт</b>				
Тема 5.1. Технологические схемы этапов автоматизированного создания картографических произведений	1			1
Тема 5.2. Технологии, используемые для автоматизированного создания карт	1		4	5

<b>Раздел VI. Мультимедиа и компьютерный дизайн</b>				
Тема 6.1. Мультимедийные картографические изображения	1			1
Тема 6.2. Использование компьютерных технологий в дизайне картографических произведений	1		4	5
<b>ВСЕГО</b>	16		34	50

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел I. Общие и вводные сведения**

#### **Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Связь с другими дисциплинами**

Общие положения. Понятие компьютерной графики. Цели и задачи компьютерной графики. Связь курса с другими дисциплинами и науками: математикой, информатикой, картографией, топографией, дизайном, черчением, изданием карт, цветоведением, инженерной психологией и др. Основные термины и определения.

Требования к информационному, техническому и программному обеспечению компьютерной графики. Современное состояние и возможность использования технических и программных средств в картографо-геодезическом производстве.

#### **Тема 1.2. Роль курса в становлении инженера-геодезиста**

Выполнение государственной программы инновационного развития республики Беларусь. Необходимость подготовки квалифицированных специалистов. Значение и актуальность компьютерного образования, знаний информационных технологий. Модернизация учебного процесса. Активизация роли самостоятельной работы студентов.

### **Раздел II. Теоретические основы курса**

#### **Тема 2.1. Основы цифрового описания картографической информации**

Понятие о цифровых и электронных картах местности. Структуры и форматы представления пространственных данных. Векторный и растровый форматы данных. Математические основы векторной графики. Основные источники пространственных данных. Формализация картографической информации. Иерархия описания и построения картографического изображения в системах компьютерной графики (настольных издательских системах). Формирование словаря конструктивных элементов. Построение классификаци-

онной модели картографируемых объектов. Построение системы формализованных картографических условных знаков – создание формализованного (машинно-ориентированного) картографического языка.

### **Тема 2.2. Основные цветовые модели, используемые в компьютерной графике**

Компьютерное воспроизведение цветов. Цветовой охват технических устройств. Модели представления цвета. Перцепционные (LAB, HSB), аддитивные (RGB) и субтрактивные (CMY, CMYK.) цветовые модели, используемые в компьютерной графике. Модель оттенков серого цвета. Электронные цветовые палитры графических программ.

## **Раздел III. Техническое обеспечение процессов автоматизированного создания карт**

### **Тема 3.1. Автоматизированные картографические системы**

Автоматизированные картографические системы (АКС) как основа процессов автоматизированного создания карт. Настольные издательские системы.

Устройства ввода данных в компьютер (преобразования графической информации в цифровую). Клавиатура, магнитные, магнитооптические, компакт-диски (CD-ROM), флэш-карты, графический планшет, дигитайзер, сканеры (ручные, планшетные, барабанные).

Устройства обработки графической информации. Классификация вычислительных устройств. Персональные компьютеры. Единицы измерения информации.

Устройства вывода информации (представления цифровой информации в графическом виде). Мониторы, принтеры, их виды. Графопостроители, плоттеры. Фотовыводное оборудование.

Устройства ввода-вывода и хранения графических данных – магнитные, магнитооптические, компакт-диски, магнитные ленты, внешние жесткие диски, USB-память и др.

### **Тема 3.2. Краткая история развития вычислительной техники**

Возникновение счетных устройств в древности, их развитие в средние века. Механические счетные устройства. Появление электронных вычислительных устройств. Развитие и совершенствование больших ЭВМ. Персональные компьютеры и периферийные устройства. Поколения ЭВМ. Всемирная сеть Интернет. Средства мультимедиа. Перспективы развития вычислительной техники.

## **Раздел IV. Программное обеспечение процессов автоматизированного создания карт**

### **Тема 4.1. Программа растровой графики Adobe Photoshop**

Сканирование графического изображения. Средства для работы с растровой графикой. Основные приемы обработки растрового изображения. Живописная графика. Используемые инструменты, палитры, цветовые модели, фильтры.

### **Тема 4.2. Особенности построения изображения в программах векторной графики Adobe Illustrator и CorelDraw**

Средства создания векторных изображений. Инструментарий программ. Основные рабочие палитры. Объекты векторной графики. Комбинирование объектов. Кривые Безье. Графическое построение, оформление и редактирование векторного изображения в программных пакетах Adobe Illustrator и CorelDRAW. Формирование изображения по слоям. Форматы данных, цветовые модели, используемые в программах. Построение условных картографических знаков. Создание документа, обработка изображения, сохранение и вывод данных.

## **Раздел V. Основные этапы и способы компьютерного создания карт**

### **Тема 5.1. Технологические схемы этапов автоматизированного создания картографических произведений**

Существующие технологические схемы этапов автоматизированного создания карт. Редакционно-подготовительный этап: сбор картографических, съемочно-геодезических, литературных, статистических материалов, разработка редакционных указаний, подготовка материалов для сканирования и цифрования.

Ввод данных в компьютер: аналого-цифровое преобразование картографических материалов. Основные виды цифрования: ручное, полуавтоматическое, автоматическое (сканирование).

Обработка информации – составление, оформление и подготовка карты к изданию.

Вывод картографической информации (КИ): визуализация – преобразование из цифровой формы в аналоговую. Получение принтерных копий для корректуры картографического изображения.

Цветоделение: вывод картографического изображения на фотонаборные автоматы с целью изготовления цветоделенных фотоформ для последующей печати тиража карты.



## **Тема 5.2. Технологии, используемые для автоматизированного создания карт**

Векторизация растровой основы; использование готовой цифровой карты. Интерактивный режим обработки (редактирования) картографической информации. Составление элементов содержания карты по слоям в цветах издания. Допечатная подготовка. Редактирование, генерализация и корректура изображения. Создание топографических и общегеографических мелко-масштабных карт. Понятие о геоинформационном картографировании.

## **Раздел VI. Мультимедиа и компьютерный дизайн**

### **Тема 6.1. Мультимедийные картографические изображения**

Понятие мультимедиа. Свойства мультимедийных изображений. Создание новых видов картографических произведений: электронных карт и атласов, виртуальных моделей, анимаций, мультимедийных картографических произведений; оперативное, Интернет-картографирование и др. Возможность публикации графических изображений в сети Интернет.

### **Тема 6.2. Использование компьютерных технологий в дизайне картографических произведений**

Основные принципы художественного оформления карт. Компьютерный дизайн печатных (бумажных) и электронных картографических произведений. Выбор электронных цветовых палитр. Светотеневая пластика – технология аналитической отмывки рельефа. Проектирование систем картографических обозначений. Создание, размещение и редактирование надписей. Перспективы развития современной картографии.

### **Лабораторные работы**

1. Изучение принципов работы в программе Adobe Illustrator. Инструментарий программы. Основные рабочие палитры.
2. Создание картографического изображения. Создание, установка параметров документа, его сохранение. Построение векторного изображения в интерактивном режиме по слоям и элементам содержания географической карты (гидрография, дорожная сеть, населенные пункты и др.) в программе Adobe Illustrator. Корректурa и редактирование изображения.
3. Работа в программе CorelDraw. Изучение инструментария программы, основных команд. Построение условных картографических знаков топографических карт. Корректурa и редактирование изображения.

## II. КУРС ЛЕКЦИЙ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

### ВВЕДЕНИЕ

Внедрение вычислительной техники и информационных технологий во все сферы научной деятельности и отрасли народного хозяйства является отличительной чертой нашего времени. Представление информации в графическом виде дает образную и наглядную возможность решения различных практических задач, как в повседневной жизни, так и в перспективе. Современные технические средства и программное обеспечение предоставляют широкие возможности получения высококачественных графических изображений с применением персональных компьютеров и программ векторной и растровой графики. Необходимость оперативного решения многочисленных народнохозяйственных задач с использованием картографических материалов поставило на службу картографическому производству современное компьютерное оборудование и технологии.

Поскольку курс лекций предназначен для студентов специальности «Геодезия», соответственно представленный материал рассматривается в данном контексте. Тематика в области построения графического изображения раскрывается на примере создания топографических и обзорно-топографических карт с использованием персональных компьютеров и графических программных продуктов: изучения теории, методики и технологии автоматизированного создания географических карт.

Традиционные методы создания картографических произведений, основанные на ручном труде и производственном опыте картографа, перестали отвечать современным требованиям и не в полной мере стали обеспечивать решение поставленных перед картографией задач, а именно: современный дизайн, качественное красочное издание, оперативность изготовления картографического произведения, компактное хранение картографической информации, ее постоянное оперативное обновление и многократное использование и т. д. К тому же традиционная технология обладает громоздким технологическим циклом и большими трудозатратами, что значительно увеличивает сроки и стоимость выполнения работ по созданию картографических произведений.

Широкое внедрение новых технологий в картографическое производство на всех этапах создания карты позволяет значительно сократить производственный цикл, повысить эффективность производства и качество создаваемой картографической продукции. В связи с этим в теории и практике картографии возникла необходимость переосмысления, пересмотра и уточнения старых и разработки новых теоретических положений, технологий и совершенствования терминологии.

В силу таких тенденций и под влиянием компьютерных технологий родилась новая область картографической науки и производства – компьютерная картография, базирующаяся на современных быстродействующих компьютерах и других технических средствах обработки графической информации, а также на использовании соответствующего программного обеспечения.

Как традиционное картографическое производство до недавнего прошлого находилось в постоянной зависимости от развития полиграфического оборудования и технологий и совершенствовалось вместе с ними, так и современная картография тесно связана с компьютерными системами.

Применение персональных компьютеров оказало революционизирующее влияние на картографическое производство. Появилась возможность обрабатывать большие объемы информации в интерактивном (диалоговом) режиме, получать высококачественное графическое изображение, долговременно хранить информацию на машинных носителях, многократно использовать ее для составления карт разнообразной тематики, а главное – исключить ручные рутинные и дорогостоящие фотографические процессы по созданию картографического изображения.

Создание картографического произведения – это творческий процесс, и в этом процессе очень важен человеческий фактор. Во-первых, само по себе создание карты требует непосредственного участия человека на всех этапах, начиная с постановки задачи и заканчивая печатью тиража. Во-вторых, применение компьютерных технологий, какими бы они ни были совершенными, на современном этапе невозможно без участия человека. Следовательно, здесь следует говорить об автоматизированном способе в отличие от автоматического, при котором полностью исключается участие человека.

Наличие технических средств и графических программ, позволяющих осуществлять формирование (построение) любых графических изображений, существенно облегчает работу картографа на всех этапах создания карты. Однако в этом же скрыта и большая опасность, заключающаяся в том, что неспециалистам процесс создания карты с помощью компьютера представляется как построение обычной графики. В данном случае на первое место выходит сам процесс формирования изображения, что при наличии техники, соответствующих программ и определенных навыков, в принципе, не вызывает особых затруднений. При этом мало учитывается специфика построения именно картографического изображения, создание которого требует знания законов картографии. Поэтому важной задачей является овладение компьютерными технологиями при создании географических карт, топографических карт и планов именно специалистами, имеющими дело с картографическими произведениями.

## 1. КОМПЬЮТЕРНАЯ КАРТОГРАФИЯ В СИСТЕМЕ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ

В эпоху больших ЭВМ техническую дисциплину, занимающуюся разработкой методов и программ для ввода, преобразования и визуализации информации с помощью технических устройств, называли машинной графикой. С широким распространением персональных компьютеров эту область деятельности стали именовать компьютерной графикой. Она охватывает разнообразные методы генерации, отображения, вывода и сохранения графических изображений.

Современная картография широко использует результаты развития информатики, кибернетики, вычислительных устройств и совершенствуется вместе с ними. Именно на стыке традиционной картографии, информационных технологий, компьютерной графики возникла автоматизированная картография. Как научная и практическая дисциплина она охватывает весь комплекс работ по созданию и использованию картографических произведений на основе электронных вычислительных машин и технических устройств.

**Компьютерная картография** — это раздел автоматизированной картографии, рассматривающий способы создания картографических произведений с использованием компьютерных технологий для целей их полиграфического воспроизведения. Представляет собой техническое направление развития современной картографии.

Одновременно она постоянно обогащается результатами теоретических и научно-практических исследований в области традиционной, цифровой картографии, геоинформационного картографирования, издательских систем, интернет-технологий, картографической информатики, генерализации, картографического дизайна.

В свою очередь, под компьютерными технологиями понимается комплекс программно-аппаратных средств, позволяющий автоматизировать те или иные процессы.

Таким образом, компьютерная картография изучает и разрабатывает методы и технологию автоматизированного создания карт на базе персональных компьютеров и графических программ. При этом компьютерная картография рассматривает построение картографического изображения на экране компьютера в интерактивном (диалоговом) режиме в реальном времени.

Карта является образно-знаковой моделью действительности, поэтому создание карт с помощью компьютера можно назвать компьютерным моделированием. Компьютерное моделирование является основным методом компьютерной картографии.

Помимо технической стороны компьютерная картография рассматривает также теорию и методы картографического отображения объектов и явлений природы и общества, то есть построения языка карты, систем картогра-

фических знаков; художественное проектирование карт (картографический дизайн), их красочное оформление применительно к новым информационным технологиям, основываясь на разработках *оформления карт* и *картографической семиотики*.

Поскольку картография является областью науки, техники и производства, то она имеет широкий спектр взаимодействия с комплексом *философских, естественных и технических наук*. В картографии находят применение *общая теория отражения, теория моделирования, основные положения системного подхода, лингвистика, психология восприятия, математические науки (математический анализ, математическая статистика, теория информации, теория графов), технические дисциплины (автоматика, электроника, приборостроение, полиграфия)*. Картография тесно связана с *топографией, геодезией, аэрокосмическими методами, с комплексом наук о Земле и планетах и с социально-экономическими науками*.

Помимо традиционных отраслей науки и техники современная картография взаимосвязана с *геоинформационными системами* (ГИС), представляющими систему технических средств, программного и информационного обеспечения и предназначенную для сбора, обработки, хранения, отображения и распространения пространственно-координированной информации в целях решения комплекса народнохозяйственных задач по инвентаризации, анализу, оценке, прогнозу, планированию и управлению окружающей средой и территориальной организацией общества.

Существует несколько точек зрения на взаимодействие картографии с геоинформационными системами и смежными дисциплинами, в частности, дистанционным зондированием (аэрокосмическими методами) (рис. 1).

Все три составляющие перекрываются и тесно взаимодействуют между собой в процессе получения, обработки и анализа пространственной информации в модели, где ни одна из сфер не является доминирующей. Именно эта модель признается наиболее реалистичной (см. рис.1з).

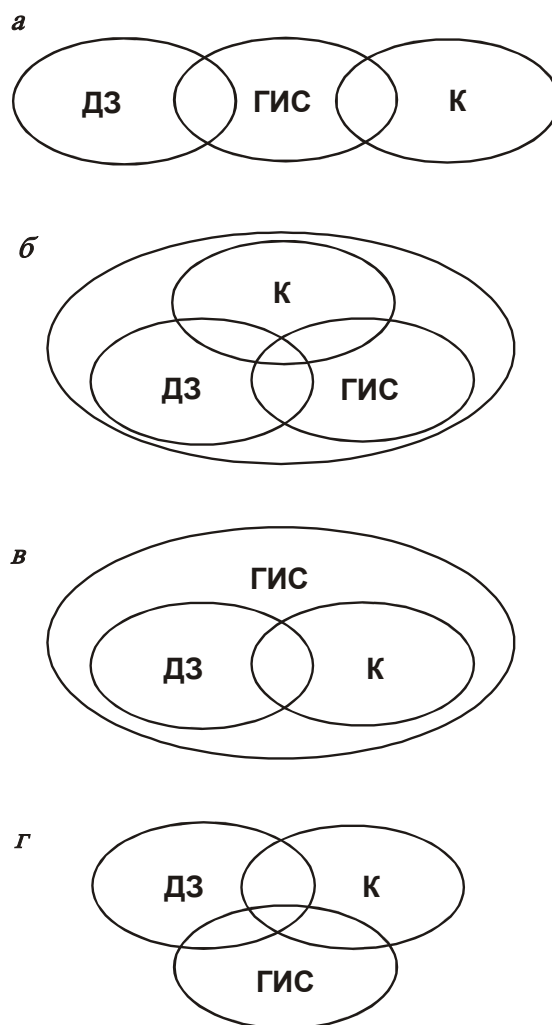


Рис. 1. Модели соотношения картографии (К), дистанционного зондирования (ДЗ) и геоинформационных систем (ГИС):  
 а) линейная модель;  
 б) доминирование картографии;  
 в) доминирование геоинформационных систем;  
 г) модель тройного взаимодействия

Прямым результатом взаимодействия картографии и геоинформатики является *геоинформационное картографирование*, определяемое как отрасль картографии, занимающаяся автоматизированным составлением и использованием карт как моделей геосистем на основе ГИС-технологий и баз географических и картографических данных и знаний. Оно формируется на

пересечении автоматизированного картографирования, аэрокосмических методов, системного картографирования и геоинформационных систем (рис. 2).

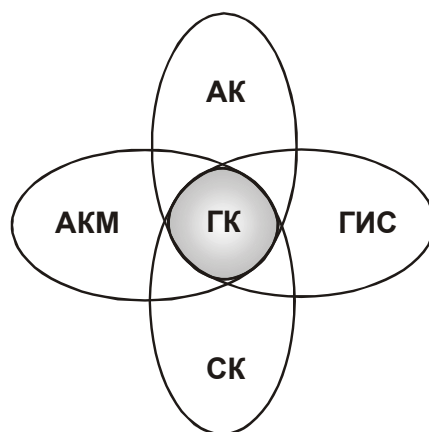


Рис. 2. Геоинформационное картографирование (ГК) как узловая картографическая дисциплина:

АК – автоматизированное картографирование;  
СК – системное картографирование;  
АКМ – аэрокосмические методы;  
ГИС – геоинформационные системы

Поскольку компьютерная картография является частью автоматизированного картографирования, то для нее является справедливой эта же схема взаимосвязи.

Кроме того, компьютерная картография находится в тесном взаимодействии с *цифровым картографированием*, также являющимся одним из направлений автоматизации картографической деятельности и призванным преобразовать образно-знаковую информацию карт в цифровую форму. Цифровые карты наряду с традиционными материалами служат источником информации для компьютерного составления. Одновременно и для цифровых карт в качестве исходных материалов используются самые различные графические оригиналы (диапозитивы постоянного хранения, тиражные оттиски и др.), а также данные дистанционного зондирования.

Развитие технических средств оказало значительное влияние также на *издание карт*, которое традиционно зависит от достижений полиграфии. Естественно, что и компьютерная картография тесно связана с ее развитием, поскольку способы формирования изображения на экране компьютера, применение изобразительных средств в значительной степени диктуются особенностями используемого в дальнейшем, при печати тиража карты, полиграфического оборудования и технологических процессов печати. В поли-

графии этот процесс носит обобщенное название допечатной подготовки изображений. Вместе с тем и компьютерное изготовление оригиналов карт оказывает влияние на полиграфические технологии. Необходимость высокого качества продукции предъявляет свои требования к полиграфическому оборудованию.

Таким образом, главной задачей компьютерной картографии является составление, оформление и подготовка картографических изображений к полиграфической печати с использованием компьютерных технологий. С дальнейшим развитием информационных технологий компьютерная картография, скорее всего, претерпит определенные изменения. Будет логично, если она сольется воедино с геоинформационным картографированием, поскольку их общей целью является получение высококачественных картографических произведений. Однако произойдет это не раньше, чем в геоинформационных технологиях будет обеспечен процесс полноценной подготовки карты к полиграфическому воспроизведению. А до этого времени компьютерная картография должна служить делу обеспечения народного хозяйства высококачественными картографическими произведениями на бумажной основе. Соответственно, для создания качественного графического изображения следует освоить принципы представления в компьютере графической информации.



## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ КАРТОГРАФИИ

Автоматизированное построение картографического изображения требует знаний не только компьютерных технологий, но и законов картографии. К основным картографическим требованиям относятся применение системного подхода, формализация картографического изображения, психофизиология зрительного восприятия, использование знаковых систем (условных обозначений) и способов картографического изображения, генерализация, цветовое оформление.

Системный подход предполагает, что моделируемые (картографируемые) явления рассматриваются в качестве природных и социально-экономических систем (комплексов), а не как отдельно взятые объекты и явления. При этом системы обладают соподчиненностью (каждая система может рассматриваться как элемент системы более высокого ранга). При картографировании учитываются не только состояние и свойства входящих в состав комплексов элементов, но и их взаимосвязи и функционирование. Карта обладает одновременно коммуникативными и гносеологическими функциями.

Под картографической генерализацией понимается отбор и обобщение изображаемых на карте объектов и явлений соответственно назначению, масштабу, содержанию карты и особенностям картографируемой территории. Суть генерализации состоит в передаче на карте основных, типичных черт объектов, их характерных особенностей и взаимосвязей. Проявляется в обобщении качественных и количественных характеристик объектов, замене индивидуальных понятий собирательными, отвлечении от частных и деталей для показа главных черт пространственного размещения. Генерализация является неотъемлемой частью всех картографических изображений, даже самых крупномасштабных.

При создании картографического изображения и цветовом оформлении карт должны учитываться и законы психофизиологического восприятия графических образов человеком, так как от этого зависит читаемость карты, передача зрительных образов, цветовое восприятие картографического изображения. Читаемость изображения на карте во многом зависит от размеров условных знаков, их рисунка, цвета, окружающего пространства (фона), загруженности карты и других факторов.

Достаточно подробно названные вопросы рассматриваются в соответствующих областях науки, например, в картографии, психологии, семиотике и др. Изучение этих вопросов совместно с компьютерными технологиями дает возможность создания не только качественной графики, но и достоверного, географически правильного картографического изображения.

## 2.1. Растровое и векторное представление информации

*Растровое* изображение представляет собой набор пикселей [или пикселей (picture element – элемент рисунка)]. Это самый минимальный и основной элемент изображения, формируемого на экране монитора или при печати. Чем плотнее расположены пиксели, тем более качественное изображение создается на экране. Плотность пикселей измеряется в единицах, называемых dpi (dots per inch – количество точек на дюйм), и общепринята в области компьютерной графики и издательского дела. Она используется для характеристики размеров растрового изображения с указанием ширины и высоты. Например, размер изображения 500x546 означает, что оно имеет 500 пикселей по горизонтали и 546 – по вертикали. При этом количество точек, формирующих рисунок, не зависит от разрешающей способности устройства вывода (экрана монитора, принтера и др.). А при увеличении масштаба изображения становится заметной мозаичная структура рисунка.

Простейшим видом растрового изображения является черно-белое изображение, состоящее из комбинаций черных и белых точек (рис. 3).

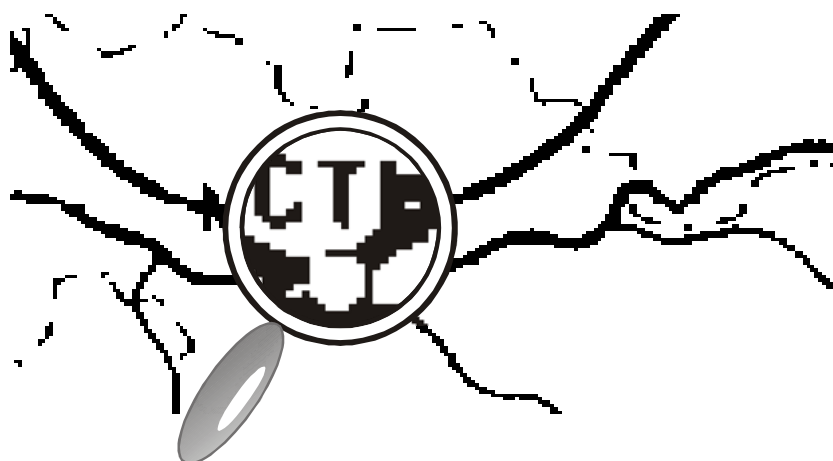


Рис. 3. Пример растрового изображения

Его также называют битовым, поскольку оно кодируется с помощью двух цифр: 0 – белый цвет, 1 – черный цвет. Для отображения цветного изображения каждой точке (пикселю) присваивают несколько бит информации. Например, если пикселю соответствует 4 бита цветовой информации, можно отобразить 16 цветов ( $2^4$ ), 24 бита соответствуют 16,7 миллионам цветов, а 30 бит – 1 миллиарду. Число битов, используемых для хранения цвета каждого пикселя, называют битовой глубиной изображения.

Растровая графика – самый реалистичный способ отображения объектов окружающего мира. Она обладает богатыми изобразительными возможностями. Однако лишь качественные растровые изображения могут передать все многообразие процессов и явлений, воспринимаемых зрением человека.

При этом достаточно велик объем требуемой памяти компьютера для хранения такой графики. В целях экономии памяти компьютера применяют различные методы сжатия данных.

Для представления картографического изображения, которое характеризуется четкостью и высоким качеством графического начертания, использование растровой графики ограничено разработкой, созданием и художественным оформлением обложек, слайдов, иллюстраций, то есть реалистичных изображений, входящих в состав картографического произведения.

Более высоким качеством и иным принципом формирования обладает *векторная графика*, иногда называемая объектно-ориентированной (рис. 4). Это метод построения изображений, в котором используются математические описания для определения положения, длины и направления выводимых линий. При этом объекты формируются из набора векторов (линий), которые можно изменять произвольным образом в процессе рисования, то есть редактировать.

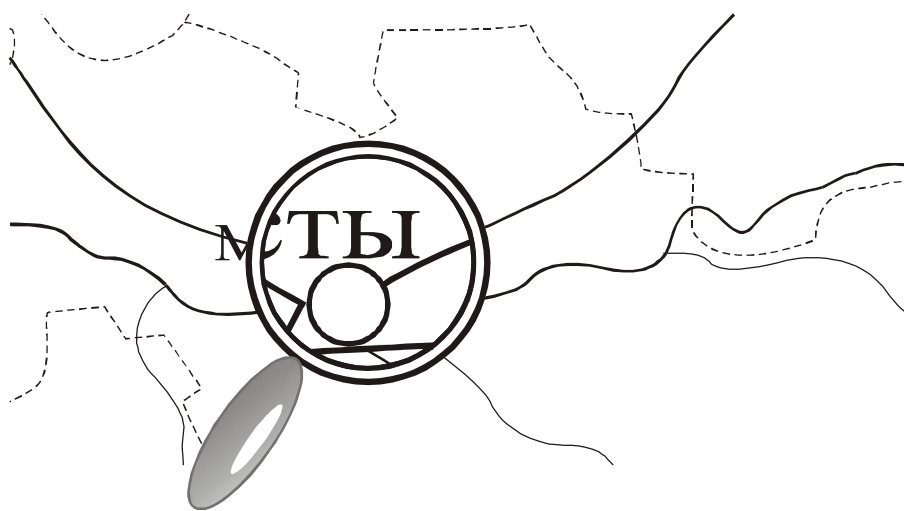


Рис. 4. Пример векторного изображения

Таким образом, в векторной графике используется комбинация компьютерных команд и математических формул для описания отдельных составных частей изображения (векторов). В этом случае в отличие от растрового изображения векторное занимает значительно меньше места.

Кроме того, при редактировании векторного изображения можно изменять его размеры без потери качества рисунка. При этом графическое качество изображения будет зависеть от разрешающей способности устройства вывода.

В векторной графике даже самые сложные рисунки могут быть созданы за счет комбинаций простейших графических элементов, вычерчиваемых на экране. Это свойство векторной графики используется в компьютерном по-

строении картографического изображения, которое также представляется комбинацией элементарных графических фигур: окружности, квадрата, треугольника, отрезка (линии).

## **2.2. Формализация картографического изображения**

Автоматизированная обработка данных требует их формализации, т. е. описания объектов (или знаков) с помощью формального языка, все значения которого четко определены и не допускают каких-либо двусмысленностей. Определенной формализацией карта обладает уже по определению, так как она имеет математическую основу, к которой относятся масштаб, проекция, картографическая (координатная) сетка, компоновка и рамки карты. На топографических картах, кроме того, имеется номенклатура соответственно масштабу, а также на крупномасштабных картах показываются пункты государственной геодезической сети, которые могут быть введены в компьютер по известным координатам без предварительной обработки.

Формализовать содержание географических карт можно путем построения картографического изображения на основе его иерархического описания из конечного набора элементарных символов, что, кроме того, обеспечивает логику построения изображения. Такое изображение может храниться в автоматизированных банках картографических данных и может быть подвергнуто содержательному анализу и поиску, поскольку строится на принципах унификации и стандартизации условных обозначений, а также однозначного соответствия графического изображения смысловому содержанию отображаемого объекта.

Картографическое изображение можно представить в виде набора простейших геометрических символов (конструктивных элементов) с различными параметрами (рисунком, размером, цветом, текстурой). Из конструктивных элементов формируется словарь на основе их топологии и структуры с отображением иерархии изобразительных средств (рис. 5).

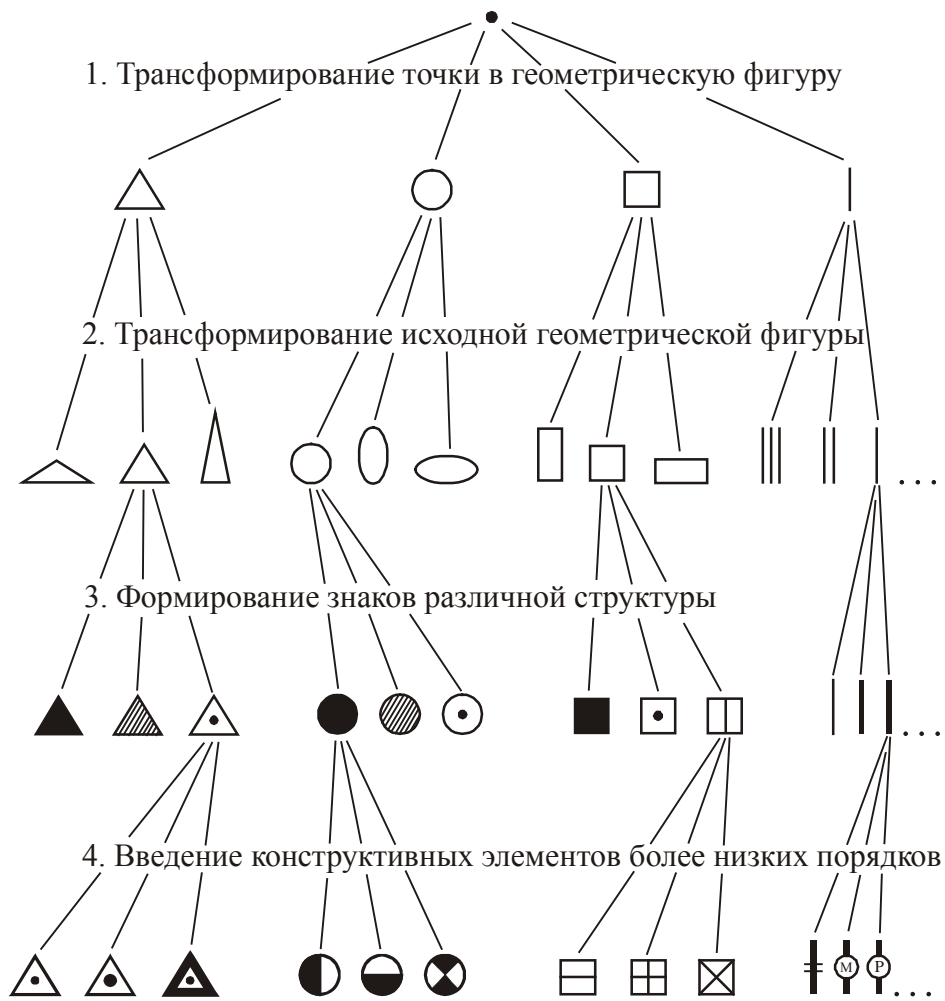


Рис. 5. Пример формирования словаря конструктивных элементов

Отработка классификационных признаков и категорий картографируемых объектов представляется в виде понятийно-содержательной модели с отображением их иерархии на основе направленного графа-дерева. На рисунке 6 приведен пример построения классификационной модели лесной растительности.

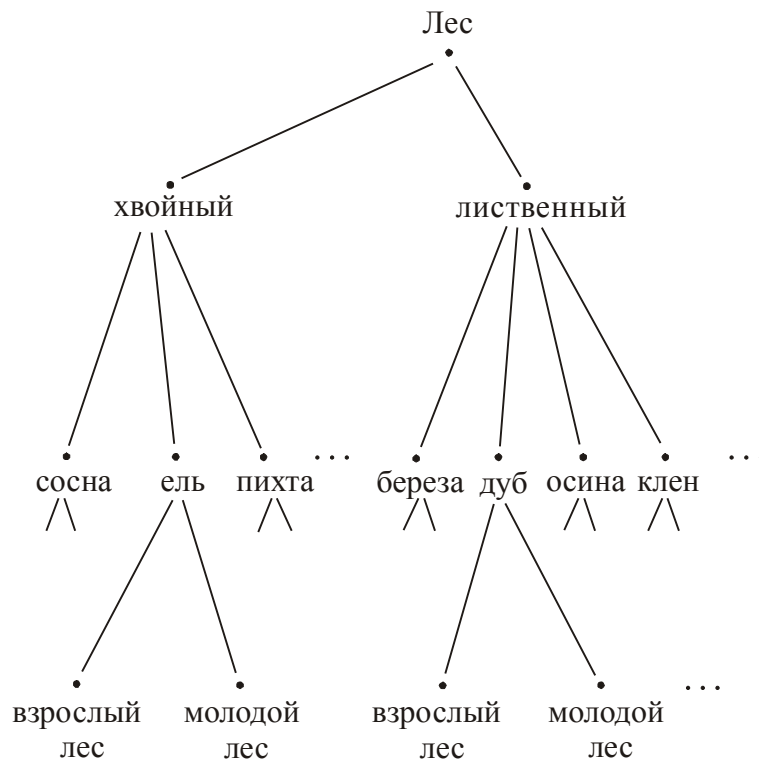


Рис. 6. Пример построения классификационной модели лесной растительности

На основе словаря конструктивных элементов и понятийно-содержательной классификационной модели объектов можно разработать систему условных обозначений для любого элемента содержания карты, отвечающую требованиям автоматизированной обработки изображения, его долговременного хранения и многократного оперативного использования при составлении карт разных масштабов, территориального охвата и тематики. На рисунке 7 приведен вариант построения системы картографических условных знаков лесной растительности на основе соответствующих словаря конструктивных элементов и понятийно-содержательной классификационной модели объектов.

В данном случае можно говорить о формализованном (машинно-ориентированном) картографическом языке, позволяющем формировать картографическое изображение с помощью классификационной содержательной модели объектов и словаря конструктивных элементов.

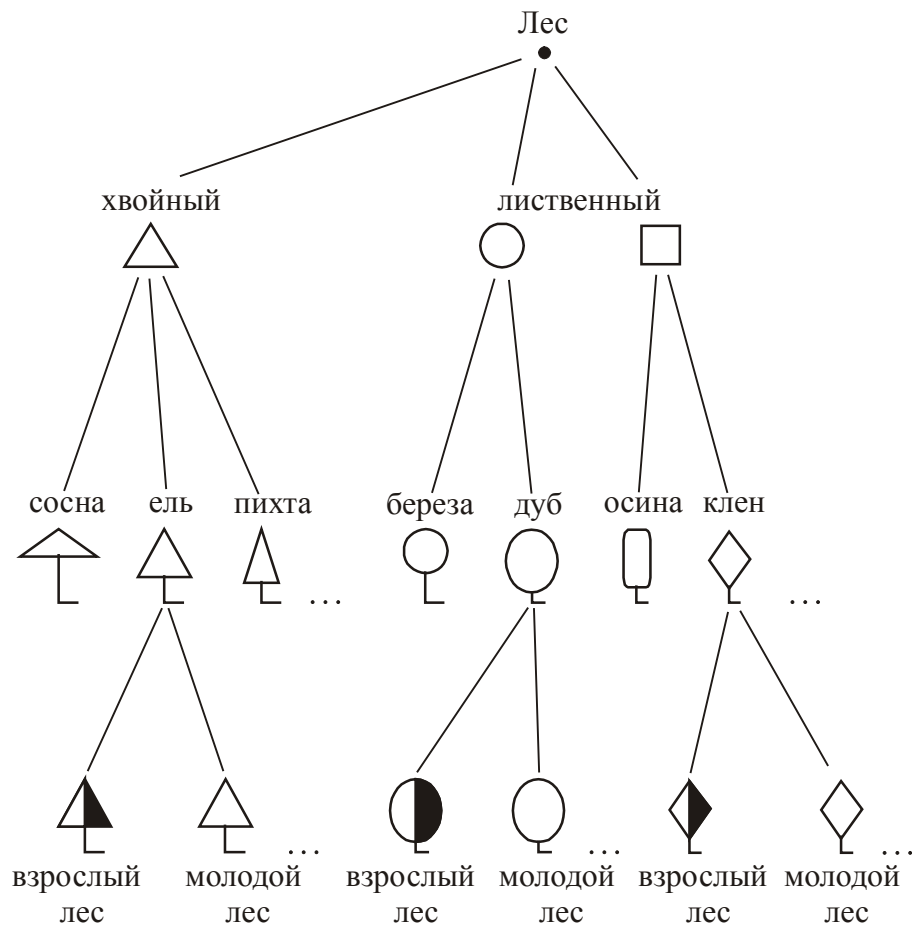


Рис. 7. Построение системы формализованных картографических условных знаков на примере лесной растительности

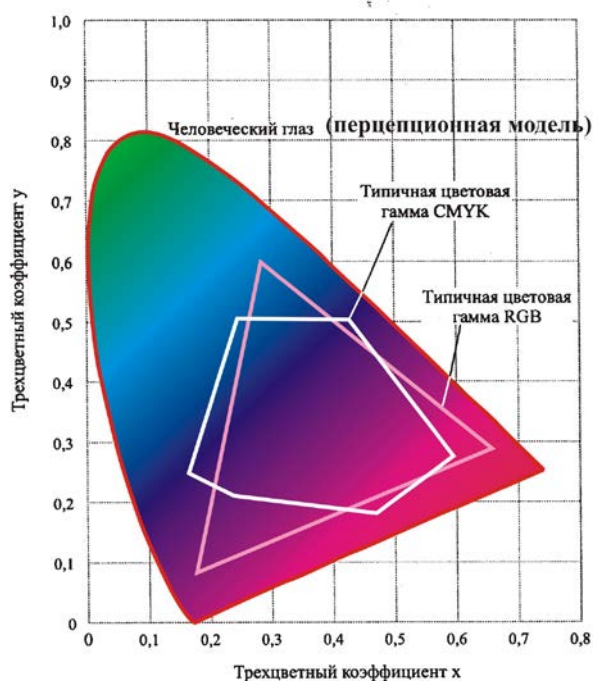
### 2.3. Цветовые модели

В компьютерной картографии, так же как и в компьютерной графике, при создании, редактировании и выводе изображений одной из самых важных задач является работа с цветом. Для его точного количественного описания в компьютерных системах используют стандартизированные цифровые выражения – особые универсальные «языки» цвета, которые называют цветовыми моделями или системами цветовых координат. В настоящее время не существует такой модели, которая могла бы передать все цвета и оттенки, различимые человеческим глазом. Разные технические устройства по-разному воспроизводят цветные изображения, поскольку используют различные системы кодирования цвета, т. е. цветовые модели. Одно и то же изображение карты может по-разному выглядеть в виде тиражного оттиска, при выводе на принтере и на экране компьютера.

Существует множество цветовых моделей и их модификаций, отличающихся по принципам описания цветового пространства (например, программа векторной графики CorelDRAW поддерживает восемь цветовых моделей,

включая ахроматическую модель получения оттенков серого цвета). Но все они принадлежат к одному из трех типов: перцепционные (по восприятию), аддитивные (слагательные – основанные на смешении) и субтрактивные (вычитательные – основанные на вычитании). Устройство всех моделей основано на использовании определенных базовых компонентов, слагающих конкретный цвет, например цветового тона, насыщенности (чистоты), яркости, освещенности (светлоты), цветности и др.

*Перцепционные* модели описывают весь диапазон цветов, воспринимаемых человеческим глазом, что является основой для дизайнеров, художников, фотографов (рис. 8). В настоящее время эти модели получили наибольшее распространение, поскольку их диапазон цветопередачи намного больше, чем может воспроизвести сканер, монитор, принтер или фотоэкспонирующее устройство вывода на пленку. Кроме того, они, как и визуальное восприятие, являются аппаратно независимыми.



[Рис. 8. Схема цветового охвата](#) различных моделей

Наиболее известны перцепционные модели YCC, LAB, HLS, HSB, HSV. Они являются вариантами первой подобной модели, разработанной в 1920 году международной комиссией CIE (Communication Internationale l’Eclairage). Из этого перечня следует выделить цветовую модель LAB, положенную в основу программного пакета Adobe Photoshop для работы с цветными изображениями. Любой цвет в LAB определяется яркостью и контрастностью (ими управляет канал L), а также двумя компонентами цветов (диапазонами), которыми управляют каналы A (от зеленого до пурпурного) и B (от синего до желтого). Эта модель включает цветовое пространство всех



других цветовых моделей, используемых в компьютерных системах. Эта модель наиболее точно описывает параметры цвета, так как обладает самым широким охватом. Ее часто используют в качестве внутренней модели многих программных продуктов и с ее помощью в них осуществляется пересчет из одной модели цвета в другую.

Компьютерная обработка изображений производится с использованием технических устройств, поэтому существуют цветовые модели, наиболее адаптированные к каждому классу таких устройств.

Так, для сканеров, мониторов и других электронных устройств, в которых воспроизведение цвета основано на пропускании или поглощении цвета, а не на его отражении, используются *аддитивные* цветовые модели. В них цвета генерируются сложением (суммированием) составляющих световых потоков.

Естественным «языком» указанных устройств служит цветовая модель RGB, основанная на смешении красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue) цветов (рис. 9).



Рис. 9. Цветовая модель RGB

Сумма этих цветов максимальной интенсивности дает белый цвет. Сумма равных значений красного, зеленого и синего дает нейтральные оттенки серого цвета, причем, чем больше яркость основных цветов, тем более светлые серые тона получаются. Графическую интерпретацию цветовой модели RGB можно представить в виде куба (рис. 10).

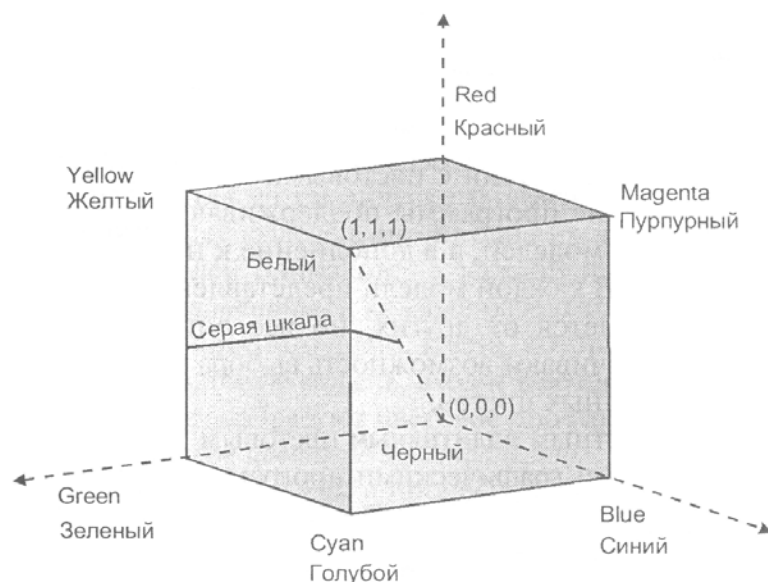


Рис. 10. Графическое представление цветовой модели RGB

Хотя цветовая гамма RGB намного уже видимого спектра, тем не менее, она дает более шестнадцати миллионов цветов. Это позволяет создавать достаточно реалистичные изображения на экране компьютера, т. е. в системе, где свет излучается экраном монитора, но эта же модель совсем не подходит для устройств печати, где передача цвета построена на отраженном свете. Модель RGB зависит от устройства: цвета, полученные в одном устройстве, могут отличаться от цветов, которые воспроизводит другое устройство RGB.

При печати изображения на принтерах и в полиграфии используются *субтрактивные* цветовые модели, основанные на вычитании части спектра из общего падающего луча света. К ним относятся модели CMY и CMYK. Если из белого цвета вычесть один из основных цветов RGB, то получится дополнительный к нему цвет. Если вычесть красный, то оставшиеся зеленый и синий цвета дадут голубой (Cyan), если вычесть зеленый, то красный и синий дадут пурпурный цвет (Magenta), а если вычесть синий, то красный и зеленый дадут желтый цвет (Yellow): получается модель CMY (рис. 11).

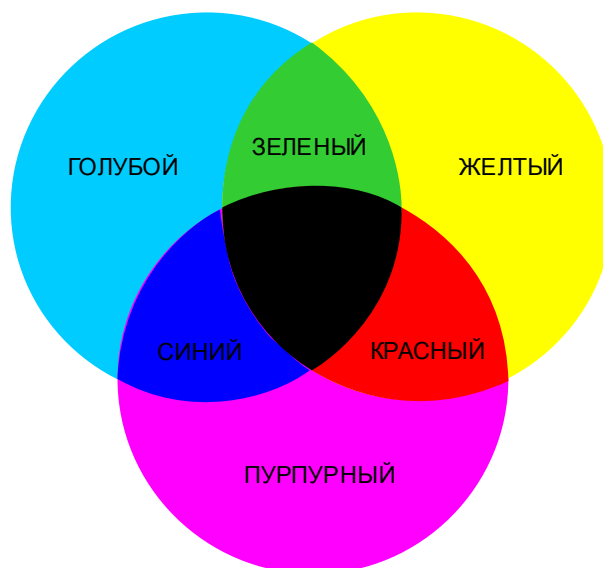


Рис. 11. Цветовая модель CMY

Смесь голубого, пурпурного и желтого цветов в равных количествах должна давать нейтральные серые тона. На рисунке 12 представлена графическая интерпретация цветовой модели CMY. При максимальной яркости цветов должен получаться черный цвет (дополнительный к белому в модели RGB).

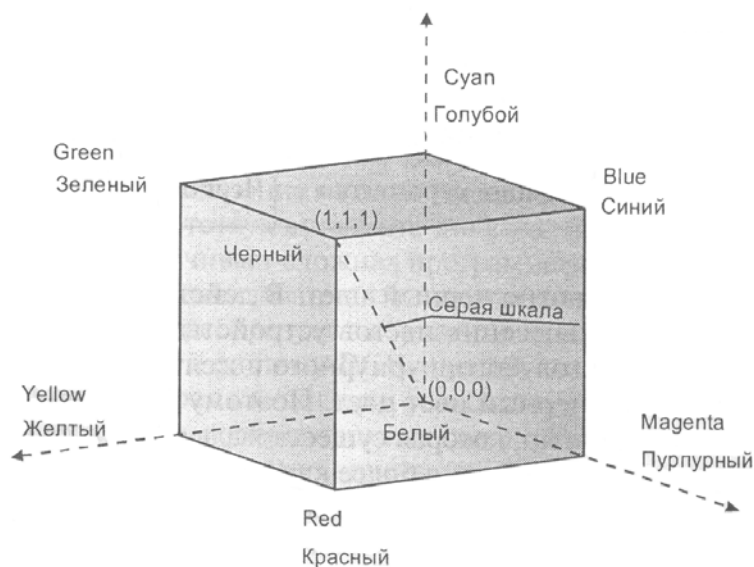


Рис. 12. Графическое представление цветовой модели CMY

Однако при печати получается грязно-коричневый цвет, что обусловлено наличием примесей в красящих пигментах красок. Поэтому для образования более четких и глубоких тонов модель CMY дополняется черным цветом

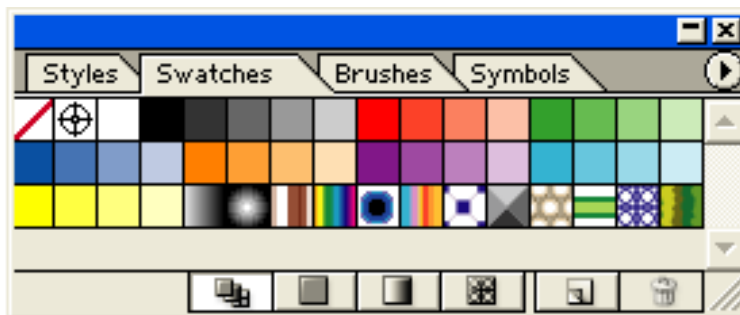
(black). Такая модель называется CMYK, и именно она является основой полиграфии.

Цветовые модели CMYK и RGB дополняют друг друга, однако однозначного соответствия между ними не существует, поскольку нет точного совпадения их цветового пространства (см. рис. 8). Поэтому, работая в модели RGB на экране монитора, необходимо просмотреть изображение в CMYK, если предполагается его распечатывать или воспроизводить полиграфическим способом. При необходимости цвета CMYK полученного изображения следует откорректировать, учитывая, что цветовое пространство CMYK является зависимым от конкретного устройства.

Цветовые модели способны воспроизвести миллионы оттенков. Но в графических программах, используемых для создания и редактирования изображений, имеются ограниченные наборы готовых цветов, которые называются *цветовыми палитрами*. Электронная цветовая палитра состоит из ячеек, каждая из которых представляет отдельный стандартный цвет (рис. 13). Палитра облегчает работу с цветовой гаммой, предоставляя возможность выбора цвета из готового набора.



а



б

Рис. 13. Примеры цветовых палитр CMYK программ векторной графики:  
а) CorelDRAW; б) Adobe Illustrator

Работа с цветом в графических программах организована через диалоговые окна, которые дают возможность выбора цвета из любой цветовой модели или из предлагаемой программой палитры.

### 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ КАРТ

#### 3.1. Краткая история развития вычислительной техники

Потребность в автоматизации обработки данных, в том числе вычислений, возникла очень давно. Многие тысячи лет назад для счета использовались камешки, счетные палочки и др. Более 1500 лет назад для облегчения вычислений стали использоваться счеты.

В 1642–1644 гг. французский ученый Блез Паскаль изобрел устройство, механически выполняющее сложение чисел, а в 1673 г. немецкий физик и математик Вильгельм Готфрид фон Лейбниц сконструировал механическую счетную машину (арифмометр), позволяющую механически выполнять четыре арифметических действия. Кроме того, он ввел термин «модель» и разработал двоичную систему счисления, которая впоследствии получила широкое применение в вычислительных машинах. Начиная с XIX в. арифмометры получили очень широкое применение. Существовала и специальная профессия – счетчик – человек, работающий с арифмометром, быстро и точно соблюдающий определенную последовательность инструкций (такую последовательность инструкций впоследствии стали называть программой). Но сложные расчеты производились очень медленно – по несколько недель и месяцев, т. к. результаты вычислений каждый раз записывались человеком, а скорость его работы весьма ограничена.

Механические устройства для обработки числовой информации были изобретены в США и впервые практически использовались для обработки результатов переписи населения 1890 г. Результаты вручную заносились на перфокарты (карты из плотной бумаги с информацией, наносимой с помощью отверстий, – они в то время уже широко употреблялись в ткацких станках), а затем автоматически, без участия человека, обрабатывались специальными машинами-табуляторами. Изобретатель этих машин Герман Холлерит в конце XIX в. основал фирму, которая сегодня называется IBM (International Business Machines) и является крупнейшим в мире производителем компьютеров.

Но пионером создания универсальной счетной машины – прообраза современных ЭВМ – был англичанин Чарльз Бэббидж, декан кафедры математики Кембриджского университета.

Чарльз Бэббидж родился в 1791 г. в Англии. Он разработал проект механизма, названный «Аналитической машиной», который мог бы стать первым современным компьютером. Эта машина должна была решать сложные арифметические задачи без участия человека и запоминать результаты на каждом этапе решения. Она должна была уметь исполнять программы, вво-

димые с помощью перфокарт и иметь «склад» для запоминания данных (в современной терминологии – память). Она должна была быть чисто механической и состоять из стоек, рычагов и шестерен, но сама идея закладывала основу разработки современных компьютеров.

За свою жизнь Чарльз Бэббидж разработал и более простые счетные машины. В 1871 г. он умер, так и не построив ни одной из этих машин не только из-за недостатка денег, но и из-за того, что в то время чисто технически невозможно было их построить с достаточной точностью. И все-таки, в конце концов, одна из этих машин была изготовлена реально. Так называемая «Дифференциальная машина» № 2 была построена и установлена в Музее науки в Лондоне в июне 1991 г., чтобы отметить этим 200-летие со дня рождения Чарльза Бэббиджа, а заодно и проверить его идеи. Машина работала точно так, как ожидал Бэббидж, и это подтвердило, что его идеи были правильными. Эта громадная машина содержит около 4000 деталей, весит около 3 т и имеет длину 3,3 м, а высоту 2,1 м (рис.14).

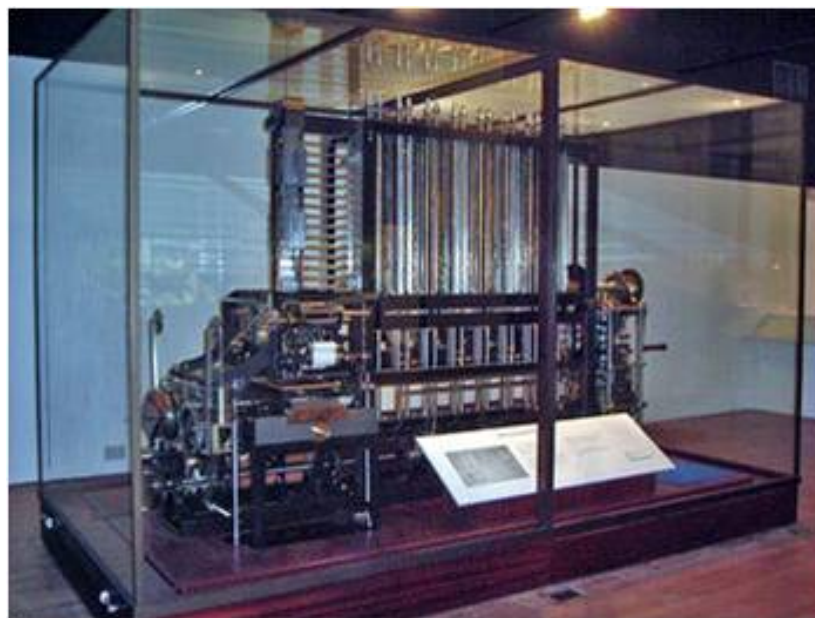


Рис 14. Дифференциальная машина Чарльза Бэббиджа

Идеями Бэббиджа в 1943 г. воспользовался американец Говард Эйкен из Гарвардского университета, который с помощью работ Бэббиджа и на основе техники XX в. – электромеханических реле – смог построить на одном из предприятий фирмы IBM электромеханическую машину под названием «Марк-1». Ее размеры: приблизительно 15 м в длину и 2,5 м в высоту, вес – 7 т. Ввод и вывод осуществлялись с помощью перфокарт, а управление операциями – перфорируемой бумажной лентой. «Марк-1» был введен в эксплуатацию в августе 1944 г. для расчета артиллерийских таблиц. Эта машина счи-

тается дедушкой современных компьютеров. А несколько раньше, в 1938–1941 гг., аналогичную машину построил немецкий инженер Конрад Цузе, «переоткрыв» идеи Бэббиджа.

1945 год. В США построена первая полностью электронная вычислительная машина ENIAC (ЭНИАС). Эта аббревиатура в переводе с английского означает: «электронный цифровой интегратор и калькулятор». Это был скорее калькулятор, чем компьютер, поскольку машина не могла запоминать данные и программы. Но она работала в тысячу раз быстрее, чем «Марк-1» (производила 5 000 операций сложения или 300 операций умножения в секунду), и была самой грандиозной и мощной ламповой ЭВМ того времени, однако для задания ее программы приходилось в течение нескольких часов или даже дней подсоединять нужным образом провода. Весила она более 70 т (30 т по другим данным) и содержала почти 18 тыс. электронных ламп.

В этом же году к работе по конструированию новой машины, которая могла бы хранить программу в своей памяти, был привлечен знаменитый математик Джон фон Нейман. Он подготовил доклад об этой машине, в котором ясно и просто сформулировал общие принципы функционирования универсальных вычислительных устройств, т. е. дал первое в мире описание компьютеров, использующих программы. Доклад был разослан многим ученым и получил широкую известность.

1947 год. Изобретен новый электронный компонент, названный транзистором. Впервые транзисторы стали использоваться в компьютерах примерно с 1953 г. Именно с их внедрением связано рождение второго поколения компьютеров.

1949 год. Английским исследователем Морисом Уилксом построен первый компьютер, в котором воплощены принципы фон Неймана.

1958 год. Разработана первая действующая интегральная схема.

1960 год. Выпущены первые микросхемы (чипы – интегральные схемы в отдельном корпусе) – интегральные схемы на кремниевых кристаллах. Появление чипа ознаменовало рождение третьего поколения компьютеров.

60-е годы. Разработаны средства мультимедиа. Только компьютер может воспроизвести все те средства информации, которые вместе называются мультимедиа (multi – много, media – средство информации). Это совокупность различных типов информации: текстовой (числа, буквы, слова), звуковой (речь, музыка), графической (цветные и черно-белые диапозитивы, рисунки), видеоинформации (мультипликационные и видеофильмы).

Впервые применило средства мультимедиа в середине 1960-х гг. Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США (НАСА). С помощью мощных компьютеров и моделирующих (имитационных) программ, воссоздающих ситуации реальной жизни, были осуществлены эксперименты по полетам на Луну. При этом моделировались

условия, близкие к реальным. Шаг за шагом обрабатывались будущие возможные ситуации и действия, каждый отдельный прием оттачивался в течение нескольких месяцев.

1971 год. Компания Intel создала микропроцессор, разместив несколько интегральных микросхем на одном кремниевом кристалле. Таким образом, было создано центральное вычислительное устройство компьютера, выполненное в виде крошечного чипа. Это позволило создать множество полезных изделий, в том числе карманные калькуляторы и электронные игры (1972 г.). К середине 1970-х гг. микропроцессоры усовершенствовались настолько, что удалось значительно уменьшить размеры вычислительных устройств и создать персональные компьютеры (микрокомпьютеры) – компьютеры четвертого поколения, способные разместиться на письменном столе пользователя.

Современный микропроцессор может иметь более 1 млн. транзисторов на своей интегральной схеме, размером примерно  $2,5 \times 2,5$  см, который может хранить примерно 100 машинописных страниц через два интервала.

В этом же году фирма IBM разработала гибкий магнитный диск, который стал стандартом для хранения данных.

1977 год. Появился первый популярный персональный компьютер «Apple-II» (Эппл-II). Стивен Джобс и Стефен Возняк основали фирму «Apple» для массового производства персональных компьютеров «Macintosh» или MACов. Компьютеры этой платформы изначально ориентировались на издательские системы, обеспечивали пользователю наглядный графический интерфейс, были значительно проще в эксплуатации и обладали большими возможностями. Начиная с 1980-х гг. они составили достойную конкуренцию IBM-совместимым компьютерам, несмотря на свою дороговизну.

1981 год. Фирма IBM – ведущая в это время компания по производству больших ЭВМ – выпустила малогабаритный, но мощный настольный микрокомпьютер (персональный компьютер – РС). При его конструировании был применен принцип открытой архитектуры: из независимо изготовленных универсальных составных частей со стандартным способом их соединения, что позволяло модернизировать компьютер по частям. Для создания персонального компьютера IBM использовала разработки других фирм в качестве составных частей, в частности микропроцессор фирмы Intel и программное обеспечение фирмы Microsoft.

Принцип открытой архитектуры способствовал широкому распространению IBM РС-совместимых компьютеров – клонов, имеющих такую же операционную систему и оформление. В настоящее время IBM РС-совместимые компьютеры – самые распространенные в мире, они составляют более 90 % мирового компьютерного парка. Практически это стандарт персонального компьютера.



Начиная с 1990-х гг., разница между возможностями Macintosh и IBM PC все более нивелируется. IBM PC были также оснащены операционными системами с графическим интерфейсом (Windows, OS/2) и многочисленными рассчитанными на них прикладными программами. В настоящее время компьютеры Macintosh удерживают лидирующее положение на рынке настольных издательских систем.

В 1985 г. введена система памяти (хранения информации) на компакт-дисках (CD-ROM) для компьютеров.

1992 год. Возникла «Всемирная паутина» (World Wide Web или Web, или WWW) – информационная служба, обеспечивающая в Internet связь между документами, находящимися в компьютерах в разных концах мира, и являющаяся составной частью Internet (а не сама сеть Internet, как многие ошибочно думают). С ее появления началось триумфальное шествие Internet как средства информации и коммуникации для каждого потребителя (с этого времени в Internet начали активно выходить также обычные, рядовые пользователи).

Зародился же Internet в 1960-е гг. в Министерстве обороны США как система связи военных по всей стране. Затем этой сетью заинтересовались американские университеты и научно-исследовательские институты, накопившие на своих компьютерах массу разнообразнейшей информации. К тому же часто при проведении сложных расчетов требовались очень мощные компьютеры, которые имелись далеко не в каждом университете. Поэтому выход нашли в том, что где-то устанавливали сложный и дорогой компьютер (хост-компьютер или мэйнфрейм – главный компьютер) и открывали к нему доступ пользователям всей страны. Для этого небольшие компьютеры отдельных пользователей соединили с хостами с помощью телефонной линии. Произошло это в 1969 г. Сеть получила название ARPAnet (Advanced Research Projects Agency).

В 1983 г. эта сеть была разделена. Все, что относилось к Министерству обороны, было выделено в особую сеть – Milnet. То, что предназначалось для исследовательских целей, получило название Internet. Internet – это гигантская сеть, опоясавшая весь земной шар, в которой множество мелких локальных сетей связано воедино. Она состоит из множества локальных сетей и миллионов компьютеров.

В 1980-е гг. свои национальные сети появились и в странах Европы.

Во второй половине 1990-х гг. в связи с бурным развитием глобальных компьютерных сетей появляется новый тип персонального компьютера – сетевой компьютер, который предназначен только для работы в компьютерной сети. Ему не нужны собственная дисковая память и дисководы. Операционную систему, прикладные программы и информацию он будет черпать в сети. Предполагается, что сетевые компьютеры будут значительно дешевле

настольных персональных компьютеров и постепенно заменяют их в фирмах, работающих со специализированными приложениями (телефонная связь, бронирование билетов), и в образовательных учреждениях.

2000 год. Появились принципиально новые накопители, так называемая флеш-память («флешка») – устройства памяти на микросхемах для многократного использования – Flash USB, Flash USB Drive, USB Flash Memory Drive с первоначальной емкостью 8 Мб, затем – 16, 32, 64, 128, 256, 512 Мб. В настоящее время устройства могут хранить до 64 Гб.

2002 год. IBM разработала экспериментальный образец транзистора размером 6 нанометров ( $6 \times 10^{-6}$  мм – это размеры, соизмеримые с молекулами и атомами).

2005 год. Максимальная ёмкость жёстких дисков достигает 500 Гб.

2006 год. Появление первых «гибридных» жёстких дисков, содержащих блок флеш-памяти.

2009 год. На основе 500-гигабайтных пластин выпущены модели жёстких дисков ёмкостью 2 Тб.

2014 год. Выпущен первый в мире диск на 10 ТБ с гелием вместо воздуха. Имеет 7 пластин.

### **3.2. Устройства ввода информации в компьютер**

Ввод информации в компьютер осуществляется устройствами ввода данных. Устройство ввода – это физическое устройство для обеспечения ЭВМ (в общем случае и РС, в частности) как обрабатываемыми данными, так и командами, указывающими способ обработки. Для различных типов машин эти устройства могут быть разными: это – перфокарты, перфоленты, магнитные ленты, компакт-диски, магнитные, магнитооптические диски (все эти устройства являются также устройствами хранения и вывода информации), клавиатура, «мышь», трэкбол, пэн (или световое перо), джойстик, графический планшет, дигитайзер (цифрователь), сканер.

*Клавиатура* является основным устройством для ввода информации. Она работает под управлением программ, которые определяют, какую информацию получает компьютер в результате нажатия клавиш. Каждая клавиша на клавиатуре имеет свой номер, называемый кодом клавиши. Специальные программы, определяющие реакцию процессора на нажатие определенной клавиши на клавиатуре, называются драйверами клавиатуры.

*Диски* магнитные (гибкие), компакт-диски, магнитооптические диски, магнитные ленты являются носителями информации и при необходимости могут служить для ввода информации в компьютер или ее вывода (записи) для дальнейшего хранения и использования. Это так называемая внешняя память компьютера. Магнитные и магнитооптические диски относятся к устройствам с произвольным доступом.

*Гибкие диски*, вставляемые в дисковод компьютера, называются дискетами или флоппи-дисками (FDD). Они могут быть диаметром 5,25 дюйма (133 мм, емкостью 360 Кбайт или 1,2 Мбайта) или 3,5 дюйма (89 мм, емкостью 1,44 Мбайта).

*Компакт-диски* для персональных компьютеров. Устройства чтения данных с таких дисков называется CD-ROM – compact disk read-only memory (только для чтения). CD-диски несут весьма большие объемы информации (600 – 700 Мбайт) и обеспечивают высокую надежность ее хранения. Например, для хранения сотни Мбайт (а это очень небольшой объем информации для издательского дела или мультимедиа-приложения) потребуется 70 дискет емкостью 1,44 Мбайт.

CD-ROM применяются для ввода данных с помощью устройства, оборудованного оптическим лазером, а не с помощью электромагнитных устройств. Относятся к классу оптических устройств с однократной записью и многократного считывания. Они очень удобны для данных большого объема, например операционных систем, баз данных, графических программ с приложениями, каталогов, энциклопедий, обучающих, демонстрационных и игровых программ, сочетающих движущиеся изображения, текст и звук.

В настоящее время применяются также так называемые CD-R (CD-Recordable) – дисководы (аналогично называют и компакт-диски) для однократной записи информации и CD-RW (CD-Rewritable) дисководы, позволяющие многократно записывать и стирать информацию для записи новых данных. Кроме того, применяются устройства DVD-ROM (Digital Video Disk) для чтения цифровых видеодисков, называемых аналогично, емкостью от 2 до 4,7 Гб. К тому же емкость DVD-носителя может быть увеличена (до 17 Гб) за счет многослойности и двухсторонности диска.

Кроме большой емкости компакт-диски имеют время доступа к данным, сравнимое с возможностями винчестеров, т. е. скорость передачи данных исчисляется десятками сотен килобайт в секунду.

*Магнитооптические диски* подобны компакт-дискам большой емкости и позволяют частично или полностью стирать записанную на них информацию, т. е. в отличие от CD-ROM – это диски с многократной перезаписью. Сочетают в себе преимущества магнитной и оптической технологий: информация хранится на магнитном носителе, защищенном прозрачной пленкой, а чтение и запись осуществляются с помощью луча лазера. Выпускаются размером 3,5 и 5,25 дюйма и по форме очень похожи на обычные дискеты. Однако свойства их совершенно другие: емкость не 1,44 Мбайт, а от 128 Мбайт до 1,3 Гбайта, скорость доступа почти такая же, как и у винчестера, а надежность хранения информации чрезвычайно велика. Емкость магнитооптических дисков размером 5,25 дюйма – обычно 4,6 Гбайта. Для их чтения и

записи используются специальные дисководы, подключаемые к компьютеру. Далее этот процесс происходит так же, как и на обычных дискетах.

*Стримеры* – устройства для записи информации на кассеты (картриджи) с магнитной лентой. Это наиболее дешевая и распространенная разновидность устройств резервного копирования с последовательным доступом. Емкость этих кассет от 40 Мбайт до 10 Гбайт. Следует заметить, что надежность записи информации на кассеты стримеров не слишком высокая.

*USB-накопители* (Flash USB Drive) – компактные устройства для многократной записи, хранения, переноса и обмена данными емкостью 8, 16, 32, 64 Гб.

*Внешние накопители* (съемные винчестеры) – накопители на жестких магнитных дисках, переносные компактные устройства для многократной записи, хранения, переноса и обмена данными емкостью от нескольких десятков гигабайт до нескольких терабайт.

*Мышь* – это манипулятор для ввода информации в компьютер и управления. Перемещением мыши по столу или специальному коврику изменяется положение указателя мыши (обычно – это стрелка) на экране компьютера. Это, в свою очередь, указывает на выполнение определенных команд. Как правило, клавиатура и мышь дополняют или дублируют друг друга.

*Трекбол* – манипулятор в форме шара на подставке. Используется для замены мыши, особенно часто в портативных компьютерах.

*Джойстик* – устройство для ручного управления движением курсора на экране дисплея, как правило, в виде стержня-ручки, отклонение которого от вертикального положения приводит к передвижению курсора в соответствующем направлении.

*Пен* – световое перо – указательное, координатное устройство, выполненное в виде карандаша или ручки, соединенное с компьютером гибким кабелем или беспроводное. С его помощью можно указать или выбрать нужные элементы или команды на экране путем нажатия на кнопку сбоку светового пера либо нажимая им на поверхность экрана, что аналогично щелчку мыши. Другим вариантом пера является устройство, используемое в графических планшетах. Для вычерчивания или указания пользователь касается острием пера поверхности планшета, либо нажимая на кнопку пера, либо самим пером на планшет. Использование пера дает больше возможностей для управления вручную, поэтому напоминает рисование от руки и предпочитается художниками-дизайнерами.

*Графический планшет* (цифровой планшет) – устройство для ввода контурных изображений – плоский прямоугольник из пластика с электронной начинкой под поверхностью. Используется в сочетании с координатным устройством (мышью, световым пером и т. д.) для выполнения инженерных и конструкторских работ, а также для создания рисунков и работы с ними.

Может иметь размеры от стандартной машинописной страницы А4 до размера большого газетного листа и больше. Разрешающая способность графических планшетов выражается в линиях на дюйм (lpi) и достигает 2540 lpi.

*Дигитайзер* (цифрователь) – устройство ввода с ручным обводом изображения. Цифрование карты заключается в следующем. Имеется цифрователь, на который укладывается исходный материал. Затем с помощью мышки с прозрачным окошечком, на которое нанесен крест (визир), интересующее нас изображение обводится с пошаговой, с повременной фиксацией координат, либо с их фиксацией в местах перегиба кривой. В этом случае считанное изображение фиксируется на экране компьютера, готовое к дальнейшей обработке. Такой способ ввода является довольно трудоемким, поэтому использовать его целесообразно в том случае, когда необходимо ввести небольшой объем данных. Например, при обновлении уже имеющегося компьютерного варианта карты, когда нужно добавить новый участок дороги или населенный пункт, или другой объект. При этом изображение на экране компьютера представлено в векторном виде ломаной линией, если считывается линейный объект, и точкой, если фиксируется точечный объект. При дальнейшей обработке эти «контурные» линии заменяются необходимыми условными знаками, например, вместо осевой ломаной линии дается соответствующий условный знак дороги, а вместо каждой точки – условные знаки точечных объектов.

*Сканер* – устройство автоматического ввода в компьютер графической и текстовой информации (устройство преобразования изображений из аналоговой формы в цифровую). Использует оборудование светового считывания для построчного просмотра бумаги или другого носителя, преобразуя набор светлых и темных (или цветных) точек в цифровой сигнал, управляемый соответствующим программным обеспечением. Сканеры обладают рядом технических характеристик, влияющих на качество изображения и отличающих их друг от друга.

1. Разрешающая способность (оптическое или физическое разрешение).

Это основная характеристика сканера, показывающая, на какое количество элементов (точек) аппаратура позволяет разбить изображение оригинала. Как правило, указывается в точках на дюйм (dpi – dots per inch). Например,  $600 \times 300$  dpi означает, что каждый квадратный дюйм изображения разбит на 600 точек по горизонтали и на 300 точек по вертикали. Оптическое разрешение определяет количество графической информации, которая поступает в компьютер для обработки. Разрешение сканера может иметь также величины  $600 \times 600$ ,  $800 \times 800$ ,  $1200 \times 1200$  dpi. Для профессиональной работы с графикой (фотографиями, слайдами, картографическим изображением и т. д.) необходимо использовать сканеры с высоким разрешением.

Существует также интерполяционное или программное разрешение, достигаемое с помощью математических алгоритмов аппроксимации внутри сканера с целью улучшения качества изображения.

2. Разрядность или глубина цвета, которая измеряется в битах и указывает количество воспринимаемых сканером цветов или оттенков серого цвета.

Каждая точка отсканированного изображения содержит информацию о цвете. Глубина цвета показывает, насколько точно передается каждая цветовая составляющая, что обеспечивается разрядностью аналого-цифрового преобразователя. Если эта величина у сканера составляет 8 разрядов, то это значит, что сканер способен различить 256 градаций по каждой цветовой компоненте (как правило, это R – red, G –green, B – blue). В современных профессиональных сканерах глубина цвета может быть 10, 12, 16, 24, 30, 48 разрядов (или бит) по каждой компоненте. Например, 24 бита соответствуют 16,7 миллионов цветов, 30 бит – 1 миллиарду.

3. Оптическая плотность – это характеристика считываемого оригинала, показывающая логарифмическую зависимость отношения количества света, падающего на оригинал, к количеству света, отраженного от оригинала или прошедшего через него. Значение этого параметра, равное  $2,8 D$  ( $D$  – от «density»), означает, что в данной точке оригинала это отношение равно приблизительно 630. Любой сканер может производить сканирование в определенном диапазоне плотностей оригиналов. Это значит, что всегда есть предел, за которым аппаратура перестает отличать детали изображения вследствие того, что оригинал слишком темный или контрастный. Чем больше диапазон оптических плотностей, тем более плотные оригиналы можно использовать для сканирования и тем более правильное представление о цветах, тенях и деталях изображения на плотных участках можно достигнуть.

Имеется также ряд других дополнительных возможностей, которые необходимо учитывать при выборе сканера: использование прозрачных и непрозрачных оригиналов, скорость сканирования, производительность работы, автоматическая фокусировка и др.

Другим важным показателем сканера является его тип. Различают следующие типы сканеров изображений: ручные, настольные планшетные, проекционные (слайд-сканеры), барабанные.

1. Ручные сканеры держат в руке и перемещают его над нужным рисунком или текстом. Они дешевле других видов сканеров, обеспечивают хорошее качество полученного изображения (разрешение до  $800 \times 800$  dpi, разрядность до 24 бит), однако имеют ограниченную по ширине зону просмотра (до 10 см) и требуют определенной сноровки при использовании. Этот тип сканеров удобно использовать при необходимости ввода в компьютер небольшой полосы изображения или отдельных графических рисунков малень-

кого формата, например фотографий или части картографического изображения.

2. Листовые сканеры протягивают изображение, помещенное на одном листе бумаги. Используются в основном для текстовых документов.

3. Настольные планшетные сканеры – самые распространенные и наиболее популярные типы сканеров, поскольку оптимально сочетают высокое качество полученного изображения, удобство и простоту пользования и невысокую стоимость.

Принцип действия основан на пошаговом передвижении каретки с линзовым механизмом (сканирующей головкой) под поверхностью освещенного оригинала и последовательном сканировании изображения. При этом считываемый документ помещается лицевой стороной на плоское стекло. Разрешение их лежит в диапазоне от  $600 \times 300$  до  $1000 \times 2000$  dpi. Глубина цвета – 8–12 bit. Диапазон оптических плотностей от 2,8 до 3,3 D. Скорость сканирования от 30 с до 2 мин на оригинал. Обеспечивают считывание изображений форматов А4, А3, А2. Область применения – графика, дизайн, картография, САПР, газетная и журнальная продукция, не требующая очень высокого качества изображения. Основные фирмы-производители: Hewlett-Packard, UMAX, Agfa, Mustek, ScanMaster 2500 фирмы HOWTEK (формат А3, разрешение  $600 \times 1200$  dpi), UMAX Vista-S6, Vista-S8 (формат А4, разрешение  $600 \times 300$  dpi), Gemini D-16 (формат А4, разрешение  $400 \times 800$  dpi), PowerLook II (формат А4, разрешение  $600 \times 1200$  dpi, сканирование на отражение и на просвет) и др.

4. Слайд-сканеры относятся к более дорогому классу и позволяют получать изображения высокого качества. Эти устройства дают возможность пользователю сканировать оригиналы только в проходящем свете. Принцип их действия аналогичен планшетным сканерам, но характеристики слайд-сканеров значительно улучшены за счет использования более дорогостоящих компонентов и прецизионной механики. Разрешение – от 1000 до 5000 dpi, диапазон оптических плотностей – от 3,4 до 3,8 D. Формат – от 35 до  $128 \times 128$  мм. Области применения самые разные – от журналов и газет до высококачественной рекламной продукции. Как правило, их использование не предполагает большого потока оригиналов вследствие ограниченной производительности.

Например, KODAK RFS 2035 Plus, -3570 – профессиональные сканеры, позволяющие сканировать слайды и негативы. Разрешение 1000–2000 dpi, форматы 35 (для -2035 Plus), 35, 46, 70, 120 мм (для -3570).

5. Барабанные – самые дорогостоящие и высококачественные устройства, обеспечивающие максимальные возможности для пользователя. Они состоят из прозрачного цилиндра – «барабана», на который с помощью специализированной клейкой ленты монтируются оригиналы. Барабан вращает-

ся, в это время сканирующая головка (фотоумножитель) считывает строку изображения с разложением его в растровый вид, затем перемещается на определенную величину вдоль барабана и вновь поэлементно считывает строку и т. д. Диапазон оптических плотностей – 3,8 – 4,2 D, разрешение – от 4 000 до 11 000 dpi и даже 20 000 dpi. Для профессиональных барабанных сканеров поставляется специальное программное обеспечение, которое позволяет производить дополнительные операции: цветоделение, пакетное сканирование, цветокоррекцию. Использование барабанных сканеров требует специализированных помещений, освещения, микроклимата и высококвалифицированного персонала, а также больших капиталовложений.

Примеры: ScanMaster 4500 фирмы HOWTEK (разрешение: 4000 dpi, область сканирования: 279 × 300 мм), ScanMaster 7500 (разрешение: 4000 dpi, область сканирования: 399 × 457 мм – до формата A2), Jei ColorMite 4,0 – малоформатный барабанный сканер с разрешением 200–4000 dpi, область сканирования – 152 × 203 мм, оптическая плотность 4,0 D. Позволяет сканировать документы в проходящем и отраженном свете.

### **3.3. Устройства обработки информации**

После ввода информации в компьютер начинается ее обработка, которая заключается в выполнении определенных действий по преобразованию данных в устройстве обработки – компьютере. При этом преобразование осуществляется в соответствии с требованиями потребителя. Обработка может заключаться в создании текста, графического изображения, в том числе и картографического, моделировании какого-либо процесса и т. д.

Слово «компьютер» (от лат. computo – считаю) означает «вычислитель», а конкретно эти вычисления и управление компьютером выполняет блок, который называется центральным процессором.

Компьютер – машина для приема, обработки, хранения и выдачи информации в электронном виде, которая способна выполнять четыре следующие функции: а) воспринимать вводимую информацию – данные; б) обрабатывать ее по заранее заданной инструкции – программе; в) выдавать результаты; г) хранить информацию для последующего использования. Программа указывает компьютеру, что он должен делать с информацией. По окончании работы компьютер выводит и демонстрирует результаты. Данные, вводимые в компьютер, называются входными, а выводимые результаты – выходными данными.

В зависимости от вида обрабатываемой информации в работе могут участвовать внутренние и внешние устройства, входящие в состав персонального компьютера. Обработка данных выполняется процессором, а ее результаты выводятся на экран монитора, на внешние запоминающие устрой-



ства, на принтер или записываются на жесткий диск для хранения в компьютере и дальнейшего использования.

Компьютер может обрабатывать информацию, представленную только в цифровой форме. Вся другая информация (звуки, изображения, показания приборов и т. д.) для обработки на компьютере должна быть преобразована в цифровую форму, а именно: в двоичные числа 0 и 1, которые являются наименьшей единицей информации в компьютере БИТ (bit) – сокращение от англ. «binary digit» (двоичная цифра). Использование памятью и процессором компьютера двоичной системы счисления как наиболее элементарной системы из всех возможных связано с простотой технической реализации элементов, имеющих два состояния: «включено/выключено».

Основной единицей измерения количества информации является БАЙТ (byte) (сокращен. от англ. binary term – двоичный элемент), который состоит из 8 бит. Сочетание из 8 бит уже может принимать 256 различных значений ( $2^8$ ). При представлении символьной информации каждая буква, цифра или знак занимают 1 байт. Таким образом, этого вполне достаточно для кодирования всех заглавных и строчных букв национальных алфавитов, цифр, знаков препинания, символов и служебных кодов, используемых при передаче информации.

Кроме байта используются 1 Кбайт (килобайт), равный 1024 байт ( $2^{10}$ ). Для удобства считают, что 1 Кбайт = 1000 байт, 1 Мбайт (мегабайт) = 1 048 576 байт ( $2^{20}$ ), или округленно 1 Мбайт = 1 000 Кбайт, 1 Гбайт (гигабайт) = 1 000 Мбайт = 1 073 741 824 байт ( $2^{30}$ ) (это составляет примерно 40 томов большой энциклопедии или 500 000 страниц текста; более 1500 цветных слайдов высокого качества), 1Тбайт (терабайт) = 1 000 Гбайт = 1 099 511 627 776 байт ( $2^{40}$ ) и т. д. Процессоры персональных компьютеров могут обрабатывать одновременно 8 бит (или 1 байт) данных, 16, 32, 64 бита. Соответственно такие компьютеры называют 8-, 16-, 32-, 64-разрядными.

Компьютеры могут иметь самые разные габариты, формы, функциональные возможности и области применения. Их можно классифицировать по различным признакам; наиболее известные категории – это класс, поколение, режим обработки информации.

В настоящее время все вычислительные системы различаются прежде всего по функциональным возможностям. По этому принципу компьютеры подразделяются на следующие основные классы:

1. Суперкомпьютеры – суперЭВМ – большая сверхбыстрая и дорогая вычислительная машина, используемая для комплексных и сложных вычислений, требующих производительности в сотни миллиардов операций в секунду. Как правило, это задачи с конвейерной обработкой команд (например, движения космического корабля, решения задач в аэродинамике, физике вы-

соких энергий, составления прогноза погоды, крупномасштабного научного моделирования и исследований, анимации и т. д.).

2. Мэйнфреймы (большие универсальные электронно-вычислительные машины) – компьютеры высокой мощности, предназначенные для решения задач, связанных с интенсивными вычислениями и обработкой больших объемов информации. К ним могут присоединяться тысячи терминалов или микрокомпьютеров пользователей. Наиболее мощные мэйнфреймы называются суперЭВМ. Они выполняют весьма сложные и длительные вычисления; интенсивно используются как в чистой науке, так и в прикладных исследованиях, а также в финансовой сфере и оборонном комплексе. Занимали господствующие позиции на компьютерном рынке до начала 1980-х гг.

3. Миникомпьютеры – компьютеры средней мощности, созданные для выполнения сложных вычислений и эффективной работы в условиях высокой интенсивности потока ввода-вывода от пользователей, работающих на подключенных к ним терминалах. Играть роль серверов. Часто объединяются в сети, распределяя, таким образом, обработку информации. Интенсивно используются в прикладных программах диалоговой обработки запроса и как промежуточные звенья между мэйнфреймами и глобальными вычислительными сетями. Используются в крупных фирмах, государственных и научных учреждениях, учебных заведениях и для централизованного хранения и переработки больших объемов информации.

4. Микрокомпьютеры (микроЭВМ, персональные компьютеры) – компьютеры, сконструированные на основе одного микропроцессора и предназначенные для работы с одним пользователем. Менее мощные, чем мэйнфреймы и мини-компьютеры, они, однако, способны выполнять весьма сложные задачи. Современные микрокомпьютеры так же мощны, как мэйнфреймы, выпущенные всего несколько лет назад, но во много раз дешевле последних. Микрокомпьютеры, объединенные в единый комплекс с другими техническими устройствами обработки информации, образуют рабочие станции и могут выполнять конкретные производственные задачи.

Подобная классификация позволяет судить о мощности компьютера, его быстродействии, размерах и возможностях, его стоимости.

В истории развития ЭВМ выделяют пять поколений, характеризующихся архитектурой (ресурсами: системой команд, объемом оперативной памяти, форматами и т. д.), элементной базой, быстродействием и областью применения. С начала 1990-х гг. термин «компьютер» вытеснил термин «электронная вычислительная машина» и стал его синонимом.

Первое поколение компьютеров, оставившее свой след в истории, появилось в начале 1950-х гг. Это были системы на базе электронных ламп. Для них характерны примитивная архитектура, программирование в машинном коде для научных расчетов.

В компьютерах второго поколения (начало 1960-х гг.) электронные лампы были заменены на транзисторы. Их отличают более сложная архитектура и запоминающие устройства на магнитных сердечниках, перфокарты и перфоленты, появление языков программирования. Они были компактней, экономичней и надежней ламповых.

В компьютерах третьего поколения (середина 1960-х гг.) вместо транзисторов появились кремниевые интегральные схемы. Они характеризуются применением спецпроцессоров ввода/вывода, мощными внешними запоминающими устройствами, средствами мультипрограммирования и системами разделения времени.

Компьютеры четвертого поколения – микроЭВМ на больших интегральных схемах (микропроцессорах) – выпускаются с середины 1970-х гг. Для них характерны огромная память, высокое быстродействие (миллионы операций в секунду), интегральные базы данных, компьютерные сети и др. В этих машинах применена технология интеграции высокого уровня, позволяющая разместить в одном микропроцессоре тысячи электронных схем.

Компьютеры пятого поколения будут основаны на интеграции сверхвысокого уровня (сверхбольших интегральных схемах) и новейших методах вычислений, включая разработки теории искусственного интеллекта.

С точки зрения режима обработки компьютеры делятся на аналоговые и цифровые.

1. Аналоговые компьютеры используются главным образом в научных исследованиях и промышленности и представляют данные в виде непрерывно изменяющихся сигналов электрического тока, которые в каждый конкретный момент могут принимать любое из бесконечного числа значений в пределах некоторого диапазона. Для этого используются аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи – электронные устройства, в которых те или иные значения представляются с помощью непрерывно изменяемых физических характеристик (преобразование аналогового сигнала в цифровой и наоборот).

2. Цифровые компьютеры представляют значения с помощью дискретных сигналов – бит, т. е. двоичных знаков 0 и 1. Это именно тот тип, с которым у большинства людей ассоциируется термин «компьютер». В них используется два состояния – логическое ВКЛЮЧЕНО и ВЫКЛЮЧЕНО, выраженные двумя уровнями напряжения, с помощью которых можно представить информацию любого типа, включая числа, буквы, графические символы и команды программ. Непрерывное изменение состояний различных компонентов электрической схемы такого компьютера позволяет перемещать подобную информацию, обрабатывать ее и сохранять.

В зависимости от формы и габаритов корпуса имеется несколько разновидностей компьютеров: Tower (башня), Big (большой), Midi (средний), Mini (маленький), Baby (малютка), Slim (тонкий).

Особую группу компьютеров составляют портативные компьютеры, конструкция которых позволяет легко их переносить. К ним относятся: переносимые (5–10 кг) – «багажные», обычно имеют дисковод, жесткий диск, стандартный дисплей; лаптоп («наколенный») (2,5–5 кг) – имеют дисковод, ЖК-дисплей, можно держать на коленях; ноутбук, нетбук («блокнотный») (0,7–2,5 кг) – переносимы в портфеле; ручной (менее 0,7 кг) – «пальмтоп» можно легко держать в руке.

*Персональные компьютеры* выпускают в стационарном (настольном) и в портативном исполнении.

Основными компонентами настольного персонального компьютера являются системный блок, монитор, клавиатура, манипулятор – мышь. При необходимости к системному блоку компьютера можно подключать различные дополнительные внешние устройства ввода-вывода информации, расширяя тем самым его функциональные возможности. Кроме монитора, клавиатуры и мыши это могут быть: сканер, принтер, графический планшет, акустические колонки, джойстик и др.

В компьютерах портативного варианта – лаптоп («наколенный» вариант) или ноутбук, нетбук («блокнотный» вариант) – все блоки заключены в один корпус. Так же как и к стационарному компьютеру, к портативному могут быть присоединены дополнительные внешние устройства.

Главным блоком является системный, именно в нем располагаются все основные узлы компьютера: электронные схемы (процессор, оперативная память и т. д.); блок питания; дисководы (или накопители) для гибких магнитных и лазерных дисков, используемые для чтения и записи информации на них; накопитель на жестком магнитном диске, предназначенный для чтения, записи и постоянного хранения информации (винчестер).

*Процессор.* Собственно процессор – это вычислитель. Самый главный элемент в компьютере, его «мозг» – небольшая (в несколько сантиметров) электронная схема, выполняющая все вычисления и обработку информации. Процессор объединяет арифметическо-логическое устройство, выполняющее операции по обработке данных, и устройство управления, которое организует процесс выполнения программ. Он производит сотни различных операций со скоростью в несколько десятков или сотен миллионов операций в секунду.

В IBM PC-совместимых компьютерах используются в основном микропроцессоры фирмы Intel, однако все больше распространяются и процессоры других фирм: AMD, Cyrix, Centaur Technology и др. В современных компьютерах, когда приходится выполнять много точных и сложных математических вычислений (например, при работе с графикой, в инженерных расче-

тах), к основному микропроцессору добавляют математический сопроцессор. Он помогает основному выполнять математические операции.

Микропроцессоры отличаются друг от друга двумя основными характеристиками: типом (моделью) и тактовой частотой. Тактовая частота указывает, сколько элементарных операций (тактов) микропроцессор выполняет в одну секунду. Она измеряется в мегагерцах (МГц). Разные модели компьютеров выполняют одни и те же операции (например, сложение и вычитание) за разное число тактов. Чем совершеннее модель микропроцессора, тем меньше тактов требуется на выполнение одних и тех же операций. Кроме того, каждый процессор имеет так называемую кэш-память – сверхбыструю «буферную» память небольшого объема для хранения наиболее часто используемых данных и запоминания промежуточных результатов вычислений.

*Материнская (системная) плата* – самая большая и самая главная электронная плата в компьютере. Именно к ней подключаются все устройства, входящие в состав системного блока. Основная функция материнской платы – связь и координация действий всех устройств компьютера, передача сигнала от одного устройства к другому с помощью шины.

Для упрощения подключения устройств электронные схемы IBM PC состоят из нескольких модулей – электронных плат. На основной плате компьютера – системной или материнской – обычно располагаются основной микропроцессор, сопроцессор, оперативная память и шина. Схемы, управляющие внешними устройствами (контроллеры или адаптеры), находятся на отдельных платах, вставляющихся в разъемы (слоты) на материнской плате (таким образом, они подключаются непосредственно к системной магистрали передачи данных – шине). Наличие свободных разъемов шины позволяет добавлять к компьютеру новые устройства или модернизировать устаревшие, для чего нужно просто вынуть соответствующую плату из разъема и вставить вместо нее другую.

*Оперативная память.* Память с большой скоростью доступа. Именно из нее процессор берет программы и исходные данные для обработки, в нее он записывает полученные промежуточные результаты. При этом оперативная память работает очень быстро, так что процессору не приходится ждать при чтении данных из памяти или записи в память (за что и получила название «оперативная»). Однако содержащиеся в ней данные сохраняются только до тех пор, пока компьютер включен. При выключении компьютера содержимое оперативной памяти стирается. Выпускается в виде микросхем, собранных в специальные модули памяти.

*Контроллеры и шина.* Чтобы компьютер мог работать, необходимо, чтобы в его оперативной памяти находились программа и данные, которые попадают туда из различных внешних устройств компьютера (устройств ввода). Результаты выполнения программ также выводятся на внешние устрой-

ства. Такой обмен данными управляется (обеспечивается) специальной электронной схемой, которая есть в компьютере для каждого внешнего устройства. Эта схема называется контроллером, или адаптером. Все контроллеры и адаптеры взаимодействуют с микропроцессором и оперативной памятью через системную магистраль передачи данных, которую обычно называют *шиной*.

*Винчестер* – это накопитель на жестком диске, предназначенный для постоянного хранения информации, используемой при работе с компьютером: программ операционной системы, часто используемых пакетов прикладных программ, редакторов документов, трансляторов с языков программирования и т. д. Наличие жесткого диска значительно повышает удобство работы с компьютером.

Винчестеры отличаются, прежде всего, своей емкостью. Первые жесткие диски имели емкость 40–540 Мбайт. Этого недостаточно для работы с графическими пакетами программ. Обработка и издание цветных изображений требует винчестеров с памятью не менее 4–10 Гбайт (т. к. файл с одним высококачественным цветным изображением может занимать несколько десятков Мбайт). Диски большой емкости требуются также для локальных сетей, для хранения крупных баз данных и в иных приложениях. Жесткие диски современных персональных компьютеров могут хранить до 5 терабайт информации. Другой отличительной особенностью работы винчестера является скорость, которая характеризуется двумя показателями: временем доступа к данным на диске (это среднее время, за которое компьютер может «добраться» до произвольного участка на диске) и скоростью чтения и записи данных на диске. Эти показатели зависят от параметров устройств самого компьютера.

### **3.4. Устройства вывода информации**

Устройства вывода предназначены для получения твердых копий на бумаге, пленке и других материальных носителях результатов работы компьютера или записи электронных версий таких копий на дискетах, жестком или компакт-диске, магнитной ленте, дисплее, называемых «мягкой копией». (Иногда «мягкой копией» называют только изображение на экране монитора.) К основным устройствам вывода изображения и текста относятся мониторы, принтеры, плоттеры, фотонаборные автоматы.

*Монитор* (дисплей) предназначен для вывода (отображения) на экран текстовой и графической информации (рисунков, карт, схем, графиков и т. д.). Современные мониторы, входящие в состав персональных компьютеров, в подавляющем большинстве – это жидкокристаллические экраны – плоские панели толщиной в несколько сантиметров. Технология на жидких кристаллах стала применяться для настольных персональных компьютеров, начиная с 1997 г. В перспективе – широкое внедрение плазменных мониторов, изоб-

ражение в которых формирует тонкий слой «холодной» плазмы. Электронно-лучевыми трубками (ЭЛТ), напоминающими кинескопы телевизоров, оснащены устаревшие модели РС.

Экран монитора состоит из точек, каждая из которых может быть темной или светлой на монохромном мониторе или одного из нескольких цветов – на цветном. Количество точек изображения по горизонтали и вертикали называется разрешающей способностью монитора. Например, разрешающая способность  $1024 \times 768$  означает, что монитор выводит 1024 точки по горизонтали и 768 – по вертикали. Возможны и другие стандартные значения –  $800 \times 600$ ,  $1200 \times 1024$  и др. Разрешающая способность характеризует качество изображения на экране. Разрешение экрана определяет количество информации, выводимое на экран монитора. Низкое разрешение, такое как  $640 \times 480$ , уменьшает область отображения и увеличивает отдельные элементы. Высокое разрешение, такое как  $1024 \times 768$ , увеличивает область отображения и уменьшает отдельные элементы.

Другой важной характеристикой экрана является его размер, который выражает длину диагонали в дюймах. Существует несколько стандартных размеров экрана монитора: 9, 14, 15, 17, 19, 21 дюйм и др. Мониторы с небольшим экраном (до 15 дюймов) используются в основном для целей обучения или в домашних и офисных компьютерах. Для работы с графическими, издательскими системами требуется размер экрана не менее 17 дюймов, а наиболее оптимален – 21 дюйм. Следует заметить, что разрешающая способность не зависит от размера экрана монитора.

Кроме того, на четкость изображения на экране существенное влияние оказывает размер точки (зерна или пикселя) экрана. Чем меньше размер точки, тем более четким получается изображение. На мониторах стандартного типа (15 дюймов по диагонали) при максимальном разрешении  $800 \times 600$  хорошее изображение получается при размере зерна 0,28 мм. А для режима  $1024 \times 768$  необходима величина зерна 0,25 мм. На мониторах с большим зерном изображение получается грубым, нечетким (расплывчатым).

При работе с графикой к мониторам предъявляются повышенные требования: размер диагонали должен быть 17 и более дюймов, разрешение – не менее  $1200 \times 1024$  точек, размер зерна 0,25–0,21 мм, глубина цвета 32 бита для отображения более шестнадцати миллионов цветов, частота обновления (частота вертикальной развертки) должна быть не менее 85 герц для меньшей утомляемости глаз.

Большое значение при работе на компьютере имеет качество изображения: не мерцает ли экран, нет ли на нем каких-либо цветowych пятен или полос, насколько чисты цвета, правильно ли настроена фокусировка, особенно по краям экрана, насколько длительно послесвечение поверхности монитора

и т. д. Любые дефекты приводят к быстрому утомлению работающих на компьютере людей.

Современные компьютеры обеспечивают максимально возможное соответствие изображения на экране полученному при распечатке. Такой метод представления информации на экране компьютера называется режимом полного соответствия или WYSIWYG («What you see is what you get») – «Что видишь – то и получишь», для которого необходимо, чтобы видеосистема компьютера могла работать в графическом режиме, а не только в текстовом.

*Принтеры* – это основные устройства вывода текстовой и графической информации на бумагу. Они могут распечатывать цветные либо черно-белые изображения. Существует несколько тысяч моделей принтеров. По способу печати принтеры подразделяются на следующие основные типы.

1. *Матричные* (или точечно-матричные) – до недавнего времени наиболее распространенный тип принтеров для IBM PC, монохромные. Принцип печати основан на следующем: печатающая головка принтера содержит вертикальный ряд тонких металлических стержней (иголок, их может быть 9, 24, 48) и движется вдоль печатаемой строки, а стержни в нужный момент ударяют по бумаге через красящую ленту. Качество печати у таких принтеров посредственное, разрешающая способность  $216 \times 240$  –  $360 \times 360$  точек на дюйм, скорость – 10–60 с на страницу для текста, а печать рисунков может выполняться до 5 мин на страницу, формат А4, А3. Производятся и специальные высокопроизводительные матричные принтеры для банков, телефонных компаний и т. д. для печати больших объемов информации. Скорость их печати до нескольких тысяч строк в минуту.

2. *Струйные*. В этих принтерах изображение формируется микрокаплями специальных чернил, выдуваемых на бумагу с помощью сопел. Этот способ печати обеспечивает более высокое качество по сравнению с матричными принтерами, он очень удобен для цветной печати. Современные струйные принтеры могут обеспечить высокую разрешающую способность – до 600 точек на дюйм ( $720 \times 720$ ,  $1200 \times 1200$ ), приближаясь по качеству к лазерным принтерам, а стоят не намного дороже, чем матричные и в 2–3 раза дешевле лазерных. Для цветной печати струйные принтеры – это чаще всего самое оптимальное решение, так как стоимость хорошего струйного цветного принтера гораздо ниже, чем цветного лазерного. Скорость печати – от 15 до 100 секунд на страницу, цветных страниц – обычно 3–5 минут.

Известны также широкоформатные принтеры, используемые в основном для наружной рекламы, со специальными быстро высыхающими чернилами, устойчивыми к воздействию ультрафиолетовых лучей. Широкоформатные принтеры характеризуются большой шириной печати (чаще всего 3200 мм) и высокой скоростью печати (от  $20 \text{ м}^2$  в час).



4. *Лазерные* принтеры обеспечивают в настоящее время наилучшее качество печати (близкое к типографскому). В этих принтерах для печати используется принцип ксерографии: изображение переносится на бумагу со специального барабана, к которому электрически притягиваются частички краски. В отличие от обычного ксерокопирования здесь барабан электризуется с помощью лазера по командам из компьютера. Качество печати высокое, особенно черно-белых документов. Разрешающая способность 600 точек на дюйм и более. В некоторых принтерах применяются специальные технологии повышения качества изображения, что равноценно повышению разрешения в 1,5 раза. Скорость печати – от 15 до 5 секунд на страницу для текста (или 10—20 страниц в минуту). Офисные и промышленные принтеры могут иметь скорость выше 100 страниц в минуту.

5. *Электростатические* принтеры. Это широкоформатная полноцветная печать, обеспечивающая качественное изготовление всех видов печатной продукции большого формата: плакаты, вывески, рекламные щиты, светящиеся транспаранты, когда требуются единичные экземпляры или малые тиражи работ за короткий срок. Устройства имеют большой формат вывода: 36, 44, 54 дюйма. При необходимости возможно изготовление изображений практически неограниченного размера, что достигается разбиением исходного изображения на полосы с помощью специальных программ или стандартных пакетов верстки.

Электростатический принцип печати основан на перенесении тонера на бумагу под действием электрического поля. Бумага имеет заряд одного знака, а тонер – другого. От лазерных электростатические принтеры отличаются методом облучения – они используют для этого линейку светодиодов. Скорость вывода в 5–10 раз выше, чем при струйной печати. Краска гораздо устойчивее к воздействию влаги, что в ряде случаев не требует ламинирования, и к ультрафиолетовому излучению. Такая технология при использовании дополнительных возможностей позволяет переносить изображение с бумаги на практически любые материалы, включая прозрачные и непрозрачные пленки, тканые материалы.

Известными производителями принтеров являются фирмы Canon, Brother, Epson, Hewlett-Packard, Lexmark, Xerox и др.

*Фотонаборные автоматы* (ФНА) – фотовыводные устройства, обеспечивающие процессы цветоделения и получения фотоформ для дальнейшего изготовления печатных форм и печати тиража высококачественной цветной продукции (журналов, брошюр, каталогов), в том числе и картографической. Это один из самых важных этапов допечатного цикла подготовки полиграфической продукции. Главной и единственной задачей ФНА является запись (экспонирование) на фотопленку предварительно растрованного изображения. В качестве записывающего элемента в ФНА используется лазерный

источник света. Эти комплексы достаточно сложны и дорогостоящи. Одной из главных их технических характеристик является разрешающая способность. Наиболее часто встречающиеся значения – 1270, 1693, 2032, 2540, 3387, 4064, 5080 dpi. Все указанные значения позволяют получать продукцию высокого качества. Использование специальных алгоритмов растривания и различных программно-аппаратных усовершенствований, предлагаемых производителями, во многих случаях позволяет обеспечить достаточно хорошее качество при разрешении 2400 dpi. Скорость записи растриванного изображения в современных автоматах достигает 60 см/мин.

Широкий спектр фотонаборных автоматов с высокими техническими характеристиками в сочетании с умеренными стоимостными показателями выпускает фирма Heidelberg Prepress, которые очень популярны среди профессиональных издателей. ФНА Heidelberg Prepress являются высококачественными "потомками" знаменитой линейки фотонаборов компании Linotype-Hell, которые унаследовали уникальные разработки в области цветоделения, появившиеся в результате сотрудничества компании Linotype, создавшей более 100 лет назад первую строкоотливную машину, и доктора Рудольфа Хелла - изобретателя факса, сканера и электронно-гравировальной машины.

*Графопостроители, плоттеры.* Это чертежные автоматы, преобразующие цифровую информацию, поступающую из ЭВМ, в графическую форму. По виду стола они могут быть планшетные и барабанные. Работать могут непосредственно от ЭВМ (режим ON-LINE) и автономно (режим OFF-LINE). При этом регистрация изображения может производиться карандашом, шариковой ручкой, тонкоструйным краскораспылителем, гравировальной иглой и т. д. Графопостроители различаются также размерами стола (или оригинала), скоростью (0,1 м/с, 0,1–1 м/с, более 1 м/с) и точностью (более 0,1 мм, 0,05–0,1 мм, менее 0,5 мм) воспроизведения картографического изображения.

#### **4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЬЮТЕРНОГО СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ**

Самой главной программой, благодаря которой работает компьютер, является операционная система (ОС). Она представляет собой совокупность программных и технических средств, предназначенных для обеспечения определенного уровня эффективности вычислительной системы, обеспечивает функционирование всех программ и устройств, подключенных к компьютеру. Обычно ОС выполняет следующие действия: управление памятью, вводом/выводом, файловой системой, взаимодействием процессов (диспетчеризацию); обеспечивает защиту, учет использования ресурсов, обработку команд операционной системы, работу прикладных программ и др.

Существует много различных ОС: MS-DOS, Windows 98/NT/XP/Vista/7/8, Linux, OS Macintosh (MacOS), OS/2, UNIX, BeOS, и др. Одним из главных атрибутов любой операционной системы служит графический интерфейс – система, обеспечивающая эффективное взаимодействие – «общение» – пользователя с компьютером на основе раскрывающихся меню, окон и указательных устройств (мышь).

Графический режим был впервые разработан на базе компьютеров Apple Macintosh, благодаря чему они превратились в стандарт «издательского» компьютера. Для PC IBM и совместимых с ними персональных компьютеров самой распространенной операционной системой является Windows – ОС, разработанная фирмой Microsoft Corporation в 1985 г. Это многозадачная среда с удобным, интуитивно понятным графическим пользовательским интерфейсом, объединяющая под общим названием семейство операционных систем.

В настоящее время для создания картографического изображения применяются различные пакеты графических программ, работающих в основном под управлением операционных систем Windows и MacOS. К ним относятся:

- программы растровой графики (Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint) для сканирования и обработки растрового изображения;
- программы векторной графики (Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDraw и др.) для графического построения векторного изображения в интерактивном режиме;
- специализированные картографические программы (Mercator, Atlas Pro, MapGrafix) и ГИС-приложения (MapInfo, Arc/INFO, ArcView, Панорама и др.);
- программы верстки QuarkXPress, Adobe PageMaker, Corel Ventura используются в издательских системах для верстки газет, журналов и другой печатной продукции, для сборки многостраничных атласов и

карт, содержащих информацию различных форматов (растровую, векторную графику и текст), а также последующей передачи данных на издательскую рабочую станцию с фотонаборным автоматом, посредством которого созданное изображение выводится на фотопленку;

- текстовые редакторы (Microsoft Word, Word for Macintosh и др.) для набора текстовой информации.

#### 4.1. Программы векторной и растровой графики

Для построения изображения на экране компьютера в интерактивном режиме с целью его дальнейшего тиражирования используются векторные графические программы (программы графического дизайна). Основными из них являются: Adobe Illustrator, CorelDraw, Macromedia FreeHand. Выбор этих программ для целей картографии обусловлен следующими основными факторами.

Удобный интуитивный пользовательский интерфейс графических редакторов позволяет быстро овладеть компьютерной технологией составления карт. Программы векторной графики имеют в своем арсенале набор инструментов и команд, позволяющих формировать на экране персонального компьютера изображение любой сложности на основе элементарных геометрических фигур и кривых. Аналогично и картографическое изображение можно представить в виде набора простейших геометрических символов (конструктивных элементов) с различными параметрами (рисунком, размером, цветом, текстурой).

Программы являются мировыми лидерами в группе компьютерных программ построения векторной графики, и с появлением их новых обновленных версий они все более совершенствуются. Они имеют универсальные возможности совмещения (форматы данных) с различными техническими устройствами (сканер, принтер, компьютер, фотонаборный автомат) и их программным обеспечением, что является важнейшей составляющей технологической цепочки создания карт, начиная с процесса сканирования и заканчивая печатью тиража.

В то же время они являются программами-конкурентами: каждая из них имеет свои специфические особенности, заложенные разработчиками, которые отличают одну от другой и благодаря которым предпочтение отдается той или иной программе.

*Adobe Illustrator.* Это основной пакет векторной графики на компьютерах Apple Macintosh, но он пользуется большой популярностью и у пользователей IBM PC. Программа предназначена для создания и редактирования иллюстраций с использованием векторной графики, имеет широкие возможности для обработки текста и изображения и удобный пользовательский интерфейс. Многие возможности программы являются уникальными.

Свои файлы Illustrator пишет сразу на языке PostScript, разработанном самой фирмой Adobe Systems, поэтому форматы созданных в программе изображений имеют практически идеальную совместимость с программным обеспечением фотонаборных устройств при выводе цветоделенных позитивов. PostScript – это специализированный язык программирования, предлагающий гибкую методику для обработки контурных масштабируемых шрифтов и высококачественных графических изображений. Кроме того, Illustrator славится тесной интеграцией с другими продуктами фирмы Adobe. Так, например, он позволяет передавать свои объекты в программу растровой графики Adobe Photoshop путем их простого копирования через буфер обмена (Clipboard). Программа гарантирует стабильную работу, отсутствие сбоев и высокое качество файла печати, работает с цветом в цветовых моделях RGB, CMYK, HSB. В полный комплект программы входят утилиты для цветоделения.

Кроме собственных файлов любой версии Illustrator может непосредственно открыть для редактирования файлы множества других приложений: EPS, PDF, Photoshop, PICT, WMF, DXF, FreeHand, CorelDRAW, CMX, CGM, он хорошо понимает все растровые форматы, поддерживаемые Photoshop, – BMP, GIF, JPEG, PCX, PIXAR, PNG, TIFF, TGA; текстовые форматы – TXT, MS, RTF, MS Word 6.0 и 95, Corel WordPerfect. Кроме того, формат Illustrator'a является стандартным, он понимается всеми программами. Его файл легко открывается во FreeHand или CorelDraw.

*CorelDraw*. Один из самых популярных графических редакторов. На платформе PC он держит неоспоримое лидерство.

Однако в прошлом формат известен низкой устойчивостью, плохой совместимостью файлов, искажением цветовых характеристик. Тем не менее, пользоваться CorelDraw очень удобно, в работе он проще, чем другие векторные редакторы.

Программа предлагает богатый набор инструментов, методов и средств для построения и редактирования изображения, предоставляет простой и удобный пользовательский интерфейс.

Для редактирования рисунка и цвета контуров и фоновых заливок существуют соответствующие инструменты в панели инструментов, которые достаточно выбрать, чтобы раскрылось диалоговое окно редактирования параметров изображения. (Например, во FreeHand, чтобы отредактировать изображение, необходимо через меню вывести на экран определенную панель, называемую «Инспектор».)

Файлы CorelDraw имеют огромное рабочее поле – 45 × 45 м, начиная с 4-й версии поддерживается многостраничность. Как и другие программы векторной графики, CorelDraw позволяет работать с различными цветовыми моделями и текстом, предоставляет широкие возможности работы со слоями.

Дает возможность подготовки электронных документов для компьютерной сети. Позволяет производить цветоделение.

CorelDraw предлагает систему стилей, использование которых значительно облегчает работу при повторном создании различных элементов документа. Это графические, текстовые, цветовые стили. В свою очередь, совокупность указанных стилей может быть включена в шаблон, являющийся основой многих создаваемых документов. Программа предлагает большой набор готовых шаблонов, а также возможность создания собственных.

Возможности импорта файлов у программы ограничены. В основном это форматы программ, входящих в пакет CorelDraw, например формат CPT файлов программы Corel PhotoPaint. Из других приложений это форматы файлов Adobe Illustrator (AI), PostScript, EPS, PhotoCD. В качестве основных экспортируемых форматов можно назвать AI, EPS, PDF, PFB, TTF, GIF, JPEG, PNG.

К сожалению, такой важный этап работы над документом CorelDraw, как печать, является и одним из самых сложных для качественного исполнения. До настоящего времени в организациях допечатного производства, которые производят подготовку продукции к полиграфической печати (цветоделение), с большой неохотой принимают в работу файлы, выполненные в CorelDraw. Это объясняется некорректной совместимостью формата CorelDraw с форматом издательских систем PostScript, что затрудняет работу и может привести к потере качества изображения в конечном счете.

Однако высокая скорость программы и удобство работы являются неоспоримым ее достоинством, и при определенных навыках и грамотной работе программа позволяет создавать высококачественное графическое изображение, в том числе и картографическое.

*Macromedia FreeHand.* Программа подготовки векторной графики для полиграфии и Web-дизайна. В определенной степени программа «догоняет» своих основных конкурентов – графические редакторы CorelDraw и Adobe Illustrator. Однако она завоевала большую популярность у пользователей – специалистов, занимающихся созданием и обработкой изображений векторной графики и подготовкой их для полиграфической печати. К ним относятся и специалисты-картографы, подготавливающие для печати картографические произведения с использованием компьютерных технологий.

Так же, как и другие графические редакторы, программа имеет оконный интерфейс, который предоставляет все необходимое для работы: определенный набор инструментов для создания и редактирования графического изображения и текста, палитры, диалоговые окна и т. д. FreeHand располагает довольно мощным средством трансформации объектов в трехмерном пространстве и построения единой перспективной среды. Перспективы могут быть с одной, двумя и тремя точками схода. При этом объекты, прикрепляемые к

сетке, автоматически изменяют свою конфигурацию. Их перемещение по сетке влечет за собой соответствующее изменение формы. Предусмотрена настройка перспективной сетки. Это позволяет при необходимости формировать перспективное картографическое изображение. В отличие от этого, например, в CorelDraw отдельным объектам присваиваются свои собственные точки схода.

FreeHand обеспечивает интеграцию с программами Adobe Photoshop и QuarkXPress (экспортирование в формат EPS, использование цветовых моделей RGB и CMYK и др.). Предоставляет широкие возможности в создании документов, предназначенных для размещения в сети, и поддерживает форматы HTML, SWF, PDF, GIF, JPEG, PNG. Программа предлагает также выполнение функций растрования и цветоделения.

Как и другие программы векторной графики, FreeHand дает возможность работать со слоями, что является важнейшим условием успешного создания картографического изображения.

К сожалению, ни одна из этих программ не производит автоматическую привязку картографического изображения к географическим координатам и преобразование картографических проекций, что вполне объяснимо, так как изначально программы разрабатывались именно как графические редакторы для художников-дизайнеров. Названные действия могут быть выполнены специализированными картографическими программами, например Map Graftix, Mercator, Atlas Pro, широкое использование которых часто является нецелесообразным из-за их высокой стоимости, или ГИС-приложениями (MapInfo, Arc/INFO, ArcView и др.)

При выборе векторного редактора предпочтение, как правило, отдается уже знакомому программному продукту; его выбор в значительной степени обусловлен привычкой пользоваться определенной программой, а именно той, с которой была начата работа по созданию графического (картографического) изображения. Пользователь предпочитает работать в той программе, с которой он уже знаком, где отработана технология, и в которой он имеет определенный набор созданных документов.

Поскольку конечной целью создания картографического изображения с помощью данных программ является его полиграфическое воспроизведение, то наиболее приемлемой программой для этого можно назвать Adobe Illustrator. Формат именно этого векторного редактора является наиболее совместимым с издательскими системами, следовательно, задача получения качественной печатной продукции будет выполнена достаточно корректно.

Другие векторные редакторы также успешно могут быть использованы в работе. При отработанной технологии создания изображения в другой программе нет необходимости перестраивать всю систему работы. Тем более, что быстро обновляемые версии данных конкурирующих программных про-

дуктов позволяют надеяться, что проблема совместимости форматов в доредакционной подготовке документов будет в скором времени успешно решена.

*Adobe Photoshop.* Профессиональный графический растровый редактор, предназначенный для обработки фотографических изображений, создания оригинальных иллюстраций, высококачественного цветоделения. В настоящее время программа является практически стандартным инструментом в арсенале дизайнера, художника, оформителя и всех пользователей, связанных с обработкой и созданием изображений, в том числе и картографического. Относится к растровым редакторам, хотя может работать и с векторными изображениями.

Основное назначение программы Photoshop состоит в создании и обработке изображений, что предусматривает рисование, ретуширование, изменение яркости и контрастности, комбинирование изображений и др. Как и другие графические программы, Photoshop позволяет загружать готовые изображения и создавать новые. Редактирование ранее созданной графики производится с помощью богатейшего арсенала инструментов и готовых дополнений (фильтров) для создания спецэффектов. Ввод такого изображения в компьютер можно осуществить путем его сканирования или импортирования графического файла из другой программы.

Программа предоставляет возможность создания многослойного изображения, позволяет работать с различными цветовыми моделями, имея в распоряжении инструменты для тончайшей регулировки цветов.

В картографии Adobe Photoshop применяется для обработки отсканированных цифровых изображений, в художественном оформлении картографических произведений, а также имеются примеры использования программы для отмывки рельефа.

*Corel Painter.* Программа предназначена для создания новых и обработки готовых растровых изображений. Использует большое число художественных инструментов (карандаши, кисти, пастели, разнообразные типы красок). Имитирует многие приемы традиционной живописи, позволяя создавать на экране компьютера художественные произведения в технике акварели, гравюры, мозаики, станковой живописи. Рекомендуется использовать в комплекте с графическим планшетом. В картографии находит применение в художественном оформлении картографических произведений.

*Corel Photo-Paint.* Графический редактор, также предназначенный для работы с растровой графикой. По возможностям редактирования изображений не уступает признанному лидеру Adobe Photoshop. Обладает высокой степенью интерактивности. Интеллектуальный интерфейс меняется в зависимости от ситуации, и для выполнения любой операции требуется минимальное количество действий.



## 4.2. Специализированные картографические программы

Для работы с картами и картографической информацией существует множество программных продуктов, которые можно обобщенно назвать ГИС-приложениями.

К ним относится группа специализированных программ, позволяющих получать картографическое изображение в электронном виде с одновременным созданием базы данных объектов картографирования (описанием их характеристик).

Семейство ГИС-приложений включает целый комплекс зарубежных и отечественных программ, решающих задачи различной сложности и различающихся по своим функциональным возможностям.

В зависимости от выполняемых функций эти программы делятся на следующие основные категории:

- инструментальные (универсальные и специализированные);
- вьюеры;
- векторизаторы;
- средства пространственного моделирования;
- средства обработки данных дистанционного зондирования;
- справочно-картографические системы.

Универсальные (или полнофункциональные) инструментальные ГИС-приложения обеспечивают создание и управление базой данных, поддержку картографических проекций, ввод карт и их редактирование, геометрические измерения на карте, решение прикладных задач, пространственный анализ, создание элементов оформления карты, подготовку и вывод твердых копий и др. Наиболее известными представителями этого класса являются: ARC/INFO, ArcView GIS компании ESRI (США), Intergraph (США), AutoCAD Map компании Autodesk (США), MapInfo (США), MapGrafix фирмы ComGrafix (США), WINGIS, GeoDraw, Карта («Панорама») (Россия), CREDO (Беларусь) и др.

Специализированные инструментальные ГИС ориентированы на создание только одной группы карт. Например, ГИС «Панорама» специализируется на работе с топографическими картами среднего масштаба (рис. 15).

Программы-вьюеры предназначены для просмотра введенной ранее и структурированной (т. е. сгруппированной по однородным элементам) информации и выполнения запросов к базам данных, в том числе и графическим, подготовленным в среде инструментальных ГИС. Эти программы позволяют вычертить карту, но имеют ограниченные возможности редактирования данных. Как правило, все разработчики полнофункциональных ГИС предлагают и ГИС-вьюеры.

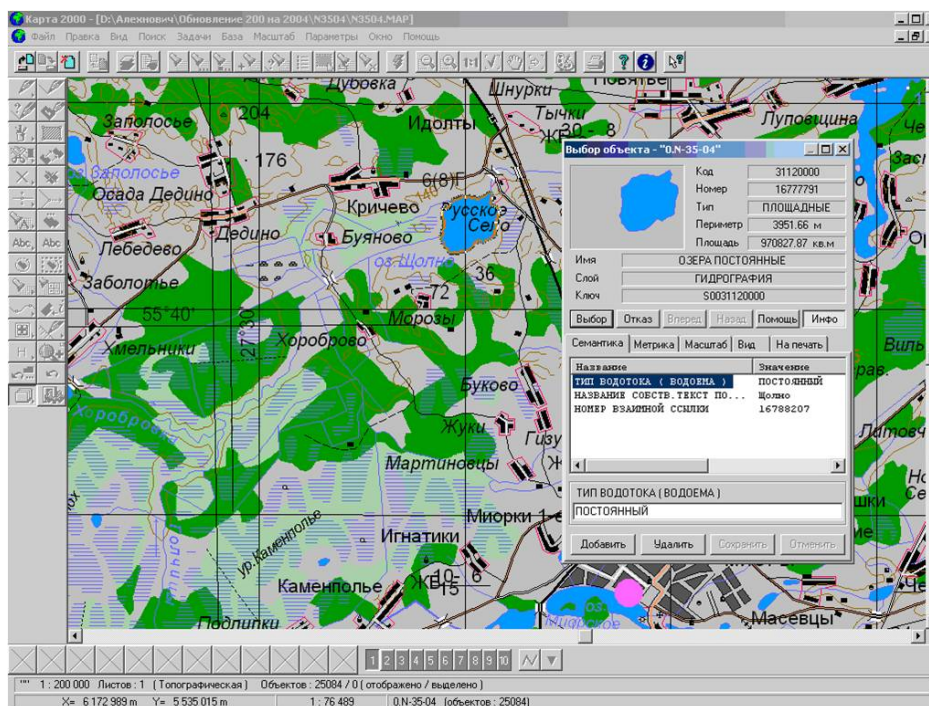


Рис. 15. Окно ГИС Карта («Панорама»)

Векторизаторы предназначены для реализации ввода картографических данных, обработки отсканированных растровых картографических изображений, т. е. перевода их в векторный формат. Примерами могут служить: Easy Trace для среды DOS, Easy Trace PRO для Windows; MapEdit; SpotLight; AutoVEC, которые являются российскими программными продуктами.

Специализированные средства пространственного моделирования предназначены для решения задач моделирования пространственно-распределенных данных: обработки результатов полевых измерений, построения трехмерной модели рельефа, построения моделей речной сети и определения участков затопления, расчета переноса загрязнения и др. Представителями этого семейства программ являются продукты американских фирм Eagle Point и SOFTDESK.

К средствам обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования относятся программы, обеспечивающие обработку цифровых изображений земной поверхности, полученных методами аэро- и космической съемки. Самые известные представители: ERDAS Imagine, ER Mapper, серия продуктов Intergraph, TNT Mips.

Справочно-картографические системы предназначены для обеспечения пользователей информацией на основании запросов и отображения. Как правило, пользователь лишен возможности редактирования данных. К этому классу ГИС-пакетов можно отнести электронные карты и атласы городов и

регионов ближнего и дальнего зарубежья, например электронные карты Москвы, Минска и др.

Многие программные пакеты по характеру выполняемых ими работ можно отнести к нескольким классам, другие предназначены для решения узкоспециальных задач (изысканий, экологии и др.).

Некоторые программы, входя в состав автоматизированных систем, выполняют вполне определенные функции. Например, электронная издательская система для картографии Mercator компании BARCO Graphics (Германия) предназначена для издания карт на основе цифровой информации. Программный продукт канадской фирмы AVENZA Systems Inc. MAPublisher позволяет на базе цифровой ГИС-информации различных форматов выполнять дизайн карт и обеспечить печать высококачественных копий.

В рамках государственной программы информатизации «Электронная Беларусь» разрабатываются автоматизированные картографические системы и комплексы, в состав которых входит многофункциональное программное обеспечение. Программы предназначены:

- для создания цифровых и электронных топографических, специальных карт и планов с использованием средств ручной дигитализации (FVG) и специальных технических средств SCANMAP;
- изготовления издательских оригиналов топографических, специальных, тематических карт и планов по цифровой информации с использованием специальных технических средств растрового вывода (PUBLMAP);
- обновления цифровых массивов топографических, специальных, тематических карт и планов с использованием редактора EDMAP;
- визуализации электронных карт и решения типовых картографических задач (MAPVIEW);
- преобразования цифровой картографической информации (сшивка цифровых карт в единый цифровой район, отбор объектов по цифровой модели, формирование матрицы высот и др. (OBD)).

#### **4.3. Программа векторной графики CorelDraw**

Графический пакет CorelDraw канадской фирмы Corel является одним из наиболее популярных векторных графических редакторов для платформы IBM PC в среде MS Windows. Данный пакет содержит набор программ, выполняющих различные функции:

CorelDraw – собственно программа векторной графики;

CorelMosaic служит для управления большим объемом графики в виде так называемых библиотек Cliparts. Она позволяет сохранить в сжатом виде в архиве графические файлы (рисунки);

CorelTrace – программа автоматического преобразования растровой графики в векторную форму (автовекторизация);

CorelChart служит для графического изображения таблиц и числовых данных;

CorelPhoto-Paint – программа обработки растрового изображения, полученного со сканера;

Corel Painter – программа для обработки готовых растровых изображений и создания новых с использованием художественных инструментов;

CorelShow – программа, позволяющая составлять собственные рисунки с различными эффектами, пользуясь профессиональными фоновыми образцами, которые хранятся на CD-ROM;

CorelMove – программа анимации, позволяющая создавать фильмы;

Corel Ventura – программа верстки документов.

Формирование изображения в векторном формате осуществляется в программе CorelDraw с помощью большого набора средств создания и редактирования графических образов (инструментария программы). Удобный интеллектуальный интерфейс меняется в зависимости от ситуации, и для выполнения любой операции требуется минимальное количество действий.

Любое изображение в векторном формате состоит из множества составляющих частей (объектов), которые редактируются независимо друг от друга. Понятие объекта является основным в редакторе CorelDraw. Объектом называется простейший элемент изображения: прямая, круг, прямоугольник, кривая и др. С помощью комбинаций нескольких объектов можно создавать самые разнообразные графические образы, в том числе и картографические изображения.

Работа с изображением в CorelDraw заключается в создании объектов и их редактировании, затем задается цвет контура и выбирается заливка объекта. Возможность создания многослойного изображения открывает широкие перспективы использования этого редактора в создании картографических произведений. На [рисунке 16](#) приведен вид программного рабочего окна CorelDraw с набором инструментария программы.

Основными инструментами при создании графического и картографического изображения являются следующие.

*Инструмент «кривая» (Freehand)* (входит в группу инструментов «Кривая Безье», [см. рис. 16](#)). Предназначен для рисования линий: кривых и прямых в зависимости от вариантов работы с этим инструментом. Так, для рисования непрерывных кривых, подобно рисованию на бумаге, следует выбрать инструмент «кривая», нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, перетаскивать курсор по экрану, формируя определенный рисунок. За курсором остается след – линия, помеченная узлами в точках перегиба. Причем след будет повторять все подрагивания руки.

Для получения прямых линий необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши в точке начала линии, переместить курсор в конец и снова щелкнуть левой кнопкой мыши. В результате «отрисовывается» ровная прямая линия. Чтобы получить строго горизонтальную или вертикальную линии, следует нажать клавишу CTRL до первого щелчка левой кнопкой мыши и отпустить ее после второго.

С помощью инструмента «кривая» можно осуществить автоматическую трассировку растрового изображения, т. е. векторизацию растровой основы картографического изображения. Для этого необходимо выделить растровое изображение с помощью инструмента «стрелка», а затем активизировать инструмент «кривая». Щелкнув кнопкой мыши, нужно установить курсор инструмента «кривая» вблизи той области растрового изображения, которую требуется трассировать. На экране появится векторный контур этого участка.

Однако такой способ векторизации годится только для сравнительно простых изображений, где отсутствуют плавные переходы одного цвета в другой, и мало подходит, например, для фотографий. Кроме того, качество полученных в результате автотрассировки контуров оставляет желать лучшего, – границы контуров оказываются слишком неровными и требуют дополнительной ручной доработки.

Таким образом, может потребоваться значительное время для корректировки полученного векторного изображения. В конечном счете оказывается гораздо выгоднее вручную «отрисовать» отсканированное растровое изображение средствами графики программы CorelDRAW.

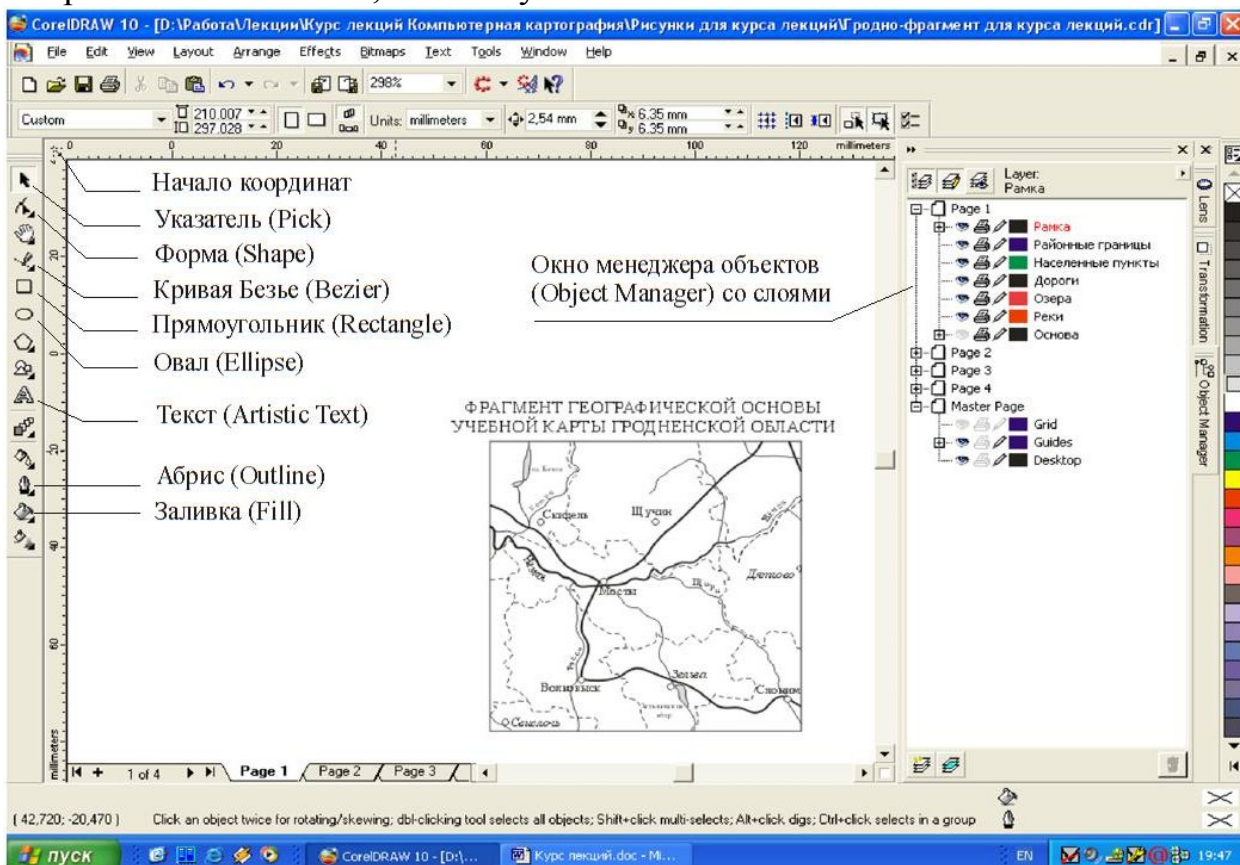
*Инструмент «кривая Безье» (Bezier) (см. рис. 16).* Этот инструмент обеспечивает максимально возможную степень контроля над формой кривой в процессе рисования. Каждый щелчок кнопкой мыши при рисовании кривой создает узел, который соединяется плавной кривой с предыдущим узлом. Но если щелкнуть кнопкой и протащить мышью, то кривой можно придать желаемую форму за счет перемещения направляющих точки. Регулируя положение направляющих точек, можно влиять на угол наклона и кривизну кривой в точке входа и выхода из узла.

Инструмент «кривая Безье» является незаменимым и приносит блестящие результаты при ручной трассировке растровых изображений. Хотя ручная трассировка представляется достаточно медленной, это все же быстрее, чем правка контуров, полученных в ходе автотрассировки.

*Инструмент «форма» (Shape) (см. рис. 16).* После того, как объект создан, появляется необходимость в редактировании его формы. Наиболее эффективным инструментом правки рисунка объекта, называемым также инструментом правки узлов, является «форма».

Узлы составляют основу векторных графических конструкций. Каждая линия векторной графики представляет собой совокупность узлов, соединен-

ных отрезками кривых. Узел – это точка на плоскости, имеющая пару координат  $(x, y)$ . Все графические формы в CorelDRAW являются образцами векторной графики. Это означает, что все линии описываются координатами узлов и математическими уравнениями соединяющих их отрезков кривых. Когда векторный рисунок увеличивается, изменяются коэффициенты уравнений, подстраиваясь под новый размер, и поэтому не происходит потерь качества. При этом увеличенный во много раз рисунок занимает в памяти компьютера не больше места, чем его уменьшенная копия.



[Рис. 16. Рабочее окно программы CorelDraw](#)

При формировании векторного изображения два соседних узла соединяются сегментом, который может представлять собой либо отрезок прямой, либо кривую. Если сегмент является линейным, то это означает не только то, что узлы соединены прямой линией, но и то, что эта линия не может быть искривлена. На конце такой линии находится линейный узел, не имеющий направляющей точки Безье. Криволинейный сегмент может быть представлен и прямой линией, но в отличие от прямолинейного сегмента узел на его конце снабжается направляющими точками Безье, позволяющими изменять форму кривой путем их перемещения ближе или дальше от узла, а также их вращением.

Узлы могут быть трех типов: точка перегиба (cups node), сглаженный (smooth), симметричный (symmetrical). От них зависит поведение направляющих точек Безье и, в конечном счете, форма создаваемых кривых.

Для редактирования узлов используется панель атрибутов, которая появляется сразу же после активизации (выборки) инструмента «форма».

Для добавления узлов при выбранном инструменте «форма» нужно щелкнуть левой кнопкой мыши в той точке кривой, где нужно вставить узел. Затем щелкнуть на панели атрибутов кнопку со значком «+» или нажать клавишу «+» на цифровой части клавиатуры. Появится новый узел.

Удаление узлов производится следующим образом: нужно выделить узел, который требуется удалить, и щелкнуть на панели атрибутов на кнопке со значком «-» или просто нажать клавишу Del на клавиатуре.

Для разъединения кривой нужно выделить узел и щелкнуть на кнопке «Разъединить кривую» (Break Curve) на панели атрибутов. При этом вместо одного будут созданы два узла, один поверх другого, а кривая будет разбита на две ветви. Это можно увидеть, если захватить и переместить один из узлов.

При объединении узлов необходимо выделить по одному конечному узлу на каждой из двух ветвей кривой и щелкнуть на кнопке «Объединить два узла» на панели атрибутов.

*Работа со слоями объектов (Layers).* Создавая сложное изображение, можно размещать его на специальных слоях, включающих в свой состав определенную часть рисунка. На этих слоях можно разместить как один отдельный объект, так и целую совокупность объектов. Организация объектов в слои помогает сэкономить время при создании графического изображения и предотвращает возможность внесения в рисунок непреднамеренных изменений.

Для упорядочивания объектов и слоев служит диспетчер слоев, который помогает разместить их в определенной последовательности. При этом нужно помнить, что к созданию слоев следует подходить достаточно гибко: нет необходимости использовать множество слоев в каждом конкретном изображении, если на то нет веских причин.

Доступ к диспетчеру слоев обеспечивается через выбор команды меню «Инструменты»/«Менеджер объектов» (Tools/Object Manager). В этом случае открывается окно, отображающее редактирование слоев. Здесь представлены значки, предназначенные для управления слоями: видимый-невидимый слой, разрешение-запрещение печати, блокировка слоя и др. Окно позволяет создавать новые слои, присваивать им имена и переименовывать, перемещать рисунок с одного слоя на другой, копировать слои, размещать их в определенной последовательности, удалять их.

Создавая картографическое изображение по правилам CorelDraw можно получить высококачественное картографическое произведение, которое может долговременно храниться в цифровом виде на магнитных дисках, многократно редактироваться и использоваться для создания новых произведений, выводиться на фотонаборные устройства для последующей печати тиража.



## **5. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И СПОСОБЫ КОМПЬЮТЕРНОГО СОЗДАНИЯ КАРТ**

Основу автоматизированного производства картографической продукции, а также геоинформационных систем составляют автоматизированные картографические системы (АКС), представляющие комплекс технических, программных и информационных средств, предназначенный для создания, обновления и использования карт. Действующие и разрабатываемые АКС различаются по своей структуре, свойствам, целевому назначению, мощности, ведомственной принадлежности, но все они имеют в своем составе ряд подсистем, важнейшими из которых являются подсистемы ввода, обработки и вывода информации.

Информационным ядром АКС является банк цифровых картографических данных, состоящий из упорядоченных тематических массивов цифровой информации (баз данных) и средств их формирования, управления, доступа к ним, т. е. систем управления базами данных (СУБД).

В соответствии со своим назначением АКС решают три основные задачи, являющиеся последовательными этапами компьютерного создания карты: ввод информации, обработка и вывод изображения (рис. 17).

Как и в традиционной картографии, процесс создания карты начинается с редакционно-подготовительного этапа, который включает сбор картографических, съемочно-геодезических, литературных, статистических и других материалов, разработку редакционных указаний. Для компьютерных технологий характерно добавление новых специфических процессов: подготовка материалов для сканирования или цифрования; разработка макетов для составления на компьютере; изготовление или доработка имеющейся цифровой карты; составление, оформление и подготовка к изданию оригинала карты на экране компьютера; вывод цветоделенных позитивов.

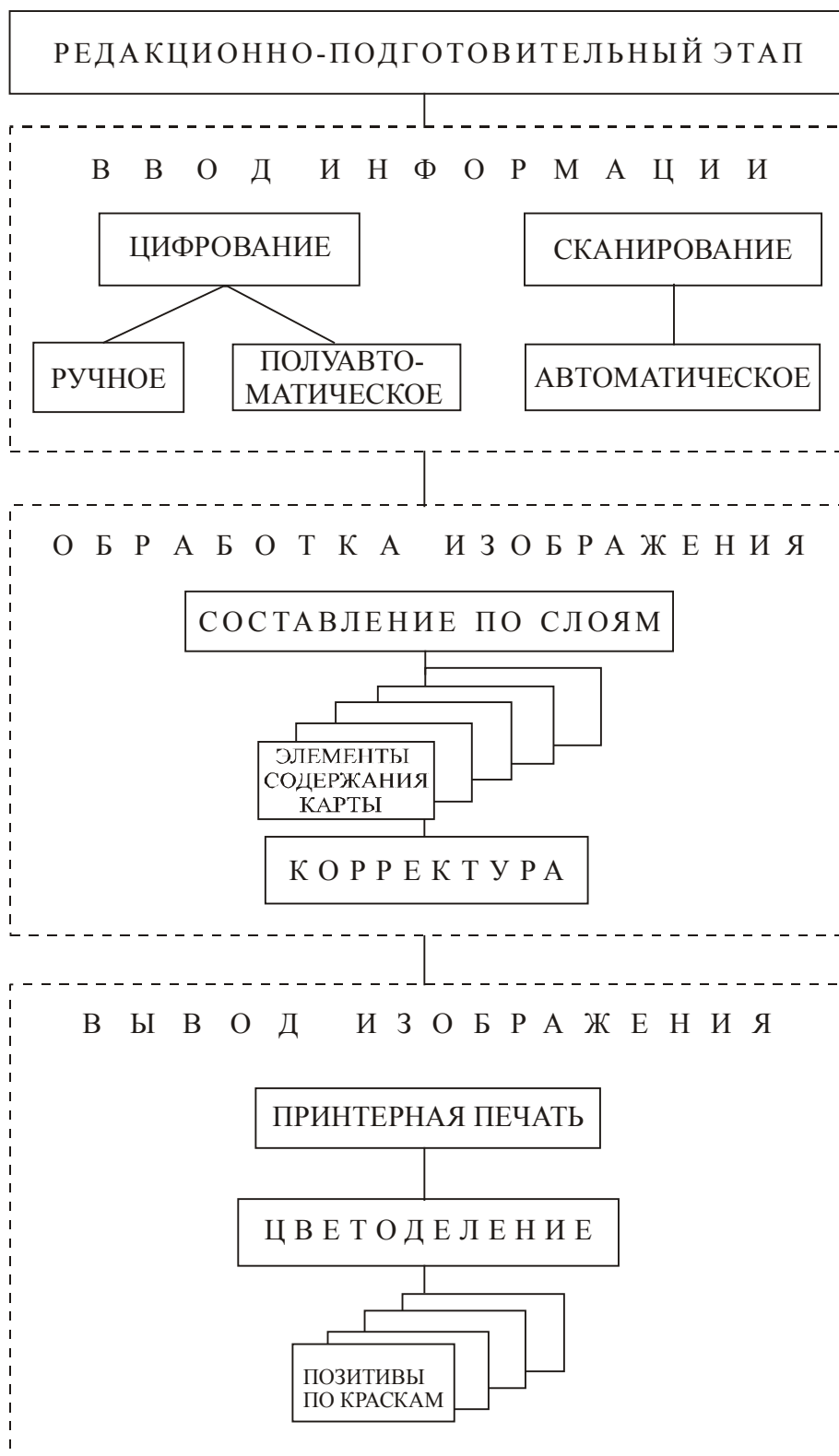


Рис. 17. Схема основных этапов компьютерного создания карты

## 5.1. Ввод картографического изображения в компьютер

Ввод картографической информации в ЭВМ предполагает перевод графического (аналогового) изображения в цифровой вид. Он представляет аналого-цифровое преобразование графических материалов – карт, планов, фотокарт и др. В соответствии с особенностями считывания данных различают несколько способов цифрования (дигитализации): ручной ввод точечных объектов; полуавтоматический – линейных объектов и автоматическое сканирование.

Ручное и полуавтоматическое цифрование осуществляется с использованием дигитайзеров путем обвода изображения на исходном картографическом материале. Контурные объекты и горизонталы отображаются в виде координат их точек (метрическая информация) и автоматически регистрируются на техническом носителе (например, на лазерном и магнитооптическом дисках, дискете, магнитной ленте, на экране монитора и т. д.). На этот же носитель записываются семантическая (содержательная) и синтаксическая информация (информация о геометрической структуре и форме контуров и рельефа).

При точечном способе оператор производит поочередное наведение курсора дигитайзера на точки, и их координаты автоматически регистрируются на машинном носителе. Прямые линии задаются точками их начала и конца, а кривые отображаются последовательностью характерных точек, выбираемых визуально. Точечный способ цифрования является самым непроизводительным и требует больших затрат ручного труда.

В полуавтоматическом режиме производят отслеживание линий, при котором установку курсора на начальной точке делает оператор, а само отслеживание на приборе происходит автоматически. Координаты точек линии при этом фиксируются либо через равные промежутки времени (заданные, например, с шагом 0,1 с) либо через равные отрезки пути (например, с шагом 0,1 мм). Результатом первого и второго способов цифрования является векторная модель.

Цифрование сканированием обеспечивает автоматическое считывание картографического материала путем последовательного построчного перемещения считывающего устройства относительно снимаемого материала.

При автоматическом вводе графической информации с помощью сканирующего устройства возможен выбор оптимального режима сканирования, например с определенным разрешением считываемого изображения, что зависит от требуемой точности и детальности создаваемого картографического произведения, а также от качества исходного картографического материала.

В результате сканирования создается растровое изображение, которое нуждается в дальнейшей векторизации, т. е. переводе растровой формы в векторную, поскольку растровое изображение обладает низким графическим

качеством и не удовлетворяет необходимым требованиям полиграфического воспроизведения (рис. 18).



Рис. 18. Растровое изображение, полученное в результате сканирования

Тем не менее, автоматический способ ввода картографического изображения предпочтительнее, т. к. производится в считанные минуты.

В настоящее время имеют право на существование оба подхода к цифрованию карт: с применением дигитайзеров и векторизация по растровой подложке.

Оцифровку малонасыщенных карт (особенно больших размеров) или выборочный ввод информации предпочтительнее выполнять с использованием дигитайзеров. Автоматическая векторизация более выгодна при работе с чертежами, планами, картами с большой графической нагрузкой.

## **5.2. Обработка изображения на экране монитора в интерактивном режиме**

Процесс компьютерной обработки картографического изображения осуществляется средствами настольных издательских систем, включающих комплекс аппаратных и программных средств на базе персональных компьютеров.

На этом этапе производится составление, оформление и подготовка карты к изданию. При этом используется два варианта технологии.

*Первый вариант* предусматривает векторизацию растровой основы, полученной сканированием исходного картографического материала на этапе ввода информации, в одной из программ графического дизайна (например, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDraw) в интерактивном (диалоговом) режиме, когда оператор дает команды, а соответствующая программа выполняет их в режиме реального времени. Для этого после сканирования и предварительной обработки в программе Adobe Photoshop (масштабирование, поворот, обработка фильтрами и др.) растровое изображение «перебрасывается» в один из векторных редакторов, где производится построение картографического изображения по элементам содержания.

Формирование изображения в векторном формате осуществляется путем ручной обводки (обрисовки) растровой подложки (линейных и площадных объектов) или построения внемасштабных условных знаков точечных объектов с помощью инструментария программы.

Составление производится в цветах издания по слоям, на каждом из которых располагается один элемент содержания карты или его часть. Количество слоев в каждом конкретном случае определяется сложностью картографического изображения. Каждый из элементов содержания карты (гидрография, пути сообщения, населенные пункты и др.) помещается на отдельный слой. Кроме того, при необходимости некоторые элементы содержания одной группы могут быть размещены на нескольких слоях. Например, при построении (обработке) гидрографии на один слой могут быть помещены реки, а на другой – озера. Такое распределение картографического изображения по слоям позволяет производить его редактирование на любой стадии компьютерного составления карты, изменять порядок наложения слоев друг на друга, отключать слои и т. д. Одновременно производятся редактирование, генерализация и корректура изображения. На рисунке 19 приведен фрагмент основы учебной карты Гродненской области, построенный по слоям путем обводки растрового изображения в программе CorelDraw 10.

В результате компьютерной обработки картографического изображения в зависимости от целевого назначения создается либо тематическая карта, либо карта-основа, которую можно долговременно хранить на машинных носителях, оперативно обновлять и многократно использовать для создания серии тематических карт, карт динамики какого-либо явления, атласов. Карт-основ может быть создано несколько с различной степенью нагрузки для карт разных масштабов и тематики, например социально-экономических, карт природы и др.

Большинство современных моделей персональных компьютеров обеспечивает так называемый режим WYSIWYG («what you see is what you get») – «что видишь, то и получаешь». Это означает, что на выходе ЭВМ пользователь получает изображение, идентичное тому, которое он построил на экране

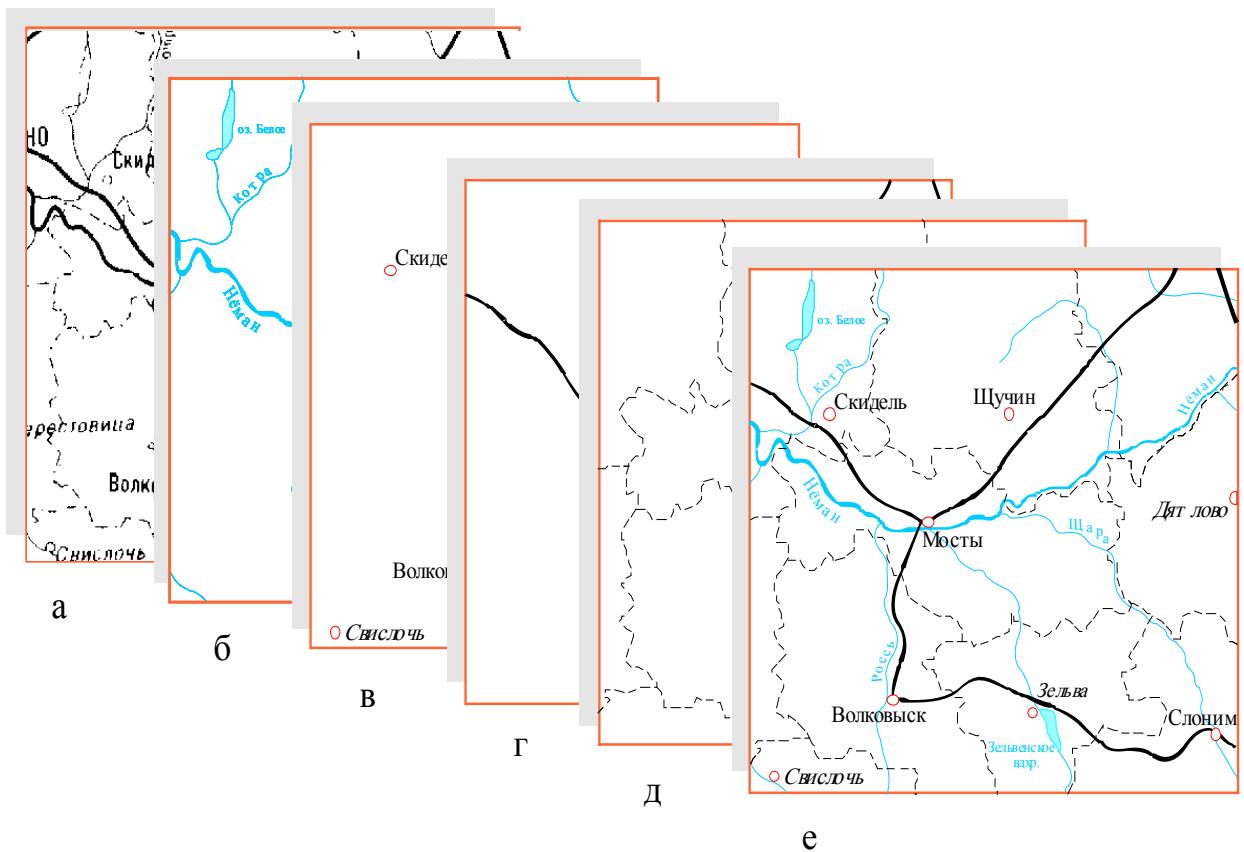


Рис. 19. Формирование картографического изображения по слоям: а) исходный слой растра; б) гидрография; в) населенные пункты; г) дорожная сеть; д) границы; е) совмещенное изображение всех слоев

компьютера. Это дает возможность оперативного создания нескольких экспериментальных образцов и выбора оптимального варианта.

Построение внемасштабных условных знаков точечных объектов осуществляется с помощью инструментария программы векторной графики. В процессе построения условные знаки могут многократно редактироваться с изменением размеров, рисунка знака, толщины и цвета контура, цвета заливки, текстуры. Из построенных условных знаков могут быть созданы библиотеки для многократного использования при составлении различных карт.

На рисунке 20 даны примеры построения внемасштабных условных знаков топографических карт, выполненных в программе CorelDraw 10.

После завершения составительских и оформительских работ производится корректура либо принтерных распечаток карты, либо изображения непосредственно на экране компьютера, его окончательная доработка и подготовка к выводу позитивов.

Процессом компьютерного составления карт более высокого уровня должна стать автоматическая векторизация картографического изображения, когда растровая основа (подложка) обрабатывается, т. е. переводится в векторный формат, в автоматическом режиме с помощью программ автовекторизации (например, CorelTRACE). В настоящее время внедрение этой технологии в картпроизводство затруднительно, поскольку картографическое изображение является достаточно сложным по графическому начертанию, что выражается в большом количестве пересечений элементов различных групп условных обозначений, и программы автовекторизации не в состоянии распознавать автоматически, к какому элементу содержания карты отнести то или иное изображение. В этом случае приходится вручную производить редактирование изображения, что зачастую намного сложнее, чем ручная обводка растровой подложки. Данное направление требует дальнейших теоретических и практических разработок.

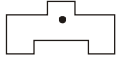








Выдающиеся здания	
Сооружения башенного типа	 вод.
Заводы и фабрики	 бум.
Бензоколонки и заправочные станции	
Ветряные мельницы каменные	
Метеорологические станции	
Радиомачты и телевизионные мачты	 80
Телеграфные конторы	
Церкви	

Рис. 20. Примеры условных знаков топографических карт

*Вторым вариантом* создания карты и подготовки ее к изданию является использование в издательской системе уже готовой цифровой карты-основы в векторном формате, подготовленной в ГИС-приложениях, системах автоматизированного проектирования (САПР) или на дигитайзерах. В этом случае исключается процесс сканирования картографического материала на эта-

пе ввода и обработка растровой основы, а лишь осуществляется редактирование векторного изображения, оформление и подготовка карты к изданию средствами настольных издательских систем. При этом производится сглаживание ломаных линий, оформление всех элементов карты в соответствии с принятыми условными обозначениями, размещение надписей, зарамочное оформление и т. д.

Организационно иным способом формирования картографического изображения на экране компьютера является создание карт в рамках геоинформационного картографирования с использованием ГИС-приложений. Созданные таким образом картографические произведения различной тематики предназначены для организации управления территорией, принятия решений и научных исследований, поскольку обладают динамичностью, оперативностью, многовариантностью и составляют основу любой геоинформационной системы. Они могут использоваться как в электронном виде, так и в традиционном бумажном варианте.

Геоинформационное картографирование осуществляет автоматизированное составление, а также использование карт на основе ГИС-технологий и баз географических и картографических данных и знаний. При этом картографические произведения могут быть электронными (вьюерными, интерактивными, анимационными, Интернет-картами и атласами, виртуальными – трехмерными компьютерными моделями и др.) и традиционными (на бумажной основе).

Однако полноценное геоинформационное картографирование возможно только при наличии соответствующего программного обеспечения, позволяющего на достаточно высоком уровне осуществлять полный технологический цикл в ГИС от создания цифровой модели до подготовки карты к изданию.

Более оптимальным представляется путь, когда корректная цифровая модель подготавливается в среде ГИС, а затем импортируется в графические редакторы для окончательного профессионального оформления карты с целью ее дальнейшего полиграфического воспроизведения. Этот путь требует совершенствования средств конвертации данных при их передаче из одной программы в другую.

### **5.3. Вывод изображения**

На этапе вывода картографическое изображение проходит стадию визуализации, т. е. преобразования из цифровой формы в аналоговую.

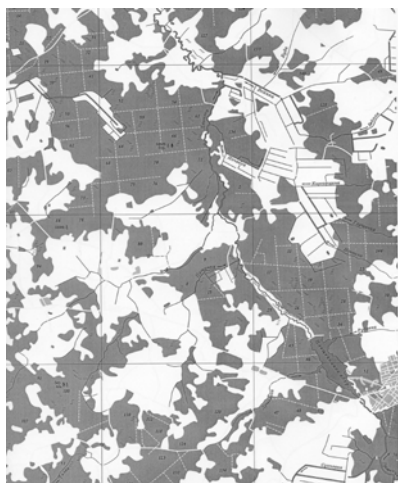
Первоначальная визуализация осуществляется уже в процессе интерактивной обработки изображения на экране монитора. В качестве промежуточного вывода могут быть получены принтерные или плоттерные копии (черно-белые или цветные) для производства окончательной корректуры картографического изображения, построенного на экране монитора.



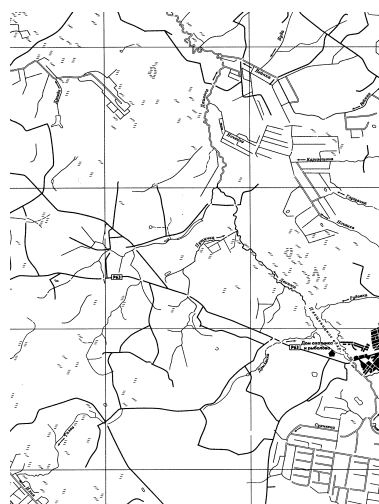
Кроме того, вывод картографического изображения из компьютера может быть осуществлен в цифровом виде на машинные носители (магнитные и магнитооптические диски, CD-ROM, магнитные ленты) и храниться в банке картографических данных для последующего многократного использования в научных и практических целях.

Цифровая и электронная версии карты позволяют в дальнейшем обновлять и переиздавать ее при минимальных затратах средств и времени, многократно использовать для составления тематических карт, буклетов, атласов, в том числе электронных, и др.

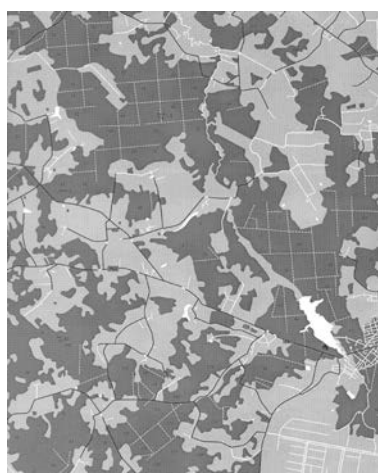
Заключительным этапом работ по созданию карты является цветоделение. На этом этапе вывод картографического изображения осуществляется на фотонаборные автоматы с целью изготовления цветоделенных фотоформ (диапозитивов) для последующей печати тиража карты (рис.21).



а



б



в



г



д

Рис. 21. Фрагменты цветоделенных фотоформ и тиражного оттиска для цветовой модели СМУК по краскам:  
а) голубая; б) пурпурная; в) желтая; г) черная;  
д) совмещенный тиражный оттиск

На основе цветоделенных фотоформ изготавливаются печатные формы и производится печать тиража карты. На рисунке 21 представлен фрагмент тиражного оттиска топографической карты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые технологии обеспечивают высокое качество картографического изображения, оперативность его создания и обновления, долговременность хранения, многократность использования, современный дизайн.

Компьютерное картографирование представляет собой совокупность сложных программно-технических средств и организационных мероприятий по созданию картографической продукции с использованием персональных компьютеров и графических программ с целью полиграфического воспроизведения.

В настоящее время отсутствует единый подход к автоматизированному созданию картографических произведений с использованием компьютерных технологий. Это обусловлено применением технических устройств с широким набором параметров и различных графических программ, позволяющих производить автоматизированное построение картографического изображения, а также экономическими причинами, влияющими на степень технической оснащённости организаций.

Дальнейшее совершенствование методики и технологии с учетом развития программно-технических средств даст возможность рационально организовать производство картографической продукции с использованием компьютерных технологий в пределах всей республики, а не на одном отдельно взятом предприятии.

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Основные понятия и определения, используемые при компьютерном создании картографических произведений, приведены в соответствии с Государственными стандартами и литературными источниками.

**Автоматизированная картография** – теория и практика машинной обработки картографической и некартографической информации, осуществляемой на персональном компьютере (ПК) и других технических средствах в автоматическом или интерактивном режиме с отображением результатов в графическом виде – установленных условных знаках.

**Визуализация** – способ преобразования невидимых глазу физических параметров или кодов объектов в видимое черно-белое или цветное изображение – снимок, карту и т. п.

**Географическая информационная система (ГИС)** – автоматизированная аппаратно-программная система, осуществляющая сбор, обработку, хранение, отображение и распространение пространственно-координированной геоинформации. ГИС предназначена для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза и управления окружающей средой и территориальной организацией общества. Основу ГИС составляют автоматические картографические системы, а главными источниками информации служат различные геоизображения. Результаты работы ГИС также чаще всего визуализируются в виде геоизображений.

**Геоизображение** – любая пространственно-временная масштабная генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме.

**Геоинформационное картографирование (ГК)** – отрасль картографии, занимающаяся автоматизированным составлением и использованием карт как моделей геосистем на основе ГИС-технологий и баз географических (геологических, экологических, социально-экономических и др.) знаний. ГК – один из главных способов построения геоизображений.

**Геоинформация** – 1. Совокупность пространственно-координированных данных и знаний о геосистемах или их элементах, существующих между ними отношениях, зависимостях. Рассматривается как один из видов ресурсов, используемых в научно-практической деятельности. 2. Результат восприятия человеком или распознающим устройством графических образов на геоизображениях.

**Интерактивные геоизображения** – геоизображения, составляемые, воспринимаемые и анализируемые в диалоговом режиме.

**Компьютерная (машинная) графика** – 1. Техническая дисциплина, занимающаяся разработкой методов, алгоритмов и программ для ввода, преобразования и визуализации информации на графических компьютерных устройствах: экране компьютера, плоттера и принтера. 2. Средства и системы

ввода, обработки и вывода компьютерных изображений. Один из основных методов построения геоизображений.

**Точка** – область в месте пересечения воображаемых линий прямоугольной сетки, представляющая собой элементарный участок изображения, создаваемого компьютером на экране или принтером на бумаге. Точка – это минимальный элемент, доступный программам и оборудованию для создания букв, чисел и рисунков. Точка называется также пикселом.

**Цифрование** – процесс преобразования картографической информации из графической в цифровую форму.

**Цифровая карта (ЦК)** – цифровая модель, сформированная в принятой для карт проекции, системе координат и высот, условных знаков и способов изображения в соответствии с правилами картографической генерализации.

**Цифровая картографическая информация (ЦКИ)** – картографическая метрическая и семантическая информация, представленная в цифровой форме на машинном носителе или в оперативной памяти ЭВМ. ЦКИ может быть *базовая* и *производная*. *Базовая* – регламентированная по содержанию цифровая картографическая информация на заданный участок местности. *Производная* – цифровая картографическая информация, полученная в результате обработки *базовой* цифровой картографической информации.

**Цифровая модель местности (ЦММ)** – модель земной поверхности или ее элементов и явлений, отражающая пространственную определенность и структурную подробность объектов местности, сформулированная в цифровой форме.

**Цифровая модель рельефа (ЦМР)** – цифровая модель местности, содержащая информацию о рельефе земной поверхности.

**Электронная карта (ЭК)** – программно-управляемое картографическое изображение, визуализированное с использованием программных и технических средств в принятых для карт проекции и системе условных знаков.

**Электронный атлас** – система электронных карт, созданных по единой программе как целостное произведение и в единой системе визуализации.

### **III. ПОСОБИЕ ПО ПОСТРОЕНИЮ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ ВЕКТОРНОЙ ГРАФИКИ CorelDRAW**

Цель задания - приобрести навыки построения внемасштабных условных знаков топографических карт, используя персональный компьютер и программу векторной графики CorelDraw.

Картографические условные знаки и их системы образуют особый искусственный язык карты, который передает содержание карт, т. е. дает знания о реальной действительности. В зависимости от характера передаваемых объектов местности условные знаки подразделяются на внемасштабные, линейные и площадные. При этом сами условные знаки, обозначающие различные объекты, являются графическими символами той или иной степени сложности. Каждый условный знак можно рассматривать как сочетание простейших геометрических (конструктивных) элементов. В наибольшей степени это утверждение справедливо для внемасштабных условных знаков, которые по своему начертанию (форме) могут быть геометрическими, наглядными или буквенными. В качестве основных графических средств при построении картографических обозначений используются цвет, форма, размер, структура, ориентировка знаков.

Процесс «рисовки» условных знаков можно автоматизировать, используя современные персональные компьютеры и программы векторной графики. В арсенале графического редактора имеются всевозможные средства и приемы, использование которых дает неограниченные возможности при создании изображения любой сложности. Поскольку такая программа позволяет создавать графику на основе элементарных геометрических фигур, то комбинациями этих элементов и их модификаций можно составить и картографический условный знак, а следовательно, любое картографическое изображение.

Рассмотрим реализацию процесса рисовки условных знаков посредством редакторов графической информации на примере одной из наиболее распространенных программ серии CorelDraw.

Рисовка осуществляется в диалоговом (интерактивном) режиме, когда каждая команда выполняется в реальном времени, а результаты обработки выводятся на монитор компьютера. В распоряжении оператора имеется набор программных графических инструментов, используя которые можно построить изображение, а при необходимости отредактировать его.

Помимо графики редактор позволяет работать и с текстовой информацией: набирать и редактировать различные тексты, отдельные надписи. Однако при работе с большими по объему текстами наиболее рационально использовать специальные текстовые редакторы, например, Word for Windows.

Рассмотрим графический редактор CorelDraw применительно к построению немасштабных условных знаков для топографических карт. В качестве примера рассмотрим построение условного знака лиственного дерева масштаба 1:10 000 (рис. 1). Для лучшего восприятия размер знака увеличен.

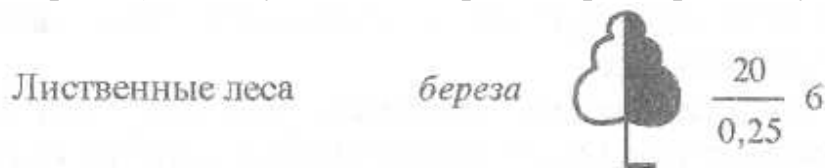


Рис. 1. Условный знак лиственного дерева

- Сначала необходимо расставить направляющие линии (рис. 2). Для этого курсор (указатель) мыши нужно ввести в поле горизонтальной линейки, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, протянуть вниз и отпустить кнопку. На экране появится горизонтальная пунктирная линия голубого цвета. То же самое следует сделать с вертикальной линейкой. В результате на экране появятся перпендикулярные направляющие линии. Теперь нужно подвести курсор мыши к квадратику, расположенному в левом верхнем углу между линейками (в их пересечении) и произвести те же действия: нажать левую кнопку мыши и протянуть курсор по диагонали. На экране появятся две перпендикулярные направляющие. Точное совмещение их с выставленными ранее направляющими даст начало координат, имеющее отсчет ноль миллиметров (в процессе работы позицию начала координат можно изменять по желанию). Необходимо расставить направляющие линии в соответствии с размерами вычерчиваемого знака.

- Выберите (щелкните мышью) на панели инструментов "Овал" (Ellipse). Этот инструмент активизируется. Курсор примет форму креста. Нарисуйте три окружности разных диаметров по направляющим (рис. 2 а). Для этого нажмите левую кнопку мыши, а на клавиатуре - клавишу Ctrl и, удерживая их, растяните окружность до нужного размера. Таким же образом нарисуйте и два других круга.

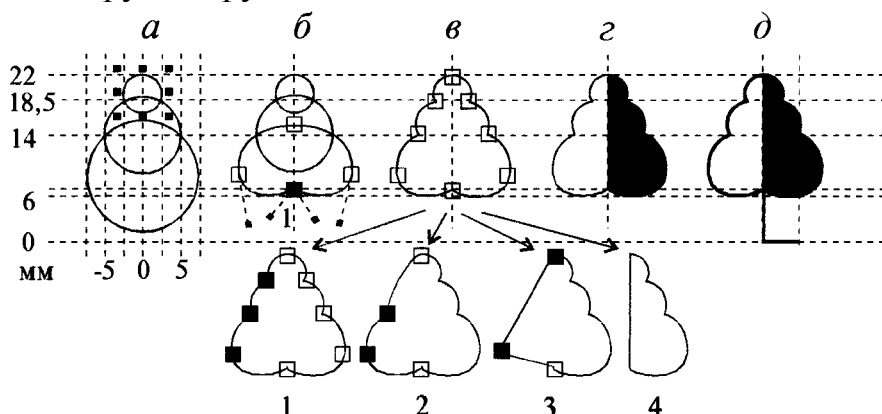




Рис. 2. Построение условного знака по этапам

Другим вариантом получения окружностей является копирование первой. На панели инструментов выберите "Стрелку" или "Указатель"  (Pick). Выделите (маркируйте) нарисованную окружность, т. е. щелкните мышью (выбранной "Стрелкой") на контуре круга. Вокруг него появятся восемь черных маркировочных меток (см. рис. 2 а). (Команды программой выполняются относительно выделенных объектов). Теперь в строке меню выберите пункт РЕДАКТИРОВАНИЕ или ПРАВКА (Edit) и в открывшемся окне щелкните команду КОПИРОВАНИЕ (Copy), а затем здесь же ВСТАВКА (Paste). Этими действиями вы получаете еще одну окружность на месте нарисованной. Щелкните мышью на ее контуре и, не отпуская кнопки, протащите вниз. Вы получите еще одну окружность такого же диаметра. Чтобы увеличить ее до нужных размеров, щелкните мышью (при выделенном объекте) на угловой метке, нажмите клавишу Shift и растяните окружность по диагонали до вертикальных направляющих линий, которые указывают необходимый размер диаметра круга. При этом окружность растянется пропорционально во все стороны.

Однако наиболее удобным (быстрым) в данном случае способом копирования является следующий. Выделите нарисованную окружность, щелкните на ее контуре и, не отпуская кнопки, перетащите ее вниз и щелкните *правой* кнопкой мыши. На новом месте появится точная копия вашей окружности. Если, кроме того, при перетаскивании нажать и удерживать клавишу Ctrl, то окружность передвинется точно вдоль осевой линии. Прodelайте описанные выше действия, чтобы получить окружности, изображенные на рисунке 2 а.

• Далее необходимо преобразовать (трансформировать) определенным образом нижнюю окружность, как это показано на рисунке 2 б. Это выполняется инструментом "Форма" или "Фигура" (Shape). На панели инструментов он имеет вид . Чтобы придать окружности требуемую форму, следует вначале преобразовать ее в кривую. Для этого "Стрелкой" выделите окружность, а затем в пункте меню УПОРЯДОЧИТЬ или МОНТАЖ (Arrange) выберите команду Convert To Curves (ПРЕОБРАЗОВАТЬ В КРИВЫЕ). Активируйте инструмент "Форма". При этом на контуре выделенной окружности появятся четыре прозрачных квадрата, так называемые узлы. В каждом из этих узлов окружность можно сжать или растянуть, изменяя положение узлов. Если щелкнуть на узле, то он станет черным, т. е. выделится, а рядом появятся пунктирные линии, касательные к окружности (рис. 2 б). Поворотом и растягиванием этих вспомогательных линий окружности необходимо придать форму соответственно рисунку 2 б. Чтобы добиться остроугольного замыкания кривых в точке 1, необходимо открыть вспомогательное меню для обработки узлов или "Редактор узлов" (Node Edit) двойным щелчком на узле.



В нем найдите кнопку "Вершина" (Cusp) и сделайте щелчок. Это действие преобразует узел 1 в угловую точку и дает возможность работать с касательными независимо друг от друга (т. е. каждая касательная будет преобразовывать только "свою" часть кривой). Для придания окончательного вида кривой необходимо поработать с другими узлами аналогичным образом. При этом можно изменять положение самих узлов их перемещением при нажатой левой кнопке мыши.

- Теперь следует удалить лишние контурные линии внутри объекта, что достигается следующим образом. Инструментом "Стрелка" выделите все три контура. Этого можно добиться двумя способами. Во-первых, выделите сначала один контур (порядок не имеет значения), затем нажмите клавишу Shift и, удерживая ее, поочередно щелкните на двух других контурах. Таким образом, окажутся выделенными все три контура. Второй способ позволяет выделить объект обводкой всего изображения этим же инструментом "Стрелка". Для этого подведите курсор мыши в верхний левый угол изображения (вне его), нажмите левую кнопку и тяните по диагонали появившийся пунктирный прямоугольник до тех пор, пока он не обведет нарисованный объект. При этом все детали рисунка должны находиться внутри прямоугольника. Когда вы отпустите кнопку, все контура окажутся выделенными как единый объект.


Для дальнейшего преобразования найдите в пункте меню МОНТАЖ (Arrange) команду ОБЪЕДИНЕНИЕ (Weld). В результате выполнения этой команды из трех объектов образуется один. При этом в точках перегиба кривой обозначатся узлы, редактированием которых можно сформировать окончательный рисунок кроны дерева (рис. 2 в).

- Следующий этап создания рисунка дерева состоит из заливки правой половины кроны. Поскольку компьютерная заливка выполняется только в замкнутых контурах, то нужно создать замкнутый контур, в точности повторяющий очертания этой половины. Для этой цели необходимо сделать некоторые преобразования рисунка на стадии изображения, представленного на рисунке 2 в (пп. 1-4).

Создайте копию кроны через меню РЕДАКТИРОВАНИЕ - КОПИЯ - ВСТАВКА. В этом случае копия создается точно на месте оригинала. Выберите инструмент "Форма" и щелкните им на контуре рисунка. Произведите редактирование узлов с помощью вспомогательного окна "Редактор узлов". Для наглядности стадии этого редактирования показаны отдельно (пп. 1- 4, рис. 2 в), в действительности все преобразования происходят непосредственно на рисунке. Выделите один из узлов и удалите его, щелкнув кнопку "-" в меню "Редактора узлов" или клавишу Delete на клавиатуре (рис. 2 в, п. 2). Удалив другой узел, проделайте следующее. Выделите два соседних узла (с помощью клавиши Shift) (рис. 2 в, п. 3) и щелкните в меню "Редактора узлов"

кнопку "Линия" (To Line). Эта команда преобразует кривую между узлами в прямую линию. Удалив последний узел, вы получите правую половину кроны дерева (рис. 2 в, п. 4). На экране компьютера она будет совмещена с общим рисунком кроны.

- Выполните "заливку". Обозначьте (маркируйте) только правую половину кроны и щелкните на черном квадратике цветовой палитры на экране компьютера. Условный знак приобретет вид как показано на рисунке 2 г.

- Для оконтуривания кроны линией определенной толщины выделите контур дерева, выберите на панели инструментов "Перо" или "Абрис" (Outline) . На экране появится вспомогательное меню для выбора функций пера. Если щелкнуть пиктограмму первого инструмента этого меню "Перо абриса" (Outline Dialog), откроется диалоговое окно для оформления линии контура. Помимо других различных установок здесь имеется поле для ввода толщин контура (Width). Щелкните курсором мыши на этом поле и при помощи двух кнопок со стрелками, расположенными справа от поля ввода, наберите величину, например, 0,4 мм. То же самое можно сделать путем прямого ввода с клавиатуры. Подтвердите данные, щелкнув кнопку окна Ок. Контур рисунка станет утолщенным (рис. 2 д).

- Теперь нужно добавить "ножку" дерева. Выберите на палитре инструментов "Карандаш" или "Кривая" (Freehand). Подведите появившийся крестик к основанию кроны и щелкните левой кнопкой мыши (отпустите кнопку). Затем на клавиатуре нажмите клавишу Ctrl, подведите крестик к углу, образованному направляющими, и сделайте двойной щелчок левой кнопкой (двойной щелчок обеспечивает непрерывность рисуемой линии). Продолжая удерживать клавишу Ctrl, щелкните мышью на месте, где заканчивается уголок "ножки" (рис. 2 д). Клавиша Ctrl позволяет "проводить" строго вертикальные и горизонтальные линии. Откройте диалоговое окно для редактирования линий через инструмент "Перо" и установите толщину "ножки" 0,4 мм.

Оконтуривание рисунка можно выполнить в один прием, выделив одновременно крону и "ножку" дерева и применив к ним вышеописанные действия.

- Рядом с рисунком дайте характеристику объекта и название условного знака. Используйте для этого инструмент "Текст" (Artistic Text), обозначенный на палитре инструментов буквой "А". Щелкните мышкой в месте ввода текста и на клавиатуре наберите необходимый текст (см. рис. 1). Для каждой надписи (цифры) можно менять место ввода, а уже набранный текст можно перемещать по экрану как любой рисованный объект при помощи инструмента "Стрелка". Разделительную черту в характеристике знака дайте инструментом "Карандаш". Редактирование текста выполняйте, используя вспомогательное меню ФОРМАТИРОВАТЬ (Text Roll-Up) из пункта меню ТЕКСТ (Text). В открывшемся окне произведите необходимые установки при

помощи соответствующих стрелок, нажатие которых вызывает перечень возможных установок. Выделите численную характеристику древостоя. В списке шрифтов выберите название Arial Cyr, в вариантах начертания - Normal (прямой), в размерах - 14 кегль (points), нажмите кнопку "Применить" (Apply). Параметры надписи будут соответствовать произведенным установкам.

Выделите название породы древостоя, во вспомогательном меню установите шрифт Times New Roman Cyr, начертание - Normal-Italic (наклонный), кегль 14, нажмите кнопку Apply. Для пояснительной надписи сделайте эти же установки, только для начертания выберите характеристику Normal (см. рис. 1).

- Для того, чтобы избежать случайного повреждения рисунка (сдвига деталей), сгруппируйте его. В пункте меню МОНТАЖ (Arrange) выберите команду СГРУППИРОВАТЬ (Group), при этом весь рисунок (вместе с характеристикой) должен быть выделен. Все детали изображения окажутся жестко связанными друг с другом. Чтобы иметь возможность снова редактировать рисунок, его необходимо РАЗГРУППИРОВАТЬ (Ungroup), найдя эту команду в том же пункте меню.

Лабораторная работа по построению немасштабных условных знаков топографических карт в программе векторной графики CorelDRAW выполняется аналогично вышеописанному примеру. Варианты заданий выдаются преподавателем на занятиях.

#### **IV. ПОСОБИЕ ПО СОЗДАНИЮ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ Adobe Illustrator**

Графический редактор Adobe Illustrator предназначен для создания и редактирования графического изображения, в том числе картографического, в векторном формате. Для этого используется инструментарий программы, позволяющий формировать изображение из набора простейших графических элементов: линии, овала, прямоугольника и их модификаций. Одним из основных принципов создания изображения является его размещение по слоям путем деления на логические блоки (например, по элементам содержания карты). Изображение может быть создано как на «чистом листе», так и на основе сканированного исходного материала, например, авторского оригинала карты или тиражного оттиска.

Пособие является практическим руководством по созданию картографического изображения в программе Adobe Illustrator в интерактивном режиме на основе общих функциональных возможностей программы. С некоторой модификацией аналогичные приемы могут быть использованы в различных версиях программы Adobe Illustrator.

Полученные навыки могут быть применены для создания географических основ социально-экономических и физико-географических карт, а также составления общегеографических и тематических карт различных масштабов. Созданное таким образом высококачественное картографическое изображение может долговременно храниться на машинных носителях информации, многократно использоваться при составлении карт различной тематики, а также воспроизводиться при помощи принтерной, плоттерной или полиграфической печати.

Учебно-методическое пособие предназначено к использованию при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Компьютерная графика» студентами факультета транспортных коммуникаций специальности 1 - 56 02 01 «Геодезия» для компьютерного построения географических карт. Задания и исходные данные для составления карт выдаются преподавателем кафедры. Здесь дается ссылка на пособие, размещенное в репозитории научной библиотеки БНТУ.

Атоян, Л. В. Создание картографического изображения в графическом редакторе Adobe Illustrator [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-56 02 01 "Геодезия" / Л. В. Атоян, Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Инженерная геодезия". - Электрон. дан. - БНТУ, - Минск, 2013. <http://rep.bntu.by/handle/data/6179> (1.579Мб, Comp\_graphika.pdf)

## V. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Понятие об автоматизации картосоставительских работ.
2. Особенности компьютерного составления карт.
3. Основы цифрового описания картографической информации.
4. Формализация картографической информации.
5. Понятие о формализованном картографическом языке.
6. Особенности растровой и векторной графики.
7. Техническое обеспечение процессов автоматизированного создания карт: устройства ввода данных.
8. Техническое обеспечение процессов автоматизированного создания карт: устройства вывода и хранения картографической информации.
9. Краткая историческая справка об основных этапах развития вычислительной техники.
10. Программное обеспечение процессов автоматизированного создания карт: программы векторной графики.
11. Программное обеспечение процессов автоматизированного создания карт: программы растровой графики.
12. Программное обеспечение процессов автоматизированного создания карт: специализированные картографические программы.
13. Программное обеспечение процессов автоматизированного создания карт: ГИС-приложения.
14. Назначение и принципы работы программы растровой графики Adobe Photoshop.
15. Назначение и принципы работы программы векторной графики CorelDraw.
16. Основные инструменты формирования и редактирования изображения программы CorelDraw.
17. Назначение и принципы работы программы векторной графики Adobe Illustrator.
18. Основные инструменты формирования и редактирования изображения программы Adobe Illustrator.
19. Работа со слоями в программах векторной графики.
20. Особенности построения немасштабных условных обозначений.
21. Основные цветовые модели, используемые в компьютерной графике.
22. Основные этапы компьютерного создания карт.
23. Основные способы (технологические схемы) компьютерного создания карт.
24. Ввод графического изображения в компьютер.
25. Интерактивный режим обработки картографической информации.
26. Построение картографического изображения по элементам содержания.
27. Редактирование картографического изображения.

28. Вывод графического (картографического) изображения.
29. Понятие о геоинформационном картографировании.
30. Мультимедийные картографические изображения.
31. Компьютерный дизайн в картографии.
32. Создание новых видов картографических произведений: электронных карт и атласов, виртуальных моделей.
33. Создание новых видов картографических произведений: мультимедийных картографических произведений, Интернет-картографирование.

## VI. ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Абламейко, С.В. Обработка изображений: технология, методы, применение: учебное пособие / С.В. Абламейко, Д.М. Лагуновский. – Минск: Амалфея, 2000. – 304 с.
2. Абрамов, В.Н. О технологии создания карт для полиграфического воспроизведения с использованием цифровых топографических карт / В.Н. Абрамов, Я.А. Топчиян, В.Г. Плешков // Геодезия и картография. – 1999. – № 3. – С. 39–44.
3. Айден, К. Аппаратные средства РС / К. Айден, Х. Фибельман, М. Крамер / Пер. с нем. – СПб: ВHV-Санкт-Петербург, 1996.
4. Айриг, С. Подготовка цифровых изображений для печати / С. Айриг, Э. Айриг / Пер. с англ. – Минск: ООО «Попурри», 1997. – 192 с.
5. Айриг, С. Сканирование – профессиональный подход / С. Айриг, Э. Айриг / Пер. с англ. – Минск: ООО «Попурри», 1997. – 176 с.
6. Атоян, Л.В. Построение условных знаков с использованием персонального компьютера и программы векторной графики: Методические указания и задания к лабораторным занятиям по курсу «Компьютерная картография» для студентов специальности Н.05.01.00 – «География» / Л.В. Атоян. – Минск: БГУ, 1999. – 11 с.
7. Атоян, Л.В. Некоторые вопросы использования компьютерных технологий при создании топографических и мелкомасштабных карт / Л.В. Атоян // Геодезия, картография, кадастры и экология: Тр. междунар. науч.-техн. конф. 25–27 октября 2000 г. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2001. – С. 7–10.
8. Атоян, Р.В. Основные направления развития современной картографии / Р.В. Атоян, Л.В. Атоян // Геодезия и картография. – 2002. – № 3. – С. 17–23.
9. Атоян, Л.В. Компьютерная картография: Курс лекций / Л.В. Атоян. – Минск: БГУ, 2004. – 77 с.
10. Берлянт, А.М. Геоиконика / А.М. Берлянт. – М.: Астрейя, 1996. – 208 с.
11. Берлянт, А.М. Геоинформационное картографирование / А.М. Берлянт. – М.: Астрейя, 1997. – 64 с.
12. Берлянт, А.М. Компьютерные сети и картография / А.М. Берлянт // Геодезия и картография. – 1998. – № 3. – С. 14–22.
13. Берлянт, А.М. Картография: Учебник для вузов / А.М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
14. Биденко, С.И. Электронные карты: свойства и возможности исследования / С.И. Биденко, Н.В. Кодрау // Геодезия и картография. – 1992. – № 3. – С. 50–53.
15. Ванюкова, Л.В. Построение классификационной содержательной

- модели объектов / Л.В. Ванюкова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофото-  
съёмка. – 1982. – № 3. – С. 96–102.
16. Васмут, А.С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ. / А.С. Васмут– М.: Недра, 1983. – 200 с.
  17. Васмут, А.С. Автоматизация и математические методы в картосоставлении: Учебное пособие для вузов / А.С. Васмут, Л.М. Бугаевский, А.М. Портнов. – М.: Недра, 1991. – 391 с.
  18. Востокова, А.В. Оформление карт. Компьютерный дизайн / А.В. Востокова, С.М. Кошель, Л.А. Ушакова: учебн. под ред. А.В. Востоковой. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 288 с.
  19. Журавков, М.А. ГИС-технологии в прикладной механике / М.А. Журавков, В.В. Видякин: учеб. пособие. – Минск: БГУ, 2000. – 154 с.
  20. Каталог полиграфического и издательского оборудования. Combit 2000. – Минск: ЗАО «Белый Терем», 2000. – Т.1. – 32 с.
  21. Каталог компьютерного и издательского оборудования. Combit 2000. – Минск: ЗАО «Белый Терем», 2000. – Т.2. – 24 с.
  22. Каталог издательско-полиграфического оборудования 2003. – Минск: ЗАО «Белый Терем», 2003. – 49 с.
  23. Кириленко, С.В. Отмывка рельефа с применением компьютерной техники / С.В. Кириленко, Я.Г. Пошивайло, А.О. Коровкин // Геодезия и картография. 2001. – № 1. – С. 37–40.
  24. Коцюбинский, А.О. Компьютерная графика / А.О. Коцюбинский, С.В. Грошев: практ. пособ. – М.: ТЕХНОЛОДЖИ 3000, 2001. – 752 с.
  25. Кошкарев, А.В. Геоинформатика / А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов: под ред. Д.В. Лисицкого. – М.: Картгеоцентр–Геодезиздат, 1993. – 213 с.
  26. Кравченко, Ю.А. Смежные дисциплины и предмет геоинформатики / Ю.А. Кравченко // Геодезия и картография. – 2001. – № 3. – С. 44–50.
  27. Кэмпбелл, М. Компьютерная графика / М. Кэмпбелл. – М.: АСТ, 2007. – 392 с.
  28. Лауэр, Д. Основы дизайна / Д. Лауэр, С. Пентак. – СПб: Питер, 2014. – 304 с.
  29. Леонтьев, В.П. Новейшая энциклопедия персонального компьютера / В.П. Леонтьев. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. – 847 с.
  30. Лисицкий, Д.В. Основные принципы цифрового картографирования местности / Д.В. Лисицкий. – М.: Недра, 1988. – 259 с.
  31. Современные технологии создания и подготовки к изданию топографических карт в Верхневолжском АГП / Г.Г. Побединский [и др.] // Геодезия и картография. – 2001. – № 1. – С. 48–53.
  32. Побединский, Г.Г. Разработка системы визуализации электронных карт / Г.Г. Побединский, М.А. Базина, А.В. Втюрин // Геодезия и картография. – 2002. – № 3. – С. 25–30.



33. Пономаренко, С.И. Macromedia FreeHand 9 / С.И. Пономаренко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2000. – 432 с.
34. Пономаренко, С.И. Adobe Illustrator 10 / С.И. Пономаренко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 688 с.
35. Синклер, А. Большой толковый словарь компьютерных терминов. Русско-английский, англо-русский / А. Синклер. – М.: Вече, АСТ, 1999. – 512 с.
36. Справочник по картографии / А.М. Берлянт [и др.]; под ред. Е.И. Халугина. – М.: Недра, 1988. – 428 с.
37. Тайц, А.М. CorelDRAW–10. Все программы пакета / А.М. Тайц, А.А. Тайц. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 1136 с.
38. Тучкевич, Е. Самоучитель Adobe Illustrator CS6 / Е. Тучкевич. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 352 с.
39. Фуллер, Д.М. Adobe Photoshop CS6. Официальная русская версия. Учебный курс / Д.М. Фуллер, И. Рябинин, Р. Прокди. – СПб.: Наука и Техника, 2013. – 480 с.
40. Халугин, Е.И. Цифровые карты / Е.И. Халугин, Е.А. Жалковский, Н.Д. Жданов. – М.: Недра, 1992. – 415 с.
41. Шталенков, А. РС и полиграфия / А. Шталенков // РС World Belarus. – 1998, январь/февраль. – С. 14-21.
42. Microsoft Press. Толковый словарь по вычислительной технике / Пер. с англ. – М.: Издательский отдел «Русская редакция» ТОО «Channel Trading Ltd.», 1995. – 496 с.
43. Геоинформационные системы для бизнеса и общества [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.dataplus.ru/products/> – Дата доступа: 26.04.2014.
44. Компьютеры / softline / Программное обеспечение и оборудование для бизнеса [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://store.softline.ru/catalog-hardware/computers/> – Дата доступа: 15.02.2014.
45. Обзор принтерных технологий / Графика, САПР, ГИС [Электронный ресурс]. – 1999. – Режим доступа: <http://stasdm.onego.ru/cad/printers.html>. – Дата доступа: 10.03.2014.
46. Поленок, А.Н. КБ «ПАНОРАМА»: Новые версии программных продуктов КБ «ПАНОРАМА» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/77198.html> – Дата доступа: 26.04.2014.
47. Технологические особенности различных областей полиграфии / [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.dist-cons.ru/modules/poligraph/technologies/frame3.html#2> – Дата доступа: 25.03.2014.
48. Фотонаборные автоматы [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим до-

- стуга: [http://www.initpress.ru/kat1\\_fna.htm](http://www.initpress.ru/kat1_fna.htm) – Дата доступа: 25.03.2014.
49. Электронная карта Беларуси [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.eatlas.ru/#z=10&lat=53.79879233&lon=27.86956787> – Дата доступа: 16.07.2014.
50. Электронная карта города Минска [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://maps.yandex.ru/?ll=31.044515%2C53.267671&spn=15.029297%2C4.664324&z=6&l=map> – Дата доступа: 20.03.2014.
51. Interactive Map/ Belarus [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: [http://www.gosur.com/map/?awid=219755556&satellite=1&gclid=CJGM\\_ey2m8ICFVDHtAodBwoAOg](http://www.gosur.com/map/?awid=219755556&satellite=1&gclid=CJGM_ey2m8ICFVDHtAodBwoAOg) – Дата доступа: 18.03.2014.
52. Satellite views net [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.satelliteviews.net/my-house.htm> – Дата доступа: 18.03.2014.