

Министерство внутренних дел Российской Федерации
Федеральное государственное казенное образовательное
учреждение высшего образования
«Орловский юридический институт
Министерства внутренних дел Российской Федерации
имени В.В. Лукьянова»

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебник

*Допущено Министерством внутренних дел Российской Федерации
в качестве учебника для курсантов и слушателей
образовательных организаций высшего образования
системы МВД России, сотрудников органов внутренних дел
Российской Федерации*

Орел
ОрЮИ МВД России имени В.В. Лукьянова
2019

УДК 004
ББК 32.97
И74

Рецензенты:

Ю.Э. Голодков, кандидат технических наук, доцент
(Восточно-Сибирский институт МВД России);

Т.В. Мещерякова, кандидат физико-математических наук
(Воронежский институт МВД России);

Ю.А. Маньяков, кандидат технических наук
(Орловский филиал ФГУ «Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской академии наук»);

Н.М. Дубинина, кандидат юридических наук, доцент
(Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя);

А.В. Шапкин

(Управление информационных технологий Департамента
информационных технологий, связи и защиты информации МВД России)

И74 Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности : учебник / В.Т. Еременко, В.Ф. Макаров, Л.Д. Матросова [и др.]; науч. ред.: В.Т. Еременко, В.А. Минаев, А.П. Фисун. – Орел : ОрЮИ МВД России имени В.В. Лукьянова, 2019. – 362 с.

В учебнике систематизированы теоретические основы информатики, ее методологический базис, значение, роль, место в информационном обществе, проблемы информационного обеспечения науки, техники, производства и управления, перспективы развития. Изложены фундаментальные знания о свойствах информации, информационных системах и технологиях, принципах, процессах и алгоритмах обработки информации.

Издание предназначено для курсантов и слушателей образовательных организаций системы МВД России, обучающихся по специальностям: 40.05.01 Правовое обеспечение национальной безопасности, 40.05.02 Правоохранительная деятельность. Может использоваться обучающимися, преподавателями, специалистами по приоритетным направлениям.

УДК 004
ББК 32.97

© ОрЮИ России имени В.В. Лукьянова, 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. Основы информационных профессиональных технологий	9
§ 1.1. Информатизация как закономерный процесс развития информационного общества	9
§ 1.2. Ретроспектива развития, источники формирования понятия и содержания информатики	16
§ 1.3. Понятия, содержание, объект и предмет информатики как учебной и научной дисциплины	24
§ 1.4. Понятия информации, данных, сообщения сигналов, источников информации, их классификация	29
§ 1.5. Количество информации, системы и признаки классификации информации	35
§ 1.6. Информационные системы и технологии	42
ГЛАВА 2. Вычислительные основы информационных технологий	52
§ 2.1. Организация, формы и способы представления информации в ЭВМ	52
§ 2.2. Форматы и структуры представления данных в ЭВМ	59
§ 2.3. Теоретические основы использования математики и направления развития информационных технологий	68
ГЛАВА 3. Технические аспекты реализации информационных технологий	79
§ 3.1. Тенденции развития ЭВМ и вычислительных систем	79
§ 3.2. Основные характеристики, классификация и принципы работы ЭВМ	84
§ 3.3. Структурная схема ЭВМ и назначение основных устройств	91
ГЛАВА 4. Программное обеспечение информационных технологий	101
§ 4.1. Основы алгоритмизации и программирования: этапы решения задач с использованием компьютера	101
§ 4.2. Понятие и состав программного обеспечения	109
§ 4.3. Направления развития программирования и современных программных систем	116

ГЛАВА 5. Общая характеристика процесса обработки информации в информационных системах	129
§ 5.1. Основные виды и способы обработки аналоговой и цифровой информации	129
§ 5.2. Сбор информации	135
§ 5.3. Подготовка и обработка информации	137
§ 5.4. Передача информации	139
§ 5.5. Хранение и накопление информации	143
ГЛАВА 6. Основы электронного документооборота и базовые офисные технологии в профессиональной деятельности	154
§ 6.1. Основы электронного документооборота в профессиональной деятельности	154
§ 6.2. Обработка текстовых электронных документов	161
§ 6.3. Обработка табличных электронных документов	171
§ 6.4. Проектирование и обработка баз данных	181
ГЛАВА 7. Телекоммуникационные технологии как основа инфраструктуры единого информационного пространства	190
§ 7.1. Основы телекоммуникационных технологий и локальные сети ...	190
§ 7.2. Интернет-технологии	205
§ 7.3. Направления развития современных информационных и телекоммуникационных сетей	216
ГЛАВА 8. Основы мультимедийных технологий	238
§ 8.1. Основные понятия и определения компьютерной графики. Классификация графического представления информации	238
§ 8.2. Стандарты базовой графической системы	247
§ 8.3. Программные средства компьютерной графики	253
§ 8.4. Представление графических изображений	257
§ 8.5. Аудио- и видеотехнологии	263
ГЛАВА 9. Автоматизированные информационные системы в информационном обеспечении поддержки принятия решений	273
§ 9.1. Общие понятия и назначение информационных систем	273
§ 9.2. Структура и общая характеристика информационных систем ...	276
§ 9.3. Классификация информационных систем	283
§ 9.4. Современные автоматизированные системы управления	288

§ 9.5. Направления развития теории искусственного интеллекта	299
ГЛАВА 10. Информатика и нанотехнологии: перспективы системного развития (ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ)	304
§ 10.1. История, программы и закономерности развития нанотехнологий	304
§ 10.2. Типы наноматериалов, особенности их создания и использования в информационной сфере. Электронные нанoeлементы и нанoустройства	314
§ 10.3. Нейрокомпьютеры	333
§ 10.4. Теоретические аспекты построения квантового компьютера	338
Список использованных источников	349

ВВЕДЕНИЕ

Современное общество переживает переход от индустриального общества к информационному и характеризуется отчетливо прослеживаемыми явлениями глобализации. Научно-технический прогресс позволяет постоянно совершенствоваться и повсеместно внедрять новые информационные технологии, предоставляющие уникальные возможности для дальнейшего развития как государства в целом, так и отдельно взятой личности. Результатом подобных процессов стало превращение информации не только в достаточно ценный товар, но и своеобразный стратегический ресурс.

Значение информации в различных сферах жизнедеятельности трудно переоценить. Причины этого кроются в существенных изменениях социально-экономического характера, современных достижениях в области техники и технологии и т.д. Прогресс науки и техники развивается в направлении создания и совершенствования новых информационных технологий.

Современное информационное общество характеризуется постоянным ростом доли занятости его членов в информационной сфере, которая предоставляет различные информационные продукты и услуги. Одновременно с этим происходит совершенствование технических, технологических и правовых возможностей пользователей по получению неограниченного доступа к необходимым информационным ресурсам и массивам. Установленный законом статус, а также переход информации, информационных продуктов и услуг в важнейший стратегический ресурс общества играет существенную роль в его материально-энергетическом производстве и культуре, образовании. Процесс дальнейшей информатизации способствует повышению эффективности информации, информационных продуктов и услуг всех видов и сфер деятельности личности, общества и государства. Кроме того, данный процесс является необходимым условием для научно-технического, экономического и политического прогресса общества в целом. Актуальность информатизации в целом обуславливается рядом таких факторов, как:

- лавинообразное увеличение информационных потоков практически во всех сферах деятельности личности, общества и государства;
- постоянное усложнение в связи с глобализацией и интеграцией протекающих процедур, социально-экономических, политических процессов, более широкое использование разделения и специализации труда в информационном обществе;
- динамичное развитие общества и постоянно изменяющаяся обстановка требуют своевременного и адекватного их решения;
- реализация процессов управления и интеграции территорий, регионов, государств и др.

К одному из важнейших инструментариев процесса информатизации относится информатика, которая является не только фундаментальной наукой, но и прикладной и учебной дисциплиной.

Существующие в настоящее время субъекты общественных отношений не могут взаимодействовать и эффективно функционировать без осуществления информационного обмена, а также использования разнообразных программно-технических средств, обеспечивающих процессы создания, накопления, хранения, обработки и передачи информации в протекающих технологических процессах.

Информация всегда была и остается стратегическим ресурсом жизнедеятельности общества.

Особую значимость она приобретает в сфере борьбы с преступностью и противодействия коррупции, где от ее актуальности, достоверности, качества, своевременности и уровня защищенности напрямую зависят права, а зачастую и жизнь граждан.

Именно поэтому к информационным подразделениям предъявляются повышенные требования в вопросах поддержания в актуальном состоянии централизованных учетов.

В установленном порядке обеспечивается предоставление сведений по запросам федеральных государственных органов, государственных внебюджетных фондов, исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, государственных и муниципальных учреждений, иных органов и организаций, необходимых для предоставления (оказания) государственных или муниципальных услуг (функций), в том числе в электронном виде с использованием системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ).

В деятельности правоохранительных органов наблюдается постоянный рост используемых научно-технических средств. Это обеспечивает постоянное совершенствование технических характеристик используемых технических средств и постоянный рост технической оснащенности, а также способствует повышению эффективности в деятельности оперативных служб.

Информационное взаимодействие с Верховным Судом Российской Федерации, Генпрокуратурой России, СК России, Минюстом России, МЧС России, ФСБ России, ФСО России, по-прежнему, остается одним из актуальных направлений деятельности МВД России.

Особую значимость данное информационное взаимодействие приобретает в сфере борьбы с преступностью и противодействия коррупции, где от актуальности, достоверности, качества и своевременности предоставляемых сведений напрямую зависят права и законные интересы граждан.

МВД России в установленном порядке обеспечивается предоставление сведений по запросам указанных государственных органов.

Сегодня все большее внимание уделяется вопросам информационного взаимодействия в электронном виде между МВД России и указанными государственными органами.

Использование современных программно-аппаратных средств в деятельности правоохранительных органов реализуется не только посредством построения вычислительных сетей различного уровня, но и интеграцией различных информационных массивов и автоматизированных информационных систем в единое информационное поле. Современные информационные технологии играют значительную роль в повседневной деятельности правоохранительных органов по раскрытию и расследованию преступлений.

Подготовленный учебник адресован курсантам и слушателям образовательных организаций высшего образования системы МВД России и соответствует содержанию дисциплины «Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности» по специальностям 40.05.01 Правовое обеспечение национальной безопасности, 40.05.02 Правоохранительная деятельность. Представленный в нем материал позволяет сформировать систему знаний, умений и навыков в области использования информационных технологий в профессиональной деятельности сотрудников полиции.

Содержание учебника учитывает современное состояние и перспективы развития системы информационного обеспечения подразделений полиции МВД России.

Авторы благодарят за помощь в написании учебника Ю.А. Белевскую (главы 1, 5), Р.А. Фисуна (главы 2, 5), В.В. Умеренкова (глава 7).

ГЛАВА 1. Основы информационных профессиональных технологий

§ 1.1. Информатизация как закономерный процесс развития информационного общества

Процессы, протекающие в России в период развития социально-экономических, политических, военных и иных сфер деятельности личности, общества и государства, можно охарактеризовать существенным повышением роли как информации, так и новых информационных технологий. Сложившиеся информационные отношения, обусловившие переход человечества от индустриального общества к информационному, оказывают значительное влияние на формирование и развитие информационного пространства мирового сообщества в целом и нашей страны в частности. Решение вопросов информационного обмена тесно связано с разработкой, совершенствованием и обеспечением функционирования информационных систем различных классов, которые обеспечивают формирование и повсеместное использование информации, информационных ресурсов, различных информационных продуктов с заданной степенью качества.

В информационном обществе значительную роль играют определение его содержания, циркулирующая в нем информация, протекающие информационные процессы, используемые информационные системы вне зависимости от сфер и видов деятельности личности, общества и государства. В настоящее время именно эти составляющие указывают на степень развития материально-энергетического, экономического потенциалов как цивилизации в целом, так и отдельного государства в частности. Основной целью организации и обеспечения функционирования информационных процессов является предоставление информационных услуг обычным гражданам и должностным лицам.

Следовательно, закономерным процессом развития информационного общества является безусловный приоритет как информации, так и такой ее формы, как научные знания. Информатизация общества обеспечивается широким использованием современных способов, средств и методов обработки данных, интегрированием во все сферы жизнедеятельности новых информационных технологий. Одновременно с объективными предпосылками повышения эффективности информатизации существует целый ряд вопросов теоретической информатики, тесно связанных с научно обоснованной методологией обработки информации, что оказывает влияние на создаваемые и совершенствуемые информационные системы, обеспечение эффективности информационных процессов [74].

Кардинальные изменения в сфере обработки информации тесно связаны с периодами развития общества и преобразований общественных отношений:

- изобретение письменности способствовало существенному росту объема знаний, передаваемых от поколения к поколению;
- изобретение в середине XVI века книгопечатания радикально изменило индустриальное общество, культуру, организацию деятельности;
- благодаря изобретению в XIX веке электричества появилась возможность оперативно передавать информацию по телеграфу, телефону, радио и в последующем накапливать ее;
- на основе изобретенной в 70-х годах XX века микропроцессорной технологии появились компьютеры, компьютерные сети, системы передачи данных (информационные коммуникации).

В целом переход от механических и электрических средств преобразования информации к электронным обусловлен устойчивой тенденцией, направленной на миниатюризацию используемых узлов, устройств, приборов, машин, а также созданием программно-управляемых устройств и процессов.

В работах отечественных авторов [78 и др.] наглядно представлена информация о смене поколений электронно-вычислительных машин (ЭВМ), что позволяет сопоставить полученные сведения с этапами в области обработки и передачи информации одновременно с развитием элементной базы:

- 1-е поколение (начало 50-х гг.). Элементная база – электронные лампы. ЭВМ отличались большими габаритами, большим потреблением энергии, малым быстродействием, низкой надежностью, программированием в кодах;
- 2-е поколение (с конца 50-х гг.). Элементная база – полупроводниковые элементы. Улучшились по сравнению с ЭВМ предыдущего поколения все технические характеристики. Для программирования используются алгоритмические языки;
- 3-е поколение (начало 60-х гг.). Элементная база – интегральные схемы, многослойный печатный монтаж. Резкое снижение габаритов ЭВМ, повышение их надежности, увеличение производительности. Доступ с удаленных терминалов;
- 4-е поколение (с середины 70-х гг.). Элементная база – микропроцессоры, большие интегральные схемы. Улучшились технические характеристики. Массовый выпуск персональных компьютеров. Направления развития: мощные многопроцессорные вычислительные системы с высокой производительностью, создание дешевых микро ЭВМ;
- 5-е поколение (с середины 80-х гг.). Началась разработка интеллектуальных компьютеров, пока не увенчавшаяся успехом. Внедрение во все сферы компьютерных сетей и их объединение, использование распределенной обработки данных, повсеместное применение компьютерных информационных технологий.

Одновременно с развитием элементной и технической базы происходило создание программного обеспечения, а также проводились работы по научной проработке вопросов интеллектуализации информационных технологий. Результатом решения задач справочного характера, математического расчета и информационного поиска явилось решение вопросов по аналитической поддержке принятия решений, поиска, синтеза и генерации новых знаний.

Особенности формирования информационного общества, а также, внедрение современных информационных средств и технологий обработки информации в различные сферы деятельности наглядно отображают новый этап развития общества – его *информатизацию*. Содержание и понятие информационного общества является предметом постоянных дискуссий и уточнений [70; 75; 148; 151; 174].

Информатизация, по мнению ряда авторов [70; 148; 151; 167; 174 и др.], является процессом социальным, а не сугубо техническим и, соответственно, представляет систематическую реорганизацию и совершенствование, повышение эффективности социально значимой деятельности на основе применения современной вычислительной техники, информационных систем (ИС) и интеллектуальных технологий.

Целесообразным кажется четкое различие понятий «информатизация общества» и «компьютеризация общества».

В процессе реализации *компьютеризации общества* большое внимание уделяется созданию, развитию и внедрению технических средств – компьютеров, позволяющих обеспечить автоматизацию информационных процессов и технологий в различных сферах человеческой деятельности.

Основное внимание при *информатизации общества* необходимо уделять:

- созданию *информационной среды*, позволяющей обеспечить устойчивое прогрессивное развитие общества, государства и личности;
- совершенствованию и повышению эффективности информационной деятельности общества, позволяющей на ее основе оптимизировать результаты любой социально значимой деятельности;
- реализации комплекса мероприятий с целью использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех видах человеческой деятельности;
- сущности и целям социально-технического прогресса;
- обеспечению устойчивого прогрессивного развития общества.

Выделение общесоциального и всеобъемлющего характера информатизации имеет принципиальное значение и отражено в следующем определении [70].

Информатизация общества – это комплекс мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех общественно значимых видах человеческой

деятельности, где информация становится стратегическим ресурсом общества в целом, во многом обуславливающим его способность к успешному развитию, а техническим средством такого ресурса в большей степени выступают ЭВТ и средства связи [100].

Информатизация – всеобщий и неизбежный период развития человеческой цивилизации, период освоения информационной картины мира, осознания единства законов функционирования информации в природе и обществе, практического их применения, создания индустрии производства и обработки информации [100]. Подтверждением важности информатизации является закрепление этого процесса на нормативном уровне в 1995 году, в действовавшем до 2006 года Федеральном законе «Об информации, информатизации и защите информации», в котором было также определено содержание термина «информатизация», а в последующем в Постановлении Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 313 (в ред. от 12 января 2018 г.) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)»».

Информатизация общества – организованный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций, общественных объединений на основе *формирования и использования* информационных ресурсов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что «информатизация общества», направленная на овладение обществом информацией для удовлетворения своих потребностей, является более широким понятием по сравнению с «компьютеризацией общества». *Информатизация общества* является одной из важнейших характеристик прогрессивного развития, но в то же время не следует отождествлять накопление информационного ресурса с прогрессом, так как он имеет и другие аспекты, связанные с представлениями об информации.

Формирование *информационной индустрии*, тесно взаимодействующей с производством технических средств, методов, технологий, направленных на производство непосредственно знаний, характеризует последний период развития информатизации. Все виды информационных технологий, систем, также телекоммуникации являются важнейшими составляющими информационной индустрии.

С экономической точки зрения процесс информатизации заключается в переходе к такому состоянию общества, при котором в производстве преобладают информационные продукты и услуги, позволяющие повысить эффективность решения задач материального производства, а также возникающих экологических проблем. Таким образом, бурное развитие средств вычислительной техники и информационных технологий послу-

жило толчком к развитию общества, построенного на использовании различной информации и получившего название информационного общества.

Информационное общество – общество, в котором большинство работающих занято производством, хранением, переработкой и реализацией информации, особенно высшей ее формы – знаний, а эффективность организации происходящих в нем процессов обеспечивается применением все более разнообразной и качественной информации и все более интеллектуальных и автоматизированных информационных технологий [74].

К характерным чертам и положительным тенденциям формирования *информационного общества* можно отнести [100]:

- обеспечение широкого доступа к надежным источникам информации, постоянное повышение уровня автоматизации обработки информации в различных сферах деятельности;
- преобладание производства информационного продукта над материальным;
- совершенствование производства и изменение уклада жизни системы ценностей, а также рост значимости культурного досуга;
- повышение значимости интеллекта, рост спроса на знания, повышение доли умственного труда, способности к творчеству;
- формирование технологической базы информационного общества на основе средств вычислительной техники, информационных технологий, телекоммуникационных сетей;
- решение проблемы информационного кризиса, т.е. разрешение противоречия между избытком и нехваткой информации;
- обеспечение приоритета информационного ресурса над остальными;
- автоматизацию генерации, хранения, обработки и использование знаний с помощью современных средств вычислительной техники и информационных технологий;
- использование во всех сферах социальной деятельности человека информационных технологий;
- формирование информационного единства всей человеческой цивилизации;
- реализацию свободного доступа каждого человека к информационным ресурсам с помощью средств вычислительной техники и телекоммуникационных сетей;
- реализацию гуманистических принципов управления обществом и воздействия на окружающую среду.

Литературные источники позволяют определить критерии, выполнение которых позволяет рассматривать то или иное **общество как информационное (ИО)**, а также определять содержание стадий и формы этого

исторического развития общества. К ИО обычно относят следующие критерии:

1) каждый гражданин, группа граждан, учреждение или организация в состоянии в любой момент времени получить из любой точки страны информацию и знания, необходимые для решения разнообразных задач и обеспечения жизнедеятельности (за исключением информации ограниченного распространения, конфиденциальной информации, а также интимных подробностей личной жизни, использование которых может нанести ущерб);

2) имеется в наличии вся необходимая информационная инфраструктура, включающая персональные компьютеры, программные продукты, базы данных и знаний, средства связи и телекоммуникационные сети, обеспечивающие выполнение первого пункта;

3) используется эффективная система создания необходимых обществу информации и знаний, прежде всего научных, общественно-политических и социально-экономических.

Наряду с положительными тенденциями, содержание информатизации и, как следствие, развитие информационного общества можно охарактеризовать возникающими противоречиями развития, которые оказывают существенное влияние на человека. В результате формируются такие отрицательные и опасные тенденции развития информационного общества, как:

- рост влияния средств массовой информации на общество;
- возможность влияния на частную жизнь людей и организаций с использованием информационных технологий;
- сложность осуществления отбора качественной и достоверной информации;
- риск возникновения разрыва между людьми, занимающимися разработкой информационных технологий («информационной элитой») и потребителями;
- необходимость модификации социально-экономических, производственно-технических, культурных, непосредственно информационных и других структур;
- сложность культурно-психологической адаптации человека к среде информационного общества в целом и непосредственно к нетрадиционным информационным средствам и технологиям в частности;
- высокая вероятность использования достижений в сфере информационных технологий для милитаристских целей;
- негативное влияние на здоровье людей, особенно детей и подростков, новых информационных технологий;
- активизация борьбы за информационные ресурсы в связи с существованием некоторой обратной связи между материальным и информаци-

онным ресурсами, которая заключается в прямой зависимости распределения затрат между ними.

Кроме того, накопленный в мире значительный информационный потенциал создает большие информационные потоки, что в силу ограниченности возможностей человека затрудняет их использование в полном объеме.

Важность информационного ресурса и его тесную связь с материальным ресурсом человечество осознает все больше. С ростом качества информации, используемой в процессе разработки искусственных систем, автоматически падают затраты материального ресурса. Осознание данной закономерности привело человечество к необходимости:

- существенного повышения активности в области производства информации, информационных систем и технологий;
- акцентирования внимания на вопросах обеспечения информационной безопасности, например, защиты информации от хищения в условиях конкуренции и защиты от модификации информации при реализации на ее основе искусственных систем, продуктов производства и т.п.

Рост активности в области производства информации можно охарактеризовать:

- значительным увеличением числа документов в различных сферах деятельности (науке, производстве, образовании и т.д.);
- постоянным ростом числа периодических изданий по различным областям человеческой деятельности;
- появлением разнообразных данных, которые записываются на различные носители и, как следствие, не всегда попадают в сферу действия систем электрических коммуникаций и др.

Результатом роста активности в области производства информации явилось наступление *информационного кризиса* или информационного взрыва. По мнению известных учёных [189 и др.], такой кризис проявляется в следующем:

- возникновении противоречия между потенциальными возможностями человека по восприятию и переработке информации и потоками циркулирующей информации. Так, например, общая сумма знаний удваивалась: с 1900 г. – каждые 50 лет; с 1950 г. – каждые 10 лет; с 1970 г. – каждые 5 лет; с 1990 г. – ежегодно; с 2010 г. – каждые 2-3 месяца;
- значительном количестве избыточной информации, которая затрудняет восприятие полезной;
- возникновении различных (экономических, политических, социальных и др.) барьеров, связанных, в том числе, и с вопросами обеспечения безопасности конфиденциальной информации.

Известно, что рост документальной информации, подчиняясь известному закону Мура [142], носит экспоненциальный характер, а именно кривая роста числа документов может быть описана уравнением вида:

$$y = y_0 e^{kt},$$

где y – количество документов; t – время (в годах); y_0 – количество документов в начале отсчета (при $t=0$); k – некоторый коэффициент.

Процесс экспоненциального роста информации носит отрицательный характер в связи со стремительным увеличением информационного хаоса и накопления энтропии. Снятие указанных проблем человечество связывало с автоматизацией процессов обработки информации, развитием ИС и технологий, в том числе поиска и восприятия информации. Однако средства автоматизации обработки и сетевые технологии не всегда способствуют разрешению этой проблемы в связи с многократным дублированием информации, т.е. в связи с возникшим эффектом автоматического порождения новых документов на основании существующих.

Рассмотренные положения информатизации информационного общества позволяют утверждать, что экономические аспекты информатики в целом и информатизации в частности выходят далеко за пределы экономической сферы жизни общества и тесно связаны с содержанием таких аспектов и понятий, как «информационное производство», «информационное общество», «информационный продукт», «информационные технологии», «информатизация правовой системы» и др. В целом информатизация оказывает существенное влияние на многие сферы современной жизни, в том числе социальную сферу и духовную жизнь.

§ 1.2. Ретроспектива развития, источники формирования понятия и содержания информатики

Одним из взглядов на возникновение термина «информатика», отражающего в определённом смысле тенденцию развития современного информационного общества, может рассматриваться термин, возникший в 60-х гг. XX века во Франции для названия области, занимающейся автоматизированной обработкой информации с помощью электронных вычислительных машин [209]. Термин «informatique» (информатика) образован путем слияния слов *information* (информация) и *automatique* (автоматика). В англоязычных странах этому термину соответствует синоним *computer science* (наука о компьютерной технике).

Выделение информатики в качестве самостоятельной области человеческой деятельности связано, в первую очередь, с постоянно возрастающей потребностью раскрытия сущности и природы возникновения феномена информации, необходимостью оценки степени воздействия на жизнь личности, общества и государства, а также бурным процессом развития

элементной базы для создания средств автоматизации передачи и обработки информации. Однако значение и содержание понятия информатики не стало однозначно семантически определенным и единым. Понятие имеет широкий спектр значений, объединенных в ряде случаев содержанием двух исходных терминов «*информация*» и «*автоматизация*», с различной степенью акцентирования внимания на содержании одного из них. Следовательно, данную предметную область можно ограничить двумя векторами: «информация» и «автоматизация». Акцентирование внимания на первом векторе позволяет говорить о широком понимании информатики, а с позиции второго вектора реализуется рассмотрение понятия информатика в относительно узком и специфическом понимании, которое тесно связано с процессом применения вычислительной техники [207].

Исторический опыт является подтверждением актуальности и сложности формирования отдельной отрасли информационной науки и ее понятий. Краткие, но далеко не полные его результаты, представленные в таблице 1.1, позволяют проследить истоки появления и формирования понятия и содержания информатики, а также основные достижения и этапы ее развития.

Таблица 1.1.

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
1895	П. Отле, А. Лафонтен	Создание Международного библиографического института	Осознание документированной деятельности как самостоятельной сферы
1905	П. Отле	Издание таблиц Универсальной десятичной классификации (УДК)	Создание информационно-поискового языка для Универсального библиографического репертуара
1934	П. Отле	«Трактат о документации»	Первый теоретический труд по информатике и долгосрочный прогноз ее развития (начало 1-го этапа развития отечественной информатики)
1945	В. Буш	«Возможный способ нашего мышления»	Теоретическое обоснование механизации в автоматизации информационного поиска
1945–1953		Появление самостоятельных журналов по документации	Великобритания: «Journal of Documentation» (1946), «AslibProceeding» (1949); США: «American Documentation» (1950); ФРГ: «Nachrichten fur Dokumentation» (1950); ГДР: «Dokumentation» (1953)

Таблица 1.1 (продолжение).

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
1948	Д. Бернал	Доклад на конференции королевского общества по научной информации (Лондон)	Изложение известного с 1939 г. проекта замены научных журналов
1955	В.П. Черенин	Некоторые проблемы документации и механизации информационных поисков	
1956	Дж. Перри, М. Берри, А. Кент	«Машинный поиск литературы»	
1957	В.А. Успенский	«Логико-математические проблемы создания машинного языка для информационной машины»	
1958		Международная конференция по научной информации (Вашингтон)	Формулирование идей научной коммуникации
1958	Х.-П. Лун	Избирательное распространение информации	Применение ЭВМ для автоматизации информационного поиска
1958	А.Н. Колмогоров	Статья «Информация» в БСЭ	Наиболее общее определение феномена информации
1960	А. Аврамеску и другие	«Введение в научную документацию»	Математическое обоснование информационных закономерностей
1961	С. Клевердов	Кренфилдский проект	Исследования, положившие начало изучению эффективности ИПС
1962		Создание Государственной системы научно-технической информации в СССР	Постановлением Совета Министров СССР заложены основы первой в мире национальной государственной системы НТИ
1962	Ф. Дрейфус	Появление термина «информатика» во французском и русском языках	Обозначили всю сферу применения ЭВМ в различных видах деятельности людей (Франция) или комплексную дисциплину по технологическим аспектам информации (СССР)
1963	Ф.Е. Темников		

Таблица 1.1 (продолжение).

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
1963	О. Вейнберг	«Наука, правительство и информация»	Доклад комиссии ученых президенту США о социальном и государственном значении научно-информационной деятельности
1964	Ю. Гарфилд	Указатель цитированной литературы	Создание нового принципа поиска и анализа научной литературы
1965	А.И. Михайлов, А.И. Черный, Р.С. Гиляревский	«Основы научной информации»	Обобщающая монография по информатике, в которой обозначена дисциплина (наука) «научная информация»
1965	А.И. Михайлов, А.И. Черный, Р.С. Гиляревский	«Информатика»	Обозначена область знаний, изучающая структуру и общие свойства научной информации, а также основные закономерности всех процессов научной коммуникации
1965	М. Дембовска	«Научная документация и информация»	Обоснование преемственности между информатикой и библиотечковедением
1965	Л. Гарфф	Дисциплина «информатика»	Автор обозначал науку о содержательной обработке информации, особенно при помощи автоматических машин. Информация рассматривалась как основа человеческих знаний и коммуникации в технической, экономической и социальной областях
1966	А.И. Михайлов, А.И. Черный, Р.С. Гиляревский	«Информатика – новое знание теории научной информации»	Введение термина «Информатика»
60–70 гг.	V. Slamecka, C. Pearson	Информационная наука	Обозначена область знаний, науки как общественной семиотической дисциплины
1968	А.И. Михайлов и другие	«Основы информатики»	Использование термина «информатика» для обозначения дисциплины о структуре, общих свойствах научной информации, закономерностях процессов научной коммуникации

Таблица 1.1 (продолжение).

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
1970		Термин «информация» заменяет термин «документация» в названиях научных обществ и периодических изданий	American Society for Information Science, «Information Science Abstracts» (США), «Ceskoslovenska Informatika» (ЧССР), «Informatik» (ГДР), «Informatologia Yugoslavica» (СФРЮ)
1975		Интеллектуализация информационных систем. Разработка экспертных систем	Расширение информатики направлениями: искусственный интеллект, автоматизация рассуждений, машинное представление знаний, диалог с ЭВМ на естественном языке
1971	А.В. Соколов и другие	Статья «Информатика в перспективе (к вопросу о классификации видов информации и системе наук коммуникационного цикла)»	Идея направления – учёт не только НТИ, но и других видов социальной информации, всех видов коммуникации. Информатика, дисциплина научной информации, должна превратиться в обобщающую научную дисциплину всего социально-коммуникационного цикла
1975	А.И. Михайлов и другие	Научные коммуникации и информатика	Исследование социальных механизмов научно-информационной деятельности
1976	Ф.П. Ершов	Предисловие редактора «Информатика: вводный курс»	Обозначил всю сферу машинной обработки информации термином «Информационная технология», «Вычислительная техника»
1978	С. Нора, А. Мэнк	«Информатизация общества»	Доклад президенту французской Республики о состоянии и перспективах развития телематики
1979	Мотоока	Японский проект пятого поколения вычислительных машин	Переход от обработки данных к обработке знаний. Концепция усиления умственных способностей человека
1981–1988	Г. Смол, И.В. Маршакова	Применение современных машинных методов изучения научных коммуникаций и, в частности, с помощью анализа соци-тирования	Информация и информатика имеет выраженный кластер публикаций, расположенный в системе общественных наук между социологией науки и психологией творческой деятельности

Таблица 1.1 (продолжение).

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
1987	В.М. Глушков	«Основы безбумажной информатики»	Дал обоснование информатики: – с одной стороны это атрибут, ограниченно присущий цивилизованному обществу, имеющий своим предметом удовлетворение информационных потребностей основных сфер его жизнедеятельности – с другой, это электронная информационная технология
1985		Комплексная программа научно-технического прогресса стран-членов СЭВ до 2000 года	Межгосударственная программа развития индустрии информатики и информатизации общества
1990	А.Д. Урсул	«Социальная информатика: две концепции развития»	Обсуждается идея нового подхода к понятию « социальная информатика», содержащего закономерности взаимодействия общества и информатики, гуманизации процесса информатизации, становления информационного общества. Выявляются основные различия двух концепций социальной информатики и конструируется возможность их дальнейшего развития
1991	В.А. Герасименко	«Основы информатики: мировоззренческие основы информатики»	Формирование концепции современной информатики, обеспечивающей решение основных задач по поиску путей, средств, методов органического объединения информационных макро- и микромоделей, основанных на развитии средств, методов обработки информации, а также информационных процессов, происходящих в различных сферах современного общества

Таблица 1.1 (продолжение).

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
1993	А.В. Шилейко	«Энтропия и информация»	Предлагается концепция информации, рассматриваемой как универсальная физическая сущность, определяющая структуру вещества во Вселенной и «направления движений» в веществе
1993	В.А. Герасименко	«Концепция современной информатики»	В развитии подхода В.М. Глушкова: рассматривает <i>информатику</i> как научное или научно-техническое направление, нацеленное на изучение информационных потребностей современного общества и разработку путей, средств и методов наиболее рационального их удовлетворения
2000	В.А. Минаев, А.П. Фисун	«Теоретические основы информационной безопасности информационных телекоммуникационных систем», «Теоретические основы информатики и информационная безопасность»	Предложено развитие теоретических основ информатики на основе: 1) системно-деятельностного подхода анализа существующих концепций информационной науки; 2) включения в качестве компонента разработанных теоретических основ информационной безопасности информационных телекоммуникационных систем и правовых аспектов регулирования информационной деятельности как составных компонентов развивающейся информационной науки в целом и теоретической информатики в частности
2005	С.В. Симонович	«Информатика для юристов и экономистов»	Рассмотрены принципы изучения информационных технологий для вузов юридического и экономического профиля
2005		Построен двухкубитый квантовый процессор на сверхпроводящих элементах	Реализован жидкостной ЯМР — квантовый компьютер

Таблица 1.1 (продолжение).

Основные достижения информатики и ее развитие

Годы	Авторы	Достижения, публикации	Комментарии
2006	В.Л. Бройдо, О.П. Ильина	«Архитектура ЭВМ и систем»	Изложена концепция построения ЭВМ
2008		Новый суперкомпьютер в Лос-Аламосе (США)	Скорость работы более квадриллиона (тысяча триллионов) операций в секунду
2009	ОПК США	Продемонстрированы радиоуправляемые жуки	Система искусственного интеллекта
2012	Группа исследователей из США	Создан двух кубитный квантовый компьютер на кристалле алмаза с примесями	Компьютер функционирует при комнатной температуре и теоретически является масштабируемым
2014	А.А. Хлебников	«Информационные технологии»	Изложена концепция информационных технологий
2016	О.Э. Згадзай	«Информационные технологии в юридической деятельности»	Рассмотрены информационные технологии на стыке с юриспруденцией
2017	Группа физиков под руководством М. Лукина	Создан программируемый 51-кубитный квантовый симулятор	Проверена работоспособность симулятора моделированием сложной системы из множества частиц
2017	IBM	Создан прототип 50-кубитного квантового процессора	Проходит тестирование
2017	IBM	Открыт процессор для облачных вычислений	Обладает 20 кубитами
2018	Компания Intel	Создан сверхпроводящий квантовый чип под кодовым именем «Tangle Lake»	Обладает 49 кубитами
2018	IBM	Запущена версия IBM Q.	Ставить эксперименты на таком компьютере могут все желающие. По их результатам уже опубликованы десятки научных работ.
2018	Компания Google	Построен 72-кубитный квантовый процессор Bristlecone	Имеет низкий процент ошибок в вычислениях

Таблица 1.1 позволяет проанализировать процесс формирования и развития как информатики, так и ее понятий.

Рассмотренная выше чисто «французская» история возникновения термина «информатика», в которой последняя представлена синонимом английского термина вычислительная (компьютерная) наука, отражающая широкую сферу применения ЭВМ в различных областях человеческой деятельности, по мнению известных отечественных ученых [52; 119], не совсем точна. Существует мнение [52] об одновременном «французско-русском» происхождении термина «информатика», обозначающего одну и ту же научную дисциплину, хотя и различными определениями.

Информатика, согласно французскому словарю [22], – это наука о содержательной обработке, особенно при помощи автоматических машин, информации, рассматриваемой как основа человеческих знаний и коммуникации в технической, экономической и социальной областях.

Отечественными учеными [119] *информатика* определяется в качестве области знаний, которая изучает структуру и общие свойства научной информации, а также всех процессов научной коммуникации. Практически любая, полученная в процессе познания, логическая информация, которая предназначена для использования в общественной практике и одновременно соответствует текущему уровню развития науки, может рассматриваться в качестве научной информации. Тогда под *научной коммуникацией* следует понимать совокупность процессов представления, передачи и получения информации в науке, технике, народном хозяйстве и других общественных сферах.

Как видно, потребности соответствующих сфер практической деятельности обусловили формирование содержания понятия информатики как науки, изучающей семантическую информацию и информационную коммуникацию в обществе.

§ 1.3. Понятия, содержание, объект и предмет информатики как учебной и научной дисциплины

Исторические аспекты возникновения, формирования понятия и содержания информатики, рассмотренные ранее, позволяют говорить о неоднозначном ее понимании и, конечно, необходимости уточнения, дискуссионном характере и необходимости дальнейшего развития [48; 50; 51; 73; 78; 101; 192; 196; 197 и т.д.]. Одним из аспектов этой проблемы является полисемия, многозначность слова «информатика», обозначающего несколько понятий. В то же время большинство понятий можно представить двумя общими различимыми понятиями: информатика как научная и как определенная учебная дисциплина. Определения этих понятий и их содержание формируются на основе различных целей и предметов информатики.

Таким образом, определяется различие объектов, содержащихся в соответствующих системах, и, конечно, полнота рассматриваемых поня-

тий. Содержание представления информатики в этом случае представлено на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1. Направления формирования содержания понятия информатики.

Основная задача информатики как науки заключается в получении новой информации и приобретении новых знаний.

Основной задачей информатики как учебной дисциплины является обеспечение работоспособности информационной системы, предоставление соответствующих знаний, полученных наукой. Таким образом, содержание учебной дисциплины информатики является более широким по сравнению с информатикой как наукой.

В нашей стране подобная трактовка термина «информатика» (определение 1) утвердилась с момента принятия решения в 1983 г. на сессии годового собрания Академии наук СССР об организации нового отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации [78]. Рассмотрим ряд трактовок термина «информатика».

Информатика – комплексная научная и инженерная дисциплина, изучающая все аспекты разработки, проектирования, создания, оценки, функционирования основанных на ЭВМ систем переработки информации, их применения и воздействия на различные области социальной практики.

Аналогично по содержанию определение, приведенное в известном толковом словаре по информатике [158].

Информатика является научным направлением, которое изучает законы, методы и способы обработки, накопления и передачи информации с помощью средств вычислительной техники и телекоммуникационных сетей.

В справочнике по информационным сетям и системам [209] раскрываются содержание не только общего понятия информатики, но и ряда частных.

Информатика – научное направление, изучающее модели, методы и средства сбора, хранения, обработки и передачи информации [209].

Теоретическая информатика – наука о структурах, основывающихся на математике и логике [209].

Практическая информатика – инженерная дисциплина, опирающаяся на сети и системы [209].

Информатика включает группу дисциплин, изучающих различные аспекты применения и разработки ЭВМ: прикладную математику, программирование, программное обеспечение, искусственный интеллект, архитектуру ЭВМ, вычислительные сети.

Достаточно интересны определения информатики как учебной дисциплины, предлагаемые в ряде научных работ [38; 53; 60; 118; 152; 153; 206].

Информатика – совокупность средств автоматизированной информационной техники и технологии [60; 152; 153].

Информатика – особая инфраструктурная область народного хозяйства, включающая всю сферу автоматизированной обработки и технологического использования информации [60; 152; 153].

Информатика – отрасль научного знания, изучающая процессы передачи информации и средства ее автоматизированной обработки [60; 152; 153].

Информатика – теория научной информации (т.е. информации в сфере науки) и научно-информационной деятельности с акцентом на средства автоматизации [152].

Информатика – научная дисциплина, изучающая структуру и свойства семантической информации и закономерности информационной коммуникации [53].

Информатика – информационная технология, для которой эта дисциплина служит теоретической базой [53].

Информатика – это область человеческой деятельности, связанная с процессами преобразования информации с помощью компьютеров и их взаимодействием со средой применения.

Информатика – дисциплина, предметом изучения которой являются не столько сугубо информационные процессы, сколько информационно-когнитивные (т.е. связанные с представлением личностного знания в виде социально значимой информации и, наоборот, с формированием нового

личностного знания на основе информации, воспринятой конкретным человеком) [38; 118; 206].

Информатика – комплексное научное направление, изучающее общие свойства информации и информационных процессов в природе и обществе, а также способы рациональной организации этих процессов в технической, социальной и природной сферах [75].

Рассмотренные варианты понятий, объектов и предметов информатики целесообразно дополнить рядом вариантов определений учебных дисциплин, взаимосвязанных с информатикой.

Определение 1. Требуется познания характера и правил использования персонального компьютера и способов управления им [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201].

Определение 2. Практическая дисциплина, изучающая правила использования персонального компьютера на уровне «правильного» нажатия кнопок [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201].

Определение 3. Изучает информационные технологии на базе современной электронно-вычислительной техники, в том числе и персональных компьютеров [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201].

Определение 4. Изучает инструментальный и методологический его применения для обработки информации [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201].

Определение 5. Практическая дисциплина, предполагающая приобретение навыков работы на персональном компьютере в распространенных программных средах и выбор этих программ [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201].

Определение 6. Направлена на формирование определенного мировоззрения в информационной сфере и освоение информационной культуры, т.е. умения целенаправленно работать с информацией (создание, преобразование, передача, хранение) и использовать информационные технологии и соответствующие им технические, программные, математические, лингвистические и другие средства [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201].

Определение 7. Предметом изучения являются рассмотрение информации как неопременного атрибута объективного мира, имеющего теоретическое и практическое значение для современного общества; информатики как научного, научно-технического направления, отрасли знаний о системном представлении информации в интересах информационного обеспечения личности, общества и государства; информатизации как процесса реализации достижений информатики [48; 50; 51].

Определение 8. Изучает проблемы рационального использования информации во всех сферах деятельности личности, общества и государства на основе адекватного научно-методологического базиса, представляющего полную и непротиворечивую совокупность научно обоснованных

ванных концептуальных положений и решений, необходимых и достаточных для однозначного понимания существа проблем и для наиболее эффективного практического их решения [48; 50; 51].

Определение 9. Предметом изучения является наука об информации, имеющая ряд направлений: общая наука об информационных категориях, процессах и системах [101; 197]; теория информации и связи [73; 192; 196]; философские проблемы информации [143; 169; 171; 172]; научно-техническая информация и документация [120; 121]; теория измерений и измерительно-информационная техника [81; 189]; вычислительная техника и программирование [29; 34; 35; 42; 78; 92; 141; 147; 163; 176; 178; 201]; теория массовой информации и пропаганды в обществе [28; 125; 193]; информационная теория управления [59; 131; 139]; наука об искусственном интеллекте [32; 143]; теория информационных сетей [126; 161; 198; 209]; военно-социальная информация [105]; правовая информация информатизации правовой системы [47] и др.

Анализ гносеологии рассмотренных выше научных и учебных дисциплин, исследования объекта, предмета и задач предметной области позволяют в рассмотренном разнообразии взглядов выделить направления, которые отражают общесистемные, прикладные и общие подходы в формировании содержания объекта дисциплины информатики.

Подобный подход к определению содержания объекта информатики требует решение ряда проблем:

- научного определения термина «информация» в качестве системообразующего термина таких понятий, как информатика, информационная система и технология, информационный процесс, информационная безопасность, информационное общество и т.д.;
- точного определения сущности информации, несмотря на достижения теории информации, а также продолжающейся дискуссии по данной теме;
- совершенствования методологии и свойств количественной и качественной оценки информации, которая до сих пор не вышла за рамки синтаксической меры;
- развития и совершенствования научно-методологического базиса с целью рационального использования информации, основной целью которого является информатика;
- разрешения противоречий во взглядах на мировоззренческие основы познания и роли человека в нем при исследовании концепции искусственного интеллекта;
- развития концепции информатизации всех сфер жизнедеятельности общества, личности, государства, ограниченных в основном вопросами, связанными с распространением и использованием средств вычислительной техники, и т.д.

§ 1.4. Понятия информации, данных, сообщения сигналов, источников информации, их классификация

Информация (от лат. informatio – разъяснение, изложение) является основным понятием информатики. Значительные достижения информатики как науки и ее составных частей не позволили до настоящего времени дать однозначного и принятого всеми определения информации. Кроме того, отсутствие методологии определения значений ее характеристик затрудняет решение задач информатики. Информация является одним из первичных неопределенных понятий науки, что наглядно подтверждается множеством дефиниций этого понятия: начиная от наиболее общего, философского, где информация есть отражение реального мира, до узкопрактического, где информация есть сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования, что определяется соответствующими нормативными правовыми актами [169; 196].

На протяжении более двух тысячелетий информация понималась как передача сведений. Научно-технический прогресс и создание технических средств обмена данными, таких как телеграф, телефон, радио, телевидение и т.д., а также существенный рост объема передаваемых сведений выявили необходимость их измерения. В первой половине XIX века предпринимались попытки измерения информации, предложенные идеи были в последующем использованы в вероятностно-статистической теории информации (Фишер, 1921 г.; Найквист, 1924 г.; Хартли, 1928 г.; Сциллард, 1929 г.). Однако только в статье Клода Шеннона «Математическая теория связи», опубликованной в 1948 году, было предложено вероятностно-статистическое определение понятия количества информации, абстрактная схема связи, а также сформулированы теоремы о пропускной способности, помехоустойчивости, кодировании и т.д. Все это позволило сформировать вероятностно-статистическую теорию информации, являющуюся одной из наиболее развитых среди других математических теорий.

Математические теории информации преследуют цель измерения информации и представляют собой совокупность количественных (в первую очередь, статистических) методов исследования процессов передачи, хранения, восприятия, преобразования и использования информации. В теории информации вопросы ее количества тесно связаны с качественно-содержательным аспектом, то есть для выявления содержания понимания информации используют количественные методы исследования.

В теории информации существует направление, основанное на использовании положений топологии, такого раздела математики, который изучает свойства пространства, сохраняемые при взаимно однозначных непрерывных преобразованиях (растяжении, деформации и т.п.). Одним из топологических объектов является граф, а определение всего топологиче-

ского пространства зависит от различия вершин графов, количества ребер, выходящих из них, ориентации этих ребер.

Поступательное развитие науки, техники и объемов циркулирующей информации потребовали дальнейшего уточнения понятия «информация» и обусловили необходимость количественной оценки передаваемых сообщений, определения основных свойств характерных информации, что вызвало принципиальные изменения в трактовке самого понятия «информация».

В шенноновской теории понятие информации определялось на вероятностной основе.

Информация – сведения, сообщения, позволяющие полностью или частично снять существовавшую до их получения неопределенность. Данное представление является наиболее распространенной трактовкой понятия «информация» [74].

Одними из важных признаков, которые характеризуют информацию, являются *различие* и *разнообразие*. Понятие информации в статистической теории определяется как уничтоженная неопределенность, следовательно, в общем случае можно предположить, что информация подразумевает уничтожение тождества, однообразия. Необходимость изменения трактовки информации как противоположности неопределенности на трактовку как противоположности тождеству обосновывается развитием наших знаний, развитием кибернетики (где информация является синонимом разнообразия, получаемым и используемым кибернетической системой), а также таких наук, как психология, биология, химия, экономика и т.д. В соответствии с данной концепцией информация существует там, где имеется разнообразие и различие [74].

Обратимся к используемым в ряде известных источников [49; 50; 78] определениям понятия информации.

Информация – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний [74].

Определение указывает, что информация является отражением или представлением реального мира с помощью сведений.

Сообщение представляет информацию в виде речи, текста, изображения, цифровых данных, графиков, таблиц и т.п.

Функционирование современных систем передачи данных обеспечивается использованием дискретных сообщений и сигналов [29; 35; 67; 134; 138; 158; 176 и др.].

Сообщение представляет собой некоторые формализованные данные, получаемые от источника информации и отображаемые в виде наборов знаков.

Данные преобразовываются в информацию в момент их использования, а сообщения преобразуются в информацию после снятия неопреде-

ленности, существующей до их поступления. Таким образом, последовательность структурных преобразований информации может отличаться в различных информационных системах.

Кодированная информация представляет собой совокупность чисел, или цифровую форму, которая основывается на применении системы счисления или кодирования.

Сигналом можно назвать физический процесс, который отображает передаваемое сообщение, являющееся, в свою очередь, формой представления информации в виде речи, текстов, изображения, информации данных, графиков и др. Таким образом, сообщение является совокупностью знаков, которые содержат и отображают ту или иную информацию.

Основываясь на сказанном, приведем еще одно определение информации.

Информация – это общенаучное понятие, включающее в себя как обмен сведениями между людьми, так и обмен сигналами между живой и неживой природой, людьми и устройствами.

Обобщенное понятие и классификация сообщений приводится в словаре по информатике.

Сообщение (message) – упорядоченная последовательность символов, предназначенная для передачи информации [73].

Информатика рассматривает информацию в качестве концептуально связанных сведений и данных, изменяющих принятые представления об объекте окружающего мира или явлении. Понятие «данные» употребляется в информатике наряду с понятием «информация». Разберем их сходство и различия.

В учебнике Н.В. Макаровой приводятся следующие аргументы в пользу их различия. «Данные могут рассматриваться как признаки или записанные наблюдения, которые по каким-то причинам не используются, а только хранятся. В том случае, если появляется возможность использовать эти данные для уменьшения неопределенности о чем-либо, данные превращаются в информацию. Поэтому можно утверждать, что информацией являются используемые данные» [78].

О неоднозначности таких определений данных, сведений и информации можно судить исходя из определений этих понятий, представленных в различных источниках [73; 166; 171; 172; 192; 198].

Данные: 1) [192] – сведения, необходимые для какого-нибудь вывода решения; 2) [171] – факты, идеи, выраженные в формальном виде, обеспечивающем возможность их хранения, обработки, передачи; 3) [172] – факты, идеи, представленные в формальном виде, позволяющем передавать или обрабатывать их при помощи некоторого процесса и соответствующих технических средств; 4) [197] – информация, представленная в формализованном виде, пригодном для автоматической обработки при возможном

участии человека; [125; 193] – обобщенное имя информационных продуктов, являющихся предметом труда в информационном производстве.

Интересно содержание понятий информации и данных, предложенное известными авторами Л.Н. Преснухиным и В.П. Нестеровым [59; 166].

Данные [59] – представление фактов и идей в формализованном виде, пригодном и удобном для фиксации, передачи и переработки в процессе их использования [166].

Информация [59] – смысл, который приписывается данным посредством соглашений, принятых при их представлении [166].

В этом случае данные рассматриваются в качестве изображения информации, несущей в себе сообщение о состоянии и свойствах объектов реального мира. В то же время создаваемое человеком материально-энергетическое или абстрактное представление об окружающем мире и среде зачастую отличаются от реальных объектов живой и неживой природы. Целесообразно отметить, что содержание (смысл) этого сообщения содержит информацию, а знаки, содержащиеся в нем, представляют данные.

Сведения [192] – знания, представление чего-нибудь, известие, сообщение.

Сообщение [192] – то, что сообщается, известие.

Известие [192] – сообщение о чем-нибудь.

Сообщение [197] – набор данных, объединенных смысловым содержанием и пригодных для обработки и передачи.

Проводя анализ определения данных и информации, стоит отметить, что первичным определением целесообразно считать понятие информации, так как на его основе последовательно и логично выводятся такие понятия как: информация – данные – сообщение. Проведенный далеко не полностью анализ понятий информации позволяет говорить не только о разнообразии и неоднозначности их содержания, но и о разнообразии содержания информатики.

Работа с информацией всегда требует наличие ее источника, среды передачи и потребителя. Процедуры передачи сообщений от источника к потребителю информации называются *информационными коммуникациями*.

В ряде философских работ выдвигалась следующая концепция, которая предполагала, что *информация* представляет собой универсальное свойство материи, то есть является атрибутом материи.

Подобный подход, позволяющий связать понятие информации с понятием отражения, получил название атрибутивного. Сторонниками данной концепции являются В.М. Глушков, В.И. Сифоров, А.Д. Урсул и ряд других исследователей.

Другой подход, подразумевающий наличие неразрывной связи информации с управлением, а также функционированием самоорганизующихся и самоуправляемых схем, получил название функционального. Сто-

ронниками данной концепции, не признающими существование информации в неживой природе как таковой, самой по себе, являются Б.С. Украинцев, Н.И. Жуков, П.В. Копнин, В.С. Тюхнин, А.М. Коршунов, Д.И. Дубровский и др.

Противоборство рассмотренных концепций объективно способствует их совершенствованию.

Достаточно интересен методологический подход к рассмотрению информации В.А. Герасименко [49; 50; 51], в котором:

- допускается утверждение, что понятие информации является широким, а также четко и однозначно не определенным;
- определение формируется посредством перечисления характерных признаков соответствующего понятия;
- сведения, передаваемые от одного объекта или субъекта к другому, принимаются в качестве базовой характеристики информации;
- в зависимости от уровня развития информация может представляться как зафиксированная структура, импульсы, сигналы или знания;
- информационные системы подразделяются на системы неживой природы, биологические, технические, социальные и др.

В контексте известных взглядов Д.И. Блюменау содержание информации предлагается рассматривать в качестве знаний о предметах и явлениях реального мира, однако ограниченные возможности человеческой памяти и стремление к экономии ее ресурсов требуют отражения знаний в тезаурусе субъекта на уровнях метазнания и знания. Эти уровни свернутых знаний называются *метаинформативным* и *информативным* [166]. Учитывая это, Д.И. Блюменау дает ряд понятий «информация и особенности формирования ее содержания», в общем виде представляемые следующими положениями [166]:

- *информация* (конкретная) – факты и концепции, необходимые для принятия решений, достройки психической модели в любой конкретной ситуации;
- *метаинформация* – знания о том, как организована информация, информация об информации, то, что позволяет ориентироваться в мире знаний [166];
- метаинформация, в свою очередь, подразделяется: 1) на «внешнюю» (эксплицитную), которая зарегистрирована на таких материальных носителях, как библиографические источники, программы курсов, литературная критика, правила общения с ЭВМ и многое другое; 2) «внутреннюю» (имплицитную), располагающей тезаурусом каждого субъекта, обеспечивающим восприятие конкретной информации;
- понимание содержания рассматриваемой информации требует отнести по ряду признаков сигнал с конкретной областью структуры знаний для обеспечения перехода с синтаксического уровня восприятия на

уровень поверхностно-семантический. То есть происходит преобразование сигнала в сообщение. Здесь явно прослеживается необходимость учета проблемы полисемии языка. При восприятии сообщения в форме знака или других форм (например, сообщение – «коса») и отсутствии при этом ситуативной метаинформации, позволяющей отнести данное сообщение к определенной области структуры нашего тезауруса, невозможно однозначно понять содержание переданного сообщения [166].

Информация является специфическим атрибутом современного мира, создающим условия для обеспечения устойчивого развития систем различной природы. Необходимо отметить, что от сложности системы зависят разнообразие и сложность видов информации, обеспечивающих достижение поставленных целей системы. Конкретизация рассматриваемого понятия информации осуществляется в зависимости от предметных областей философии, управления, техники, информатики, экономики, права и др. (таблица 1.2).

Таблица 1.2.

**Содержание понятия информации («И»)
для различных предметных областей**

Предметные аспекты содержания информации	
<i>Философский</i>	1. «И» – одна из реальностей объективного мира. 2. Происхождение и сущность «И». 3. «И» – мера сущностей объективного мира.
<i>Управленческий</i>	1. «И» – неперенный атрибут всякого управления. 2. «И» – процессы как основное содержание управления.
<i>Технический</i>	1. «И» – совокупность символов, зафиксированных на носителях. 2. Проблемы сбора, хранения, передачи, переработки «И».
<i>Экономический</i>	1. «И» – совокупность сведений о социально-экономических процессах. 2. Информационные процессы – основное содержание управления во всех сферах личности, общества, государства. 3. Сопровождает процессы производства, распределения, обмена и потребления, материальных благ и услуг.
<i>Информационный</i>	1. «И» – важнейший атрибут жизнедеятельности личности, общества, государства. 2. Проблемы определения информационных потребностей. 3. Проблемы рационализации информационных процессов. 4. Проблемы информационного обеспечения деятельности личности, общества, государства.

В действующем Федеральном законе от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации» приводится определение информации с достаточно высокой степенью общности.

Информация – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления [1].

С учетом содержания этого определения рассматривается понятие правовой информации.

Правовая информация включает в себя, в первую очередь, нормативные правовые акты. Также к ней относится информация, связанная с правом (материалы подготовки законопроектов и других нормативных правовых актов, их обсуждения и принятия, учета и упорядочения, толкования и реализации правовых норм, изучения практики их применения). Кроме того, в правовую информацию входят материалы о правовом образовании и разработке научных концепций развития права [19].

Таким образом, правовая информация включает в себя, кроме массива нормативных правовых актов, связанную с ними справочную информацию, нормативно-технические и научные материалы, которые охватывают все сферы правовой деятельности [19].

В зависимости от авторства правовая информация разделяется на три такие группы, как официальная правовая информация, информация индивидуально-правового характера, имеющая юридическое значение, и неофициальная правовая информация.

Официальная правовая информация, направленная на регулирование общественных отношений, исходит от полномочных государственных органов, имеет юридическое значение и направлена на регулирование общественных отношений.

Информация индивидуально-правового характера, имеющая юридическое значение, которая исходит от не имеющих властных полномочий субъектов права, направлена на создание конкретных правоотношений.

Неофициальная правовая информация содержит материалы и сведения о законодательстве и практике его осуществления (применения), не влекущие правовых последствий и обеспечивающие эффективную реализацию правовых норм [19].

§ 1.5. Количество информации, системы и признаки классификации информации

Определение меры количества и качества информации является важным вопросом теории информации, и решение указанной задачи привело к появлению различных направлений [78; 173; 120 и др.].

Рассматривая содержание *информации* (от лат. informatio – разъяснение, изложение), в качестве сведений, передаваемых людьми устным,

письменным или другими способами, с помощью условных сигналов и различных технических средств, Клод Шеннон в 1948 году ввел ее количественную меру I , проанализировав текст, передаваемый с помощью азбуки Морзе двумя символами, точкой и тире, и установил:

$$I = -\sum p_i \ln p_i, \quad (1.1)$$

где p_i – вероятность появления символа с номером i , а суммирование проводится по всем i . При этом $p_i > 0$, так как основание у натурального логарифма 2,72 и оно в любой степени не даст 0.

В этом выражении используется натуральный логарифм, поэтому единицу информации в данном случае называли «нат». Если известна величина информации для одного знака, для текста из N знаков информация увеличивается в N раз. При использовании логарифма по основанию 2 количество информации определяется выражением (1.2):

$$I_B = -\sum p_i \log_2 p_i. \quad (1.2)$$

Если все варианты равновероятны,

то
$$p_i = 1/n \text{ и } I_B = \log_2 n, \quad (1.3)$$

информация будет измеряться в битах.

Выражение (1.3) адекватно известной формуле Больцмана для энтропии

$$s = k \ln W,$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$ – постоянная Больцмана.

Статистическая энтропия S служит мерой неопределенности случайных величин при известной вероятности их появления p_i .

Энтропия – это информация, которой недостает для полного определения случайного объекта. Численное значение энтропии в битах дается выражением:

$$k \ln 2 = 0,96 \cdot 10^{-23} \sim 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \text{ бит}. \quad (1.4)$$

Для системы, в которой происходят случайные события, сумма информации I и энтропии S является величиной постоянной [151]:

$$I + S = \text{const}. \quad (1.5)$$

С учетом этого очевиден вывод, что чем больше известно о событии, системе, явлении, частице, физической системе и другом, тем меньше энтропия, т.е. уменьшение энтропии является своеобразной платой за знания.

В качестве бита информации в классической традиционной теории информации используются символы «0» – «1», «да» – «нет», «истина» – «ложь» и другие бинарные шкалы, которые можно представить булевой алгеброй. В качестве физического носителя в теории информации рассматриваются электрические сигналы, заряды, наличие которых в элементах памяти обозначается «1», а отсутствие – «0».

Структурная теория считает дискретное построение информационных массивов и их изменения посредством простого подсчета элементов (квантов) или комбинаторный метод, предполагающий простейшее кодирование информационных массивов. Данная теория может применяться с целью оценки потенциальных возможностей аппаратуры информационных систем, каналов связи, регистрирующих и запоминающих устройств вне условий их применения, в процессе передачи по системам связи информации, имеющей определенные статические характеристики.

Меры информации применяются, кроме того, и для проведения оценки дискретных и непрерывных источников информации, а также передаваемых ими сообщений.

Дискретный источник информации за определенное время создает конечное множество сообщений, имеющих множество элементов, которые последовательно по времени создаются источником.

Используемый набор элементов называется алфавитом, элементы – буквами, включающими цифры и знаки.

Объем алфавита – число букв в алфавите.

Непрерывные сообщения отражаются заданной физической величиной, которая изменяется за некоторый временной интервал. Получение конечного множества сообщений за определенный промежуток времени может быть достигнуто путем дискретизации (во времени) и квантования (по уровню).

Статистическая теория использует понятие энтропии как меры неопределенности с учетом вероятности появления и, как следствие, информативности тех или иных сообщений.

Семантическая теория учитывает целесообразность, ценность, полезность или существенность информации.

Таким образом, в границах рассмотренных теорий с целью измерения информации вводятся такие показатели, как количество информации (объем данных) V_0 и степень информативности Y , которые имеют между собой следующие отношения $Y = I / V_0$.

Данные показатели, в зависимости от исследуемых теоретических направлений, включают различные выражения, меру количества информации, интерпретацию и объем данных:

- синтаксическую меру, оперирующую такими показателями, как объем данных и количество информации, выраженными через энтропию;
- семантическая мера оперирует количеством информации, выражаемой через ее объем и степень содержательности;
- прагматическая мера определяется полезностью, выражаемой через получаемые экономические эффекты.

Кроме определения количества информации, организация информационного обеспечения требует проведения ее системной классификации для достижения следующих целей: совершенствования таких процессов циркуляции информации как сбор, обработка, использование, передача и переработка; обоснования способов отображения информации для каждого элемента классификационных структур.

Системная классификация информации предусматривает решение двух таких частных задач, как выбор показателей и критериев классификации и обоснование соответствия классификационной структуры выбранным показателям. Таким образом, выбор показателей классификации, определяемый целями самой классификации, является ее основой.

Важность данного обстоятельства обуславливается широким пониманием содержания и свойств информации, выбор которых для практической деятельности играет существенную роль в определении и изменении показателей и результатов классификации.

Следовательно, любая классификация относится к выбранному виду деятельности, то есть любой объект, в зависимости от степени своего участия, может классифицироваться по разным показателям. Подтверждением этого являются рассмотренные ранее вопросы, которые связаны с определением информации, а также раскрывают ее содержание и свойства.

Для решения задачи и проблем информатики продолжим рассмотрение классификации информации с точки зрения ее прагматических свойств. В этом случае встают вопросы формирования не только информационного ресурса общества (т.е. информационного обеспечения деятельности личности, общества и государства), но и специфического материального сырья, обрабатываемого в соответствии со специальными технологиями.

В связи с близостью содержания информационного ресурса и информации как сырья для обработки кажется целесообразным приведение показателей к единой классификации. Наиболее оптимальным представляется проведение классификации информации в соответствии с потребностями ее функционального использования человеком. Средства и методы обработки, в свою очередь, целесообразно подготовить в соответствии с результатами проведенной классификации к рациональному функциони-

рованию. Вариант подобной классификации [48; 51] можно реализовать по следующим показателям: по виду источника – документальная (по виду источника) и фактографическая; практике использования и т.д. (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. Системная классификация информации.

В общем, информация подразделяется на личную, специальную и общественную (рисунок 1.3).

Представленные виды информации в таком виде зачастую не востребованы в технических или социотехнических системах. По этой причине кажется целесообразным разделение информации на виды в зависимости от формы представления:

- **числовая** информация представляется в виде цифр, арифметических примеров, таблицы умножения, счета в матче, статистических данных и т.д. В чистом виде встречается редко, обычно представляется в комбинированном виде;

- **графическая** информация является более доступной для восприятия, так как сразу передает необходимый образ, а не требует, в отличие от текстовой или числовой, мысленного воссоздания образа. Например, рисунки, схемы, чертежи, фотографии;

- **текстовая** информация отображает для передачи закодированную специальными символами (буквами) речь человека;

- **звуковая** информация обеспечивает хранение звуков об окружающем мире. К ней относятся: речь, музыка, звуковые сигналы. Подобная информация важна в процессе коммуникации, так как привлекает внимание, пробуждает чувства, создает определенный настрой.

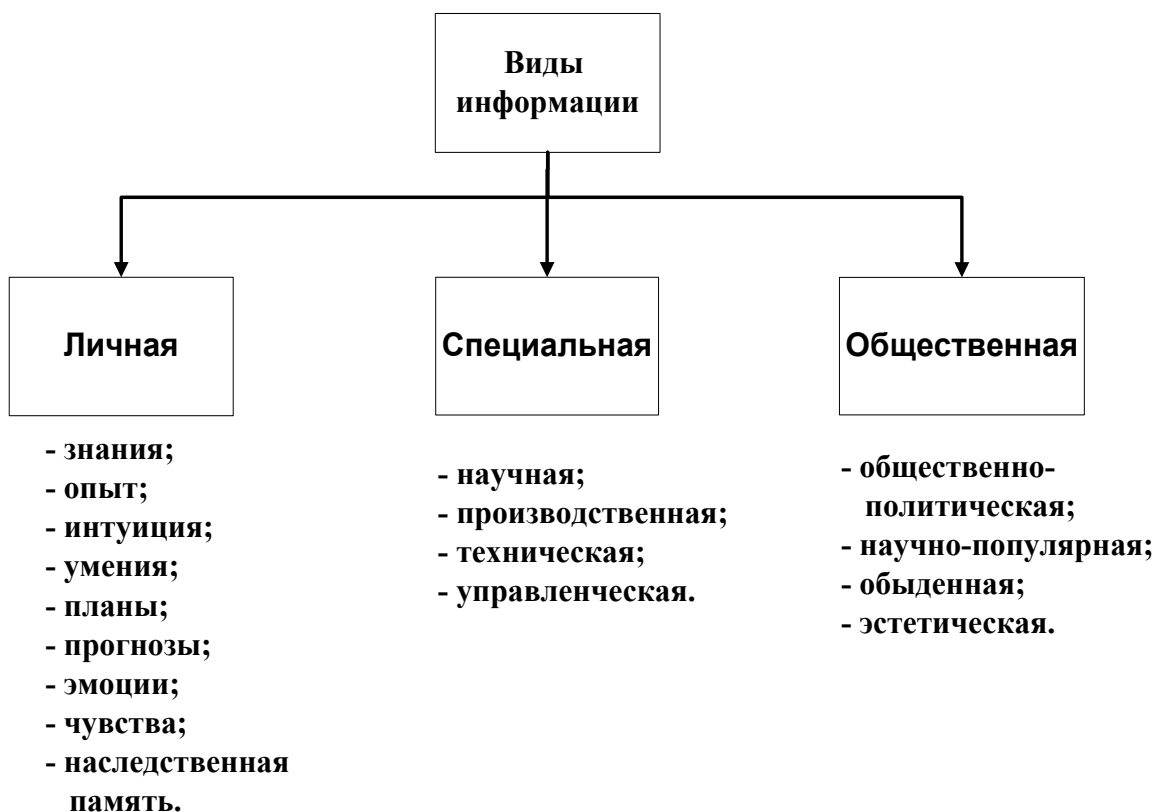


Рисунок 1.3. Виды информации.

Также существует такой вариант классификации информации по видам, как:

- по **сфере применения** (социологическая, экономическая, правовая, техническая);
- по характеру **источников** (первичная, вторичная, обобщающая и т.д.);
- по характеру **носителя** (на бумажном носителе, на магнитном носителе и т.д.).

Исследователь в зависимости от решаемой проблемы может выбрать для себя ту или иную классификацию. Например, в химии, физике, биологии используют классификацию по характеру носителя информации; в теории информации – по источнику информации и т.д.

Изначально электронные вычислительные машины появились в качестве средства для обработки числовой информации, в последующем, по мере развития, стали использоваться для хранения, обработки, передачи и поиска текстовой, числовой, изобразительной, звуковой и видеоинформации. В настоящее время персональный компьютер позволяет пользователю хранить, передавать, преобразовывать информацию текстового, числового, звукового, графического и комбинированного вида. Высококачественная

графика зачастую сочетается со звуком и текстом, движущимися видео-изображением и трехмерными образами.

Информация, как и любой объект, обладает рядом свойств, но каждая дисциплина рассматривает именно наиболее важные для нее свойства. С точки зрения информатики рассмотрим такие наиболее важные для нас свойства как: полнота, достоверность, актуальность, доступность, объективность.

Полнота информации определяет достаточность сведений для принятия решений и характеризует ее качество. В зависимости от полноты сведений возможно использование различного диапазона методов и способов обработки для сведения к минимуму возможных погрешностей в информационном процессе.

Достоверность информации – это свойство, характеризующее степень соответствия информации реальному объекту с необходимой точностью. Достоверная информация позволяет принимать правильное управленческое решение в соответствии со складывающейся ситуацией.

Недостоверность информации может возникнуть по следующим причинам:

- преднамеренное или непреднамеренное искажение (модификация);
- искажение, возникающее под воздействием помех.

Актуальность информации заключается в соответствии ее текущему моменту времени. Протекающие информационные процессы зачастую растянуты во времени, и достоверная, и полная, но устаревшая информация может привести к принятию ошибочных решений. Таким образом, полезной является только вовремя полученная информация.

Доступность информации или информационных ресурсов позволяет субъектам, имеющим права доступа, получить беспрепятственно те или иные сведения за приемлемое время, а также права на использование, внесение изменений или уничтожение ресурсов.

Объективность информации характеризует независимостью от методов получения или мнения какого-либо лица. Чем меньше субъективности вносят используемые методы получения и обработки информации, тем она более объективна.

Целостность – состояние информации, при котором отсутствует любое ее изменение, осуществляется только преднамеренно субъектами, имеющими на него право.

Конфиденциальность – обязательное для выполнения лицом, получившим доступ к определенной информации, требование не передавать такую информацию третьим лицам без согласия ее обладателя [1].

В заключение можно сказать, что виды информации и ее свойства играют существенную роль в деятельности любого подразделения или службы.

§ 1.6. Информационные системы и технологии

Содержание и назначение информационных технологий подчеркивается в определениях «информационная система» и «информационная технология», данных законодателем в Федеральном законе от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации».

Информационные технологии – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов [1].

Информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств [1].

Используемые в настоящее время информационные технологии можно, в общем, разделить на такие виды, как информационная технология обработки данных; информационная технология управления; автоматизация рабочего места; информационная технология поддержки принятия решений; информационная технология экспертных систем.

1) Информационная технология обработки данных

Назначение информационных технологий обработки данных заключается в решении хорошо структурированных задач, имеющих требуемые входные данные, а также алгоритмы и процедуры их обработки. Данные технологии предназначены для использования персоналом, обладающим невысокой квалификацией, с целью автоматизации выполнения постоянно повторяющихся операций. Подобная операционная (исполнительская) деятельность требуется при решении следующих задач: обработки данных об операциях; создания периодических контрольных отчетов о состоянии дел; получения ответов на всевозможные текущие запросы и оформления их в виде бумажных документов или отчетов. На рисунке 1.4 представлены основные компоненты, входящие в информационную технологию обработки данных.

К особенностям информационных технологий обработки относятся: реализация простых задач по обработке данных, разработка алгоритма только для хорошо структурированных задач, исполнение стандартных процедур обработки, проделывание в автоматическом режиме основного объема работ, детализация данных.

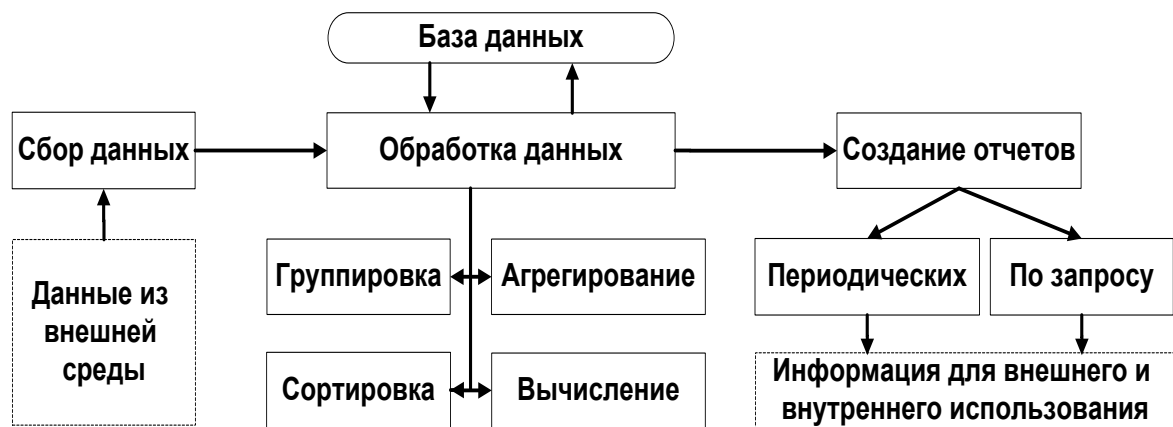


Рисунок 1.4. Основные компоненты информационной технологии обработки данных.

2) Информационные технологии управления

Информационные технологии управления предназначены для обеспечения информационных потребностей лиц, принимающих решения, вне зависимости от уровня их иерархии в системе управления. Данная технология используется в информационных системах управления, не требует строгой структурированности решаемых задач и предусматривает использование информационной технологии обработки данных.

Принятие эффективных решений требует представления информации в агрегированном виде, позволяющем отслеживать не только тенденции изменения данных, но и причины возникающих отклонений. В процессе данного этапа возможно решение таких задач обработки данных, как оценка текущего и планируемого состояния объекта управления, оценка и выявление причин отклонений, проведение анализа возможных решений и действий.

Информационная технология управления позволяет создавать такие виды отчетов, как регулярные (создаваемые в соответствии с графиком) и специальные (создаваемые по запросам управленцев). Эти виды отчетов могут быть *суммирующие*, *сравнительные* или *чрезвычайные*.

В *суммирующем* отчете представляются данные, уже отсортированные, объединенные в отдельные группы и имеющие промежуточные или окончательные итоги по отдельным полям.

В *сравнительном* отчете содержатся данные из различных источников или классифицированные по различным признакам для последующего сравнения.

Чрезвычайный отчет включает в себя данные исключительного (чрезвычайного) характера. Использование данного отчета особенно эффективно в процессе реализации так называемого управления по отклонениям, которое предполагает, что лицо, принимающее решение, должно по-

лучать сведения об отклонениях состояния системы от принятых стандартов.

Использование принципов управления по отклонениям предъявляет к создаваемым отчетам следующие требования:

- создание отчета только по результатам произошедшего отклонения;
- содержащиеся в отчете сведения необходимо отсортировать по значению критического отклонения для данного показателя;
- отклонения необходимо отображать в совокупности для получения представления о существующих связях;
- в отчете необходимо количественное отображение отклонения от нормы.

Основные компоненты информационной технологии управления можно представить известной структурой [78] (рисунок 1.5).

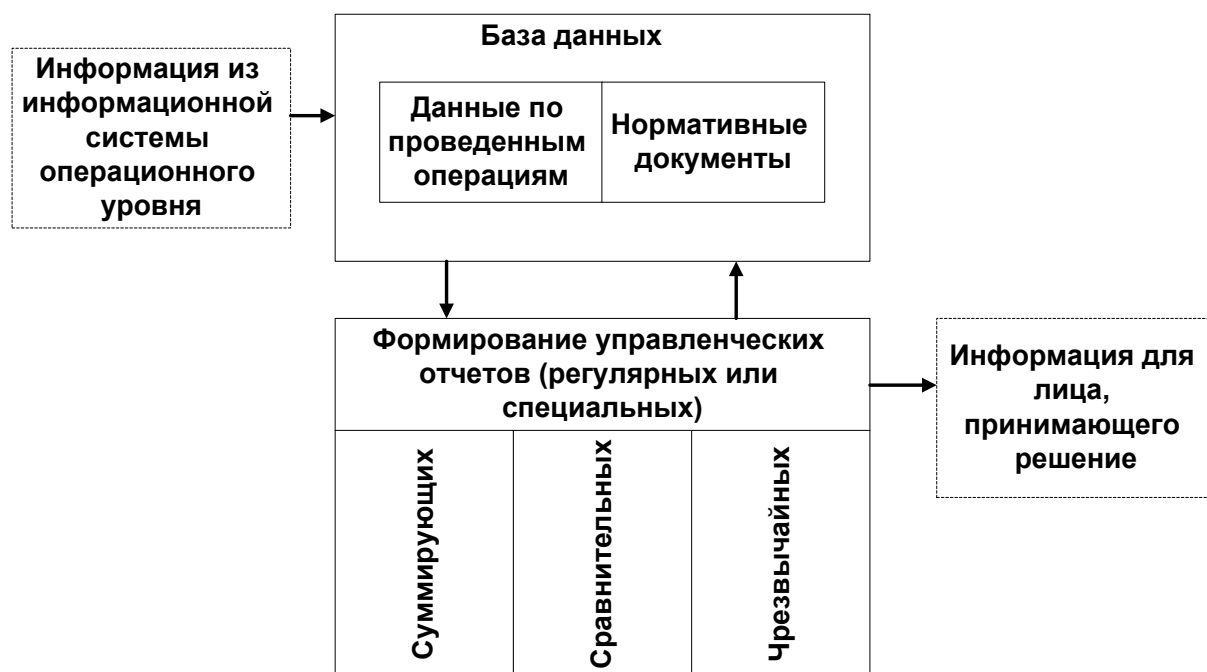


Рисунок 1.5. Основные компоненты информационной технологии управления.

3) Автоматизация рабочего места

Автоматизация рабочего места направлена не на замену существующей традиционной системы коммуникации персонала (например, приказы, совещания, телефонная или сотовая связь), а на дополнение ее и автоматизацию управленческого труда, что позволяет обеспечивать управленцев более полной и своевременной информацией.

В настоящее время широко применяются программно-технические средства, направленные на автоматизацию организации. Информационная технология автоматизированного рабочего места позволяет организовывать и поддерживать коммуникационные процессы как в самой организации, так и за ее пределами посредством телекоммуникационных систем, а также современных средств передачи и обработки информации (рисунок 1.6).

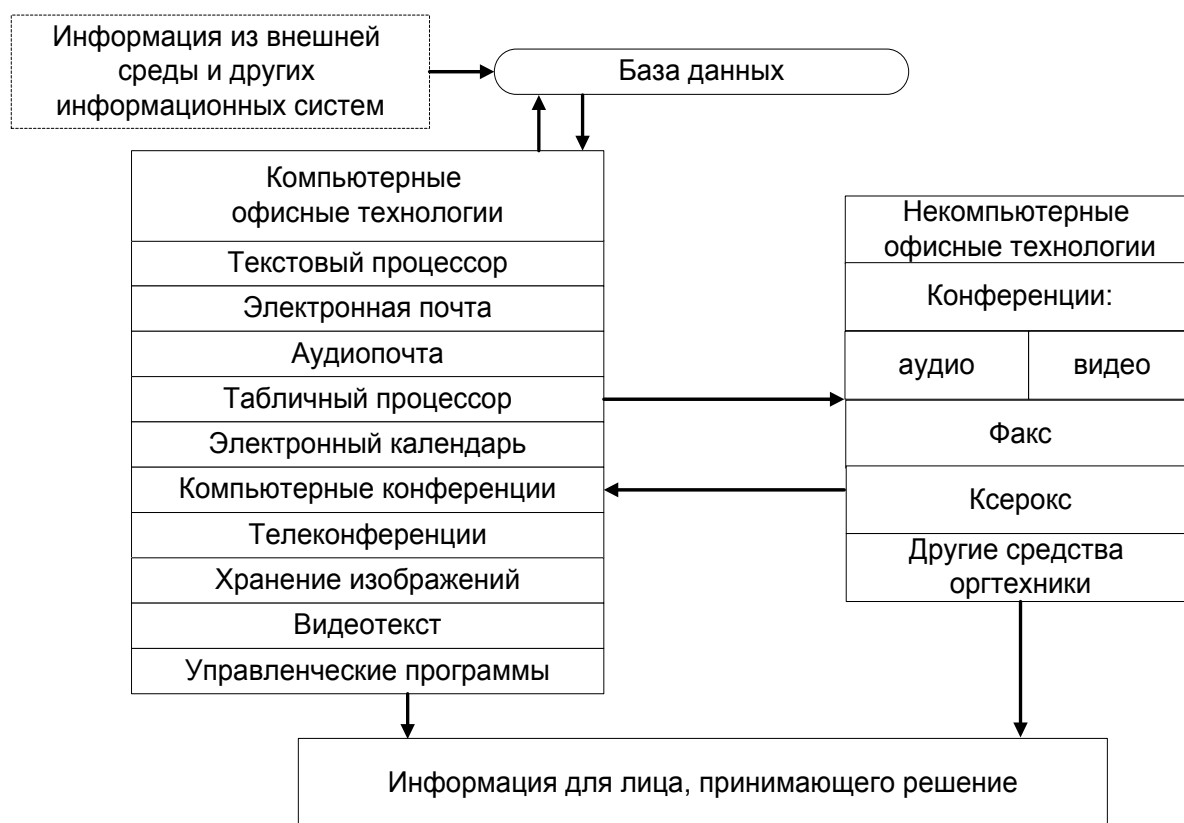


Рисунок 1.6. Основные информационные технологии автоматизированного рабочего места.

К подобным средствам относят: текстовые редакторы и табличные процессоры, базы данных, электронную почту, специализированные программы управленческой деятельности ведения документов, контроля за исполнением приказов и т.д. Кроме того, существует некомпьютерные средства, к которым относят аудио- и видеоконференции, факсимильную связь, ксерокс и другие средства оргтехники.

Текстовый редактор является видом прикладного программного обеспечения, предназначенного для создания и обработки текстовых документов.

Табличный процессор предназначен для выполнения многочисленных операций над данными, представленными в табличной форме.

Электронная почта (E-mail) позволяет получать, хранить и отправлять сообщения своим партнерам по телекоммуникационной сети.

Аудиоконференция является технологией, использующей аудиосвязь с целью коммуникаций (обеспечения связи) между удаленными подразделениями или службами.

Видеоконференции используются для аналогичных целей, что и аудиоконференции, но с применением видеоаппаратуры.

К подобным средствам относят: текстовые редакторы и табличные редакторы.

4) Информационные технологии поддержки принятия решения

Системы поддержки принятия решений и соответствующая им информационная инфраструктура появились и начали использоваться сравнительно недавно. К главной особенности данной технологии можно отнести новый подход к организации взаимодействия человека и компьютера. Основной целью системы поддержки принятия решений является выработка решения в результате итерационного процесса.

В процессе выработки решения участвуют:

- непосредственно система поддержки принятия решений в качестве вычислительного звена и объекта управления;
- человек в качестве управляющего звена, которое задает входные данные и оценивает результат вычислений на компьютере.

Итерационный процесс протекает под контролем пользователя и, следовательно, это говорит о способности информационной системы создавать, под контролем человека, информацию для принятия решений. Кроме того, информационные технологии поддержки принятия решений обладают еще несколькими отличительными характеристиками:

- ориентация на решение недостаточно формализованных задач;
- возможность сочетания традиционных методов обработки данных в персональных компьютерах с потенциальными возможностями математических моделей и методами решения задач;
- направленность на возможный непрофессионализм потенциального пользователя персонального компьютера;
- высокая адаптивность, позволяющая приспосабливаться к характеристикам используемого технического и программного обеспечения.

Информационная технология, направленная на поддержку принятия решений, предназначена для использования на любом уровне управления, но в то же время необходимо учитывать, что принимаемые на различных уровнях решения должны координироваться как на разных, так и на одном уровнях управления. Структура рассматриваемой системы [78] представлена на рисунке 1.7.

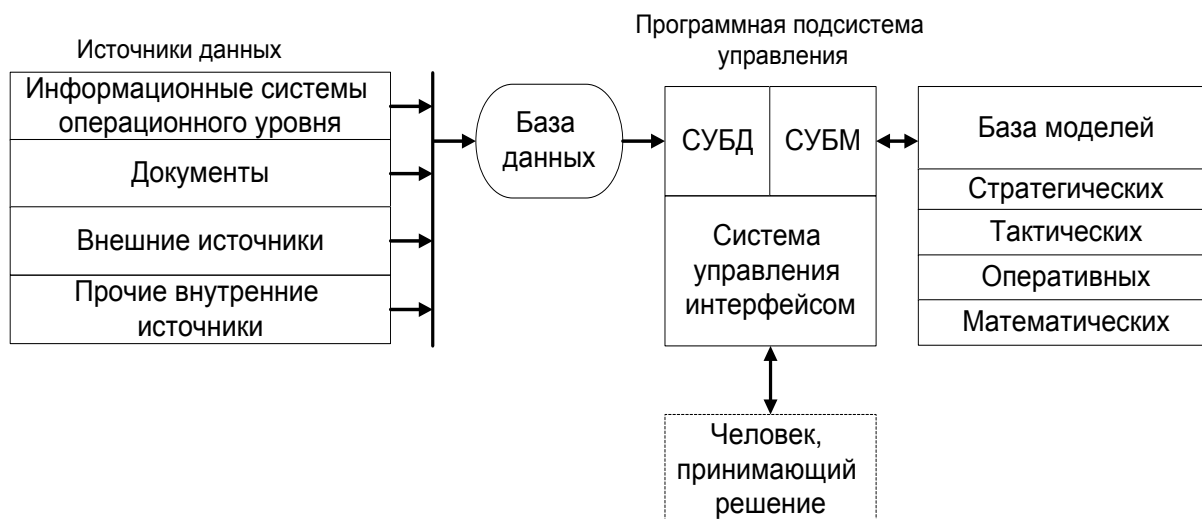


Рисунок 1.7. Основные компоненты информационной технологии поддержки принятия решений.

Система поддержки принятия решений включает в себя такие три основных компонента, как база данных, база моделей и программная подсистема, состоящая из системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

База данных содержит сведения, необходимые для расчетов при помощи математических моделей.

Назначение базы моделей заключается в описании и оптимизации объекта или процесса в процессе создания моделей.

Модели проводят анализ в системах поддержки принятия решений, основываясь на математической интерпретации проблемы и используя алгоритмы, позволяющие находить необходимую информацию.

5) Информационная технология экспертных систем

Экспертные системы дают возможность ЛПР получать консультации экспертов по любым проблемам, о которых этими системами накоплены знания, и обладают способностью компьютерных систем решать специальные задачи.

Главная идея использования технологии экспертных систем заключается в том, чтобы получить от эксперта его знания и, загрузив их в память компьютера, использовать всякий раз, когда в этом возникнет необходимость.

Экспертные системы представляют собой компьютерные программы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в форму эвристических правил (эвристик).

Сходство информационных технологий, используемых в экспертных системах и системах поддержки принятия решений, состоит в том, что обе обеспечивают высокий уровень поддержки принятия решений. Однако имеются три существенных отличия. Первое – решение проблемы в рамках систем поддержки принятия решений отражает уровень ее понимания пользователем и его возможности получить и осмыслить решение. Технология экспертных систем, наоборот, предлагает пользователю принять решение, превосходящее его возможности. Второе отличие указанных технологий выражается в способности экспертных систем пояснять свои рассуждения в процессе получения решения. Очень часто эти пояснения оказываются более важными для пользователя, чем само решение. Третье отличие связано с использованием нового компонента информационной технологии – знаний.

Основными компонентами информационной технологии, используемой в экспертной системе [1], являются интерфейс пользователя, база знаний, интерпретатор, модуль создания системы (рисунок 1.8).

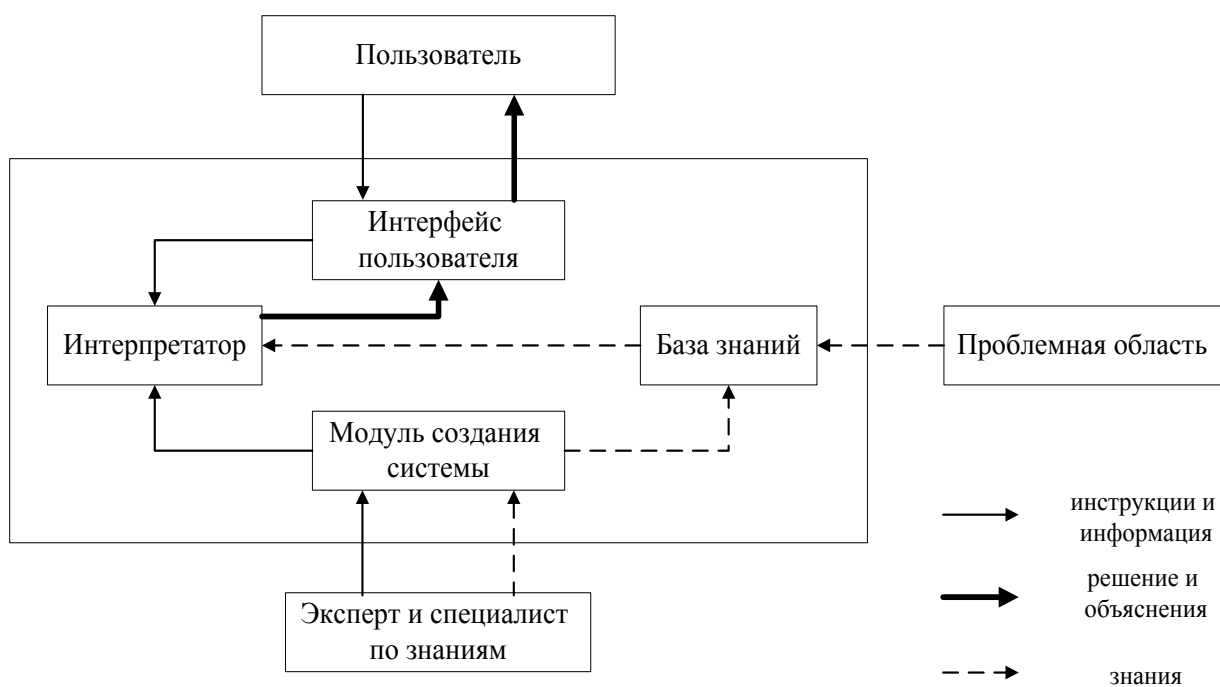


Рисунок 1.8. Основные компоненты информационной технологии экспертных систем.

Интерфейс пользователя используется ЛПР для ввода информации и команд в экспертную систему и получения выходной информации из нее. База знаний содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Центральное место в базе знаний принадлежит правилам. Правило определяет, что следует делать в данной конкретной ситуации, и состоит из двух частей: условия, которое может

выполняться или нет, и действия, которое следует произвести, если условие выполняется.

Интерпретатор – часть экспертной системы, производящая в определенном порядке обработку знаний (мышление), находящихся в базе знаний.

Технология работы интерпретатора сводится к последовательному рассмотрению совокупности правил (правило за правилом). Если условие, содержащееся в правиле, соблюдается, выполняется определенное действие, и пользователю предоставляется вариант решения его проблемы. Кроме того, во многие экспертные системы вводятся дополнительные блоки: база данных, блок расчета, блок ввода и корректировки данных.

Модуль создания системы служит для создания набора (иерархии) правил.

Оболочка экспертных систем представляет собой готовую программную среду, которая может быть приспособлена к решению определенной проблемы путем создания соответствующей базы знаний.

6) Информационные технологии в органах внутренних дел

Развитие информационных технологий оказывает значительное влияние на социальную сферу и повышение уровня прогрессивных достижений. В настоящее время инновации становятся ключевым фактором трансформации и оптимизации прикладной деятельности государственных структур, в том числе органов внутренних дел Российской Федерации.

Министерством внутренних дел Российской Федерации уделяется самое пристальное внимание вопросам развития и совершенствования ведомственной информационной платформы, повышения эффективности работы сотрудников органов внутренних дел посредством внедрения современных инфокоммуникационных технологий. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 1 марта 2011 г. № 248 структура Министерства внутренних дел Российской Федерации дополнена созданием Департамента информационных технологий, связи и защиты информации МВД России (ДИТСиЗИ МВД России).

Одним из главных ИТ-проектов Департамента стали разработка и последующее внедрение в повседневную деятельность единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России (ИСОД), основывающейся на развернутой ранее единой информационно-телекоммуникационной системе МВД России (ЕИТКС МВД России). В настоящее время можно говорить об окончании процесса формирования единого информационного пространства МВД России. Обеспечен круглосуточный доступ сотрудников полиции к ресурсам единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России практически в любой точке страны.

Создана современная, качественно работающая технологическая платформа, способствующая повышению эффективности выполняемых служебно-боевых задач, упрощающая процессы управления и взаимодействия между различными подразделениями. Кроме того, продолжается работа по внедрению в деятельность Министерства современных технологических решений, перспективных комплексов и систем в целях обеспечения общественного порядка и борьбы с преступностью. Разработаны и проходят дальнейшую модернизацию сервисы обеспечения повседневной деятельности и сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации.

В целях обеспечения работоспособности технологической инфраструктуры ИСОД МВД России введен в эксплуатацию Единый центр эксплуатации ИСОД МВД России, осуществляющий в круглосуточном режиме контроль работы системы и техническую поддержку пользователей.

С каждым годом приобретает всё большую значимость сфера оказания государственных услуг, в том числе в интересах обеспечения потребностей современного динамично развивающегося общества, в связи с чем Департаментом проведена значительная работа по осуществлению межведомственного информационного взаимодействия в электронном виде в части обмена необходимыми сведениями между подразделениями МВД России, федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти местного самоуправления при предоставлении государственных и муниципальных услуг.

Сегодня с уверенностью можно сказать, что развитие и внедрение ведомственных информационно-коммуникационных технологий в повседневную деятельность органов внутренних дел позволяет наиболее качественно осуществлять оперативно-служебную деятельность подразделений системы Министерства внутренних дел Российской Федерации.

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Роль информатизации в формировании и развитии информационного общества.
2. Какими периодами характеризуется развитие общества в области информатизации?
3. Раскройте содержание поколений ЭВМ.
4. Дать определения понятий: информационная технология; телекоммуникации; информационное общество; информатизация общества; информационные ресурсы; информационный продукт.
5. В чем отличие и общность компьютеризации и информатизации общества?
6. Раскройте содержание информации для различных предметных областей.
7. Какова количественная мера информации по К. Шеннону?
8. По каким принципам производится системная классификация информации?
9. Классифицируйте виды информации.
10. Перечислите основные компоненты информационных технологий обработки данных.
11. Перечислите основные компоненты информационных технологий управления.
12. Перечислите основные компоненты информационных технологий автоматизированных рабочих мест.

ГЛАВА 2. Вычислительные основы информационных технологий

§ 2.1. Организация, формы и способы представления информации в ЭВМ

Системой счисления называют систему приемов и правил, позволяющих устанавливать взаимно однозначное соответствие между любым числом и его представлением в виде совокупности конечного числа символов. Множество символов, используемых для такого представления, называют цифрами.

Целые числа в любой системе счисления порождаются по правилу счета. Большинство стран мира, хотя и говорят на разных языках, но считают одинаково («по-арабски») [18].

Но числа люди все равно записывали своим способом. У каждого народа была либо своя собственная, либо позаимствованная у соседей система записи чисел.

Из истории известно, что самая простая система счисления была еще в далекой древности. Чтобы записать нужное число, использовали засечки на палке или подсчет при помощи кучки камешков. В этом случае удобно было до тех пор, пока использовались небольшие числа.

Возник вопрос: как по-другому записывать большие числа? Вначале условились: каждые 10 засечек заменять загогулиной. Затем люди придумали круглые числа обозначать особым способом. Для этого требовалось большое количество цифр-символов, поэтому решили использовать алфавит. Так появилась на свет аддитивная система счисления (алфавитная). Данная система достаточно долго использовалась во всей Европе, а также за ее пределами.

Однако не все народы делали свои записи с помощью алфавита или слоговых знаков. В древнем Китае иероглифы не позволили появиться такой системе счисления. Была предложена другая система – мультипликативная система счисления. Важным свойством этой системы было то, что в ней одна и та же цифра, в зависимости от места в записи числа, имела разные значения. Такая система счисления сейчас и используется.

Система счисления достаточно сложное понятие, включающее в себя все законы записи и чтения чисел, а также те, по которым производятся операции над ними.

В аддитивной системе счисления каждая цифра имеет свое значение, и для прочтения числа нужно сложить все значения использованных цифр:
 $XXV = 10 + 10 + 5 = 25$; $CXIV = 100 + 10 - 1 + 5 = 114$.

В мультипликативной системе счисления каждая цифра может иметь разные значения в зависимости от своего местоположения в числе:

二千四百二十五

(иероглифы на рисунке: 2, 1000, 5, 100, 2, 10, 5)
Иероглиф «2» использован дважды, и в обоих случаях он принимает разные значения «2000» и «20».

$$2*1000 + 5*100+2*10+5 = 2525.$$

В аддитивной системе нужно знать значения всех цифр-символов (их до 40-50) и порядок записи. Так, в латинской записи, если меньшая цифра записана впереди большей, то используют вычитание, а если после, то сложение ($IV = (5-1) = 4$; $VI = (5+1) = 6$).

При использовании мультипликативной системы необходимо знать не только изображение цифр и их значение, но и основание системы счисления. Определить основание не составляет труда, требуется только пересчитать количество значащих цифр в системе. Основание – это число, с которого начинается второй разряд у числа. Мы, например, используем цифры от 0 до 9 (10). Поэтому основанием нашей системы счисления является тоже 10, и система счисления – «десятичная». В примерах выше используются цифры от 0 до 9. Основных цифр здесь тоже 10, и система счисления является десятичной.

Оснований систем счисления может быть столько, сколько есть чисел, однако используются только наиболее удобные основания систем счисления.

В истории человечества присутствуют примеры и пятеричных систем счисления. Большое распространение получило понятие «дюжина». Всем известно, что это 12, но откуда появилось такое число – мало кто знает. Если посчитать количество фаланг на всех пальцах одной руки, не считая большого, то получим двенадцать. Большой палец же предназначен отмечать отсчитанные фаланги.

Различные цивилизации считали по-разному, однако и сейчас можно даже в языке, в названиях и изображениях цифр найти остатки неиспользуемых систем счисления.

Например, у французов применялась двадцатеричная система счисления, поскольку 80 с французского языка переводится как «четырежды двадцать».

Римляне и их предшественники использовали пятеричную систему и считали символ «V» ничем иным, как изображением ладони с отогнутым большим пальцем, «X» обозначал две таких руки.

В мультипликативных системах счисления для записи чисел используется определенное количество цифр, принимающих различные значения в зависимости от места в записи числа.

Пример: 0, 1, 2, 3, 4, 5, ..., 88, 89, 90, ..., 100, 101 ... [18]

Запись числа 2396 означает, что $2 \cdot 1000 + 3 \cdot 100 + 9 \cdot 10 + 6$. Для того чтобы составить такое число используется умножение (multiplication англ.), вследствие этого систему и называли «мультипликативной».

Данные системы счисления использовались только цивилизациями с высоким уровнем развития науки математики. Нами до сих пор используется именно такая система счисления. Она подходит для записи чисел и очень удобна для счета. Любые действия арифметики и алгебры легко выполняемы. При этом особых знаний не требуется.

Первые зачатки такого рода системы появились еще в Древнем Вавилоне. Примерно в это же время она была придумана в Китае, Индии, откуда распространилась на Аравийский полуостров, а только потом в Европу. Эту систему счисления называли Арабской.

Эта нумерация получила самое большое распространение на сегодняшний день.

Используемые знаки представляли собой числа 1, 2, 3, ..., 10, 20 ..., 100. С помощью таких знаков записывались различные числа. Европейцы, заимствовав нумерацию у арабов, называли ее «арабской».

Из арабского языка пришло и слово «цифра», которое обозначало название знака пустого разряда вплоть до XVIII века. В XV веке появляется латинский термин «нуль» (ничто).

Египетскую систему нумерации, появившуюся около 5 000 лет тому назад, считают одной из самых древних систем записи чисел.

I 1. Для небольших количественных подсчетов в Египте использовали палочки.

II
III В случае необходимости изображения нескольких палочек их раскладывали в два ряда, при этом в нижнем ряду должно быть палочек не меньше, чем в верхнем, или на одну больше.

п 10. Эти палочки египтяне использовали для связывания коров.

ппп Для отображения нескольких десятков иероглиф повторялся требуемое количество раз. С остальными иероглифами поступали аналогичным образом.

е 100 – мерная веревка, которой пользовались для измерения земельных участков после разлива Нила.

л 1 000. Для отображения египтяне придумали иероглиф в виде цветущего лотоса.

п 10 000. «В больших числах будь внимателен!» – говорит данный иероглиф в виде поднятого вверх указательного пальца.



100 000. Отображалась данное число в виде обычного лягушачьего головастика.

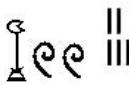
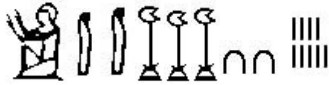


1 000 000. Удивление от увиденного числа выражает этот иероглиф.



10 000 000. Поклонение богу Солнца (Амону Ра) сыграло главную роль в формировании данного иероглифа.

Запись цифры числа начиналась с больших значений. При отсутствии какого-либо разряда переходили к следующему разряду.

 – 1207,  – 1 023 029.

В истории развития человечества существовали и другие виды нумерации.

Так, в древнегреческой нумерации числа 1, 2, 3, 4 изображались соответствующим количеством полосок:

I II III IIII

Числу 5 соответствовал знак Π (древнее начертание буквы «Пи», с которой начиналось слово «пять» – «пенте»). Числа 6, 7, 8, 9 обозначались сочетаниями этих знаков: ΠI , ΠII , ΠIII , $\Pi IIII$. Число 10 обозначалось Δ – заглавной «Дельта» от слова «дека» – «десять». Числа 100, 1 000 и 10 000 обозначались H, X, M. Числа 50, 500, 5 000 обозначались комбинациями чисел 5 и 10, 5 и 100, 5 и 1 000.

В Вавилонской нумерации использовался такой способ записи чисел, при котором одна и та же цифра может обозначать разные числа в зависимости от места, которое эта цифра занимала.

Особое место в ряду существовавших занимает разработанная греческими монахами братьями Кириллом (Константином) и Мефодием в IX веке славянская кириллическая нумерация, которая получила большое распространение из-за полного сходства с записью чисел в Греции. В ней использовались буквы, имевшиеся в греческом алфавите.

В настоящее время по способу формирования чисел с помощью цифр системы счисления бывают двух видов: позиционные и непозиционные.

В непозиционных системах число является некоторой функцией от численных значений набора цифр, представляющих это число. К непозиционным системам относится римская система счисления. В компьютерной технике непозиционные системы не применяются.

Система счисления является позиционной, если одна и та же цифра принимает различные численные значения в зависимости от номера разря-

да этой цифры в наборе цифр, представляющих заданное число. К позиционной относят арабскую десятичную систему счисления.

В позиционной системе счисления любое число является последовательностью цифр:

$$(A = +a_{m-1}a_{m-2}...a_k...a_0, a_{-1}...a_{-l}) \quad (2.1)$$

Пронумерованные индексами позиции k ($-l < k < m-1$) называют разрядами числа.

Каждая цифра $a_{(k)}$ последовательности принимает единственное из N возможных значений. Основанием системы счисления называется количество цифр (N), используемых для представления чисел.

Любое число можно записать в виде формулы:

$$A_N = +(a_{m-1}N^{m-1} + a_{m-2}N^{m-2} + ... + a_0 + a_{-1}N^{-1} + ... + a_{-l}N^{-l}) \quad (2.2)$$

По основанию позиционной системы счисления определяют ее название. В средствах вычислительной техники применяют двоичную, восьмеричную, десятичную и шестнадцатеричную системы. Чтобы указать используемую систему счисления, заключают число в скобки. При этом индекс определяет основание системы счисления.

Десятичная система счисления появилась в Европе из Индии около VI века н.э. В этой системе используют цифры от 0 до 9. Информацию несет как цифра, так и место (позиция), на котором цифра стоит. В десятичной системе счисления используют понятия: число 10 – основание системы и степени этого числа (10, 100, 1000 и т.д.). Первая справа цифра показывает число единиц, вторая – число десятков и т.д.

В двоичной системе счисления используются всего две цифры – 0 и 1. Основанием является число 2, его степени: 2, 4, 8 и т.д. Первая справа цифра показывает число единиц, вторая справа цифра – число двоек, третья – число четверок и т.д. С помощью двоичной системы счисления можно закодировать любое натуральное число в виде комбинации нулей и единиц. В двоичном виде можно представлять любую информацию: числа, тексты, картинки, фильмы и т.д. В электротехнике двоичное кодирование легко реализуется: есть сигнал (1) и сигнал отсутствует (0).

В восьмеричной системе счисления используется 8 цифр (от 0 до 7). Цифра 1 в самом младшем разряде (как и в десятичной системе) означает единицу. Цифра 1 в следующем разряде означает 8, затем 64 и т.д. Число 100 в восьмеричной системе соответствует числу 64 в десятичной.

Запись числа в шестнадцатеричной системе компактнее, чем в восьмеричной системе счисления. В качестве первых 10 из 16 шестнадцатеричных цифр взяты от 0 до 9 и еще 6 – используют буквы латинского алфавита

от А до F. Цифра 1 в самом младшем разряде означает единицу, в следующем – 16, 256 и т.д. Цифра F в младшем разряде означает 15 (таблица 2.1).

Таблица 2.1.

Перевод чисел между системами счисления

Двоичные числа	Восьмеричные числа	Десятичные числа	Шестнадцатеричные числа
0,0001	0,04	0,0625	0,1
0,001	0,1	0,125	0,2
0,01	0,2	0,25	0,4
0,1	0,4	0,5	0,8
0,001	0,1	0,125	0,2
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	10	8	8
1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F

Для хранения и обработки данных в ЭВМ в качестве наиболее удобной используется двоичная система. Другие системы счисления применяются исходя из потребностей пользователя.

Двоичная система позволяет легко выполнять как арифметические операции над числами, так и логические.

Таблица сложения:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

Таблица умножения:

$$0 * 0 = 0$$

$$0 * 1 = 0$$

$$1 * 0 = 0$$

$$1 * 1 = 1$$

Выполнение арифметических операций с многоразрядными числами производится по правилам десятичной системы счисления.

Алгоритм перевода чисел из одной системы в другую заключается в поочередном делении целой части числа и остатков от деления на основании новой системы счисления.

При переводе целой части получающиеся остатки от деления представляют цифры целой части числа в новой системе счисления. Последний остаток будет старшей цифрой переведенного числа.

Перевод дробной части чисел отличается тем, что целые части чисел, получающихся при умножении, не участвуют в последующих умножениях.

Перевод чисел из любой системы счисления в десятичную осуществляется непосредственно по формуле:

$$(775)_8 = 7 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = (509)_{10} \quad (2.3)$$

Для осуществления перевода десятичных чисел в двоичную систему счисления применяют кодировку ASCII.

При двоично-десятичной системе записи каждая цифра десятичного числа может быть представлена четырехзначным двоичным числом (тетрадой):

$$(983,65)_{10} = (1001 \ 1000 \ 0011, \ 0110 \ 0101)_{2-10}$$

В кодах ASCII цифрам от 0,1,2,...,9 ставят в соответствие восьмиразрядные двоичные коды от 00110000 до 00111001.

При переводе восьмеричного числа в двоичное каждый восьмеричный разряд представляют тремя двоичными (триадой), а для перевода шестнадцатеричного числа – четырьмя (тетрадой) [18]:

$$376,51_8 = 011 \ 111 \ 110, 101 \ 001_2$$

$$1AF8_{16} = 0001 \ 1010 \ 1111 \ 1000_2$$

В каждой системе счисления цифры располагаются согласно своих значений.

В качестве основания системы счисления можно использовать любое натуральное число, начиная с двойки – два, три, ..., шестнадцать и т.д. Таким образом, можно получить бесконечное множество позиционных систем.

Позиционная система счисления с основанием 1 не имеет смысла.

Продвижение цифры – это замена ее следующей по величине.

Продвинуть цифру 3 – соответствует ее замене на 4, продвинуть цифру 5 – на 6 и т.д. В позиционной системе счисления используется ограниченное количество цифр, следовательно, продвижение старшей цифры означает замену ее на 0.

В процессе своего развития человечество стало использовать позиционную арабскую десятичную систему счисления, а в средствах вычислительной техники используются позиционные системы счисления с различными основаниями.

§ 2.2. Форматы и структуры представления данных в ЭВМ

2.2.1. Форматы данных с фиксированной и плавающей запятой

Форматы данных ЭВМ связаны со способами представления информации в виде *данных*, которые представляют сведения о лицах, явлениях, процессах в формализованном виде, удобном для накопления, переработки и потребления. Представление информации в виде данных осуществляется с помощью специального машинного языка.

Формат данных – способ распределения знаков в коде, предназначенный для распознавания отдельных составных частей данных по месту расположения и длине части кода [79].

Машинный язык – набор символов, система правил, использующая синтаксис и семантику языка [149].

В двоичном представлении информации элементы машинного набора символов (алфавита) представлены символами «0» и «1» – двоичные цифры, разряды, представляющие *биты* – минимальные единицы представления данных. Битами кодируются символы любого алфавита, используемого человеком.

Количество букв русского и латинского алфавита, всех десятичных цифр, а также специальных символов (запятая, точка, тире и другие) – это не более 100 знаков, которые можно закодировать семиразрядными двоичными числами ($2^7 = 128$).

Кодирование восьмиразрядным двоичным числом использует понятие *байт*.

Для представления информации с помощью двоичного кода применяют следующие обозначения совокупности двоичных разрядов (таблица 2.2, 2.3).

Таблица 2.2.

Единицы представления объёмов информации

Количество двоичных разрядов в группе	1	8	16	$8 \cdot 1024$	$8 \cdot 1024^2$	$8 \cdot 1024^3$	$8 \cdot 1024^4$

Наименование единицы измерения	Бит	Байт	Параграф	Килобайт (Кбайт)	Мегабайт (Мбайт)	Гигабайт (Гбайт)	Терабайт (Тбайт)

Таблица 2.3.

Единицы измерения объемов информации

Измерения в байтах								
ГОСТ 8.417-2002			Приставки СИ		приставки МЭК			
Название	Символ	Степень	Название	Степень	Название	Символ	Степень	
байт	Б	10^0	-	10^0	байт	В	Б	2^0
килобайт	кБ	10^3	кило-	10^3	кибибайт	KiB	КиБ	2^{10}
мегабайт	МБ	10^6	мега-	10^6	мебибайт	MiB	МиБ	2^{20}
гигабайт	ГБ	10^9	гига-	10^9	гибибайт	GiB	ГиБ	2^{30}
терабайт	ТБ	10^{12}	тера-	10^{12}	тебибайт	TiB	ТиБ	2^{40}
петабайт	ПБ	10^{15}	пета-	10^{15}	пебибайт	PiB	ПиБ	2^{50}

Существуют различные форматы данных, используемых в ЭВМ (таблица 2.4).

Таблица 2.4.

Форматы представления данных

Единицы информации	Разрядность	
	в байтах	в битах
Байт	1	8
Полуслово (параграф)	1	8
Слово	2	16
Двойное слово	4	32
Расширенное слово	8	64
Поле	До 256	До 2048

Слово – последовательность знаков, рассматриваемых как одно целое.

ЭВМ имеет: 1) определенную разрядность памяти; 2) емкость одной ячейки ЭВМ (слово).

Поле – последовательность битов, байтов или слов, созданная исходя из целей с конкретным смыслом.

В ЭВМ могут обрабатываться поля как постоянной (таблица 2.3), так и *переменной* длины.

Поля переменной длины имеют размер целого числа байт в пределах от 0 до 256.

Поля постоянной длины представлены в таблице 2.3. Числа с фиксированной запятой чаще всего имеют формат слова и полуслова, числа с плавающей запятой – формат двойного и расширенного слова.

Формат данных ЭВМ для двоичного числа – $193_{(10)} = 11000001_{(2)}$ с фиксированной запятой представлен *словом* в таблице 2.4, а двоичного числа с плавающей запятой – *двойным словом* в таблице 2.5 [79].

Таблица 2.5.

Формат числа с фиксированной запятой формата (слово со знаком)

	Знак числа	Абсолютная величина числа														
№ разряда	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Число	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1

Кроме рассмотренных форматов представления данных, для двоично-десятичных чисел могут использоваться форматы, представленные полями переменной длины: упакованный и распакованный (зонный, неупакованный) десятичные форматы.

2.2.2. Типы структур представления данных в ЭВМ

В основе построения алгоритмов и разработки на их основе программ для ЭВМ лежит описание действий с начальными, промежуточными и выходными данными. Для алгоритма и программ главной задачей на начальном этапе разработки является представление и организация указанных данных. Это предполагает организацию надежного хранения больших объемов информации и обеспечение упрощенного доступа к ней. Обработка информации является абстрактной моделью составляющих реального мира.

При решении задачи необходимо определиться с полным множеством данных, наиболее значимых для отображения реальной действительности. Затем производится выбор способа представления обрабатываемой информации. Представление данных учитывает функциональные возможности ЭВМ и установленного программного обеспечения. Важная роль здесь отводится свойствам самих данных и операциям, выполняемым над ними.

На возможности представления данных оказывает развитие ЭВМ и программирования. Существуют различные типы представления данных:

- простейшие неструктурированные данные;

- структурированные данные – сложные данные, которые обладают определенной организацией и получаются различным сочетанием таких данных, как множества, массивы, записи, файлы;

- динамические структуры данных – данные, для которых память ЭВМ для их хранения выделяется в ходе процесса выполнения программы (линейные списки (одно- и двунаправленные)), стеки, деревья, графы.

Объектно-ориентированное программирование привело к устранению противостояние данных и программ и вводит понятие объекта, включающего данные вместе с процедурами их обработки.

Рассмотрим свойства различных представлений типов данных.

2.2.3. Простейшие неструктурированные данные

По аналогии с классификацией величин в математике наука информатика определяет следующие типы данных: *константу, переменную, выражение или функцию*.

Тип данных характеризуется множеством значений, принимаемых константой, переменной, выражением, функцией.

Простые типы данных – данные, в которых одному имени соответствует одно значение.

Типу данных приписывают строгое правило, когда тип в явном виде указывается в описании. К данным всех типов применяются определенные *операции*, подчиняющиеся *аксиомам*:

- над целыми числами выполняются операции сложения, вычитание и умножения;

- операции, связанные с делением и не выводящие за границы множества целых чисел – это определение целой части от деления и определение остатка от деления;

- целые числа, которые использует ЭВМ, обладают теми же свойствами, что и целые числа в арифметике, а все вычисления с ними выполняются точно;

- свойства целых чисел в ЭВМ имеют отличие от применяемых в математике ограниченностью диапазона. Для каждой ЭВМ существует самое большое допустимое целое число $M_{+\infty}$ и самое малое отрицательное число $M_{-\infty}$ (2.4).

$$M_{+\infty} + 1 = M_{-\infty} \quad (M_{-\infty} - 1 = M_{+\infty}) \quad (2.4)$$

- над действительными (вещественными) числами выполняются операции сложения «+», вычитания «-», умножения «*», деления «:», так же, как и над математическими действительными числами, но с определенной точностью, которая не превосходит некоторое фиксированное значение и определяется тем, что представления чисел в ЭВМ ограничены длиной, за-

висящей от конкретной ЭВМ и системы программирования. Пример: $2/3 = 0,666666$ имеет конечное число разрядов, тогда как математически точное десятичное представление дроби $2/3$ будет представлять бесконечно длинное число;

- главное свойство *литерных (символьных)* данных – это их упорядоченность, сравнимость. Признаком значения символьной или текстовой величины являются кавычки, и справедливо «*a*» < «*b*», «*b*» < «*c*», «*c*» < «*d*» и т.д. В силу того, что каждый символ имеет определенный числовой код (например, буква «А» кодируется числом 63), упорядочение символов происходит в соответствии с этими числовыми кодами [79]. Имеются функции, позволяющие получить по символу его код и символ по коду;

- для строчных величин единственной выполнимой операцией является конкатенация («сложение») строк. Например, «*abed*» + «*efg*» = «*abcdefg*»;

- к логическим данным, способным принимать значения «истина» («true») или ложь» («false»), применимы основные операции логики высказываний: конъюнкция (логическое «и» – «and»), дизъюнкция (логическое «или» – «or»), отрицание (логическое «не» – «not»), операции импликации («если»), эквиваленции («если и только если») и т.п., которые определяются таблицей истинности, таблица 2.6.

Таблица 2.6.

Таблица истинности для логических операций

A	B	«и» (A and B)	«или» (A or B)	«не» (not A)
И	И	И	И	Л
И	Л	Л	И	Л
Л	И	Л	И	И
Л	Л	Л	Л	И

2.2.4. Структурированные типы данных

1) Классификация структурированных типов данных

Наряду с рассмотренными простыми типами данных, широко используются и обладают значительными возможностями структурированные типы данных, определяемые разработчиком программы, в рамках возможностей используемого языка программирования. Необходимость структурирования данных обусловлена логикой прикладной задачи и наличием в ней значительного количества входных и выходных данных, отдельное именование каждого из которых практически затруднено. В силу определенных ограничений возможностей языка программирования, на который

ориентированы алгоритмы и программы, возможности структуризации переменных на уровне сложных структур не совпадают. Однако многие структуры стали традиционными и реализованы в большинстве используемых на практике языков программирования [79].

Известны следующие основания классификации структурированных типов данных:

- однородные, неоднородные;
- упорядоченные, неупорядоченные;
- данные прямого доступа и последовательного доступа;
- статические, динамические.

В однородных типах данных все элементы являются целыми числами или символами.

В неоднородных типах данных все элементы имеют разную природу (числа чередуются с символами).

В структуре с упорядоченным типом данных между элементами определен порядок следования (числовая математическая последовательность, для каждого элемента которой есть предыдущий и последующий, а индексация элементов структуры характеризует ее упорядоченность).

В структуре данных с прямым доступом к каждому элементу пользователь имеет доступ в любой момент независимо от других элементов (в линейной таблице чисел можно списать или заменить одновременно любой элемент).

В структуре данных с последовательным доступом каждый элемент, наоборот, недоступен пользователю в любой момент (таблица, элементы которой последовательно записаны на аудионоситель).

В статической структуре размер данных (длина, количество элементов) неизменяем в ходе обработки, а является фиксированным заранее.

В динамической структуре размер данных устанавливается или изменяется в ходе решения задачи.

2) Структурированные типы данных (массивы)

Массив – структурированные типы данных (регулярный тип) – однородная упорядоченная статическая структура прямого доступа, представляющая однородный набор величин одного и того же типа, называемых компонентами массива, объединенных одним общим именем (идентификатором) и идентифицируемых (адресуемых) вычисляемым индексом.

Все однотипные компоненты массива имеют одно и то же имя, но различаются по индексам, которые могут иметь характер целых чисел диапазона, литер, перечисленных констант. Индексы позволяют адресовать компоненты массива, что обеспечивает доступ в произвольный момент времени к любой из них как к одиночной переменной (рисунок 2.1) [123].

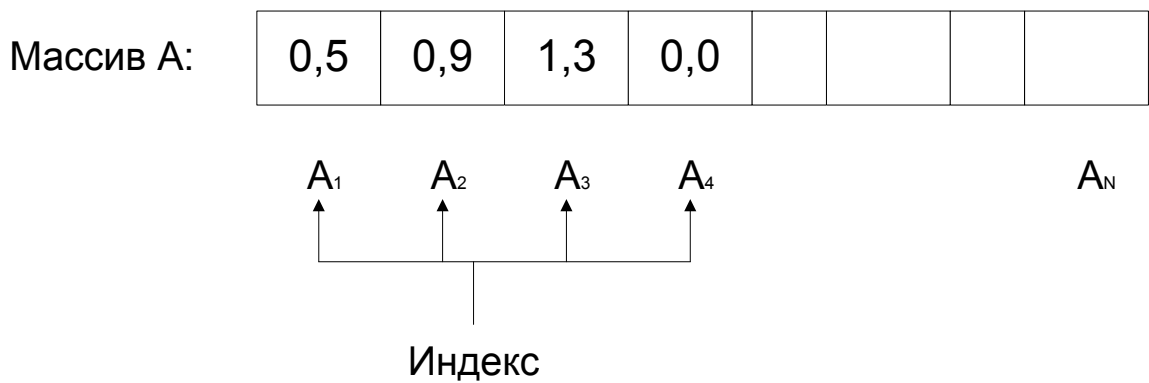


Рисунок 2.1. Одномерный массив.

В рассматриваемом одномерном массиве, включающем набор элементов (компонентов), широко осуществляемой операцией является выборочное изменение отдельных его компонент. Вычисляемые индексы позволяют использовать единое обозначение элементов массива для описания массовых однотипных операций в циклических конструкциях программ.

Массив характеризуется статичностью, которая предполагает, что массив должен быть описан в программе путем определения типа и числа его компонент, которые не могут быть изменены в ходе выполнения программы.

Компонентами массива могут быть простейшие данные, структурированные данные, в том числе массивы. В последнем случае образуется массив массивов – *многомерный массив*, индексация элементарных компонент которого осуществляется двумя, тремя и более индексами. Известно, что в системах программирования существуют специальные виды массивов: *массив литер (символов)* определяется как строка [79].

Данные, хранящиеся в массивах, находятся в оперативной памяти ЭВМ, что обуславливает ряд особенностей доступа к ним:

- ускорение доступа в ходе решения задачи;
- наложение ограничений на объем возможной информации, организованной в виде массивов, что накладывает ограничения на создание новых массивов для перемещения данных из уже существующих без явной на то надобности.

Двумерный массив может быть представлен плоской таблицей 2.7.

В этом массиве для одного имени (идентификатора) каждая из этих компонент фиксируется значениями двух индексов (номер строки, номер столбца), на пересечении которых находится эта компонента.

Таблица 2.7.

Графическая модель двумерного массива

$i \setminus j$	1	2	3	4	...
1	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	...
2	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}	...
3	A_{31}	A_{32}	A_{33}	A_{34}	...
4	A_{41}	A_{42}	A_{43}	A_{44}	...
...	...	...	...	...	...

3) Записи, множества, файлы

Запись – комбинированный тип структурированных данных, представляющих обобщение массива, и являющихся неоднородной упорядоченной статической структурой прямого доступа.

Запись представляет набор именованных компонент – *полей* (в том числе и разного типа), объединенных одним общим именем и идентифицируемых (адресуемых) с помощью имени записи и имен полей (рисунок 2.2).

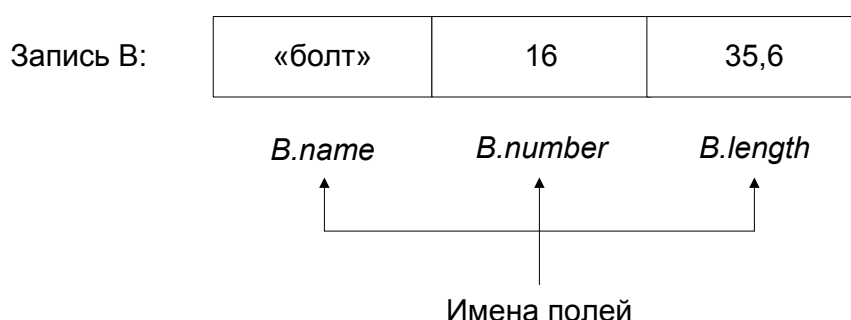


Рисунок 2.2. Вариант структурированных данных «запись».

Рассматриваемая запись состоит из трех полей:

1-е поле – название детали (тип данных – «текст»);

2-е поле – условный номер детали по каталогу (тип данных – «целое число»);

3-е поле – длина детали (тип данных – «вещественное число») [79].

При работе с одной записью имя поля можно использовать в качестве обычной переменной, изменяя значение поля с помощью операции присваивания или других доступных операций над величинами данного типа. Если такая запись представляет только часть набора данных, то имя поля состоит из двух частей (составное имя поля) (рисунок 2.2). В различных языках программирования для работы с полями применяют специальные средства для облегчения их адресации.

Особенности записей и массивов:

- общее свойство – произвольный доступ к компонентам;
- записи универсализированы из-за того, что для них не требуется идентичность типов их компонент;
- массивы являются более гибкими и характеризуются тем, что индексы их компонент можно вычислять в отличие от имен полей записей [208].

Множества – структура данных, моделирующая свойства математического объекта, над которыми разрешено выполнять следующие операции:

- 1) объединение множеств (сложение);
- 2) пересечение множеств (умножение);
- 3) теоретико-множественная разность (вычитание множеств);
- 4) проверка принадлежности элемента множеству.

Различия между множеством и массивом:

- размер множества заранее не устанавливается (хотя в ЭВМ ограничен, например 255);
- единственным способом доступа к элементам множества является проверка принадлежности множеству.

Файл – однородная упорядоченная динамически изменяющаяся структура с последовательным доступом, представляющая *очередь*.

У файла более сложная структура данных, чем у рассмотренных выше.

Файл – последовательный набор данных, команд или программ, хранящихся на ВЗУ.

Независимо от типов ВЗУ выделено абстрактно свойство очереди как структуры данных, используемых при решении задач обработки информации. Содержание этого свойства отражено в известном принципе извлечения и добавления компонент к очереди: «первым вошел – первым вышел» (first in, first out – «FIFO») (рисунок 2.3).

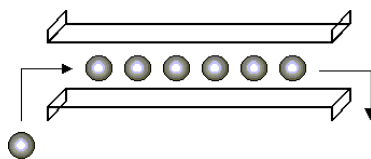


Рисунок 2.3. Структура данных типа «очередь FIFO».

Кроме рассмотренного типа данных, существуют разновидности файлов, которые не подчиняются условию последовательности доступа к его компонентам. Такие файлы называют *файлами прямого доступа*, которые не являются очередями.

4) Наложение структур данных

На основе рассмотренных создаются различные интегрированные структуры данных, содержание которых определяется описанием выбранного языка программирования. Наиболее часто используется известное наложение *файла записей*, используемое в базах данных.

5) Структура данных «стек»

Стек (stack – магазин) – структура данных, представляющая линейный список (linear list), все записи в котором выбираются, вставляются и удаляются с входного конца, называемого вершиной списка.

В рассматриваемой структуре данных вставка и удаление вершины стека называется операциями *проталкивания* в стек и *выталкивания* из стека. Стеки часто используются при проведении рекурсивных вычислений [79].

6) Иерархическая организация данных

Иерархическая организация данных (иерархия данных – data hierarchy) – частично упорядоченные отношения между элементами некоторого множества. Она должна удовлетворять всем свойствам операций над множествами: выделение подмножества, упорядочение элементов по алфавиту, транзитивность и др.

Любая запись может «владеть» только одним набором записей более низкого уровня и быть членом только одного такого набора. Хранение данных, имеющих иерархическую структуру, осуществляется с помощью различных ВЗУ.

Пример такой организации структуры данных – генеалогическое дерево рода человека, корнем которого является его имя. Другим уровням отведены имена детей, внуков и т.д. Для структурирования таких данных и расположения их в текстовом массиве создается специальная динамическая структура, обрабатываемая с использованием языков программирования.

§ 2.3. Теоретические основы использования математики и направления развития информационных технологий

2.3.1. Информатика и численные методы

Обширную область вычислительных наук и приложений теоретической информатики составляет численный анализ, развиваемый научными сообществами Москвы (школы П.С. Бахвалова, А.А. Дородницына,

Г.И. Марчука, А.А. Самарского, А.Н. Тихонова), Новосибирска (школы М.М. Лаврентьева, С.Л. Соболева, Н.Н. Яненко), Санкт-Петербурга (школы Д.К. Фаддеева, В.Н. Фаддеевой), Воронежа (школа М.А. Красносельского). Современные исследования в области новых и переосмысления старых численных методов группируются вокруг «типичных» задач, к которым относят *задачи математического анализа, алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, задачи оптимизации* (минимизация времени решения и памяти), *экстремальные задачи, обратные задачи*. Следует отметить бурное развитие методов решения дифференциальных уравнений с частными производными, методов отыскания экстремумов, применяемых не только в задачах физического цикла, но и оптимального управления в технических, административных, производственно-хозяйственных (экономических) сферах, и методов обработки экспериментальных данных.

Решение сложных задач и задач большой размерности (напр., решение систем дифференциальных уравнений в частных производных с числом неизвестных 10^6 и более) вызвало к жизни *исследование устойчивости методов и алгоритмов к различного рода ошибкам*, в том числе – ошибкам округления, методов решения неустойчивых некорректно поставленных задач (обратные задачи, задачи обработки результатов экспериментов), потребовавших нахождения специальных приближенных и эвристических решений.

Первостепенная роль при решении сложных многомерных нелинейных задач и моделей стала принадлежать оптимизации методов по точности, времени, памяти, изучаемой научной школой Н.С. Бахвалова, – при этом достигается такой качественный скачок за счет эффективности методов решения, как и при переходе к суперЭВМ с новой архитектурой [55; 205].

Мощные ЭВМ и улучшение математического образования, обострившее понимание процессов и явлений науки, техники, общественной сферы, резко усилили *роль математического эксперимента*, включающего построение и исследование математических моделей с визуализацией пространственных регулярных структур в абстрактных представлениях. При этом не только исследуются свойства новых методов решения и применимость моделей ко многим явлениям, сходным по формальной структуре, но и реализуется граничащий с задачами искусственного интеллекта метод доказательных вычислений в анализе, в доказательстве теорем и формулировке новых гипотез, в игровых задачах и пр. (С.В. Емельянов, А.А. Самарский).

В тех областях вычислений, где аналитические подходы нерезультативны, организовывается математический эксперимент в сочетании с аналитическими выкладками; результативность эксперимента определяется степенью оптимальности дискретизации, изучаемой в рамках теории алгоритмов, концепции ненасыщаемых алгоритмов, теории дискретизации

функциональных компактов. Все чаще результаты математических экспериментов позволяют обнаруживать и предсказывать ранее не открытые явления в физике, химии, биологии, экологии.

Многие разделы численного анализа переживают бурную перестройку в связи с переходом от однопроцессорных ЭВМ, где время решения было пропорционально числу операций, к конвейерным процессам, параллельным системам, к существенно возросшим объемам памяти [76].

Изменились взгляды на оценку оптимальности алгоритмов; подчас предпочитают те, что хотя и содержат большее число операций, но обладают высоким параллелизмом (В.В. Воеводин).

Еще одной тенденцией является предпочтение алгоритмов, приводящих к заполненным матрицам вместо ранее высоко оцениваемых и приводящих к разреженным матрицам.

Актуальной областью научного творчества стали широко применяемые аналитические расчеты с помощью ЭВМ в алгебре, анализе (компьютерная алгебра) и в некоторых слабоисследованных областях (труды С.А. Абрамова, А.А. Летичевского, Н.М. Глазунова).

Активное внедрение численных методов в большинство областей деятельности человека и перевод фундаментальных и прикладных наук на рельсы математики привели к стремительному развитию физики, химии, биологии, экономики и др., которые оказывают сильное воздействие на развитие информатики и кибернетики.

2.3.2. Теория информации в информатике

Как самостоятельный раздел прикладной математики, включающий довольно разрозненные научные дисциплины, сформировалась *теория информации*. Развитию теории, связанному как с расширением представлений об информационных процессах, так и с исследованием физических механизмов, лежащих в их основе, посвящены труды научных школ Р.Л. Добрушина, А.Н. Колмогорова, В.А. Котельникова, Б.И. Сифорова, Р.Л. Стратоновича (Москва). Одним из важных результатов переосмысления ранее развивавшихся теорий и представлений стало осознание возможности абстрактного за счет отвлечения от смысла сообщения, вычисления меры информации. Наиболее простым считается вычисление по Хартли, но оно неудобно в приложениях.

Теория Шеннона имеет, несомненно, большой успех, что вызвано ее «родством» с прикладными задачами передачи сообщений (теорема кодирования в ней является центральной), но выбор только вероятностной модели неопределенности накладывает ограничения на приложения шенновского определения меры информации. Продолжаются попытки усовершенствовать теорию Шеннона и Уивера путем включения в нее дополнительных параметров, которые упрощенно можно назвать «интеллекту-

альные факторы». Однако при этом имеется в виду, прежде всего, «технологическое» направление теории информации, т.е. анализ дискретных транзакций (однократных или множественных) сообщения от отправителя к получателю, без разграничения собственно понятия информации и количества информации.

Ряд обобщений по теории информации дал А.Н. Колмогоров, определяя меру энтропии и средней взаимной информации в одном объекте относительно другого. Им разработан комбинаторный подход и мера эпсилон – энтропии, предложен алгоритмический подход к количеству информации в сообщении, т.е. к понятию энтропии сообщения. Колмогоровская энтропия объекта – это объем самого короткого, оптимального его описания.

В.Н. Агафонов и Я.М. Барздинь выяснили справедливость приложения формул случайных величин к индивидуальным объектам и установили соотношения между шенноновской и колмогоровской энтропиями [94].

Изучены подходы к формализации понятия ценности информации и разработке практической теории ценности на основе колмогоровской меры информации; построена система оценок для задач анализа и синтеза (Ф.Ф. Химушин, А.В. Шилейко). Проблемы изменения ценности информации со временем и приложения понятия выбора цели к объектам, имеющим информацию и способным к авторепродукции, рассмотрены в рамках формирующейся динамической теории информации, оперирующей терминами синергетики (Н.М. Романовский).

М.П. Мариновым исследованы методы определения энтропийно-информационных характеристик систем, основанные на измерении потоков информации через подсистемы ЭВМ; намечены общие подходы к исследованию вычислительных процессов по мере переноса информации и введено понятие меры внутренних затрат (Ф.Ф. Химушин).

Р.Л. Стратонович открыл ряд интересных аналогий шенноновской теории с классической термодинамикой [197; 91].

Устранение ограничений на приложения шенноновского определения меры информации с сохранением шенноновских теорем кодирования составляют главное отличие теории, основанной на «пессимистическом» типе модели неопределенности, включающей меры нечетких множеств; она, по-видимому, сможет охватить семантические аспекты понятия информации (Н.Н. Дидук).

Некоторые проблемы связи алгоритмической теории информации с семантическими аспектами исследованы Ю.И. Маниным и Ю.А. Шрейдером, предложившим тезаурусный подход. Значительная часть трудов относится к кодированию источников сообщений [76]. В области дискретных источников изучались различные статистические модели с определением скорости создания информации (Ф.Н. Тарасенко); изучались свойства ин-

формации между сообщениями и ансамблями, в том числе и непрерывными, и относительной их энтропии (М.С. Пинскер).

В.Д. Колесником исследованы нетривиальные методы кодирования в дискретных и непрерывных каналах с помехами, позволяющие осуществить передачу сообщений с высокой достоверностью и скоростью. Изучались задачи кодирования с заданным критерием качества – наименьшей достижимой ошибкой при передаче сообщения данного источника по данному каналу (Р.Л. Добрушин).

Современная проблематика теории информации во многом определяется достаточно трудными задачами кодирования в сетях ЭВМ и системах передачи данных с большим числом пользователей; основная задача при этом сводится к описанию множества всех наборов скоростей, при которых возможна передача сообщений источников по адресатам.

Ряд интересных идей разработан в рамках семантической концепции теории информации. Результаты заключаются в возможности измерения содержания (предметного значения) суждений. Но содержание всегда связано с формой, поэтому синтаксические и семантические свойства информации взаимосвязаны, хотя и различны. Получается, что содержание все-таки можно измерить через форму, т.е. семантические свойства информации выразить через синтаксические. Поэтому и исследования семантики базировались на понятии информации как уменьшении или устранении неопределенности, с которым мы уже знакомы [76].

Необходимо отметить, что методы точного количественного определения смыслового содержания информации в настоящее время еще не разработаны, поэтому целесообразно ограничиться только кратким описанием подходов к решению этой проблемы.

Первую попытку построения теории семантической информации предприняли Р. Карнап и И. Бар-Хиллел. Они положили начало применению идей и методов символической логики и логической семантики к анализу информационного содержания языка науки. Р. Карнап и И. Бар-Хиллел предложили определять величину семантической информации посредством так называемой логической вероятности, которая представляет собой степень подтверждения той или иной гипотезы. При этом количество семантической информации, содержащейся в сообщении, возрастает по мере уменьшения степени подтверждения априорной гипотезы. Если вся гипотеза построена на эмпирических данных, полностью подтверждаемых сообщением, то такое сообщение не приносит получателю никаких новых сведений. Логическая вероятность гипотезы при этом равна единице, а семантическая информация оказывается равной нулю. Гипотеза здесь полностью вытекает из данных опыта. И, наоборот, по мере уменьшения степени подтверждения гипотезы или запаса знаний количество семантической информации, доставляемой сообщением, возрастает. Чем больше логическая вероятность высказывания, тем меньше должна быть мера его содер-

жения, т.е. чем больше описаний состояния «разрешает» то или иное высказывание, тем меньше должна быть его семантическая информативность и, наоборот, чем больше описаний состояния им исключается, тем больше должна быть его информативность. Таким образом, семантико-информационное содержание высказывания определяется не тем, что содержит данное высказывание, а тем, что оно исключает.

В настоящее время развивается *динамическая теория информации*, в которой ставятся и решаются вопросы о механизмах генерации и рецепции информации, оценке ее ценности, а также эволюции ценности, новизне, различии целей, математических моделях развития систем. В этой теории стадии информационного процесса рассматриваются с позиций синергетики.

Необходимо отметить, что методологические аспекты связи информации и самоорганизация до сих пор не проработаны. Причинами этого являются множественность разнообразных, непохожих друг на друга трактовок понятия «информация», порой не выходящих за пределы метафор; неопределенность интерпретации на уровне термодинамических аналогий.

2.3.3. Теория вероятности в информатике

Теория вероятностей поставляет для практики разнообразные математические модели типичных случайных явлений, в рамках моделей изучаются присущие этим явлениям вероятностные характеристики и закономерности, разрабатываются методы решения задач управления.

Если при этом рассматриваются свойства конечных наборов случайных событий и величин в условиях сложившейся случайной ситуации (в статике), то в теории случайных процессов изучаются бесконечные множества случайных событий и величин, разворачивающихся во времени, на которые воздействуют случайные факторы в их динамике. Этим и определяется роль теории случайных процессов как получившей наиболее глубокие практические приложения научной дисциплины, основанной на теории вероятностей.

Одним из приложений является теория диффузионных процессов, обобщением которой стало представление процесса в виде решения стохастического дифференциального уравнения. На основании соответствующих выводов строятся оптимальные алгоритмы распознавания, преследования и убегания в стохастических играх, находится оптимальное управление движением в условиях неопределенности и упреждающие допуски для меняющихся параметров радиоэлектронных элементов (при выходе из которых устройство отключается), рассчитывается надежность устройства, как вероятность пребывания его параметров в пределах допусков [76].

В экономической кибернетике диффузионные процессы позволяют строить модели с учетом реальных отклонений от равномерного течения, в теории массового обслуживания описывается поведение очередей на удовлетворение спроса, в статистике – для обоснования непараметрических критериев проверки гипотез; известны также применения для исследования роста биологических популяций и в экологии (труды И.И. Гихмана, А.В. Скорохода, А.М. Яглома).

Стационарные в широком смысле случайные процессы, построенные на временных «средних» измерениях, вызвали развитие:

- линейной теории автоматического управления;
- оптимального управления реакторами и технологическими процессами;
- теории прогнозирования и фильтрации случайных процессов;
- распознавания и синтеза речи;
- выявления периодичностей в экономических и экологических процессах;
- исследования моделей жизнедеятельности живых систем и моделей экологии.

В моделях выделения сигнала считается, что шумовой процесс – стационарный; к этому же классу относят многие процессы экономической кибернетики.

Известны приложения теории стационарных в узком смысле случайных процессов, выводы теории (ее эргодические теоремы), – применимы к изучению *устойчивости динамических систем, к условиям безошибочной передачи данных по каналам и устройствам связи, к разработке алгоритмов кодирования-декодирования* (И.А. Большаков, В.С. Пугачев, Ю.А. Розанов, В.М. Шуренков) [90; 149].

Часто встречается ситуация, когда значения процесса образуются суммированием большого числа независимо воздействующих случайных факторов, соответствуют гауссовские случайные процессы. Это характерно, например, для статистической радиотехники – создана *теория нелинейных преобразований процесса при прохождении через нелинейные звенья* [76].

Важные приложения состав или локальные свойства гауссовских процессов – пиков, числа пересечений и пр. Все они используются в электронной инженерии, при расчете надежности элементов ЭВМ; близкая задача возникает при обосновании алгоритмов получения случайных чисел для целей статистического моделирования (Д.И. Голенко, Б.Р. Левин, Ю.Л. Розанов, А.А. Свешников).

Моделью динамики размножения и гибели биологических популяций, отказа и восстановления технических систем, образования очередей в системах обработки данных служат *цепи Маркова*. Ими описывается функционирование устройств памяти ЭВМ, они применяются в статисти-

ческом моделировании языка и машинном переводе, в моделях развития экономики и моделях множественных искажений передаваемых сообщений, в динамике конфликтных операций, в теории обучения и автоматическом чтении текстов, в импульсных САУ и экологических моделях (А.Н. Колмогоров, Р.Л. Стратонович, А.Н. Ширяев).

Сохраняя свойство независимости будущего от прошлого при фиксированном настоящем, марковские процессы находят приложения не только к дискретным, но и к непрерывным системам; на них основана теория массового обслуживания при расчете телефонных и транспортных сетей, эффективности ремонтных, снабженческих, медицинских и др. организаций, теория вероятности катастроф технических систем.

С помощью теории марковских процессов устанавливаются эргодические теоремы устойчивости поведения систем, в рамках теории массового обслуживания рассчитываются оптимальные методы резервирования, профилактики и контроля технических устройств. Теория марковских процессов применяется на всех уровнях организации вычислений – от проблемы гонок в микроэлектронике, оптимизации использования памяти ЭВМ, пакетного режима, деления времени, алгоритмов обмена данными между процессорами системы, задач оптимальной организации критериев при обслуживании с помощью ЭВМ потока требований – и до организации совместной работы компонентов в единой сети (Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко, В.И. Левин).

Основным численным методом анализа случайных процессов является метод статистического моделирования Монте-Карло, основанный на вероятностной интерпретации искомых величин и случайных испытаниях для их оценки [76].

Прикладные направления математической статистики – регрессия, факторный анализ, планирование экспериментов – дают методы оценки параметров и структур моделей, проверки гипотез, проведения экспериментов (В.Б. Калашников, И.Н. Коваленко, Н.А. Шишонов).

2.3.4. Математическая теория управляемых систем и информатика

Тенденция к интеграции охватила и научные дисциплины, развивавшиеся в рамках теории управления (главного понятия теоретической и технической кибернетики) – общую теорию систем, системный анализ, теорию исследования операций, системотехнику, теорию имитационного моделирования, – с которыми связаны труды ученых Москвы (школы Н.П. Бусленко, А.А. Воронова, А.Б. Куржанского, Ю.С. Осипова, А.С. Понтрягина, Я.З. Цыпкина), Киева (школы В.М. Глушкова, И.Н. Коваленко, А.И. Кухтенко, В.С. Михалевича), Свердловска (школа Н.Н. Красовского), Иркутска (школа В.М. Матросова).

Ее направленность – построение общенаучного базиса, единого для всей проблематики управления, для которого приемлем аксиоматический метод на основе порождающих математических структур (дедуктивный подход). Наиболее часто используются семь уровней абстрактного описания моделей и их возможные комбинации, дополненные моделями эвристического характера; такие уровни обычно соответствуют математическим структурам Бурбаки или их имманентным объединениям (труды А.И. Кухтенко); этот подход предпочтителен и в других дисциплинах, относящихся к проблематике управления. Очевидной представляется и необходимость привлечения новых ветвей математических знаний с использованием всего их разнообразия [103].

Так, на логическом уровне абстрактного описания теории динамических управляемых систем рассмотрена логика их функционирования (А.А. Ляпунов), но определение всех их свойств оказалось затруднительным. Теоретико-множественный уровень также не отобразил многих свойств: определение условий устойчивости, например, потребовало других методов (Е.А. Барбашин). Построение ветви теории, которая базируется на абстрактно-алгебраической структуре (Ю.А. Урманцев), также оказалось недостаточным для создания общенаучного базиса; в то же время этот уровень описания (по М. Арбибу) вскрыл единство динамических свойств управляемых систем со свойствами конечных автоматов. Топологический уровень описания позволил изучить нестационарные системы и системы с распределенными параметрами, построить теорию устойчивости систем (В.И. Зубов). Использование дифференцируемых структур дало новые результаты при решении задач инвариантности, декомпозиции, чувствительности, привело к получению конструктивно удобных критериев управляемости (В.В. Удилов).

В теории управляемых систем нашли широкое применение абстрактные алгебраические структуры – алгебра кватернионов при изучении гироскопических и бесплатформенных систем (В.Н. Бранец), алгебра Кингмана в теории массового обслуживания (Л. Клейнрок), алгебра Драймза, в которой элементом векторного пространства является оператор лага, а также многие другие операторные алгебры (Банаха, Дж. Неймана, Гельфанда) при изучении экономических и квантовомеханических систем. Важно отметить алгебру Кодда-Дейта для описания операций взаимодействия ЭВМ с базами данных (А.И. Дешко) и алгебру Хиггинса, являющуюся обобщением на случай нескольких носителей (многоосновность), в задачах проектирования ЭВМ и ПО (В.М. Глушков). Широко используются алгебра изображений Гренандера и алгебра эвристических алгоритмов Журавлева при распознавании образов, алгебра Любича в генетике [76].

Известны и применения вероятностных итеративных методов для задач оптимизации, адаптации, обучения, чувствительности (Я.З. Цыпкин),

методов тензорного исчисления, теории категорий и функторов, теории графов, теории катастроф.

Совокупность названных и других возможных методов может составить математическую теорию управляемых систем (МТУС). Формирование МТУС осуществляется на единой для теоретического естествознания математической основе, а высокий уровень абстрактного изложения позволяет многим ученым получить новые результаты. Очевидно, что математический базис имеет четкие границы применимости, попытки уйти от ограничительных требований изоморфности или гомоморфизма объекта и модели привели к квазианалоговому методу Г.Е. Пухова и методу сравнения В.М. Матросова, облегчающим исследование объектов [102; 113].

Наряду с расширением области имитационного моделирования (в том числе на сферу экологических и глобальных проблем) и вычислительного эксперимента (С.В. Емельянов, Н.Н. Моисеев, А.А. Самарский) развиваются способы исследования в интерактивном режиме на основе эвристических программ.

Это подтверждает необходимость объединения формальных и неформальных методов, привлечения современных средств математики и различных уровней абстрактного описания при изучении сложных систем и решении масштабных проблем. Итак, рассмотрение различных трактовок позволяет сделать вывод о целесообразности индуктивного пути построения МТУС, открывающего возможность обобщения уровня результатов, полученных для каждого из первоначальных уровней описания. При этом используются не собственные аксиомы теории систем, а аксиоматика математических структур, проявляется синтезирующая роль математики [113; 122; 154].

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Охарактеризуйте виды систем счисления.
2. Какие системы счисления используются в средствах вычислительной техники?
3. Дать определения понятий: «данные», «формат данных», «машинный язык», «поле».
4. Какие существуют единицы представления информации?
5. Перечислите типы предоставления данных.
6. Перечислите существующие типы структур представления данных и их основное содержание?
7. Дать определение понятиям «неструктурированные данные», «структурированные данные», «динамические структуры данных».
8. Раскрыть содержание простейших неструктурированных типов данных.
9. Дать определение и раскрыть содержание понятия «массив».
10. Опишите теорию семантической информации.
11. Опишите связь теории управляемых систем и информатики.

ГЛАВА 3. Технические аспекты реализации информационных технологий

§ 3.1. Тенденции развития ЭВМ и вычислительных систем

В настоящее время развитие средств вычислительной техники идет по двум направлениям [187; 188].

1. Электронные вычислительные машины и простейшие вычислительные системы. Эти вычислительные средства основываются на эволюционных модификациях концептуальной последовательной машины Дж. фон Неймана (1945). Их процесс развития отражен в трех поколениях. Функциональные структуры ЭВМ первого поколения (1949) полностью основаны на машине Дж. фон Неймана и на ламповой элементной базе. Создание ЭВМ второго (1955) и третьего (1963) поколений сопровождалось не только отходом от принципа последовательной обработки информации, но и сменой элементной базы: переходом на транзисторы и интегральные схемы соответственно.

Пределом в эволюционной модификации концептуальной ЭВМ Дж. фон Неймана является конвейерный способ обработки информации в сочетании с векторизацией данных. Последний нашел воплощение уже в архитектурно развитых ЭВМ третьего поколения (допускающих одновременное или параллельное выполнение небольшого числа операций). А такие ЭВМ по сути представляют собой простейшие вычислительные системы.

Вычислительные средства данного направления постоянно совершенствуются. Однако расширение функциональных возможностей, повышение быстродействия и надежности, уменьшение стоимости и сокращение габаритных размеров ЭВМ и простейших ВС достигаются главным образом за счет улучшения физико-технических характеристик элементов и внутренних информационных каналов.

Технический прогресс в этом направлении был настолько бурным, что уже после третьего поколения ЭВМ трудно выделить периоды для указания каких-либо новых поколений.

Для любого из трех поколений ЭВМ, для каждого из последующих этапов технического и технологического развития вычислительной техники (ВТ) можно указать суперЭВМ, т.е. машины, обладающие предельными характеристиками по эффективности. Характерным для современного этапа является то, что архитектурные решения, которые были прерогативой суперЭВМ 1970-х и 1980-х годов, переместились с макроуровня на микроуровень, т.е. нашли воплощение в современных микропроцессорах (или в больших интегральных схемах – БИС).

2. Вычислительные системы (ВС). Эти средства базируются на принципе массового параллелизма при обработке информации. Вычисли-

тельные системы (в концептуальном плане) являются диалектической противоположностью ЭВМ, их функционирование основано на имитации работы не отдельных людей, занятых расчетами, а коллективов людей-вычислителей. Это позволяет преодолеть барьер производительности, существующий для ЭВМ, достичь высокой надежности и живучести, осуществимости решения задач, значительно улучшить технико-экономические показатели. Данное направление адекватно учитывает текущие достижения в технологии БИС и ориентировано на применение полупроводниковых пластин с большим количеством элементов обработки информации. Вычислительные системы относятся к четвертому и последующим поколениям средств обработки информации.

Современная ВТ представлена широким спектром средств обработки информации от персональных компьютеров до ВС с массовым параллелизмом. Уровень быстродействия ЭВМ составляет миллиарды операций с плавающей запятой в секунду (GigaFLOPS). Вычислительные системы могут иметь в своем составе сотни, тысячи и даже миллионы процессоров (арифметико-логических устройств).

Анализ самых мощных компьютеров мира, созданных в 2000–2004 годах, показывает, что число процессоров в них достигает 10^2 – 10^4 . При этом производительность компьютеров составляет 10^{12} ... 10^{14} операций с плавающей запятой в секунду (1... 100 TFLOPS).

Архитектура ВС постоянно совершенствуется, существует четко выраженная тенденция к построению распределенных систем с программируемой структурой. В таких ВС нет единого общего ресурса, отказ которого приводил бы к отказу системы в целом, средства управления и обработки информации, а также память распределены «в пространстве». Они обладают способностью автоматически реконфигурироваться, т.е. программно настраиваться под структуру и параметры решаемой задачи, под сферу применения [63].

Прогресс в индустрии обработки информации обусловлен достижениями в архитектуре и теории функционирования «крупномасштабных» ВС, в параллельной вычислительной математике, в программном обеспечении систем, но и также успехами интегральной технологии.

Очевидно, что будущие БИС – это ансамбли взаимосвязанных процессоров (System-on-chip), размещенных на пластине большого размера (с диаметром 200...500 мм). Такие интегральные схемы могут быть названы системными БИС, или «системами – на – кристалле», так как они, по сути, будут параллельными микро ВС с массовым параллелизмом. В скором будущем системные БИС будут состоять из 128 элементарных процессоров.

На смену технологическому процессу производства БИС на основе кремния придут нанотехнологии. Многие компании уже инвестируют в «посткремниевые» технологии. Так, фирма IBM делает ставку на углерод-

ные нанотрубки. В ее лабораториях в настоящее время ведутся работы с образцами логических элементов на базе данной технологии.

В BellLabs создан «транзистор в одну молекулу» – органический транзистор, основанный не на кремнии, а на углероде. Он выращен методом химической самосборки молекул. Длина канала органического транзистора BellLabs (т.е. расстояние между электродами) составляет всего лишь 1 ...2 нм (1 нм = 10^{-9} м), т.е. примерно в 100 раз меньше, чем в последних достижениях кремниевой технологии (130 нм).

Разработка вычислительных систем тесно связана с возникновением научного направления «Отображение проблем вычислительной математики на архитектуру вычислительных систем», создание которого можно отнести к концу 70-х годов. Бурное развитие микроэлектроники позволило достичь в те годы невиданного ранее скачка в развитии вычислительной техники. Стали функционировать вычислительные системы с производительностью несколько сотен миллионов операций в секунду, мощность проектируемых систем определялась миллиардами операций. Появились многочисленные устройства, позволяющие очень быстро решать различные простые задачи, такие как матричные и векторные преобразования, быстрое преобразование Фурье, обработка сигналов, распознавание простейших изображений и т.п.

Основной целью создания этих устройств было ускорение и упрощение процесса решения конкретных задач. Каждое из них имело свою собственную, связанную с конкретной задачей архитектуру; и не было ничего общего между различными устройствами. Тем не менее успехи в микроэлектронике привели к появлению весьма дерзкой по тем временам мысли о возможности в будущем построения заказных специализированных вычислительных систем, ориентированных на эффективное решение конкретных классов задач.

Кроме впечатляющих результатов и радужных надежд успехи микроэлектроники принесли немало серьезных проблем в деле освоения вычислительной техники, в особенности больших параллельных систем. Очень скоро стало ясно, что построение для таких систем эффективных численных методов является делом и трудным, и малоизученным [108]. Трудности определялись главным образом значительным разнообразием архитектур самих систем и, как следствие, таким же разнообразием способов организации вычислений. Различные способы организации вычислений влекли за собой различные способы организации данных, требовали создания различных численных методов и алгоритмов, различного численного программного обеспечения, новых средств и языков общения с вычислительной техникой.

Основные трудности развития нового направления были связаны с отсутствием строгих математических постановок нужных задач. Понятно, что нельзя даже было надеяться на существование или разработку в бли-

жайшее время математической модели процессов функционирования ЭВМ, сколько-нибудь адекватно отражающей действительность. Только число названий различных классов вычислительной техники измерялось десятками: векторные, конвейерные, многопроцессорные, систолические, программируемые.

Тем не менее, несмотря на большое разнообразие, во всех представителях из всех классов можно было увидеть применение нескольких идей, решающим образом влияющих на производительность. Это, в первую очередь, параллелизм [46] и конвейерность вычислений [82], иерархическая структура памяти, использование коммутаторов и коммуникационных сетей для связи функциональных устройств между собой.

Поэтому было ясно, что как минимум эти идеи должны находить свое отражение в структуре численных методов. Несмотря на длительный период развития вычислительной математики вообще и численных методов и алгоритмов в частности, математики в действительности очень мало знают о том, как на самом деле устроены разрабатываемые и используемые ими методы и алгоритмы. Господствовавшая в течение нескольких десятилетий концепция однопроцессорных ЭВМ обращала внимание разработчиков алгоритмов в основном лишь на две характеристики, связанные с вычислительной техникой. Это число операций и объем требуемой памяти. Даже такой важный фактор, как влияние ошибок округления, чаще всего в конкретных разработках выпадал из сферы внимания.

Это привело к тому, что к моменту широкого внедрения достижений микроэлектроники в создание вычислительных систем вычислительная математика оказалась без нужного багажа знаний, касающихся структуры алгоритмов. Без нужного багажа знаний оказались и смежные науки, в частности, связанные с разработкой алгоритмических языков, компиляторов и архитектуры вычислительных систем. Поэтому сразу появилось большое число вопросов, относящихся к тому, что же понимать под структурой алгоритмов, как ее конструктивно находить и исследовать, как решать с ее помощью нужные задачи отображения вычислительной математики на архитектуру вычислительных систем.

Вычислительная техника и алгоритмы – это две опоры, на которых строится проблема отображения. Но как бы ни велики были достижения в области развития вычислительной техники, она является всего лишь инструментом для решения прикладных задач.

Поэтому представлялось естественным, что продвижение в решении проблемы отображения должно начинаться с разработки фундаментального математического аппарата, позволяющего описывать и исследовать детальную информационную структуру алгоритмов. Структуру, показывающую, как в процессе реализации алгоритма отдельные его операции связаны между собой и с памятью ЭВМ.

Такой аппарат удалось разработать, и наибольшую сложность вызвало отсутствие базового математического формализма, помогающего оценивать качество работы многих функциональных устройств и соответственно этому предлагать схемы реализации алгоритмов. Одной из центральных идей, позволяющих получить дополнительное ускорение процесса решения задач, является одновременное использование многих функциональных устройств [45]. Для оценки их работы были введены различные характеристики, такие как пиковая производительность, средняя производительность, ускорение, эффективность, загруженность. Всем этим характеристикам надо было придать четкий математический смысл.

С другой стороны, примерно в это же время в США, а под их влиянием и в Европе, начались активные исследования в области так называемых систолических массивов, которые представляют простейшие вычислительные системы с многими функциональными устройствами. Другой важнейшей идеей было использование так называемого конвейерного вычислителя.

Анализ процесса функционирования конвейерных вычислителей [159] позволил придать четкий математический смысл всем характеристикам, связанным с эффективностью использования многих функциональных устройств. Были установлены различные соотношения между ними. Однако самым интересным оказался анализ структуры алгоритма, реализуемого конвейерным вычислителем. Выяснилось, что этот алгоритм представляет объединение не связанных между собой одинаковых алгоритмов, отличающихся друг от друга только значениями входных данных. Другими словами, информационный поток, проходящий через конвейерный вычислитель, обязательно расщепляется на независимые однотипные ветви. Число этих ветвей определяется, главным образом, графом конвейерного вычислителя и может меняться при изменении графа от единицы до бесконечности.

Таким образом, был получен важный для того времени результат: для того чтобы задача эффективно решалась на вычислительной системе с многими функциональными устройствами конвейерного типа, необходимо, чтобы ее можно было представить как множество подзадач, состоящих из достаточно длинных, не зависящих друг от друга однотипных ветвей вычислений.

При проведении исследований процессов функционирования многих устройств не делалось никаких предположений о способах организации вычислений. Автоматически оказались в поле зрения параллелизм вычислений, конвейерность функциональных устройств, возможность образовывать сложные конвейеры, векторные и матричные вычисления. Как показали результаты исследований, эффективное использование многих функциональных устройств, вообще говоря, эквивалентно возможности организовывать конвейерные вычисления. При этом конвейеры надо понимать не

в традиционном, а в более широком смысле, в том числе с изменяемыми связями.

Много лет назад академик Г.И. Марчук настоял на открытии рассматриваемого научного направления. Выяснилось, что к нему примыкают такие разные области, как вычислительные и операционные системы, компиляторы и автономные программные системы, языки программирования, численные методы, дискретная математика, теория оптимальных процессов. Специалисты в этих областях говорят на разных языках и далеко не всегда понимают или даже хотят понимать друг друга. Тем не менее в интересах эффективного решения прикладных задач как на существующих вычислительных системах, так и на системах, которые только еще проектируются, возникает необходимость свести все это в нечто общее. В настоящее время создан фундамент нового направления и пройдено несколько шагов.

§ 3.2. Основные характеристики, классификация и принципы работы ЭВМ

Электронная вычислительная машина (ЭВМ) представляет собой комплекс технических средств для автоматической обработки информации, представленной в цифровых кодах. В соответствии с заданной программой машина автоматически реализует требуемый вычислительный процесс. В современном обществе практически не существует таких областей человеческой деятельности, в которых не были бы задействованы средства ЭВМ. Процесс замены рутинных операций объясняется способностью машины выполнять с более высокой скоростью требуемые расчетные операции, а также возможностью хранения больших объемов информации и вместе с этим выдавать высокоточные результаты вычислений.

Изобретателем первой вычислительной машины, предложившим в 1823 г. структуру автоматического вычислителя, считается английский математик Чарльз Бэббидж. Он построил пробную модель своей разностной машины, состоящую из шестеренок и валиков, вращаемых вручную при помощи специального рычага.

С начала возникновения идеи прошло полтора столетия, и только сейчас появилась необходимость в элементарной компьютерной грамотности любого человека. Почему же произошел столь большой временной разрыв между возникновением идеи и ее техническим воплощением? Обусловлено это тем, что оказывается при создании компьютера одним из главных моментов является элементная база, то есть кирпичики, из которых строится вся система.

Появление электронно-вакуумной лампы позволило претворить в реальность идею создания вычислительной машины, которая появилась в 1946 г. в США и получила название ЭНИАК – в переводе «электронный

численный интегратор и калькулятор». Этот момент явился точкой отсчета пути, по которому пошло развитие компьютера. В настоящее время насчитывают пять поколений компьютеров (таблица 3.1). При этом компьютеры пятого поколения отличаются от предшествующих не только элементной базой, но и структурой построения, способом общения с человеком.

Первое поколение (1946–середина 50-х годов). Элементной базой служат электронно-вакуумные лампы. В ЭВМ ЭНИАК было 20 тыс. электронных ламп, из которых каждый месяц заменяли 2000 штук. Первая отечественная ЭВМ создана в 1951 г. под руководством академика С.А.Лебедева. Быстродействие – 10-20 тыс. операций в секунду.

К машинам этого поколения отечественного производства относят БЭСМ-1, БЭСМ-2, «Стрела», «Урал-1», «Урал-2», «Урал-4», М-1, М-3, М-20 и др. Эти машины весьма громоздки, потребляют большое количество энергии, имеют невысокую надежность и слабое программное обеспечение. Быстродействие универсальных машин первого поколения не превышает нескольких десятков тысяч операций в секунду, а емкость оперативной памяти – 4Кб машинных слов.

Несмотря на указанные недостатки, машины первого поколения продемонстрировали широкие возможности выполнения вычислительных работ, в том числе в области космических исследований, ядерной физики, способствовали накоплению опыта по использованию ЭВМ в различных отраслях народного хозяйства.

Второе поколение (середина 50-х–середина 60-х). В качестве элементной базы используют активные элементы – полупроводниковые приборы (диоды, транзисторы). Это повлияло на все характеристики и возможности ЭВМ, процесс изготовления, габариты, надежность, быстродействие и т.д. Первой ЭВМ была модель RCA-501 (1959 г., США).

В СССР к этому поколению относятся «Минск 2», «Минск 22», «БЭСМ-6» и др. Их быстродействие сотни тысяч – 1 млн операций в секунду.

Третье поколение (середина 60-х–середина 70-х). В качестве элементарной базы используются интегральные схемы. При этом существенно уменьшились размеры, увеличилась надежность и быстродействие. ЭВМ этого поколения образуют программно-совместимую серию (семейство компьютеров). Программная совместимость означает, что разработанные программы для одной ЭВМ могут быть использованы для другой этой серии. Первой ЭВМ на интегральных схемах фирмы IBM стала IBM-360 (1965 г.). В России это ЭВМ серии ЕС ЭВМ, например ЕС-1022, ЕС-1060, семейство малых ЭВМ – СМ ЭВМ: СМ-4, СМ-1420. Быстродействие – сотни тысяч – миллионы операций в секунду.

Таблица 3.1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКОЛЕНИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Характеристика	Поколение			
	I	II	III	IV
Хронологические границы	конец 40-х – середина 50-х гг.	середина 50-х – середина 60-х гг.	середина 60-х – начало 70-х гг.	начало 70-х - 90-е гг.
Элементная база	электронные лампы	полупроводниковые элементы (транзисторы)	интегральные схемы	большие интегральные схемы (микропроцессоры)
Быстродействие (производительность), операций/с	десятки тысяч	сотни тысяч	миллионы	сотни миллионов
Объем оперативной памяти	десятки килобайт	сотни килобайт	единицы мегабайт	десятки мегабайт
Периферийные устройства	алфавитно-цифровые печатающие устройства, магнитные барабаны, перфокарточные устройства	накопители информации на магнитных лентах, на магнитных дисках	дисплеи, графопостроители, устройства коммутации, коммутаторы, терминалы, модемы	миниатюризация и стандартизация типовых устройств, лазерные устройства
Характер производства	индивидуальное производство	серийное производство	производство систем совместимых компьютеров	производство компьютерных систем и сетей
Область применения	научные расчеты	добавляются технические расчеты	добавляются экономические расчеты	применение во всех областях деятельности
				аналогично IV поколению
				добавляются системы искусственного интеллекта

Четвертое поколение. ЭВМ создают на основе больших интегральных схем (БИС) со степенью интеграции – миллионы элементов на одном кристалле. ЭВМ данного поколения развиваются в двух направлениях – создание многопроцессорных вычислительных систем типа «Иллиак-4», «Эльбрус-2» и современных сервер-станций и создание персональных компьютеров.

Пятое поколение. Для ЭВМ пятого поколения, которые разрабатываются пока в лабораторных условиях, характерно то, что элементная база основывается на сверхбольших интегральных схемах (СБИС) и на оптико-электронных элементах. Для оптических машин носителями энергии служат не электроны, а фотоны, что значительно повышает скорость передачи сигналов, поэтому быстродействие ЭВМ может достигнуть сотен миллионов операций в секунду. Для преобразования и передачи оптических сигналов применяют лазеры, светоизлучающие диоды, световоды и различные фотоприемники.

Дальнейшее развитие получает начавшийся еще в третьем поколении процесс образования вычислительных систем, сращивания машин и вычислительных центров с системами связи, образование сетей ЭВМ.

К основным характеристикам современных ЭВМ относят быстродействие, высокую точность решения поставленных задач, универсализацию в использовании и большой объем как внутренней, так и внешней памяти.

Быстродействие ЭВМ характеризуется количеством операций, выполняемых машиной в единицу времени. Ввиду того, что простейшие операции выполняются за разное время, принято указывать усредненное значение быстродействия. Быстродействие современных ЭВМ исчисляется миллионами операций в секунду.

Точность решения задач на ЭВМ (помимо точности самого метода решения) определяется как количество цифровых разрядов, необходимых для представления одного информационного слова. В ЭВМ используют двоичную систему счисления, в которой каждый цифровой разряд соответствует одному двоичному знаку (0 или 1). Для повышения точности вычислений увеличивают разрядность машины, что сказывается на увеличении характеристик ЭВМ [150].

Универсальность применения ЭВМ состоит в возможности решения различных задач при использовании одной машины. Для этого необходимо изменить задачу с новыми исходными данными.

Каждой ЭВМ присуща такая характеристика, как объем оперативной памяти для хранения промежуточных данных. Объем оперативной памяти и скорость обработки информации в ней играют большую роль. Так, при решении задач с большим количеством информации требуется, соответственно, большой объем оперативной памяти и высокая скорость доступа к этой информации.

Следующая характеристика современных ЭВМ – большой объем внешней памяти на носителях информации. Быстродействие данного вида памяти ниже оперативной, но имеет больший объем. Ее используют для хранения установленных программ и используемых данных.

В ЭВМ программным обеспечением считают совокупность программ, позволяющих организовать решение поставленной задачи.

Для характеристики ЭВМ используют другие показатели, такие, как надежность в работе, потребляемая мощность, стоимость и др.

Электронно-вычислительные машины можно классифицировать по различным признакам: по принципу действия, назначению, уровню специализации, типоразмеру, совместимости (рисунок 3.1) [150].

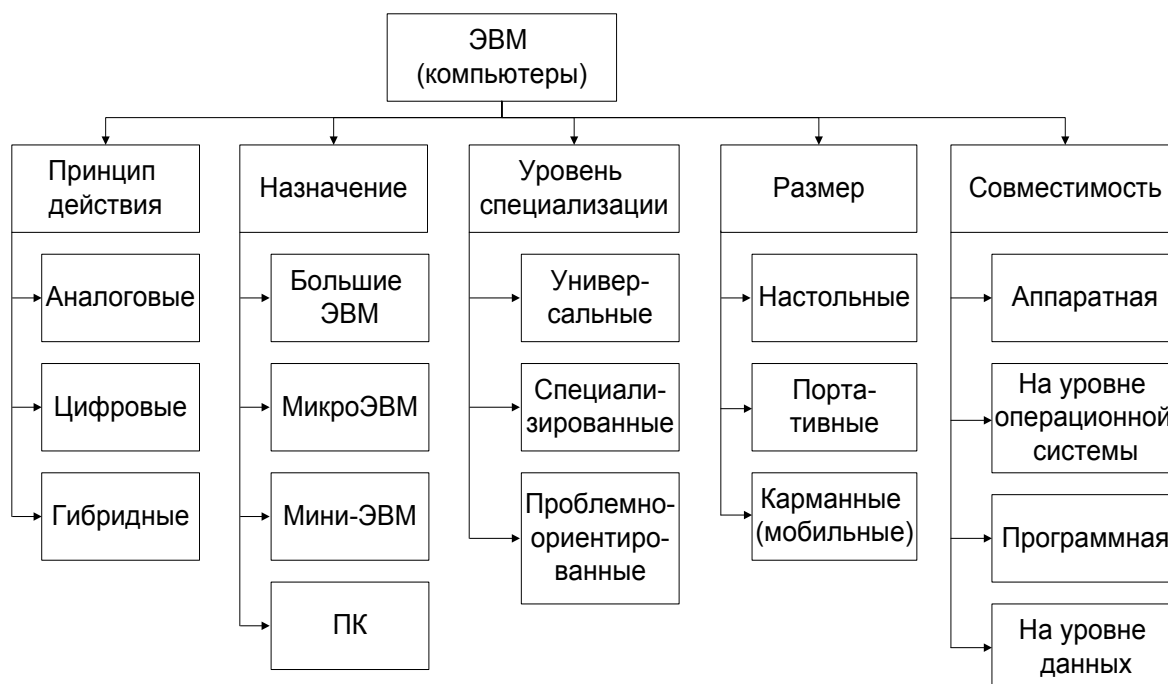


Рисунок 3.1. Классификация ЭВМ.

По принципу действия ЭВМ делятся на цифровые вычислительные машины (ЦВМ), аналоговые вычислительные машины (АВМ) и Гибридные вычислительные машины (ГВМ).

Цифровые вычислительные машины (ЦВМ) обрабатывают информацию, представленную в цифровой форме. Их отличительной особенностью является высокая точность вычисления и удобство хранения информации.

Аналоговые вычислительные машины (АВМ) – оперируют информацией, которая представлена в аналоговой форме. АВМ являются простыми и удобными в работе.

Гибридные вычислительные машины (ГВМ) – вычислительные машины, совмещающие преимущества ЦВМ и АВМ.

По уровню специализации ЭВМ также делятся на три группы: универсальные, проблемно-ориентированные и специализированные.

С помощью универсальных ЭВМ находят решения различных задач с большим объемом исходных данных. Они используются в мощных вычислительных комплексах.

Для универсальных ЭВМ характерны высокая производительность и большой объем оперативной памяти.

Проблемно-ориентированные ЭВМ имеют узкий круг задач, связанных с обработкой небольших объемов данных.

Специализированные ЭВМ используются для реализации строго определенного набора функций.

Персональные компьютеры классифицируют по типоразмерам. Различают настольные (desktop), портативные (notebook) и карманные (palmtop) модели.

Настольные модели получили самое широкое распространение. Они являются частью автоматизированного рабочего места.

Портативные модели также достаточно широко распространены. Их удобно использовать в командировках и переездах.

Карманные модели частично выполняют функции записной книжки. В мобильных устройствах интегрированы функции компьютера и средств мобильной связи.

Существует большое количество типов ЭВМ, собранных различными производителями. В такой ситуации важна совместимость обеспечения ЭВМ:

- аппаратная совместимость;
- совместимость на уровне операционной системы;
- программная совместимость;
- совместимость на уровне данных.

При всем разнообразии аппаратного обеспечения основные принципы работы компьютера остались прежними и по сей день. Они были сформулированы в 1949 г. Дж. фон Нейманом (1903–1957) и включают программное управление, двоичное кодирование, адресность, однородность памяти. В современных компьютерах используется также магистрально-модульный принцип.

Принцип программного управления состоит в том, что все управляющие и арифметико-логические операции выполняются компьютером по определенным программам, хранящимся в памяти компьютера.

Принцип двоичного кодирования данных и программ состоит в том, что данные любого типа и программы кодируются с помощью двоичных кодов – последовательности нулей и единиц.

Принцип адресности состоит в том, что данные и программы находятся в ячейках памяти, которые имеют свой номер – адрес. Все ячейки

памяти пронумерованы последовательно, поэтому также говорят о принципе линейности памяти.

Принцип однородности памяти состоит в том, что программы и данные находятся в одной и той же памяти. Компьютер не различает, что хранится в данном элементе памяти – число, символ или команда. Над командами и данными можно выполнять одни и те же действия. Программа или данные обычно занимают непрерывный блок памяти, что упрощает управление выполнением программы [137].

Магистрально-модульный принцип состоит в том, что к информационной магистрали компьютера могут присоединяться периферийные устройства с помощью контроллеров – микросхем, которые руководят устройствами компьютера. Пользователь может сам решать, какие устройства ему нужны, может увеличить емкость внутренней памяти, заменить процессор на более мощный и т.п.

Информационная связь между устройствами компьютера осуществляется с помощью трех шин: шины данных, адресной шины и шины управления. **Шина** (магистраль) – это кабель (канал связи), который состоит из совокупности проводников, по которым передаются управляющие сигналы. Сигналы адресной шины руководят подключением процессора к определенным ячейкам памяти (каждая ячейка имеет свой уникальный номер, который выполняет роль адреса). С помощью шины данных процессор осуществляет обмен данными с теми ячейками памяти, адреса которых выставлены на адресной шине. Также с помощью шины управления к процессору поступают команды, в соответствии с которыми выполняется обработка данных в процессоре.

Таким образом, в ячейках оперативной памяти в двоичных кодах хранятся и данные, и программы, с помощью которых они обрабатываются. Любую программу, перед тем как ее выполнить, следует загрузить в оперативную память компьютера. При запуске программы на выполнение адрес первой команды помещается в специальный регистр – счетчик команд процессора. По этому адресу процессор читает команду программы и помещает ее в регистр команд. Получив команду, процессор выполняет ее. Если это команда на выполнение арифметических или логических операций, то ее, используя регистровую память процессора, выполняет арифметико-логическое устройство (АЛУ). Результаты выполнения перемещаются из регистров в ячейки ОЗУ согласно указанным в команде адресам или передаются через системную магистраль на внешнее устройство. Для выполнения команды внешним устройством (вывод на печать и т.д.) устройство управления передает через системную магистраль на вход внешнего устройства управляющие сигналы для обеспечения выполнения команды. После выполнения команды в счетчик команд помещается адрес следующей команды. Так процессор последовательно выполняет команды программы.

В настоящее время существует большое разнообразие вычислительных машин. Применение того или иного вида определяется условиями применения и обрабатываемой информацией.

§ 3.3. Структурная схема ЭВМ и назначение основных устройств

Особое место в ряду современных ЭВМ занимают персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ), позволяющие практически любому сотруднику органов внутренних дел, не знакомому с основами вычислительной техники, решать самые сложные информационные задачи. Поэтому в рассматриваемом вопросе сосредоточить внимание на рассмотрении устройств ПЭВМ.

Считается, что ЭВМ может быть отнесена к разряду персональных, если она обладает относительно низкой стоимостью, оснащена хотя бы одним транслятором с широко используемого языка высокого уровня, содержит средства текстового и графического вывода информации, проста в обращении и рассчитана на неподготовленного пользователя. Основными формальными признаками ПЭВМ являются: простота, наглядность, удобство в управлении; диалоговый режим работы с обеспечением «дружественной» формы диалога пользователя и ПЭВМ; наличие большого числа готовых программных средств для различных областей применения; малые габариты и отсутствие необходимости иметь специальные условия для установки.

В современных условиях наметились три основные направления использования ПК [186]:

1. Автономное использование ПК в качестве индивидуального вычислительного средства и автоматизированного рабочего места.
2. Применение ПК в составе локальных вычислительных сетей и реализации принципа распределенной обработки данных. Помимо решения всех задач, характерного для автономного использования ПК, в рамках ЛВС можно организовать «безбумажное» движение информации и документов между абонентами сети внутри организации. По данным иностранной печати, создание подобной «электронной почты» позволяет на 15 % сократить трудозатраты на делопроизводство.
3. Использование ПК в качестве интеллектуальных терминалов в составе информационных сетей различного масштаба и уровня, которое обеспечивает наиболее полную реализацию возможностей ПК.

Ведущие позиции по выпуску персональных компьютеров занимает фирма IBM (International Business Machines) с моделью IBM PC. Если говорить о семействе персональных компьютеров фирмы IBM, то одной из наиболее важных отличительных особенностей является то, что они представляют собой семейство, т.е. являются совокупностью взаимосвязанных компьютеров.

В нашей стране выпускались несколько типов ПЭВМ, к которым относятся компьютеры ЕС 1840, ЕС 1841, ЕС 1842, «Искра-1030», «Истра-4816» и другие, совместимые с наиболее распространенными в мире компьютерами типа IBM PC.

Обычно компьютер ассоциируется с некоторым «электронным ящиком», набором миниатюрных электронных схем, т.е. совокупностью технических элементов. На самом деле электронная часть является необходимой, но далеко не достаточной его составляющей. На рисунке 3.2 он представлен как система, включающая в себя три вида обеспечения. Следует учесть, что при отсутствии или разрушении любого из этих компонентов компьютерная система становится неработоспособной.



Рисунок 3.2. Элементы компьютерной системы обработки информации.

Аппаратное обеспечение представляет собой электронную (техническую) часть компьютерной системы. Компьютер работает в соответствии с некоторой программой (комплексом программ). Аппаратное обеспечение является интеллектом компьютера, поскольку определяет его возможности по решению задач обработки той или иной информации. Информационное обеспечение – это сырье для компьютера. Процесс его работы можно представить как ввод необработанных данных и вывод результатов их обработки.

Структура ПЭВМ представляет собой некую модель, которая устанавливает состав, порядок и принципы работы основных узлов ЭВМ без учета их конкретной реализации (рисунок 3.3). Структура ЭВМ, основанная на принципе программного управления и хранимой в памяти программе, была предложена американским математиком Джоном фон Нейманом (1903–1957) [75].

ПЭВМ могут отличаться друг от друга не только конструктивным исполнением, но и быстродействием, точностью. При этом все они содержат пять основных устройств:

- арифметико-логическое (АЛУ);
- управления (УУ);
- запоминающее (ЗУ);
- ввода (УВв);
- вывода (УВыв).

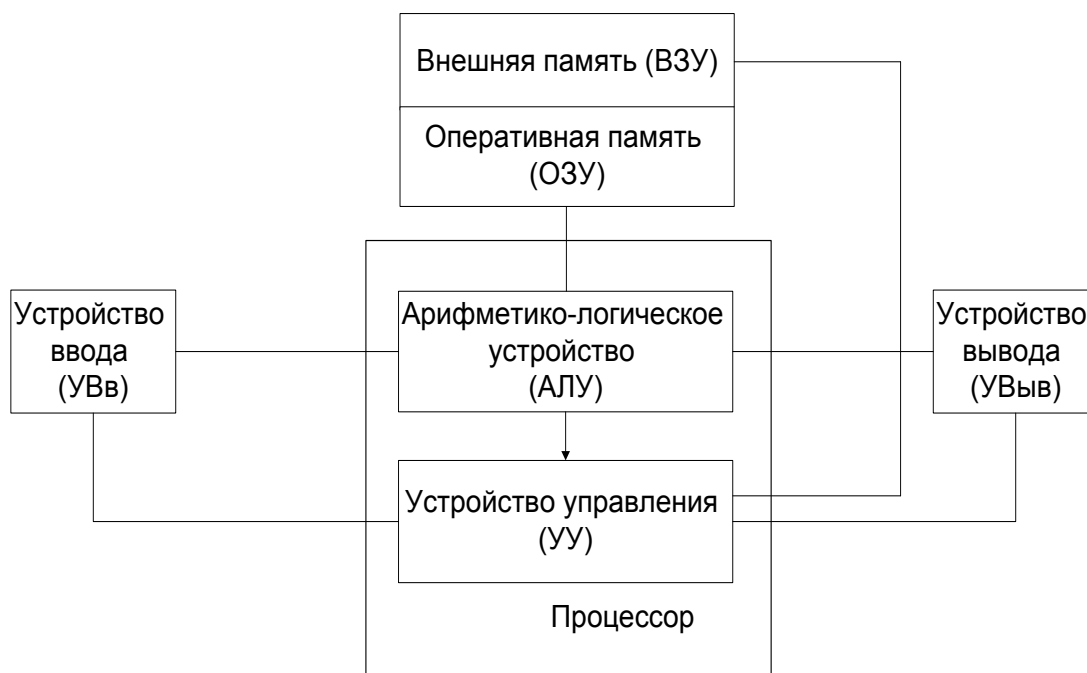


Рисунок 3.3. Структурная схема ЭВМ.

Арифметико-логическое устройство вместе с устройством управления представляют собой процессор. История развития процессоров приведена на рисунке 3.4.

Процессор – главная часть ЭВМ, отвечающая за процесс обработки данных и управление ее работой. Команды с клавиатуры или от других источников ввода поступают непосредственно в процессор, который распознает и выполняет их, выдает результаты своей работы или пересылает их в память машины. На рисунке 3.5 представлен Процессор Core i9.

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) – функциональная часть процессора, предназначенная для выполнения арифметических и логических операций с данными, кодами чисел и командами. Арифметические операции могут выполняться последовательно или параллельно. В соответствии с этим могут быть машины параллельного или последовательного действия.

1971. 15 ноября: 4004	2001. Itanium
1972. 4-й квартал: 4040	2001. 21 Мая: Pentium 4 Xeon
1972. 1 апреля: 8008	2002. Июль: Itanium 2
1974. 1 апреля: 8080	2003. Март: Pentium M
1976. Март: 8085	2003. Март: Celeron M
1978. 8 июня: 8086	2003. Сентябрь: Pentium 4EE
1979. 1 июня: 8088	2004. Весна: EM64T
1981. 1 января: iAPX 432	2005. Pentium D
1982. 80186	2006. Осень: Conroe, Merom
1982. 1 февраля: 80286	2007. 1 квартал: Core 2 Extreme QX6700
1985. 17 октября: 80386DX	2007. 4 квартал: Core 2 Quad – Четырёхъядерный
1988. 16 июня: 80386SX	2008. 3 квартал: Core i7
1989. 10 апреля: 80486DX	2009. 4 квартал: Core i5
1990. 15 октября: 80386SL	2010. 1 квартал: Core i3
1991. 22 апреля: 80486SX	2011. 3 квартал: Core i3, i5, i7, i7 Extreme Edition
1992. 3 марта: 80486DX2	Sandy Bridge
1993. 22 марта: Pentium	2012. 1 квартал: 22 нм, Core i3, i5, i7 Ivy Bridge
1994. 7 марта: 80486DX4	2013. 2 квартал: 22 нм, Core i3, i5, i7 Haswell
1995. 1 ноября: Pentium Pro	2014. 3 квартал: 14 нм, Core i7 Broadwell
1997. 8 января: Pentium MMX	2015. 3 квартал: 14 нм, Core i3, i5, i7 Skylake
1997. 7 мая: Pentium II	2017. 1 квартал: 14 нм, Celeron, Pentium G, Core i3, i5, i7 Kaby Lake
1998. 15 апреля: Celeron (Pentium II-based)	2017. 3 квартал: 14 нм, Core i9 Skylake
1998. 29 июня: Pentium II Xeon	2017. 4 квартал: 14 нм, Core i3, i5, i7 Coffee Lake, i9 Skylake
1999. 26 февраля: Pentium III	
25 октября: Pentium III Xeon	
2000. 20 ноября: Pentium 4	

Рисунок 3.4. История развития процессоров.



Рисунок 3.5. Процессор Core i9.

Устройство управления (УУ) обеспечивает синхронное взаимодействие всех устройств ЭВМ в процессе выполнения следующих основных функций: ввода в машину программы и исходных данных; выбора команд программы из запоминающего устройства для последовательного выполнения необходимых операций; выбора стандартов из запоминающего устройства, выполнения над ними необходимых операций и записи полученного результата в запоминающее устройство по заданному адресу; выдачи

из машины полученных результатов вычислений; контроля и ручного управления работой машины со стороны оператора.

Таким образом, оно руководит последовательным выполнением программы обработки данных, записанной в ОЗУ, координирует действия всех узлов машины. При этом УУ не только рассылает приказы, но и получает информацию о результатах их выполнения. Это самое сложное и дорогое устройство компьютера.

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначены для хранения введенной информации, программ, а также промежуточных и конечных результатов вычислений. Информация, содержащаяся в запоминающем устройстве, по мере необходимости выводится из него и передается в АЛУ. После выполнения необходимых преобразований информация вновь вводится в запоминающее устройство.

В ЭВМ используют несколько типов ЗУ, различающихся по своим основным характеристикам – быстродействию и емкости хранимой информации. Это объясняется тем, что ни один из существующих в настоящее время типов ЗУ не удовлетворяет в полной мере двум противоречивым требованиям: высокой скорости приема (записи) и выдачи (чтения) информации, с одной стороны, и большой емкости – с другой. Поэтому в современных ЭВМ используют, по крайней мере, два типа ЗУ: *оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)* (рисунок 3.6) и *внешнее запоминающее устройство (ВЗУ)*.



Рисунок 3.6. Платы оперативной памяти.

ОЗУ служит для оперативного хранения (определяется временем подключения компьютера к сети) информации (данных и программ их обработки). В процессе обработки информации происходит постоянное чтение информации из ОЗУ в АЛУ и обратная операция – запись данных. В ОЗУ информация сохраняется, пока компьютер включен. Даже при кратковременном отключении питания информация в ОЗУ исчезает. От объема оперативной памяти во многом зависят возможности компьютера по решению задач.

Внешняя память (ВЗУ) по объему во много раз превосходит ОЗУ.

Первые гибкие диски были выпущены в 1971 году. Несмотря на существующие различия в конструкции, емкости, стоимости, быстродействии, используемых в современных компьютерах накопителей на магнит-

ных дисках, все они имеют общую особенность: данные запоминаются на магнитной поверхности диска на дорожках, представляющих собой концентрические окружности. Количество данных, хранимых на поверхности диска, зависит от геометрических размеров диска и плотности записи.

Наиболее распространенными были дискеты размером 3,5 дюйма (89 мм). Они заключены в жесткий пластиковый пакет, предохраняющий поверхность диска от загрязнения и механических повреждений (рисунок 3.7). В настоящее время такие носители информации устарели. Взамен им появились высокоскоростные flash-носители, подключаемые через USB-порт (рисунок 3.8).



Рисунок 3.7. Дискета 3,5 дюйма. Рисунок 3.8. USB-флеш-накопители.

В ЭВМ изначально было принято обозначать два дисководов для гибких магнитных дисков латинскими буквами А и В. В том случае, если в компьютере всего лишь один дисковод, то он обозначается буквой А.

Жесткие магнитные диски (винчестеры) предназначены для постоянного хранения информации, используемой при работе с компьютером: операционной системы, пакетов прикладных программ, трансляторов с языков программирования и т.д. Первоначально такие накопители, созданные в 1983 году, рассчитывались на два диска по 30 Мбайт, составляющих единый блок. Результирующая емкость накопителя информации обозначалась цифрами 30/30 аналогично калибру старинного охотничьего ружья «Винчестер» (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9. Жесткий диск.

Диски винчестера обозначаются латинскими буквами С, D и т.д. Остальные устройства для считывания внешней информации также имеют

свое обозначение. Например, CD/DVD-привод обозначается следующей буквой латинского алфавита после жесткого диска. При подключении flash-носителя буква для его обозначения – следующая за буквой, обозначающей CD/DVD-привод.

Устройство ввода (УВв) предназначено для ввода в память машины программы и исходных данных решаемой задачи. Разнообразие способов ввода информации определяет многообразие технических средств ввода. К основным из них относятся:

- клавиатура;
- мышь;
- устройство распознавания речи;
- сканер.

Клавиатура ЭВМ предназначена для ввода в компьютер информации непосредственно от пользователя. Она содержит цифры и буквы в таком же порядке, как и на пишущей машинке. Помимо стандартных клавиатура ЭВМ содержит и ряд дополнительных клавиш, которые условно подразделяют на три группы:

- функциональные;
- цифровые;
- установочные.

Функциональные – это группа клавиш, с помощью которых компьютер выполняет действия, не связанные с непосредственным вводом информации, а обеспечивающие операции по ее преобразованию.

Цифровые клавиши отделены от основной группы и по расположению напоминают клавиатуру калькулятора. Такое расположение клавиш специально предусмотрено для удобного и быстрого ввода цифровой информации при проведении расчетов.

Установочные клавиши служат для перемещения на экране дисплея нужных объектов. Это четыре клавиши со стрелками, направленных вверх, вниз, влево и направо.

Мышь – манипулятор для ввода информации в компьютер посредством перемещения курсора. Свое название это устройство получило за внешний вид и способ применения. Чтобы изменить положение курсора на экране дисплея, пользователь перемещает мышь по столу или другой ровной поверхности. При использовании мыши скорость работы пользователя, как правило, в 2-3 раза выше, чем при выполнении той же работы с помощью клавиатуры.

Устройство считывания штриховых знаков предназначено для ввода числовой информации в ЭВМ через штриховой код. (Штриховой код представляет собой расположенные параллельно линии разной толщины, каждой из которых соответствует определенная цифра от 0 до 9). Оно имеет вид небольшой коробки, внутри которой расположен специальный лазер. При проведении этим устройством по штриховым линиям лазер считывает

код и в ЭВМ передаются последовательность электрических сигналов, соответствующая раскодируемому числу. Основное применение этого устройства – применение для автоматизации учета товаров, продаваемых в магазинах.

Сканер – устройство для создания цифрового изображения анализируемого объекта (картинка, текст) и ввода в память компьютера.

Устройства вывода (УВыв) служат для вывода окончательных результатов вычислений. К основным из них относятся:

- монитор;
- принтер (печатающее устройство);
- плоттер (графопостроитель).

Монитор компьютера предназначен для вывода различной информации. На экране можно воспроизводить выходную информацию в двух режимах: текстовом и графическом.

С помощью принтера информация выводится на бумагу. В настоящее время существуют три группы принтеров:

- матричные (работают с использованием специальных игловок, сейчас уже практически не используются);
- струйные (работают с использованием специальных чернил, выдуваемых из сопел);
- лазерные (используется принцип ксерографии).

Плоттер – устройство для точного вывода схем, рисунков большого формата на бумагу.

Часто устройства ввода и вывода информации объединяют в одну общую группу устройств, называемую устройствами ввода-вывода. Устройства ввода-вывода вместе с внешними запоминающими устройствами называют периферийными или внешними устройствами ЭВМ.

Рассмотрим порядок функционирования компьютера. Первым основным принципом работы компьютера является принцип программного управления. ЭВМ может производить лишь небольшое число элементарных операций, поэтому любую задачу обработки информации необходимо сводить к последовательному их выполнению. Каждая операция осуществляется под воздействием управляющего сигнала – команды. Последняя представляет собой информацию об операции, которую необходимо выполнить, представленную в специальной форме.

Таким образом, компьютер работает автоматически без участия человека по программе, находящейся в его памяти, куда она предварительно вводится с устройства ввода (УВв). Команды выбираются из памяти одна за другой под действием управляющих сигналов УУ, анализируются и выполняются в АЛУ, а результаты обработки данных направляются в ОЗУ. Всем этим процессом управляет УУ.

К важнейшим техническим характеристикам персонального компьютера относятся.

Разрядность – измеряется в битах и показывает количество двоичных разрядов (битов) информации обрабатываемых за один такт работы процессора. Современные компьютеры являются 32- и 64-разрядными.

Тактовая частота – количество операций, выполняемых процессором в единицу времени (за одну секунду).

Объем оперативной памяти, измеряемой в Гбайтах.

Объем внешней памяти, измеряемой в Гбайтах и Тбайтах.

Тип монитора и видеокарты, обеспечивающих вывод информации в режимах до 1920*1080 и более пикселей;

Пиксель – это минимальная структурная единица, при помощи которой формируется изображение. Чем меньше размер пикселя, тем выше качество изображения на экране.

Общий показатель производительности компьютера, таким образом, определяется всеми указанными показателями.

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Перечислите направления развития средств вычислительной техники.
2. Охарактеризуйте поколения компьютерной техники.
3. По каким признакам классифицируются ЭВМ?
4. Опишите основные принципы работы компьютера.
5. Какие шины обеспечивают информационную связь между устройствами компьютера?
6. Охарактеризуйте элементы компьютерной системы обработки информации.
7. Опишите структурную схему ЭВМ.
8. Перечислите устройства ввода.
9. Перечислите устройства вывода.
10. Опишите виды запоминающих устройств.
11. Перечислите состав аппаратного обеспечения персонального компьютера.

ГЛАВА 4. Программное обеспечение информационных технологий

§ 4.1. Основы алгоритмизации и программирования: этапы решения задач с использованием компьютера

Значительную роль в процессе подготовки и принятия решений играет наличие навыков формулирования и решения комплекса задач на различных стадиях планирования, организации и реализации выработанных мероприятий с помощью персонального компьютера.

Под реализацией процессов решения задач с использованием персонального компьютера целесообразно понимать совместную деятельность человека и компьютера. Данный процесс взаимодействия можно представить в виде нескольких последовательно реализуемых этапов:

1. Постановка задачи.
2. Анализ и исследование задачи, модели.
3. Разработка алгоритма.
4. Программирование.
5. Тестирование и отладка.
6. Анализ результатов решения задачи и уточнение в случае необходимости математической модели с повторным выполнением этапов 2-5.
7. Сопровождение программы.

В представленном перечне человек реализует этапы, связанные с такой творческой деятельностью, как постановка задачи, алгоритмизация, программирование, анализ получаемых результатов, а персональный компьютер обеспечивает реализацию этапов обработки информации в соответствии с разработанным алгоритмом. Рассмотрим представленный перечень более подробно.

1. Постановка задачи. На данном этапе пользователи должны четко представлять предметную область и однозначно определить:

- цели и задачи поставленной проблемы;
- определить на основе проведенного анализа требуемый объем исходной информации;
- максимально точно описать каждое исходное данное и точно указать его местонахождение;
- обеспечить правильное описание содержания поставленной задачи и предложить подход к ее решению.

2. Анализ и исследование задачи, модели – заключается в представлении математического описания (формализации) поставленной задачи, то есть создании математической модели для решения задачи на персональном компьютере, от степени сложности которой напрямую зависит перечень специалистов, выполняющих данный этап. Штатный постановщик задач достаточен при отсутствии необходимости в специальных математических знаниях, так как существует целый ряд задач, где математиче-

ская постановка сводится к простому перечислению формул и логических условий. В противном случае необходимо привлечение непосредственно математика или программиста.

Таким образом, в процессе создания математической модели для решения поставленных задач необходимо:

1. Выделить предложения, позволяющие обосновать математическую модель.
2. Однозначно определиться с исходными данными и результатами.
3. Записать математические соотношения, обосновывающие связь исходных данных с полученными результатами.

В процессе построения математических моделей, в случаях невозможности выражения искомых величин через исходные данные, возможно использование математических методов, позволяющих дать ответы той или иной степени точности.

3. Алгоритмизация задачи. Данный этап в работе с компьютером является очень важным.

Это связано с тем, что количество ошибок, внесенных в программу на начальных стадиях ее разработки (при постановке задачи и алгоритмизации), значительно превышает количество ошибок, допускаемых при составлении программы на конкретном языке. Такие ошибки очень трудно исправлять и зачастую необходимо переделывать большие фрагменты программ.

Так, например, при эксплуатации программного обеспечения выявлено, что относительное число ошибок программирования составляет 7 %, а «тяжесть» их устранения 1 %. Относительное число ошибок, внесенных за счет неточностей в постановке задачи и неправильного построения алгоритма, составляет 83 %, а «тяжесть» их устранения – 95 %.

Этот этап выполняет человек, умеющий программировать. Уровень его квалификации определяет эффективность разработанного алгоритма. Квалифицированный программист на этом этапе использует принципы структурного программирования – идет по пути нисходящего проектирования, разрабатывает алгоритм на модульной основе. При постановке сложной задачи возможно одновременное выполнение второго и третьего этапов как взаимодополняющих.

Для информатики понятие алгоритма является фундаментальным наряду с понятием информации. Само понятие появилось благодаря выдающемуся математику средневекового Востока Мухаммеду Аль-Хорезми, который предложил приемы выполнения арифметических вычислений с многозначными числами. Несколько позже в Европе эти приемы получили название от латинского написания имени Аль-Хорезми «algorithmi». Сегодня понятие алгоритма не ограничивается только арифметическими вычислениями и понимается значительно шире.

Под алгоритмом обычно понимается точный набор инструкций, описывающих порядок действий некоторого исполнителя для достижения результата, решения некоторой задачи за конечное время. Таким образом, каждый конкретный алгоритм для его эффективной реализации целесообразно создавать с учетом возможностей конкретного пользователя.

Единого «истинного» определения понятия «алгоритм» нет. Наиболее известные варианты определения опираются на интуитивное понятие «задачи»:

- Алгоритм – это конечный набор правил, который определяет последовательность операций для решения конкретного множества задач и имеет пять важных черт: конечность, определённости, ввод, вывод, эффективность (Д.Э. Кнут) [88].

- Алгоритм – это всякая система вычислений, выполняемых по строго определённым правилам, которая после какого-либо числа шагов заведомо приводит к решению поставленной задачи (А.Н. Колмогоров) [94].

- Алгоритм – это последовательность действий, либо приводящая к решению задачи, либо поясняющая, почему это решение получить нельзя.

К любому создаваемому алгоритму предъявляются определенные требования:

1. Дискретность.
2. Точность.
3. Понятность.
4. Конечность.
5. Массовость.

Дискретность позволяет разбить процесс решения задачи на определенную последовательность шагов для последовательного формирования упорядоченной совокупности отдельных команд. Полученная структура алгоритма оказывается дискретной (прерывной), так как приступить к выполнению следующей команды можно только после выполнения предыдущей.

Точность требует однозначного действия исполнителя для каждой команды алгоритма и исключает возможность неопределенного следующего шага после выполнения предыдущей команды. В противном случае одна и та же команда, выполняемая разными исполнителями, может давать различный результат.

Понятность подразумевает, что алгоритм, предназначенный для конкретного исполнителя, включает в систему команд только те, которые исполнитель в состоянии выполнить. Разработанный алгоритм должен минимизировать возможность принятия исполнителем самостоятельных решений.

Конечность или результативность выполняемого алгоритма предусматривает его завершение через конечное число шагов и получение определенного постановкой задачи ответа.

Массовость подразумевает разработку алгоритмов для решения всего класса задач данного типа. Вариативность алгоритма позволяет обеспечить возможность решения задач для любых допустимых исходных значений, что определяет его качество. Для алгоритма не определена однозначная форма его представления, и он может, в зависимости от поставленной задачи, изображаться графически (блок-схема), словесно или специальными значками в таблице, в том числе понятными только автору.

В целом алгоритмы, в зависимости от реализации (цели, начальные условия, пути решения, определение действий исполнителя), подразделяются на несколько видов (рисунок 4.1).

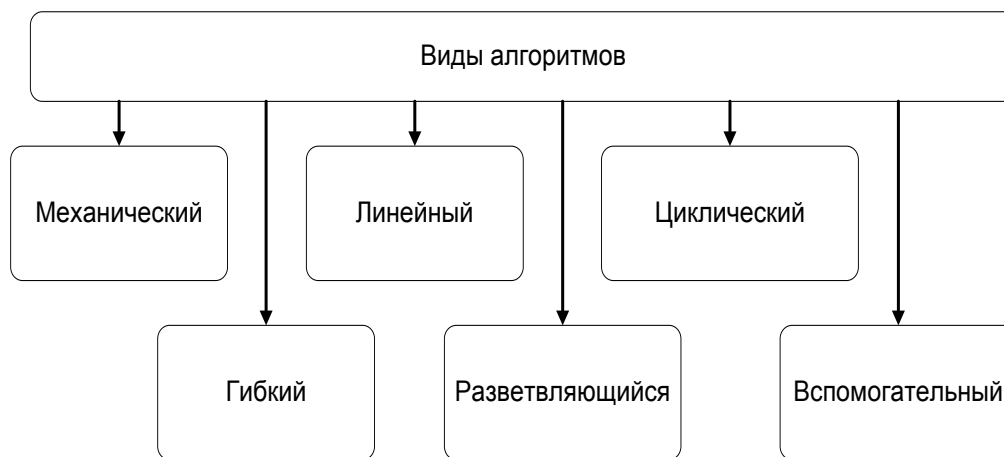


Рисунок 4.1. Виды алгоритмов.

Механический, или детерминированный алгоритм, определяет единственную последовательность действий, в результате выполнения которой получается однозначный результат.

Гибкий алгоритм может быть, например, эвристическим или стохастическим (вероятностным).

Эвристический алгоритм не дает однозначного результата, так как в нем не определена вся последовательность действий. В подобных алгоритмах обычно используют универсальные процедуры, а также способы принятия решений на основе аналогий, ассоциаций и опыта, полученного при решении аналогичных задач. К эвристическим алгоритмам можно отнести, например, инструкции или предписания.

Вероятностный, или *стохастический*, алгоритм предлагает решение задачи несколькими способами или путями, способствующими повышению вероятности достижения результата.

Линейный алгоритм является достаточно простым и представляет собой набор выполняемых последовательно команд.

Разветвляющийся алгоритм имеет в своей структуре хотя бы одно условие, предусматривающее переход на один из двух возможных шагов.

Циклический алгоритм предусматривает многократное повторение одних и тех же операций над изменяющимися исходными данными. При помощи подобных алгоритмов реализуется большинство методов вычисления и перебор вариантов.

Вспомогательный (подчиненный) алгоритм (процедура) является заранее разработанной процедурой алгоритмизации конкретной задачи.

В настоящее время существует несколько наиболее распространенных форм представления алгоритма (рисунок 4.2).

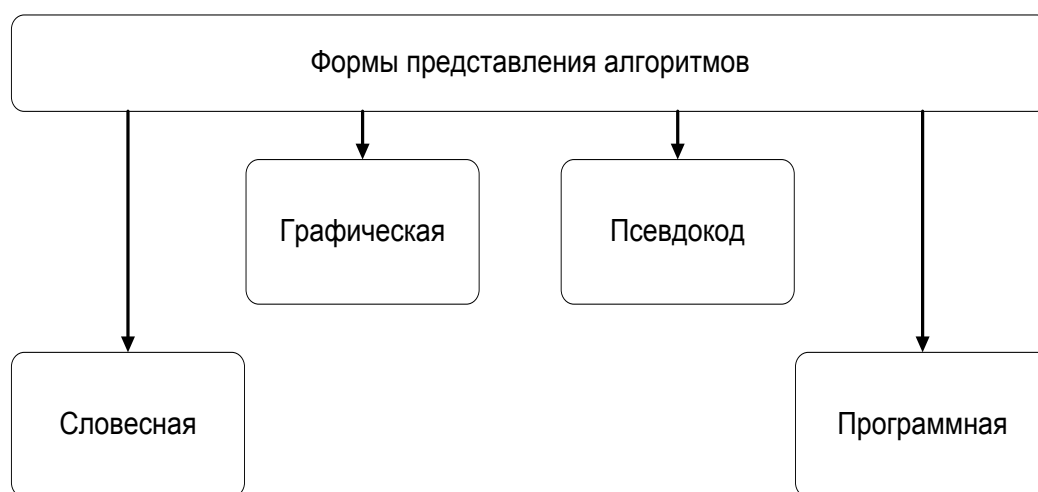


Рисунок 4.2. Формы представления алгоритмов.

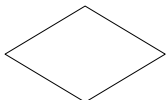
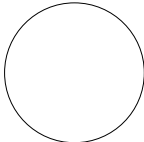
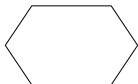
Словесное описание алгоритмов недостаточно распространено в связи с его многословностью, отсутствием наглядности и недостаточной формализацией.

Графическое представление алгоритма, или блок-схема (граф-схема), представляет собой схему связанных с помощью стрелок графических символов (блоков), отражающих каждый шаг алгоритма с описанием соответствующих действий. В процессе решения серьезной задачи размеры блок-схемы могут значительно увеличиваться.

Основные изображения, используемые в блок-схеме, определены в ГОСТе [8] и представлены в таблице 4.1.

Псевдокод включает в себя систему обозначений и правил, предназначенных для единообразной записи алгоритма, и занимает промежуточное место между естественными и формальными языками. Благодаря промежуточному положению в псевдокоде не требуется строгое соблюдение синтаксических правил для записи команд, что существенно облегчает запись алгоритма в процессе его проектирования.

Таблица 4.1.

	Терминатором начинается и заканчивается любая функция. Тип возвращаемого значения и аргументов функции обычно указывается в комментариях к блоку терминатора [8]
	В ГОСТ определено множество символов ввода/вывода, например, вывод на магнитные ленты, дисплеи и т.п. Если источник данных не принципиален, обычно используется символ параллелограмма. Подробности ввода/вывода могут быть указаны в комментариях [8]
	В блоке операций обычно размещают одно или несколько (ГОСТ не запрещает) операций присваивания, не требующих вызова внешних функций [8]
	Блок в виде ромба имеет один вход и несколько подписанных выходов. В случае, если блок имеет 2 выхода (соответствует оператору ветвления), на них подписывается результат сравнения – «да/нет». Если из блока выходит большее число линий (оператор выбора), внутри него записывается имя переменной, а на выходящих дугах – значения этой переменной [8]
	В случае, если блок-схема не умещается на лист, используется символ соединителя, отражающий переход потока управления между листами. Символ может использоваться и на одном листе, если по каким-либо причинам тянуть линию неудобно [8]
	Комментарий может быть соединен как с одним блоком, так и группой. Группа блоков выделяется на схеме пунктирной линией. Высота текстового поля и связанной с ним линии увеличивается или уменьшается по мере добавления текста. Чтобы изменить ширину примечания, перетащите маркер сбоку [8]
	Символ «подготовка» в произвольной форме (в ГОСТ нет ни пояснений, ни примеров) задает входные значения. Используется обычно для задания циклов со счетчиком [8]
	Символ блока вывода информации на печатающее устройство [8]

Программное представление алгоритма предназначено для реализации задачи, формализовано и записано на одном из языков программирования, понятном для персонального компьютера.

В настоящее время выделяют три основных типа реализации алгоритма (рисунки 4.3–4.5): линейный, ветвящийся и циклический.

4. Программирование. Данный этап выполняется специалистом, который с помощью специальных символов на языке программирования, воспринимаемом компьютером, подготавливает программный продукт. Составленная программа позволяет физически обеспечить возможность реализации как алгоритма, так и поставленной задачи. При этом осуществляется замена блока алгоритма на один или несколько операторов в соответствии с определенной последовательностью.

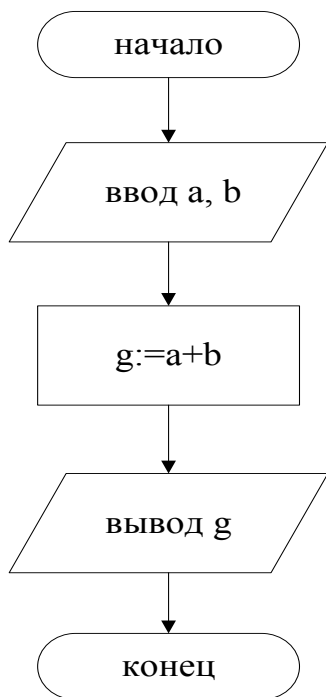


Рисунок 4.3. Линеиный алгоритм.

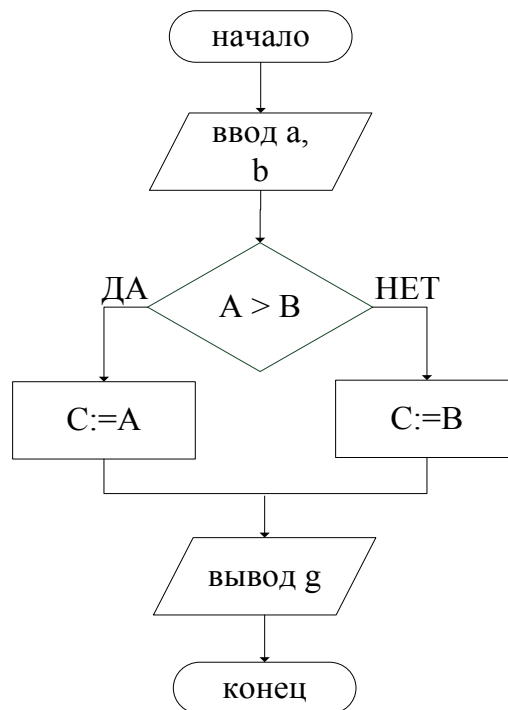


Рисунок 4.4. Ветвящийся алгоритм.

5. Тестирование и отладка. В процессе отладки и программу, и исходные данные тестовой задачи необходимо ввести в оперативную память персонального компьютера. Полученные на пятом этапе результаты решения сравниваются с расчетными значениями, и на основании сравнения делается вывод о правильности работы программы. В случае несовпадения результатов необходимо найти ошибки и перерассчитать тестовую задачу. Данный процесс повторяется до полного совпадения результатов.

В процессе *отладки программы* по результатам ее тестовых запусков на персональном компьютере реализуется процесс поиска и устранения ошибок.

Тестирование является испытанием, направленным на проверку правильности работы как программы в целом, так и ее составных частей.

Процессы отладки и тестирования являются двумя отличающимися друг от друга этапами:

- в процессе отладки осуществляется локализация синтаксических ошибок кодирования с их последующим устранением;
- при тестировании производится проверка работоспособности программы, в которой не содержится явных ошибок.

Таким образом, тестирование направлено на установление факта наличия ошибок в программе, а в процессе отладки выясняется причина неправильной работы.

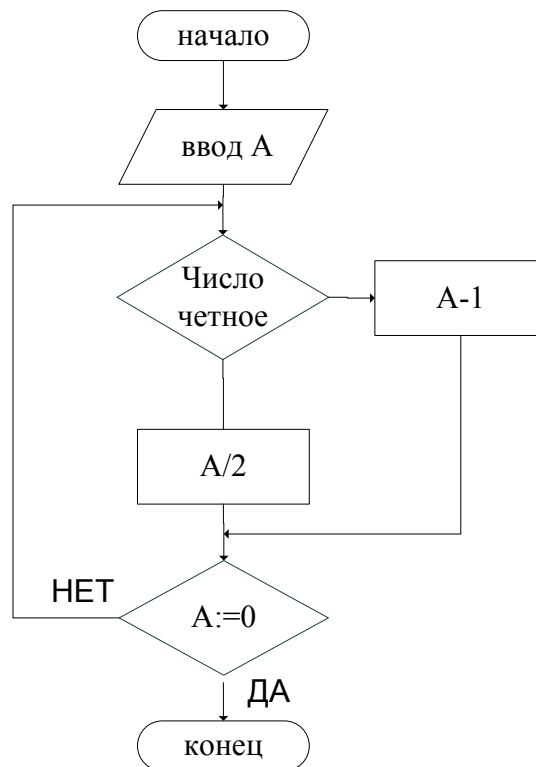


Рисунок 4.5. Циклический алгоритм.

В современных системах программирования для реализации процедуры отладки предусмотрено наличие специальных программных средств, называемых *отладчиками*. Данные средства направлены на исследования внутреннего поведения программы и обладают следующими возможностями:

- предусмотрено пошаговое выполнение программы с остановкой после каждой команды или оператора;
- возможен просмотр текущего значения переменной или нахождение с использованием различных, в том числе стандартных, функций значения любого выражения;
- предусмотрена возможность установления в программе определенных «контрольных точек», в которых выполнение программы приостанавливается и дает возможность оценить полученные промежуточные результаты.

В процессе отладки программы необходимо помнить, что:

- в начале процесса отладки оптимально использование простых тестовых данных;
- все возникающие затруднения необходимо четко разделять и устранять строго поочередно;
- не следует считать причиной ошибок непосредственно персональный компьютер, так как и он, и современные трансляторы обладают достаточно высокой надежностью.

6. Анализ результатов решения задачи и уточнение в случае необходимости математической модели с повторным выполнением этапов 2-5.

Для достижения этой цели подготавливаются исходные данные так называемой тестовой задачи, которые в последующем вводятся в персональный компьютер. Постановщик задачи анализирует полученные в результате решения выходные данные и на его основе вырабатывает соответствующие решения, рекомендации, выводы и т.д.

7. Сопровождение программы. В процессе сопровождения обеспечивается доработка программы при необходимости решения конкретных задач. Кроме того, составляется необходимая документация к решенной задаче, математической модели, алгоритму, программе и т.д.

Таким образом, предложенные этапы решения задач на ЭВМ позволяют определить в этом процессе как роль персонального компьютера, так и человека. Анализ этапов показывает, что персональный компьютер реализует свои возможности только на последних двух этапах, выполняя программу, подготовленную специалистом. Сотрудникам правоохранительных органов в своей практической деятельности часто приходится сталкиваться с решением различных информационных задач. Поэтому от умения правильно поставить задачу и от работы на каждом этапе ее решения во многом будет зависеть конечный результат совместной деятельности человека и компьютера.

§ 4.2. Понятие и состав программного обеспечения

Развитие человечества сопровождалось ростом объема накопленных знаний и сведений как о самом человеке, так и об окружающем его мире. Начиная с двадцатого столетия темпы роста количества информации резко возросли. Сложившуюся ситуацию нередко характеризуют с помощью двух образных выражений: «информационный взрыв» (потребитель информации буквально «захлебывается и тонет» в огромном объеме интересующей его информации) и «информационный голод» (потребитель не успевает следить за нужной ему информацией).

Аналогичная ситуация сложилась и в органах внутренних дел, где наблюдается постоянный рост документооборота во всех звеньях системы МВД, особенно низовых. Это приводит к тому, что «многие работники и руководители правоохранительных органов значительную часть времени (до 70 %) расходуют на отчетность и бумаготворчество». В настоящее время в системе МВД России хранятся и циркулируют огромные объемы информации. Именно поэтому руководством МВД России ставится задача подготовки практических работников к использованию в работе современной компьютерной техники и средств компьютерной связи, указывается, что сотруднику необходимо «умение работать на персональном компьюте-

ре, изучение применительно к специфике выполняемых задач основ информационной технологии» [37].

В отличие от телефона, телевизора, осуществляющих только заранее заложенные в них функции, компьютер может выполнять любые действия по обработке информации. Для этого необходимо составить на понятном ему языке точную и подробную последовательность инструкций (т.е. программу), как надо обрабатывать информацию. Сам по себе компьютер не обладает знаниями ни в одной области своего применения, они сосредоточены в выполняемых в нем программах. Поэтому выражение «компьютер сделал» (подсчитал, нарисовал) означает то, что на нем была выполнена программа, которая позволила осуществить соответствующее действие. При этом, меняя программы для компьютера, можно превратить его в рабочее место бухгалтера или конструктора, редактировать тексты или играть в различные игры.

Стремительное развитие вычислительной техники и входящих в нее дисциплин, с одной стороны, и расширение сферы приложения компьютеров – с другой, привели к интенсивному развитию программного обеспечения. Если совсем недавно можно было по пальцам пересчитать основные категории программного обеспечения, такие как операционные системы, трансляторы, системы управления базами данных, пакеты прикладных программ, то сейчас ситуация коренным образом изменилась. Развитие программного обеспечения пошло как вглубь (появились новые концепции операционных систем, языки программирования и т.д.), так и вширь (прикладные программы перестали быть прикладными и приобрели самостоятельную ценность) [186].

Немаловажное значение имеет программное обеспечение для правоохранительных органов. От качества и многообразия программ как общего, так и прикладного назначения зависит эффективность использования компьютерных технологий в практической деятельности сотрудников органов внутренних дел.

Программное обеспечение представляет собой совокупность программ, которые позволяют организовать процесс решения задачи на компьютере.

По назначению оно делится на три класса: системное, прикладное и инструментальное (рисунок 4.6).

Системное программное обеспечение организует процесс обработки информации в компьютере и выполняет различные вспомогательные функции. В его состав входят операционные системы, программы-оболочки, утилиты, программы диагностики и драйвера.

Из всех системных программ особое место занимают операционные системы. Операционная система является основной программой для компьютера, без которой невозможно организовать связь пользователя с ЭВМ.



Рисунок 4.6.Классификация программного обеспечения.

К достаточно популярным системным программам относятся программы-оболочки, или файловые менеджеры. В отличие от операционной системы они обеспечивают более наглядный и удобный диалог, заменяя ввод команд с клавиатуры нажатием функциональных клавиш или использованием манипуляторов типа «мышь».

Средства диагностики и контроля (программы-утилиты) обеспечивают автоматический поиск ошибок и проверку функционирования отдельных узлов ЭВМ. По существу это программы-инструменты, позволяющие производить необходимые работы по обслуживанию компьютера (восстановление испорченных или потерянных данных, исправление работоспособности устройств компьютера, уборка накапливающегося «мусора» записей, возникающих при непрофессиональной работе с программами). Утилиты имеют определенную классификацию (программы резервирования, антивирусные, упаковщики, ограничения доступа, восстанавливать испорченные дискеты и т.д.).

Разработка системного и прикладного программного обеспечения компьютера осуществляется с помощью инструментальных средств (системы программирования). Даже при наличии десятков тысяч программ пользователю может потребоваться что-то такое, чего не делают имеющиеся программы. В этом случае необходима разработка новых программных продуктов. Инструментальные средства позволяют разрабатывать программы на удобном символическом языке, а не в машинных кодах. В свою

очередь символические языки подразделяются на машинно-ориентированные языки, в которых отражена структура данного компьютера, и на алгоритмические языки, программирование на которых ведется безотносительно к конкретному типу компьютера [61]. В зависимости от специфики решаемых задач пользователь применяет соответствующий символический язык. Например, при написании системных программ целесообразно пользоваться машинно-ориентированным языком.

Трансляторы – комплекс программ, обеспечивающий автоматический перевод с алгоритмических и символических языков в машинные коды.

Прикладное программное обеспечение составляют те программы, ради которых существует компьютер. Они осуществляют непосредственное выполнение необходимых пользователям работ (например, редактирование текстов, рисование картинок, обработка информационных массивов и т.д.). Основное назначение – дать средство обработки информации, которое не требует знаний языков программирования. Прикладное программное обеспечение включает три больших группы: пакет прикладных программ (общего назначения), методо-ориентированные, проблемно-ориентированные.

Программы общего назначения обеспечивают автоматизацию решения достаточно широкого круга задач, связанных с обработкой информации. При этом они дают пользователю средство обработки информации, которое не требует знания языков программирования. Они просты в управлении и понятны пользователю. Например, на персональном компьютере имеется пакет прикладных программ, с помощью которых пользователь может редактировать текст, убирать и вставлять слова, переносить кусок текста с одного места на другое и т.д. Программа так организует работу, что создается традиционная обстановка работы редактора с текстом. К этой группе можно отнести текстовые редакторы, электронные таблицы, системы управления базами данных, издательские системы и др.

Проблемно-ориентированное программное обеспечение предназначено для решения конкретных задач пользователя и вследствие того имеет ограниченную область применения. Такие задачи разрабатываются обычно самим пользователем или выполняются профессиональными программистами по его заказу (дежурная часть, кадры, учет транспортных средств и др.).

Методо-ориентированные программы применяются для решения специальных задач в различных областях деятельности человека (программы вычисления функций, решения дифференциальных и алгебраических уравнений, обработка статистических данных и т.д.). К этой группе можно отнести программы для инженерных расчетов, обработки статистической информации и т.д.

Представленная классификация программного обеспечения не является достаточно строгой. На самом деле, трудно порой отнести некоторые программы к одной из категорий. Например, к какой группе следует отнести программы-вирусы? Их назначение – незаметно и бесконтрольно распространяться в компьютерном мире и вредить всему и всем. Поэтому, с одной стороны, это не системная программа, но и не прикладная, поскольку рядовой пользователь компьютера в ней никогда не нуждается и на свой компьютер сознательно никогда не устанавливает. С некоторой натяжкой программы-вирусы все-таки можно отнести к категории прикладных, но только по отношению к разработчикам, которые их создают и сознательно распространяют в компьютерном мире.

Таким образом, как уже говорилось выше, компьютер – это универсальное устройство для обработки информации по заранее заданной программе. Поэтому для эффективного его использования необходимо знать назначение, структуру и виды программного обеспечения, что определяет возможность решения задач того или иного класса.

Рассмотрим более подробно такую программу, как операционная система, которая относится к классу системного программного обеспечения.

Как уже отмечалось, операционная система (ОС) является главной составной частью системного программного обеспечения современного персонального компьютера.

Под операционной системой (ОС) понимают программу или группу взаимосвязанных программ, выступающих посредником между аппаратными средствами ЭВМ и пользователем.

С помощью ОС осуществляются взаимодействие пользователя с компьютером, управление им, проверка работоспособности компьютера, подготовка к использованию дисков. Знание возможностей ОС позволяет глубоко и всесторонне использовать все ресурсы компьютера и связанной с ним периферийной аппаратуры [186].

Внедрение операционных систем началось практически одновременно с появлением компьютеров.

Разработка фирмы Digital Research система Control Program for Microcomputers (сокращенно – CP/M-80) была первой операционной системой, которой пользовались при работе на персональных компьютерах. Ее автором был президент указанной фирмы Гэри Килдэлл. Это была универсальная операционная система, работающая с машинами от различных производителей.

Переход производителей от 8-разрядных к 16-разрядным компьютерам (и прежде всего фирм Microsoft и IBM) ознаменовался новым скачком в совершенствовании операционных систем. Билл Гейтс, президент Microsoft, был первооткрывателем в мире 16-разрядных машин.

Его фирма приобрела права на 16-разрядную систему 86-DOS у компании Seattle Computer Products. Важнейшее качество новой системы – совместимость программ для CP/M-80 и 86-DOS. Значительно усовершенствованная 86-DOS получила название MS-DOS-1.0. С этого времени компьютеры IBM PC стали базироваться на новой операционной системе.

Предложенная операционная система работала с 64 Кбайт оперативной памяти, при этом занимая около 8 Кбайт. Она поддерживала дисководы, рассчитанные на 160-килобайтные носители.

MS-DOS 2.0 (март 1983г.) позволяла работать с жесткими дисками емкостью до 10 Мбайт. Выпущена она была для компьютеров IBM PC XT.

С этого времени многие фирмы включились в производство IBM-совместимых компьютеров. Основной операционной системой для них была версия MS-DOS 2.11.

MS-DOS 3.0 (август 1984г.) ориентировалась на новую серию компьютеров IBM PC AT. В это время появляется в свет процессор 80286. Новая машина позволяла работать с дискетами 5.25 дюйма и жестким диском до 20 Мбайт. Версия MS-DOS 3.2 (декабрь 1985г.) поддерживала 3-дюймовые дискеты на 720 Кбайт. Увеличивается объем оперативной памяти, поддерживаемой DOS: с 640 Кбайт у процессоров 8086 до 4 Мбайт у новых 386 компьютеров.

Новым этапом в развитии операционных систем считается появление MS-DOS 3.3. В ней не было ничего нового, зато старое было сильно усовершенствовано. Размер поддерживаемых дисководов возрос до 1.44 Мбайт (3-дюймовые). Эта версия занимала 65 Кбайт оперативной памяти. Даже 4 версия не уместилась в эти размеры (на 10 Кбайт больше).

Огромному количеству пользователей пришлось по душе данный способ общения с компьютером. Примитивность пользовательского интерфейса – один из многих недостатков операционной системы MS-DOS. Однако фирма Apple выпустила свой компьютер Macintosh с более удобным графическим интерфейсом (Graphics User Interface, GUI).

Самостоятельные разработки по усовершенствованию способа общения пользователя и машины вела и фирма Microsoft. Windows – наиболее удачная из них. С этого момента производство программного обеспечения ориентируется на оконный интерфейс. Windows 1985 года выглядела «сырой» неудачной программой. В 1987-1988 годах появилась версия Windows 2.x для 286 и 386 марки компьютеров.

Однако наиболее удачной была версия 3.0, вышедшая в свет в мае 1990 года (а также 3.1, 3.11). Сейчас существуют более совершенные версии ОС фирмы Microsoft – Windows 7, Windows 8, Windows 10.

Любая операционная система выполняет вполне определенные функции. Круг функций каждой ОС обязательно включает в себя:

- управление оперативной памятью;
- управление процессорами;

- управление устройствами и другими ресурсами;
- управление задачами;
- управление данными.

Операционная система обеспечивает выполнение двух главных задач:

1) поддержку работы всех программ и обеспечение их взаимодействия с аппаратными средствами. Операционная система обеспечивает взаимодействие программ с внешними устройствами и друг с другом, распределение оперативной памяти, выявление различных событий, возникающих в процессе работы и реакцию на них (например, при ошибочных ситуациях) и др.;

2) возможность общего управления машиной, которое осуществляется на основе командного языка операционной системы (системы команд-директив). С помощью этих команд человек может осуществлять такие операции, как разметка дисков, копирование файлов, распечатка каталогов на экране дисплея, запуск любых программ, установка режимов работы дисплея, принтера, коммуникаций и другие действия.

В общем случае ОС представляет собой специальную программу либо систему программ, которая автоматически загружается в оперативную память с внутреннего диска при включении компьютера. Первоначально ОС загружается со специального внешнего диска при введении компьютера в эксплуатацию.

Загрузка ОС выполняется автоматически при включении электропитания компьютера. Вначале включается в работу базовая часть, которая проверяет работоспособность компьютера и подключенного к нему периферийного оборудования. При наличии неисправностей компьютера выдает на экран соответствующий сигнал. По окончании проверки начинается загрузка рабочей части [61].

Диалоговый режим общения пользователя с компьютером состоит из последовательности типовых циклов, в каждом из которых пользователь вводит определенную команду с клавиатуры, а компьютер выполняет соответствующую команде операцию, как правило, сообщая о результате.

При работе с машиной пользователь должен сам справляться со всеми задачами, поэтому ему необходимо обладать достаточными знаниями по операционной системе: самостоятельно решать несложные проблемы, вводить в эксплуатацию программы и т.д.

Таким образом, из рассмотренного материала видно, что программное обеспечение в широком смысле этого понятия является наиболее гибким и наиболее быстро развивающимся компонентом вычислительных систем на базе ЭВМ. Это делает вычислительную технику конкретно применяемой, отвечающей своему назначению. Оно служит связующим звеном между проблемной средой и аппаратными средствами. Работники правоохранительных органов при использовании компьютерной техники в

практической деятельности обязаны грамотно применять программное обеспечение для решения конкретных задач.

Для удобства размещения на диске, а главное – для удобства оперативного поиска и использования вся информация должна быть соответствующим образом упорядочена, классифицирована.

В памяти компьютера, где информация весьма разнородна (и тексты, и изображения), объектом хранения выступает файл.

Файл – место хранения разнообразной информации: программ, данных, текстов, закодированных изображений и т.д. Реализуются файлы как участки памяти на магнитных носителях. Каждый файл имеет название – имя файла.

Название файла выбирает пользователь в момент его создания. Оно состоит из двух частей, которые соединены точкой, и записываются в виде:

[ОСНОВНОЕ ИМЯ].[ТИП ФАЙЛА]

Например, WIN.COM; здесь WIN– основное имя, а COM – тип файла.

Тип файла (этот параметр еще называют «расширением имени») имеет длину до трёх символов (в современных операционных системах возможно и 4). Обычно он уточняет, какая информация хранится в файле.

Все файлы, размещенные на диске, можно разделить на две группы: файлы, содержащие программы, и файлы, содержащие данные. В программных файлах хранятся программы решения задач. В файлах данных хранится информация, содержащая или числовые данные (числовые файлы), или тексты документов (текстовые данные), или изображения (графические файлы). Существуют и более сложные файлы данных. Для удобства пользователя файлы, которые имеют одинаковое назначение, имеют и одинаковые расширения имени.

Возможности современного ПК столь велики, что все большее число людей находят ему применение в своей работе, учебе, быту. Важнейшим качеством современного компьютера является его «дружественность» по отношению к пользователю. Общение человека с компьютером стало простым, наглядным, понятным. Компьютер сам подсказывает пользователю, что нужно делать в той или иной ситуации, помогает выходить из затруднительных положений. Это возможно благодаря программному обеспечению компьютера.

§ 4.3. Направления развития программирования и современных программных систем

В развитии инструментального программного обеспечения, позволяющего создавать программные средства практически в любой области, прослеживается пять поколений языков программирования (таблица 4.2).

Данные языки, являющиеся средством общения между пользователем и персональным компьютером, постоянно совершенствовались и становились все более доступными в освоении непрофессионалами.

Первые три поколения языков программирования характеризуются наличием сложного набора зарезервированных слов и синтаксиса. Следующее, четвертое поколение, продолжало требовать соблюдения определенного синтаксиса в процессе написания программ, но он уже был значительно легче для освоения. Пятое поколение включает естественные языки программирования, которые позволяют определять необходимые процедуры обработки информации, основываясь на предложениях языка, достаточно близкого к естественному, а также не требующего строгого соблюдения синтаксиса [75].

Таблица 4.2.

Поколения языков программирования

Поколения	Языки программирования	Характеристика
Первое	Машинные	Ориентированы на использование в конкретной ЭВМ, сложны в освоении, требуют хорошего знания архитектуры ЭВМ
Второе	Ассемблеры, Макроассемблеры	Более удобны для использования, но по-прежнему машинно-зависимы
Третье	Языки высокого уровня	Мобильные, человекоориентированные, проще в освоении
Четвертое	Непроцедурные, объектноориентированные, языки запросов, параллельные	Ориентированы на профессионального пользователя и ЭВМ с параллельной архитектурой
Пятое	Языки искусственного интеллекта, экспертных систем и баз знаний, естественные языки	Ориентированы на повышение интеллектуального уровня ЭВМ и интерфейса с языками

Первое поколение языков программирования содержали набор машинных команд в двоичном (бинарном) или восьмеричном формате в зависимости от архитектуры конкретной ЭВМ. Для каждого типа ЭВМ использовался свой язык программирования, а программы, написанные на нем, были непригодны для других типов. Программисту для написания программного продукта было необходимо не только хорошее знание программного языка, но и архитектуры ЭВМ.

Для языков программирования второго поколения характерно создание языков ассемблерного типа (ассемблеров, макроассемблеров), позволяющих использовать мнемонические символьные обозначения вместо двоичных и других форматов машинных команд. Несмотря на усовершенствование, языки программирования оставались все еще машинно-зависимыми, программисту было необходимо разбираться в организации и функционировании аппаратной среды используемой ЭВМ. Кроме того, ассемблерные программы оставались затруднительными для чтения, трудоемкими в отладке и требовали значительных усилий и изменений для переноса на другие типы ЭВМ. В настоящее время ассемблерные языки применяются при разработке высокоэффективного программного обеспечения, обладающего минимальным объемом и максимальной производительностью.

Третье поколение языков программирования началось с создания в 1956 г. первого языка высокого уровня – Fortran, разработанного под руководством Дж. Бэкуса в фирме IBM, который достаточно быстро стал основным языком для решения инженерно-технических и научных задач. Если изначально Fortran имел ограниченные средства для работы с символьной информацией и с системой ввода-вывода, то в процессе развития он стал одним из самых распространенных языков программирования для всех классов ЭВМ, а некоторые его версии использовались для вычислительных средств нетрадиционной параллельной архитектуры.

В последующем было создано свыше 2000 различных языков высокого уровня, таких как Algol, Cobol, Basic, PL/1, Pascal, APL, ADA, C, Forth, Lisp, Modula и др.

Для языков четвертого уровня характерен непроцедурный характер, то есть в них описывается только то, что необходимо выполнить, но не указываются способы и методы выполнения. В создаваемых программах формируются не последовательность выполнения алгоритма, а скорее, соотношение. Непроцедурные языки содержат минимальное число синтаксических правил, оптимально подходят для использования непрофессионалами в области программирования. В качестве типичных примеров непроцедурных языков можно привести языки, используемые для задач искусственного интеллекта (например, Prolog, Langin).

Появление объектно-ориентированных языков программирования, базирующихся на понятии программного объекта, стало второй тенденцией развития четвертого поколения. Программный объект включает в себя структуры данных и алгоритмы, где каждый объект знает, как выполнять операции со своими собственными данными. В то же время объекты могут использовать совершенно разные алгоритмы в процессе выполнения действий, определяемых одним и тем же ключевым словом (так называемое свойство полиморфизма). Например, объект с комплексными числами и массивами в качестве данных будет использовать различные алгоритмы

для выполнения операции умножения. Такими свойствами обладают объектно-ориентированные Pascal, Basic, C++, Smalltalk, Simula, и ряд других языков программирования.

К третьему направлению развития языков программирования четвертого поколения можно отнести языки запросов, позволяющих пользователю получать информацию из различных баз данных. Разработанные языки запросов проще в использовании, хотя и отличаются особым синтаксисом обязательным для соблюдения, как и в традиционных языках программирования третьего поколения.

Языки параллельного программирования (например, модификация языков высокого уровня Fortran, языки Occam, SISAL, FP и т.д.) входят в четвертое направление развития. Данные языки, в отличие от языков, ориентированных на традиционную однопроцессорную архитектуру, предназначены для создания программного обеспечения для вычислительных средств параллельной архитектуры.

К пятому поколению, интенсивно развивающемуся в настоящее время, относят языки экспертных систем, баз знаний (InterLisp, ExpertLisp, IQLisp, SIAL и т.д.), искусственного интеллекта и, конечно, естественные языки, которые не требуют изучения специального синтаксиса. В настоящее время развиваются и успешно используются языки программирования с ограниченными возможностями – Clout, Q&A, HAL и т.д.

Определяющие факторы классификации языков программирования не имеют жесткой градации. В приведенной классификации описываются наиболее часто применяемые факторы, даются условные названия и приводятся примеры языков программирования для каждой классификационной группы (таблица 4.3).

Элементы языков программирования обычно рассматривают на таких уровнях, как [78]:

- алфавит, состоящий из совокупности символов, вводимых с клавиатуры, и отображаемый на экранах или устройствах печати. Традиционно представляет собой набор символов Latin-1, за исключением управляющих символов. В случаях использования неотображаемых символов указываются правила их записи (комбинирование в лексемы);
- лексика, представляющая собой совокупность правил, по которым образуются цепочки символов (лексем), идентификаторов (переменные и метки), операторов и различные лексические компоненты языка. Кроме того, к ним можно добавить зарезервированные, запрещенные или ключевые слова языков программирования, позволяющие обозначать операторы, встроенные функции и т.д.

Таблица 4.3.

Классификация языков программирования

Фактор	Характеристика	Группы	Примеры ЯП
Уровень ЯП	Степень близости ЯП к архитектуре ПК	Низкий	Автокод, ассемблер
		Высокий	Fortran, Pascal, ADA, Basic, Сидр
		Сверхвысокий	Сетл
Специализация ЯП	Потенциальная или реальная область применения	Общего назначения (универсальные)	Fortran (инженерные расчёты), Cobol (Коммерческие задачи), Refal, Lisp (символьная обработка), Modula, ADA (программирование в реальном времени)
		Специализированные	
Алгоритмичность (процедурность)	Возможность абстрагироваться от деталей алгоритма решения задачи. Алгоритмичность тем выше, чем точнее придется планировать порядок выполняемых действий	Процедурные	Ассемблер, Fortran, Basic, Pascal, ADA
		Непроцедурные	Prolog, Langin

- синтаксис является совокупностью правил для образования языковых конструкций или предложений языка программирования (блоков, процедур, составных операторов, условных операторов, операторов цикла и т.д.). К основной особенности синтаксиса можно отнести принцип вложенности (рекурсивность) правил построения конструкций. Например, в определении оператора цикла телом цикла является оператор, частным случаем которого является все тот же оператор цикла;

- семантика позволяет анализировать смысловую правильность конструкции и ее содержание. Например, если в выражении используется переменная, то она должна быть определена ранее по тексту программы, а уже из данного определения может быть получен ее тип, который указывает на допустимость операции с переменной. Семантические ошибки зачастую возникают в результате недопустимого использования операций, массивов, функций, операторов и т.д.

В ряде случаев эквивалентные лексемы, в зависимости от используемого языка программирования, могут обозначаться как одним, так и несколькими символами алфавита. В качестве примера сравним языки Си и Pascal. Оператор присваивания в первом обозначается как «=», а во втором

«:=». Операторные скобки в Си задаются символами "{" и "}", а в Pascal – BEGIN и END.

Граница между алфавитом и лексикой весьма условна, особенно учитывая, что компилятор на фазе лексического анализа меняет распознанные им ключевые слова на свой внутренний код (например, BEGIN – 512, END – 513) и в последующем рассматривает их в качестве отдельных символов.

Исходная программа, требования к которой впервые были сформированы в языке Cobol, включает в себя следующие части [78]:

- раздел идентификации содержит сведения о наименовании программы и дополнительную информацию для программистов (пользователей);
- раздел связи представляет собой фрагмент текста с описанием внешних переменных (часть исходных данных, поступающих на вход программы при запуске), которые часто называют параметрами программы;
- раздел оборудования (среда), содержащий описание параметров персонального компьютера (типа ПК, процессор, требования к оперативной и внешней памяти), являющихся существенными с точки зрения выполнения программы. Даже однотипные ПК могут отличаться по ряду параметров (набору машинных инструкций (команд), средствам программирования ввода-вывода, кодированному представлению данных и др.), следовательно, описание в данном разделе требуется транслятору языка для оптимизации выполнения, а также оценки возможности создания рабочей программы;
- раздел данных обеспечивает идентификацию (декларацию, объявление, описание) переменных и их типов, используемых в программе. Понятие типа обеспечивает на этапе трансляции программы проверку данных на совместимость в операциях и отвергает недопустимые преобразования;
- раздел процедур, элементами которых являются операторы и стандартные функции, включенные в состав языка программирования, представляет собой программную часть с описанием процессов обработки данных.

Целесообразно отметить отсутствие строго требования к наличию всех вышеперечисленных разделов исходного модуля в каждом языке программирования. В ряде случаев описания переменных размещаются в тексте произвольно или не указываются, в этом случае тип переменной определяется компилятором на основе системы умолчаний. В некоторых системах программирования тип переменной задается в момент присвоения ей значения другой переменной или константы и т.д. Существуют фрагменты описания данных, которые могут относиться как к разделу данных, так и к разделу оборудования. Например, указания на устройство, длину и формат записи, организацию файла и т.п.

Существующие языки программирования подразделяются на две основные группы: процедурные и непроцедурные (рисунок 4.7).

Процедурные (алгоритмические) языки представляют собой систему предписаний направленных на решение конкретной задачи и, в свою очередь, разделяются на языки низкого и высокого уровня.

Язык программирования является низкоуровневым в случаях ориентирования его на конкретный тип процессора, так как различные типы имеют различный набор команд, и обязательным учетом его особенностей. То есть операторы языка ориентированы на команды процессора и достаточно близки к машинному коду.

Языки низкого уровня, или машинно-ориентированные, предоставляют возможность создавать программные продукты из машинных кодов, обычно в шестнадцатеричной форме. С машинно-ориентированными языками уверенно работают только высококвалифицированные программисты, но они позволяют уменьшить объем занимаемой памяти, увеличить скорость работы программы и наиболее оптимальны для разработки системных программ, драйверов и т.д.

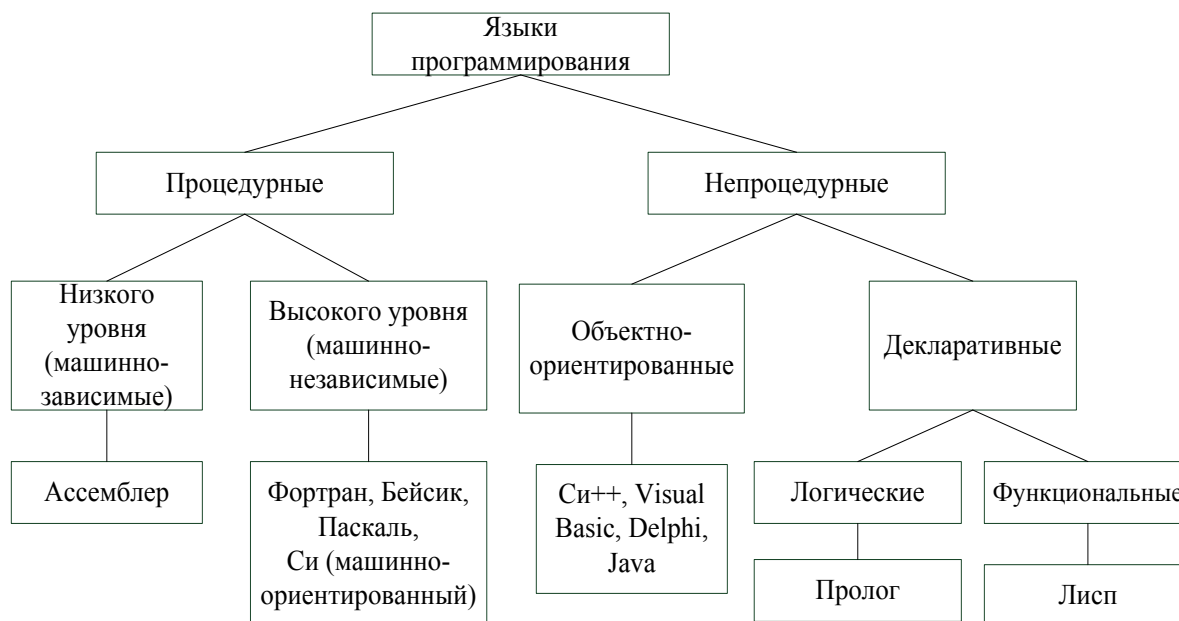


Рисунок 4.7. Общая классификация языков программирования.

Примером низкоуровневых языков может служить Ассемблер, позволяющий представлять команды машинного кода с помощью условных символьных обозначений, называемых мнемониками.

Языки программирования высокого уровня не учитывают архитектуру конкретных компьютеров, разработка программных продуктов значительно проще, а следовательно, снижается число возможных ошибок.

Кроме того, использование трансляторов позволяет достаточно просто переносить готовые программы на другие платформы.

Работа программ-трансляторов обеспечивается посредством использования одного из двух принципов: интерпретации или компиляции.

При использовании принципа интерпретации производится пооператорная трансляция с последующим выполнением оператора исходной программы. У данного принципа существует два основных недостатка: во-первых, в течение всего процесса выполнения интерпретирующая программа должна находиться в памяти персонального компьютера; во-вторых, число повторений трансляции оператора равно числу исполнения команды в программе, что способствует снижению производительности.

Несмотря на недостатки, программы-трансляторы, работающие по принципу интерпретации, удобны при разработке и отладки исходных программ и получили широкое распространение.

При использовании принципа компиляции процессы трансляции и компиляции разделены во времени, то есть сначала осуществляется перевод исходной программы на машинный язык, а только затем она начинает исполняться. Данный принцип позволяет сократить объем используемой оперативной памяти и, как следствие, повысить производительность вычислительной системы.

Программа, полученная после транслирования методом компиляции, получила название «объектный модуль». Перед исполнением объектный модуль необходимо обработать специальной программой операционной системы (редактором связей – Link) и преобразовать в загрузочный модуль.

Кроме рассмотренных выше трансляторов-интерпретаторов и трансляторов-компиляторов на практике широко используются трансляторы-интерпретаторы-компиляторы, объединившие достоинства обоих принципов и позволяющих значительно упростить процессы составления и отладки программ.

В целом процедурное программирование требует от программиста детального описания решения задачи с четкой формулировкой алгоритма и его специальной записи.

Непроцедурные языки программирования представляют собой принципиально иное направление, связанное с его парадигмами. К ним обычно относят объектно-ориентированное и декларативное программирование.

Объектно-ориентированный язык образует окружение в виде множества независимых объектов, ведущих себя по аналогии с отдельным персональным компьютером, которые возможно использовать, не вникая во внутренние механизмы их функционирования. Среди языков объектного программирования среди профессионалов наиболее популярен Си++, а программисты-любители достаточно часто используют языки типа Delphi и Visual Basic.

При использовании декларативного языка программист указывает исходные информационные структуры, взаимосвязи между ними и то, какими свойствами должен обладать результат. При этом процедуру его получения («алгоритм») программист не строит (по крайней мере, в идеале). В этих языках отсутствует понятие «оператор» («команда»). Декларативные языки можно подразделить на два семейства – логические (типичный представитель – Пролог) и функциональные (Лисп).

Охарактеризуем наиболее известные и популярные языки программирования.

1. **Фортран** (FORmula TRANslating system – система трансляции формул) является одним из старейших языков программирования и, несмотря на это, продолжает активно использоваться при решении математических и инженерных задач на ЭВМ.

2. **Бейсик** (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code – универсальный символический код инструкций для начинающих) является одним из самых популярных языков программирования при написании простых программ, несмотря на существенное число недостатков и обилие плохо совместимых версий.

3. **Паскаль** (Pascal – назван в честь ученого Блеза Паскаля) – созданный в начале 70-х годов швейцарским ученым Никлаусом Виртом широко используется как для обучения начинающих программистов в школах и вузах, так и профессионалами. Система Турбо-Паскаль, разработанная позже Филипом Каном, объединяет в едином интерфейсе такие этапы обработки программы, как компиляция, редактирование связей, отладку, диагностику ошибок.

4. **АДА** (получил свое название в честь Огасты Ады Лавлейс) является наследником языка Паскаль, разработан группой ученых во главе с Жаном Ихбиа и победил в мае 1975 года в конкурсе по разработке универсального языка, проводимом Пентагоном. Предназначен для создания и длительного сопровождения больших программных систем и предусматривает возможность параллельной обработки, управления процессами в реальном масштабе времени.

5. **Си** (C – «си») популярен среди разработчиков системного программного обеспечения. Сочетает в себе особенности машинно-ориентированного языка и языка высокого уровня, обеспечивая программисту доступ ко всем ресурсам персонального компьютера.

6. **Си++** (C++) создан Бьярном Страуструпом в 1980 году и является объектно-ориентированным расширением языка Си. Унаследовав от языка Си определенную низкоуровневость, обладает дополнительными возможностями, позволяющими повысить производительность.

7. **Дельфи** (Delphi) является достаточно популярным языком объектно-ориентированного программирования. Специалисты фирмы Borland создали его на базе языка Паскаль, добившись не только мощности и гиб-

кости языков Си и Си++, но и превосходства их по удобству и простоте интерфейса при разработке приложений.

8. **Ява** (Java) – чрезвычайно эффективный для создания интерактивных веб-страниц платформенно-независимый язык объектно-ориентированного программирования. Компания Sun создала его на основе СИ++ в начале 90-х годов XX века, исключив из него все низкоуровневые возможности, что упростило разработку приложений.

9. **Лисп** (Lisp) является функциональным языком программирования ориентированным на представление структуры данных в форме списка и предоставляет возможность организовать эффективную обработку больших массивов текстовой информации.

10. **Пролог** (PROgramminginLOGic – логическое программирование) – язык программирования для разработки интеллектуальных программ и систем, позволяющий эффективно работать с основанными на фактах и правилах базами знаний, являющихся одним из элементов искусственного интеллекта. В основу языка положена математическая модель теории исчисления предикатов. В Прологе предусмотрена возможность возврата с целью выполнения обратной цепочки рассуждений, в процессе которого предполагается, что некоторые выводы или заключения истинны. На следующем этапе осуществляется проверка предположений в базе знаний, которая содержит факты и правила логического вывода. Если предположение не подтверждается, выполняется возврат и выдвигается новое предположение.

В процессе программирования для Интернета наиболее популярны такие языки программирования, как:

1. **HTML** является достаточно простым языком для оформления документов и содержит элементарные команды форматирования текста, добавления рисунков, задания шрифтов и цветов, организации ссылок и таблиц.

2. **PERL** существенно превосходит языки типа Си и изначально создавался в качестве средства для эффективной обработки значительных текстовых файлов, управления задачами и генерации отчетов. В нем предусмотрено много часто используемых функций работы со строками, массивами, управление процессорами, работа с системной информацией.

3. **Tcl/Tk** – язык программирования, состоящий из мощных команд, независимый от системы, позволяющий создавать программы с графическим интерфейсом и ориентированный на автоматизацию рутинных процессов.

4. **VRML** создавался с целью организации виртуальных трехмерных интерфейсов в Интернете и предоставляет возможность описывать в текстовом виде различные трехмерные сцены, освещение и тени, текстуры.

В целом на выбор языка программирования для решения задачи влияют многие факторы, к которым можно отнести: назначение, удобство

написания исходных программ, эффективность получаемых объектных программ и т.п.

Индустрия программного обеспечения постоянно поставляет на рынок программных продуктов значительное количество как новых программ, приложений, систем, так и очередных модификаций уже существующих версий. Разобраться в таком объеме программных продуктов сложно даже специалисту в данной области, так как для удовлетворения конкретной потребности предлагается на выбор десятки программных продуктов. Наиболее наглядно этот тренд прослеживается при выборе программного обеспечения для вновь созданной информационной системы [175].

К одному из важных аспектов проблемы выбора программного средства целесообразно отнести перспективы развития, определяемые общими тенденциями развития программного обеспечения. Таким образом, изучение тенденций развития в сфере программных средств позволяет пользователю обоснованно выбирать программный продукт.

К основным тенденциям развития программного обеспечения относятся [175]:

- стандартизация отдельных компонентов и интерфейсов, позволяющая не только использовать одно приложение на различных платформах и операционных системах, но и взаимодействовать с широким кругом приложений;

- приоритет в использовании объектно-ориентированного проектирования и программирования программных средств с учетом обязательной стандартизации позволяет использовать технологию составления приложения из отдельных модулей, направленных на удовлетворение потребностей конкретного пользователя и исключающих ненужные функции. Одновременно с этим повышается надежность и снижается стоимость приложения, а также минимизируются проблемы модификации при изменении потребностей. Кроме того, использование принципа модульности при создании приложений в совокупности с возможностями сетевого доступа к ним позволит не приобретать программный продукт целиком, а брать его во временное пользование;

- интеллектуализация и обеспечение интуитивной понятности интерфейса, а также возможность его настройки под потребности конкретного пользователя, развитие непроецедурности языка и возможности диалога с персональным компьютером в процессе настройки интерфейса;

- интеллектуализация возможностей программных продуктов, что позволяет широко использовать методы искусственного интеллекта в процессе проектирования приложений, а также решать плохо формализуемые задачи;

- универсализация отдельных компонентов (модулей) разрабатываемых прикладных программ, а также их трансформация из специализи-

рованного в область универсального прикладного программного обеспечения. Данная ситуация аналогична с текстовыми процессорами, которые изначально относились к специализированному прикладному программному обеспечению;

- устойчивая тенденция на обеспечение совместной (групповой) работы пользователей в процессе решения проблем с помощью программных средств. Таким образом, при разработке программного обеспечения значительное внимание уделяется коммуникационным компонентам. В качестве примера можно привести включение в операционную систему Windows коммуникационных средств, которые позволяют обеспечивать использование сети Интернет;

- повсеместное внедрение программного обеспечения в технические средства (товары) массового потребления (например, телевизор, телефон и т.д.), что, с одной стороны, значительно повышает требования к интерфейсу программного обеспечения, а с другой – пользователь должен обладать определенными знаниями в области используемого программного обеспечения;

- поэтапный переход компонентов, характерных для прикладного, в универсальное прикладное программное обеспечение. Недоступные ранее программные средства становятся доступны широкому кругу пользователей. В качестве примера можно привести текстовые редакторы, доступные ранее в основном работникам, занимающимся издательской деятельностью.

Указанные тенденции предъявляют все более высокие требования не только к качественным, но и количественным характеристикам аппаратных средств персональных компьютеров. Однако потенциальные возможности используемой элементной базы превышают предъявляемые требования, что благоприятно влияет на реализацию развития информационных технологий.

Практическая реализация тенденций зачастую напрямую зависит от ошибок методологического характера, оказывающих влияние на последующую работу и достаточно долго не воспринимаемая разработчиками в качестве ошибки. В качестве примера можно привести излишнюю интеллектуализацию интерфейса с неотработанными в полной мере методами взаимодействия пользователя с персональным компьютером. В качестве другого неудачного примера можно привести отображения в интерфейсе пользователя всех возможных вариантов его действий в той или иной ситуации. Многоуровневые меню в результате существенно снижают эффективность работы пользователя.

Указанные недостатки являются проявлением «болезни бурного роста» и результатом внедрения информационных технологий во все сферы человеческой деятельности. Существует надежда на их успешное преодоление в ближайшем будущем.

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Опишите порядок создания программного обеспечения.
2. Какие требования предъявляются к создаваемому алгоритму?
3. Какие виды алгоритмов существуют?
4. Охарактеризуйте формы представления алгоритмов.
5. Какими возможностями обладают отладчики?
6. Опишите существующие виды алгоритмов.
7. Какова структура программного обеспечения?
8. Дайте определение файла и перечислите требования к его названию.
9. Перечислите наиболее известные и популярные языки программирования.
10. Дайте классификацию языков программирования.
11. Охарактеризуйте поколения языков программирования.

ГЛАВА 5. Общая характеристика процесса обработки информации в информационных системах

§ 5.1. Основные виды и способы обработки аналоговой и цифровой информации

Любая информация, отнесенная к области абстрактных категорий, может проявляться только в материально-энергетической форме и в ходе обработки представляется в формализованном виде *данных*. Рассмотрим вопросы, связанные с обработкой данных, более подробно. Дадим определение основным понятиям, связанным с обработкой информации.

1) Основные понятия обработки информации

Обработка информации:

- решение задач, связанных с преобразованием информации, независимо от их функционального назначения;
- процесс, осуществляемый при помощи устройств, машин, выполняющих аналоговые или цифровые преобразования поступающих величин, функций.

Обработка связана с циклом обращения информации, включающим воспроизведение, подготовку, нормализацию, квантование, кодирование, модуляцию сигналов (рисунок 5.1).

Воспроизведение – формирование образа, опознавание, оценка объекта и отделение информации от шума, в результате которых образуется сигнал в форме, удобной для передачи и преобразования.

Передача – перенос на расстояние с помощью сигналов различной природы.

Представление – обработка информации, связанная с человеком, и условное изображение форм сигналов для адекватного воздействия на человека.

Воздействие сигналов – это явление, событие, при котором сигнал, несущий информацию, производит регулирование и защиту действия и вызывает изменение в объекте [97].

Содержание представленных циклов обращения информации позволяет сделать вывод об их связи с содержанием, формой представления и структурой обрабатываемой информации.

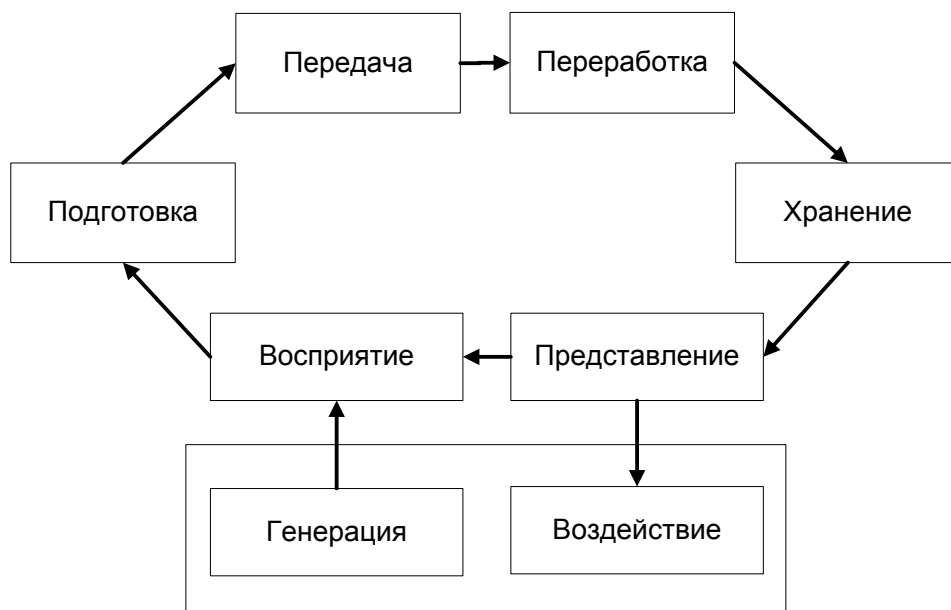


Рисунок 5.1. Циклы обращения информации.

2) Основные виды и способы обработки данных

Данные – это информация, представленная в определенном виде для автоматизированной обработки.

Виды данных: текст, звук, изображения, аудио, видео, мультимедиа.

Обработка данных – процесс последовательного выполнения операций над данными.

В настоящее время существует классификация способов обработки данных: с помощью прикладных процессов; распределенная обработка данных; в реальном режиме времени; фоновая; поочередная (в режиме разделения времени); обработка документов различного формата: изображений, речи, списков, текстов и др.

Обработка документов – процесс преобразования, при котором решаются задачи обработки: подбор, систематизация информации, передача информации и др.

Обработка речи – это процесс анализа, преобразования и синтеза речи.

Обработка сигналов представляет собой процесс преобразования аналоговых сигналов в цифровой вид и наоборот. Сюда относят процессы фильтрации, модуляции, демодуляции, выделения из шума.

Обработку сигналов можно осуществлять двумя методами: аналоговым и цифровым.

При обработке сигналов производятся анализ и упорядочение элементов методов программирования процессов.

К обработке текстовой информации относят процессы ввода, хранения, редактирования, форматирования и печати.

3) Обработка аналоговой и цифровой информации

Системный подход в обработке информации может быть представлен в виде следующей структуры (рисунок 5.2).

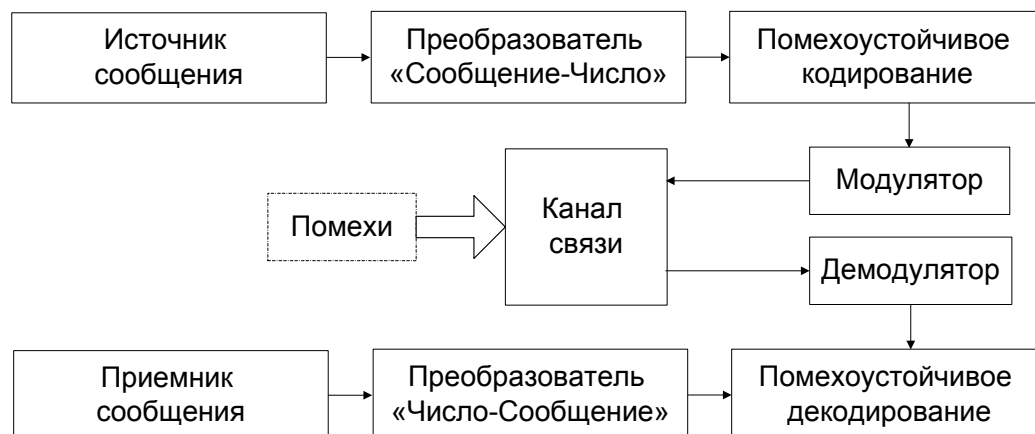


Рисунок 5.2. Общий вид системы обработки и передачи информации.

Структурная схема типового тракта обработки информации представлена на рисунке 5.3.

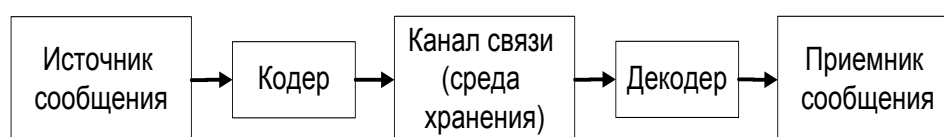


Рисунок 5.3. Структурная схема типового тракта обработки информации.

Источник сообщения представляет собой устройство, которое осуществляет выборку из некоторого множества допустимых сообщений. Сигнал – это элемент некоторого множества, выбираемого по выбранной вероятности.

Множество с заданной вероятностной мерой называют *ансамблем*.

Ансамбль сигналов может быть либо конечным (дискретным), либо бесконечным. Ансамбль $\{X(t)\}$ функций t – это случайный процесс. Входящая функция $X_p(t)$ представляется как выборочная функция реализации процесса.

Канал связи – система трансляции информации, представленная телефонными, телеграфными каналами передачи данных или каналом с передаваемыми сигналами, подверженными искажению шумами.

Источником информации является сообщение в виде слов текста, записанных с помощью определенного алфавита. Устройство кодирования преобразует сообщения в удобные для передачи по каналу связи сигналы,

Каналы связи должны обладать определенной помехозащищенностью [51]. Декодер дешифрует комбинации кода и выдает информацию пользователю.

Информация от источника сначала преобразуется избыточным двоичным кодом, далее корректирующим помехоустойчивым, затем модулируется для передачи по каналу связи.

Перед приемником сообщений сигнал преобразуется в цифровую форму в виде последовательности двоичных сигналов с исправлением ошибок и представляется в удобном для восприятия виде.

Одна из характеристик канала связи – определенная пропускная способность. Источник отправляет информацию с определенной скоростью. Как правило, скорость информации от источника меньше пропускной способности канала связи. Следовательно, защищенные от помех процессы кодирования и декодирования информации будут иметь минимальную вероятность ошибки. Такое кодирование сигналов обеспечит защиту как физической, так и логической целостности исходной информации от флуктуационных, гармонических и импульсных помех.

К флуктуационным помехам относят случайно изменяющиеся показатели напряжения или тока в электронных компонентах средств обработки информации.

Гармоническая помеха – умышленная помеха в процессах обработки информации.

Импульсная помеха может быть представлена пиковым значением величины полезного сигнала.

Информация в канале связи под воздействием помех искажается и отличается от исходно переданной. В этом случае появление ошибок является случайным процессом, а предсказать его возможно только с использованием статистических данных.

Если условия передачи ряда набора символов не зависят один от другого, то канал называется «каналом без памяти». И, наоборот, при наличии зависимости условий передачи символа от предыдущих состояний канал называется «каналом с памятью».

При передаче сигналов в канале связи ошибки в символах накапливаются и группируются в пакеты, представляющие собой последовательность символов, которая начинается и заканчивается ошибочно принятыми символами. При этом внутри пакета могут присутствовать и правильно воспринятые символы.

Модель симметричного двоичного канала представлена на рисунке 5.4.

При взаимонезависимых ошибках вероятность искажения каждого символа P_e постоянная. Вероятность безошибочного приема одного сим-

вола – $(1 - P_e)$, а вероятность распределения ошибок при передаче последовательности из n символов равна:

$$P = \sum_{i=0}^n C_n^i P_e^i (1-P_e)^{n-i}, \quad (5.1)$$

где i – кратность ошибок в последовательности n , C_n^i – число сочетаний из n по i , $C_n^i = n!/i!(n-i)!$.

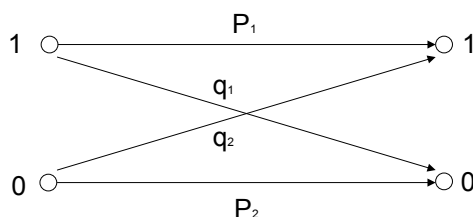


Рисунок 5.4. Модель симметричного двоичного канала.

В реальных каналах связи ошибки в основном зависимы, и приведенное выражение будет приближенным.

Скорость передачи последовательности дискретных сообщений длительностью T по каналу связи без помех определяется выражением (5.2):

$$\lim_{T \rightarrow \infty} I/T = V \text{ бум/с}, \quad (5.2)$$

тогда пропускная способность канала связи определяется предельным значением скорости и равна:

$$C = V_{max} = \lim_{T \rightarrow \infty} I_{max}/T \text{ бум/с}. \quad (5.3)$$

Пропускная способность канала – это максимальная скорость передачи информации на символ в единицу времени при том, что канал связи должен быть без помех увязан с источником информации.

Если равны вероятности состояний источника информации для максимального количества информации в сообщении, то пропускная способность канала будет равна:

$$C = V_{max} = \lim_{T \rightarrow \infty} n \log_2 m / T \text{ (бит/с)}. \quad (5.4)$$

Эффект от использования канала связи будет выше при условии, что скорость источника стремится к пропускной способности канала. При $V > C$ информация будет всегда передаваться с искажениями. В обратном случае – без искажений.

Неискаженная передача сигналов происходит на основе известных положений К. Шеннона о теории передачи:

1. Если скорость передачи сообщений достаточно близка к пропускной способности канала C , то всегда существует способ кодирования, который обеспечит передачу сообщений со скоростью, близкой к пропускной способности канала при малой вероятности ошибки;

2. Если к входу канала подключен источник сообщений с энтропией символа, равной пропускной способности канала связи, то считается, что источник согласован с каналом;

3. Если энтропия источника меньше пропускной способности канала (при неравновероятности состояний источника сообщений), то источник не согласован с каналом связи (неполная загрузка канала);

4. Для согласования значения энтропии источника с пропускной способностью канала связи передача сигналов осуществляется на основе статистического кодирования.

Пример. Содержание статистического кодирования демонстрируется примером двух последовательностей сообщений:

1 – 111100010011010000011101100101
2 – 000000010000000001100000000000

Для независимого появления символов 1 и 0 в первой последовательности их вероятности равны, $P_1 = P_0 = 0,5$, а для второй – $P_1 = 0,1$, $P_0 = 0,9$. С учетом этого, энтропия первой последовательности равна $H_1 = -2 \times 0,5 \times \log_2 0,5 = 1$, а второй – $H_2 = -0,1 \times \log_2 0,1 - 0,9 \times \log_2 0,9 \approx 0,5$. Отсюда количество информации на символ во второй последовательности в два раза меньше, чем в первой. Для бинарного канала связи с пропускной способностью $C = \log_2 m$ дв.ед./символ первая последовательность будет согласована с каналом ($H = 1$), а при передаче второй последовательности пропускная способность двоичного канала на символ в два раза больше энтропии источника, т.е. канал недогружен и несогласован с источником ($C > H_2$). Статистическое кодирование позволяет повысить энтропию передаваемых сообщений.

Для канала связи с помехами сообщения могут искажаться и на приеме, что уменьшает достоверность передаваемой информации. При этом вероятность безошибочного приема будет меньше 1. Количество принимаемой информации, I , уменьшается на величину полученной неопределенности, вносимой помехами и равно:

$$I = H(i) - H_i(j), \quad (5.5)$$

где $H(i)$ – энтропия источника сообщений, $H_i(j)$ – энтропия принятого сообщения [79].

Скорость передачи информации по каналу связи с помехами определяется выражением (5.6):

$$V' = \lim_{T \rightarrow \infty} I/T = \lim_{T \rightarrow \infty} (H_i - H_j(i))/T. \quad (5.6)$$

Учитывая рассмотренные характеристики источника информации и канала связи, Шеннон предложил следующее: при условии, что энтропия источника информации H_i меньше или равна пропускной способности канала ($H_i \leq C$), то существует специальный код, обеспечивающий передачу информации через канал с помехами с малой частотой ошибок или с малой недостоверностью.

Для канала связи с финитной полосой пропускания и ограниченной средней мощностью аналогового сигнала пропускная способность равна (5.7):

$$C = F_m \log_2(1 + W_c/W_u), \quad (5.7)$$

где F_m – полоса пропускания канала связи (Гц); W_c – средняя мощность сигнала; W_u – средняя мощность помех с нормальным законом распределения амплитуд в полосе частот канала. При $W_c \gg W_u$, пропускная способность канала будет равна максимальной скорости передачи информации (5.8):

$$V_{max} = C = F_m \log_2 W_c/W_u. \quad (5.8)$$

Следовательно, можно сделать вывод о том, что при передаче информации по каналу связи с помехами с максимальной скоростью, приближающейся к пропускной способности канала связи, используются оптимальные методы избыточного кодирования источника сообщений.

§ 5.2. Сбор информации

Сбор информации – один из самых важных этапов процесса информационного обмена. Он раскрывает суть процесса систематизации информации в виде массивов первичных и вторичных документированных источников информации.

К первично-документированным источникам информации относят опубликованные, неопубликованные и непубликуемые документы с исходной информацией, а к вторичным – документы, полученные в процессе аналитической обработки как одного, так и нескольких первичных источников. К вторичным относят информационные издания.

Сбор данных (data collection) – процесс получения данных из различных источников регистрации, группировки полученных данных и представление их в формате, применяемом в ЭВМ.

Сбор информации осуществляет взаимосвязь между системой информационного обеспечения и внешней средой. Эффективность такого процесса можно охарактеризовать при помощи большого количества показателей.

Полнота – количество всех релевантных документов в массиве (информации), существующих на данный момент времени с точки зрения всех пользователей системы.

Пертинентность – актуальность содержимого документа, соответствие запросам и потребностям пользователей.

Точность – количественная мера соответствия смыслового содержания в массиве только актуальных документов (информации).

Данный показатель описывает внутреннее состояние процесса сбора и его способность выполнять запросы на поиск информации в независимости от времени.

Оперативность – временной показатель выполнения задачи сбора информации.

Стоимость – показатель временных и пользовательских затрат на единицу массива информации.

Трудоемкость – процесс минимизации трудозатрат на сбор единицы массива информации.

Процесс сбора осуществляет структуризацию информации и информационных потребностей пользователя, а также выбор источника информации. Задача структуризации информации заключается в системной классификации информации исходя из показателей удобства ее применения пользователем при решении практических задач и эффективности использования современных средств и методов. При решении рассматриваемой задачи формируется так называемый информационный кадастр, состоящий из совокупности общего количества данных, необходимых и достаточных для обеспечения деятельности современного пользователя (рисунок 5.5).

При выборе источника информации необходимо учитывать следующие требования: полноту информационного кадастра, надежность и актуальность информации, релевантность, наглядность, функциональность, законность поставляемой информации, минимизация затрат на формирование и поддержание информационного кадастра.

Постановка задачи оптимизации выбора источников информации имеет своей целью выбор такой совокупности, которая при малых расходах позволила бы удовлетворительно осуществлять пополнение необходимой информацией с учетом вышеперечисленных требований.

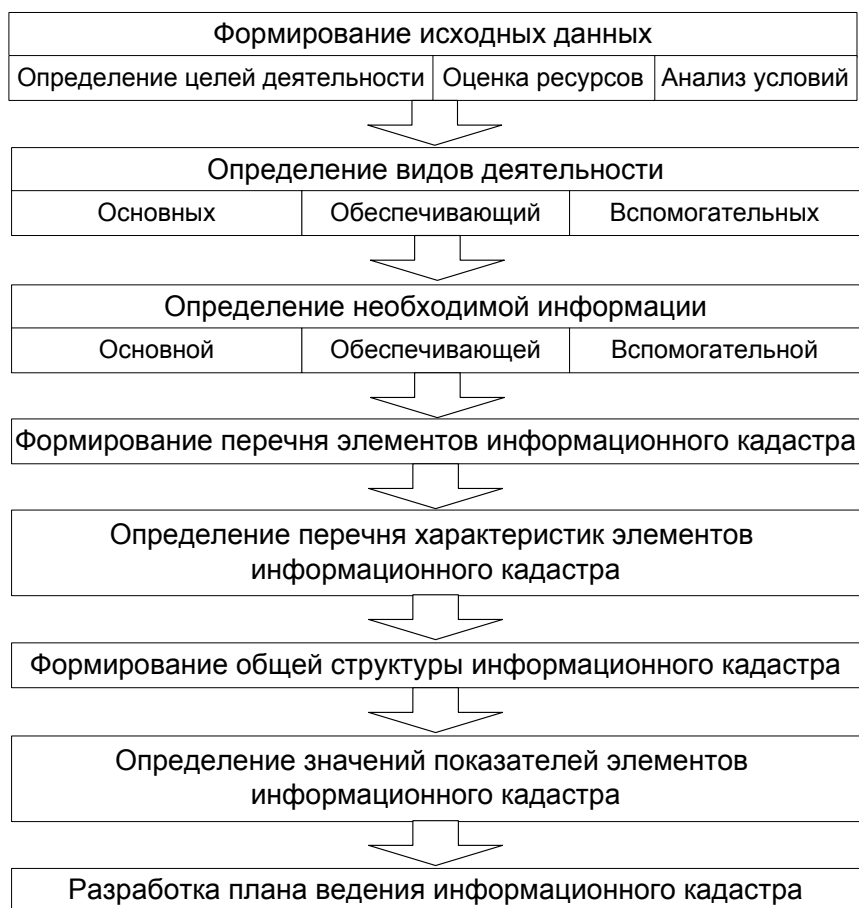


Рисунок 5.5. Схема процесса формирования информационного кадастра пользователя.

§ 5.3. Подготовка и обработка информации

1) Кодирование – процесс подготовки информации в цифровом виде

Обработка информации в информационных системах на этапе подготовки информации связана с процессом структуризации информационного потока, который представлен в цифровом виде. При этом применяется кодирование информации различной формы представления.

Исходя из известных положений теории информации и кодирования, виды представления кодов основаны на теориях *соединений, алгебраических преобразований и геометрических построений*. Существуют различные формы представления кодов в виде: формул, геометрических фигур, таблиц, графов, многочленов, матриц и т.д.

Суть теории соединений при генерации кодов заключается в количестве комбинаций, определяемых выбранным методом и качественными признаками вместе с общим числом элементов кода.

Согласно формуле *размещения* код можно задать при помощи формулы, в которой кодовые слова можно представить в виде комбинации самих элементов и их порядкового номера:

$$A_m^n = m(m-1)(m-2)\dots(m-n+1),$$

где m является числом качественных признаков кода; а n – количеством элементов кодового слова.

С учетом этого выражения максимальное количество размещений будет при $n = m-1$. Можно задать код, в котором кодовые слова представляют соединения, отличающиеся только порядком входящих в них элементов. Для этого используется формула перестановок: $p_m = 1*2*3*\dots m = m!$, где m – число качественных признаков (алфавит) кода.

Если код представляет собой соединения, отличающиеся только самими элементами, то он задается в виде формулы сочетаний:

$$C_m^n = m(m-1)(m-2)\dots(m-n+1) / n! = A_m^n / P_n.$$

Максимальное число сочетаний получается при $n = m/2$ (для четных m) и $n = (m+1)/2$ (для нечетных m).

Пример. Для алфавита a, b, c , $m = 3$, а $C_m^n = 3$ кодовые слова имеют вид ab, ac, bc .

Представление кода в виде многочлена для любой системы счисления с основанием P соответствует выражению:

$$Q = \sum_{i=1}^m a_i P^{i-1} = a_m P^{m-1} + a_{m-1} P^{m-2} + \dots + a_2 P^2 + a_1 P^0.$$

Пример. Число 435 в десятичной системе счисления можно записать: $435_{(10)} = 4*10^2 + 3*10^1 + 5*10^0$, а в двоичной системе счисления число 73 – многочленом: $1*2^6 + 0*2^5 + 0*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 1+8+64 = 1001001$.

2) Варианты представления информации в ЭВТ

Поле данных – последовательность нескольких битов или байтов.

Биты в числе (в слове, в поле и т.п.) нумеруются справа налево, начиная с 0-го разряда. В ЭВТ могут обрабатываться поля постоянной и переменной длины.

Поля постоянной длины: слово – 2 байта; полуслово – 1 байт; двойное слово – 4 байта; расширенное слово – 8 байт; слово длиной 10 байт – 10 байт.

Распакованный формат. Для каждой десятичной цифры отводится по целому байту, при этом старшие полубайты (зона) каждого байта (кро-

ме самого младшего) заполняются кодом 0011 (в соответствии с ASCII-кодом), а в младших (левых) полубайтах обычным образом кодируются десятичные цифры. Старший полубайт (зона) самого младшего (правого) байта используется для кодирования знака числа.

Числа с фиксированной точкой чаще всего имеют формат слова и полуслова, числа с плавающей точкой – формат двойного и расширенного слова.

Поля переменной длины могут иметь любой размер от 0 до 256 байт, но обязательно равный целому числу байтов.

В ЭВТ десятичные числа представляются двоичным кодом в виде полей переменной длины – в так называемых упакованном и распакованном форматах.

Упакованный формат. Для каждой десятичной цифры (ЦФ) отводится по 4 двоичных разряда (полбайта), при этом знак числа (Зн) кодируется в крайнем правом полубайте числа (знак «+» – 1100 и знак «–» – 1101).

При выполнении операций сложения и вычитания двоично-десятичных чисел ЭВТ используется упакованный формат.

Код ASCII (American Standard Code for Information Interchange) имеет основной стандарт и его расширение.

Распакованный формат активно используют в ЭВТ в процессе ввода-вывода информации в ПК, в том числе при выполнении операций умножения и деления двоично-десятичных чисел.

Символьная информация в ЭВТ представляется в распакованном формате двоично-десятичными числами на основе ASCII-кода.

В международном стандарте для кодировки символов используются шестнадцатеричные коды 00 – 7F и для расширения – коды 80 – FF.

Первый диапазон кодов применяется для кодировки управляющих символов, цифр и букв латинского алфавита, второй – для символов псевдографики и букв национального алфавита.

§ 5.4. Передача информации

1) Процесс передачи информации в формировании информационного потока

В широком смысле передача информации – это процесс и методы формирования и перемещения информационного потока, представляющий собой движение внутри организованной информации в определенной среде данных. В этом параграфе приступим к рассмотрению вопросов, связанных с формированием среды циркуляции информационных потоков. Существуют входные, внутренние и выходные виды информационных потоков на объекте. В канале телекоммуникации они делятся на односторон-

ние и двухсторонние. Циркуляция информационных потоков – факт их регулярного передвижения от одного объекта к другому или между разными элементами одного объекта (рисунок 5.6).

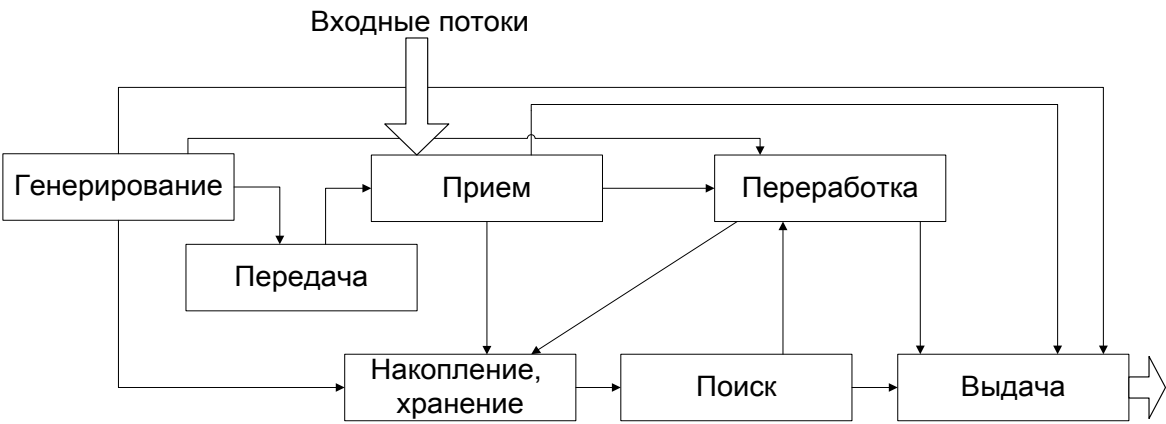


Рисунок 5.6.Схема циркуляции информационных потоков.

Схема позволяет сделать вывод о различных вариантах маршрутов циркуляции информации, которые определяются количеством процессов (таблица 5.1).

Таблица 5.1.

Варианты маршрутов циркуляции информации

№ маршрута	Варианты процессов обработки информации						
	1	2	3	4	5	6	7
1	→	→	→	→	→	→	→
2	→	→	→	→	→	→	→
3	→	→	→	→	→	→	→
4	→	→	→	→	→	→	→
5	→	→	→	→	→	→	→
6	→	→	→	→	→	→	→
7	→	→	→	→	→	→	→
8	→	→	→	→	→	→	→
9	→	→	→	→	→	→	→
10	→	→	→	→	→	→	→
10	→	→	→	→	→	→	→
11	→	→	→	→	→	→	→
12	→	→	→	→	→	→	→
13	→	→	→	→	→	→	→

Здесь особая роль отводится процессу передачи информации, заключающемуся в транспортировке от источника к месту хранения, переработки или применения информации.

2) Системы передачи информации

В современных информационных системах, относящихся к разным классам, в зависимости от типов используемых носителей информации и средств обработки принято выделять: устную передачу информации (общение); передачу через бумажные носители (фельдъегерско-почтовая связь); передачу машиночитаемых носителей; передачу в виде набора электрических сигналов по телекоммуникационным каналам.

Несмотря на широкое применение телекоммуникационных средств связи, часто задействуется фельдъегерская связь. Общая схема ее организации представлена на рисунке 5.7.

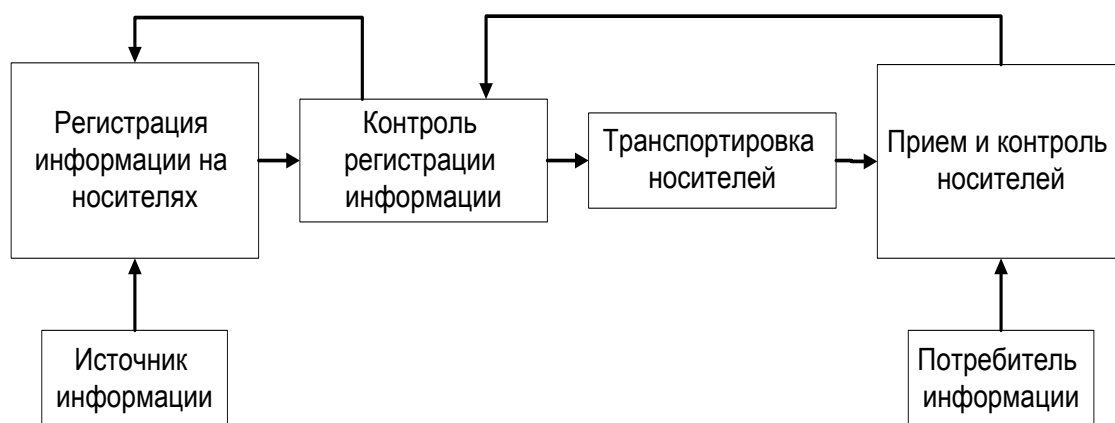


Рисунок 5.7. Общая схема процесса передачи информации по каналам фельдъегерско-почтовой связи.

Последовательность передачи информации по каналам связи в современных информационных телекоммуникационных системах представлена на рисунке 5.8. Ее основные принципы и методы изложены в теории связи и передачи сигналов [51; 101; 121; 197]. В качестве источника информации (ИИ) и приемника (получателя) могут выступать как человек, так и технические устройства.

При помощи кодера источника (КИ) информация любой физической природы (изображение, звук) преобразуется в первичный электрический сигнал $b(t)$. Эта операция для непрерывной информации в виде речевого сообщения представляет собой преобразование звукового давления в со-размерно меняющийся электрический ток микрофона. В каждый момент отсчета времени его можно отобразить в виде конечного числа сигналов, которые соответствуют определенным знакам в алфавите источника.

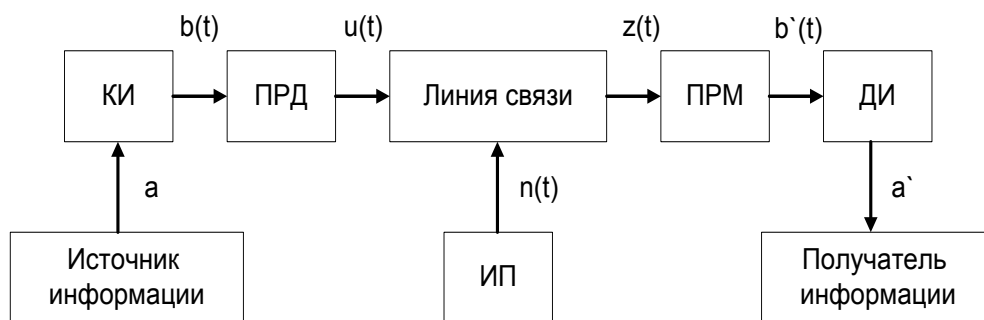


Рисунок 5.8. Общая схема передачи информации по каналам телекоммуникаций (связи).

Преобразование букв сообщения в сигналы как процесс преследует конкретные цели. Первая из них – преобразование информации в упорядоченный набор символов, которые обеспечивают простую и надежную аппаратную реализацию информационных устройств с высокой эффективностью.

При отсутствии помех в канале связи такое кодирование дает выигрыш либо во времени передачи, либо в объеме запоминающего устройства, следовательно, повышается эффективность системы. Оно названо эффективным или оптимальным кодированием.

Вторая цель кодирования заключается в обеспечении заданной достоверности сообщения в процессе передачи или хранения информации при помощи дополнительной избыточности по простым алгоритмам. Важно учитывать интенсивность и статистическую закономерность помех в канале связи. Такой способ кодирования называют помехоустойчивым.

Подбор устройств кодирования и декодирования непосредственно связан со статистическими свойствами источника сообщений, а также уровня и характера помех в канале связи. Передатчик (ПРД) преобразует первичный электрический сигнал во вторичный $u(t)$, который пригоден для передачи по выбранному каналу или линии связи. Данное преобразование проводится при помощи модулятора.

Преобразование сообщения в сигнал должно иметь и обратное направление, т.е. быть обратимым. Это позволит получить полную информацию из переданного сообщения. В противоположном случае некоторая информация будет утрачена.

Линия связи – некоторая среда, при помощи которой осуществляется передача сигналов от передатчика к приемнику.

В качестве таких линий в системах электросвязи выступают кабели и волноводы. Для систем радиосвязи линиями служат пространства, по которым происходит распространение электромагнитных волн от передатчика к приемнику. На сигналы от источника (ИП) при передаче по линии связи накладываются помехи $n(t)$, при этом сигналы искажаются.

Приемное устройство, состоящее из приемника (ПРМ) и декодирующего устройства информации (ДИ), обрабатывает принятый сигнал $z(t) = s(t) + n(t)$ и восстанавливает по нему передаваемое сообщение a' , адекватное сообщению источника информации a .

Система связи – комплекс технических средств передачи сообщений от источника к потребителю, состоящая из передающего (КИ, ПРД), приемного (ДИ, ПРМ) устройства и линии связи.

Системы связи различают по виду передаваемых сообщений. Существуют системы, предназначенные для передачи речи, текста, изображений, сигналов радиовещания, данных, конференцсвязи, телеизмерения и телеуправления и др.

Количество передаваемых сообщений по одной линии связи позволяет делить системы на одноканальные и многоканальные.

Канал связи – совокупность технических средств, которые обеспечивают передачу сигналов от источника (КИ) к получателю сигнала (ДИ).

Существуют и другие классификации каналов связи. Например, по виду сигналов, поступающих на вход и выход канала – дискретные (цифровые), непрерывно-дискретные, дискретно-непрерывные.

По характеру линии связи каналы делятся на: механические, гидравлические, акустические, электрические (проводные), радио (беспроводные), оптические.

§ 5.5. Хранение и накопление информации

1) Подготовка информации к хранению

Хранение информации (information storage) – это главный информационный процесс, предусматривающий наличие запоминающего устройства с целью последующего использования.

Хранение – главная операция, производимая с информацией, и главный способ обеспечения доступа к ней в течение некоторого времени. Суть процесса хранения и пополнения информации заключается в ее создании и записи, а также в пополнении информационного массива и базы данных.

Согласно алгоритму на рисунке 5.9 созданный документ любого формата подвергается обработке в информационной системе и затем направляется в специальное хранилище, называемое базой данных. Документу отводится соответствующая «полка».



Рисунок 5.9. Алгоритм процесса подготовки информации к хранению.

Этапы хранения информации классифицируются по уровням на внешний, концептуальный, внутренний и физический.

Внешний уровень представляет собой набор видов представления данных пользователю в ходе организации их хранения.

В *концептуальном* уровне определен порядок построения информационных массивов, а также способы хранения информации в виде файлов, массивов и др.

Внутренний уровень связан с организацией хранения массивов в процессе обработки информации.

Физический уровень хранения предусматривает наличие конкретных физических носителей с точки зрения реализации хранения информации на них.

Способ организации хранения информации предполагает непосредственную взаимосвязь с процессом поиска – операцией по извлечению сохраненной информации.

2) Поиск, обработка и организация массивов информации

Для хранения информации человек задействует в первую очередь собственную память. Давно используют и другие известные способы хранения информации в виде записей на внешних носителях: на камнях, бумаге, магнитных, оптических, магнитооптических носителях. При использовании таких носителей информация передается как в пространстве, так и во времени.

Информация может быть представлена в различных форматах: в текстовом виде, в виде рисунков, таблиц, схем; в виде фотографий, аудио- и звукозаписей. Для каждого случая применяются свои носители информации. Носитель информации представляет собой материальную среду, которая используется для записи и хранения информации.

К главным характеристикам носителей информации относят их объем, возможную плотность хранения информации и долговечность хранения.

Наиболее распространенным носителем и по сей день является изобретенная во II веке н.э. в Китае бумага, которая служит человечеству уже на протяжении 19 столетий.

Как известно, для характеристик объема информации на электронных носителях используется универсальная единица, измеряемая в байтах, килобайтах и т.д. При этом один символ в текстовом виде имеет объем 1 байт. Если подсчитать, то небольшая книга в 200 страниц с количеством символов на одной странице около 2000 имеет объем 400 000 байт, или приблизительно 391 Кб. Объем информации в средней школьной библиотеке с фондом порядка 6000 таких книг приблизительно равен 2,3 Гб.

Долговечность хранения документов в виде книг и другой бумажной продукции сильно зависит как от качества бумаги, так и от красителей, используемых при фиксировании информации, а также от условий хранения. Примерно до середины XIX века, когда в качестве сырья для бумаги стали использовать древесину, бумага делалась из хлопка и отходов текстильного производства. В качестве чернил использовались натуральные красители. Это серьезно влияло на качество подготовленных рукописных документов того времени. Известны старинные документы, сохранившиеся тысячи лет. С переходом на древесную основу и при использовании синтети-

ческих красителей срок хранения печатных документов значительно снизился до двухсот лет.

С изобретением в XIX веке магнитной записи датским инженером Вальдемаром Поульсеном появилась возможность для сохранения звука. В первом приборе, использовавшем принцип магнитной записи в качестве носителя информации, выступала стальная проволока с диаметром менее 1 мм. В дальнейшем в начале XX века проволока была заменена на тонкую стальную ленту. Качество таких носителей было весьма низким. Из истории приводится факт использования стальной проволоки в качестве носителя для фиксации 14-часовой записи докладов выступавших на Международном конгрессе в Копенгагене в 1908 г. Для этого потребовалось около 2500 км проволоки.

В 30-х годах прошлого века при сотрудничестве концерна BASF и компании AEG появляется магнитная лента сначала с бумажной основой, а затем – с синтетической. На поверхность такой основы наносили тонкий слой порошка оксида железа. Развитие науки и техники во второй половине двадцатого века позволило записывать изображения на магнитную ленту. Такая возможность способствовала появлению видеокамер и видеоманитонов.

В ЭВМ первого и второго поколений также использовалась магнитная лента в качестве единственно возможного сменного носителя в устройствах внешней памяти. Одна катушка с магнитной лентой, использовавшейся в первых ЭВМ, позволяла сохранять около 500 Кб информации.

В 60-х годах XX века широкое распространение получают компьютерные магнитные диски, состоявшие из алюминиевого или пластмассового диска, который покрывали магнитным порошковым слоем в несколько микрон. При этом информация на диске записывалась по круговым дорожкам. Магнитные диски были двух видов: жесткие и гибкие, сменные и встроенные в специальное устройство – дисковод ЭВМ, последние получили название «винчестер», а гибкие магнитные диски – флоппи-диски.

«Винчестер» ЭВМ – это накопитель на жестких магнитных дисках, которые имеют общую ось. Объем информации, хранимой на современных жестких дисках, достигает нескольких терабайт. Вышедшие из употребления наиболее распространенные гибкие диски диаметром 3,5 дюйма вмещали до 1,44 Мб данных, а 5,25 дюйма – лишь 720 Кб.

Магнитный принцип записи информации используется и в банковской системе при производстве пластиковых карт.

В 80-х годах прошлого столетия широкое распространение получил оптический, или лазерный, принцип записи информации. Он позволил использовать возможности квантового генератора, который способен при помощи лазера, источника высокоэнергетичного и очень тонкого луча в доли микрона выжигать двоичный код данных с очень высокой плотно-

стью на поверхности плавкого материала. Считывание же происходит в результате отражения от такой поверхности менее энергетичного («холодного») лазерного луча. Гораздо больший информационный объем оптических дисков с высокой плотностью записи полностью поменял отношение к односторонним магнитным носителям. Объем оптического диска достиг 700 Мб. Их стали называть компакт-дисками – CD.

В 90-х годах XX века появились новые виды носителей информации DVD (Digital Versatile Disk) большой емкости (до 56 Гб). Технология их изготовления основана на использовании лазерного луча меньшего диаметра при двухслойной и двусторонней записи. Такие носители были двух видов: однократно записываемые только для чтения и перезаписываемые для чтения и записи.

В XXI веке появляется большое количество мобильных цифровых устройств, которые стали использовать переносные носители информации. Мобильные устройства являются достаточно миниатюрными. В связи с этим к носителям информации предъявляются особые требования: компактность, низкое энергопотребление при работе, энергонезависимость при хранении, большая емкость, высокая скорость чтения и записи, а также долгий срок службы. Таким требованиям отвечают флэш-носители. Информационный объем флэш-носителя может достигать несколько сотен гигабайт.

Флэш-носители в качестве внешнего носителя для компьютера получили широкое распространение с началом выпуска в 2001 году. Они отвечали всем вышерассмотренным требованиям и подключались к USB-порту компьютера, позволяя скачивать данные со скоростью до 10 Гбит в секунду (USB 3.1 Gen 2).

Применение атомно-молекулярных принципов вещества в последние годы позволяет ученым активно вести работы над созданием компактных носителей информации на основе «нанотехнологий». Предполагается, что в одном таком компакт-диске будет содержаться информация тысяч лазерных дисков.

Сохраняемая информация нужна человеку для выполнения различных операций: просмотра, поиска нужных сведений или документов, пополнения и изменения, удаления устаревшей информации.

Принцип организации хранения информации оказывает сильное влияние на удобство работы с ней.

Разбросанная и несистематизированная информация требует больших временных затрат. Важно, чтобы она была структурирована, т.е. упорядочена по определенным критериям. Примером хорошо организованной информации могут служить словари, архивы, компьютерная база данных. В них применяют алфавитный принцип структурирования данных.

Самыми крупными хранилищами информации являются книжные библиотеки. В библиотечном деле используется многовековой опыт организации информации.

Издавна существуют алфавитные и систематические каталоги. В алфавитных каталогах информация хранится в алфавитном порядке по фамилиям авторов. Такой каталог называют линейным или одноуровневым.

В отличие от алфавитного систематический каталог предлагает в качестве критерия поиска информации тематику содержания книг, образуя при этом иерархическую структуру. Так, существует деление всех книг на художественную, учебную, научную литературу и т.д. Учебная литература в свою очередь состоит из школьной и вузовской, а школьная – делится по классам и т.д.

В библиотеках проводится замена каталогов на бумаге на электронные в виде программных оболочек. В таком случае процесс поиска книг становится автоматизированным.

Данные, хранящиеся на носителях информации, имеют специальную файловую организацию, которую называют файловой системой. Файл аналогичен книге в библиотеке, а созданный операционной системой каталог диска на специально отведенных дорожках аналогичен библиотечному каталогу. Пользователь при поиске нужного файла просматривает каталог при помощи операционной системы и находит этот файл на диске, а операционная система предоставляет его пользователю. Система хранения информации в первых дисковых носителях малого объема была организована по принципу одноуровневой структуры. В жестких же дисках большого объема стали применять иерархию в структуре организации файлов. Иерархическую структуру иногда называют деревом каталогов (папок).

Хранение и поиск информации – это не только операции над ней. Они предполагают использование форм и методов осуществления этих операций. Информация запоминается так, чтобы ее можно было отыскать для дальнейшего использования. Возможность поиска закладывается во время организации процесса запоминания. Для этого используют методы маркирования запоминаемой информации, обеспечивающие поиск и последующий доступ к ней. Эти методы применяются для работы с файлами, графическими базами данных и т.д.

Маркер (mark, marker) – метка на носителе информации, определяющая либо начало или конец данных, либо их части. Современные носители информации используют следующие маркеры: адресный – код или физическую метку на дорожке диска, показывающие начало адреса сектора; групповой маркер указывает начало или конец группы данных; дорожки начала оборота – отверстие на нижнем диске пакета магнитных дисков, указывающие физическое начало каждой дорожки пакета; защиты – вырез на носителе, разрешающий выполнение следующих операций над данными: чтение, запись, удаление и др.; конца файла – метки, используемой для

указания окончания последней записи файла; ленты (ленточный маркер) – управляющей записью или физическая метка на магнитной ленте, обозначающая признак начала или конца блока данных или файла; сегмента – специальная метка, записываемая на магнитной ленте для отделения одного сегмента набора данных от другого сегмента.

Хранение информации в ЭВМ связывают и с процессом арифметической обработки, и с принципами организации информационных массивов, поиска, обновления, представления информации и др.

Важным этапом автоматизации хранения является организация информационных массивов.

Массив – систематизированное множество данных.

Информационный массив – система хранения информации, включающая принципы организации данных и связей между ними.

Существуют *линейные* и *многомерные* структуры организации информационных массивов. Линейная структура данных представляется в виде: строк, одномерных массивов; стеков, очередей, деков и др.

Строка – представление данных в виде элементов, располагающихся по признаку непосредственного следования, т.е. по мере поступления данных в ЭВМ.

Одномерный массив – форма представления данных с индексацией отдельных элементов, т.е. нумерацией элементов массива с использованием целых чисел.

Индексация позволяет проводить поиск с идентификацией элементов, тем самым можно получить доступ к определенному элементу гораздо быстрее по сравнению с поиском в строке.

Очередь – структура организации данных, при которой выбирается элемент, поступивший раньше всех других.

Дека – структура, одновременно сочетающая рассмотренные виды в организации данных.

Нелинейные структуры хранения данных – структуры, использующие многомерные массивы следующих типов: *деревья, графы, сети*.

Элемент многомерного массива определен индексом, который состоит из набора чисел. Формой их представления является матрица, каждый элемент которой определяется набором индексов требуемого элемента массива. Так, в двухмерном массиве, элемент обозначается двумя индексами, а в трехмерном – тремя.

Массивы структурно близки к файлам, но отличаются от них двумя признаками: в массиве каждый элемент явно обозначен и к нему осуществляется прямой доступ; количество элементов в массиве определено в описании. Организация расположения данных в многомерном массиве представлена логическими структурами информационных массивов. В таких массивах структуры данных собраны в виде записей, располагающихся различным образом. Исходя из этого, выделяются следующие виды струк-

тур информационных массивов: последовательная, цепная, ветвящаяся, списковая.

В *последовательной структуре* информационного массива поиск необходимой записи осуществляется поочередным просмотром предшествующих. При включении новой записи в информационный массив происходит смещение всех записей, начиная с включаемой. В случае обновления информационных массивов в этой структуре происходит перезапись всего массива.

Цепная структура характеризуется произвольным расположением информационных массивов. Адресация необходима для логической связи отдельных записей, т.е. каждой предыдущей записи такого информационного массива соответствует адрес расположения следующей записи. В случае, если значения в записях начинают повторяться в различных сочетаниях, то для экономии памяти переходят к *ветвящейся структуре*.

В ней вначале размещают запись, отображающую признак объекта с небольшим числом значений, и лишь затем такие значения могут повторяться в записях в различных сочетаниях. Такая структура характеризуется возможностью перехода от основной записи к другим, исходя из запроса. Для устранения повторяющихся записей и соответствующих им полей из памяти производят их удаление из основного массива с объединением в дополнительный информационный массив небольшого размера. При этом записи в массиве упорядочиваются по одному из признаков без повторений. Такая структура будет более удобной и востребованной в случае реорганизации информационной базы, так как повторяющиеся записи могут быть легко заменены, потому как их хранят в дополнительном массиве, а основной же массив практически не подвергается изменению. Минусом этой структуры является повышенное требование к объему памяти.

Главной характеристикой *списковой структуры* информационных массивов является список, содержащий набор данных и отвечающий в информационном массиве за логический порядок организации. Список состоит из имен полей данных и адресов полей. Физически элементы списка в памяти ЭВМ разнесены, но с помощью адресных ссылок связаны логически друг с другом. В зависимости от типа хранимой информации поля данных могут быть представлены двоичным разрядом или словом (набором слов) либо фиксированной, либо переменной длины.

Формализованным образом список представляется в табличном виде, в котором именам списка и полям данных присвоены адреса. Адреса выбираются случайным образом в зависимости от наличия свободного места в запоминающем устройстве. При необходимости дублирования определенной информации многократно обращаются по адресу, входящему в несколько списков. Такая структура с механизмом адресных ссылок может быть изображена в виде *графа древовидной структуры*. В этом случае все элементы списка включают в себя маркерное поле, поле данных и адресное поле.

Списки могут отображаться и в виде более сложных структур, чем древовидные. *Ориентированные графы* с полями, в которых есть возможность использования ссылок вперед-назад, образуют симметричный список с возможностью перемещения в структуре данных в различных направлениях. Такие списковые структуры информационных массивов обладают логической простотой, сравнительно большим временем доступа, обуславливающим адресное обращение к данным при наличии у каждого элемента списка конкретной ссылки.

Рассмотренные структуры формирования информационных массивов можно представить в виде рисунка (рисунок 5.10).

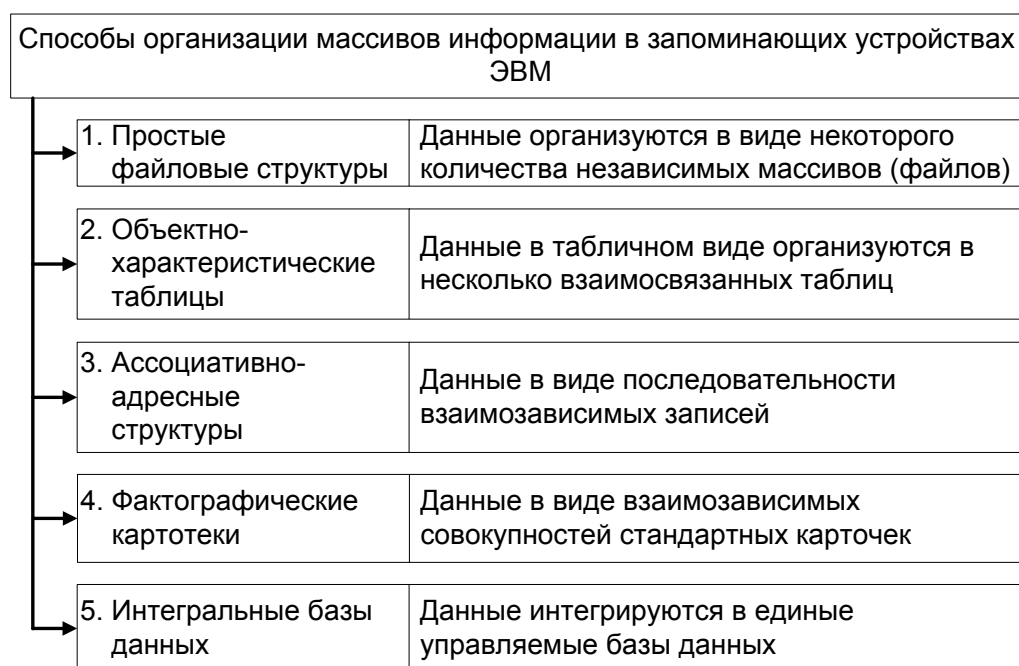


Рисунок 5.10. Способы организации массивов информации.

3) Организация хранения и накопления массивов информации на физических носителях

Физический уровень предполагает представление любых записей информационного поля в виде двоичных символов. При обращении к памяти большого объема требуется большая длина адреса. С емкостью памяти 2^n слов для поиска этих слов требуются n -разрядные адреса.

В микропроцессорах восьмиразрядные слова дают возможность обращаться к 256 ячейкам памяти, что оказывается недостаточно для хранения информации в автоматизированных системах, поэтому переходят к страничной организации памяти, если непосредственно обращение к любой ячейке невозможно. В этом случае выбирают область памяти 2^n слов и называют страницей, обращение к которой осуществляется командой, со-

держатой n-разрядное адресное поле. В микропроцессорах обычно используют страницы размером в 256 слов в запоминающем устройстве ЭВТ. Принципы адресации, объемы памяти, количественные характеристики зависят от функционального назначения запоминающих устройств, которые по уровням функциональной иерархии делятся на сверхоперативное, оперативное, постоянное, полупостоянное, внешнее, буферное.

Хранение информации осуществляется на специальных носителях. Исторически наиболее распространенным носителем информации была бумага, которая, однако, непригодна в обычных (не специальных) условиях для длительного хранения информации. На бумагу оказывают вредное воздействие температурные условия: либо разбухает, либо ломается, либо становится способной к возгоранию.

По материалу изготовления различают следующие машинные носители: бумажные, металлические, пластмассовые, комбинированные и др.

По принципу воздействия и возможности изменения структуры выделяют магнитные, полупроводниковые, диэлектрические, перфорационные, оптические и др.

По методу считывания различают контактные, магнитные, электрические, оптические. Особое значение при построении информационного обеспечения имеют характеристики доступа к информации, записанной на носителе. Выделяют носители прямого и последовательного доступа. Пригодность носителя для хранения информации оценивается следующими параметрами: временем доступа, емкостью памяти и плотностью записи.

Таким образом, хранение информации представляет процесс передачи информации во времени, связанный с обеспечением неизменности состояния материального носителя.

Рассмотрены основные понятия информационного процесса, включающего: сбор информации о состоянии системы и внешней среды, подготовку и переработку информации с целью формулирования управляющего воздействия, передачу информации, содержащую управляющее воздействие, хранение информации, контроль реализации процесса. Раскрыто содержание процесса формирования информационного кадастра объекта. При рассмотрении вопроса подготовки информации изучены вопросы ее кодирования для выражения в цифровом виде, способы представления кодов и варианты представления информации в ЭВТ. Рассмотрены место процесса передачи информации в системе формирования информационного потока, схема и варианты циркуляции информационных потоков, приведены варианты общей схемы процесса передачи информации по каналам фельдьегерско-почтовой связи и по каналам телекоммуникаций (связи).

Изучены способы организации массивов информации для хранения в запоминающем устройстве ЭВТ и алгоритм процесса подготовки информации к хранению.

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Охарактеризуйте основные циклы обращения информации.
2. Перечислите основные виды и способы обработки данных.
3. Опишите общий вид системы обработки и передачи информации.
4. Опишите схему формирования информационного кадастра.
5. Какие варианты представления информации в ЭВТ существуют?
6. Охарактеризуйте схему циркуляции информационных потоков.
7. Сравните схемы процессов передачи информации по различным каналам.
8. Опишите алгоритм процесса подготовки информации к хранению.
9. Какие способы организации информационных массивов существуют?
10. Как организуется хранение и накопление информационных массивов?
11. Дайте определение понятиям: «массив», «информационный массив», «одномерный массив», «очередь», «дека».

ГЛАВА 6. Основы электронного документооборота и базовые офисные технологии в профессиональной деятельности

§ 6.1. Основы электронного документооборота в профессиональной деятельности

Исторически общепринятой формой представления результатов интеллектуальной деятельности людей и инструментом их информационного взаимодействия являлась бумажная документация. В настоящее время на смену классическому бумажному делопроизводству пришел электронный документооборот, который ведется с использованием специальных программных решений – систем электронного документооборота.

Изменение формы представления информации при движении документов с момента их создания до завершения исполнения или отправления обусловлено наличием таких существенных недостатков бумажного документооборота, как:

- медленный поиск документов;
- трудности отслеживания движения документа на всех этапах его жизненного цикла;
- сложность организации эффективного контроля и отчетности по исполнению резолюций;
- длительность сроков подготовки и согласования документов;
- сложность организации документооборота при одновременной работе с одними и теми же документами нескольких сотрудников;
- трудоемкость или даже невозможность получения сводных отчетов и журналов [140].

Электронный документооборот представляет собой совокупность автоматизированных процессов по работе с документами, представленными в электронном виде без использования бумажных носителей.

По сравнению с бумажным документооборотом, электронный документооборот имеет следующие преимущества:

- повышение уровня информационного взаимодействия в части, касающейся обмена электронными документами;
- сокращение временных затрат на обработку и поиск документов;
- повышение уровня исполнительской дисциплины сотрудников;
- повышение уровня безопасности за счет безопасного обмена и хранения документов;
- разграничение доступа к информации, включая фиксацию действий пользователей и электронную подпись.

С технологической точки зрения система электронного документооборота представляет собой интеграционную систему, охватывающую делопроизводство и подготовку документов и связывающую их с внешней

средой электронного обмена. Таким образом, необходимо предварительное внедрение систем автоматизированного делопроизводства и средств организации коллективной работы при подготовке документов.

Предварительное внедрение и эксплуатация системы автоматизации делопроизводства позволяет не только упростить технологическое внедрение электронного документооборота, но и знакомит на практике сотрудников с понятием электронного документа, пересылки электронных документов и автоматическими системами контроля исполнения. Психологическая готовность в таких случаях оказывается более важной составляющей, чем наличие необходимого технического обеспечения.

В соответствии с Федеральным законом «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» под электронным документом понимается документированная информация, представленная в электронной форме, то есть в виде, пригодном для восприятия человеком с использованием электронных вычислительных машин, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информационных системах [1].

Электронный документ должен быть оформлен по общим правилам делопроизводства и иметь реквизиты, установленные для аналогичного документа на бумажном носителе, за исключением оттиска печати и изображения Государственного герба РФ [179].

Для подтверждения подлинности электронных документов используется электронная подпись (ЭЦП), которая, являясь аналогом собственноручной подписи, представляет собой последовательность символов, предназначенных для подтверждения целостности и подлинности электронного документа. Средство ЭЦП – программное, программно-аппаратное или техническое обеспечение, реализующее одну или несколько функций: разработку ЭЦП, проверку ЭЦП, создание личного ключа подписи или открытого ключа.

Электронные документы создаются, обрабатываются и хранятся в системах электронного документооборота – программном обеспечении, которое позволяет организовать работу с электронными документами (создание, изменение, поиск), а также взаимодействие между сотрудниками (передачу документов, выдачу заданий, отправку уведомлений и т.п.). По функционалу и решаемым задачам определяются следующие системы электронного документооборота:

- электронные архивы – системы с развитыми средствами хранения и поиска информации;
- workflow-системы – обеспечивают движение объектов по заранее заданным маршрутам;
- системы, ориентированные на поддержку управления организацией и накопление знаний;
- системы, ориентированные на поддержку совместной работы;

– системы, имеющие развитые дополнительные сервисы: сервис управления связями с клиентами, управления проектами, электронной почты и др. [74]

В целях формирования современной информационной и телекоммуникационной инфраструктуры, предоставления на ее основе качественных услуг и обеспечения высокого уровня доступности к информации и технологиям Министерство внутренних дел Российской Федерации проводит значительную работу по созданию на принципиально новом уровне единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России. Одной из составляющих такой системы является электронный обмен данными. Именно внедрение и использование в повседневной деятельности сотрудниками органов внутренних дел электронного документооборота является одной из актуальных задач, решение которой позволяет в условиях сокращения численности обеспечить повышение эффективности.

В МВД России в рамках Программы «Создание единой информационно-телекоммуникационной системы органов внутренних дел» (ЕИТКС ОВД) в 2005–2011 годах осуществлялся комплекс мероприятий по внедрению информационных и телекоммуникационных технологий в деятельность органов внутренних дел Российской Федерации. Создана интегрированная мультисервисная телекоммуникационная сеть (ИМТС) органов внутренних дел, позволяющая обеспечить различные традиционные подсистемы связи (передачи данных, телефонную, видеоконференцсвязь и другие) на базе единых технологий, схемных решений и наборов типовых программно-аппаратных средств. В марте 2012 года МВД России была утверждена концепция создания на базе ИМТС единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности (ИСОД) МВД. Создание ИСОД стало продолжением проекта ЕИТКС ОВД. Сервисы ИСОД МВД России подразделяются на базовые и прикладные. Базовые сервисы предназначены для обеспечения повседневной деятельности, прикладные сервисы – для обеспечения оперативно-служебной деятельности.

Одним из сервисов обеспечения повседневной деятельности является сервис электронного документооборота (СЭД). Основанием для разработки и внедрения СЭД в МВД России явилось Постановление Правительства РФ от 6 сентября 2012 г. № 890 «О мерах по совершенствованию электронного документооборота в органах государственной власти». В соответствии с Постановлением переход на обмен электронными документами при взаимодействии федеральных органов исполнительной власти между собой и с Правительством Российской Федерации необходимо было завершить до конца 2016 года. Переход на электронный документооборот в МВД России осуществлялся на основе Распоряжения МВД России от 9 ноября 2015 г. № 1/9112 «О мерах по переходу на электронный документооборот».

СЭД предназначен для автоматизации деятельности сотрудников федеральных государственных гражданских служащих и работников центрального аппарата МВД России, территориальных органов МВД России, а также иных организаций и подразделений, созданных для выполнения задач и осуществления полномочий, возложенных на органы внутренних дел, направленных на подготовку, обработку, хранение и использование документов, образующихся в ходе деятельности органов внутренних дел. Обеспечивает повышение эффективности организационно-управленческой деятельности органов внутренних дел и связан с обменом документов, юридическая значимость которых подтверждается электронной подписью.

СЭД разработана и установлена в региональных центрах обработки данных, расположенных в защищенном контуре МВД России. Доступ пользователей к Сервису осуществляется с компьютеров, подключенных к ИМТС.

Сервис решает следующие задачи:

- повышение полноты и уровня оперативности информационной поддержки принятия управленческих решений в системе МВД России;
- повышение уровня информационной поддержки и эффективности организационно-управленческой (административной) деятельности подразделений делопроизводства и режима территориальных подразделений органов внутренних дел Российской Федерации;
- повышение уровня информационного взаимодействия в части обмена юридически значимыми электронными документами;
- создание единого информационного пространства документационного обеспечения в органах внутренних дел Российской Федерации;
- оптимизация потоков документов между различными уровнями органов внутренних дел Российской Федерации;
- обеспечение единообразия работы с электронными документами в органах внутренних дел Российской Федерации с сохранением защищенности, управляемости и доступности документов;
- обеспечение сквозного контроля прохождения документов и повышение уровня исполнительской дисциплины сотрудников;
- обеспечение безопасного обмена документами в рамках Сервиса;
- обеспечение безопасного хранения и разграничения доступа к информации, включая журналирование действий пользователей и электронную подпись.

СЭД разработана с учётом обеспечения масштабируемости функциональных компонент для автоматизации процессов документооборота во всех органах внутренних дел Российской Федерации.

При разработке СЭД за основу был взят принцип сервис-ориентированной архитектуры (SOA). SOA представляет собой подход, при котором разрабатываемая информационная система делится на рас-

предельные, слабосвязанные, заменяемые сервисы со стандартизированным интерфейсом. Сервис может быть реализован как независимое приложение или как компонент другого приложения с возможностью последующего выделения. Программные комплексы, при разработке которых за основу взят принцип SOA, реализуются, как правило, в виде набора веб-служб, взаимодействующих по протоколу SOAP. Существуют и другие реализации, например, на основе технологического стандарта написания распределенных приложений COBRA или сетевой архитектуры для создания распределенных систем Jini.

В состав СЭД (рисунок 6.1) входят интеграционные, документационные и мобильный сервисы.

Интеграционные представляют собой набор сервисов, обеспечивающих интеграцию и единое пространство документооборота в рамках подразделений МВД России. В состав интеграционных сервисов входят:

- сервис взаимодействия с системой идентификации и аутентификации (СИА);
- сервис хранения документов;
- сервис работы с адресными справочниками;
- сервис ведения организационно-штатной структуры МВД России (ОШС МВД);
- сервис интеграции с внешними системами (МЭДО).

Документационные сервисы позволяют автоматизировать работу документационных подразделений МВД России в части электронного документооборота. В состав документационных сервисов входят следующие:

- сервис «Документы» предназначен для обработки данных о регистрационных карточках документов;
- сервис «Регистрация» предназначен для создания и редактирования регистрационных карточек документов, форма которых различается по типам документов;
- сервис «Связи между документами» предназначен для создания и редактирования данных о связях между документами;
- сервис «Главное окно» предназначен обеспечения доступа пользователей к функциям СЭД;
- сервис «Работа с экземплярами» предназначен для обработки данных об экземплярах документов;
- сервис «Размножение» предназначен для размножения документов и управления экземплярами документа;

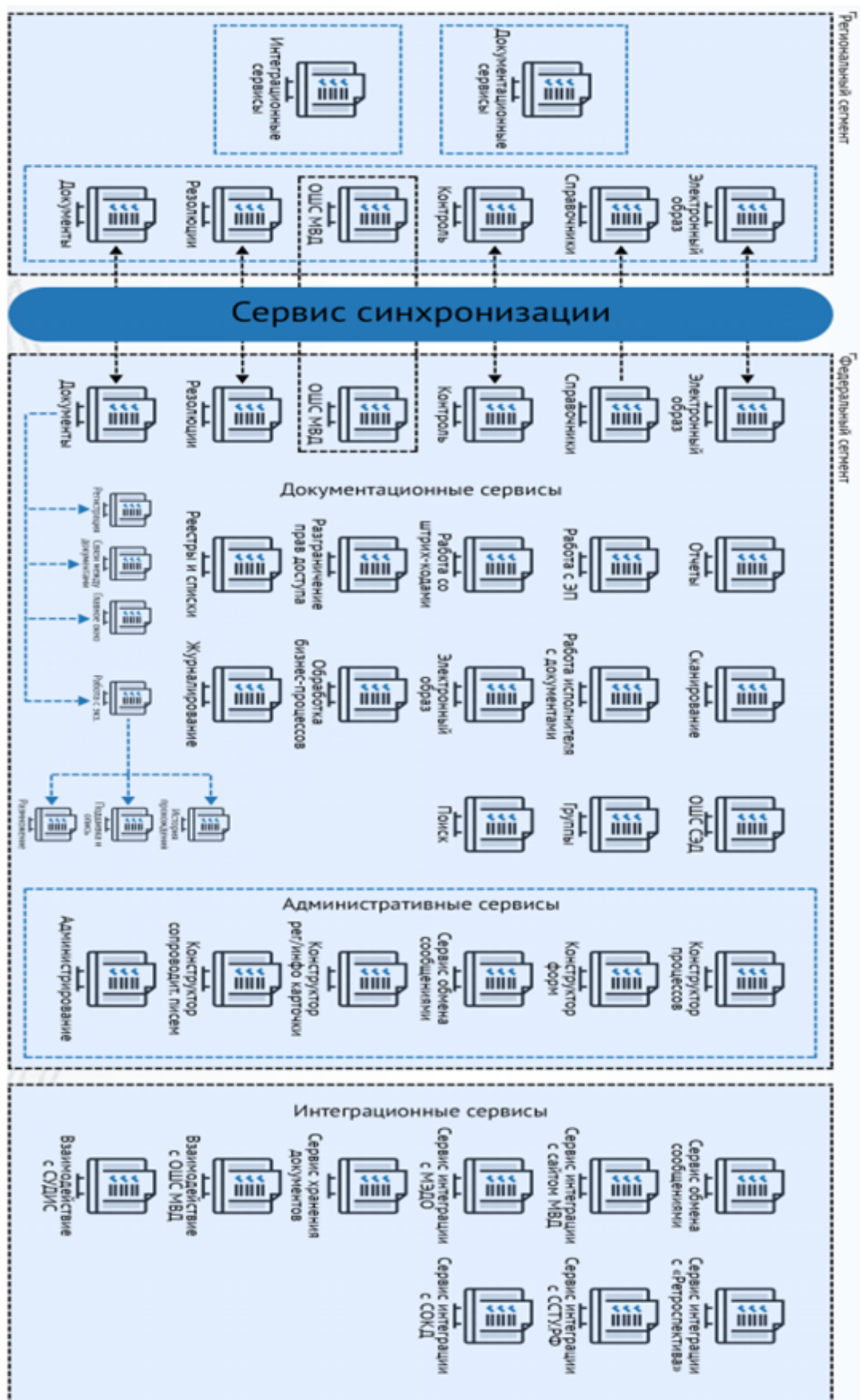


Рисунок 6.1. Архитектура СЭД.

- сервис «История прохождения документа» предназначен для сохранения и обработки информации об истории прохождения документов;
- сервис «Подшивка и опись» предназначен для обработки информации о подшивках и описях по документу.
- сервис «Электронные образы» предназначен для добавления, удаления и хранения электронных образов документов в целях предоставления оперативной и исчерпывающей информации по оригиналу документа;
- сервис «Работа со штрих-кодами» предназначен для генерации штрих-кодов, используемых для идентификации документов;
- сервис «Сканирование» предназначен для обеспечения потокового сканирования документов;
- сервис «Резолюции» предназначен для обработки информации о резолюциях по документу;
- сервис «Контроль исполнения документов» предоставляет методы для контроля над исполнением текущих документов;
- сервис «Работа исполнителя с документами» – автоматизированное рабочее место, позволяющее автоматизировать деятельность сотрудников подразделения МВД России, исключая сотрудников службы делопроизводства, по согласованию и передаче в службу делопроизводства документов, с обеспечением юридической значимости выполняемого действия;
- сервис «Обработка бизнес-процессов» предназначен для обеспечения запуска бизнес-процесса обработки документов в зависимости от его типа, обеспечения допустимости различных операций над документом в ходе выполнения конкретного шага бизнес-процесса;
- сервис «Поиск» предназначен для индексации информационных объектов, хранящихся в СЭД, и осуществления операций поиска по ним;
- сервис «Реестры и списки» предназначен для формирования и обработки информации о реестрах и списках;
- сервис «Разграничение доступа» предназначен для настройки прав на работу с документами конкретному пользователю и/или группе пользователей;
- сервис «Отчёты» предназначен для формирования отчётов о документах, находящихся в СЭД;
- сервис «Работа с ЭП» предназначен для обеспечения использования электронной подписи при подтверждении совершаемого действия;
- сервис «Журналирование» предназначен для протоколирования действий пользователей с документами и справочниками СЭД;
- сервис «Взаимодействие с ОШС МВД» обеспечивает синхронизацию данных регионального справочника ОШС с интеграционным уровнем;

- сервис «ОШС СЭД» предназначен для обработки информации об организациях и должностных лицах;
- сервис «Адресные справочники (региональный)» (копия только для чтения) предназначены для обеспечения единообразия используемых адресов в рамках СЭД;
- сервис синхронизации предназначен для осуществления синхронизации данных между сегментами СЭД;
- сервис «Справочники» предназначен для отображения и ведения справочников и классификаторов, использующихся при работе с документами в СЭД;
- сервис «Группы» предназначен для ведения групп организаций и должностных лиц, информация о которых содержится в сервисах «ОШС МВД» и «ОШС СЭД»;
- сервис администрирования предназначен для ввода и хранения параметров и настроек, индивидуальных для каждого подразделения делопроизводства и режима, использующих документационные сервисы СЭД.

Мобильный сервис представляет собой приложение для планшетного компьютера, позволяющее автоматизировать деятельность руководителей подразделений МВД России по вынесению резолюций (выдаче поручений) с обеспечением юридической значимости выполняемого действия. Мобильный сервис, включая в свой состав программные средства, подсистему разграничения доступа, информационное обеспечение и обеспечивает:

- просмотр регистрационных карточек и электронных образов документов;
- работу с входящими документами, обращениями граждан, нормативными правовыми актами;
- подписание, отклонение, передачу документов;
- указание лиц из справочника организационно-штатной структуры МВД, которым адресована резолюция;
- согласование, подписание проектов исходящих документов и приказов;
- просмотр, удаление, добавление, редактирование и утверждение проектов резолюций;
- указание сроков ожидаемого исполнения;
- поиск документов по реквизитам.

§ 6.2. Обработка текстовых электронных документов

Наиболее распространенным видом данных при работе с компьютером являются текстовые данные. При подготовке текстовых документов на

компьютере используются операции ввода, редактирования и форматирования текста.

Операции ввода позволяют перенести исходный текст из его внешней формы в электронный вид. Ввод текста может осуществляться не только набором с помощью клавиатуры, но и путем сканирования бумажного носителя с последующим его распознаванием, т.е. перевод документа с помощью специализированного программного обеспечения из графического в текстовый формат. Этот способ ввода текста характеризуется значительным сокращением временных затрат.

Операции редактирования позволяют изменить уже существующий электронный документ путем добавления или удаления его фрагментов, перестановки частей документа, слияния нескольких файлов в один или разбиения единого документа на несколько более мелких. Ввод и редактирование текста часто выполняют параллельно, формируя содержание текстового документа [124].

Оформление документа осуществляется с помощью операций форматирования. Команды форматирования позволяют оформить документ в том виде, в котором он будет выведен на печать. Наименьшим форматизируемым элементом документа является символ, затем – абзац, страница и раздел.

Для работы с текстом используют два основных класса программного обеспечения: текстовые редакторы и текстовые процессоры.

Текстовые редакторы обладают минимумом возможностей и предназначены для ввода и редактирования текста. Средств форматирования текстовые редакторы не содержат. Примерами текстовых редакторов являются:

- Блокнот – текстовый редактор, который по умолчанию входит в состав операционных систем Windows;
- Emacs – свободное программное обеспечение, разработанное на языках программирования C и Elisp;
- jEdit – редактор с открытым исходным программным кодом (код доступен для просмотра, изучения и изменения), разработанный на языке программирования Java;
- Vim – свободный текстовый редактор, предназначенный в первую очередь для сетевых администраторов и программистов.

В отличие от текстовых редакторов, текстовый процессор – это особый вид программного обеспечения, который ориентирован на оформление и форматирование текстов, проверку орфографии, создание таблиц, вставку в текст сторонних объектов: шрифты, формулы, рисунки и т.д.

Сегодня большинство текстовых процессоров предоставляются либо как облачный сервис, либо как программное обеспечение, которое пользователи должны устанавливать на компьютер или другое устройство.

Самым популярным и востребованным программным средством для создания и оформления электронных текстовых документов является текстовый процессор MSWord, входящий в пакет программ Microsoft Office.

Альтернативой MSWord являются:

OpenOffice.org Writer – текстовый процессор, входит в состав OpenOffice.org, является свободным программным обеспечением;

LibreOffice Writer – текстовый процессор и визуальный редактор HTML, входит в состав офисного пакета LibreOffice;

AbiWord – свободный текстовый процессор, используется по умолчанию в дистрибутивах операционной системы Linux, поддерживается также на платформах Mac OS X, Microsoft Windows (в 2010 году выпуск был прекращён) и других;

ChiWriter – популярный в 1990-х годах текстовый процессор для работы с научными текстами.

Среди облачных решений выделим текстовые процессоры, входящие в бесплатные пакеты онлайн-офисных приложений Google Docs, Office Online, Zoho Docs, iWork.

Популярность текстового процессора Word объясняется высокой степенью его функциональности и удобностью использования. MSWord был разработан в октябре 1983 года под названием Multi-Tool для операционной системы Xenix (самый распространенный вариант операционной системы Unix в середине 1980 годов). Позже были разработаны версии Word для компьютеров IBM, использующих операционную систему DOS, и для компьютеров AppleMacintosh. В 1989 году была разработана версия Word для операционной системы Windows. В 1990-х годах компания Microsoft в качестве формата файлов текстового процессора Word стала использовать расширение «doc». Данный формат стал стандартом де-факто для текстовых документов, многие альтернативные программы для работы с текстом совместимы с этим форматом.

Начиная с версии Office-2007, во всех приложениях пакета программ Microsoft Office используется новый формат файлов, который основан на расширяемом языке разметки – XML (англ. eXtensible Markup Language). По умолчанию файлы Word сохраняются с расширением имени файла, которое получается путем добавления суффикса «x» или «m» к расширению doc. Суффикс «x» указывает на то, что XML-файл не содержит макросов, суффикс «m» – файл содержит макросы. Имена обычных файлов Word без макросов имеют расширение docx. Различия в расширениях имен файлов позволяет повысить безопасность открытия файлов: текстовые документы с макросами могут быть заблокированы администратором или обнаружены антивирусной программой.

Использование нового формата предоставляет следующие преимущества:

- файлы автоматически сжимаются (процент сжатия может составлять до 75 % по сравнению с более ранними версиями MSWord);
- более качественное восстановление поврежденных файлов;
- возможность открытия файлов при повреждении его компонентов;
- обеспечение более простого обнаружения документов, содержащих макросы.

Если созданный в современной версии MSWord текстовый файл сохранить в формате doc, то некоторые данные могут быть преобразованы и недоступны для редактирования: ссылки и списки литературы преобразуются в статический текст и не будут обновляться автоматически; данные в элементах автотекста и формулы будут преобразованы в изображения, графические объекты SmartArt – в один объект без возможности редактирования; внедренные объекты также редактировать будет невозможно; расположение некоторых надписей изменится.

После запуска MSWord в верхней части экрана располагается лента с различными инструментами, которые организованы в логические группы и размещены на отдельных вкладках (рисунок 6.2).

Каждая вкладка предназначена для выполнения определенных задач. Наиболее часто используемые команды сгруппированы на вкладке Главная. Для управления документом используются команды вкладки Файл.

Для настройки ленты необходимо выполнить команду Файл – Параметры – Настроить ленту. В открывшемся диалоговом окне Параметры Word (рисунок 6.3) произвести соответствующие настройки.

Ниже ленты располагается рабочая область документа, которая может быть представлена в различных режимах просмотра. Наиболее популярным среди пользователей режимом просмотра является режим «Разметка страницы». В данном режиме, который установлен по умолчанию, документ представлен в том виде, в котором будет выведен на печать. Режим разметки удобно использовать как при создании документа, так и при окончательном оформлении документа.

Режим чтения является оптимальным режимом представления документа для его чтения с экрана монитора. В данном режиме страницы документа представляются на экране целиком (по аналогии с книжными), скрыты лента, панель быстрого доступа, обеспечивается более комфортное восприятие текста.

Режим «Веб-документ» предназначен для формирования веб-страниц, обеспечивает представление документа в том виде, который он будет иметь при просмотре в Web-обозревателе. В этом режиме отображается фон, текст переносится по границе окна, графические объекты располагаются так же, как и в окне браузера.

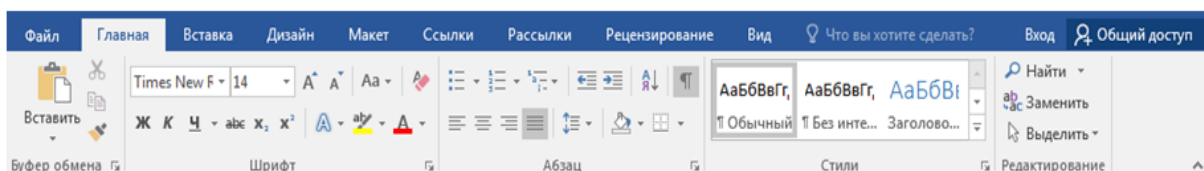


Рисунок 6.2. Лента текстового редактора Word.

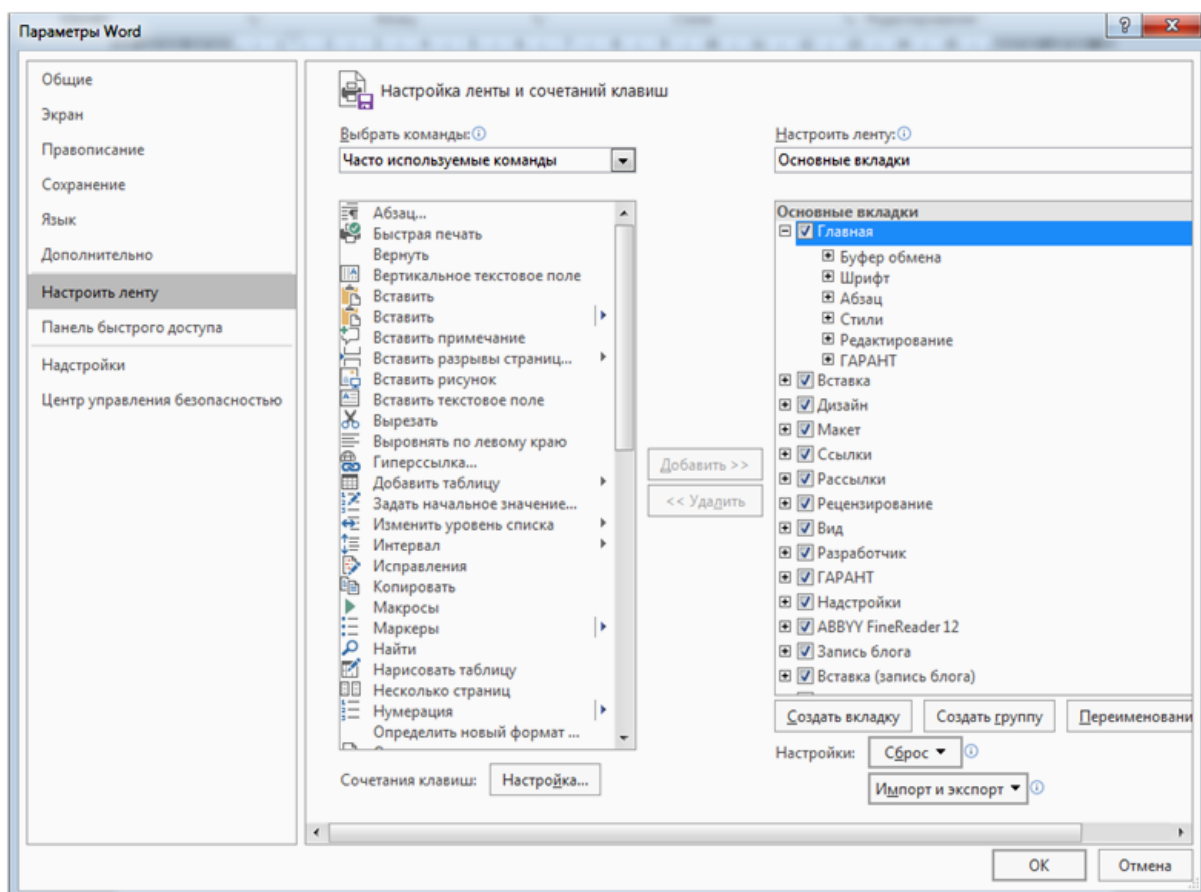


Рисунок 6.3. Диалоговое окно Параметры Word.

Ввод текста пользователь осуществляет с клавиатуры, при этом переход на новую строку осуществляется автоматически. Нажатие клавиши Enter приведет к образованию нового абзаца. При нажатии комбинации клавиш Shift + Enter обеспечивается переход на новую строку в пределах текущего абзаца.

Для ввода отсутствующего на клавиатуре символа необходимо выполнить команду Вставка – Символ, найти нужный символ, вставить его в текст.

Перемещения по тексту документа осуществляется с использованием мыши и/или клавиатуры. Примеры использования клавиатуры представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1.

Перемещение по тексту документа с помощью клавиатуры

Комбинации клавиш	Действие
Ctrl + →	курсор на одно слово вправо
Ctrl + ←	курсор на одно слово влево
Ctrl + ↓	курсор к началу следующего абзаца
Ctrl + ↑	курсор к началу текущего абзаца
Ctrl + Page Up	курсор на следующую страницу
Ctrl + Down	курсор на предыдущую страницу
Ctrl + Home	курсор в начало документа к самому первому символу
Ctrl + End	курсор к концу документа к самому последнему символу
Alt + ↓	курсор к началу следующей колонки
Alt + ↑	курсор к началу предыдущей колонки

После редактирования текста необходимо выполнить его форматирование. MSWord позволяет форматировать символы, абзацы, таблицы, страницы, разделы и документ в целом. В таблице 6.2 представлены параметры форматирования различных элементов текста.

Таблица 6.2.

Параметры форматирования

Элемент текста	Основные параметры
Символ	шрифт (начертание, размер, цвет, видоизменение), цвет выделения, регистр, межзнаковый интервала
Абзац	выравнивание, отступы, интервалы, заливка, маркеры и нумерация списков
Таблица	стиль, заливка, границы
Страница	поля, ориентация, размер
Раздел	создание новых разделов, колонтитулы, колонки
Документ	номера страниц, оглавления

Форматирование текста осуществляется после предварительного его выделения. Выделенный фрагмент текста затеняется серым фоном. Для выделения текста с помощью клавиатуры необходимо удерживать нажатой клавишу Shift и перемещать курсор с помощью, например, клавиш перемещения курсора. Если необходимо выделить часть документа от текстового курсора до конца документа, то необходимо использовать комбинацию клавиш Shift + Ctrl + End. В случае выделения фрагментов текста, расположенных в разных местах, необходимо удерживая нажатой клавишу Ctrl выделить необходимые фрагменты текста.

В таблице 6.3 представлены различные способы выделения текста с помощью мыши.

После создания нового документа до форматирования текста рекомендуется установить параметры страницы. В диалоговом окне Параметры страницы вкладки Макет пользователь имеет возможность установить размеры полей, выбрать ориентацию страницы (книжная или альбомная), определить размер листа бумаги и др. В группе Параметры страницы с помощью команды Разрывы можно вставить в документ разрывы страниц или разрывы разделов. Разрыв раздела выполняется в том случае, когда необходимо в документе, например, изменить ориентацию страниц с книжной на альбомную.

Таблица 6.3.

Выделение текста документа с помощью мыши

Выделяемый элемент	Действие
Слово	Дважды нажать на слово левой кнопкой мыши
Строка текста	Подвести указатель к левому краю строки так, чтобы он принял вид стрелки, направленной вправо и вверх, нажать левую кнопку мыши
Предложение	Удерживая нажатой клавишу Ctrl, нажать левую кнопку мыши по предложению
Абзац	Трижды нажать левую кнопку мыши в любом месте абзаца
Несколько абзацев	Подвести указатель к левому краю первого абзаца так, чтобы он принял вид стрелки, направленной вправо и вверх, удерживая нажатой левую кнопку мыши, провести указателем вверх или вниз
Большой фрагмент текста	Нажать левую кнопку мыши в начале выделяемого фрагмента, прокрутить документ до конца фрагмента, а затем, удерживая нажатой клавишу Shift, нажать левую кнопку мыши в конце фрагмента
Весь документ	Переместить указатель к левому краю текста документа так, чтобы он принял вид стрелки направленной вправо и вверх, и трижды нажать левую кнопку мыши
Сноски	Нажать левой кнопкой мыши по тексту сноски, переместить указатель к левому краю текста так, чтобы он принял вид стрелки, направленной вправо и вверх, нажать левую кнопку мыши

Если документ является многостраничным, рекомендуется установить номера страниц. Номера страниц являются частью верхнего или нижнего колонтитула (область, расположенная в верхнем и/или нижнем полях каждой страницы документа). Кроме номеров страницы, колонтитулы могут содержать различный текст и графические объекты. Работа с колонтитулами осуществляется с помощью команд вкладки Вставка. Установка параметров абзаца выполняется в диалоговом окне Абзац, которое открывается с помощью команды Макет – Абзац. На вкладке Отступы и интервалы пользователь имеет возможность осуществить выравнивание текста,

установить отступы абзаца, определить интервалы между абзацами, межстрочный интервал.

Параметры шрифта устанавливаются в диалоговом окне Шрифт вкладки Главная.

При необходимости пользователь может заменить шрифт по умолчанию. Для этого в диалоговом окне Шрифт необходимо установить желаемые значения и нажать кнопку По умолчанию. В открывшемся окне подтвердить вносимые изменения только для текущего документа или для всех документов, основанных на шаблоне Normal.dotm, который открывается при запуске MS Word и содержит стили по умолчанию и настройки, определяющие общий вид документа.

На вкладке Главная пользователю также доступны различные стили форматирования, которые позволяют одним действием применить к тексту, таблице или списку конкретный набор атрибутов форматирования.

Для поиска в документе определенного текста используются команды группы Редактирование вкладки Главная. Доступен обычный и расширенный поиск текста или другого содержимого в документе. Расширенный поиск осуществляется с использованием расширенных возможностей, таких как поиск с учетом регистра и поиск похожих фрагментов. При необходимости текст может быть заменен. Для этого во вкладке Заменить диалогового окна Найти и заменить в поле Найти необходимо ввести искомый текст, в поле Заменить на – текст замены.

На вкладке Перейти диалогового окна Найти и заменить пользователь имеет возможность осуществить переход к соответствующему объекту перехода: странице, разделу, строке, закладке, примечанию и т.д. Для перехода необходимо выбрать объект и в соответствующей строке указать его номер.

Автоматическая замена элементов при наборе текста осуществляется в Word с помощью функции автозамены. Автозамена работает во всех языках, для которых установлена поддержка в Word. Доступ к параметрам автозамены осуществляется из диалогового окна Параметры Word – Правписание – Параметры автозамены.

Документ Word часто содержит данные, представленные в виде списков и таблиц.

Элементом списка может быть только абзац. Применить оформление в виде списка к тексту, набранному в строку, невозможно. Списки могут быть нумерованными, маркированными, многоуровневыми. Нумерованный список основывается на обозначении пунктов списка арабскими или римскими цифрами. Также нумерованный список может обозначаться строчными или прописными латинскими буквами. В отличие от нумерованных и маркированных списков, в многоуровневых списках можно использовать как нумерацию, так и маркеры или оба варианта одновременно.

Все команды для работы со списком находятся в группе Абзац вкладки Главная.

Использование таблиц в тексте документа позволяет упорядочить информацию, произвести вычисления, создать бланки документов. Данные из таблиц могут использоваться для создания диаграмм.

Для вставки таблицы необходимо воспользоваться соответствующей командой группы Таблицы вкладки Вставка. Для быстрой вставки таблицы необходимо, нажав кнопку Таблицы, выделить необходимое количество строк и столбцов. В процессе выделения таблица автоматически появится в документе. Доступны альтернативные способы создания таблицы (все они находятся в группе Таблицы):

- выполнить команду Вставить таблицу. В открывшемся окне необходимо указать размерность таблицы, при необходимости определить автоподбор ширины столбцов;
- выполнить команду Нарисовать таблицу. Таблица создается путем рисования границ ячеек, строк и столбцов;
- импортировать таблицу из Microsoft Excel или создать таблицу Excel непосредственно в документе;
- выполнить команду Экспресс-таблицы. В документ будет вставлена уже содержащая текст и соответствующее оформление таблица.

Для работы с таблицами используются команды вкладок Конструктор и Макет, которые отображаются автоматически при установке курсора в любую ячейку созданной таблицы.

Документ Word может содержать различные графические объекты: рисунки из графических файлов, изображения из Интернет, готовые фигуры, графические элементы SmartArt (визуальное представление пользовательских данных), диаграммы, снимки любого открытого окна. В MS Word пользователь средствами векторной графики также имеет возможность самостоятельно создавать различные графические изображения. Перечисленные графические объекты сосредоточены в группе Иллюстрации вкладки Вставка. При выделении рисунка автоматически отображается вкладка Формат, позволяющая выполнять различные действия с графическим объектом.

В таблицах можно выполнять несложные вычисления с помощью формул. Для этого необходимо установить курсор в ячейку таблицы, в которой требуется произвести вычисления и в группе Данные вкладки Макет выполнить команду Формула. В открывшемся диалоговом окне Формула (рисунок 6.4) ввести формулу или воспользоваться списком поля Вставить функцию. При необходимости в списке поля Формат числа можно выбрать числовой результат вычисления: числовой с разделителем разрядов, денежный, процентный.

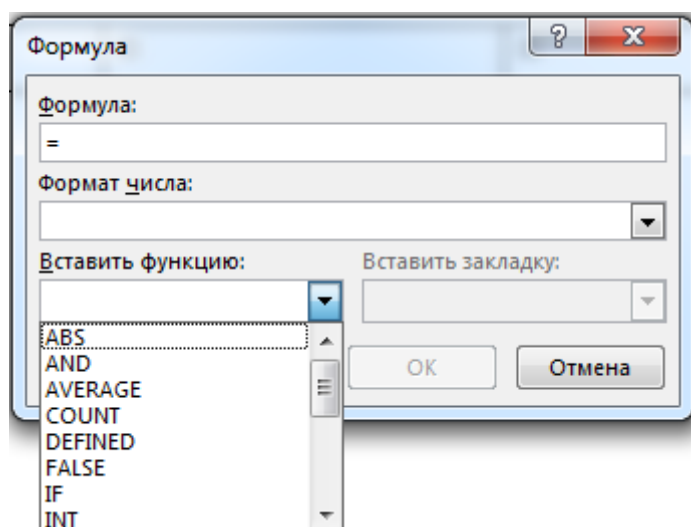


Рисунок 6.4. Диалоговое окно Формула.

Формула вставляется в ячейку таблицы как специальное поле. При изменении значений в вычисляемых ячейках результат не будет автоматически изменяться. Для пересчета следует выделить ячейку и нажать клавишу F9.

Для создания, редактирования и форматирования в Word сложных математических формул используется редактор формул Microsoft Equation 3.0. Для запуска редактора формул необходимо в группе Текст вкладки Вставка выполнить команду Объект, в открывшемся диалоговом окне выбрать пункт Microsoft Equation 3.0. При этом строка меню окна текстового процессора замещается строкой меню окна редактора формул и появляется панель инструментов Формула. Ввод формулы завершается закрытием панели редактора формул. Для редактирования формулы непосредственно в документе достаточно выполнить на ней двойной щелчок левой кнопкой мыши.

Для ограничения доступа к текстовому документу в MSWord может быть установлена парольная защита для открытия и/или модификации документа. В современных версиях защита обеспечивается с помощью симметричного алгоритма блочного шифрования AES (Advanced Encryption Standard, одобрен Агентством национальной безопасности США для шифрования секретной информации) с 128-битным ключом. Для установки пароля и обеспечения конфиденциальности документа Word необходимо выполнить команду Файл – Сведения – Защита документа – Зашифровать с использованием пароля. После ввода пароля и его подтверждения доступ к файлу будет ограничен. В группу Защита документа включены также команды, направленные на обеспечение целостности документа. Пользователь имеет возможность пометить документ как окончательный (файл доступен только для чтения), управлять типами изменений, которые разрешено вносить в документ, ограничить возможности копирования и печати,

обеспечить целостность документа путем добавления невидимой цифровой подписи. Для создания резервной копии текстового документа в диалоговом окне Параметры Word (пункт меню Файл) необходимо выбрать пункт Дополнительно, найти блок Сохранение, установить галочку в строке Всегда сохранять резервную копию.

§ 6.3. Обработка табличных электронных документов

В настоящее время технологии обработки электронной информации подразумевают необходимость представления данных не только в текстовом виде, но и в виде таблиц. В органах внутренних дел большое количество задач носят аналитический характер, требуя представления информации в табличной форме, с подведением итогов по различным группам и разделам данных. Для табличных расчетов характерным является применение формул, позволяющих производить вычисления над большими объемами исходных данных. Такие расчеты являются достаточно трудоемкими, для их выполнения следует использовать вычислительную технику. Для обработки табличных данных предназначены табличные процессоры. Очень часто используется также словосочетание «электронные таблицы». Будем считать эти два словосочетания синонимичными.

Табличным процессором называется прикладная программа, предназначенная для хранения данных различных типов в табличной форме и их обработки. Рабочая область табличного процессора представляет собой прямоугольную таблицу, в ячейках которой может располагаться числовая и текстовая информация, формулы.

Отличительной чертой электронных таблиц является возможность применения формул для описания связи между значениями, находящимися в различных ячейках. Расчет по введенным формулам осуществляется автоматически. Изменение содержимого ячейки приводит к пересчету значений в других ячейках, которые связаны с текущей определенными отношениями. Таким образом, обновление содержимого таблицы происходит в соответствии с изменившимися данными. Это упрощает работу с данными и позволяют получать результаты без проведения расчетов вручную.

Выделим следующие режимы работы табличного процессора:

- создание электронной таблицы;
- вычислительные операции;
- режим отображения формул;
- режим визуализации табличных данных;
- режим функционирования электронной таблицы как базы данных.

Электронные таблицы можно эффективно использовать для:

- подготовки табличных документов;
- проведения однотипных расчетов над большими наборами данных;

- обработки результатов эксперимента;
- автоматизации итоговых вычислений;
- решения задач путем подбора значений параметров, табулирования формул;

- поиска оптимальных значений параметров [111];
- графического отображения табличных данных.

Самым популярным программным продуктом для работы с табличными документами являются электронные таблицы MS Excel, входящие в состав пакета программ Microsoft Office.

Документ Excel представляет собой рабочую книгу, состоящую из определенной совокупности рабочих листов. По умолчанию MS Excel предоставляет три листа в книге, но можно изменить количество листов, которые отображаются по умолчанию в новой книге. Максимальное количество листов в книге составляет 255. Каждый лист имеет табличную структуру, состоящую из строки столбцов. С помощью ярлыков листов можно переключаться к другим рабочим листам, входящим в ту же самую рабочую книгу. Столбцы рабочего листа озаглавлены латинскими буквами от A до XFD. Имена столбцов при соответствующих настройках могут быть обозначены числами от 1 до 16384. Строки рабочего листа имеют только цифровые обозначения, их максимальное количество достигает значения 1048576.

Минимальным элементом хранения данных в электронных таблицах является ячейка, которая находится на пересечении соответствующего столбца и строки. Обозначение ячейки является ее адресом. Адреса ячеек играют определяющую роль при использовании формул. Именно за счет наличия адресов ячеек возможно определение взаимосвязи между значениями, находящимися в разных ячейках рабочего листа.

Ячейка, в которой расположен курсор, называется активной. Операции ввода и редактирования всегда производятся в активной ячейке. Переместить рамку активной ячейки можно с помощью клавиатуры или мыши.

На данные, расположенные в соседних ячейках, можно ссылаться в формулах. Такая группа ячеек называется диапазоном. Наиболее часто используют прямоугольные диапазоны, образующиеся на пересечении группы последовательно идущих строк и группы последовательно идущих столбцов. Диапазон ячеек обозначают, указывая через двоеточие номера ячеек, расположенных в противоположных углах прямоугольника, например, A1:C15. Рамка текущей ячейки при этом расширяется, охватывая весь выбранный диапазон. Чтобы выбрать столбец или строку целиком, следует щелкнуть на заголовке столбца (строки). Протягиванием указателя по заголовкам можно выбрать несколько идущих подряд столбцов или строк.

Тип данных определяется автоматически при вводе информации в ячейки рабочего листа. По умолчанию вводимые данные MS Excel стремятся интерпретировать как число. Если это не получается, то данные бу-

дуют рассматриваться как текст. В случае если необходимо ввести формулу, ввод данных необходимо начинать со знака равенства. Формула может содержать числа, ссылки на ячейки и функции MS Excel, соединенные знаками математических операций. Скобки позволяют изменять стандартный порядок выполнения действий. Если ячейка содержит формулу, то в этой ячейке отображается текущий результат вычисления этой формулы. Для просмотра формулы необходимо ячейку, в которой эта формула располагается, сделать активной.

Кроме чисел, в формулах очень часто используются ссылки на ячейки, в которых располагаются числовые данные, используемые в вычислениях. Результаты расчетов зависят от чисел, находящихся в других ячейках рабочего листа. Такие ячейки называют зависимыми. В случае внесения изменений в зависимые ячейки в ячейке с формулой будет автоматически производиться перерасчет. В этом состоит преимущество использования в формулах ссылок на ячейки, а не числовых констант.

Ссылки на ячейки создаются либо путем ввода адреса ячейки вручную, либо путем выделения ячейки (диапазона ячеек) мышью. Ячейка или диапазон при втором способе будут заключены в пунктирную рамку.

Все диалоговые окна электронных таблиц MS Excel, требующие указания диапазонов ячеек, содержат кнопки, которые присоединены к соответствующим полям. При нажатии на кнопку окно сворачивается до минимально возможного размера. Эта опция является очень удобной для выбора нужного диапазона ячеек с помощью мыши.

Изначально ссылки на ячейки в формулах являются относительными. Относительные ссылки означают, что при копировании формулы в соседние ячейки ссылки на другие ячейки будут изменяться.

Рассмотрим пример. Пусть в ячейке A1 указана формула СУММ (A2:A10). При копировании этой формулы, например, в ячейку C1 в ней будет указана формула СУММ (C2:C10). Таким образом, в относительном представлении ссылка указывает на ячейку, которая располагается на два столбца правее данного. Если формула будет скопирована в другую ячейку, то такое относительное указание ссылки сохранится.

При использовании абсолютной ссылки адреса ссылок при копировании не изменяются. Для того чтобы задать абсолютную ссылку, необходимо при редактировании формулы выделить ссылку на ячейку и нажать клавишу F4. Перед именем столбца и строки появится символ \$. Это означает, что при копировании ссылка на столбец и строку, перед именем которых стоит символ \$, изменяться не будет.

Построение диаграмм и графиков является очень важной и значимой опцией при обработке табличных данных. Термин диаграмма будем применять для обозначения всех возможных видов графического представления данных. Построение диаграмм осуществляется на основе ряда данных, который представляет группу ячеек с данными в пределах отдельной стро-

ки или столбца. На одной диаграмме можно отображать несколько рядов данных.

Диаграмма может располагаться либо на отдельном листе, либо на том же листе, где представлены исходные данные. В случае изменения исходных данных диаграмма автоматически будет также изменять свой вид. Основным средством построения диаграмм является Мастер диаграмм. Рассмотрим этапы построения диаграмм:

1. Выбор типа диаграммы, уточнение ее вида. Предлагаются следующие типы диаграмм: гистограмма, график, круговая, линейчатая, с областями, точечная, биржевая и другие.

2. Выбор данных, которые будут являться исходными. По этим данным будет осуществляться построение диаграммы.

3. Оформление диаграммы, включающее следующие параметры:

- название диаграммы и надписи на осях;
- отображение и маркировка осей;
- отображение линий сетки, параллельных осям координат;
- представление легенды;
- отображение надписей, соответствующих отдельным элементам данных на графике.

4. Размещение диаграммы.

Наличие всех перечисленных выше элементов оформления не является обязательным. Пользователь в зависимости от реализуемой задачи самостоятельно определяет, какие элементы оформления применять. В любой момент в готовую диаграмму можно внести изменения, редактируя те или иные элементы.

Рассмотрим некоторые возможности электронных таблиц MSExcel более подробно.

Таблицы подстановки

Таблицей подстановки данных называется диапазон ячеек, содержащий формулу и показывающий, как изменение значений одного или двух ее переменных (значений подстановки) влияет на возвращаемый формулой результат. Таблицы подстановки обеспечивают возможность просмотра и сравнения полученных результатов при разных значениях переменных. Формулы в таблице подстановки ссылаются на ячейки ввода, которые содержат некоторые первоначальные значения переменных и не включаются в таблицы подстановки [106].

Алгоритм создания таблицы подстановки с одной переменной предполагает выполнение следующих действий:

1. Ввод в рабочую область листа исходных значений тех переменных, которые будут необходимы для проведения расчетов. Для предотвращения возможных ошибок ввода в смежные ячейки рекомендуется ввести текстовое описание переменных.

2. Сделать активной ячейку листа, ввести в эту ячейку формулу, которая содержит ссылки на ячейки с исходными значениями переменных.

3. Правее первой формулы можно последовательно в ячейки ввести другие формулы, содержащие ссылки на те же входные ячейки.

4. Ввести в столбец возможные значения одной из переменных. Для этого необходимо сделать активной ячейку, которая находится левее и ниже на одну позицию ячейки с самой первой формулой.

5. Выделить диапазон таблицы подстановки. Диапазоном таблицы подстановки будет являться прямоугольный блок минимального размера, который содержит все формулы и возможные значения переменной.

6. Выполнить команду Данные – Анализ «что-если» – Таблица данных.

7. Ввести в поле Подставлять значения по строкам ссылку на ту ячейку рабочего листа, которая содержит исходное значение изменяемой переменной. Первое поле ввода в диалоговом окне не заполнять.

8. Снять выделение таблицы подстановки и проанализировать диапазон результатов, который создан MS Excel с помощью формулы массива.

9. При необходимости можно выполнить редактирование формул в верхней строке или входных значений переменной в левом столбце.

10. Кроме того, диапазон результатов, созданный MS Excel, можно скопировать в другую часть листа или полностью очистить.

Подбор параметра в ячейке

Команда Данные – Анализ «что-если» – Подбор параметра предназначена для поиска значения переменной или аргумента, при котором формула будет возвращать желаемый результат. При использовании подбора параметра будет выполняться процесс, когда значение влияющей ячейки будет изменяться до тех пор, пока формула, зависящая от этой ячейки, не возвратит заданное значение.

Команда Подбор параметра применяется в тех случаях, когда задача имеет точное целевое значение, которое зависит от одного неизвестного параметра. Для более сложных задач в MS Excel необходимо использовать команду Поиск решения.

Поиск оптимального значения в ячейке

Поскольку команда Поиск решения является надстройкой MS Excel, для получения доступа к ней необходимо выполнить следующую последовательность действий: Параметры Excel – Надстройки. В открывшемся окне в списке слева выбрать Надстройки, справа – Поиск решения (рисунок 6.5). После этого пункт Поиск решения появится в меню на вкладке Данные.

Надстройка Поиск решения находит эффективное применение в тех случаях, когда необходимо найти решение задачи, в которой имеется большое число изменяемых ячеек. Поиск решения помогает найти совокупность переменных, оптимизирующих значение в одной ячейке. Эта ячейка

называется целевой. При поиске оптимального решения есть возможность задать одно или несколько ограничений – условий, которые должны выполняться при поиске решения. Ячейки рабочего листа, используемые для поиска решения, должны быть обязательно связаны формулами.

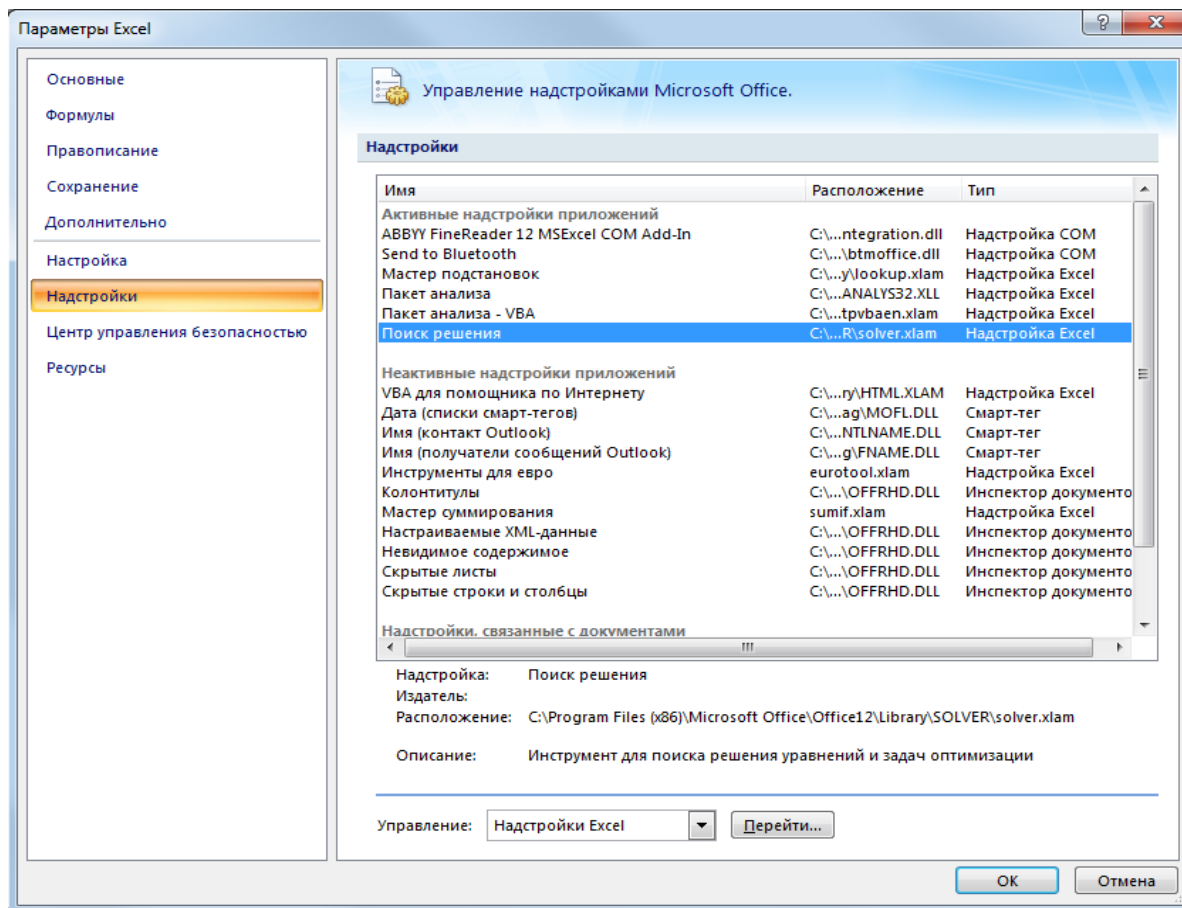


Рисунок 6.5. Надстройка Поиск решения.

Поиск решения применяется к линейным и нелинейным оптимизационным задачам. Если значение целевой ячейки является линейной функцией от каждой переменной листа, то такая задача называется линейной задачей. Это класс задач, в которых рассматриваются модели, использующие простое сложение и вычитание. Для более быстрого решения подобных задач пользователь должен установить флажок **Линейная модель** в диалоге **Параметры поиска решения**. В практической деятельности большинство оптимизационных задач являются нелинейными.

В диалоге **Параметры поиска решения** устанавливаются:

- максимальное время поиска;
- предельное число итераций и относительная погрешность;
- параметры процедур линейной оптимизации и метод поиска;
- возможность сохранения и последующего применения параметров поиска.

После успешного выполнения поиска решения MS Excel вставляет оптимальные значения в изменяемые ячейки и, кроме того, позволяет напечатать три вида отчета: по устойчивости решения, по результатам и по пределам. Результаты поиска решения можно сохранять в виде сценариев и потом вывести отчет по сценариям [85].

Статистический анализ данных

MS Excel предлагает большое количество средств для работы со статистическими данными. Во-первых, для проведения статистического анализа могут применяться статистические функции из пункта меню Формулы. Во-вторых, большой набор инструментов, которые существенно расширяют интеллектуальный потенциал MS Excel и предназначены для решения более сложных задач, предоставляет надстройка Пакет анализа. В случае отсутствия команды Анализ данных (рисунок 6.6) необходимо выполнить дополнительные настройки по загрузке статистического пакета анализа данных.

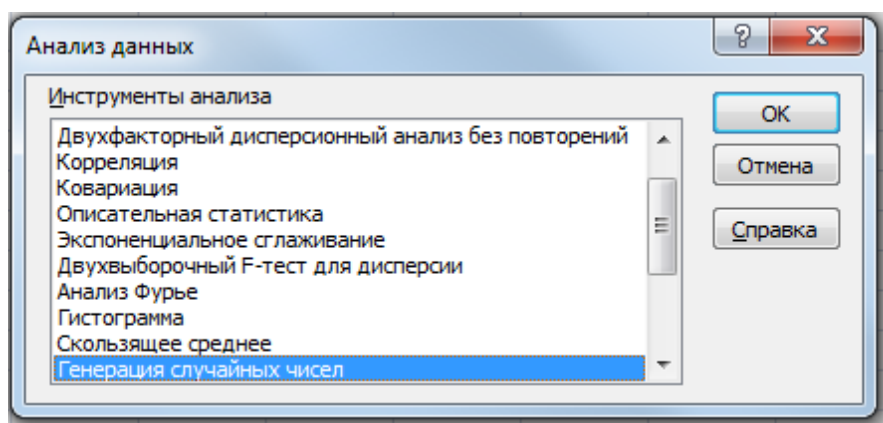


Рисунок 6.6. Надстройка Анализ данных.

Для работы с инструментами анализа статистические данные следует представить в виде строк или столбцов рабочего листа. Совокупность ячеек, содержащих анализируемые данные, называется входным диапазоном. Для проведения анализа данных следует указать входной и выходной диапазоны для размещения результатов анализа. Выходной диапазон задается ссылкой на левую верхнюю ячейку. Результаты анализа могут быть представлены в графическом виде.

При анализе данных часто возникает необходимость определения различных статистических характеристик или параметров распределения. Для этого используются несколько инструментов:

- встроенные статистические функции;
- инструмент Описательная статистика;
- инструмент Гистограмма;
- инструмент Ранг и персентиль [74].

Создание и ведение списков

Часто выполняемой задачей в MS Excel является ведение списков, которые представляют собой таблицы с данными. MS Excel имеет обширный перечень инструментов для работы со списками. Этот факт существенно отличает данный программный продукт от других электронных таблиц. При работе со списками необходимо выполнение ряда условий:

1. Каждый столбец в списке должен содержать информацию одного типа.
2. Первая строка списка зарезервирована для указания содержимого расположенного ниже столбца (заголовок столбца).
3. В список не следует включать пустые строки и столбцы.
4. Рекомендуется для списка использовать отдельный лист. Альтернативный вариант: отделить список от других данных рабочего листа пустыми строкой и столбцом.
5. Не следует размещать данные слева или справа от списка, так как они будут скрыты в процессе фильтрации списка.

Сортировка списков и диапазонов

MS Excel дает возможность производить сортировку диапазонов списка различными способами. Классическая сортировка предполагает упорядочивание содержимого строк или столбцов в возрастающем или в убывающем порядке. Можно сортировать данные с учетом и без учета регистра букв, задавать свой собственный порядок сортировки и т.д.

Для выполнения сортировки необходимо выделить сортируемый диапазон, выполнить команду Данные/Сортировка, в открывшемся окне указать необходимый порядок сортировки списка, отмечая заголовки одного или нескольких столбцов.

В случае если необходимо вычислить, например, количество значений, сумму, среднее, максимальное значение и т.д., необходимо после выделения диапазона ячеек вызвать контекстное меню в строке состояния (правая кнопка мыши) и в появившемся списке выбрать желаемую функцию.

В том случае если необходимо отсортировать лишь часть списка, выделяется диапазон и выполняется команда Данные – Сортировка.

Для сортировки столбцов списка необходимо выделить исходный диапазон, в окне Сортировка выбрать пункт Параметры, установить переключатель Сортировать в положение Столбцы диапазона.

Команда Автофильтр

Фильтрация списка подразумевает скрытие всех строк, кроме удовлетворяющих заданным условиям отбора. В MS Excel представлены команды фильтрации для простых и сложных условий отбора.

Алгоритм работы с командой Автофильтр следующий:

1. Выделить любую ячейку в списке.
2. Выполнить команду Данные – Фильтр – Автофильтр.

Визуальным подтверждением присутствия фильтрация является наличие кнопок со стрелками рядом с каждым заголовком столбца. Нажатие на эту кнопку приводит к раскрытию списка значений, которые используются для задания условий отбора строк. Команда Автофильтр позволяет находить заданное число наибольших или наименьших элементов списка, осуществлять поиск, например, пустых ячеек или текстовых значений в заданном алфавитном диапазоне и т.д.

При задании условий отбора целесообразно применять символы «*» и «?». Первый символ заменяет любую последовательность символов, второй – любой, но только один символ.

Для отмены примененных ранее автофильтров необходимо выполнить команду Данные – Фильтр – Отобразить все. Выбрать команду Фильтр еще раз, удалив таким образом галочку рядом с названием этой команды.

Консолидация листов

Консолидация листов (Данные – Консолидация) предназначена для объединения одинаково организованных данных из анализируемых листов в один рабочий лист. Консолидация листов может осуществляться также из разных книг. При консолидации данных возможно использование любых функций, например, СУММ, КОЛИЧЕСТВО, СРЕДНЕЕ, МАКСИМУМ, МИНИМУМ и т.д.

Создание сводной таблицы

Сводная таблица, являясь очень значимым инструментом анализа табличных данных, представляет собой таблицу, в которой отображается предварительно обработанная с помощью функций информация из соответствующих столбцов рабочей книги MS Excel.

Для создания сводной таблицы для определенного списка необходимо выполнить команду Вставка – Сводная таблица. В открывшемся диалоговом окне Создание сводных таблиц необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать данные для анализа. MS Excel автоматически определяет диапазон для отчета сводной таблицы, но существует возможность заменить его, указав другой диапазон или имя, определенное для диапазона.

Если данные находятся на другом листе или в другой книге, необходимо ввести имя книги и листа, используя следующий синтаксис: [имя_книги]имя_листа!диапазон.

2. Указать местоположение отчета сводной таблицы: поместить отчет сводной таблицы на новый лист либо в определенное место существующего листа, указав в поле Диапазон первую ячейку диапазона, в который следует поместить отчет сводной таблицы.

После нажатия ОК будет добавлен пустой отчет сводной таблицы в указанное место и откроется список полей сводной таблицы. С помощью

этого списка пользователь будет иметь возможность добавлять поля, создавать макет и настраивать отчет сводной таблицы.

Назначенные по умолчанию поля сводной таблицы рекомендуется переименовать. Для этого необходимо, выделив ячейку с именем поля в строке формул, ввести новое имя. Введенное имя не должно совпадать с именами столбцов в исходном списке. Созданную сводную таблицу при необходимости всегда можно изменить путем перетаскивания полей сводной таблицы.

Раскрывающийся список

Если в какую-либо ячейку предполагается ввод строго определённых значений из разрешённого набора, то это можно сделать при помощи раскрывающегося списка. Для этого необходимо выделить ячейку (или диапазон ячеек), в которых должно быть такое ограничение, нажать кнопку «Проверка данных» на вкладке «Данные». В выпадающем списке «Тип» выбрать вариант «Список». В поле «Источник» задать диапазон, содержащий эталонные варианты элементов.

Умная таблица

Если выделить диапазон с данными и на вкладке «Главная» нажать кнопку «Форматировать как таблицу», то список будет преобразован в таблицу с применением определенного стиля. Созданная таблица будет включать в себя следующие функции:

- автоматически растягиваться при дописывании к ней новых строк или столбцов;
- введенные формулы автоматически будут копироваться на весь столбец;
- автоматически закрепляется заголовок таблицы и появляются кнопки фильтра для отбора и сортировки;
- на вкладке «Конструктор» в таблицу можно добавить строку итогов с автоматическим вычислением.

Сравнение двух диапазонов на отличия и совпадения

Часто при работе в MS Excel возникает необходимость сравнить два списка и быстро найти элементы, которые в них совпадают или отличаются. В этом случае необходимо выделить оба сравниваемых столбца (удерживая клавишу Ctrl). На вкладке Главная выполнить команду Условное форматирование – Правила выделения ячеек – Повторяющиеся значения. В диалоговом окне Повторяющиеся значения в строке Форматировать ячейки, которые содержат выбрать в раскрывающемся списке соответствующий вариант: повторяющиеся или уникальные.

Скрытый лист

Иногда возникает необходимость скрыть лист/листы от других пользователей, работающих над книгой. Чтобы сделать лист абсолютно невидимым, необходимо выполнить следующие действия:

- нажать ALT+F11;

- в верхней части открывшегося окна необходимо выбрать номер листа, который необходимо скрыть;
- в нижней части окна в свойствах выбранного листа в строке «Visible» выбрать «2-xlSheetVeryHidden».

Запрет на изменения содержимого рабочего листа

Для запрета внесения изменений в заполненные ячейки необходимо нажать кнопку Проверка данных во вкладке Данные. В выпадающем списке Тип данных выбрать Другой. В строке Формула внести запись =B2=СЕГОДНЯ(). Эта запись запрещает изменения содержимого ячейки B2. Убрать галочку в строке «Игнорировать пустые ячейки» убрать. После нажатия кнопки ОК, при попытке изменить содержимое ячейки B2 появится предупреждающая надпись.

§ 6.4. Проектирование и обработка баз данных

Ключевыми компонентами современных информационных систем являются базы данных. С момента своего появления (термин «база данных» начал применяться с 1963 года) базы данных прошли путь от простейших структур данных в ранних языках программирования до современных сложных систем, поддерживающих объектоориентированность, распределенность, многомерность [74].

В соответствии с Гражданским кодексом РФ (глава 70, статья 1260), базой данных является представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов (статей, расчетов, нормативных актов, судебных решений и иных подобных материалов), систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью электронной вычислительной машины (ЭВМ).

Согласно статье 17 Закона «О полиции» полиция имеет право обрабатывать данные о гражданах, необходимые для выполнения возложенных на нее обязанностей, с последующим внесением полученной информации в банки данных о гражданах.

Создание БД, обеспечение доступа к ней, а также поддержание ее в актуальном состоянии обеспечивается с помощью совокупности программных и языковых средств – системы управления базами данных (СУБД).

К основным функциям СУБД относятся:

- управление данными непосредственно в БД – обеспечение хранения данных, непосредственно входящих в БД, и служебной информации, обеспечивающей работу СУБД;
- управление данными в памяти компьютера – функция, позволяющая ускорить работу с данными в оперативной памяти компьютера;
- управление транзакциями – поддержание целостности БД и выполнение операции как над единым целым. Целостность, являясь важнейшим

свойством, означает непротиворечивость и адекватность имеющейся в БД информации;

- поддержка языков БД. Примерами таких языков являются язык структурированных запросов SQL, язык запросов по образцу QBE.

Централизованный характер управления данными в БД предполагает наличие лица, на которое возлагаются функции администрирования данными, хранимыми в базе.

Под проектированием БД будем понимать процесс разработки схемы БД и определение необходимых ограничений целостности.

При проектировании БД необходимо, чтобы она удовлетворяла следующим требованиям:

- полнота и непротиворечивость данных;
- многократное использование данных;
- оперативное получение информации по запросу пользователей;
- простой алгоритм обновления данных;
- минимизация избыточности данных;
- защита данных от нарушения конфиденциальности, целостности, доступности.

Проектирование БД включает три этапа. Первый этап называется этапом концептуального или инфологического проектирования. На этом этапе осуществляется сбор, анализ и редактирование требований к данным, информационное описание предметной области осуществляется на обычном языке, близком специалистам данной предметной области. Конечным результатом первого этапа должна стать разработанная концептуальная модель, инвариантная (неизменяющаяся) к структуре базы данных.

На этапе концептуального проектирования средством моделирования предметной области выступает модель «сущность-связь» или ER-модель (Entity – сущность, Relation – связь). ER-модель, предложенная в 1976 году американским ученым Питером Пин-Шэн Ченом, основывается на некоторой семантической информации о реальном мире и предназначена для логического представления данных. Модель определяет значения данных в контексте их взаимосвязи с другими данными, моделирование структуры данных предметной области основывается на использовании диаграмм «сущность-связь», представляющих собой связь между сущностями. Основными понятиями ER-модели являются сущность, атрибут, связь.

Сущностью называется реальный или представляемый тип объекта любой природы, данные о котором хранятся в БД. Сущностями могут быть люди, предметы, места, события и т.д. Сущности имеют свойства – атрибуты. Например, атрибутами сущности СОТРУДНИК являются фамилия, имя, отчество, дата рождения, номер служебного удостоверения, личный номер. Между сущностями устанавливается связь. Связь называется бинарной, если она установлена между двумя сущностями, и тернарной, – если между более чем двумя сущностями. Степенью связи называется чис-

ло сущностей, ассоциированных через набор связей с другой сущностью. Выделяют следующие степени бинарных связей:

- связь «один к одному» (1:1) – сущности с одной ролью всегда соответствует не более одной сущности с другой ролью;
- связь «один ко многим» (1:M) – сущности с одной ролью соответствует любое число сущностей с другой ролью;
- связь «многие ко многим» (M:M) – каждая из ассоциированных сущностей может быть представлена любым количеством экземпляров.

Второй этап – логическое или даталогическое проектирование. Данный этап ориентирован на преобразование требований к данным в структуры данных, создание схемы данных. Схема данных создается на основе определенной модели данных. Результатом реализации этапа логического проектирования является СУБД-ориентированная структура базы данных.

В теории баз данных модель данных представляет собой совокупность структур данных и операций их обработки. Традиционно по типу модели СУБД делятся на:

- иерархические;
- сетевые;
- реляционные.

Иерархическая модель представляется в виде древовидного графа (математический объект, представляющий собой множество вершин и набор ребер) и характеризуется такими понятиями, как уровень, узел, связь. Вершины графа располагаются на разных уровнях. Поиск записей выполняется с верхнего уровня (корень дерева), каждый следующий уровень подчиняется предыдущему. Отличительной чертой иерархической модели является соединение узлов более низкого уровня только с одним узлом более высокого уровня (рисунок 6.7).

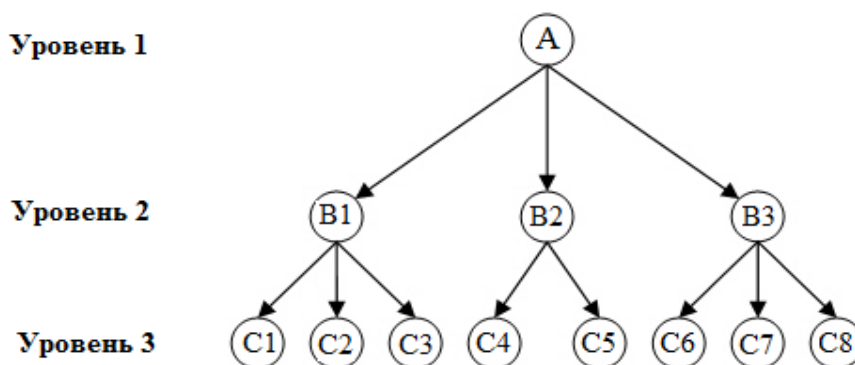


Рисунок 6.7. Иерархическая модель данных.

Примером реализации иерархической модели данных является дерево папок файловой структуры операционной системы Windows (рисунок 6.8).

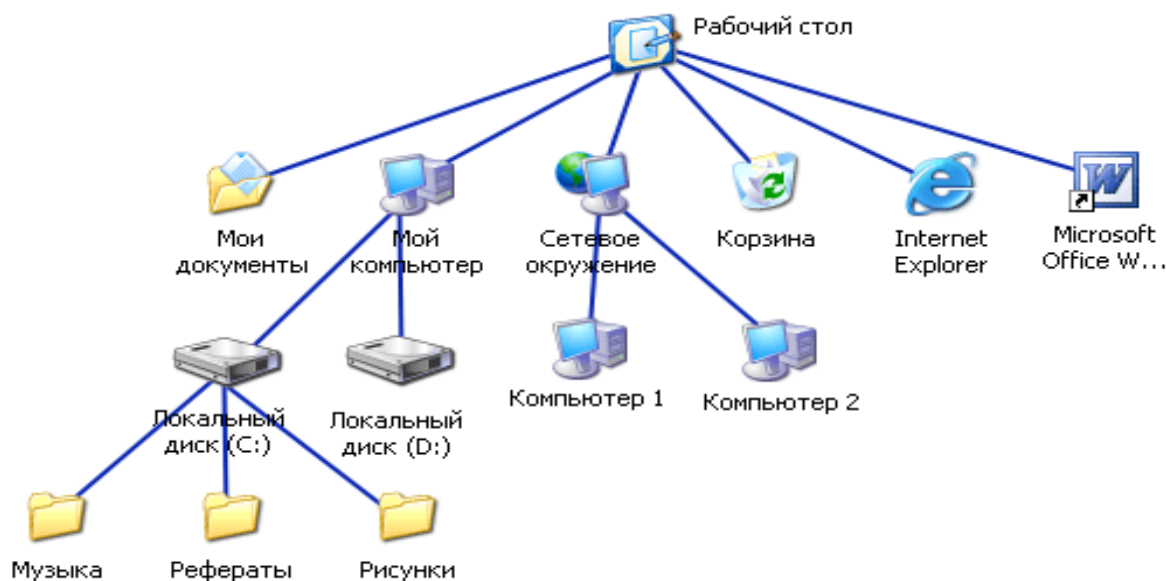


Рисунок 6.8. Иерархическая структура ОС Windows.

К достоинствам иерархической модели относится достаточно высокая скорость выполнения операций и эффективность работы, естественность описания иерархических данных. Недостатками модели являются громоздкость, трудность ее понимания и применения к данным со сложной внутренней взаимосвязью.

Сетевая модель данных является расширением иерархической структуры, используются те же основные понятия: уровень, узел, связь. Однако, в отличие от иерархической, сетевая модель реализует связи, при которых любой элемент может быть связан с любым другим элементом (рисунок 6.9).

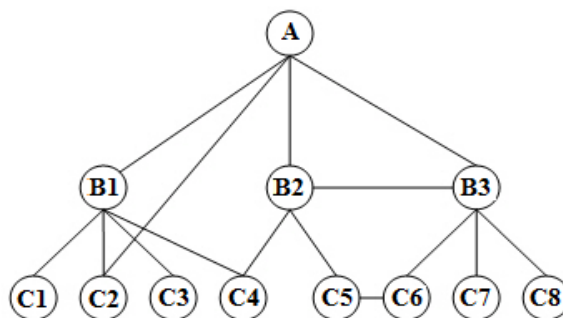


Рисунок 6.9. Сетевая модель данных.

Примером реализации сетевой модели данных является структура глобальной сети Интернет: гиперссылки связывают между собой информацию в единую сетевую БД.

Достоинствами сетевой модели являются большая гибкость по сравнению с иерархической структурой, возможность обработки больших объ-

емов информации, поддержка аналитической обработки данных. К недостаткам сетевой модели относится высокая сложность и жесткость схемы БД, трудность ее понимания обычными пользователями. Контроль целостности связи является более слабым вследствие возможности установления произвольных связей между элементами.

Реляционная (от англ. relation – отношение) модель данных впервые была описана в 1969 году британским (американским) ученым Эдгаром Коддом. В реляционной БД данные организованы в виде таблиц, все операции сводятся к операциям над таблицами. Важным достоинством реляционной БД является хранение логически сгруппированных данных в разных таблицах. Это позволяет создавать связи между таблицами, объединять их в единую базу, уменьшить избыточность хранимых данных, упрощает их ввод и организацию запросов и отчетов.

В 1985 году Э. Кодд сформулировал 13 правил, которым должна удовлетворять любая система управления реляционными базами данных. Эти правила столь строги, что современные реляционные СУБД не соответствуют многим критериям.

Основными понятиями реляционных БД являются: отношение, кортеж, сущность, атрибут, домен, значение атрибута, первичный ключ, тип данных.

Отношение представляет собой двумерную таблицу, в которой содержатся данные. Таблица состоит из строк и столбцов и внутри БД имеет уникальное имя. В строках записаны кортежи отношения, имена столбцов соответствуют именам атрибутов. Для того чтобы таблице можно было поставить в соответствие некоторое отношение, необходимо выполнение определенных условий:

- в таблице не может быть двух строк с одинаковыми значениями;
- имена столбцов должны быть уникальными;
- ячейки таблицы должны содержать только одно значение из домена, соответствующего столбцу;
- строки одной таблицы должны иметь одинаковую структуру;
- порядок размещения строк и столбцов может быть произвольным.

В отношении хранятся данные о сущности. Сущности имеют атрибуты. Любой атрибут отношения принимает значения из некоторого множества возможных значений, которое называется доменом атрибута. Например, домен атрибута «личный номер» – целые положительные числа; домен атрибута «имя» – строка, не содержащая пробелов.

Один из крупнейших специалистов в области баз данных Кристофер Дейт, работавший над развитием реляционных БД вместе с Э. Коддом, понятие домен отождествляет с типом данных [64]. Понятие типа данных является очень важным, поскольку каждый реляционный атрибут, параметр, оператор чтения относится к определенному типу. Тип данных задает множество значений данного типа, набор операций, применимых к значе-

ниям типа и способ внешнего представления значений типа. В современных реляционных БД допускается хранение символьных и числовых данных, а также специальных данных (например, дата, время). Во многих реляционных СУБД пользователь имеет возможность определить собственные типы данных.

Для доступа к каждой строке таблицы необходимо, чтобы в ней имелся атрибут (множество атрибутов), однозначно идентифицирующий строку таблицы. Для этого в таблице должен быть ключ отношения или первичный ключ. Первичный ключ служит как ограничение целостности в рамках одной таблицы для однозначной идентификации, поле первичного ключа не может повторяться или быть пустым. Ключ, состоящий из одного атрибута, называется простым, из нескольких атрибутов – составным или сложным. Для ограничения целостности связей нескольких таблиц служит внешний или вторичный ключ. В этом случае подчиненная таблица не может ссылаться на несуществующие записи главной таблицы.

Элементы реляционной модели данных и формы их представления в упрощенном виде представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4.

Элементы реляционной модели данных и формы их представления

Элементы реляционной модели данных	Форма представления
Отношение	Таблица
Кортеж	Строка таблицы
Сущность	Описание свойств объекта
Атрибут	Заголовок столбца таблицы
Домен	Множество допустимых значений атрибута
Значение атрибута	Значение поля в записи
Первичный ключ	Один или несколько атрибутов
Тип данных	Тип значений элементов таблицы

В реляционных БД к структуре таблиц предъявляется совокупность требований, получивших название нормальная форма, которые заключаются в устранении из базы избыточных функциональных зависимостей между атрибутами. Процесс преобразования таблиц базы данных к виду, отвечающему нормальным формам, называется нормализацией. В случае несоответствия таблицы нормальной форме, она приводится к ней путем разбиения на несколько таблиц, связанных между собой операциями реляционной алгебры. Реляционная алгебра была разработана Э. Коддом и состоит из восьми операторов, разделенных на две группы. В первую группу входят операции над множествами: объединение, пересечение, вычитание и декартово произведение. Во вторую группу включены специальные ре-

ляционные операции: выборка, проекция, соединение и деление. Схема БД будет считаться корректной, если в ней будут отсутствовать избыточные функциональные зависимости.

Для извлечения из реляционной БД необходимой информации используется язык структурированных запросов SQL. Хотя SQL не является полноценным языком программирования, однако он содержит множество инструкций, направленных на выполнение таких действий, как создание новых данных, изменение существующих, извлечение и управление доступом к данным и др. SQL является непроцедурным языком, т.е. позволяет задавать связи и отношения между объектами и величинами, но не определяет последовательность выполнения действий. В SQL отсутствуют операторы проверки условий, ветвления, циклов. В запросе к БД не содержатся инструкции по выполнению определенных операций, содержится информация лишь о желаемом результате.

В состав SQL входят следующие элементы.

DDL (Data Definition Language) – язык определения данных, включает операторы для создания, изменения и удаления различных объектов в БД (таблицы, индексы, представления или хранимой процедуры) или самой БД. Например, CREATE SCHEMA (создать схему БД), DROP TABLE (удалить таблицу), ALTER DOMAIN (изменить домен).

DML (Data Manipulation Language) – язык манипулирования данными. Операторы DML предназначены для добавления (INSERT), изменения (UPDATE), удаления (DELETE) и извлечения данных, управления транзакциями.

DCL (Data Control Language) – язык управления данными, предназначен для управления доступом к БД, различным объектам БД. Примерами операторов DCL являются: GRANT – предоставить право (привилегии) пользователю или приложению на манипулирование объектами; REVOKE – отменить привилегии пользователя или приложения.

DQL (Data Query Language) – язык выборки данных, предназначен для формирования запросов. Состоит из единственной команды – SELECT, которая является наиболее важной для пользователя и предназначена для выборки данных из таблицы. С помощью SELECT фактически реализуется одно из основных назначений БД – предоставление информации пользователю.

Физическое проектирование является заключительным третьим этапом проектирования БД. Основной целью данного этапа является описание способа физической реализации логического проекта БД. Физическое проектирование состоит из шести этапов. На первом этапе разрабатываются основные отношения и реализуются ограничения предметной области с учетом возможностей выбранной СУБД. На втором этапе разработчик осуществляет выбор файловой организации для хранения данных. СУБД должна обеспечивать независимость физического хранения данных от их

логической организации, т.е. внесение каких-либо изменений в физическую организацию БД не должно влиять на работу пользователя. На третьем этапе определяются методы пользовательского представления данных. Четвертый этап посвящен разработке средств защиты БД от различного рода угроз. На двух заключительных этапах с целью повышения производительности анализируется необходимость снижения уровня требований нормализации данных в логической модели, осуществляется текущий контроль операционной системы, позволяющий своевременно обнаружить и устранить проблемы производительности БД на уровне проекта.

В настоящее время абсолютными лидерами рынка СУБД с общей долей охвата примерно 90 % являются компании Oracle, IBM и Microsoft. На сегодняшний день наиболее популярными и востребованными среди клиент-серверных СУБД являются Oracle Database, IBM DB2 и Microsoft SQL Server. Клиент-серверные СУБД находятся на сервере вместе с БД, клиентские запросы на обработку данных обрабатываются централизованно, что обеспечивает высокую надежность, доступность и безопасность. Альтернативой клиент-серверных СУБД являются файл-серверные. В такой архитектуре СУБД располагаются на каждом клиентском компьютере, файлы данных хранятся централизованно на файл-сервере. Файл-серверная архитектура обеспечивает низкую нагрузку на процессор файлового сервера, применяется, как правило, в локальных приложениях, которые используют функции управления БД в системах с низкой интенсивностью обработки данных и низкими пиковыми нагрузками на БД. Примерами файл-серверных СУБД являются Microsoft Access, Paradox, dBase, FoxPro. В таких СУБД значительно затруднена возможность обеспечения таких важных характеристик, как высокая надёжность, доступность и безопасность.

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Какими отличительными особенностями обладает электронный документооборот?
2. Что входит в состав сервиса электронного документооборота ИСОД МВД России?
3. Что представляет собой принцип сервис-ориентированной архитектуры?
4. Какие операции используются при подготовке текстовых документов?
5. Какой формат используется в приложениях пакета программ Microsoft Office, начиная с версии Office-2007? В чем преимущества этого формата?
6. В каких режимах может быть представлен текстовый документ MSWord? В чем особенность этих режимов?
7. Что такое табличный процессор и каково его назначение?
8. Каково назначение формул в MS Excel? Что может входить в формулу?
9. Как построить диаграмму в MS Excel?
10. Перечислите этапы проектирования баз данных.
11. Какие преимущества и недостатки имеют иерархическая и сетевая модели данных?
12. Какие элементы включает язык структурированных запросов SQL?

ГЛАВА 7. Телекоммуникационные технологии как основа инфраструктуры единого информационного пространства

§ 7.1. Основы телекоммуникационных технологий и локальные сети

Использование телекоммуникационных технологий в качестве сетей передачи информации началось сравнительно недавно, но уже сейчас мы наблюдаем их проникновение практически во все сферы жизнедеятельности. Одним из основных факторов, оказавших значительное влияние на бурное развитие телекоммуникационных систем, явилось создание новой элементной базы для микроэлектронной индустрии и, как следствие, постоянное совершенствование средств вычислительной техники.

Сегодняшние телекоммуникационные технологии прошли процесс развития от телеграфных и телефонных аналоговых линий связи до цифровых волоконно-оптических линий, предназначенных для передачи информации всех видов.

В целом этапы развития телекоммуникационных технологий можно представить следующим образом:

- телеграфные и телефонные сети;
- передача данных между абонентами с использованием модемов по выделенным коммутируемым каналам связи;
- сети передачи данных с коммутацией пакетов (дейтаграммные или с использованием виртуальных соединений);
- локальные вычислительные сети;
- цифровые сети интегрального обслуживания (ISDN), на начальном этапе узкополосные, а в последующем – широкополосные;
- высокоскоростные распределенные сети (Frame Relay, SMDS, ATM);
- высокоскоростные локальные сети (Fast Ethernet, FDDI и FDDI II);
- информационные супермагистралы.

Телекоммуникационная сеть, которую в некоторых случаях называют компьютерной, или вычислительной, представляет собой совокупность персональных компьютеров (рабочих станций), установленного программного обеспечения, каналов связи и технических средств, необходимых для распределенной обработки информации. Следовательно, на самом обобщенном уровне сеть представляет собой систему, позволяющую при помощи любых подключенных устройств осуществлять обмен информацией. В базовую модель телекоммуникационной системы включены такие компоненты, как источник, приемник сигнала и канал (среда передачи) для обмена информацией.

К преимуществам использования телекоммуникационных систем и технологий следует отнести:

- возможность оперативного обмена информацией между пользователями;
- совместный доступ к ресурсам;
- обеспечение оптимального распределения нагрузки между персональными компьютерами;
- обеспечение резервирования, что позволяет повысить устойчивость всей системы к отказам;
- создание гибкой рабочей среды.

К современным коммуникационным технологиям, основанным на использовании информационных сетей, предъявляются следующие требования:

- высокая пропускная способность, характеризующая производительность;
- возможность оперативного расширения, то есть добавления отдельных элементов сети;
- масштабируемость или возможность наращивания сети без потери производительности;
- дублирование отдельных элементов, позволяющее обеспечить сохранность информации и защитить ее от искажений;
- использование специализированных программных и аппаратных средств для обеспечения безопасности циркуляции информации.

Остановимся на понятийном аппарате и терминологии рассматриваемой области. Отечественное законодательство дает следующее определение:

«Информационно-телекоммуникационная сеть — технологическая система, предназначенная для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники» [1].

В документах федеральной службы по техническому и экспортному контролю дается следующее определение:

«Телекоммуникационная сеть (telecommunication network): Передающая среда, заканчивающаяся проводной линией, предназначенной для связи между оборудованием, которое может быть размещено в различных зданиях, исключая:

- магистральную систему для электропитания, передачи и распределения электрической энергии, если она используется как передающая среда связи;
- системы кабельного распределения;
- цепи БСНН, соединяющие модули оборудования обработки данных» [11].

Таким образом, можно утверждать, что компьютерная или телекоммуникационная вычислительная сеть используется для обмена и обеспечения распределенной обработки информации, образуется на основе взаимосвязанных абонентских систем и средств связи. Используемые в сети средства циркуляции информации ориентированы на коллективное использование ресурсов как аппаратных, так и программных.

Абонентская система является совокупностью абонента, который как генерирует, так и потребляет информацию, и рабочей станции.

Рабочая станция представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, направленных для решения определенного круга задач, для конечного пользователя сети. В ее состав входят персональный компьютер с подключенными периферийными устройствами ввода-вывода, соответствующее программное обеспечение, необходимые средства связи и коммутации.

Телекоммуникационная система – это единая система аппаратных и программных средств, соединенных в единую систему передачи данных с целью обеспечения взаимодействия абонентской системы.

Прикладной процесс реализует процедуры ввода, хранения, обработки и выдачи информации. С одной стороны, он взаимодействует с пользователями, получая команды и предоставляя результаты их выполнения, а с другой – связан с областью взаимодействия прикладным интерфейсом.

Компьютерные или телекоммуникационные сети могут работать в таких режимах как: сбор информации, запрос и выдача информации; обмен данными между абонентскими системами, пакетная обработка данных с удаленных терминалов.

7.1.1. Аппаратные и программные компоненты сети

В процессе развития телекоммуникационных технологий происходило постоянное совершенствование компьютерных сетей. В настоящее время определяют два вида сетей в зависимости от взаимодействия серверов и клиентов: «клиент-сервер» (client-server) и «равный с равным» (peer-to-peer). Сети, построенные на принципе «равный с равным», называют одноранговыми сетями.

Постоянное развитие вычислительных сетей позволило создать новый тип взаимодействия, обеспечивающий распределенную обработку информации. В этом случае каждая рабочая станция или компьютер работают над конкретной, оптимальной для него задачей. Сервер также может быть специализирован для выполнения конкретной задачи, но у него нет необходимости связываться с другими серверами. Таким образом, организация совместного доступа к ресурсам позволяет существенно расширить функциональные возможности каждого компьютера.

Еще одной тенденцией развития стала модель совместной обработки данных, в которой ресурсы нескольких компьютеров направлены на решение одной задачи, а не просто на обмен результатами вычислений. В процессе использования данной модели возрастает суммарная вычислительная мощность, объем доступных ресурсов, а также происходит повышение отказоустойчивости всей системы.

Для обеспечения взаимодействия между компьютерами требуется наличие канала передачи данных, который основывается на использовании двух основных компонентов:

- среды передачи данных, которая обеспечивает передачу информации между узлами сети и может быть проводной (wire) или беспроводной (wireless);
- сетевых интерфейсных карт (network interface card, NIC), позволяющих обеспечить взаимодействие между компьютером и средой передачи данных.

Кроме того, обеспечение взаимодействия персональных компьютеров в сети невозможно без аппаратных и аппаратно-программных средств, которые по своему функциональному назначению могут разделяться на:

- пассивное сетевое оборудование, включающее в себя соединительные разъёмы, кабели, патч-корды, патч-панели, информационные розетки и т.п.;
- активное сетевое оборудование, включающее в себя преобразователи (adapters), модемы (modems), повторители (repeaters), мосты (bridges), коммутаторы (switches), маршрутизаторы (routers) и т.п.

Каналы связи могут организовываться как с использованием кабельных соединений, так и беспроводной среды передачи.

На основе кабельных соединений создаются проводные среды передачи с использованием металлических проводников электрических сигналов или, в соответствии с сегодняшней тенденцией, волоконно-оптических проводников световых сигналов. В настоящее время сети передачи данных с достаточно высокой пропускной способностью канала создаются на основе проводной среды передачи информации.

Беспроводные среды передачи информации организуют взаимодействие с использованием световых (инфракрасных) и (или) радиочастотных сигналов.

Возможности телекоммуникационной сети определяются аппаратным, программным и информационным обеспечением. При этом информационное обеспечение включает в свой состав единый информационный фонд, позволяющий решать поставленные задачи, а также содержащий разнообразные базы данных (информационные массивы), которые могут быть локальными и распределенными, общего и индивидуального назначения.

Аппаратное обеспечение включает в себя различные типы компьютеров, оборудование абонентских систем, средства и аппаратуру связи и

согласования функционирования сетей. В целях повышения мощности сетей к ним могут подключаться центры обработки информации или вычислительные центры, к которым пользователи могут направлять запросы со своих рабочих станций.

Программное обеспечение телекоммуникационных сетей отличается как многообразием, так и перечнем решаемых задач.

Основные функции программного обеспечения телекоммуникационных сетей заключаются в: планировании, организации и обеспечении коллективного доступа к ресурсам; автоматизации процессов программирования задач обработки информации; динамическом распределении общих ресурсов для повышения надежности и оперативности при удовлетворении запросов.

Программное обеспечение телекоммуникационных сетей состоит из следующих групп:

- общесетевого программного обеспечения, где к основным элементам относят распределенную операционную систему сети, программы необходимые для проведения технического обслуживания, как всей телекоммуникационной сети, так и ее компонентов;
- специального программного обеспечения, включающего в себя: пакеты прикладных программ общего назначения, стандартные библиотеки программ, прикладные программы, как для обеспечения работы сети, так и отражающие специфику предметной области пользователей при выполнении задач;
- базовое программное обеспечение рабочих станций, включающее в себя операционные системы, контролирующие и диагностические программы, а также различные системы автоматизации программирования.

Наиболее важные функции в телекоммуникационной сети выполняет распределённая операционная система. В ее задачи входит управление работой сети в различных режимах, обеспечение оперативного удовлетворения запросов, динамическое распределение ресурсов, координация функционирования всех узлов и звеньев сети. Распределённая операционная система имеет иерархическую структуру и соответствует стандартной семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (ISO/OSI), а также представляет собой систему программных средств для обеспечения взаимодействия асинхронных параллельных процессов в сети.

Международная организация стандартов (ISO – International Standards Organization – ISO) разработала эталонную модель взаимодействия открытых систем (OSI – Open System Interconnection reference model), в которой определяется концепция и методология создания сетей передачи данных. В модели описываются стандартные правила функционирования устройств и программных средств в процессе обмена данными между узлами открытой системы. Открытая система, в свою очередь, включает про-

граммно-аппаратные средства, взаимодействующие при использовании стандартных правил и устройств сопряжения (интерфейсов).

Модель ISO/OSI состоит из семи уровней. На рисунке 7.1 представлена модель взаимодействия между узлом источника (source) и узлом назначения (destination). Совокупность правил, на основании которых происходит обмен данными между одноуровневыми программно-аппаратными средствами, называется протоколом. Набор протоколов, в свою очередь, называют стеком протоколов, который задается определенным стандартом. Интерфейсом определяется взаимодействие между уровнями.

Межуровневое взаимодействие между всеми соответствующими уровнями является виртуальным за исключением физического уровня, где осуществляется обмен данными по кабелям. Между собой уровни взаимодействуют посредством межуровневого интерфейса, а каждый нижележащий предоставляет услуги вышележащему уровню.

Уровни узла источника	Уровни узла назначения	Примеры протоколов
7. Прикладной	7. Прикладной	HTTP, FTP, SMTP, DNS
6. Представительский	6. Представительский	ASCII, MPEG, JPEG
5. Сеансовый	5. Сеансовый	
4. Транспортный	4. Транспортный	TCP UDP
3. Сетевой	3. Сетевой	IP, IPX, RIP, OSPF
2. Канальный	2. Канальный	Ethernet Fast Ethernet
1. Физический	1. Физический	

Рисунок 7.1. Семиуровневая модель ISO/OSI.

Соответствующие уровни узлов виртуально обмениваются определенными единицами информации. Три верхних уровня обмениваются сообщениями или данными (Data), на транспортном уровне используются сегменты (Segment), сетевой уровень обменивается пакетами (Packet), канальный – кадрами (Frame), а на физическом используются последовательности битов.

Каждая сетевая технология использует свои протоколы и технические средства. Обозначения, приведенные на рисунке 7.1, общеприняты и введены фирмой Cisco. К техническим средствам физического уровня относят кабели, разъемы, повторители сигналов (repeater), многопортовые повторители или концентраторы (hub), преобразователи среды (transceiver). Канальный уровень использует мосты (bridge), коммутаторы

(switch). Сетевые карты или адаптеры (Network Interface Card – NIC) работают и на канальном, и на физическом уровне, так как это обусловлено сетевой технологией и средой передачи данных.

7-й уровень, прикладной (Application Layer), является самым верхним и использует в своей работе такую единицу данных, как сообщение. На данном уровне обеспечивается управление доступом к сети, потоком данных и сетевыми службами (FTP, TFTP, HTTP, SMTP, SNMP и т.д.).

6-й уровень, представительский (Presentation Layer), обеспечивает изменение формы представления данных. Например, данные, передаваемые с 7-го уровня, преобразуются в формат ASCII, а в процессе приема данных реализуется обратный процесс. Кроме того, на уровне 6 обеспечивается шифрование и сжатие данных.

5-й уровень, сеансовый (Session Layer), на котором происходит установление сеанса связи между оконечными узлами или компьютерами, а также определяется приемник (передатчик) и время передачи данных.

4-й уровень, транспортный (Transport Layer), обеспечивает деление большого сообщения от узла источника на части с добавлением заголовка и формированием сегментов требуемого объема (короткие сообщения могут объединяться в один сегмент). После получения сообщения на узле назначения реализуется обратный процесс. В заголовке сегмента указываются номера порта как источника, так и приемника данных, кроме того, транспортный уровень позволяет обеспечить надежную доставку пакетов. Когда сообщение доставлено без ошибок используется простой и быстрый протокол дейтаграмм пользователя (User Datagram Protocol – UDP). В случае обнаружения потерь или ошибок на этом уровне возможно формирование запроса на повторную передачу с использованием протокола TCP.

3-й уровень, сетевой (Network Layer), обеспечивает адресацию сообщения, определяя для передаваемых данных (пакетов) логические адреса (IP-адреса), маршрут передачи пакета данных. Кроме того, на данном уровне обеспечивается преобразование логических адресов на передающей стороне в физические, а на принимающей – логические, которые уже принадлежат непосредственно пользователям.

2-й уровень, канальный (Data Link), реализует формирование из пакетов кадров данных (frames), а также задает физические адреса устройств отправителя и получателя данных (например, прописанные в сетевой карте). Также на этом уровне добавляется контрольная сумма, определяемая для передаваемых данных с использованием алгоритма циклического кода, а на принимающей стороне эта сумма позволяет определить и, в ряде случаев, исправить ошибки.

1-й уровень, физический (Physical), с использованием соответствующего интерфейса осуществляет передачу потока битов по каналу связи. Кроме того, на данном уровне обеспечивается кодирование и синхронизация передаваемых битов.

Протоколы трех верхних уровней сетенезависимые, а три нижних уровня – сетезависимые. Таким образом, связь между верхними и нижними уровнями реализуется на транспортном уровне.

В настоящее время кроме семиуровневой модели зачастую применяется четырехуровневая модель TCP/IP (рисунок 7.2).

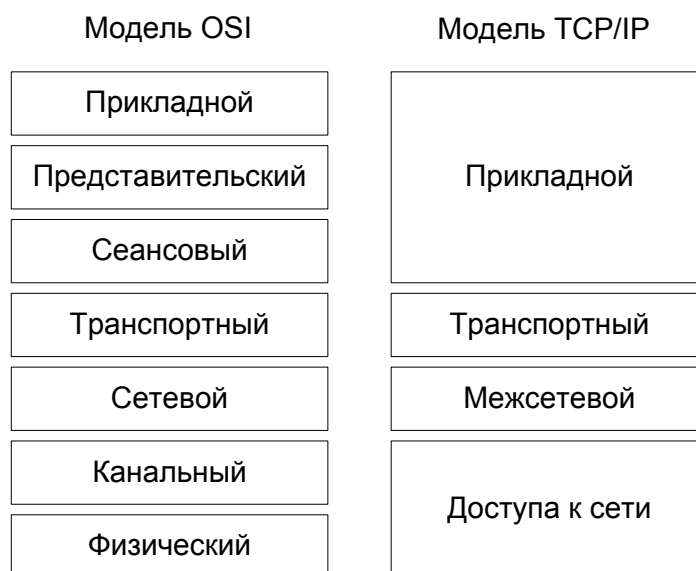


Рисунок 7.2. Модели OSI и TCP/IP.

Прикладной уровень модели TCP/IP, хотя и совпадает по названию с 7-м уровнем модели OSI, по своему функционалу шире и охватывает три сетенезависимых уровня. Транспортный уровень у обеих моделей совпадает не только по названию, но и по выполняемым функциям. Сетевой уровень модели OSI соответствует межсетевому уровню модели TCP/IP, а канальный и физический соответствуют объединенному уровню доступа к сети (Network Access).

Обобщенные сведения о добавляемой в заголовках сообщений на разных уровнях OSI-модели информации приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1.

Основная информация в заголовках сообщений

Физический уровень	Канальный уровень	Сетевой уровень	Транспортный уровень	Верхние уровни
Частотно-временные параметры и синхронизация	Физические адреса источника и назначения	Логические адреса источника и назначения	Номера порта источника и назначения	Сопряжение пользователей с сетью

7.1.2. Классификация информационно-вычислительных сетей

В настоящее время сети передачи данных классифицируются по различным признакам, но одним из основных критериев принято считать способ администрирования. Следовательно, в зависимости от способа организации и управления сетью она может быть локальной, распределённой, городской или глобальной.

Управление используемой сетью или ее сегментом обеспечивается системным администратором, который несет ответственность за работу локальной сети. Его задачи заключаются в обеспечении и контроле физической связи, настройке активного оборудования и систем доступа к программному обеспечению для поддержания работоспособности сети. При использовании сложных сетей их управлением занимаются уже группы администраторов с распределением прав и обязанностей. Кроме того, обязательно ведение документации и журналирование действий.

Локальной вычислительной сетью (Local Area Network, LAN) является вычислительная сеть, располагающаяся на небольшой территории (дом, офис, фирма, институт).

Локальные вычислительные сети строятся на технологиях Ethernet или Wi-Fi. Она может иметь шлюзы с другими локальными сетями, подключаться периодически или являться частью глобальной вычислительной сети. В процессе построения используются такие сетевые устройства, как: модемы и сетевые адаптеры, коммутаторы, точки беспроводного доступа, беспроводные маршрутизаторы. В настоящее время при проектировании и развертывании локальной сети зачастую используют преобразователи (конвертеры) среды, усилители сигнала (повторители разного рода) и специальные антенны.

В локальных вычислительных сетях используется маршрутизация двух видов простая статическая либо динамическая (основанная на протоколе RIP).

При необходимости в локальной сети могут быть организованы рабочие группы (workgroup), формально объединяющие несколько компьютеров в общую группу с единым названием.

Локальные сети не обладают возможностью предоставить доступ к необходимой информации пользователям, находящимся на незначительном удалении, в пределах одного региона. В этом случае используются региональные вычислительные сети.

Региональная вычислительная сеть (MAN – Metropolitan Area Network) представляет собой объединение персональных компьютеров для решения задач регионального масштаба внутри города, экономического региона, отдельной страны.

Многие организации создают корпоративные сети, позволяющие объединять тысячи компьютеров, находящихся в различных городах, ре-

гионах, странах. Таким образом, корпоративная сеть представляет собой объединение локальных сетей в пределах одной корпорации.

Создание высокоскоростного беспроводного доступа в Интернет позволили создать MAN, описанный стандарте IEEE 802.16. Данный стандарт описывает wireless MAN Air Interface, а 802.16 является беспроводной технологией, использующей диапазон частот от 10 до 66 ГГц. Рассматриваемый стандарт поддерживает топологию point-to-multipoint, технологии frequency-division duplex (FDD) и time-division duplex (TDD) с поддержкой quality of service (QoS). Стандарт определяет пропускную способность 120 Мбит/на каждый канал в 25 МГц, позволяет передавать звук и видео.

Стандарт 802.16a уже использует диапазон частот от 2 до 11 ГГц и поддерживает ячеистую топологию (mesh networking) без обязательного условия прямой видимости. На базе обновленного стандарта создана вычислительная сеть WMAN.

WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks) представляет собой беспроводные сети, развернутые в масштабах города, предоставляющие широкополосный доступ по скоростным радиоканалам.

Поступательное развитие общества потребовало формирования единого информационного пространства, что привело к созданию глобальной вычислительной сети.

Глобальная вычислительная сеть (Wide Area Network, WAN) – это компьютерная сеть, охватывающая значительные территории и включающая в себя сети стран, континентов.

Персональные компьютеры, входящие в глобальную сеть, могут находиться на значительном расстоянии и зачастую используют уже существующие линии передачи данных. По этой причине скорость передачи данных может ограничиваться. Обеспечение стойкой передачи дискретных данных требует использования более сложных методов и оборудования, чем в локальных сетях.

В процессе обмена данными глобальные сети чаще всего используют выделенные линии связи, на одном конце которых маршрутизатор подключается к локальной вычислительной сети, а на другом коммутатор связывается с остальными частями сети. В процессе взаимодействия в основном используются протоколы TCP/IP, SONET/SDH, MPLS, ATM и Framelay.

Одним из основных отличий глобальной вычислительной сети от локальной является возможность подключения неограниченного числа абонентов с использованием различных каналов связи, сред передачи, технологии. На магистральных направлениях используют уже существующие каналы связи.

Основная масса локальных вычислительных сетей подключаются к глобальной, но основные принципы организации обмена, характер передаваемой информации и реализуемые режимы доступа существенно отлича-

ются от используемых в Интернет. Специфику локальной сети не меняет то, что ее рабочие станции имеют подключение к глобальной вычислительной сети, так как возможность выхода в Интернет является всего лишь одним из ресурсов, распределённым между пользователями локальных сетей.

7.1.3. Топологии локальных вычислительных сетей

В процессе объединения компьютеров и сетевых устройств в вычислительную сеть формируется топология компьютерной сети.

Сетевая топология представляет собой способ описания конфигурации сети, а также схему расположения и соединения входящих в нее устройств. Рассмотрим некоторые, наиболее часто встречающиеся, типы физических топологий сети.

«Общая шина»

Общая шина еще в начале века являлась самой распространенной топологией для локальных сетей. Все компьютеры подсоединялись к одному коаксиальному кабелю по схеме «монтажного ИЛИ» (рисунок 7.3), а вся передаваемая информация распространялась в обе стороны.

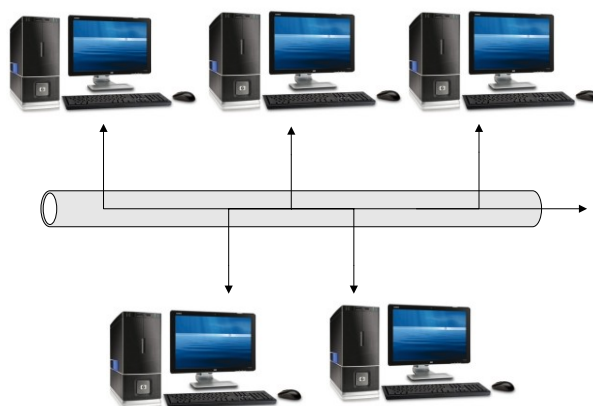


Рисунок 7.3. Схема подключения компьютеров по схеме «общая шина».

Использование топологии «общая шина» позволяла унифицировать подключение различных модулей, снизить затраты на кабель и его прокладку, а также обеспечивала возможность широковещательного обращения ко всем рабочим станциям сети. К основным преимуществам данной схемы относятся дешевизна и простота разводки кабеля. К ее серьезным недостаткам следует отнести низкую надежность, так как любой дефект кабеля или разъема приводит к выходу сети из строя. Кроме того, пропускная способность канала связи, распределяемого между всеми узлами,

приводит к невысокой производительности, так как в каждый момент времени только один компьютер может передавать данные в сеть.

Топология «звезда»

В топологии «звезда» каждая рабочая станция подключается отдельным кабелем к коммутатору (концентратору, хабу), находящемуся в центре сети (рисунок 7.4). Коммутатор обеспечивает направление информации одному или всем компьютерам сети. Главным преимуществом данной топологии по сравнению с шиной является более высокая надежность, так как только неисправность коммутатора выводит из строя всю сеть, а повреждение кабеля или разъема приводит к отключению только одного компьютера. Кроме того, в коммутаторе предусматривается возможность интеллектуального фильтрации данных, то есть блокирования запрещенных администратором ресурсов или информации.

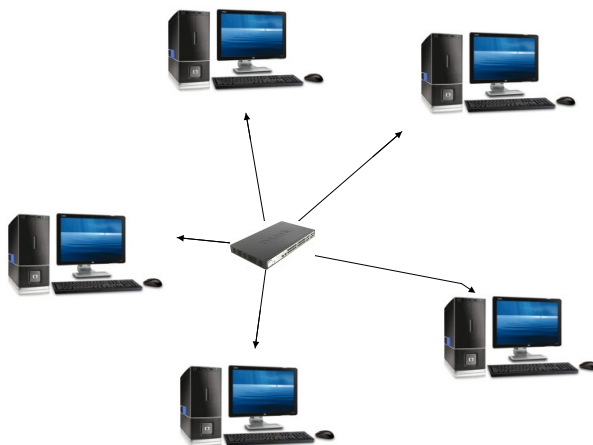


Рисунок 7.4. Схема подключения компьютеров по схеме «звезда».

Топология «кольцо»

В сетях, построенных по топологии «кольцо», передача данных осуществляется по кругу, в одном направлении, от одного компьютера к другому (рисунок 7.5), и если рабочая станция считает, что информация предназначена ей, то она копирует ее во внутренний буфер. Данная топология удобна для осуществления контроля доставки данных адресату и организации обратной связи, так как, сделав полный круг, отправленная информация возвращается к узлу-источнику. Данная особенность используется для тестирования связности сети и определения некорректно работающего узла.

При использовании топологии «кольцо» необходимо принимать дополнительные меры для сохранения исправного канала связи при отключении или выходе из строя любой рабочей станции. Реализация указанных мероприятий позволяет повысить надежность и позволяет применять в магистральных каналах связи данный стандарт.

Топология кольцо успешно реализуется в сетях, создаваемых с использованием технологии FDDI.

Распределённый волоконный интерфейс данных (Fiber Distributed Data Interface, FDDI) основан на протоколе Token Bus и является стандартом передачи данных для локальных сетей протяжённостью до 200 километров. Для организации канала передачи данных в FDDI рекомендуется использовать волоконно-оптический кабель.

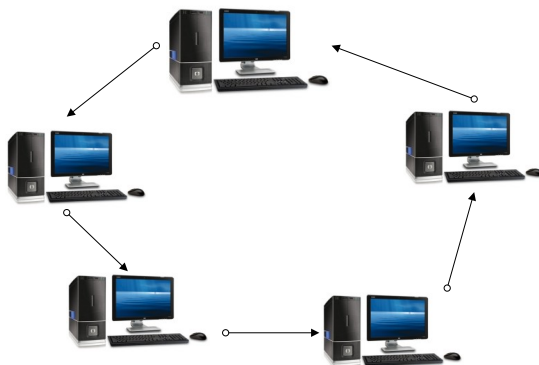


Рисунок 7.5. Схема подключения компьютеров по схеме «кольцо».

Достаточно часто используется схема двойного кольца, позволяющая данным циркулировать в разных направлениях. В этом случае одно кольцо считают основным и используют для передачи информации, а второе – вспомогательным для передачи данных в случае обрыва первого. Контроль за состоянием обеспечивает сетевой маркер, как и в технологии Token Ring.

Топология «дерево»

Подобная топология является смешанной, так как в ней взаимодействуют системы, построенные по различным топологиям, и используется при построении локальной вычислительной сети с небольшим количеством сетевых устройств или корпоративной сети (рисунок 7.6). Она имеет невысокую себестоимость и высокое быстродействие, особенно если в процессе ее построения используются различные среды передачи данных, к которым относятся медные кабельные системы, волоконно-оптические линии связи, управляемые коммутаторы.

Стоит отметить тот факт, что сети с применением распределённых линий связи функционируют медленнее, чем с индивидуальными, так как пропускная способность индивидуальной линии связи используется одной рабочей станцией, а при совместном использовании делится на все компьютеры сети.

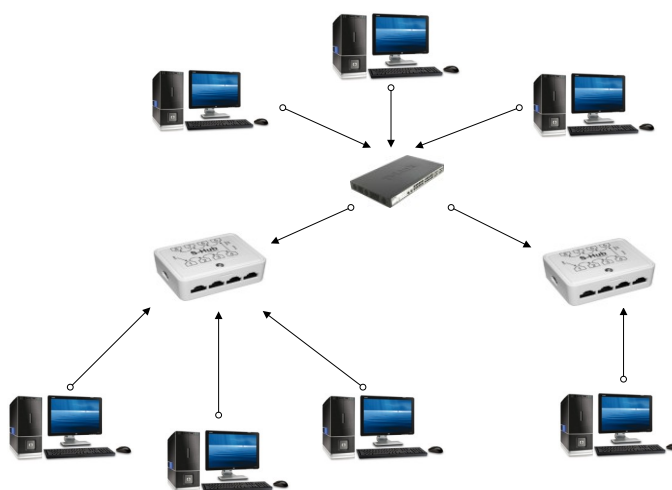


Рисунок 7.6. Схема подключения компьютеров по схеме «дерево».

7.1.4. Сетевые устройства локальных сетей в топологии

Построение вычислительной сети невозможно без использования разнообразных по своему назначению и функциональным возможностям сетевых устройств. Остановимся подробнее на некоторых из них.

Основной задачей транспортировки данных является передача сигнала на максимальное расстояние, но физическая среда накладывает свои ограничения, связанные с затуханием сигнала и его искажениями, вызванными помехами. При передаче данных для решения этой проблемы используется ограничение сегмента сети и повторители.

Сегмент сети представляет собой логически или физически обособленную часть сети.

Повторитель позволяет увеличить расстояние сетевого соединения посредством повторения полученного электрического сигнала. Существуют как одно, так и многопортовые повторители.

Первоначально при построении сетей по топологии «шина» использовался коаксиальный кабель и необходимо было соединить всего несколько сегментов. Для этих целей использовались повторители (repeater) с двумя портами. В последующем появились многопортовые устройства с аналогичными функциями, получившие название «концентраторы» (concentrator) и транслирующие восстановленный сигнал на все активные порты.

С появлением протокола 10baseT с целью исключения терминологической путаницы многопортовые повторители для витой пары получили название сетевых концентраторов (хабов), а коаксиальные – повторителей (репитеров).

Термин «концентратор», или «хаб», используется и в других технологиях передачи данных (USB, FireWire и т.д.).

Сетевой коммутатор, или свитч (switch), предназначен для объединения нескольких рабочих станций в пределах одного сегмента (рисунок 7.7) и передачи данных только непосредственно получателю, за исключением широковещательного трафика всем узлам сети. Подобное свойство позволяет повысить производительность и безопасность сети, так как отсутствует необходимость обрабатывать чужие данные. В некоторых случаях коммутаторы, разработанные с помощью мостовых технологий, рассматриваются как многопортовые мосты.



Рисунок 7.7. Коммутатор DES-1210-28.

Аппаратный маршрутизатор, или программное обеспечение, предназначенное для сопряжения сетей с разными протоколами, называют сетевым шлюзом, который позволяет конвертировать протоколы одного типа физической среды в протоколы другой физической среды. Таким образом, сетевой шлюз является точкой сети, предназначенной для выхода в другую сеть. В сети Интернет узлом или конечной точкой может являться как сетевой шлюз, так и хост. Сетевой шлюз зачастую объединяется с маршрутизатором, управляющим распределением и конвертацией пакетов в сети.

Следовательно, можно сделать вывод, что интернет-пользователи и компьютеры, предоставляющие веб-страницы пользователям – это хосты, а узлы между сетями – сетевые шлюзы.

Сетевое устройство, принимающее решения о пересылке пакетов сетевого уровня между различными сегментами сети, принято называть маршрутизатором или роутером (router) (рисунок 7.8).



Рисунок 7.8. Беспроводной маршрутизатор 802.11g DIR-320.

То есть, если шлюз обеспечивает конвертацию протокола между сетями, то роутер обеспечивает циркуляцию пакетов только среди сетей, использующих одинаковые протоколы.

§ 7.2. Интернет-технологии

7.2.1. Сеть Интернет

Сеть Интернет позволяет обеспечивать обмен информацией между всеми подключенными компьютерами вне зависимости от их типа и используемой операционной системы.

Основой для создания глобальной вычислительной сети Интернет послужила компьютерная сеть Министерства обороны США – ARPAnet (ARPA – Advanced Research Projects Agency), которая была создана в начале 1970-х гг. для связи и взаимодействия персональных компьютеров научных организаций, военных учреждений и предприятий оборонной промышленности.

В России развертывание сети Интернет началось с 1990 года с компьютерной сети Relcom на базе Института атомной энергии им. И. В. Курчатова. В течение года в данную сеть было интегрировано свыше 30 локальных сетей, что позволило произвести официальную регистрацию и подключение. Дальнейшее развитие глобальной вычислительной сети постоянно требовало повышения пропускной способности каналов связи, и с 1999 года начал реализовываться проект по развертыванию сети волоконно-оптических сверхскоростных каналов связи.

Рабочие станции (сетевые или локальные), подключенные к Интернету, называют хост-компьютерами, или хостами (host – хозяин). Если к глобальной сети подключена локальная сеть, то в этом случае все компьютеры имеют выход в Интернет через хост-компьютер.

Интернет построен на основе клиент-серверной структуры и объединяет множество компьютеров самых разных типов. Вопросы объединения рабочих станций и возможность циркуляции информации обеспечивается благодаря системе протоколов TCP/IP. Основой для данной системы являются межсетевой протокол (Internet Protocol (IP) и протокол управления передачей (Transmission Control Protocol (TCP)).

Протокол IP позволяет разбивать сообщения на электронные пакеты (IP-дейтаграммы), определяет маршруты движения для отправляемых пакетов и обеспечивает обработку поступающих пакетов.

Протокол управления передачей TCP обеспечивает управление потоком данных, обработку ошибок, а также собирает полученные пакеты в полном составе и в необходимом порядке.

Указанные протоколы являются основой для разработки других сервисных протоколов, таких как, например, FTP (File Transfer Protocol), Telnet, POP (Post Office Protocol), IMAP, HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), Network News Transfer Protocol (NNTP) [109, 136, 135, 156, 155, 165].

Идентификация компьютеров (host-узлов), имеющих подключение к Интернету, и межсетевая маршрутизация обеспечивается присвоением ра-

бочим станциям уникальных четырехбитных адресов (IP-адресов), которые состоят из четырех сегментов, разделенных точками. Левая часть IP-адреса обозначает сеть, на нижнем уровне которой находится адресуемый компьютер, а правая часть указывает конкретный номер host-компьютера. Например, IP-адрес 192.85.18.24 определяет host-компьютер с адресом 24, который подключен к сети № 18, являющейся подсетью сети № 85, а сеть № 85 является подсетью сети 192 (класса C).

В связи с тем, что использование числовых IP-адресов host-узлов не всегда удобно для пользователей, существующие IP-адреса были дополнены иерархической системой символических адресов компьютеров. Работа с данной системой обеспечивается сетевой службой доменных имен (Domain Name System – DNS). Отечественный законодатель определяет доменное имя следующим образом:

Доменное имя – обозначение символами, предназначенное для адресации сайтов в сети Интернет в целях обеспечения доступа к информации, размещенной в сети Интернет [1].

Таким образом, доменная система имен представляет собой распределенную базу данных с информацией о подключенных компьютерах (символьные и числовые IP-адреса компьютеров, данные для маршрутизации и т.д.). В процессе сетевого взаимодействия на службу DNS возлагается задача поиска запрашиваемых компьютеров, а также обеспечение преобразования символьных адресов в числовые IP-адреса и наоборот.

Доменные имена по аналогии с IP-адресами обладают «сегментной» структурой. Например, для доменного имени yes.ifmo.ru обозначение ru является именем домена верхнего уровня, ifmo – имя домена второго уровня, а yes – имя домена третьего уровня. При этом в качестве домена самого нижнего уровня выступает символическое имя самого компьютера.

К общепринятым трехсимвольным доменам верхнего уровня относят:

- com – коммерческие организации;
- edu – учебные заведения;
- net – организации, предоставляющие сетевые услуги;
- mil – военные учреждения;
- gov – правительственные учреждения;
- org – некоммерческие организации;
- int – международные организации.

Для обозначения стран используются домены верхнего уровня, совпадающие с кодами этих стран согласно ISO. Например, .ru/.рф – Россия, .ua/.укр – Украина, .de – Германия, .by/.бел – Белоруссия.

7.2.2. Сервисы Интернета

Сегодня широко используется англоязычный термин «service», который обычно переводится как «служба» или «услуга». Несмотря на то, что эти термины используются как синонимы, некоторые специалисты однозначно их разграничивают. Под «службой» предлагают понимать некий сетевой компонент, реализующий набор услуг, а под «сервисом» понимается описание набора предоставляемых службой услуг. Следовательно, под сервисом следует понимать интерфейс между поставщиком и потребителем услуг.

Однако кроме обмена данными сетевые службы должны обеспечивать решение таких специфических вопросов, как, например, распределенная обработка данных, обеспечение непротиворечивости нескольких копий данных, организация параллельного выполнения одной задачи на нескольких рабочих станциях. Отдельно стоит выделить административные службы, необходимые для организации правильной работы сети и ориентированные на администратора (например, служба администрирования учетных записей, система мониторинга сети, служба безопасности), а не на простого пользователя.

Функционирование сетевых служб обеспечивается программными средствами. Например, файловая служба и служба печати предоставляются сетевой операционной системой, а ряд вспомогательных (служба баз данных, факс или передача голоса) системными сетевыми приложениями или утилитами, взаимодействующими с сетевой операционной системой. В целом же распределение служб между операционными системами и утилитами достаточно условно и может меняться в конкретных реализациях. К одному из основных показателей качества сетевой службы стоит отнести ее удобство.

Термин «прозрачность» часто используется при определении степени удобства ресурса. Прозрачным является доступ, при котором пользователь не задумывается о месте нахождения необходимого ему ресурса, так как он уже смонтировал удаленную файловую систему в свое дерево каталогов. Обеспечение прозрачности зависит от способа адресации ресурсов, то есть имена разделяемых сетевых ресурсов не должны зависеть от места их физического расположения и пользователю нет необходимости вносить изменения в свою работу при изменении местоположения ресурса. Подобная прозрачность в настоящее время редко встречается в сетях, и пользователю для получения доступа необходимо сначала установить логическое соединение с определенным компьютером.

Предусмотрено два режима общения пользователя в Интернете – on-line и off-line.

Off-line представляет собой режим общения с отложенным ответом. То есть основная часть работы выполняется без подключения к сети, а дос-

туп к Интернет необходим только для предоставления полученных результатов. В качестве примера можно привести организацию работы с клиентом электронной почты, когда между запросом и ответом на него может пройти значительное время.

On-line-режим обеспечивает обмен данными между абонентами сети в режиме реального времени. Рабочая станция получает уникальный IP-адрес и доступ к различным сервисам сети Интернет.

В настоящее время существует ряд наиболее популярных и востребованных пользователями сервисов. Рассмотрим некоторые из них.

Электронная почта обеспечивает обмен электронными сообщениями между компьютерами (компьютер – телефон) в кратчайшие сроки вне зависимости от расстояния. Является типичным сервисом отложенного чтения (off-line), при пользовании которого производится пересылка письма на сервер почты, с последующей пересылкой адресату, ознакомляющемуся с ним при наличии возможности. Электронная почта – один из самых распространенных сервисов Интернета, имеющий поддержку во многих приложениях.

Система Usenet (сетевые новости, телеконференции) обеспечивает общение групп со сходными интересами. Usenet позволяет передавать сетевые новости по принципу «от одного ко многим» и является вторым по распространению сервисом Интернета. Сообщение передается по сети и в кратчайшие сроки доставляется участникам конференций.

Списки рассылки Maillists работают только через электронную почту и позволяют организовать обсуждение вопросов для узкого круга лиц. Идея работы заключается в существовании адреса электронной почты, являющегося общим для многих подписчиков этого списка рассылки.

FTP (File Transfer Protocol) в данном случае это не просто протокол передачи данных, а сервис обеспечивающий доступ к файлам в гигантских файловых архивах информации в Интернет. Настройки сервера FTP позволяют соединяться с ним и под своим именем и паролем, и под условным именем anonymous – аноним. Во втором случае пользователь имеет доступ только к публичному файловому архиву на сервере.

Archie, не являясь самостоятельным сервисом, облегчает работу с серверами anonymous FTP и обеспечивает по запросу поиск файлов на таких серверах, так как они хранят списки файлов на многих серверах anonymous FTP.

WWW (WorldWideWeb – всемирная паутина) является самой массовой технологией Интернет, наиболее популярным и удобным средством работы с информацией.

Всемирная паутина образуется множеством веб-серверов, которые, по сути, являясь программами, запускаются на подключенном к сети компьютере и используют для передачи данных протокол HTTP. Получая по сети HTTP-запрос на определенный ресурс, программа обеспечивает на-

хождение и отправку соответствующего файла. В ряде случаев веб-серверы способны обеспечить динамическое распределение ресурсов в ответ на HTTP-запросы.

Использование единообразных идентификаторов ресурсов URI (Uniform Resource Identifier) позволяет определять их местонахождение в сети с использованием единообразных локаторов ресурсов URL (Uniform Resource Locator). Подобные локаторы сочетают в себе как технологию идентификации URI, так и систему доменных имён DNS (Domain Name System). Доменное имя входит в состав URL для обозначения компьютера, исполняющего код нужного веб-сервера.

Веб-браузер, установленный на клиентском компьютере, используется для обзора полученной от веб-сервера информации. Одной из основных его функций является отображение гипертекста, широко используемого в Интернете. Язык разметки гипертекста HTML (Hyper Text Markup Language) предназначен для упрощения создания, хранения и отображения гипертекста во Всемирной паутине. HTML-разметка позволяет поместить получившийся гипертекст в файл. После того, как HTML-файл становится доступен веб-серверу, его начинают называть «веб-страницей», а набор веб-страниц, в свою очередь, образует веб-сайт.

IRC (Internet Relay Chat) обеспечивает общение людей через Интернет и является интерактивным сервисом. Существует сеть серверов IRC, позволяющих пользователям присоединяться к тематической группе и с помощью текстовых сообщений участвовать в разговоре.

Сервисы WWW и E-mail широко используются при построении публичных корпоративных сайтов, закрытых корпоративных порталов, электронной почты.

В последние годы получили широкое развитие так называемые «облачные вычисления», которые производители интернет-технологий на базе WWW приравнивают к сервисам Интернета.

Облачные (рассеянные) вычисления (cloud computing) представляют собой технологию обработки данных при использовании которой пользователю в качестве интернет-сервиса предоставляются компьютерные ресурсы и мощности. В этом случае пользователю, имеющему доступ к собственным данным, нет необходимости заботиться об инфраструктуре, операционной системе и используемом программном обеспечении.

В соответствии с документом IEEE, опубликованном в 2008 г., «облачная обработка данных – это парадигма, в рамках которой информация постоянно хранится на серверах в Интернет и временно кэшируется на клиентской стороне, например, на персональных компьютерах, игровых приставках, ноутбуках, смартфонах и т.д.» [23].

В качестве примера интернет-сервисов, выполненных по технологии «облачных вычислений» и работающих в режиме on-line, можно привести:

- <http://pixlr.com/editor/> – редактирование фотографий в режиме on-line;
- <http://aviary.com/tools/myna> – редактирование звуков;
- <http://gnolia.com/> – сервис хранения закладок;
- <http://www.motionbox.com/> – сервис редактирования видео;
- <http://tfile.ru/> – торрент-треккер;
- <http://www.odnoklassniki.ru/> – социальные сети.

7.2.3. Работа экономических и государственных информационных систем на основе интернет-технологий

Одной из основных характеристик современной мировой экономики является процесс глобализации, а главные признаки этого процесса тесно связаны с индустрией информационных технологий. В настоящее время наличие электронного представительства любой организации или фирмы в Интернете относится к одному из обязательных условий успешной работы, а также является достаточно эффективной и наименее затратной формой рекламы.

Использование современных технологий в области электронных документооборота и почты, средств телекоммуникации позволило повысить эффективность работы многих государственных организаций развитых западных стран. Подобные тенденции стали возможны благодаря повышению точности, полноты и достоверности циркулирующей информации, ее оперативного представления по запросам, а также расширению возможностей по осуществлению контроля за исполнением решений, снижению расходов и прозрачности государственных процессов. В качестве итога процесса автоматизации государственного управления с использованием современных информационных технологий предусматривается создание так называемого электронного правительства.

До недавнего времени применение информационных технологий наиболее бурно развивалось в направлениях B2B («Business to Business» – «бизнес – бизнесу»: применение информационных технологий для повышения эффективности взаимодействия между коммерческими организациями) и B2C («Business to Consumer» – «бизнес – потребителям»). Концепция электронного правительства как средства взаимодействия между органами управления государством, гражданами и субъектами коммерческой деятельности приобретает сегодня все большую популярность во всем мире. Следствием этого стало появление новых направлений применения информационных технологий: B2G («Business to Government» – «бизнес – правительству»), G2C («Government to Citizen» – «правительство – гражданам») и G2G («Government to Government» – «правительство – правительству») [75].

Технологии G2C внедряются с целью обеспечения гражданам круглосуточного, быстрого и удобного доступа к государственным информационным ресурсам и услугам через Интернет. Содержание технологии G2B состоит:

- в обеспечении эффективного доступа к хранящейся в электронном виде информации коммерческих структур с целью сокращения дублирования сведений различным министерствам и ведомствам;
- облегчение субъектам коммерческой деятельности взаимодействия с правительством (например, ознакомление и публикация комментариев федеральных правил и инструкций).

В результате происходит упрощение ведения коммерческой деятельности, предусматривается возможность заполнения разнообразных документов через Интернет для предоставления информации в различные государственные структуры.

Таким образом, внедрение технологии G2G позволит облегчить сотрудничество между федеральными, региональными и местными органами власти, у всех этих структур повысится точность и своевременность информации, а также сократится время решения возникающих вопросов.

В России работы в данном направлении ведутся уже достаточно давно. Была, например, принята и реализована федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002–2010 гг.)», приняты Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ (в ред. от 5 декабря 2017 г.) «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», Постановление Правительства РФ от 25 декабря 2009 г. № 1088 (в ред. от 27 ноября 2015 г.) «О государственной автоматизированной информационной системе «Управление»», Постановление Правительства РФ от 24 октября 2011 г. № 861 (в ред. от 10 февраля 2018 г.) «О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций)» (вместе с Положением о федеральной государственной информационной системе «Федеральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)», Правилами ведения федеральной государственной информационной системы «Федеральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)», Положением о федеральной государственной информационной системе «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)», Требованиями к региональным порталам государственных и муниципальных услуг (функций).

Кроме того, ведутся работы по переходу органов государственной власти к электронному документообороту, требования к которому приводятся в ГОСТ Р 54471-2011/ISO/TR 15801:2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Системы электронного документооборота. Управление документацией. Информация, сохраняемая в электронном виде. Рекомендации по обеспечению достоверности и надежности» (утв. и введен в

действие Приказом Росстандарта от 18 октября 2011 г. № 466-ст) и ГОСТ Р 53898-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Технические требования к электронному сообщению» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 8 ноября 2013 г. № 1465-ст).

Принципы электронного правительства позволяют гражданам получить в результате обращения через Интернет к сайтам и порталам органов исполнительной власти информацию о перечне необходимых документов и порядке оформления требуемого ему итогового документа. Существующие тенденции в данной области направлены на предоставления интегрированной информации и услуг без необходимости знания структуры государственного аппарата, возможности порталов которого ограничиваются лишь переадресацией на нужные ему web-сайты.

В действующем Положении о федеральной государственной информационной системе «Федеральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)» [4] предусмотрено функционирование следующих разделов:

а) реестр государственных услуг (функций), предоставляемых (осуществляемых) федеральными органами исполнительной власти, государственными корпорациями, которые в соответствии с федеральными законами наделены полномочиями по исполнению государственных функций и предоставлению государственных услуг в установленной сфере деятельности (далее – государственные корпорации) и органами государственных внебюджетных фондов;

б) реестр государственных услуг (функций), предоставляемых (осуществляемых) исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации;

в) реестр муниципальных услуг (функций), предоставляемых (осуществляемых) органами местного самоуправления;

г) справочная информация;

д) реестр иных услуг в соответствии с перечнем иных услуг, сведения о которых размещаются в федеральном реестре государственных и муниципальных услуг (функций), утвержденным Правительством Российской Федерации» [4].

Оператором федеральных государственных информационных систем «Федеральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)» и «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» является Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, а уполномоченным органом по ведению информационного ресурса федерального реестра – Министерство экономического развития Российской Федерации.

Кроме того, в постановлении правительства определяются правила ведения федеральной государственной информационной системы «Феде-

ральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)», а также:

- перечень сведений о государственной (муниципальной) услуге, услуге учреждения (организации);
- перечень сведений о государственной (муниципальной) функции;
- перечень сведений, содержащихся в разделе справочной информации;
- перечень сведений об услуге, включенной в перечень иных услуг, сведения о которых размещаются в федеральном реестре государственных и муниципальных услуг (функций).

Специалисты весь процесс перехода от традиционного правительства к полностью электронному разделяют на несколько этапов.

На первом этапе обеспечивается создание web-сайтов правительственных органов, регулярное обновление с публикацией основной правительственной информации (например, баз данных по федеральному, региональному и муниципальному законодательству).

На втором этапе организовывается интерактивное взаимодействие правительства с гражданами и бизнесом (например, предоставление гражданам в электронном виде бланков или формуляров документов, необходимых для взаимодействия с государством).

На третьем этапе обеспечивается активное взаимодействие между государством и получателем услуг с использованием современных информационных технологий (например, подача налоговых деклараций, заявлений на обмен документов, на получение загранпаспортов, подача заявок на получение различных лицензий и т.д.).

В настоящее время многие страны используют правительственные порталы для предоставления гражданам доступа к государственным учреждениям. При этом наблюдается рост числа порталов, так как их открывают не только непосредственно правительства, но и отдельные министерства или правительственные организации. Использование государственных порталов позволяет снизить финансовые и временные затраты на формирование запросов и обеспечить мгновенный обмен информацией между различными структурами в пределах сферы их деятельности.

Российская Федерация не осталась в стороне от данного процесса, и в Постановление правительства были включены Положение о федеральной государственной информационной системе «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» и Требования к региональным порталам государственных и муниципальных услуг (функций).

В системе МВД тоже предусматривается предоставление государственных услуг. Так, в Приказе МВД России от 29 декабря 2014 г. № 1144 «О повышении качества предоставления государственных услуг в системе МВД России» приводится следующий перечень государственных услуг:

1. Выдача справок о наличии (отсутствии) судимости и (или) факта уголовного преследования либо о прекращении уголовного преследования.
2. Выдача архивных справок.
3. Выдача справок о реабилитации жертв политических репрессий.
4. Проставление апостиля на официальных документах, подлежащих вывозу за пределы территории Российской Федерации.
5. Выдача удостоверения частного охранника.
6. Выдача лицензии на частную охранную деятельность.
7. Выдача лицензии на частную детективную (сыскную) деятельность и удостоверения частного детектива.
8. Выдача гражданину Российской Федерации лицензии на приобретение охотничьего или спортивного огнестрельного оружия с нарезным стволом и патронов к нему.
9. Прием квалификационного экзамена у граждан Российской Федерации, прошедших обучение по программе профессиональной подготовки частных охранников.
10. Выдача юридическому лицу лицензий на выполнение работ (услуг) по торговле гражданским и служебным оружием и основными частями огнестрельного оружия и (или) реализации (торговле) патронов к гражданскому и служебному оружию и составных частей патронов.
11. Выдача юридическому лицу лицензии на приобретение гражданского, служебного оружия и патронов.
12. Выдача гражданину Российской Федерации лицензии на приобретение газовых пистолетов, револьверов, сигнального оружия, холодного клинкового оружия, предназначенного для ношения с национальными костюмами народов Российской Федерации или казачьей формой.
13. Выдача гражданину Российской Федерации лицензии на приобретение огнестрельного оружия ограниченного поражения и патронов к нему.
14. Выдача гражданину Российской Федерации лицензии на приобретение спортивного или охотничьего огнестрельного гладкоствольного длинноствольного оружия, охотничьего пневматического оружия и спортивного пневматического оружия с дульной энергией свыше 7,5 Дж и патронов к нему.
15. Выдача юридическому лицу разрешения на хранение и использование оружия и патронов к нему или гражданину Российской Федерации разрешения на хранение и использование спортивного огнестрельного короткоствольного оружия с нарезным стволом и патронов к нему на стрелковом объекте.
16. Выдача юридическому лицу или гражданину Российской Федерации разрешения на хранение оружия и (или) патронов.
17. Выдача юридическому лицу разрешения на хранение и использование оружия на стрелковом объекте.

18. Выдача юридическому лицу, занимающемуся торговлей оружием и патронами, разрешения на хранение оружия и патронов.

19. Выдача юридическому лицу разрешения на ввоз в Российскую Федерацию и вывоз из Российской Федерации гражданского, служебного оружия и патронов к нему.

20. Выдача юридическому лицу или гражданину Российской Федерации разрешения на транспортирование оружия и (или) патронов.

21. Выдача гражданину Российской Федерации разрешения на хранение и ношение охотничьего огнестрельного длинноствольного оружия, спортивного огнестрельного длинноствольного гладкоствольного оружия, охотничьего пневматического оружия или огнестрельного оружия ограниченного поражения и патронов к нему.

22. Выдача гражданину Российской Федерации разрешения на хранение и ношение наградного оружия и патронов к нему.

23. Выдача гражданину Российской Федерации разрешения на хранение огнестрельного гладкоствольного длинноствольного оружия самообороны и патронов к нему (без права ношения).

24. Выдача гражданину Российской Федерации разрешения на хранение и ношение спортивного огнестрельного длинноствольного оружия, охотничьего огнестрельного длинноствольного оружия, используемого для занятий спортом, спортивного пневматического оружия с дульной энергией свыше 7,5 Дж и патронов к нему.

25. Выдача юридическому лицу с особыми уставными задачами разрешения на хранение и ношение служебного оружия и патронов к нему.

26. Выдача гражданину Российской Федерации разрешения на ввоз в Российскую Федерацию или вывоз из Российской Федерации гражданского или наградного оружия и патронов к нему.

27. Выдача юридическому лицу-перевозчику разрешения на перевозку оружия и патронов.

28. Выдача гражданину Российской Федерации лицензии на коллекционирование и (или) экспонирование оружия, основных частей огнестрельного оружия, патронов к оружию.

29. Выдача отдельным категориям военнослужащих и сотрудников государственных военизированных организаций, находящихся на пенсии, а также должностным лицам государственных органов, которым законом разрешено хранение и ношение оружия, разрешения на хранение и ношение огнестрельного короткоствольного оружия и патронов к нему.

30. Выдача юридическому лицу лицензий на выполнение работ (услуг) по хранению гражданского и служебного оружия и основных частей огнестрельного оружия и (или) патронов к гражданскому и служебному оружию и составных частей патронов.

31. Выдача иностранному гражданину лицензии на приобретение в Российской Федерации гражданского оружия, а также разрешения на вывоз из Российской Федерации приобретенного гражданского оружия.

32. Проведение добровольной государственной дактилоскопической регистрации в Российской Федерации.

33. Регистрация автотранспортных средств и прицепов к ним.

34. Предоставление сведений об административных правонарушениях в области дорожного движения.

В целом использование возможностей электронного правительства и портала Госуслуг позволяет сократить временные и финансовые затраты на поддержание функционирования государственного аппарата. Кроме того, реализация рассматриваемых функций отражает не только возрастающую роль информационных технологий, но и важность знаний, умений и навыков работы государственных служащих с различными информационными системами и Интернетом.

§ 7.3. Направления развития современных информационных и телекоммуникационных сетей

7.3.1. Общие тенденции развития информационных систем на основе интернет-технологий

Состояние и перспективы развития информационных сетей напрямую зависят от используемых информационных технологий. Основой развития информационных технологий, по мнению специалистов, являются три базовые технологии: услуги, телекоммуникационные сети и компоненты, а ключевыми областями обработки информации – обработка и распознавание речи и образов, визуальная связь, объединение компьютеров в сети [98].

Стратегия развития отечественных информационных технологий на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года, разработана и утверждена распоряжением Правительства РФ от 1 ноября 2013 г. № 2036-р. В данном документе под отраслью информационных технологий понимается предоставление услуг в данной сфере, разработка отечественного программного обеспечения и программно-аппаратных комплексов с высокой добавленной стоимостью программной части, а также удаленная обработка и предоставление информации [7].

Реализация положений Стратегии даст возможность повысить производительность труда, снизить зависимость экономики от сырьевого экспорта благодаря увеличению экспорта продукции отрасли информационных технологий. Кроме того, предполагается рост объемов производства отечественной продукции и услуг. Выполнение всех мероприятий позволит ускорить окончательный переход к постиндустриальному укладу об-

щества, будет способствовать обеспечению безопасности информации и высокого уровня обороноспособности страны [7].

На повседневную жизнь как граждан, так и экономики с каждым годом все большее влияние оказывают информационные технологии. Использование телекоммуникационных систем, общение в социальных сетях и поиск информации с помощью Интернет стали неотъемлемой частью жизни в современном обществе. Существующая в России отрасль информационных технологий менее чем на 25 % удовлетворяет потребности отечественного рынка, причем в основном за счет сегмента услуг. Несмотря на подобное положение российские компании не только продают свою продукцию внутри страны, но и экспортируют продукцию за рубеж. При этом экспорт непосредственно программных продуктов составляет около трети от общего объема экспорта, составляющего 0,6 % всей мировой продукции сферы информационных технологий.

Среди отечественных компаний, представленных на российском и зарубежном рынке, работающих в области информационных технологий, широко представлены сервисные компании занимающиеся разработкой, тестированием и сопровождением созданного на заказ программного обеспечения. Несмотря на то, что доля отечественных компаний на мировом рынке услуг в сфере информационных технологий составляет около 1 %, семь из них входят в 100 лучших аутсорсинговых компаний мира.

Интернет-рынок в России имеет значительный потенциал роста, являясь крупнейшим в Европе. В результате процессы обработки информации и предоставление сервисов Интернет, в том числе предоставление услуг по программированию, услуг в режиме реального времени и развлекательному контенту, являются еще одним важным и быстрорастущим сегментом современных информационных технологий, требующим развития.

Лидирующие позиции на российском интернет-рынке занимают отечественные компании. Так, с помощью поисковой системы Яндекс (Yandex) совершается свыше 60 % поисковых запросов, а почтовые серверы компании Мейл.ру (Mail.ru) обрабатывают свыше 10 млн писем ежедневно. Однако несмотря на бесплатный доступ к своей продукции, основными рынками сбыта для указанных компаний являются Россия и страны, входящие в Содружество Независимых Государств, а основной категорией – конечные пользователи.

Конкурентным преимуществом России в сегменте разработки программного обеспечения должна стать разработка программных продуктов высокой сложности с использованием инженерного и алгоритмического потенциала российских специалистов.

К сожалению, в настоящее время среди отечественных компаний отсутствуют мировые лидеры, вокруг которых возможно построение интегрированной в глобальную индустрию информационных технологий стабильной единой системы. Одновременно с этим существует целый ряд

средних компаний, позволяющих в перспективе на своей основе построение единой российской системы в сфере информационных технологий.

Развитие и повсеместное внедрение средств информационных технологий и телекоммуникационных сетей привели к росту спроса на различные интеллектуальные устройства и интернет-сервисы, оборудование материальных объектов датчиками и исполнительными устройствами, подключенными к сетевой инфраструктуре. Кроме того, идут процессы автоматизации государственного сектора, глобализации рынка информационных технологий и возрастает конкуренция между странами в предоставлении преференций как для специалистов, так и компаний отрасли.

Производство тиражного программного обеспечения является одним из ключевых сегментов для перспективного развития отрасли отечественных информационных технологий. В последние годы свыше 10 компаний отмечены международными премиями или попали в международные рейтинги. Создать компании-лидеры международного рынка информационных технологий сегодня может Россия наряду с США и Китаем [7].

В ближайшие годы «облачные» технологии, приложения для мобильных устройств, системы автоматизации бизнеса и технологии обработки больших массивов данных станут одной из основных точек роста сегмента разработки программного обеспечения.

Еще одним перспективным сегментом отрасли являются компании, предоставляющие услуги интернет-программирования и разработки интернет-сервисов. Развитость платформ и отсутствие для Интернета границ предоставляет компаниям возможность выходить на международные рынки, где востребованы высокотехнологичные пользовательские и бизнес-сервисы (например, системы распознавания образов, интеллектуального поиска, онлайн-аналитики или онлайн-игры) [7].

Значительное влияние на большинство сегментов оказывают тенденции перехода к «облачным» вычислениям, что указывает на необходимость внесения корректировок в нормативные правовые акты. Рынок «облачных» технологий, по прогнозам аналитиков, возрастет к 2020 году до 50 млрд \$US.

К основным задачам развития отрасли информационных технологий относятся [7]:

- популяризация профессий отрасли и развитие профильного образования;
- всесторонняя поддержка экспорта и принятие мер по стимулированию глобализации отрасли;
- проведение исследований не только в сфере информационных технологий, но и смежных областях;
- принятие мер по повышению грамотности населения в области информационных технологий;

- глубокая информатизация отраслей экономики России и государственного сектора;
- оптимизация взаимодействия органов власти с отраслевыми ассоциациями, кластерами, платформами и другими объединениями;
- обеспечение информационной безопасности;
- посредством заказов от государства и компаний с государственным участием обеспечение стимулирования развития производства отечественной продукции;
- широкомасштабное открытие государственных баз данных;
- развитие инфраструктуры электронной коммерции;
- развитие электронного документооборота;
- развитие центров обработки и хранения информации;
- развитие широкополосного доступа в сеть Интернет.

Ускоренное развитие информационных технологий возможно только при выполнении ряда внешних условий, к которым относятся:

- развитие электронного документооборота;
- развитие широкополосного доступа в сеть Интернет;
- развитие центров обработки данных на территории страны;
- стимулирование внедрения решений в сфере информационных технологий в другие секторы экономики;
- ускоренное развитие сервисно-ориентированных отраслей экономики.

В ближайшие годы планируется завершить переход органов государственной власти к электронному документообороту, что в последующем позволит повысить уровень информатизации государственного и корпоративного секторов экономики России.

Россия планирует к 2020 году войти в десятку стран по уровню проникновения широкополосного доступа к сети Интернет. В настоящее время ведутся работы по подключению по волоконно-оптическим линиям связи населенных пунктов с численностью населения свыше 8 тыс. человек. Развитие дата-центров в России будет способствовать созданию условий для циркуляции информации внутри страны, снижая возможности ее несанкционированного использования [7].

Телекоммуникационные компании, занимающие лидирующие позиции, предлагают свое видение эволюции систем электросвязи. Например, компания NTT выдвинула концепцию VI&P «Visual, Intelligent and Personal Communication Services» («Визуальные, интеллектуальные и персональные телекоммуникационные услуги»), специалисты Siemens разработали концепцию «Vision O.N.E». Аббревиатура O.N.E (Optimised, Network и Evolution) определяет содержание концепции как оптимальную эволюцию сети. Принципиальные идеи, заложенные в концепциях, практически иден-

тичны (рисунок 7.9), а основой создания телекоммуникационных систем должно стать развитие компонентной технологии [98].

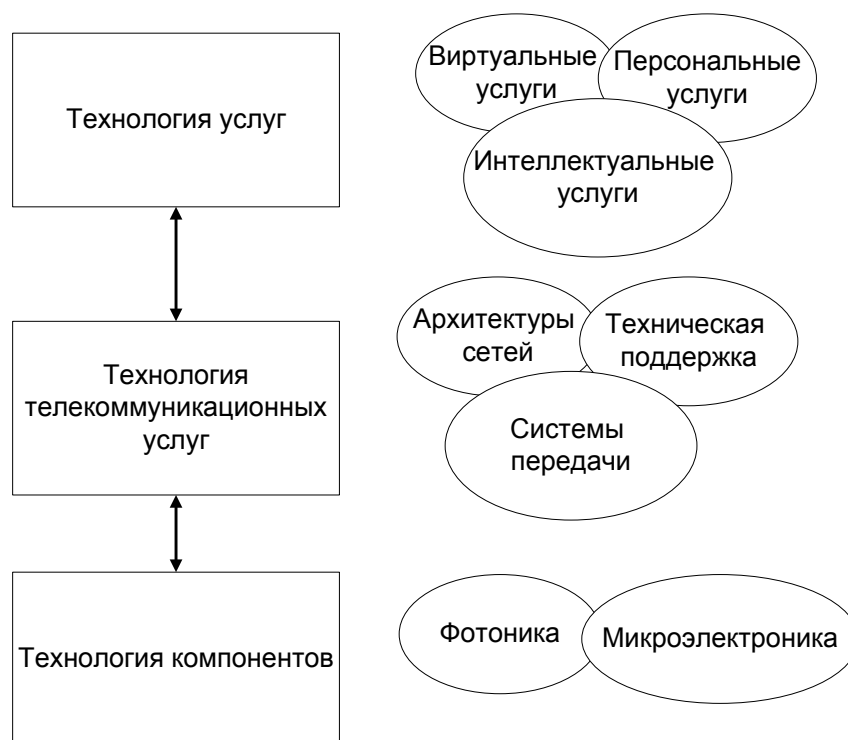


Рисунок 7.9. Технологии, поддерживающие услуги связи.

Схожесть технологических баз средств связи и информатики позволяет снизить затраты по передаче, хранению и обработке информации (рисунок 7.10).

При проведении модернизации сети доступа и транзитной сети кажется целесообразным использование телекоммуникационных технологий синхронной цифровой иерархии (SDH), пассивных оптических сетей (PON), асимметричных цифровых абонентских линий (ADSL), гибридных систем на основе оптического волокна и коаксиального кабеля (HFC), кабельного телевидения (CATV), асинхронного режима переноса (ATM), используемого в широкополосной сети (B ISDN), так как тенденции развития услуг связи предусматривают использование широкополосных сетей. Например, предполагается широкое использование сетей сотовой подвижной связи стандарта GSM, услуг универсальной подвижной связи (UMTS), цифровой европейской бесшнуровой системы (DECT), универсальной персональной связи (UPT).

Развивается интеллектуальная сеть (IN), сеть технической эксплуатации средств электросвязи (TMN), мощным стимулом для создания которой стал проект TINA, основанный на совместной разработке TMN и IN [17].

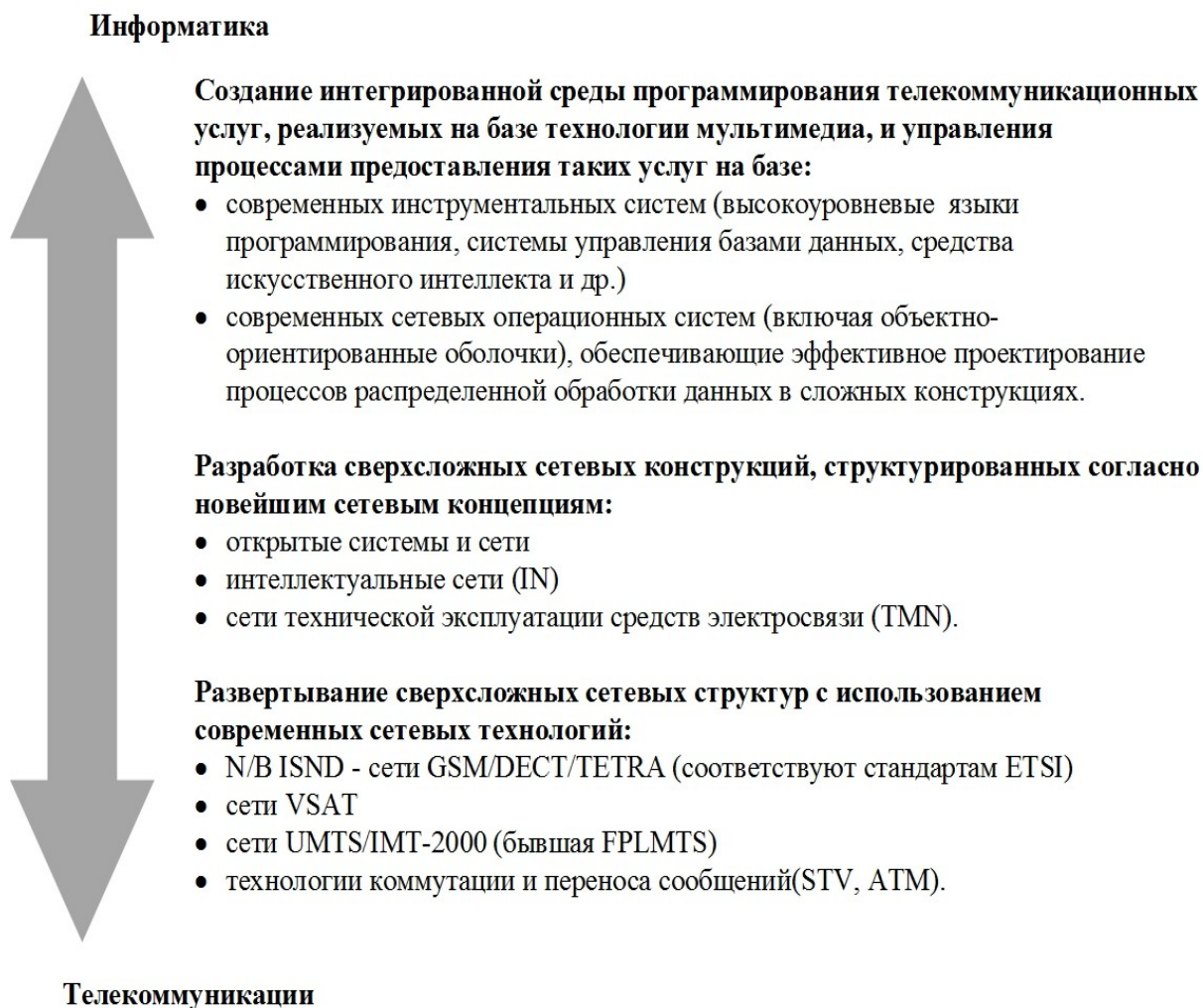


Рисунок 7.10. Взаимосвязь информатики и телекоммуникаций.

Текущее столетие является эпохой бурного развития и конвергенции информационных и телекоммуникационных технологий, направленных на ускорение развития мировой экономики и социальной среды общества.

Характерным признаком жизнедеятельности человека становится подвижность, способность к передаче и получению разнообразной информации в глобальном масштабе. Значительную роль в этом играет сотовая связь, обеспечивающая не только прием-передачу голосовой информации, но и различных данных, включая видеоизображение. Таким образом, технологии сотовой связи уже сегодня позволяют реализовывать одно из основных требований информационного общества, заключающегося в предоставлении абоненту возможности получения доступа к необходимой информации в любой точке мира в нужный момент времени [17; 98].

В настоящее время коммерческие услуги сотовой связи, основанной на новейших технологиях, предоставляются более чем в 90 странах мира: развернуто более 350 сетей стандарта CDMA2000 (1MT-MC) и более 200 сетей стандарта WCDMA/UMTS (IMT-DS). В последнее время уже внедряется и используется стандарт HSPA. По итогам II квартала 2016 года в Рос-

сии насчитывалось 251,6 млн абонентов мобильной связи, что на 1,03 млн больше, чем в I квартале 2016 г. (250,6 млн). При этом уровень проникновения услуг мобильной связи во II квартале повысился на 1 процентный пункт, до 176 %, против 175 % в I квартале.

В общем виде эволюция стандартов мобильной связи представлена на рисунке 7.11.

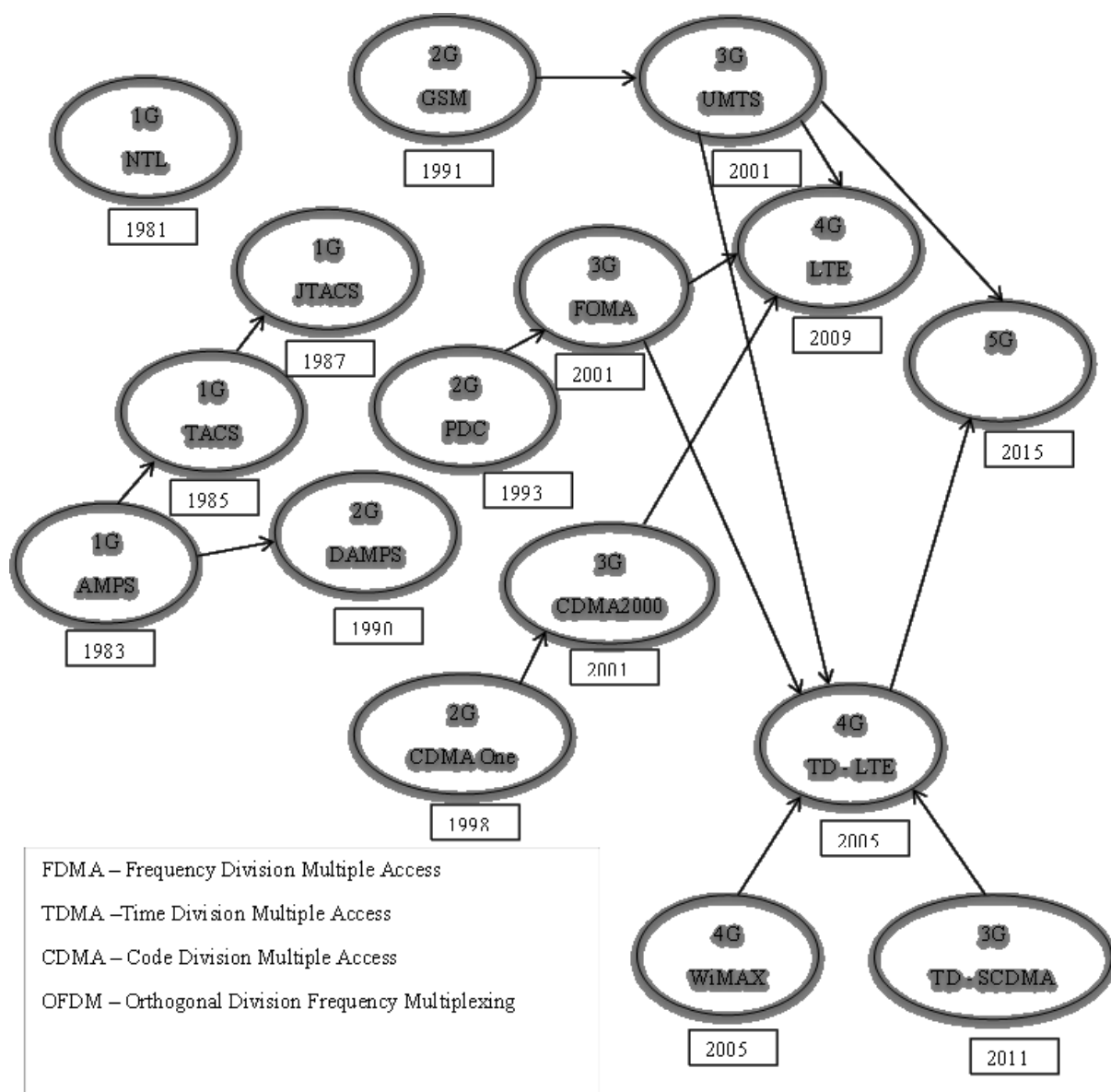


Рисунок 7.11. Эволюция стандартов сотовой связи.

Распространение технологий связи новых поколений имеет под собой экономическое основание, так как при переходе от сетей 2G к 3G происходит рост емкости сети в 8 раз и в разы падает себестоимость передачи данных. Следовательно, можно утверждать, что основой мировой информационной инфраструктуры скоро станут сети связи нового поколения [98].

Дальнейшим развитием сетей стала технология HSPA (англ. High Speed Packet Access – высокоскоростной пакетный доступ), которую именуют 3,5G. В самом начале ее развития она позволила достичь скорости в 14,4 Мбит/с, однако в дальнейшем стала достижима скорость 84 Мбит/с. Пятая версия стандартов 3GPP впервые описала стандарт HSPA, ее основа – теория сопоставления размеров сот и применение многокодовой передачи, позволяющая достигать пиковых скоростей.

Сотовая связь третьего поколения уже позволяет обеспечивать высокоскоростную передачу данных, мультимедиа и глобальный роуминг вне зависимости, как от местоположения абонента, так и скорости его перемещения в пространстве. Современный телефон в состоянии предоставить пользователю практически неограниченный доступ к информационным ресурсам, в том числе через Интернет.

Несмотря на предоставление пользователям в соответствии со стандартами третьего поколения широкого спектра услуг и относительно высокой скорости обмена данными, потребности продолжали расти. В 2008 году сектор радиосвязи Международного союза электросвязи (ITU-R) определил ряд требований для стандарта международной подвижной беспроводной широкополосной связи 4G, получившего название спецификаций International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced):

- увеличение скорости передачи данных до 100 Мбит/сек для подвижных абонентов и до 1 Гбит/с для абонентов с малой подвижностью;
- повышение безопасности системы;
- снижение энергозатратности;
- уменьшение задержек в работе системы;
- совместимость с мобильными сетями предыдущих поколений [20; 144].

Структура сети LTE существенно отличается от сетей 2G и 3G. Изменениям подверглись подсистема базовых станций и подсистема коммутации, а также технология обмена данными между терминалом пользователя и базовой станцией, протоколы передачи информации между сетевыми элементами. Таким образом, теперь абсолютно вся информация (голос, пакетные данные) передается в виде пакетов [20]. Сегодня в России сети четвертого поколения 4G (LTE) развернуты в стандартах LTE FDD 2600 (Band 7) и LTE 800 FDD (Band 20) операторами БИЛАЙН, МЕГАФОН, МТС. Телекоммуникационная компания СКАРТЕЛ, работающая под брендом, успешно внедряет LTE 2600 FDD. После подписания YOTA меморандума о развитии сетей 4G с крупнейшими операторами связи МТС, БИЛАЙНом («Вымпелкомом»), МЕГАФОНом и РОСТЕЛЕКОМом данный стандарт стал де-факто основой развития сетей четвертого поколения на территории Российской Федерации. Дальнейшее использование технических возможностей YOTA в качестве виртуального оператора (MVNO) для

развития собственных сетей МЕГАФОНом и МТС усилило популярность LTE 2600 FDD (Band 7).

Вместе с тем внедрение 4G в массы потребовало от мобильных операторов интенсивного развития и строительства собственной инфраструктуры, а также увеличения площадей покрытия, улучшения проникновения сигнала в помещения и расширение емкостей сетей передачи данных. Возможностей LTE 2600 FDD (Band 7) для этого не хватало, поэтому были получены лицензии и внедрен второй стандарт – LTE 800 FDD, активно использующийся в европейских (Band 20), азиатских (Bands 6, 18, 19) странах, а также в США (Band 5), в частотной полосе Band 20.

Более того, МТС и МЕГАФОН в столичном регионе запустили еще и LTE 2600 TDD (Band 38), однако массового распространения данный стандарт не получил. В ряде регионов были запущены сети 4G (Республика Башкортостан, Татарстан, ЯНАО и т.д.) на частотах 1800 МГц, т.е. LTE 1800 FDD (Band 3), единичные источники сигнала появились у МТС и в Москве, однако можно видеть, что ширина полосы составляет 5 МГц, как и в лицензии на использование Band 20, поэтому ощутимых преимуществ в столичном регионе Band 3 не дает из-за выделенной лицензией узкой полосы, аналогичной ширине выделенных лицензированных частотных диапазонов Band 20, и меньшей площади покрытия каждой базовой станцией [20; 144].

В настоящее время ведутся научно-исследовательские работы в направлении разработки, создания и развертывания сетей 5G. Стандартов для развертывания сетей пятого поколения не существует, но заявлены следующие требования (в сравнении с LTE):

- обеспечение высокой скорости передачи данных (до десятков Мбит/с) в расчете на каждого абонента;
- обеспечение скорости передачи данных 100 Мбит/с в условиях мегаполисов;
- возможность одновременного подключения и обслуживания несколько сот тысяч подключаемых к сети устройств;
- существенное сокращение потребления энергии абонентских устройств;
- повышение спектральной эффективности, по сравнению с 4G;
- сокращение задержек в сети в 5 и более раз;
- снижение общей стоимости эксплуатации сетей пятого поколения.

Разработкой сетей 5G занимаются несколько стран по всему миру. В 2015 году разработчиками планировалось представить целостную концепцию стандарта 5G, но дебаты по этому поводу еще продолжаются. В настоящее время задача – определиться, на базе каких технологий будут разворачиваться новые сети. Оптимизация и стандартизация оборудования, а также первые опытные запуски запланированы на 2015–2018 годы, а в 2018–2020 ожидается развертывание первых некоммерческих сетей 5G

для опытной эксплуатации. Коммерческий запуск сетей пятого поколения ожидается не ранее 2020 года [144; 167]. По мнению разработчиков сети, 5G будут представлять собой не новый стандарт, а развитие и дополнение LTE новыми технологиями радиодоступа, предназначенными для конкретных сценариев и определенных целей. Технологии продолжают свое развитие в направлении к более высокой производительности и все большему числу возможностей, доселе невозможных.

Ожидается, что сети 5G позволят подключать множество устройств, способных устанавливать миллиарды соединений, за счет чего появится возможность создавать новые сервисы в:

- секторе ИТ и телекома;
- автомобильной отрасли;
- индустрии развлечений;
- образовании;
- сельском хозяйстве.

За счет сетей пятого поколения также можно будет улучшить качество использования уже существующих сервисов, где задействованы большие объемы трафика.

Среднесрочная перспектива предусматривает, начиная с 2020 г., появление радиотехнологий доступа IMT-2020 с расширенными возможностями, а также использованием более высоких диапазонов частот вплоть до диапазона миллиметровых волн.

Профессиональный связист, являющийся оператором сетевой инфраструктуры 4G, зачастую недостаточно владеет спецификой контента и далеко не всегда может взять на себя его формирование и развитие. В результате на существующем рынке сотовой связи стали появляться различные поставщики услуг, к которым относятся: контент- и сервис-провайдеры, операторы виртуальных сетей подвижной связи, агрегаторы контента. В настоящее время наиболее востребованными услугами являются обеспечение высокоскоростного доступа к Интернет и корпоративным сетям, предоставление информационных услуг, поддержка мобильной коммерции, передача мультимедийных сообщений, предоставление мобильного телевидения, услуги позиционирования.

Популярные сегодня сети связи четвертого поколения не только обладают уязвимостями, как и предыдущие, но еще и подвержены вновь появившимся угрозам и процедурам неправомерного доступа. Несмотря на существование различных механизмов защиты информации в сетях 4G, они охватывают не весь спектр вопросов обеспечения безопасного использования информационных ресурсов сети, что показывает на необходимость дальнейшей разработки средств защиты информации.

Анализ нормативно-правовой базы в области обеспечения безопасности информации указывает на наличие документально оформленных требований к операторам сетей связи по обеспечению защиты как служеб-

ных, так и пользовательских информационных ресурсов. К одному из основных принципов достижения указанной цели можно отнести обязательность применения механизмов для обеспечения минимального базового уровня информационной безопасности. Кроме того, оператор в процессе построения системы обеспечения безопасности информации должен использовать оборудование, позволяющее наращивать при необходимости уровни информационной безопасности.

Поскольку сегодня под 5G не подразумевается какая-либо конкретная функционально законченная технология, то и отсутствует стандартизация ее в 3GPP в прямой постановке. В 3GPP разрабатываются стандарты, направленные на дальнейшее развитие технологий IMT с учетом тех новых требований, которые были перечислены выше. Однако роль для 3GPP в развитии 5G должна все же быть определена, ожидается, что 3GPP будет активно вовлечен в развитие 5G-стандартов. Ну, а сегодня открыты исследовательские проекты по формированию облика будущих систем [72].

К одной из тенденций развития телекоммуникаций относится конвергенция сетей (услуг) мобильной и фиксированной связи. Растущее внимание операторов мобильной связи к фиксированным сетям объясняется перспективами быстрого распространения широкополосных услуг: абоненты желают пользоваться мультимедийным контентом непрерывно – дома, в офисе, в автомобиле и на улице. Получившие широкое распространение мобильные телефоны (планшеты) используются в зоне фиксированного доступа (в офисе или дома), где абонент заинтересован в получении высокоскоростных услуг по минимальной цене вне зависимости от принадлежности сети связи. Фиксированная связь может стать прекрасным дополнением к мобильной, обеспечивая повышение качества услуг, предоставляемых абоненту сотовой связи, с использованием единого, удобного и привычного в обращении терминала. Как ожидается, в первую очередь конвергенция затронет сегмент корпоративных клиентов, а в дальнейшем распространится и на потребительский рынок. Разработчики планируют продолжить исследования взаимодополнения сетей сотовой связи и беспроводного широкополосного доступа – в области построения эффективных бизнес-моделей и совершенствования нормативно-правового обеспечения [17].

1) Разработка универсальной электронной платежной платформы

Успешное развитие рынка услуг возможно при использовании удобного и прозрачного механизма совершения платежей в масштабе реального времени. К подобным механизмам относят платежные платформы, в том числе с использованием мобильных платежей, применяемых в ряде стран, на основе различных сетей связи и Интернета.

В рамках концепции универсальной платежной системы (УПП) реализуются перспективные проекты, сочетающие возможности оплаты товаров и услуг при помощи платежных карт, электронных денег и мобильных платежей. Указанные проекты реализуются благодаря совместному участию операторов мобильных систем и кредитных организаций (операторов систем электронных денег), благодаря чему осуществляется успешное финансовое, информационное и технологическое взаимодействие при совершении платежей. Рынок мобильной коммерции имеет громадный потенциал, но для полноценного развития мобильного рынка платежных услуг требуется соответствующее нормативно-правовое обеспечение этого рынка, которое в настоящее время в России только разрабатывается [39].

2) Обеспечение деятельности операторов виртуальных сетей подвижной связи

Исследования по проблематике совместного использования сетей сотовой связи вынесено на повестку дня европейских стран из-за желания способствовать ускоренному формированию рынка новых услуг после выдачи операторам 3G-лицензий. Уже тогда был поставлен вопрос о всестороннем изучении под практическим углом зрения возможности применения этого опыта с учетом особенностей России.

Объединение усилий двух или большего числа операторов сотовой связи для совместного создания и/или использования сетевой инфраструктуры, обслуживания своих клиентов позволяет сократить капитальные и операционные затраты на развертывание сетей сотовой связи, ускорить наращивание покрытия сети и предоставить абонентам лучшее обслуживание.

Для этого может создаваться небольшая совместная компания, призванная координировать усилия партнеров проекта.

По мнению президента Ассоциации региональных операторов связи Ю. Домбровского, утверждение единого принципа совместного использования сетей позволит снизить затраты операторов на строительство сотовых сетей примерно на 40 %. В целом необходимые документы Минкомсвязи уже подготовило и зарегистрировало в Минюсте в конце 2014 года.

Первые случаи использования networksharing известны с 2002 года. На 2015 год в совместной эксплуатации уже более двух десятков сетей в мире. Сложнее объединять существующие сети, нежели строить коллективные.

Соглашение операторов предусматривает возможность заключения дополнительных договоренностей по строительству отдельных участков сети. Усредненная стоимость строительства 1 км волоконно-оптической линии связи составляет сейчас в России от 400 до 600 тысяч рублей. Важ-

ным элементом сотрудничества станет совместный аутсорсинг обслуживания сетей.

В настоящее время во многих странах успешно развиваются операторы виртуальных сетей подвижной связи (ВНС)-MVNO, что является одним из возможных вариантов совместного использования сетей. Стоит отметить, что название MVNO используется для операторских компаний подвижной связи не обладающих собственным радиочастотным ресурсом и не имеющих подсистемы базовых станций. Подобные операторы используют на договорных началах существующую инфраструктуру операторов классического типа, выступающих в качестве базового оператора. В связи с повышенной себестоимостью использования сети для оператора ВСПС становится важным предоставлять персонализированные услуги, сосредотачивая свое внимание на определенных группах абонентов и максимально учитывая их потребности в новых услугах [17].

Примером совместных проектов в России может служить совместное строительство компаниями МТС и Вымпелком транспортной сети протяженностью примерно 4,5 тысячи километров ВОЛС, а также обмен пропускной способностью существующих транспортных сетей на паритетной основе. Суммарные инвестиции в первый этап проекта оценены в 2 млрд \$US, не считая экономии средств, которые высвобождены за счет отказа от аренды сторонних транспортных сетей. Такой подход позволил вдвое сократить сроки строительства ВОЛС и в такое же число раз сократить сроки их окупаемости – до 3 лет [112].

7.3.2. Направления развития современных информационных и телекоммуникационных сетей в МВД России

Органы внутренних дел представляют собой сложную систему социально-правового управления, характеризующуюся материальными, пространственными, временными, энергетическими и информационными связями. Параметры этих связей поддаются количественной оценке, а система в целом допускает формализацию. Благодаря этому появляется возможность использования математических методов и основанных на них информационных технологий для оптимизации процессов управления в системе ОВД с целью достижения положительного социального и экономического эффекта.

Полагаем, что в настоящее время ни у кого не вызывает сомнения, что информация была и остается стратегическим ресурсом любого государства. Особую значимость она имеет в сфере противодействия преступности, где от её полноты, достоверности и своевременности предоставления зависит уровень обеспечения общественной безопасности.

ФКУ «ГИАЦ МВД России» (далее – ГИАЦ МВД России, Учреждение) является одним из крупнейших держателей информационных банков

данных, в число которых входят оперативно-справочные, статистические, розыскные, криминалистические, дактилоскопические и иные учеты и банки данных.

ГИАЦ МВД России осуществляет информационное обеспечение деятельности подразделений органов внутренних дел Российской Федерации и иных федеральных органов государственной власти.

В настоящее время в данных учетах сосредоточена информация о более чем 341 млн объектов учета.

Информационные технологии позволяют оптимизировать такие наиболее сложные процессы управленческой деятельности в ОВД, как:

- формирование структуры управления;
- анализ и прогнозирование оперативной обстановки;
- выбор способов реагирования на правонарушения;
- распределение сил и средств для решения оперативных задач;
- оценка эффективности деятельности подразделений;
- планирование работы производственно-экономических служб.

В процессе оптимизации существенную роль играет формирование, ведение и использование централизованных учетов, которое регламентировано межведомственным приказом 2014 года, подписанным 11 федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ), а именно: МВД России, Минюстом России, МЧС России, Минфином России, Министерством обороны Российской Федерации, ФСБ России, ФСО России, СВР России, ФТС России, ГФС России, Следственным комитетом Российской Федерации и Генеральной прокуратурой Российской Федерации. Данным приказом предусмотрена возможность обращения к учетам, формируемым в ГИАЦ МВД России, в том числе и в электронном виде.

Информационные технологии в деятельности правоохранительных органов оказывают существенное влияние на квалификацию работников, отражаются на содержании их труда, меняют профессиональные перспективы и уровень социальных отношений.

Успешное применение передовых информационных технологий в этой сфере зависит уже не только от уровня профессионализма отдельных узких специалистов, занимающихся их разработкой и внедрением, но и от того, в какой степени каждый сотрудник правоохранительных органов владеет необходимыми теоретическими знаниями и практическими навыками в области информатики и вычислительной техники.

В рамках Программы «Создание единой информационно-телекоммуникационной системы органов внутренних дел» (ЕИТКС ОВД) в 2005–2011 годах осуществлялся комплекс мероприятий по внедрению информационных и телекоммуникационных технологий в деятельность органов внутренних дел Российской Федерации. Создана интегрированная мультисервисная телекоммуникационная сеть (далее – ИМТС) органов внутренних дел, позволяющая обеспечить различные традиционные подсистемы

связи (передачи данных, телефонную, видеоконференц-связь и другие) на базе единых технологий, схемных решений и наборов типовых программно-аппаратных средств.

Одним из приоритетных направлений деятельности по информационному обеспечению сотрудников ОВД посредством использования телекоммуникационных сетей является эксплуатация интегрированного банка данных коллективного пользования федерального уровня (ИБД-Ф).

В целях обучения навыкам эффективного использования возможностей ИБД-Ф в оперативно-служебной деятельности ГИАЦ МВД России разработаны методические рекомендации для пользователей ИБД-Ф, которые в электронном виде размещены на Портале ГИАЦ ([http:// 10.5.0.15](http://10.5.0.15)) и в Банке данных системы научно-технической информации.

ИБД-Ф предоставляет удаленный доступ к централизованным информационным ресурсам федерального уровня ГИАЦ МВД России.

ИБД-Ф позволяет обеспечить возможность оперативного получения пользователями сведений из ИБД-Ф о наличии информации об интересующем объекте учета в форме «досье»; увеличить скорость информационного обмена между ИБД-Ф и автоматизированными рабочими местами пользователей во всех регионах на основе единого формата обмена данными и единой справочной информации; реализовать возможность поиска нераскрытых преступлений с помощью преступлений-аналогов и идентификации лиц.

По данным ГИАЦ МВД России, количество запросов постоянно возрастает. За 2017 год к учетам ГИАЦ поступило более 43 млн запросов, из них инициаторам запросов выдано более 8 млн положительных рекомендаций (отождествлений).

Учеты позволяют:

- проводить поиск лиц, подозреваемых в совершении преступлений по приметам, характерным чертам и способам совершения;
- выявлять аналогичные преступления, неоднократность совершения похожих преступлений, выстраивать следственные версии и направления расследования уголовных дел;
- устанавливать и возвращать законным владельцам транспортные средства, оружие, предметы антиквариата.

Обеспечение следователей и оперативных работников информацией о личности преступника, его прошлых «заслугах», подтверждение или установление личности фигуранта – задача оперативно-справочных и дактилоскопических учетов.

В субъектах Российской Федерации функционируют интегрированные банки данных регионального уровня (ИБД-Р).

При этом существует возможность взаимного доступа к информационным ресурсам как регионального (ИБД-Р), так и федерального (ИБД-Ф) уровней.

Подключение к ИБД-Ф (ИБД-Р) осуществляется на основании заявок, оформленных в соответствии с требованием ведомственного приказа и инструкций.

В настоящее время на базе ИМТС осуществляется внедрение Единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности (ИСОД) МВД России, которая представляет гораздо больше возможностей для создания и использования информационных систем с использованием облачной инфраструктуры.

Таким образом, создание ИСОД пришло на смену проекту по созданию единой информационно-телекоммуникационной системы (ЕИТКС) ОВД, которое велось с 2005 года. Важнейшей составной частью этой системы являлась телекоммуникационная подсистема, обеспечивающая информационное взаимодействие всех подразделений ОВД с другими правоохранительными органами и госорганами различных уровней. Более подробно ИСОД будет рассмотрена далее.

В целом направления развития и состояние современных информационно-телекоммуникационных технологий в МВД России можно представить таблицей 7.2.

Таблица 7.2.

Сведения об АИС эксплуатируемых в органах МВД России

№ п/п	Наименование АИС	Правовой статус	Количество пользователей, в том числе имеющих удаленный доступ	Порядок и периодичность перерегистрации пользователей	Организационные меры контроля обеспечения защиты АИС от НСД
1	Интегрированный банк данных коллективного пользования федерального уровня, (ИБД-Ф)	1. Утвержден приказом ГИЦ МВД России. 2. Актуализи- руется с учётом текущих перспективных и потребностей МВД	Определяется штатными потребностями МВД, в том числе подразделениями: ЦА МВД территориальных управлений МВД России по федеральным округам; линейных управлений МВД России на транспорте; федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ) специальной компетенции	Ежегодно, в соответствии с требованиями руководящих документов МВД России	Регулярный мониторинг своевременного информирования: – о необходимости изменения состава зарегистрированных пользователей; – компрометации учётных записей пользователей
2	АИС централизованного учёта лиц, пропавших без вести, не способных по состоянию здоровья или возрасту сообщить данные о своей личности, а также неопознанных трупов (АИПС «Опознание»)	1. Утверждена приказом МВД России. 2. Актуализирует- ся с учётом текущих перспективных и потребностей МВД	Определяется штатными потребностями ГИАЦ МВД России	Перерегистрация пользователей предусмотрена по мере внесения изменений в организационно- распорядительную документацию	Использование учётной записи пользователя, обеспечивающей его идентификацию и предоставление привилегий доступа к определенным функциям АИС

Таблица 7.2 (продолжение).

Сведения об АИС эксплуатируемых в органах МВД России

№ п/п	Наименование АИС	Правовой статус	Количество пользователей, в том числе имеющих удаленный доступ	Порядок и периодичность перерегистрации пользователей	Организационные меры контроля обеспечения защиты АИС от НСД
3	Автоматизированная система ведения Регистра Федерального интегрированного информационного фонда» (АСВ-РИФ) (разработка МВД)	Утверждена совместным приказом МВД России и других ведомств ФОВИВ, в том числе специальной компетенции эксплуатации первой очереди автоматизированной системы ведения Регистра Федерального интегрированного информационного фонда»	Определяется штатными потребностями ГИАЦ МВД России, а также в режиме удалённого доступа штатными потребностями профильных подразделений ЦА МВД России	По мере необходимости, но не реже 1 раз в год	Создание системным администратором учетной записи пользователя, обеспечивающей идентификацию каждого пользователя и предоставление привилегий доступа
4	Автоматизированная информационная поисковая система учёта оружия (АИПС «Оружие-МВД»)	1. Утверждена приказом МВД России. 2. Актуализируется по перспективным и потребностям Росгвардии	Определяется штатными потребностями МВД России в части обеспечения целевого назначения АИПС «Оружие-МВД»	По мере поступления заявки на регистрацию (изменение) адреса штатных пользователей	Автоматическая проверка электронного адреса АРМ штатных пользователей. Допуск по списку зарегистрированных почтовых ящиков

Таблица 7.2 (продолжение).

Сведения об АИС эксплуатируемых в органах МВД России

№ п/п	Наименование АИС	Правовой статус	Количество пользователей, в том числе имеющих удаленный доступ	Порядок и периодичность перерегистрации пользователей	Организационные меры контроля обеспечения защиты АИС от НСД
5	Центральный комплекс централизованной интегрированной автоматизированной дактилоскопической информационной системы МВД России (ЦИАДИС-МВД)	Утвержден и актуализируется приказами МВД России	Определяется штатными потребностями МВД России, НЦБ Интерпола МВД России, территориальных и региональных подразделений и органов МВД России	Ежегодно	1. Доступ по заявкам, приказам о назначении пользователей. 2. Разграничение прав доступа и аудит действий пользователей.
6	Программно-технический комплекс ведомственного сегмента МВД России государственной системы изготовления, оформления и контроля паспортно-визовых документов нового поколения	Утвержден и актуализируется приказами МВД России	Определяется штатными потребностями МВД России в части количества федеральных операторов (сотрудники ГИАЦ МВД России) и региональных операторов (сотрудники ИЦ территориальных органов внутренних дел МВД России)	Ежегодно	1. Аттестация соответствия ведомственного сегмента МВД России государственной системы изготовления, оформления и контроля паспортно-визовых документов нового поколения. 2. Реализация доступа через систему паролей и разграничения уровней доступа. 3. Администрирование доступом АРМ и каждого сотрудника, допущенного к работе

Таблица 7.2 (продолжение).
Сведения об АИС эксплуатируемых в органах МВД России

№ п/п	Наименование АИС	Правовой статус	Количество пользователей, в том числе имеющих удаленный доступ	Порядок и периодичность перерегистрации пользователей	Организационные меры контроля обеспечения защиты АИС от НСД
7	Программный комплекс формирования и ведения единого банка данных подразделений архивной информации органов внутренних дел Российской Федерации (Комплекс «Ретроспектива»)	Утвержден и актуализируется приказами МВД России	Определяется штатными потребностями МВД России	Осуществляется установленным порядком МВД России	В соответствии с Регламентом управления учётными записями сотрудников МВД России при доступе к сервисам единой информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России
8	Система сбора и обработки статистической отчетности о состоянии преступности и результатах оперативно-служебной деятельности органов внутренних дел Российской Федерации (АС «МОСТ»)	Утверждена и актуализируется приказами МВД России	Определяется штатными потребностями МВД России в части удалённых пользователей МВД России различных подразделений центрального аппарата и территориальных органов	1. Перерегистрация пользователей не предусмотрена. 2. Создание и удаление учётных записей пользователей при приёме/увольнении со службы 3. Актуализация пользователей системным администраторами. 4. При изменении перечня пользователей	Обеспечивается в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых актов МВД России, регламентирующих порядок предоставления доступа

Таблица 7.2 (продолжение).
Сведения об АИС эксплуатируемых в органах МВД России

№ п/п	Наименование АИС	Правовой статус	Количество пользователей, в том числе имеющих удаленный доступ	Порядок и периодичность перерегистрации пользователей	Организационные меры контроля обеспечения защиты АИС от НСД
9	Банк данных системы научно-технической информации МВД России (БД СНТИ)	Утверждена и актуализируется приказами МВД России	Определяется штатными потребностями абонентов ИМТС МВД России. Функционирует в составе автоматизированной информационной системы «Портал Главного информационно-аналитического центра МВД России» и доступна всем абонентам ИМТС МВД России	Не требуется	Не требует защиты от НСД: является общедоступным источником данных в системе МВД России по направлению научно-технической информации
10	Автоматизированная система учёта результатов интеллектуальной деятельности (АС учёта РИД)	Утверждена и актуализируется приказами МВД России	Определяется штатными потребностями по обработке информации в АС учёта РИД. Возможность удаленного доступа к ресурсам АС не предусмотрена	По мере внесения изменений в организационно-распорядительную документацию	Обеспечивается аттестацией по защите от НСД к системам класса 1Г с режимом обработки учётных данных конфиденциального характера и разграничением прав доступа

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Опишите этапы развития и преимущества использования телекоммуникационных технологий.
2. Перечислите основные аппаратные и программные компоненты сети.
3. Опишите семиуровневую модель ISO/OSI.
4. Сравните модели ISO и TCP/IP.
5. Классифицируйте сети передачи данных.
6. Какие топологии локальных вычислительных сетей существуют?
7. Какие сетевые устройства используются в вычислительных сетях?
8. Что такое межсетевой протокол?
9. Перечислите основные сервисы Интернета.
10. Какие разделы функционируют в соответствии с федеральным реестром государственных и муниципальных услуг?
11. Перечислите основные этапы развития отрасли информационных технологий.
12. Какие требования предъявляются к сетям связи пятого поколения?

ГЛАВА 8. Основы мультимедийных технологий

§ 8.1. Основные понятия и определения компьютерной графики.

Классификация графического представления информации

Особенностью представления изображения объекта любой сложности и мерности в компьютерной графике является то, что это изображение является проекцией идеального объекта на плоскость устройства отображения графической информации. От того, насколько правильно и точно построен плоский образ объекта, зависят следующие свойства изображения:

- реалистичность – субъективное свойство, показывающее, насколько точно изображен объект реального мира;
- привлекательность – свойство изображения, способствующее повышению концентрации внимания человека;
- толерантность – удобство в использовании графических образов при решении прикладных задач и др.

В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 27459-87 «Системы обработки информации. Машинная графика. Термины и определения» вводится ряд базовых определений и понятий.

В соответствии с данным ГОСТом *машинная графика* представляет собой совокупность методов и приемов для перевода данных в графическое представление и обратно при помощи ЭВМ.

Указанный стандарт делит машинную графику на два вида: линейную и растровую. Растровая графика представлена областью машинной графики, где изображения генерируются из набора пикселей, которые упорядочены по столбцам и строкам.

Термин **растровая графика** рассмотрим через основные понятия и определения.

Определение 8.1. *Растр* (растровый массив) – графическое изображение, основой которого является точечная структура.

Основными понятиями элементов растрового изображения являются:

- *пиксел* – наименьшая структурная единица, из которой формируется изображение;
- *видеопиксел* – структурный элемент изображения на экране монитора;

Определение 8.2. *Пиксел* – самый мелкий структурный элемент растрового изображения, имеющий определенный размер и форму (как правило, прямоугольной формы).

При создании и описании цветного растрового изображения каждому пикселу ставят в соответствие несколько бит, описывающих его цвет. В связи с этим появилось понятие *битовой глубины* изображения.

Определение 8.3. *Битовая глубина* изображения (цветовая разрешающая способность) – количество бит, необходимых для описания цвета одного пиксела. Единицей измерения битовой глубины является бит/пиксел.

Разнообразие и многообразие типов устройств отображения графики, различие технических характеристик устройств отображения одного типа вызвали необходимость введения показателей, характеризующих реальный размер и форму минимального элемента изображения. Эти показатели необходимо учитывать при синтезе изображений и выводе их на различные устройства отображения. К таким показателям относят *коэффициент прямоугольности пиксела, разрешающую способность* устройства отображения.

Определение 8.4. *Коэффициент прямоугольности пиксела* есть отношение реального горизонтального размера пиксела (видеопиксела, точки) к его вертикальному размеру.

Эти размеры зависят от используемого аппаратного и программного обеспечения, поэтому для разных компьютерных систем коэффициент прямоугольности пиксела будет различным. От его значения зависит «правильность» отображения изображения. Данный коэффициент необходимо учитывать при расчете координат проекции геометрического объекта.

Определение 8.5. *Разрешающая способность* (разрешение) – количество минимальных элементов изображения в заданной области.

Определение 8.6. *Связность* – возможность попарного соединения пикселей растровой линией.

Используются, как правило, два типа связности:

1) *четырёхсвязность* – пикселы считаются соседними, если их x -координаты или y -координаты отличаются на единицу (рисунок 8.1):

$$|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \leq 1;$$

2) *восьмисвязность* – пикселы называют соседними, если их абсцисса и ордината отличаются на единицу или менее (рисунок 8.2):

$$|x_1 - x_2| \leq 1, |y_1 - y_2| \leq 1.$$

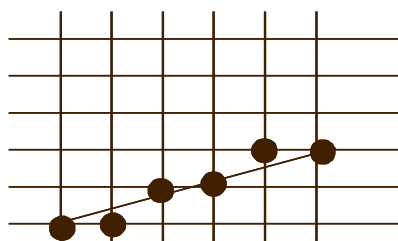


Рисунок 8.1. 4-связная линия.

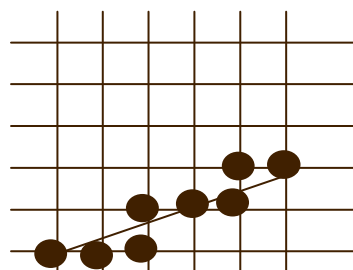


Рисунок 8.2. 8-связная линия.

Разработка алгоритмов, позволяющих создавать изображение простейших геометрических фигур, и развитие объектно-ориентированной

технологии программирования обусловили создание и развитие раздела компьютерной графики – *векторной (линейной) графики*, которую называют также объектно-ориентированной, или чертежной, графикой.

ГОСТ 27459-87 определяет термин «линейная графика» (line graphic) как область машинной графики, в которой изображения генерируются при помощи команд визуализации и координатных данных. При этом *команда визуализации* (display command) определяется как команда, которая изменяет состояние или управляет действием графического устройства.

В этом случае рисунок состоит уже не из точек, а из различных геометрических объектов – простых фигур, линий, кривых и тех же точек. Большим плюсом такого построения изображений является их масштабируемость без потери качества. То есть если увеличить векторную картинку, она растянется и не распадется на отдельные пиксели, сохранив при этом плавность линий.

Одним из основных недостатков векторной графики является тот факт, что далеко не каждый объект может быть изображен с ее применением. Иногда для создания изображения, подобного оригиналу, может потребоваться огромное количество объектов различной сложности, что сильно увеличивает размер картинки и время ее отображения. Также при особо малых разрешениях рисунка его масштабирование может осуществляться некорректно.

Векторная графика наиболее часто используется в простых изображениях, которые не нуждаются в фотореализме. Например, формат PDF использует модель именно этого типа графики.

С большой долей уверенности можно сказать, что самой знаменитой и популярной программой для работы с векторными изображениями является CorelDraw, а файлы, создаваемые с ее помощью, имеют собственный формат CDR. Хотя такие приложения, как Adobe Illustrator (собственный формат AI, EPS), Xara Designer (собственный формат XAR), бесплатный Inkscape (собственный формат SVG) и другие имеют также немалое количество поклонников.

Стоит отметить, что большинство популярных векторных редакторов не ограничиваются возможностями работы только в собственном (иногда закрытом) формате, а поддерживают огромное количество других, как векторных, так и растровых форматов изображений. Например, CorelDraw способен работать с более тридцатью самыми популярными форматами графических файлов.

Основное отличие векторной графики от растровой заключается в том, что минимальными элементами изображения здесь являются простые объекты – примитивы, совокупность которых позволяет синтезировать изображения любой сложности.

Простые объекты – окружности, линии, сферы, кубы и т.п. – называют **примитивами** и используют при создании более сложных объектов.

В векторной графике изображения создаются путем комбинации различных объектов.

Определение 8.7. *Примитив* – геометрический объект, имеющий простое математическое описание, визуализируемый набором типовых процедур и задаваемый набором параметров, определяющих его положение, размер, форму и визуально-энергетические свойства.

Для создания объектов-примитивов в векторной графике используются простые описания. Они могли бы выглядеть так: «Рисовать линию от точки А до точки Б» или «Рисовать окружность радиусом R с центром в точке с координатами $0,0$ ».

Термин «векторная графика» произошел от способа описания примитива, который описывается вектором параметров, что позволяет идентифицировать экземпляр класса примитивов.

По способам задания изображений графику можно разделить на две категории: двухмерную графику и трехмерную графику.

Двухмерная (2D – англ. two dimensions – «два измерения») компьютерная графика делится на классы по типу представления графической информации и следующими из него алгоритмами обработки изображений. Компьютерная графика делится на векторную и растровую, но ещё выделяют и фрактальный тип представления изображений.

Векторная графика представляет изображение как набор геометрических примитивов, в качестве которых выбирают точки, прямые, окружности, прямоугольники, а также в общем случае кривые некоторого порядка. Объектам присваиваются некоторые атрибуты, например, толщина линий, цвет заполнения. Рисунок хранится как набор координат, векторов и других чисел, характеризующих набор примитивов. При воспроизведении перекрывающихся объектов имеет значение их порядок.

Изображение в векторном формате даёт широкие возможности для редактирования. Над изображением можно производить много операций: изменять масштаб, поворачивать, деформировать. Процесс имитирования трёхмерности сложнее в растровой графике, и проще – в векторной. Процесс такого преобразования практически сводится к тому, что старое изображение (или его часть) стирают, а вместо него появляется новое. С точки зрения математического описания векторный рисунок остаётся тем же. При этом изменяются лишь значения некоторых переменных. В преобразовании растровой картинки в качестве исходных данных выступает только описание комплекта пикселей. Исходя из этого возникает проблемная ситуация по замене меньшего числа пикселей большим количеством, или наоборот. Самым простым способ – представить один пиксель несколькими того же цвета (метод копирования ближайшего пикселя: Nearest Neighbour). Более совершенные методы используют алгоритмы интерполяции, при которых новые пиксели получают некоторый цвет, код которо-

го вычисляется на основе кодов цветов соседних пикселей. Подобным образом выполняется масштабирование в программе Adobe Photoshop.

Вместе с тем не всякое изображение можно представить как набор из примитивов. Такой способ представления хорош для схем, используется для масштабируемых шрифтов, деловой графики, очень широко используется для создания мультфильмов и просто роликов разного содержания.

Растровая графика всегда оперирует двумерным массивом (матрицей) пикселей. Каждому пикселю сопоставляется значение – яркости, цвета, прозрачности – или комбинация этих значений. Растровый образ имеет некоторое число строк и столбцов.

Без особых потерь растровые изображения можно только лишь уменьшать, хотя некоторые детали изображения тогда исчезнут навсегда, что иначе в векторном представлении. Увеличение же растровых изображений оборачивается «красивым» видом на увеличенные квадраты того или иного цвета, которые раньше были пикселями [107].

Это самый распространенный тип изображений, которые формируются с помощью отдельных точек, называемых пикселями, которые в итоге образуют матрицу фиксированного размера. Каждый пиксель имеет свои геометрические параметры и цветовой оттенок. Из-за крохотного размера точек человеческий глаз не может различить их по отдельности, и в большинстве случаев изображение, сформированное таким способом, нам кажется однородным. Но стоит только сильно увеличить картинку, как вы увидите, что она состоит из множества разноцветных прямоугольников. К растровой графике относится большинство изображений, которые встречаются нам во время работы на компьютере, включая и цифровые фотографии.

Основным параметром растровой картинки является ее физическое разрешение, определяющееся количеством точек (пикселей) размещающихся по горизонтали и вертикали. Например, разрешение 1920x1080 означает, что ширина изображения составляет 1920 пикселей, а высота – 1080. Необходимо учитывать, что при одинаковом размере изображения его разрешение может быть разным, и чем оно выше, тем качественнее картинка. В общем, чем из большего количества точек будет состоять рисунок, тем оно будет реалистичнее.

Растровые изображения, как правило, хранятся в сжатом виде, которое происходит с помощью специальных программных алгоритмов. При этом само сжатие может быть двух видов: без потерь или с потерями. В первом случае картинку можно будет восстановить до оригинального состояния, то есть в котором она была до сжатия, а во втором, как вы понимаете, нет.

Наиболее распространенными форматами, обеспечивающими сжатие без потерь, являются BMP, PNG и GIF. В формате JPEG (JPG, JPE) используется сжатие с потерями. Еще один популярный формат TIFF имеет раз-

ные настройки сжатия, а вот RAW наиболее часто используется для хранения информации, получаемой с цифровых камер, без внесения в нее каких-либо изменений. Практически все полупрофессиональные или профессиональные фотокамеры позволяют сохранять изображения именно в этом формате для последующей его обработки.

Программ, позволяющих создавать, редактировать и, тем более, просто просматривать растровые картинки великое множество. Но, наверное, самой популярной и профессиональной из них является графический редактор Adobe Photoshop (собственный формат PSD). Возможности этого инструмента воистину впечатляют и смогут удовлетворить потребности самых продвинутых пользователей. При этом Photoshop имеет в своем арсенале некоторые инструменты для работы с векторными и трехмерными изображениями, о которых мы поговорим ниже. Для тех же, кто не готов выкладывать почти тысячу долларов за данный продукт, можно попробовать в деле его облегченный вариант Photoshop Elements. Еще одним популярным продуктом в этой категории является редактор GIMP, который часто называют бесплатной альтернативой Photoshop, хотя сами разработчики с этим не согласны.

Впрочем, многим пользователям (особенно начинающим) для просмотра и редактирования растровых изображений хватит тех возможностей, которые предоставляют приложения, встроенные в ОС Windows. К их услугам простенький редактор Paint и штатное средство для просмотра фотографий. В более продвинутых редакциях ОС Windows для воспроизведения и каталогизации картинок можно использовать стильную оболочку Windows Media Center.

Для систематизации и упорядочивания коллекций, хранящихся на компьютере фотографий, рисунков и картинок, можно использовать бесплатное приложение Picasa или XnView, а также более функциональный, но платный графический редактор ACDSee, хотя, как уже упоминалось, выбор программного обеспечения для работы с растровыми изображениями очень широк и недостатка, как в платных, так и бесплатных приложениях у пользователей нет.

В растровом виде можно представить любое изображение, но в данном способе хранения присутствуют недостатки: необходим большой объём памяти для работы с изображениями, а также потери при редактировании.

Фрактальная графика, как и векторная – считываемая, но в ней никакие объекты в памяти компьютера не хранятся. Изображение строится согласно уравнению (системе уравнений), следовательно, достаточно хранить только формулы. При замене же коэффициентов в уравнении получают совсем другую картину.

Трёхмерная графика (3D – с англ. three dimensions – три измерения) использует объекты в трёхмерном пространстве. Ее результатом является

плоская картинка, проекция. Трёхмерная графика получила широкое распространение в кинофильмах и компьютерных играх.

В трёхмерной компьютерной графике все объекты представлены в виде набора поверхностей или частиц. Минимальная поверхность называется полигоном. Обычно в качестве полигона выбирают треугольники.

Трёхмерная графика – раздел компьютерной графики, предназначенный для отображения объемных объектов. По сути, трехмерное изображение является геометрической проекцией объемной модели на плоскость. Для его получения сначала происходит моделирование – создание математической 3D-модели сцены и объектов в ней, а затем визуализация (рендеринг) – построение проекции на основе выбранной физической модели.

Одним из основных призваний трехмерной графики является создание движения 3D-модели в пространстве, называемое анимацией, которая в наше время является неотъемлемой частью не только для современных компьютерных игр, но и телевидения, кинематографа, а также научного и промышленного моделирования. Также трехмерная графика широко применяется в архитектурной визуализации и печатной продукции.

Самыми популярными программами, используемыми для создания 3D графики и анимации, являются пакеты компании Autodesk: 3DS Max (собственный формат MAX) и Maya (собственный формат MA). Стоит отметить и универсальное комплексное приложение Maxon Cinema 4D (собственный формат C4D) с более простым интерфейсом, чем у продуктов Autodesk и поддержкой русского языка, что делает его особенно привлекательным для русскоязычной аудитории.

Процесс трехмерного моделирования, визуализации и анимации является очень ресурсоемкой задачей, так что если вы решите попробовать свои силы на этом поприще, придется раскошелиться на высокопроизводительный компьютер. Более того, и само программное обеспечение стоит очень недешево. Хотя Autodesk пошла навстречу тем людям, которые не собираются извлекать коммерческую выгоду при использовании этой программы, выпустив для них бесплатную версию, которая становится доступна после регистрации на сайте компании [65].

Всеми визуальными преобразованиями в 3D-графике управляют матрицы. В компьютерной графике используется три вида матриц:

- матрица поворота;
- матрица сдвига;
- матрица масштабирования.

Любой полигон можно представить в виде набора из координат его вершин. Так, у треугольника будет 3 вершины. Координаты каждой вершины представляют собой вектор (x, y, z) . Умножив вектор на соответствующую матрицу, мы получим новый вектор. Сделав такое преобразование со всеми вершинами полигона, получим новый полигон, а преобразо-

вав все полигоны, получим новый объект, повернутый/сдвинутый/масштабированный относительно исходного.

Проведем сравнительный анализ растрового и векторного представления графической информации по ряду существенных свойств.

1. Реалистичность – способность реализовывать графические изображения, схожие (в смысле физического подобия) с образами объектов окружающего мира, и вызывать у пользователя иллюзию реальности изображенных объектов.

Поскольку размер пиксела значительно меньше разрешающей способности зрительного аппарата человека, дискретная природа растровых изображений не воспринимается им. Это позволяет представить изображение реального или идеального объекта с точностью, приближающейся к точности непосредственного восприятия зрительного образа. Таким образом, с помощью растрового представления можно получить реалистичные изображения, что весьма важно при решении таких прикладных задач, как обработка цифровых фотографий и цифрового видео, дизайн внешнего вида проектируемых материальных продуктов и др.

Векторное представление по определению использует графические примитивы конечного размера, воспринимаемые пользователем как целые объекты. Кроме того, как правило, в векторной графике используется ограниченная (фиксированная) палитра цветов. Поэтому синтезированные графические объекты выглядят «синтетическими», схожими с непосредственно воспринимаемыми образами в смысле психофизиологического или психологического подобия. Исходя из этого, можно сделать вывод, что такое представление подходит для использования в таких областях, как САПР, полиграфия, деловая графика, которые не накладывают жестких требований по реалистичности изображений.

2. Редактируемость – способность изображения быть измененным.

Растровое представление позволяет оперировать с цветом каждого пиксела, что открывает широкие возможности по изменению различных характеристик изображения, таких как яркость, динамический диапазон, контрастность как изображения в целом, так и его отдельных участков. Кроме того, имеется возможность применения методов коррекции, искажения изображений, применения различных художественных эффектов. Однако такое представление не позволяет корректировать композицию (взаимное расположение) отдельных объектов, представленных на изображении.

Векторное представление, напротив, позволяет легко изменять форму, цвет, размеры и взаимное расположение объектов сцены.

3. Ресурсоемкость – использование тем или иным представлением ресурсов вычислительной системы для хранения, передачи, визуализации изображения.

В некоторых источниках при проведении сравнения векторного и растрового представлений изображения указывается на то, что векторные изображения требуют для хранения значительно меньше памяти. Рассмотрим объективные факторы, влияющие на размер файла изображения.

Физические размеры изображения. Для растрового представления этот параметр вместе с разрешением определяют количество пикселей, описывающих изображение. Размер векторного изображения задается указанием масштабных коэффициентов и не влияет на размер файла.

Цветовое разрешение (количество цветов). В растровых изображениях этот фактор определяет количество бит, необходимых для описания одного пикселя. От этого в значительной мере зависит размер растрового файла.

Для векторного представления этот фактор определяет лишь размер палитры используемых цветов. При этом число индексированных оттенков цветов в растровом представлении, как правило, невелико, то есть цветовое разрешение не оказывает значительного влияния на размер файла.

Топологическая сложность изображения определяется количеством объектов сцены. Этот фактор не влияет на размер растрового файла, который определяется лишь количеством пикселей и числом бит для описания каждого пикселя.

Вместе с тем в векторных изображениях описание каждого примитива требует достаточно много байт для хранения данных о множестве параметров, и, следовательно, размер файла в значительной мере зависит от числа примитивов.

Например, известная картина К. Малевича «Черный квадрат» при размере изображения 256x256 пикселей и глубине цвета 32 бит/пиксел в растровом представлении описывается 65536 пикселями и занимает 65536×4 Байт = 262144 Байта памяти. Векторное представление такого изображения описывается одним примитивом, требующим для хранения максимум 1 кБ памяти. Вместе с тем, если попытаться представить максимально реалистично в векторном формате фотографию живой природы, такое изображение будет описано с помощью нескольких сотен тысяч примитивов, и размер файла будет значительно больше файла растрового представления.

При *визуализации* растровых изображений используется минимум вычислительных ресурсов, осуществляющих аппаратно-реализованную функцию пересылки прямоугольных массивов памяти в видеопамять (буфер кадра). При визуализации векторных представлений ввиду того, что большинство устройств отображения являются растровыми, необходимо конвертировать их в растровое представление, то есть вычислить цвет соответствующих пикселей на основе параметрической информации о примитивах.

Таким образом, невозможно ответить на вопрос «Какое представление лучше?», не рассматривая его в контексте конкретной прикладной задачи.

Классификацию графического представления информации производят по ряду признаков: базовая модель описания изображения; цвет; изменяемость во времени; пространственная размерность; природа прообраза.

Базовая модель описания изображений делит их на растровые и векторные.

По цвету – монохромные и цветные. Монохромные бывают бинарными (цвет имеет два значения и описан одним битом) и градиентными. В градиентных используют дискретные оттенки яркости одного цветового тона.

По изменяемости во времени различают статические (неизменяемые) и динамические (изменяемые) изображения.

По пространственной размерности выделяют двухмерные и трехмерные изображения (в общем случае – n -мерные).

По природе прообраза – образы объектов реального мира и синтезированные машиной изображения идеальных (абстрактных, виртуальных, воображаемых) объектов.

§ 8.2. Стандарты базовой графической системы

Процесс стандартизации в машинной графике предназначен для обеспечения мобильности и переносимости прикладных программ, унификации взаимодействия с графическими устройствами и обеспечения возможности обмена графической информацией между различными подсистемами. Стандартизация позволяет уменьшить сроки разработки графических систем и увеличить их жизненный цикл. Рассмотрим некоторые из существующих графических систем.

Core-System. Серьезным прорывом в области стандартизации машинной графики явился проект стандарта Core-System (GSPC-77) (рисунок 8.3).

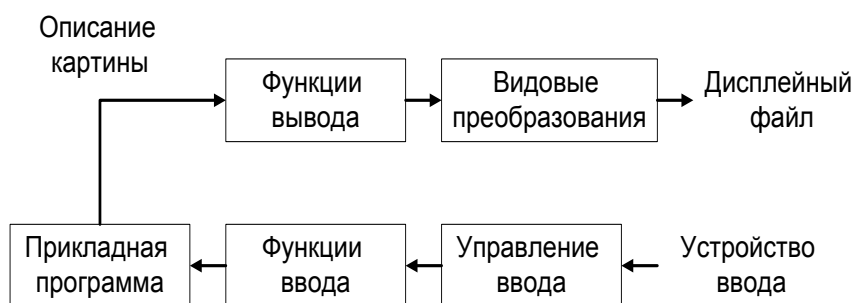


Рисунок 8.3. Модель графической системы, лежащая в основе Core-System.

Главные идеи, положенные в основу системы Core:

- разделение функций ввода и вывода;
- минимизация отличий между выводом на плоттер и интерактивный дисплей;
- концепция двойной координатной системы;
- концепция дисплейного файла, содержащего приборную координатную информацию;
- понятие дисплейного файла сегментов, каждый из которых может независимо модифицироваться как элемент;
- обеспечение функций преобразования данных из мировой системы координат в приборную путем вызова видового преобразования [77].

Многие приложения требуют лишь часть возможностей графического пакета, остальные же могут привести к снижению эффективности прикладной программы. Для устранения этого противоречия система разбита на три не зависящие друг от друга группы уровней: 1) вывода; 2) ввода; 3) размерности.

GKS (Graphical Kernel System). Результатом работ в ФРГ было создание системы GKS. Модель графической системы, положенная в ее основу, приведена на рисунке 8.4. В процессе разработки международного стандарта в исходную версию GKS был внесен целый ряд изменений, приблизивших ее к Core-System, но сохранивших ряд отличительных фундаментальных концепций. Основной из таких отличительных черт является введение понятия рабочей станции, представляющей собой абстракцию совокупности виртуальных устройств ввода/вывода, более полно соответствующую современной тенденции использования интеллектуальных терминалов.

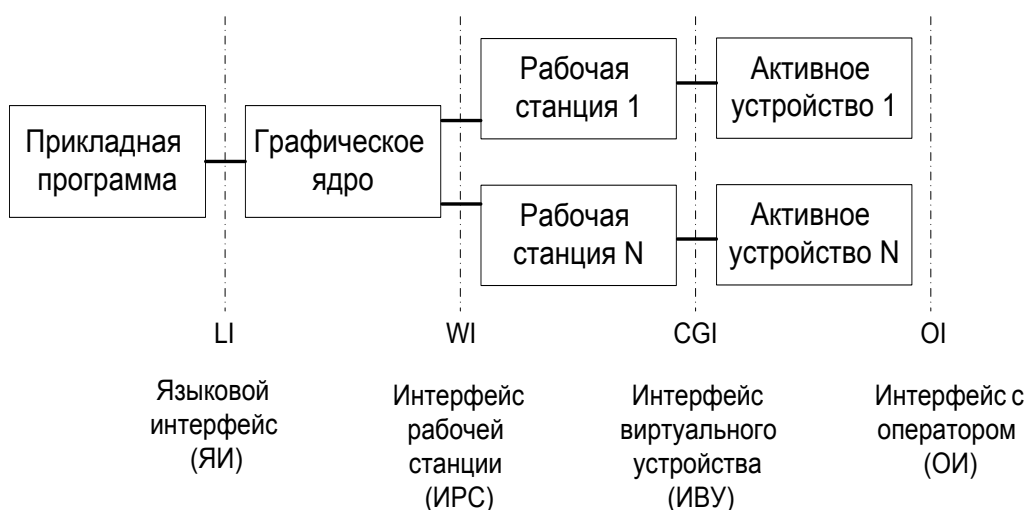


Рисунок 8.4. Модель графической системы, лежащая в основе GKS.

Выделение рабочей станции излишне громоздко, когда приходится иметь дело с одним устройством вывода и ввода. Основная ценность введения понятия рабочей станции состоит в удобной и естественной возможности разделения аппаратно-независимой и аппаратно-зависимой частей.

Видовые операции, определяющие переход от входных (мировых) координат к физическим координатам устройства, также похожи, но в GKS, в отличие от Core, допускается наличие не одной, а нескольких пар окно/поле вывода.

Средства сегментации GKS являются похожими на средства сегментации Core, но в GKS добавлены средства управления сегментами на указанной рабочей станции и средства взаимодействия с рабочей станцией специального типа – приборно-независимым хранилищем сегментов (ПНХС).

Виртуальные устройства ввода являются аналогичными, но названия немного отличаются, и в GKS порядок работы с устройствами лучше проработан.

В 1985 г. GKS была взята за основу в международном стандарте ISO 7942. В 1988 г. для стандартизованных языков программирования приняты международные стандарты на интерфейс GKS с языками Fortran, Pascal, Ada (ISO 8651).

Существуют российские версии этих стандартов – ГОСТ 27817-88 «Системы обработки информации. Машинная графика. Функциональное описание ядра графической системы», ГОСТ Р 34.1702.3-92 «Информационная технология (ИТ). Машинная графика. Связь ядра графической системы с языком программирования АДА (с Поправкой)».

GKS-3D (Graphical Kernel System for Three Dimensions). Отличия GKS-3D от GKS заключаются в добавлении 3D-функций:

- примитивов 3D-вывода;
- установки атрибутов вывода (2 функции);
- поддержки 3D-преобразований (9 функций);
- работы с 3D-сегментами и преобразований 2D-сегментов в 3D и наоборот (4 функции);
- ввода с 3D-координатных устройств (10 функций);
- утилит работы с матрицами 3D-преобразований (2 функции).

В целом GKS может рассматриваться как подмножество GKS-3D, т.е. 2D-приложения, написанные на GKS, гарантированно исполняются в 3D-окружении без каких-либо изменений.

В 1988 г. GKS-3D принимается в качестве международного стандарта. В период с 1988–1990 гг. прорабатывались проекты стандартов ISO 8806 на интерфейсы GKS-3D с языками программирования. В 1991 г. завершилось их принятие в качестве международных стандартов.

PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System).

Во многих приложениях появляется необходимость геометрического моделирования трехмерных тел.

Использование GKS и GKS-3D для отображения результатов моделирования предполагает моделирование прикладной программой, так как эти системы ориентированы на непосредственный ввод/вывод и в них отсутствует другой тип управления графическими данными, кроме накопления в сегментах.

PHIGS сочетает графику с техникой моделирования и является некоторым набором функций программирования графики с поддержкой быстрого изменения графических данных, описывающих геометрические соотношения объектов.

PHIGS+ – это расширение PHIGS, которое имеет расширенный набор функциональных возможностей для приложений с учетом освещенности, раскраски, а также дополнительный потенциал управления отображением и новые примитивы для поддержки эффективного описания сложных поверхностей.

Предоставление средств задания позиции источника света, а также наличие примитивов «с данными» с заданными векторами нормалей и цвета вершин осуществляют поддержку освещенности и раскраски.

Реализована функция задания в структуре «ограничивающего бокса». Такой дополнительный элемент структуры отвечает за управление пропуском исполнения структуры, образ которой находится вне области вывода, и позволяет повысить скорость отображения.

CGI (Computer Graphics Interface). Данный стандарт ISO принят на интерфейс между базисной графической системой и драйверами. Этот интерфейс раньше (в рамках ANSI) называли интерфейсом виртуального устройства.

Для эффективного применения аппаратной части современных графических устройств комплекс функций такого стандарта перекрывает аппаратные возможности с включенными в него следующими функциями: управление устройством; вывод графических элементов; изменение атрибутов графики; разделение изображений на сегменты; графический ввод и растровые операции.

В стандарте CGI присутствуют характерные особенности: более полный набор графических примитивов; преобразование координат; большее количество логических устройств ввода; присутствие растровых операций.

Набор функций CGI в целом является удобным при создании надстроек графического программного обеспечения, которое позволило эффективно создавать разнообразные базисные графические системы.

Кроме того, стандарт интерфейса виртуального устройства ориентирован на унификацию способа работы с разными графическими устройст-

вами. Он был одобрен после множества попыток по стандартизации программных интерфейсов графической системы.

Стандарты графических протоколов. После анализа применяемых графических протоколов и процессов по их стандартизации можно выделить следующие типы протоколов:

- аппаратно-зависимые графические протоколы (команды графических устройств);
- аппаратно-независимые графические протоколы (метафайлы);
- прикладные графические протоколы.

Первые из них разрабатываются фирмами-производителями графического оборудования и представлены последовательностью команд для построения изображений на устройствах указанной фирмы. Трактовка таких протоколов не требует дополнительных ресурсов при использовании соответствующего устройства. Такие протоколы успешно применяются в распределенных системах в отсутствии локальной ЭВМ.

Состав используемого оборудования определяется поддержкой аппаратно-зависимых графических протоколов. Большая часть производящейся в мире графической аппаратуры в настоящее время использует протоколы TEKTRONIX, REGIS и HPGL. Поддержка данных протоколов осуществляется и в наиболее распространенных зарубежных программных продуктах.

Для аппаратно-независимых графических протоколов характерно процедурное описание изображения в виде функций виртуального устройства. Такой протокол предоставляет возможности по запоминанию графической информации и ее передаче между разнообразными графическими системами. Для толкования метафайла потребуется локальная ЭВМ, которая выполнит эмуляцию не представленных функций в аппаратуре.

В современных условиях развития графических протоколов наиболее активно поддерживаются стандартизованные аппаратно-независимые протоколы NAPLPS, GKSM, CGM и WMF – стандарт де-факто фирмы Microsoft на метафайл.

NAPLPS (North American Presentation Level Protocol Syntax). Это американский стандарт на представление графических данных в сетях VIDEOTEX (имеется также европейский аналог данного стандарта – SET). Основные требования при разработке этого протокола:

- возможность передачи графической информации в потоке буквенно-цифровых данных;
- минимальность объема передаваемых графических данных;
- минимальность усилий для толкования и возможность вывода изображений на самые простые графические устройства.

Обеспечение перечисленных требований привело к разработке эффективного способа компоновки графической информации в 7(8)-битные коды ASCII. Эти требования ограничили функциональные возможности

протокола, препятствующего получению высокого качества изображения в современных графических устройствах.

GKSM (Graphical Kernel System Metafile). Это стандарт на графический метафайл в пределах базовой графической системы GKS. Функциональные возможности этого протокола соответствуют системе GKS со всеми ее плюсами и минусами, из-за чего он становится легко интерпретируемым в системах со стандартом GKS.

Текстовое кодирование в GKSM позволяет выполнять операции по чтению метафайла при требовании большего объема в сравнении с символьным кодированием NAPLPS или CGM.

CGM (Computer Graphics Metafile) представляет собой стандарт ISO для графического метафайла и функционально данный протокол соответствует стандарту на интерфейс виртуального устройства CGI (Computer Graphics Interface), который обеспечивает связь графических систем с разнообразным графическим оборудованием, при этом являющегося обобщением современного уровня развития графического программного и аппаратного обеспечения. Эта причина позволяет протоколу CGM быть совместимым с разными программными системами и дает возможность более эффективно использовать возможности имеющихся графических устройств.

В CGM имеется возможность кодирования тремя способами: символьным, двоичным и текстовым. Символьное кодирование достаточно плотно и предназначено для операций хранения и передачи графической информации. Двоичное кодирование не требует больших усилий по генерации и интерпретации и необходимо для внутрисистемного использования. Наиболее наглядным является текстовое кодирование, которое обеспечивает возможности как визуального просмотра, так и редактирования графических файлов.

Данный стандарт в системе стандартизации и метрологии России зафиксирован в ГОСТ Р 34.701.1-92 «Информационная технология (ИТ). Машинная графика. Метафайл для хранения и передачи информации об описании изображения».

WMF (Windows Metafile Format). В системе Windows для сохранения с последующим использованием цветных изображений применяется свой формат метафайла. В WMF присутствует лишь один способ кодирования – двоичный, который является наиболее компактным и обеспечивает максимальные скорости упаковки и воспроизведения, однако неудобен при операциях просмотра и анализа человеком. *Метафайл содержит:* заголовок; описание изображения в виде записей GDI (Graphical Device Interface) функций.

Всего предусмотрено *три вида метафайла*: стандартный (standart); размещаемый (placeable); буферный (clipboard).

Их отличия заключены лишь в различных структурах заголовков. В составе Windows представлены функции по созданию, проигрыванию метафайлов и управлению ими.

Вышеназванные аппаратно-независимые графические протоколы ограничены двухмерными графическими примитивами. Такое ограничение не представляет возможности использования ресурсов локальной ЭВМ для снижения объема пересылаемой информации при работе с 3D-изображениями. В данной ситуации целесообразней будет разработка двухуровневого графического протокола, который согласован с CGM и обеспечивает возможность передачи 3D-объектов. Сокращение нагрузки на линии связи будет происходить в этом случае как за счет увеличения семантической насыщенности пересылаемой информации, так и за счет возможности получения на локальной ЭВМ большого количества изображений с разными параметрами визуализации.

Прикладные графические протоколы – это объектно-ориентированные протоколы передачи данных между прикладными системами [65]. Они являются наиболее компактными и допускают альтернативу в выборе различных способов графического представления, но требуют больших аппаратных мощностей локальной ЭВМ для интерпретации. Прикладные протоколы стандартизованы пока только для САПР машиностроения и электроники. В качестве примеров можно привести следующие *стандарты*: IGES (Initial Graphics Exchange Specification); STEP (STandard for the Exchange Product Model Data); MAP (Manufacturing Automation Protocol); VDAFS (Sculptured Surface Interface); EDIF (Electronic Design Interchange Format).

Основные трудности при разработке протоколов данного уровня заключаются в том, что отсутствует унификация основных объектов во многих областях применения до сих пор. Работы в этом направлении потребуют объединения усилий различных специалистов – математиков и системных программистов баз данных, машинной графики, телекоммуникаций.

§ 8.3. Программные средства компьютерной графики

По аналогии с программным обеспечением ЭВМ классификация программных средств компьютерной графики может быть представлена следующим образом (рисунок 8.5):

1. Системное программное обеспечение.
2. Пакеты прикладных программ.
3. Средства разработки.

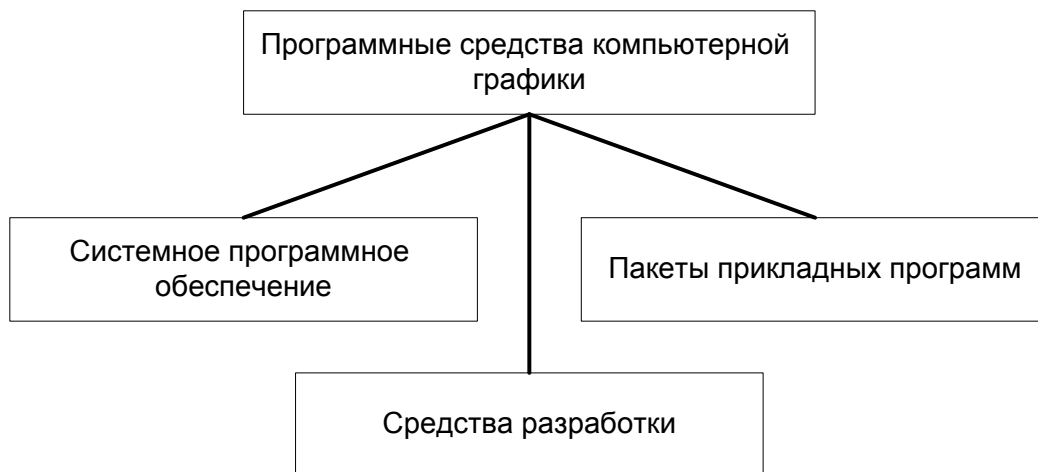


Рисунок 8.5. Классификация программных средств компьютерной графики.

Системное программное обеспечение. К системному программному обеспечению относят (рисунок 8.6):

- операционные системы графических станций, предназначенные для координации работы основных устройств ГРС, обеспечения интерфейса «человек-машина» при решении графических задач;
- драйверы основных устройств ГРС и периферийных устройств ввода-вывода графической информации.

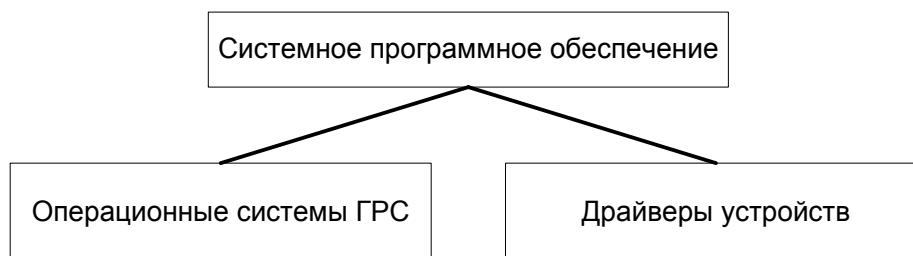


Рисунок 8.6. Классификация системного программного обеспечения.

Прикладное программное обеспечение. Классификация пакетов прикладных программ (рисунок 8.7) возможна:

- 1) по виду решаемых графических задач:
 - средства объединения графических объектов;
 - средства анализа графических образов;
 - средства компьютерных графических моделей (компьютерное моделирование) [77];
- 2) по характеру работы с графическими объектами:
 - активные – способность изменять исходное изображение или создавать новое;

- пассивные – просмотр файлов графики или использование готового изображения для решения прикладной задачи без изменения его;

3) по локализации:

- отдельные пакеты – самостоятельные с полным набором функций программные продукты для решения большого спектра специфических графических задач;

- расширение возможностей пакетов прикладных программ;

- модули, при помощи которых возможна реализация специфических функций работы с графическими объектами в прикладной программе;

4) по области применения:

- универсальные (общего пользования) – многофункциональное программное обеспечение, предназначенное для решения широкого круга задач;

- специализированные – программное обеспечение с узкой специализацией и оптимизированное под конкретные задачи работы с изображениями.

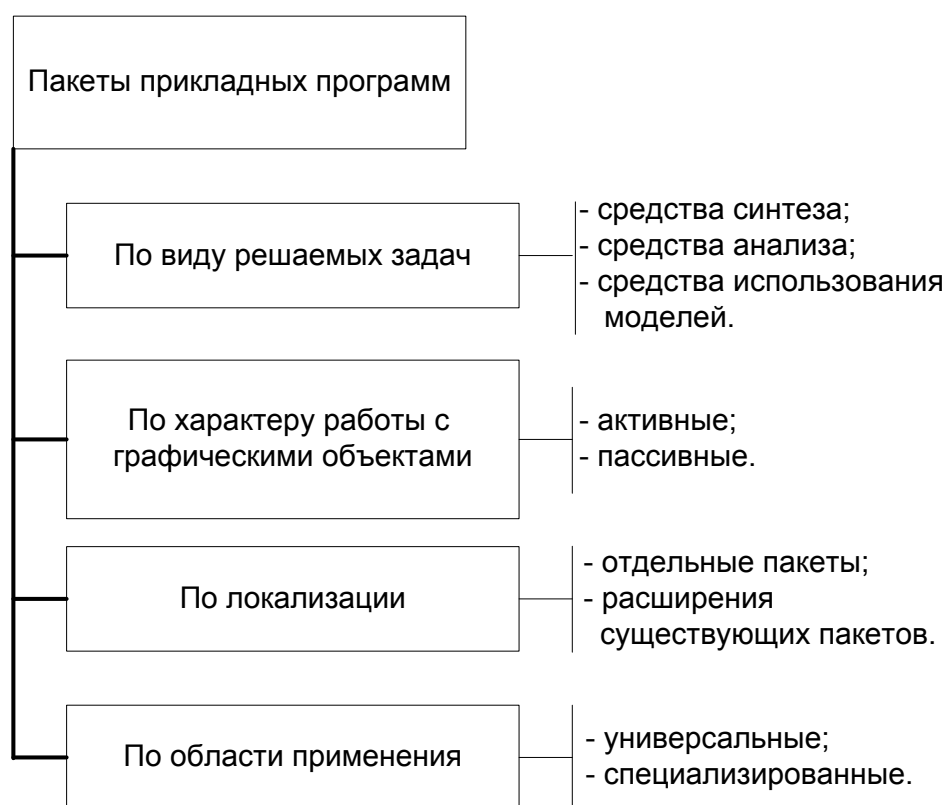


Рисунок 8.7. Классификация пакетов прикладных программ.

К **средствам разработки графических приложений** относят (рисунок 8.8):

1) средства разработки программ:

- трансляторы с языков высокого уровня;

- интегрированные системы для разработки приложений;
 - программы отладки;
- 2) языковые средства:
- графические расширения языков высокого уровня;
 - языки описания графики;
 - языки спецификаций дисплейных и графических файлов;
- 3) средства разработки и описания графических компьютерных моделей [107].

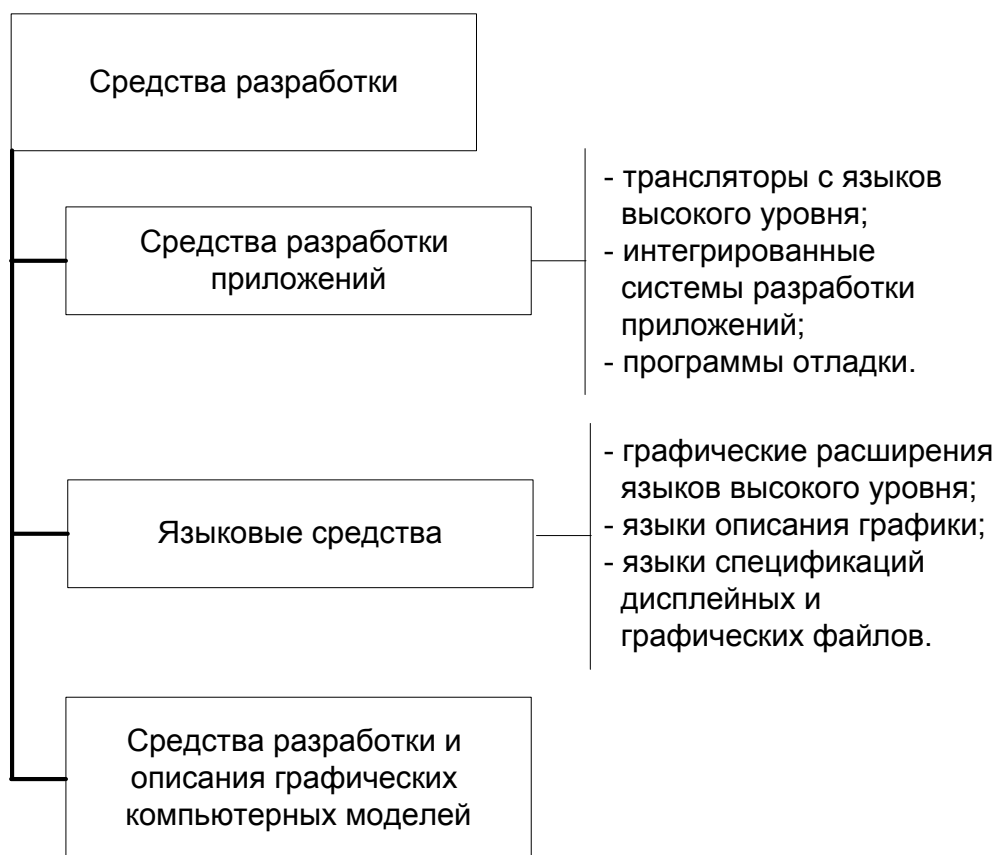


Рисунок 8.8. Классификация средств разработки графических приложений.

Однозначной границы между пакетами прикладных программ и средствами разработки не существует из-за того, что большая часть пакетов прикладных программ включает в себя средства разработки, и наоборот. Например, САПР AutoCAD содержит два средства разработки: интерпретатор языка описания графики LISP, средство разработки приложений Visual Basic. Поэтому условно отнесем графические редакторы и средства обработки изображений к классу прикладных программ.

Наиболее популярный пакет прикладных программ (ППП) Adobe Creative Cloud представляет собой интегрированный пакет приложений и услуг, значительно повышающий производительность и позволяющий соз-

давать интересные работы в области печати, Интернета, видеоизображений, аудиозаписей, а также для мобильных устройств.

Перечислим некоторые приложения, входящие в состав пакета.

Adobe Photoshop – приложение для создания и редактирования в основном растровых изображений, однако имеет некоторые векторные инструменты.

Adobe Illustrator – приложение для создания и редактирования векторных изображений.

Adobe InDesign – универсальное приложение для компьютерной верстки.

Adobe After Effects – система обработки видеоэффектов и преобразования движущихся изображений, комбинированная съемка.

Adobe Premiere Pro – система контроля и обработки видео.

§ 8.4. Представление графических изображений

Результатом синтеза, как уже упоминалось, является графическое изображение, которое может быть использовано следующим образом:

- выведено на экран;
- выведено на печать;
- сохранено во внешней памяти в виде файла.

Представления графического изображения этими способами различны. Специфика графической системы, решаемых задач, устройства вывода позволяют выделить две общие формы представления: растровую и векторную. Формирование изображений в аппаратно-программных средствах в графической системе возможно согласно различным стандартам и различным языковым средствам.

Спецификации (языки) представления графических изображений. Вывод растрового изображения производится через запись представляющей его матрицы в буфер кадра.

Чтобы обеспечить возможность вывода векторного изображения на экран или печать, необходимо использовать для его представления стандартные интерфейсы, которые выполняют посреднические функции между прикладным и общесистемным программным обеспечением и программно-аппаратным обеспечением соответствующих устройств.

Операционные системы семейства Microsoft Windows осуществляют графический вывод с помощью функций библиотеки **GDI (Graphics Device Interface** – интерфейс графического устройства) [65].

Воплощенные в GDI функции являются аппаратно-независимыми и взаимодействуют они с устройством не непосредственно, а через программу управления (драйвер) соответствующим выходным устройством. Такой подход разрешает прикладной программе и операционной системе

Windows работать на компьютере с любым набором периферийного оборудования.

Контекст устройства и контекст отображения являются основными понятиями GDI. Контекст устройства является связующим звеном между приложением и драйвером устройства и представляет собой структуру данных размером примерно 800 байт. В этой структуре данных содержится информация о том, как необходимо выполнять операции вывода на данном устройстве.

Если приложение получает или создает контекст для устройства отображения, такой контекст называется контекстом отображения. Если же ему требуется выполнять операцию вывода для устройства, приложение должно получить или создать контекст устройства. Контексты устройства и отображения содержат описания одних и тех же характеристик и имеют одинаковую структуру. Название контекста определяется только тем, относится ли контекст к окну отображения или устройству вывода.

Структура данных контекста отображения включает в себя набор из 20 атрибутов, таких как цвет фона, режим фона, режим рисования, цвет текста, шрифт, цветовую палитру, кисть и др.

Набор инструментов для рисования включает достаточно обширный список двумерных примитивов, их стилей и т.д. Их преобразование в растр осуществляется драйвером устройства. Также возможно попиксельное рисование.

Для вывода векторного изображения на печать достаточно представить его в виде команд GDI. Поток команд GDI преобразуется в поток команд DDI (Device Driver Interface – интерфейс драйвера устройства). Задачей драйвера устройства является преобразование команд DDI в поток команд языка, используемого конкретным принтером, – PostScript, PCL 3, PCL 5 и т.п.

Использовать GDI-интерфейс для вывода трехмерной, игровой, реалистичной, анимационной графики вплоть до настоящего времени неудобно в связи с большой программной прослойкой, лежащей между командами управления графикой и выводом на экран. Иными словами, скорость работы развитых графических приложений с использованием GDI-интерфейса наиболее низкая.

Получать доступ к специфическим функциям аппаратного обеспечения без необходимости написания аппаратно-зависимого программного кода на настоящий момент возможно с использованием специальных графических интерфейсов, таких как OpenGL и DirectX.

Открытая графическая библиотека OpenGL. OpenGL (Open Graphics Library – открытая графическая библиотека) – спецификация, определяющая независимый от языка программирования кросс-платформенный программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трехмерную компьютерную графику.

OpenGL является на данный момент одним из самых популярных программных интерфейсов (API) для разработки графических приложений. Стандарт OpenGL был разработан и утвержден в 1992 году ведущими фирмами в области разработки программного обеспечения, а его основой стала библиотека IRIS GL, разработанная Silicon Graphics.

На данный момент реализация OpenGL включает в себя несколько библиотек (описание базовых функций OpenGL, GLU, GLUT, GLAUX и др.).

Характерными особенностями OpenGL, которые обеспечили распространение и развитие этого графического стандарта, являются:

- **Стабильность.** Дополнения и изменения в стандарте реализуются таким образом, чтобы сохранить совместимость с разработанным ранее программным обеспечением.
- **Надежность и переносимость.** Приложения, использующие OpenGL, дают одинаковый гарантированный визуальный результат, независящий от типа используемой операционной среды и организации отображения информации. Кроме того, эти приложения выполняются на персональных компьютерах, рабочих станциях и суперкомпьютерах.
- **Легкость применения.** Стандарт OpenGL имеет хорошо систематизированную структуру и легко понятный интерфейс, что позволяет создавать эффективные приложения с меньшими затратами. Приложения содержат меньше строк кода, нежели с использованием других графических библиотек. Требуемые для обеспечения совместимости с различным оборудованием функции реализованы на уровне библиотеки и сильно упрощают разработку приложений.

Основные возможности OpenGL [77]:

- набор базовых примитивов: точки, линии, многоугольники.
- видовые и координатные преобразования.
- удаление невидимых линий и поверхностей (z-буфер).
- использование сплайнов для построения линий и поверхностей.
- наложение текстуры и применение освещения.
- добавление специальных эффектов: тумана, изменение прозрачности, сопряжение цветов (blending), устранение ступенчатости (anti-aliasing).

Как уже было сказано, существует реализация OpenGL для разных платформ. С этой целью разделили базовые функции графической системы и функции для отображения графической информации и взаимодействия с пользователем. Были созданы библиотеки для отображения информации с помощью оконной подсистемы для операционных систем Windows и Unix (WGL и GLX соответственно), а также библиотеки GLAUX и GLUT, которые используются для создания так называемых консольных приложений. Библиотека GLAUX уступает по популярности разработанной несколько

позже библиотеке GLUT, хотя они предоставляют примерно одинаковые возможности.

В состав библиотеки GLU вошла реализация более сложных функций, таких как набор популярных геометрических примитивов (куб, шар, цилиндр, диск), функции построения сплайнов, реализация дополнительных операций над матрицами и т.п. Все они реализованы через базовые функции OpenGL.

С точки зрения архитектуры, графическая система OpenGL является конвейером, состоящим из нескольких этапов обработки данных:

- 1) аппроксимации кривых и поверхностей;
- 2) обработки вершин и сборки примитивов;
- 3) растеризации и обработки фрагментов;
- 4) операции над пикселями;
- 5) подготовки текстуры;
- 6) передачи данных в буфер кадра.

Функционирование OpenGL можно сравнить с конечным автоматом, состояние которого определяется множеством значений специальных переменных (их имена обычно начинаются с символов «GL_») и значениями текущей нормали, цвета и координат текстуры. Смена состояний происходит с помощью команд, которые оформляются как вызовы функций.

Набор спецификаций DirectX. DirectX – это набор спецификаций, определяющий API-интерфейсы для работы с графикой, звуком, сетью, устройствами ввода. Изначально DirectX разрабатывался для простого и эффективного решения задач, связанных с игровым и графическим программированием под Microsoft Windows. Наиболее широко используется при написании компьютерных игр.

В состав DirectX входят ряд библиотек:

Direct Draw – отвечает за быстрый вывод, перемещение и масштабирование двумерной графики, установку видеорежимов, выбор видеодрайверов.

Direct 3D – отвечает за создание трехмерных графических изображений в режиме реального времени. Теснейшим образом связана с Direct Draw.

Примечание: начиная с версии DirectX 8.0 библиотеки Direct Draw и Direct3D были объединены в библиотеку DirectX Graphics.

Direct Sound – отвечает за вывод и микширование звука.

Direct Input – отвечает за аппаратно-независимый ввод данных в систему в режиме реального времени через клавиатуру, мышь и джойстик.

Direct Play – независимый протокол для осуществления связи между компьютерами. Применяется для многопользовательских игр, связь в которых осуществляется через Интернет, локальную сеть или прямое последовательное соединение.

Основные возможности библиотеки DirectX Graphics:

- Аппаратно-независимый доступ к видеооборудованию. Если запрошенные возможности не поддерживаются видеоадаптером, библиотека обеспечивает прозрачную эмуляцию.

- Стандартный конвейер 3D преобразований: матрица окружения (world matrix), матрица моделирования (view matrix) и матрица проектирования (projection matrix).

- Поддержка растеризации различных геометрических примитивов: точек, отрезков, треугольников. Примитивы более высокого уровня тоже имеются, но только при соответствующей поддержке оборудованием (эмуляция не обеспечивается).

- Развитая подсистема освещения.

- 3D-текстурирование.

Графические файлы и их форматы. При сохранении изображений в виде файлов на различных накопителях основной задачей является минимизация требуемого объема памяти. Причем эта задача актуальна для растровых изображений, более требовательных к памяти. Для этих целей практически все растровые форматы файлов предусматривают сжатие изображения, которое может происходить как с потерей (обеспечивают больший коэффициент сжатия), так и без потери качества [107].

Приведем краткое описание некоторых методов сжатия (компактного кодирования).

Метод сжатия RLE (Run Length Encoding) – кодирование с переменной длиной строки является одним из простейших способов сжатия. Основан на представлении группы одинаковых смежных пикселей в виде тройки «обозначение группы», «количество пикселей в группе», «цвет».

Метод сжатия LZW (Lempel-Ziv-Welch). Основан на поиске одинаковых последовательностей (они называются фразы) во всем файле. Выявленные последовательности сохраняются в таблице, им присваиваются более короткие маркеры (ключи). Метод LZW так же, как и RLE, лучше действует на участках однородных, свободных от шума цветов. LZW действует эффективнее, чем RLE, при сжатии произвольных графических данных, но процесс кодирования и распаковки происходит медленнее.

Метод сжатия Хаффмана (Huffman) разработан в 1952 году и используется как составная часть в ряде других схем сжатия, таких как LZW, JPEG. В методе Хаффмана составляется набор символов и определяется частота их встречаемости. Символам назначаются коды, причем символам с большей частотой встречаемости назначаются коды меньшей.

Метод сжатия CCITT (International Telegraph and Telephone Committie) был разработан для факсимильной передачи и приема. Является более узкой версией кодирования методом Хаффмана.

Далее приведено краткое описание наиболее популярных форматов графических файлов.

BMP (Windows Device Independent Bitmap). Формат BMP является форматом Windows, он поддерживается всеми графическими редакторами, работающими под его управлением. Применяется для хранения растровых изображений, предназначенных для использования в Windows. Способен хранить как индексированный (до 256 цветов), так и RGB-цвет (16 млн. оттенков). Возможно применение сжатия по принципу RLE, однако оно поддерживается не всеми редакторами.

WMF (Windows Metafile). Служит для передачи векторов через буфер обмена Windows. Понимается практически всеми программами Windows, так или иначе связанными с векторной графикой. При решении сложных задач его применение не рекомендуется вследствие невозможности передачи некоторых параметров.

GIF (Compu Serve Graphics Interchange Format). Разработан фирмой CompuServe для передачи растровых изображений по сетям. Он использует LZW-компрессию, что позволяет хорошо сжимать файлы, в которых много однородных заливок (логотипы, надписи, схемы). GIF-формат позволяет записывать изображение «через строчку», благодаря чему изображение может отображаться с меньшим разрешением при получении только его половины. Эта возможность широко применяется в Интернете. GIF поддерживает прозрачность за счет дополнительного Alpha-канала, сохраняемого вместе с файлом. Кроме того, файл GIF может содержать не одну, а несколько растровых картинок, за счет чего поддерживается анимация. Основное ограничение формата GIF состоит в том, что цветное изображение может быть записано только в режиме 256 цветов.

PNG (Portable Network Graphics). PNG – недавно разработанный формат для сети Интернет, призванный заменить устаревший GIF. Использует сжатие без потерь. Глубина цвета может быть любой, вплоть до 48 бит, возможно, чересстрочное и чересстолбцовое отображение, поддерживается плавно переходящая прозрачность. В файл формата PNG записывается информация о гамма-коррекции. Гамма представляет собой некое число, характеризующее зависимость яркости свечения экрана монитора от напряжения на электродах кинескопа. Это число, считанное из файла, позволяет ввести поправку яркости при отображении.

JPEG (Joint Photographic Experts Group). Более точно, JPEG – это не формат, а алгоритм сжатия, основанный не на поиске одинаковых элементов, как в RLE и LZW, а на разнице между пикселями. JPEG обнаруживает плавные цветовые переходы. Вместо действительных значений, требующих большего количества разрядов для представления, JPEG хранит скорость изменения от пиксела к пикселу. Цветовая информация кодируется с потерями, так как некоторые значения усредняются. Возможно задание степени сжатия. В основном используется для сжатия растровых изображений фотографического качества.

TIFF (Tagged Image File Format). Аппаратно-независимый формат TIFF на сегодняшний день является одним из самых распространенных и надежных, его поддерживают практически все программы на PC и Macintosh, так или иначе связанные с графикой. TIFF является лучшим выбором при импорте растровой графики в векторные программы и издательские системы. Ему доступен весь диапазон цветовых моделей: от монохромной до RGB, CMYK и дополнительных цветов Pantone. TIFF может сохранять векторы внутреннего формата Photoshop, Alpha-каналы для создания масок в видеоклипах Adobe Premiere и другие дополнительные данные.

PSD (Adobe Photoshop Document). PSD – формат популярного растрового редактора Photoshop. Он позволяет записывать изображение со многими слоями, их масками, дополнительными каналами, контурами и другой информацией. Начиная с версии 3.0, используется RLE-компрессия. Формат не поддерживается многими программами.

CDR (Corel DRAW Document). Формат представления изображений векторного редактора Corel DRAW. Применяется компрессия для векторов и раstra отдельно, могут внедряться шрифты, файлы CDR имеют рабочее поле 45×45 метров, что важно для ряда практических задач, поддерживается многостраничность.

§ 8.5. Аудио- и видеотехнологии

8.5.1. Форматы аудиосигналов

Повышению эффекта кодирования аудиоданных способствуют наиболее прогрессивные методы, в основу которых положены свойства их универсальности и независимости от качественных характеристик первоначального звукового фрагмента, а также и конечного в зависимости от настроек процесса сжатия. Все известные современные форматы используют кодирование для восприятия. При таком процессе из звукового сигнала изымается информация, слабовосприимчивая для слухового аппарата человека. Результатом таких действий при изменении формы и спектра сигнала становится практически неизменное слуховое восприятие, а незначительное уменьшение качества оправдывается используемой степенью сжатия [43]. Данное кодирование квалифицируется как метод сжатия с потерями, а из сжатого сигнала безвозвратно не восстанавливается точная исходная волновая форма.

Использование приемов частичного удаления информации основано на характеристике человеческого слуха, которую называли маскированием: при наличии в спектре звука преобладающих гармоник более слабые частоты в непосредственной близости от первых слух не воспринимает (эффект маскировки). Кодирование представляет собой раздробление всего

звукового потока на мелкие кадры, которые преобразуются в спектральное представление, разделенное на ряд частотных полос.

Затем определяют и удаляют маскируемые звуки внутри полос, все кадры подвергаются адаптивному кодированию в спектральной форме. Проведение данных операций в значительной степени приводит к уменьшению объема данных с сохранением качества. Все описанные методы кодирования характеризуются скоростью битового потока, с которой уменьшенная в объеме информация будет поступать в декодер при возвращении в первоначальное состояние звукового сигнала. Декодер приводит всю серию сжатых спектров сигнала к обычной цифровой волновой форме. Любой аудио- или видеопоток содержит большое количество избыточной информации, которая вне зависимости от ее присутствия или отсутствия не воспринимается ухом или глазом человека. В Мpeg-файле информация записывается последовательными блоками, которые считываются друг за другом и декодируются. При увеличении объема потока увеличивается и количество информации в файле, и тем больше информации об исходном звуке в нем содержится. Сжатая по данной схеме аудиоинформация передается потоком и хранится в файлах формата МР3.

Все методики сжатия аудиосигнала с потерями отталкиваются от идеи отказа от кодирования тонкостей деталей звучания оригинала, которые лежат за пределами потенциала человеческого слуха. Так, при перепадах уровня звука, например, после громкого звука на протяжении порядка 100 мс и перед ним в течение 5 мс ухо человека не воспринимает более тихие звуки.

Наиболее существенную роль в передаче звукового сигнала, как известно, играют вершины огибающей. При этом переходами около нулевой отметки жертвуют. Обработанная звуковая выборка легко сжимается при помощи стандартных алгоритмов кодирования Huffman или LZ, однако полученная ширина потока не дала требуемого эффекта, по мнению разработчиков. В дальнейшем при уменьшении объема потока была разработана и использована психоакустическая модель человеческого слуха. При кодировании в режиме jointstereo потери становятся гораздо ниже, чем в режиме нормального стерео.

В технике jointstereo суть кодирования заключается в преобразовании общего стереосигнала в промежуточный (средний) сигнал между выбранными каналами. Этот вариант jointstereo, называемый MS Stereo, является одним из возможных. При очень низких потоках, порядка 96 Кбит/с, используют технику MS/IS Stereo. В ней для отдельных диапазонов частот разницу между каналами заменяют на информацию о мощностях сигнала в различных каналах.

Окончательная же версия вышерассмотренной психоакустической модели до сих пор не представлена, так же как и не существует оптимального стандарта алгоритма кодирования.

Следующая особенность человеческого слуха была использована в алгоритме компрессии, который предполагает использование понятия минимального порога слышимости. Наивысшая чувствительность (2-4 дБ) у органов слуха присутствует в диапазоне частот 2-5 кГц. Другие частоты предполагают порог чувствительности со значением громкости звука в 40 дБ. Таким образом, звуки, лежащие выше порога чувствительности, не имеет смысла сохранять потому, что они не будут слышимыми.

Исходя из рассмотренных эффектов, можно прийти к психоакустической модели, в которой разбивают весь частотный спектр на части с примерно одинаковым уровнем звука. Затем звуки, не воспринимаемые человеком, удаляют.

Создание психоакустической модели является сложным математическим процессом с большим количеством вычислений с плавающей запятой. Подобный процесс и процесс сжатия по методу Хаффмана потребует огромной мощности аппаратного обеспечения как для кодирования, так и для декодирования файлов формата MPEG. Изначально с этой целью использовали специальные устройства с выполнением всех математических преобразований на аппаратном уровне. Современный подход предполагает применение достаточно мощных процессоров, справляющихся с вычислениями без ущерба для других приложений, и специальных программ.

8.5.2. Видеотехнологии

Одним из первых появившихся методов передачи видеосигналов является аналоговый метод. Принципы данного метода для видеоформата воплощены в композитном видеосигнале. Композитное аналоговое видео включает все видеокomпоненты (яркость, цвет, синхронизацию и т.п.) в один сигнал. Комбинирование этих элементов в одном сигнале привело к несовершенному качеству композитного видео. Результатом такого метода стала неточная передача цвета, недостаточно качественная картинка и некоторые другие качественные потери.

С развитием науки композитное видео быстро отошло на задний план по мере появления компонентного видео, которому присуще представление различных видеокomпонент в качестве независимых сигналов. При совершенствовании такого формата видео появляются различные его варианты: S-Video, RGB, Y, Pb, Pr и др.

Однако все указанные форматы по своей сути остаются аналоговыми и имеют один главный недостаток: копирование дубля приводит к существенному снижению качества по сравнению с оригиналом [65]. Потеря качества видеоматериала в данной ситуации сродни созданию фотокопии.

Все описанные недостатки подтолкнули научную мысль к появлению цифрового видеоформата. Цифровое видео практически полностью стало заменять аналоговое. К профессиональным видеоформатам относят

по мере появления: D1-D6, Digital Betacam, DVCPRO (D7), Digital-S (D9), Betacam SX, DVCAM, DV и др. Каждая копия цифрового видео идентична оригиналу в отличие от аналогового видео.

Современный видеоформат базируется на цифровой основе и использует в качестве носителя компьютерные компоненты (жесткий диск, флэш-носители и т.д.), однако до недавних пор использовали для записи и хранения пленку с последовательным доступом. Для цифрового видеомонтажа использование возможностей современных компьютеров является гораздо более эффективным направлением.

Цифровое видео представляет собой строгую последовательность цифровых изображений вместе со связанным с ними звуком.

Существует большое количество способов и методов захвата, хранения и воспроизведения видео с использованием компьютера. Компьютерное цифровое видео дало мощный толчок к возникновению самых разнообразных форматов представления видеоданных. С одной стороны, такая ситуация привела к некоторой путанице и вызвала проблемы совместимости, с другой стороны, к выработке единых стандартов на форматы видеоданных и появлению Международной организации по стандартизации (ISO – International Standards Organization).

Рассмотрим основные характеристики цифрового видео.

Цифровое видео имеет пять основных характеристик: частоту кадра, экранное разрешение, глубину цвета, ширину видеопотока и качество изображения.

Первая из них описывает скоростные возможности воспроизведения видео. Стандартной скоростью воспроизведения видеосигнала принято считать 30 кадров/с, а для кино эта характеристика составляет 24 кадра/с. В каждом кадре присутствует определенное количество строк, прорисовываемых через одну. При этом возникает два полукадра. Каждая секунда аналогового видеосигнала представлена 60 полукадрами (interlaced видео).

В non-interlaced видео, характерного для монитора компьютера при прорисовке экрана, применяется метод «прогрессивного сканирования». Строки кадра формируются сверху вниз последовательно, а весь кадр прорисовывается 30 раз в секунду. Такой принцип формирования видеосигнала показывает отличие компьютерного и телевизионного метода.

Глубина цвета является комплексным показателем, который определяет одновременно отображаемое на экране количество цветов. Для компьютеров характерно обработка цвета в RGB-формате (Red-Green-Blue). Для видео же используют и некоторые другие методы. Самая распространенная модель цветности видеоформатов – YUV. Обе модели (RGB и YUV) могут быть представлены с помощью разных уровней глубины цвета в зависимости от количества используемых цветов.

В цветовой модели RGB используют следующие параметры глубины цвета: 8 бит/п (256 цветов), 16 бит/п (65,535 тыс. цветов) и 24 бит/п

(16,7 млн цветов)... 32 бит/п и т.д. Для модели YUV применяются режимы: 7 бит/п (4:1:1 или 4:2:2, около 2 млн цветов), и 8 бит/п (4:4:4, около 16 млн цветов).

Еще одна характеристика – экранное разрешение характеризует количество точек, из которых создается изображение на экране. Так, современные мониторы рассчитаны на разрешение 1920 x 1080 при качестве HDTV (Full HD) (FHD) 1080p и изображение состоит из порядка 2,07 МПикс и более.

В отличие от компьютерного видео стандартный аналоговый видеосигнал формирует полноэкранное изображение неограниченного размера. Первый телевизионный стандарт NTSC (National Television Standards Committee) с максимальным разрешением 702x576 был разработан в Национальном комитете по телевизионным стандартам США. Впоследствии наибольшее распространение получила более совершенная система стандарта PAL (Phase Alternative) с несколько большим разрешением – 768x576 точек.

Так как разрешение аналогового и компьютерного видео различается, то при преобразовании аналогового видео в цифровой формат возникает проблема масштабирования и уменьшения изображения при некоторой потере качества.

Ширина видеопотока показывает количество обрабатываемых бит видеoinформации за одну секунду времени. Иначе говоря, это скорость видеопотока, которая измеряется в мегабитах в секунду (Мбит/с). Чем она выше, тем лучше качество. Например, для стандарта DVD-видео ширина потока составляет около 5 Мбит/с, а для формата телевидения высокой четкости HDTV – уже 10 Мбит/с. Кстати, наиболее часто значение битрейта используется для оценки качества передаваемого видео через Интернет.

Качество изображения является наиболее важной характеристикой. Требования к ней зависят от решаемой задачи. Иногда бывает достаточно, чтобы картинка имела палитру в 256 цветов (8 бит) и скорость воспроизведения 15 кадров/с. В другой ситуации потребуется полноэкранное видео с палитрой в 16,7 млн цветов (24 бит) и полной кадровой разверткой до 30 кадров/с.

Следует исходить из разумной достаточности при определении необходимой степени сжатия. При этом необходимо учитывать, как четыре характеристики (частота кадра, экранное разрешение, глубина цвета и качество изображения) влияют на объем и качество видео. Вы должны ясно себе представлять, какую «цену» придется заплатить за качественное изображение. Чем больше глубина цвета, выше разрешение и лучше качество, тем большая производительность компьютера вам потребуется, не говоря уж о громадных объемах дискового пространства, необходимого под цифровое видео. Учитывая эти характеристики, можно выбрать оптимальный

коэффициент сжатия [77]. Надо отметить, что в профессиональном видео действует простое правило: чем ниже коэффициент сжатия, тем лучше.

Простейшие расчеты показывают, что 24-битное цветное видео, при разрешении 640 на 480 и частоте 30 кадров/с потребует передачи 26 Мбайт данных в секунду! Этот поток не только выходит за рамки пропускной способности компьютерной шины, но и моментально «съест» любое дисковое пространство. Для наглядности приводим здесь наши расчеты.

Основные принципы сжатия видеоданных

Очевидно, что сжатие видео нужно для уменьшения объема цифровых видеофайлов, предназначенных для хранения, при этом желательно максимально сохранить качество оригинала. Различают сжатие обычное в режиме реального времени, симметричное или асимметричное, с потерей качества или без потери, сжатие видеопотока или пок кадровое сжатие.

Сжатие обычное (в режиме реального времени). Термин real-time (реальное время) имеет много толкований. Применительно к сжатию данных используется его прямое значение, т.е. работа в реальном времени. Многие системы оцифровывают видео и одновременно сжимают его, иногда параллельно совершая и обратный процесс декомпрессии и воспроизведения. Для эффективного выполнения этих операций потребуются очень мощное аппаратное обеспечение, при этом практически все платы ввода/вывода видео для домашнего компьютера не способны обрабатывать полнометражное видео, что приводит иногда к пропуску кадров.

Малая частота кадров приводит к одной из главных проблем для видео на ПК. Видео с частотой ниже 24 кадров/с не является плавным и приводит к дискомфортному восприятию, тем более, что пропущенные (потерянные) кадры содержат данные синхронизации звука и изображения.

Соотношение способов сжатия и декомпрессии видео требует рассмотрения понятий симметричного и асимметричного сжатия. Симметричное сжатие предоставляет возможность воспроизвести видеофрагмент, например, с разрешением 640 на 480 при скорости в 30 кадров/с, при том условии, что оцифровка и запись его выполнялась с одинаковыми параметрами. А в асимметричном сжатии одна секунда видео обрабатывается за значительно большее время. Степень асимметричности сжатия, как правило, задается отношением, например, 150:1 означает соответствие временного интервала сжатия одной минуты видео 150 минутам реального времени.

Асимметричное сжатие обычно более удобно и эффективно для достижения качественного видео и оптимизации скорости его воспроизведения. К сожалению, при этом кодирование полнометражного ролика может занять слишком много времени, вот почему подобный процесс выполняют специализированные компании, куда отсылают исходный материал на кодирование (что увеличивает материальные и временные расходы на проект).

Сжатие с потерей или без потери качества. Как мы уже говорили, чем выше коэффициент сжатия, тем больше страдает качество видео. Все методы сжатия приводят к некоторой потере качества. Даже если это не заметно на глаз, всегда есть разница между исходным и сжатым материалом. Пока существует всего один алгоритм (разновидность Motion-JPEG для формата Kodak Photo CD), который выполняет сжатие без потерь, однако он оптимизирован только для фотоизображений и работает с коэффициентом 2:1.

Сжатие видеопотока или покадровое сжатие – это, возможно, наиболее обсуждаемая проблема цифрового видео. Покадровый метод подразумевает сжатие и хранение каждого видеокadra как отдельного изображения. Сжатие видеопотока основано на следующей идее: несмотря на то, что изображение все время претерпевает изменения, задний план в большинстве видеосцен остается постоянным – отличный повод для соответствующей обработки и сжатия изображения. Создается исходный кадр, а каждый следующий сравнивается с предыдущим и последующим изображениями, а фиксируется лишь разница между ними. Этот метод позволяет существенно повысить коэффициент сжатия, практически сохранив при этом исходное качество. Однако в этом случае могут возникнуть трудности с покадровым монтажом видеоматериала, закодированного подобным образом.

Коэффициент сжатия. Этот показатель особенно важен для профессионалов, работающих с цифровым видео на компьютерах. Его ни в коем случае нельзя путать с коэффициентом асимметричности сжатия. Коэффициент сжатия – это цифровое выражение соотношения между объемом сжатого и исходного видеоматериала. Для примера, коэффициент 200:1 означает, что если принять объем полученного после компрессии ролика за единицу, то исходный оригинал занимал объем в 200 раз больший.

Повышенный коэффициент сжатия напрямую связан с ухудшением качества видео, однако следует учитывать используемый алгоритм при сжатии. Для MPEG стандартным соотношением считается 200:1, которое позволяет сохранить неплохое качество. Другие варианты Motion-JPEG используют коэффициенты от 5:1 до 100:1, но даже при соотношении в 20:1 трудно достичь хорошего качества изображения. На качество видео оказывает влияние не только тип алгоритма сжатия, но и параметры цифровой видеоплаты, а также конфигурация компьютера и используемое программное обеспечение.

Методы сжатия видео основаны на использовании математических алгоритмов для удаления, систематизации, усреднения похожих данных, которые присутствуют в видеосигнале. Выбор определенного алгоритма зависит от конечной цели. Из всего существующего разнообразия алгоритмов сжатия, включая PLV, Compact Video, Indeo, RTV и AVC, только

некоторые из них (Motion JPEG, MPEG-1 и MPEG-2) отвечают международным стандартам для сжатия видео.

Основа для кодирования у алгоритмов группы MPEG общая. Данная группа в ходе сжатия видеоданных предполагает реализацию нескольких основных идей:

Устранение избыточного пространственного объема изображений через сдерживание или удаление мелких деталей сцены, не имеющих смысла в визуальном восприятии человеком.

Использование более низкого цветового разрешения при упрощенном представлении изображений (y – яркость, u и v – цветоразностные сигналы), установлено, что глаз менее чувствителен к пространственным изменениям оттенков цвета по сравнению с изменениями яркости.

Повышение информационной плотности результирующего цифрового потока путем выбора оптимального математического кода для его описания (например, использование более коротких кодовых слов для наиболее часто повторяемых значений).

Кроме того, основная идея заключается в разделении кадров на опорные, а также, так называемые, предсказанные (то есть строящиеся на основе опорных) как однонаправленные, так и двунаправленные предсказываемые кадры (под направлением понимается временная последовательность представления кадров видео).

MPEG-2 как стандарт был специально введен для использования в процессе кодирования телевизионных сигналов. С помощью него появилась возможность получения полной четкости декодированного ТВ-изображения, соответствующую международному соглашению, получившему название «Рекомендация 601 МККР».

Принятие стандарта MPEG-2 позволило перевести работы с компрессией видеоданных в область практического внедрения. Сейчас можно выделить более десятка фирм, выпускающих кодеры и декодеры в соответствии со стандартом MPEG-2. Хорошо известными из них являются Philips, Panasonic и др. С октября 1995 г. спутник PanAmSat позволил начать вести 20-канальное ТВ-вещание по стандарту MPEG-2 на территории Скандинавии, стран Бенилюкса, Ближнего Востока и др.

Стандарт MPEG-3 специально разрабатывался для HDTV, но не получил широкой известности из-за того, что для HDTV было вполне достаточно MPEG-2.

Основы наиболее распространенного в наше время стандарта MPEG-4 были заложены группой разработчиков из MPEG еще в 1993 году, а в конце 1998 года произошло утверждение его первого стандарта. Затем стандарт дорабатывался, и в 1999 году получил официальный статус со стороны ISO/IEC.

Целью MPEG-4 была выработка специального стандарта кодирования, обеспечивающего разработчиков универсальным средством сжатия

видео и позволяющего обрабатывать аудио- и видеоданные естественного и искусственного (синтезированного) происхождения. Данная особенность применения отличает MPEG-4 кардинальным образом от видеостандартов предшественников MPEG-1 и MPEG-2, в которых оптимальное сжатие данных возможно лишь применить к естественному видео и аудио.

Кодирование в формате MPEG-4 является разделным. Этот принцип означает, что для кодирования видеокomпоненты применимы одни способы и алгоритмы сжатия, тогда как для кодирования аудиокomпоненты – другие. Недостатком данного специфичного подхода к процессу сжатия является необходимость соотнесения двух потоков при последующем совместном воспроизведении в режиме реального времени.

Основные функции сжатия видеостандарта MPEG-4 представлены технологией применения всего комплекса алгоритмов сжатия, которые применяются в зависимости от первоначального качества и природы видеофрагмента, а также в совокупности упорядоченно обрабатывающих исходное видео при помощи разных по природе алгоритмов сжатия. Такие методы названы методами прогрессивного словарного кодирования и кодирования с применением чересстрочного сканирования.

Процесс формирования цифрового изображения, кроме очевидных преимуществ формата, несет в себе и другие существенные преимущества, прежде всего, потому, что цифровой сигнал не подвержен ослаблению при передаче на большие расстояния в отличие от аналогового сигнала. Поэтому он либо принимается без искажений, либо вообще не принимается. Помехам, характерным для работы нецифрового оборудования, цифровой сигнал не подвержен. Передача в компрессированном виде цифрового сигнала намного сужает полосу пропускания канала [77].

Любая компрессия предполагает выбор компромисса. Как известно, наивысшее качество имеет некомпрессированное цифровое видео, но для его передачи потребуется огромное количество данных, что потребует максимальную пропускную способность, которую может обеспечить только локальная сеть.

Преобразование видео с использованием компрессии позволяет передавать в эфир высококачественное изображение.

Необходимо отметить, что важнейшим компонентом системы HDTV служит мелкая деталь – пиксел. Красная, зеленая и синяя компоненты изображения в аналоговом телевидении представляют собой вертикальные прямоугольники. В HDTV они приобретают форму квадрата аналогично компьютерным мониторам и благодаря этому – вчетверо меньше пикселей в аналоговом ТВ, соответственно, мелкие детали становятся намного четче.

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Понятийный аппарат компьютерной графики и ее виды.
2. Классификация графического представления информации. Принципы формирования изображений.
3. Поясните термины «растровая графика» и «векторная графика».
4. Охарактеризуйте растровые и векторные графические редакторы.
5. Принципы формирования трехмерного графического изображения.
6. Стандарты базовой графической системы.
7. Программные средства компьютерной графики.
8. Набор спецификаций DirectX.
9. Графические файлы и их форматы.
10. Форматы аудиосигналов.
11. Аналоговый и цифровой методы передачи видеосигналов.
12. Основные характеристики цифрового видео.
13. Основные принципы сжатия видеоданных.
14. Стандарт кодирования MPEG-4.

ГЛАВА 9. Автоматизированные информационные системы в информационном обеспечении поддержки принятия решений

§ 9.1. Общие понятия и назначение информационных систем

В настоящее время существует достаточно широкий диапазон значений, определяющих понятия «информация» и «система». Непосредственно термин «информационная система» (ИС), в свою очередь, также имеет множество толкований, в основном отражающих целевое назначение ИС [30; 51; 73; 78; 169; 171; 173; 192; 196]. Подобная тенденция характерна как для понятий автоматизированных информационных систем, так для и информационных сетей [30; 195; 192]. Представляет интерес такая разновидность ИС, как информационная сеть, на основе которой осуществляется построение современных информационных технологий [196].

Информационная сеть – совокупность информационных систем, взаимодействующих друг с другом по каналам связи.

В целом понятие информационных сетей содержит уже известные [30; 196] положения информационного процесса, представляющие собой совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов, направленных на выявление, анализ, ввод, обработку, хранение, поиск, передачу, предоставление информации и принятие решений.

Информационная сеть является распределенной в пространстве системой, включающей в себя множества сосредоточенных (локальных) подсистем (информационных узлов), программно-аппаратных средств обеспечивающих реализацию составляющих информационного процесса, а также средств, позволяющих осуществлять соединение и взаимодействие используемых подсистем с целью представления различных услуг информационного обслуживания удаленным пользователям.

Определение информационной системы, приведенное ниже, имеет не только широкий смысл, но и высокий уровень общности, что позволяет его активно использовать.

Информационная система – взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки информации в интересах достижения поставленных целей [78].

Законодатель в Федеральном законе «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» дает следующее определение:

Информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств [1].

В этом случае под информационными процессами понимают процессы сбора, обработки, накопления, хранения, поиска, переработки и распространения информации.

Информационная система, в отличие от других систем, имеет свои отличительные черты, приведенные в таблице 9.1.

Таблица 9.1.

Варианты систем

Система	Элементы системы	Цель системы
Организация (предприятие)	Люди, оборудование, материалы, здания, другое	Производство (предоставление) продукции (услуг)
Вычислительная система (СВТ)	Электронные, электронно-механические элементы и другое	Обработка информации и данных
Телекоммуникационная система	Коммутационные элементы и системы, вычислительные системы, модемы, сетевое и программное обеспечение, линии и каналы связи и другое	Передача информации и данных
Система управления	Управляемые и управляющие элементы, прямые и обратные связи и другое	Поддержание желаемого состояния объекта (системы) в условиях возмущающих воздействий
Информационная система	ЭВТ, информационные сети, люди, информационное, программное, математическое, техническое обеспечение	Формирование информационных ресурсов, продуктов и услуг

Одной из основных особенностей информационной системы является использование аппаратной составляющей в качестве технической базы и инструмента.

В целом информационная система предназначена для решения таких задач, как: обработка данных; информационное обеспечение систем управления; автоматизация расчетных задач; автоматизация систем поддержки принятия решения и т.д.

Несмотря на то, что информационные системы используются в разных видах достаточно давно, в настоящее время принято выделять четыре основных этапа развития:

- первый этап (1950–1960 гг.). На данном этапе происходило создание информационных систем, предназначенных для обработки расчетной документации на электромеханических бухгалтерских машинах, что позволяло повысить скорость обработки текущей документации, а также упрощало операции обработки счетов и расчета заработной платы;

- второй этап (1960–1970 гг.). Происходит создание управленческих информационных систем, позволяющих сократить время подготовки различных видов отчетности в различных сферах деятельности;

- третий этап (1970–1980 гг.). Обеспечивается разработка систем поддержки принятия решений для различных звеньев управления с целью обеспечения выработки оптимальных решений;

- четвертый этап (1980–2000 гг.). Создание стратегических информационных систем с целью автоматизации процессов управления различными видами деятельности, которые, в свою очередь, позволяют обеспечить эффективное развитие личности, общества и государства.

Развитие современных информационных систем сопряжено с рядом их особенностей [75]:

- сложностью и неполной определенностью среды функционирования ИС, трудно поддающейся моделированию;

- сложностью сопряжения систем со средой, включающей множество входных и выходных цепей;

- сложностью структурных и алгоритмических функциональных взаимосвязей входных и выходных сигналов систем;

- большими объемами баз данных и баз знаний;

- необходимостью минимальных временных затрат на постоянную модернизацию ИС и др.

Информационная система вне зависимости от своего назначения характеризуется:

- наличием всевозможных разнонаправленных (прямых, обратных, многоканальных, многонаправленных) связей, а также процессов организации и управления;

- сложностью, препятствующей без указания дополнительных условий и ограничений получить достаточно полное и точное формализованное описание;

- наличием всевозможных, распределенных в пространстве, составляющих информационного процесса, которые сменяют друг друга во времени.

Современная информационная система включает в свой состав элементы, предназначенные для:

- ввода информации от внешних (внутренних) источников, обработки информации и последующего предоставления в удобном для пользователя виде;

- вывода (предоставления) информации потребителям и (или) последующей передачи в другие системы, обеспечения обратной связи, предоставления переработанной информации.

Создаваемая информационная система должна соответствовать требованиям, предъявляемым к структуре и управлению, принципам построе-

ния систем, адаптивности, динамичности, анализируемости. Кроме того, необходимо предусмотреть возможность использования в процессе построения информационной системы системного подхода, обеспечить достаточность выходной информации для обеспечения принятия решения и соответствие человеко-машинным системам обработки информации.

К основным результатам внедрения информационных систем можно отнести:

- получение рациональных вариантов для оптимального решения управленческих задач посредством использования как математических методов, так и интеллектуальных систем;
- автоматизация рутинных операций с целью повышения производительности труда;
- обеспечение достоверности информации;
- развитие безбумажного документооборота с целью повышения эффективности рациональности переработки информации (документов);
- совершенствование структуры потоков информации и системы документооборота;
- снижение затрат на производство продуктов и услуг;
- предоставление потребителям уникальных информационных услуг и т.д.

§ 9.2. Структура и общая характеристика информационных систем

Понятие и содержание любой системы, в том числе и информационной, раскрывает как схему связи, так и взаимодействие между элементами [30; 195]. В то же время в связи с большим разнообразием и динамичностью существующих структур подобное понятие недостаточно полно и, как следствие, однозначно определяет составные части системы. Для устранения этих противоречий вводится понятие «архитектура системы», являющееся достаточно самостоятельным и дополняющее описание структуры системы.

Принято выделять следующие стороны описания информационной системы:

- физическое – определяет состав и существующие связи элементов;
- логическое – отображает функционирование.

В качестве видов обеспечения существующих информационных систем рассматривается физическое строение, техническое, информационное, программное и другие.

Физическая структура отображает схему связей таких физических (аппаратных) элементов системы, как технические средства, аппаратура узлов коммутации, вычислительные устройства и т.д.

Логическая структура определяет действующие принципы установления связей, необходимые алгоритмы организации, функционирования и управления протекающими процессами, логику функционирования программных средств.

Топологическая структура обобщает геометрическую модель построенной физической структуры.

Конфигурация системы отображает не только состав организационно-технических, программно-аппаратных, математических, организационных, правовых, морально-этических средств и мероприятий, но и схему их связей.

Архитектура, содержащая основные принципы построения системы, позволяет объединить физические, логические и функциональные структуры. При этом одним из основных требований к архитектуре системы является ее адаптируемость.

Адаптируемость заключается в способности системы целенаправленно приспосабливаться при любых изменениях физической, функциональной, логической структуры, а также технологических схем или условий функционирования информационных систем.

Данное требование достаточно важно, что обуславливается:

- существенными изменениями в процессе функционирования характеристик и показателей системы;
- потенциальной возможностью значительного изменения структуры, технологического процесса и условий функционирования системы;
- недостаточной структуризацией протекающих процессов управления и высокой степенью их неопределенности.

К архитектуре системы, в дополнение к адаптируемости, предъявляются и другие целевые требования, оказывающие существенное влияние на эффективность управления:

- функциональные, предусматривающие обеспечение решения системой любой совокупности задач управления;
- эргономические, предназначенные для решения системой задач по минимизации помех и повышению удобства, как для обслуживающего персонала, так и для должностных лиц;
- экономические, направленные на минимизацию затрат ресурсов и максимизацию использования средств системы;
- технические, предусматривающие комплексное использование средств, элементов и комплексов управления системой;
- организационные, направленные на обеспечение простоты эксплуатации и структурированности всех компонентов системы.

В процессе создания и развития систем сложился ряд общеметодологических принципов, определяющих архитектуру систем:

- концептуальное единство;

- адекватность требованиям управления;
- адаптируемость (гибкость);
- функциональная самостоятельность;
- удобство использования;
- минимизация представляемых прав;
- полнота контроля;
- адекватность реагирования;
- экономичность.

Концептуальное единство предусматривает рассмотрение и реализацию архитектуры, технологии, организации и обеспечения функционирования системы как в целом, так и по отдельности в соответствии с основными положениями концепции системы и ее управления.

Адекватность требованиям управления предусматривает строгое соответствие системы требованиям к управлению.

Адаптируемость (гибкость) предполагает возможность построения и организации функционирования системы с учетом обеспечения эффективной реализации функций управления при возможных изменениях в определенных пределах структуры, технологических схем или условий функционирования.

Функциональная самостоятельность предусматривает самостоятельное обеспечение подсистем обработки информации, реализующих различные функции вне зависимости от особенностей функционирования других подсистем.

Удобство использования направлено на реализацию эргономических требований, обеспечивающих исключение или значительное снижение неудобств в использовании системы человеком.

Минимизация представляемых прав предусматривает в законодательном порядке предоставление полномочий на доступ каждому должностному лицу и сотруднику из обслуживающего персонала только к необходимым по функциональному назначению ресурсам системы.

Полнота контроля направлена на осуществление наиболее полного по объему контроля и регистрацию процедур формирования, функционирования и использования системы.

Адекватность реагирования направлена на обеспечение соответствующего реагирования на любые попытки антагонистических воздействий на систему.

Экономичность системы предназначена для минимизации затрат ресурсов в процессе создания системы с учетом соблюдения функциональных, эргономических, технических, организационных требований.

Информационное обеспечение представляет собой совокупность единой системы классификации и кодирования информации, а также

унифицированных систем документации схем циркулирующих информационных потоков, а также методологию построения баз данных.

Создание унифицированных систем документации (УСД) направлено на обеспечение показателей различных сфер деятельности общественного производства на всех уровнях (государственном, республиканском, отраслевом и региональном).

Указанные принципы учитываются при формировании структуры информационной системы, которая представляет собой множество взаимосвязанных обеспечивающих подсистем (рисунок 9.1).

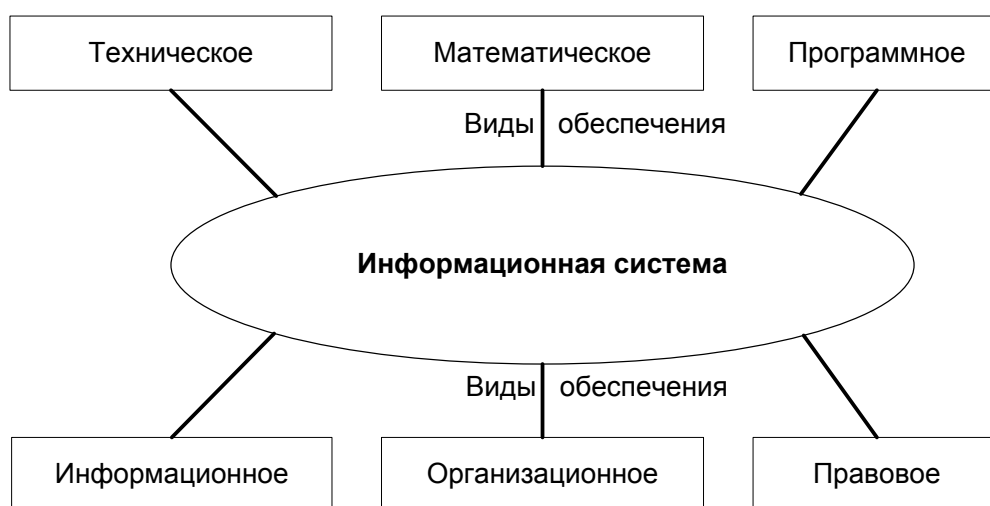


Рисунок 9.1. Структура информационной системы как совокупность подсистем обеспечения.

Разработка и формирование УСД, а также таких ее составляющих, как унифицированные формы документов для различных уровней управления, состав и структура реквизитов, порядок внедрения, ведения и регистрации, осуществляется в строгом соответствии с действующими государственными стандартами.

Существующие в настоящее время унифицированные системы документации обладают таким рядом недостатков, как значительный объем документов для ручной обработки, дублирование документов, значительный объем циркулирующих документов специалистов для решения непосредственных задач, предоставления не используемых на практике показателей и т.д.

Схемы информационных потоков отражают маршруты циркуляции и объемы информации, точки появления первичной информации, а также результаты ее обработки.

Построение наглядной схемы информационных потоков направлено на выработку мер по совершенствованию системы управления, выявление объемов используемой информации и проведение ее детального анализа,

исключение случаев дублирования или неиспользования информации, а также классификацию и рациональное предоставление информации.

Существующая методология построения баз данных базируется на теоретических основах их проектирования (рисунок 9.2).

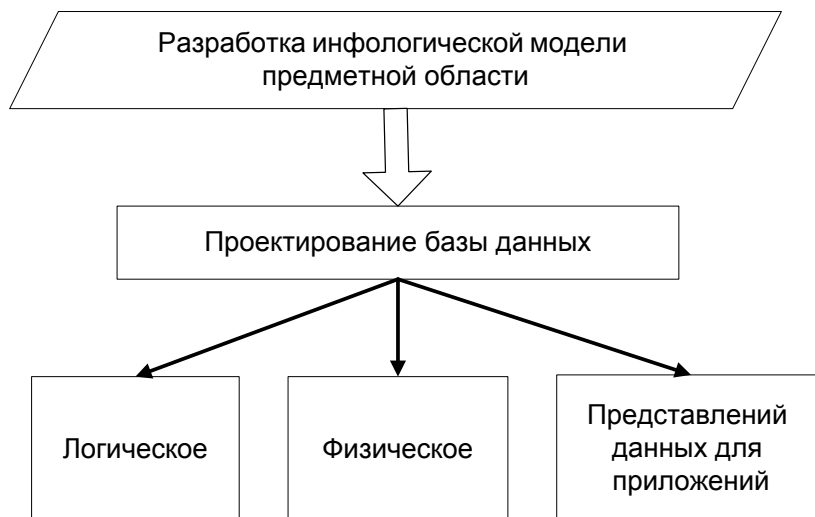


Рисунок 9.2. Этапы процесса проектирования базы данных.

Концепция и методология может быть представлена в виде следующих двух последовательно реализуемых на практике этапов.

В процессе первого этапа обеспечивается исследование функциональных подразделений организации с целью уяснения специфики и структуры деятельности, построения схемы информационных потоков, проведения анализа используемой системы документооборота. Кроме того, производится определение информационных объектов и соответствующего состава реквизитов (характеристик, параметров) с обязательным описанием их свойств и назначения.

На втором этапе осуществляется построение концептуальной информационно-логической модели данных для сферы деятельности, исследованной на первом этапе. В модели в обязательном порядке устанавливаются и оптимизируются все связи между объектами и их реквизитами.

Информационно-логическая (инфологическая) модель предметной области является основой для создания базы данных и обеспечивает отражение предметной области в виде совокупности как информационных объектов, так и их связей.

Разработка информационного обеспечения предполагает обязательное формирование целей, задач и функций не только непосредственно для системы, но и для всех входящих в нее подсистем. Также обеспечивается выявление всех возможных маршрутов информационных потоков на различных этапах жизненных циклов и различных уровнях управления. Отдельное внимание уделяется совершенствованию системы документообо-

рота, наличию и широкому использованию системы классификации и кодирования, обязательному владению методологией создания концептуальных информационно-логических моделей, которые наглядно отражают существующие взаимосвязи информации, создание информационных массивов на машинных носителях с использованием современного технического обеспечения.

Техническое обеспечение представляет собой комплекс технических средств, обеспечивающих функционирование информационной системы, а также комплект необходимой документации как на средства, так и технологические процессы.

Комплекс технических средств включает такие устройства, как: различные модели персональных компьютеров, устройства, обеспечивающие циркуляцию информации (устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода), устройства и линии передачи данных, специальную оргтехнику и устройства автоматического съема информации и т.д.

Документация, входящая в техническое обеспечение, включает общесистемную (актуальные на настоящий момент государственные и отраслевые стандарты), специализированную (комплекс методик по поэтапной разработке технического обеспечения) и нормативно-справочную (необходимую для проведения расчетов по техническому обеспечению документации).

К основным формам организации технического обеспечения или формам использования технических средств относят как централизованную, так и частично или полностью децентрализованную. В процессе децентрализации технических средств обеспечивается реализация используемых функциональных подсистем непосредственно на персональных компьютерах, установленных на рабочих местах. Частично децентрализованная система является перспективной формой организации технического обеспечения, которая включает в свой состав персональные компьютеры и большие ЭВМ для хранения информационных массивов, общих для любых функциональных подсистем.

Математическое и программное обеспечение является совокупностью математических методов, моделей, алгоритмов и программ, направленных на реализацию целей и задач информационной системы и обеспечение функционирования всего комплекса технических средств.

К основным средствам математического обеспечения принято относить средства и методы моделирования процессов и систем, методы математического программирования, теории массового обслуживания, типовые задачи управления и т.д.

Программное обеспечение включает в себя не только различные программные продукты, но и их техническую документацию.

Общесистемное программное обеспечение представляет собой комплекс программ, направленных на решение типовых задач обработки ин-

формации и ориентированных на конечных пользователей, а также предназначенных для расширения функциональных возможностей средств вычислительной техники, контроля и управления протекающими процессами обработки информации.

Специальное программное обеспечение является совокупностью программ, созданных в процессе создания конкретной информационной системы.

В состав специального программного обеспечения входят пакеты прикладных программ (ППП), отражающих процессы функционирования реального объекта и направленных на реализацию моделей разной степени активности. Техническое задание (техническая документация) на разрабатываемые программные средства должна обязательно содержать такие элементы, как подробное описание задачи, задание на алгоритмизацию, экономико-математическую модель задачи, контрольные примеры.

Системная программа (system program) – программа, входящая в состав операционной системы.

Операционная система (operating system (OS)) содержит программные средства, позволяющие обеспечивать управление выполнением программ, реализовывать функции планирования, управления процессами ввода-вывода, управления данными и т.д.

Прикладная программа (application program) предназначена для решения конкретной задачи или целого класса задач в заданной области применения систем обработки информации.

Организационное обеспечение – совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы.

Организационное обеспечение предназначено для решения задач анализа используемой системы управления, под которую формируется информационная система, своевременное выявление задач, требующих автоматизации с помощью средств вычислительной техники, подготовки технического задания и технико-экономического обоснования эффективности систем, методологии решения задач. Кроме того, организационное программное обеспечение способствует выработке управленческих решений по составу и структуре организации, позволяющих повысить эффективность системы.

Правовое обеспечение содержит совокупность действующих правовых норм, которые регламентируют порядок получения, преобразования и использования информации, а также определяют процесс создания, юридический статус и функционирование информационной системы.

Правовое обеспечение этапов разработки информационной системы содержит права, обязанности и определяет ответственность обслуживающего персонала, определяет статус информационной системы, норматив-

ные акты, раскрывающие порядок создания и использования информации и т.д. В целом, правовая основа информационных систем основывается на нормативных правовых актах органов государственной власти, а также отдельных нормативных правовых актах министерств, ведомств, организаций, органов местного самоуправления.

§ 9.3. Классификация информационных систем

1) *Обобщенная классификация информационных систем*

Создание информационных систем обусловлено необходимостью решения соответствующих задач обработки информации, а классификация ИС связана с формальным (математическим и алгоритмическим) описанием решаемых задач обработки информации (таблица 9.2) на технологических участках и методами их решения [51; 78; 114; 115].

Таблица 9.2.

Вариант классификации ИС

Признаки классификации ИС		
Класс задач обработки информации	Типы задач	Уровень и глубина сложности процесса обработки информации
Классы информационных систем		
Информационно-поисковые	Структурированные	Ординарные
Логико-аналитические	Неструктурированные	Полуординарные
Поисково-оптимизационные	Частично структурированные	Неординарные

На основании изложенного можно выделить такой важный признак классификации информационных систем, как *класс задач обработки информации*, и предложить следующий вариант классификации:

- информационно-поисковые информационные системы (ИПИС), позволяющие обеспечить решение задач по преобразованию информации на синтаксическом уровне;
- логико-аналитические информационные системы (ЛАИС), направленные на решение вычислительных процедур, то есть на преобразование информации на семантическом уровне;
- поисково-оптимизационные информационные системы (ПОИС), позволяющие решать задачи преобразования информации на прагматическом уровне.

Признак классификации по *типу задач обработки информации* позволяет классифицировать информационные системы как структурированные; неструктурированные; частично структурированные.

Структурированные информационные системы обеспечивают решение структурированных задач, в которых известны как все элементы системы, так и взаимосвязи между ними.

Неструктурированные информационные системы, в свою очередь, обеспечивают решение неструктурированных задач в случаях невозможности выделения элементов и установления связей между ними.

Частично структурированные информационные системы позволяют решать задачи с частично известными связями между элементами.

По уровню глубины и сложности процессов обработки информации информационные системы подразделяются на ординарные, полуординарные, неординарные.

Ординарные информационные системы позволяют решать незначительные по объему и строго определенные по содержанию преобразований информационные задачи.

Неординарные информационные системы позволяют решать значительные по объему и сложности, а также обладающие неопределенностью процессов обработки информации информационные задачи.

Полуординарные информационные системы позволяют решать информационные задачи с характеристиками, которые представляют собой комбинации характеристик ординарных и неординарных задач.

2) Классификация информационно-поисковых информационных систем

В зависимости от вида содержащейся информации существующие информационно-поисковые информационные системы (ИПИС) подразделяются на документальные и фактографические. В зависимости от используемых процедур информационного поиска информационные системы подразделяются на системы простого информационного поиска, селективного отбора и аналитико-синтетической обработки информации.

К подобным ИПИС относят: автоматизированные информационные системы (АИС); автоматизированные информационно-логические системы (АИЛС); системы динамического обеспечения; документальные (библиографические, библиотечные) информационные системы (ДИБС); документально-фактографические информационные системы; системы запроса страниц; запросно-ответные системы; интегрированные системы; интегрированные системы обработки данных; системы информационного обслуживания; информационно-поисковые системы; системы манипулирования данными.

3) Классификация логико-аналитических информационных систем

ЛАИС классифицируется в зависимости от уровня сложности логико-аналитической обработки информации, показателей сложности вычислительных процедур, а также объему обрабатываемых данных (таблица 9.3). В качестве примера логико-аналитической информационной системы можно назвать автоматизированные системы обработки данных (информации) (АСОД, АСОИ), являющиеся наиболее изученным и используемым вариантом.

Таблица 9.3.

Классификация логико-аналитических ИС

Характеристики		Объем обрабатываемой информации ИС		
		Малый	Средний	Большой
Сложность процедур преобразования	Малая	Простые		Сложные
	Средняя	Простые	Сложные	Сверхсложные
	Большая	Сложные	Сверхсложные	

Автоматизированная система обработки данных (информации) (automatized data processing system) является программно-техническим комплексом, предназначенным для решения широкого круга вычислительных задач.

АСОД (АСОИ) обеспечивает ввод данных, их обработку по заданным алгоритмам (программам), а также предоставление (вывод) результатов в соответствии с требуемой формой. К ЛАИС относят информационно-логические, информационно-вычислительные или информационно-расчетные системы (ИВС, ИРС) и т.д.

4) Классификация поисково-оптимизационных информационных систем

Поисково-оптимизационные информационные системы (ПОИС) строятся с учетом обязательного выполнения требований по организации процедур и методов поиска оптимальных решений информационных задач, а также под влиянием следующих факторов:

- степени (полноты) информированности о структуре управляемой системы;
- цели и правил функционирования управляемой системы;
- влияния внешней среды;
- уровня (вида) предоставляемой информации или степени ее определенности;
- размерности задач (количества переменных и накладываемых на них ограничений);

- числа показателей оптимизации решения.

Степень (уровень) структурированности задачи определяют первые три фактора, простоту (ординарность) – заключительный. Исходя из этого, возможна классификация ПОИС по степени структурированности задач на следующие классы: хорошо структурированные (ХС) (формализованные) ИС; слабо (частично) структурированные (ЧС) ИС; неструктурированные (НС) ИС (таблица 9.4).

Таблица 9.4.

Классификация поисково-оптимизационных систем

Степень структурированности задач			Размерность задачи	Уровень представления информации		
Отрывочная	Частичная	Полная		Количественный	Количественно-качественный	Количественный
НС	ЧС		Большая		ЧС	НС
НС	ЧС	ХС	Средняя	ХС	ЧС	НС
НС	ЧС	ХС	Малая	ХС	ЧС	НС

Предлагаемые классы информационных систем образуются под влиянием качественных значений таких показателей, как размерность задачи, степень информированности, уровень представления информации.

Эффективность работы и уровень автоматизации информационной системы напрямую зависят от степени формализации. Точность математического описания задачи оказывает существенное влияние на возможности компьютерной обработки данных и значительно снижает потребность в участии оператора в процессе решения, что определяет степень автоматизации задачи.

Хорошо структурированная информационная система решает формализованные задачи с известными элементами и взаимосвязями между ними, размерностью задачи не выше средней. При этом система обладает высокой степенью информированности и количественным уровнем представления информации.

Слабо (частично) структурированная информационная система обладает возможностью частичного выделения элементов и их связей, большой размерностью задачи. При этом система содержит количественно-качественный уровень представления информации, а степень информированности системы – не ниже частичной.

Неструктурированная (неформализуемая) информационная система обладает большой размерностью задач, не в состоянии выделять элементы и устанавливать связи между ними. При этом система обладает отрывоч-

ной степенью информированности и качественным уровнем представления информации.

В *структурированной* задаче ее содержание выражается в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения. Решение подобных задач носит рутинный характер, так как их приходится решать многократно.

Информационные системы используются для решения структурированных задач с целью максимальной автоматизации процесса решения, то есть без участия оператора.

Решение *неструктурированных* задач связано с существенными трудностями в связи с невозможностью создания математического описания и разработки алгоритма. Возможности использования информационной системы невелики, так как решения принимаются оператором из эвристических соображений на основе полученного опыта и в ряде случаев косвенной информации из разных источников.

Следует отметить, что в основной массе организаций существует сравнительно немного полностью структурированных или совершенно неструктурированных задач. В большинстве случаев известна лишь часть их элементов и связей между ними, и, следовательно, для решения задач существует потребность в создании *частично структурированной* информационной системы. Такая система автоматизирована, но обрабатываемая в ней информация анализируется человеком.

Современные информационные системы, предназначенные для решения частично структурированных задач, принято подразделять на два вида: создающие управленческие отчеты и разрабатывающие возможные альтернативы решения (модельные, экспертные). Системы первого вида предназначены в основном для обработки данных (поиск, сортировка, агрегирование, фильтрация), а полученные отчеты могут использоваться для выбора одной из альтернатив при принятии управленческих решений. Создающие управленческие отчеты информационные системы направлены на оказание необходимой помощи лицам, принимающим решения, посредством предоставления доступа к данным из информационных массивов и их частичной обработки. В результате манипулирования данными подобная система обеспечивает:

1. Комбинирование получаемых из различных источников данных.
2. Быстрое оперирование (исключение, добавление) источниками данных и автоматическое переключение между источниками в процессе поиска информации.
3. Использование возможностей системы в процессе управления данными.
4. Логическую независимость данных конкретного типа от других информационных массивов (баз данных), входящих в подсистему информационного обеспечения.

5. Отслеживание в автоматическом режиме информационного потока для наполнения баз данных.

Модельные информационные системы предоставляют пользователю различные модели (математические, статистические, финансовые и др.), предоставляющие необходимую информацию в результате диалога в процессе исследования модели, что существенно облегчает как выработку, так и оценку возможных альтернатив решения.

Модельная информационная система обладает такими основными функциями, как:

- работа в среде типовых математических моделей (например, решение задач моделирования типа «как сделать, чтобы?», «что будет, если?», анализ чувствительности и др.);
- оперативная и адекватная интерпретация результатов моделирования;
- своевременная и оперативная подготовка (корректировка) как входных параметров, так и ограничений модели;
- графическое отображение динамики модели;
- указание пользователю последовательности шагов формирования и работы модели.

Экспертные информационные системы направлены на оказание помощи пользователю посредством предоставления альтернатив за счет создания экспертных систем и обработки знаний.

Принимаемые пользователем решения экспертно поддерживаются на двух уровнях:

1. Проблемные ситуации сводятся к управленческим решениям некоторых однородных классов (типовой набор управленческих альтернатив), которые основываются на использовании концепции «типовых управленческих решений», а также создании фонда хранения и анализа типовых альтернатив.

2. Решение проблемных ситуаций основывается на генерировании альтернатив на базе имеющихся в информационном фонде данных, правил преобразования и процедур оценки синтезированных альтернатив.

§ 9.4. Современные автоматизированные системы управления

9.4.1. Автоматизированные системы управления

В классической системе управления за выполнение задач проведения анализа ситуации и принятия решения отвечает человек. В случае возникновения необходимости оперативного принятия важных (ответственных) решений, которые основываются на анализе многокритериальных данных (технологический объект сложной структуры), нагрузка на оператора существенно возрастает. Помощь в снижении нагрузки может оказать

автоматизация системы управления с помощью средств вычислительной техники.

Автоматизированная система управления (АСУ) представляет собой комплекс программно-аппаратных средств и персонала, предназначенный для повышения эффективности управления процессами в различных областях деятельности. В отличие от термина «автоматическая», термин «автоматизированная» подразумевает сохранение за оператором ряда функций, не поддающихся автоматизации (например, общего или целеполагающего характера). В результате работы АСУ в системах поддержки принятия решений (СППР) они становятся одним из основных инструментов повышения обоснованности управленческих решений.

Одной из важнейших задач АСУ является повышение эффективности управления посредством повышения производительности труда и совершенствования системы планирования процессов управления. В настоящее время различаются автоматизированные системы управления различными объектами и функциональные автоматизированные системы (например, проектирование плановых расчетов, материально-техническое обеспечение и др.).

Термин АСУ не в полной мере отражает выполняемые системой функции. Более точным кажется название «автоматизированные системы обеспечения управления» (АСОУ), так как в автоматизированных системах управления не учитывается такое звено управления, как пользователь.

В целом система управления представляет собой совокупность тесно взаимосвязанных управленческих процессов и объектов. Повышение эффективности использования всех потенциальных возможностей объекта управления является обобщенной целью автоматизации процессов управления. Таким образом, появляется возможность выделить основные цели автоматизации:

1. Предоставление ревалентных данных лицу, принимающему решение (ЛПР).
2. Ускорение операций по сбору и обработке данных.
3. Снижение числа принимаемых ЛПР решений.
4. Повышение исполнительской дисциплины и уровня контроля.
5. Повышение оперативности управления.
6. Снижение различных затрат со стороны ЛПР на выполнение вспомогательных процессов.
7. Рост обоснованности принимаемых решений.

Требования к стадиям и этапам создания автоматизированных систем содержатся в ГОСТ 34.601-90. «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы» и представлены на рисунке 9.3.

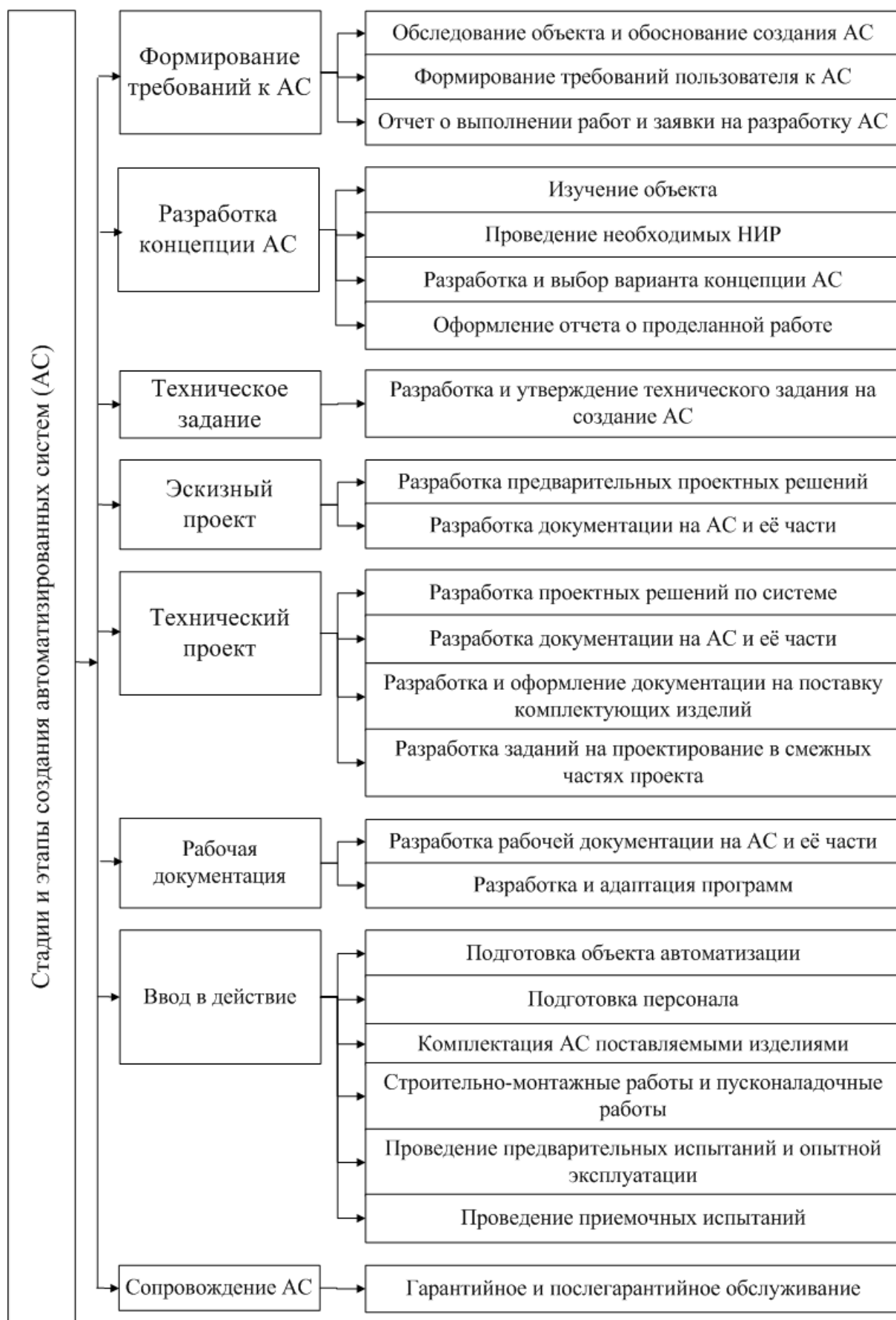


Рисунок 9.3. Стадии и этапы создания автоматизированных систем.

Эскизный, технический проекты и рабочая документация являются последовательными этапами в построении проектных решений. Возможно исключение стадии «Технический проект», отдельных этапов работ на всех стадиях, объединение в «Технорабочем проекте» этапов «Эскизный проект» и «Рабочая документация», допускается параллельное выполнение различных этапов.

Функции, выполняемые АСУ, определяются в техническом задании на создаваемую систему после всестороннего анализа целей управления, наличных ресурсов, ожидаемого результата и т.д. Реализации функций АСУ обеспечивается совокупностью комплексов задач, операций и отдельных задач, а в общем случае содержит такие элементы, как планирование и прогнозирование, учет, контроль, анализ, координацию и регулирование. Весь необходимый состав элементов подбирается для конкретной АСУ, а ее функции могут объединяться в подсистемы по различным признакам.

АСУ обладает рядом классифицирующих признаков, к которым относят:

- сферу функционирования объекта управления (транспорт, народное хозяйство, промышленную или непромышленную сферу и т.д.);
- вид управляемого процесса (организационный, экономический, технологический и т.д.);
- уровень в системе управления, на котором используется АСУ.

В свой состав АСУ включает такие виды обеспечения, как информационное, программное, техническое, организационное, правовое, метрологическое и лингвистическое.

9.4.2. Справочные правовые системы (СПС)

В настоящее время в России широко используются такие справочные правовые системы, как «Гарант» и «Консультант Плюс», у каждой из которых есть свои достоинства, способные сыграть решающую роль в тех или иных условиях.

Главным критерием при выборе той или иной системы является соотношение полноты базы данных, т.е. количества содержащихся в ней документов, и стоимости поставки. Однако этот критерий необходимо рассматривать в нескольких аспектах.

Во-первых, важно количество представленных в базе данных действующих документов, так как, принимая решения, мы, естественно, пользуемся действующим законодательством. Во-вторых, количество документов, принятых конкретным ведомством, ибо отдельные категории пользователей работают с документами определенных государственных структур. В-третьих, количество нормативных документов различных категорий; так, если законы, акты Президента и Правительства РФ представляют интерес для широкого круга пользователей, то ведомственные акты

тех или иных государственных учреждений могут заинтересовать узкий круг пользователей.

Далее мы более подробно рассмотрим возможности и состав наиболее популярных справочных правовых систем.

«Консультант Плюс»

СПС «Консультант Плюс» на базе технологии, разработанной в координационном центре сети «Консультант Плюс», включает в себя две взаимосвязанные компоненты: информационно-поисковую систему и систему передачи информации.

В СПС «Консультант Плюс» реализованы процедуры поиска по следующим параметрам:

- виду документа;
- его регистрационному номеру;
- названию органа, принявшего документ;
- названию документа;
- ключевым словам;
- рубрикам;
- дате принятия;
- дате и номеру регистрации в Минюсте;
- статусу документа;
- словам и словосочетаниям, встречающимся в тексте документа.

Возможность использования логических условий при формировании поискового запроса позволяет:

- работать только с последними редакциями документов;
- отбирать документы, полученные с очередным обновлением;
- отбирать документы, поступившие в Информационный банк пользователя за определенный промежуток времени.

Схема информационного обмена СПС позволяет пользователю формировать свой собственный информационный банк и держать на компьютере тексты только непосредственно необходимых документов.

СПС «Консультант Плюс» представляет собой семейство самостоятельных систем, каждая из которых предназначена для специалистов определенного уровня.

«Консультант Плюс»: Версия Проф. Это справочная система по российскому законодательству. Содержит законы и подзаконные акты, принятые на федеральном уровне. Позволяет организовать тематическую базу, убрав тексты ненужных документов.

«Консультант Плюс»: Эксперт Приложение – справочная система, содержащая все законодательные и нормативные акты РФ, а также документы свыше 80 министерств и ведомств. Включает в себя документы, содержащиеся в системе «Консультант Плюс»: Версия Проф, а также ведомственные документы.

Система «Консультант Арбитраж» – справочная система, содержащая документы Высшего арбитражного суда РФ, Верховного суда РФ, обзоры дел, слушавшихся в разных судах, обзоры адвокатской и арбитражной практики.

«Консультант Плюс»: Региональные выпуски. Содержит документы местного законодательства субъектов РФ.

«Консультант Плюс»: Россия – СНГ. Содержит многосторонние документы СНГ, двусторонние договоры России.

«Консультант Плюс»: Деловые бумаги – это универсальная «мини канцелярия», содержащая формы большинства стандартных деловых документов.

Обновление баз СПС производится курьером, по почте, по электронным сетям Интернет, Релком, Роснет.

Система «Гарант»

Информационные ресурсы СПС «Гарант» разделены на следующие четыре группы:

- правовые базы – программные продукты, поступающие в продажу и устанавливаемые на компьютер пользователя. Каждая из баз содержит полный комплект документов и сопроводительную аналитическую информацию по своей тематике;

- базы – справочники и программы, связанные с правовой тематикой;

- электронный архив – общий банк документов, хранящихся в компании «Гарант-Сервис» в электронном виде. Информация из банка может дополнить Правовые Базы и быть предоставлена в течение одного дня.

- библиотека СПС «Гарант» – документы на бумажных носителях, к которым компания «Гарант-Сервис» имеет доступ и которые может передавать пользователям в печатном виде.

Правовые базы СПС содержат следующие информационные массивы:

- «Законодательство России»;
- «Законодательство России на английском языке»;
- «Таможенное законодательство»;
- «Банковское законодательство»;
- «Землепользование. Недропользование. Природоохрана»;
- «Жилищное законодательство»;
- «Международное право»;
- «Налогообложение и бухучет»;
- «Формы правовых документов»;
- а также региональные базы нормативных документов.

О полноте и достоверности правовых баз данных. Подборкой документов, составляющих информационные базы коммерческих СПС, занимаются сами разработчики, заключая с органами власти договоры о

предоставлении документов. Централизованного информационного канала не существует.

Во всем мире юридическая информация на магнитных носителях не имеет юридической силы. В этом Россия не является исключением. Поэтому в базах данных обычно есть ссылка на печатное издание.

В органах внутренних дел используется специализированная территориально распределенная автоматизированная система «Юрист» (СТРАС «Юрист»).

СТРАС «Юрист» предназначена для оперативного доведения, а также, при необходимости, разъяснения требований правовых актов, регулирующих сферу внутренних дел, до подразделений центрального аппарата МВД России, территориальных органов МВД России, образовательных, научных организаций системы МВД России, окружных управлений материально-технического снабжения системы МВД России, а также иных организаций и подразделений, созданных для выполнения задач и осуществления полномочий, возложенных на МВД России.

СТРАС «Юрист» включает в себя следующие автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС):

- АИПС «НПА МВД России» содержит официальные тексты нормативных правовых актов Министерства внутренних дел Российской Федерации, не имеющих грифа ограничения доступа, а также реквизитный состав нормативных правовых актов, имеющих гриф ограничения доступа.

- АИПС «Судебная практика» содержит тексты постановлений, решений и определений судов различных инстанций по вопросам, относящимся к сфере внутренних дел.

- АИПС «Юридические консультации» содержит разъяснения положений правовых актов, регламентирующих деятельность органов внутренних дел Российской Федерации, и иные материалы консультационного характера.

- АИПС «Международные договоры и соглашения» содержит официальные тексты международных договоров Российской Федерации по вопросам, касающимся деятельности МВД России, многосторонних международных договоров Российской Федерации межведомственного характера, которыми предусмотрено возложение функции депозитария на МВД России.

СТРАС «Юрист» может эксплуатироваться на локальных АРМ, в составе локальной вычислительной сети объекта автоматизации, а также в составе интегрированной мультисервисной телекоммуникационной сети Министерства внутренних дел Российской Федерации.

9.4.3. Единая система информационно-аналитического обеспечения деятельности (ИСОД) МВД России

В настоящее время в системе МВД на базе Интегрированной мультисервисной телекоммуникационной сети (далее – ИМТС) ведется разработка и внедрение Единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности (далее – ИСОД) МВД России, которая помимо обычного проводного подразумевает и мобильный доступ к информационным системам.

ИСОД МВД России направлена на развитие и совершенствование технологий и функций автоматизации и информатизации МВД России, заложенных в Единой информационно-телекоммуникационной системе органов внутренних дел (ЕИТКС ОВД). В целом понятие ИСОД подразумевает совокупность каналов связи и сервисов, размещенных в защищенной сети.

Новизна подобного подхода заключается в том, что все информационные системы размещаются на удаленных серверах (в облаке) и после настройки АРМ для работы в ИСОД установка дополнительного программного обеспечения для доступа к АИС не требуется.

В состав ИСОД МВД России входят следующие компоненты (рисунки 9.4–9.5):

- облачная инфраструктура, состоящая из совокупности вычислительных средств обработки информации, средств хранения информации, расположенных в центрах обработки данных (ЦОД ИСОД МВД России), и программно-технических комплексов единого информационного пространства (ПТК);
- сервисы ИСОД МВД России – программные информационные сервисы, функционирующие на базе облачной инфраструктуры и обеспечивающие выполнение служебно-оперативной деятельности сотрудников МВД России, выполнение государственных услуг и функций ведения централизованных банков данных МВД России;
- интегрированная мультисервисная телекоммуникационная система (ИМТС);
- автоматизированные рабочие места (АРМ) сотрудников МВД.

ИСОД МВД России обеспечивает реализацию следующих основных функций:

- автоматизацию прикладных функций ведомственных общесистемных сервисов, а также сервисов оперативно-служебной деятельности;
- хранение и обработку данных ведомственных централизованных банков данных;
- комплексный анализ данных ведомственных централизованных банков данных;
- разграничение доступа к ресурсам ИСОД МВД России.

Структура и состав облачной инфраструктуры ИСОД МВД России

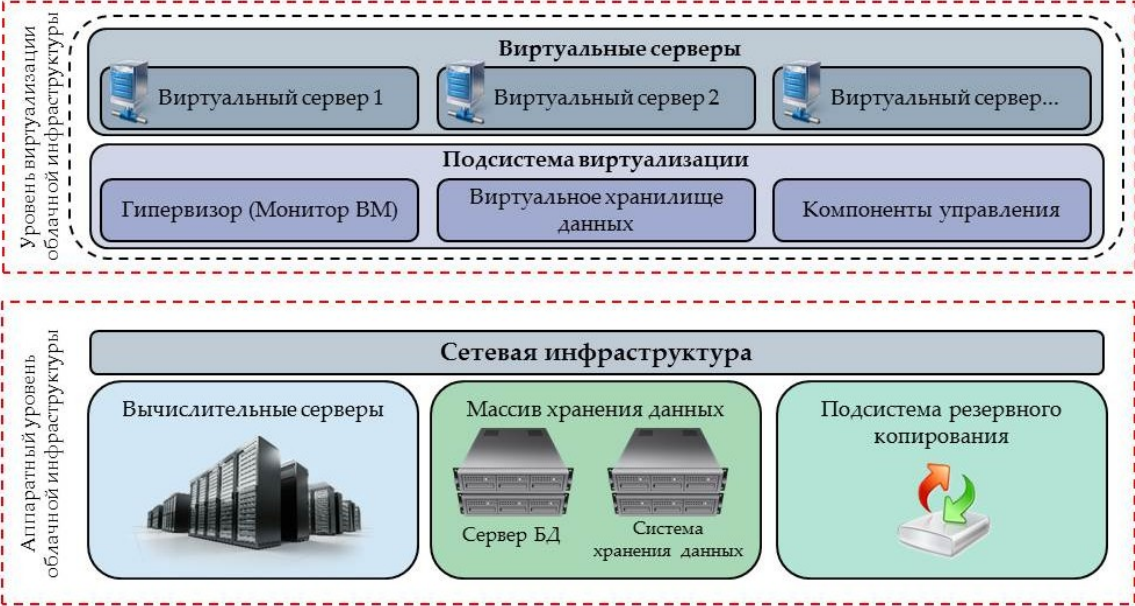


Рисунок 9.4. Состав облачной инфраструктуры ИСОД.

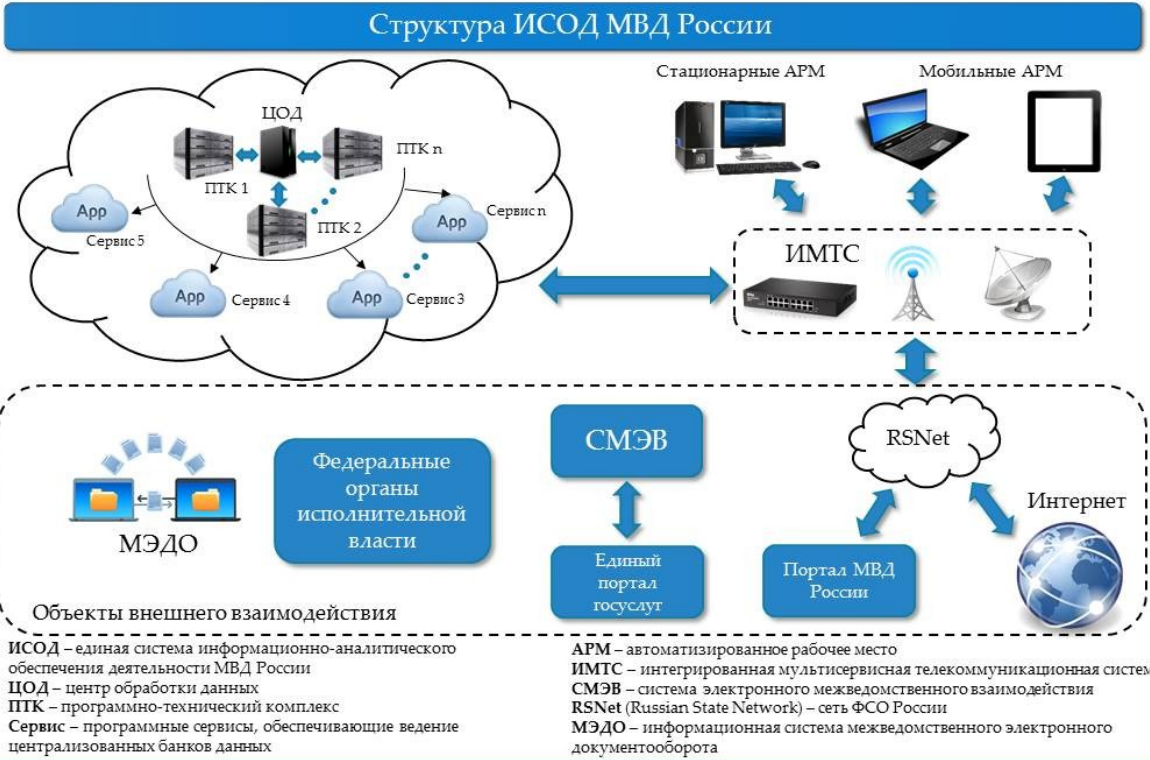


Рисунок 9.5. Структура ИСОД МВД России.

Сервисы, используемые в системе, разделяются на 2 группы:

1. Сервисы обеспечения повседневной деятельности (рисунок 9.6) (базовые сервисы) доступны всем пользователям системы и добавляются автоматически при регистрации.

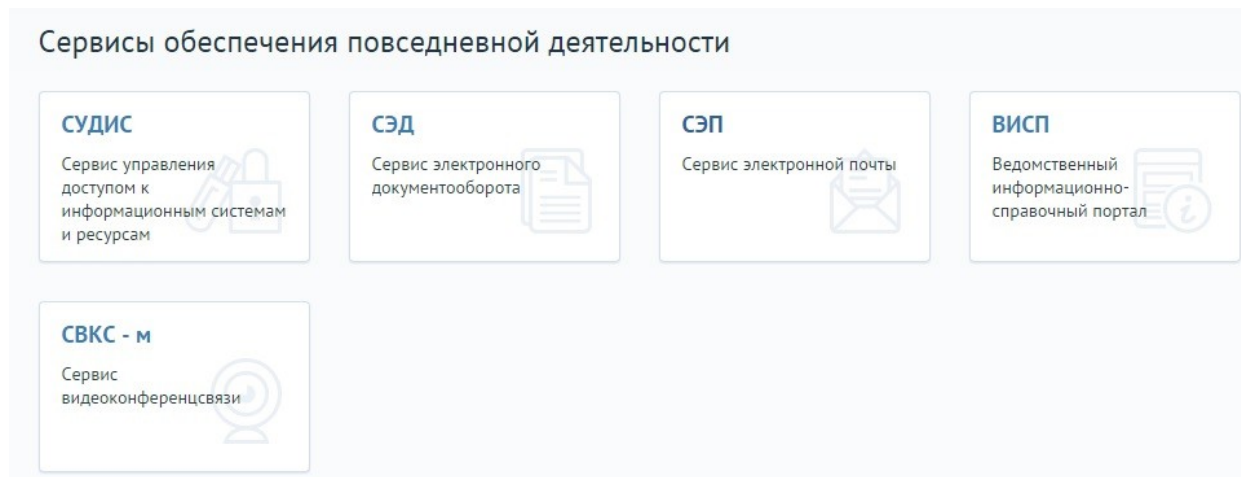


Рисунок 9.6. Сервисы обеспечения повседневной деятельности.

2. Сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности (рисунок 9.7) (специализированные сервисы) добавляются пользователям в зависимости от должностных обязанностей по запросу подразделения.

Остановимся более подробно на сервисах обеспечения повседневной деятельности.

Чтобы получить доступ к ИСОД, пользователю выдается персонализированная учетная запись сервиса управления доступом к информационным системам и ресурсам единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности Министерства внутренних дел Российской Федерации (СУДИС), в которой указывается, к каким именно ресурсам данный пользователь будет иметь доступ.

Сервис электронного документооборота (СЭД) предназначен для автоматизации деятельности сотрудников федеральных государственных гражданских служащих и работников центрального аппарата МВД России, территориальных органов МВД России, а также иных организаций и подразделений, созданных для выполнения задач и осуществления полномочий, возложенных на органы внутренних дел, направленных на подготовку, обработку, хранение и использование документов (в том числе и документов в электронной форме), образующихся в ходе деятельности органов внутренних дел.



Рисунок 9.7. Сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности.

Сервис электронной почты (СЭП) – один из сервисов ИСОД МВД России, обеспечивающий обмен электронными сообщениями между сотрудниками центрального аппарата МВД России, территориальных органов МВД России, а также иных организаций и подразделений, созданных для выполнения задач и осуществления полномочий, возложенных на органы внутренних дел.

Внедрение СЭП призвано обеспечить повышение оперативности и качества работы по координации и внутреннему взаимодействию между сотрудниками ведомства, снижение трудозатрат и сокращение издержек на выполнение функций обмена информацией, содействие при создании условий для перехода от традиционного бумажного документооборота к взаимодействию в электронном виде.

Прикладной сервис доступа к ведомственному информационно-справочному portalу (ВИСП) – прикладной сервис обеспечения повседневной деятельности подразделений МВД России, доступен для всех пользователей ИСОД МВД России.

ВИСП разработан как инструмент информационной поддержки эффективного управления и использования общих информационных ресурсов для сотрудников МВД России.

ВИСП является также инструментом формирования единого информационного пространства, структуризации и хранения ведомственной информации, совершенствования внутренних коммуникаций между сотрудниками и структурными подразделениями, снижения временных затрат на сбор, обработку и поиск информации.

Сервис видеоконференцсвязи МВД России (СВКС-м) – один из сервисов ИСОД, обеспечивающий коммуникацию сотрудников с использованием видеосвязи. Сервис предназначен для оптимизации и ускорения процесса получения и обработки информации при принятии управленческих решений.

Основные задачи СВКС-м: обеспечение оперативной связи сотрудников МВД России, сокращение командировочных и транспортных расходов, увеличение производительности труда, упрощение процедуры проведения региональных и федеральных селекторных совещаний.

Сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности (специализированные сервисы) добавляются пользователям в зависимости от должностных обязанностей по запросу подразделения.

Таким образом, ИСОД находит все более широкое применение при решении задач, требующих нестандартного, творческого подхода, особенно в сфере управления (прогнозирование и принятие оптимальных решений). В целом можно сказать, что ИСОД МВД России направлено на комплексное развитие и совершенствование технологий и функций автоматизации и информатизации МВД России.

§ 9.5. Направления развития теории искусственного интеллекта

Центр интересов в проблематике работ по искусственному интеллекту (ИИ) переместился от господства антропоморфно-бионического понимания, ознаменованного эйфорической концепцией электронного мозга, к прагматическому пониманию, вызванному нуждами новых информационных технологий и созданием интеллектуальных компьютерных (когнитивных) систем, развиваемому трудами ученых Москвы (шкалы М.М. Бонгарда, Ю.И. Клыкова, Д.А. Поспелова), Киева (школы Н.М. Амосова, В.М. Глушкова, В.П. Гладуна, Э.М.Куссуля), Новосибирска (школы Н.Г. Загоруйко, А.С. Нариньяни), Таллина (школа Э.Х. Тыгу), Санкт-Петербурга (школа Н.А. Шанина), Владивостока (школа А.С. Клещева).

Имитация творческих процессов человека является одним из основных направлений рассматриваемой проблематики. Подобное программное обеспечение характеризуется лабиринтностью модели мышления с перебором различных вариантов, включает в себя машинное доказательство

теорем, программы-переводчики, игровые программы, использует аппарат теории поиска, теории игр, дедуктивного вывода, а успех зависит от используемых эвристических приемов. В качестве интеллектуального продукта в системах используются дедуктивные решатели, адаптивные системы и т.д. Наиболее близко к «универсальному решателю» типа Ньюзлла–Саймона находится семантическая модель В.Н. Пушкина, которая связана с логико-лингвистическим моделированием и ситуационным управлением.

К направлениям развития систем искусственного интеллекта относятся работы в области распознавания и синтеза визуальных и звуковых (аудио) образов, обработки изображений, а также решение задач медицинской диагностики, геологоразведки, машинной графики (труды Ю.И. Журавлева). Для реализации указанных задач используют математические модели распознавания и модели речевого сигнала, аппарат теории случайных процессов, марковских цепей, формальных грамматик, широко применяются методы обучения и самообучения. Целесообразно выделить распознавание, адаптацию и выработку решений при помощи структурных моделей нейронных сетей (труды Э.М. Куссуль). К итоговым продуктам исследований относятся системы обработки изображений, распознавания и синтеза естественной речи, машинной графики. Кроме того, активно ведутся работы по разработке устройств ввода-вывода (УВВ) со звуковым и картинным представлением информации и «видящих» роботов [80; 132].

Еще одним бурно развивающимся направлением является построение «интеллектуального интерфейса» ЭВМ, которое позволяет обеспечить общение с пользователем на профессиональном языке, то есть некотором подмножестве естественного. Это связано с архитектурой ЭВМ, в состав которой входят реализуемые аппаратно-программным путем такие три основных компонента, как процессор общения, база знаний, планировщик. В процессе построения «интеллектуального интерфейса» используют математические модели общения, аппарат теории представления знаний, языков и логик баз знаний и т.д. Процессор общения обеспечивает объединение модели человеко-машинного диалога и лингвистические процессоры, в результате чего реализуется понимание и синтез текстов на естественных языках с использованием моделей языков, моделей предметных областей, а также производится анализ запросов и ответов, формулирующийся с использованием базы знаний.

Главной проблемой в данном случае является представление знаний о предметной области, а основным компонентом – семантическая модель, которая основывается на базе данных и базе знаний. В данном случае база знаний хранит не фрагменты декларативных знаний, а уже процедурные знания, которые образуются в результате обработки информации о проблемной области и реализуются в виде специальных помеченных графов (семантических сетей и фреймов). Базы знаний появились благодаря логико-лингвистическим моделям, впервые предложенным Д.А. Поспеловым в

ситуационном управлении. Используя знания, программа-планировщик строит рабочие программы, что связано с системами дедуктивного вывода, нетрадиционным выводом, неклассическими логиками.

В зависимости от состава интеллектуального интерфейса на основе существующих ЭВМ разрабатывается методология когнитивных систем различных классов для непрограммирующих пользователей, что составляет сферу третьего бурно развивающегося направления проблематики ИИ. Оно включает модели параллельных процессов, предметных областей и распределенных баз знаний, сетевые методы решения задач и языки параллельного типа, стимулирует лингвистический анализ (разборку и сборку) текстов (труды И.П. Белецкой) и информационный их анализ, позволяющий извлекать кванты знания (Н.Н. Леонтьева), требует аппаратных средств поддержки нетрадиционных функций.

Первый класс когнитивных систем – естественно-языковые вопросы-ответные системы, способные формировать релевантные ответы даже тогда, когда вопрос не носит прямого характера; потребовались вопрос-ответные логики и специальные методы классификации и структуризации знаний.

Второй класс – экспертные системы, обеспечивают аккумуляцию знаний, опыта и стиля суждений признанных специалистов в слабо формализуемых областях науки и позволяющие выдавать квалифицированную консультацию. К принципиально новым компонентам подобных систем следует отнести систему объяснения, которая обосновывает причины и истоки данной консультации.

Третий класс объединяет в себе расчетно-логические системы управления экономическими объектами, проектирования технических конструкций. Они, кроме многочисленных программных модулей, включают в себя смысловую семантическую сеть предметной области и программу – планировщик, позволяющую формировать на естественном языке цепочки программных модулей в процессе диалога с экспертом. В результате разрозненные задачи АСУ объединяются в семантическую сеть (в виде ориентированного графа) с обязательным использованием базы знаний, что значительно повышает оперативность реагирования АСУ и позволяет выбирать оптимальный вариант после просмотра многочисленных существующих версий сбалансированных планов и проектов. Семантические сети обеспечивают решение подключения ЭВМ к коммуникационным отношениям планирующих подразделений, что обеспечивает качественное преобразование информационных технологий и позволяет использовать коллективный интеллект в процессе работы над общим полем информации.

Проектирование конструкций различной морфологии связано с изменением семантической сети для каждого варианта, с переформулированием (трансляцией) описания из профессионального языка проектировщика в математическую модель и из языка модели – в язык программ. Систе-

мы автоматического переформулирования составили новый класс наиболее сложных расчетно-логических систем, существенно повышающих эффективность САПР. Для построения служит прикладная база, содержащая фрагменты знаний (ролевые фреймы); каждый из них включает все известные варианты конструкций, их характеристики, рабочие тела и шаблоны связей. На программном уровне из соответствующих процедур разрешения отношений автоматически собирается рабочая программа [145].

К четвертому классу когнитивных систем относят *интеллектуальные пакеты прикладных программ*, с использованием которых возможно решение задач по описаниям на непроцедурных языках и исходным данным без программирования, что реализуется планировщиком посредством автоматического выбора из существующего набора программных модулей.

Одним из активно развивающихся направлений проблематики искусственного интеллекта является разработка теории интеллектуальных роботов с исследованием моделей «глаз–рука» и нормативного поведения, применением аппарата логики поведения, а также теории распознавания 3-мерных сцен.

Кроме того, проблематика искусственного интеллекта получила широкое распространение в области компьютеростроения и изготовления программных продуктов. Данная проблема прослеживается в стремлении «внутренней интеллектуализации» структур ЭВМ посредством повышения уровня интерпретации языков пользователей, наличием гибкой динамической реконфигурации структуры по ходу выполнения алгоритма, а также при компенсации неисправности и автоматическом распараллеливании программ на большое число процессоров.

Современные информационные технологии, работающие на базе программно-аппаратных средств искусственного интеллекта, за исключением традиционных промежуточных звеньев (математиков-аналитиков и программистов) из системы общения «человек–ЭВМ», предоставляют возможность привлечения к ЭВМ существенного числа непрограммирующих пользователей (ученых и руководителей). В результате существенного облегчения контакта с ЭВМ повышается эффективность научных исследований, правильность классификации возникающих ситуаций, диагностики, прогноза и принятия решений в таких математически слабоформализованных областях знаний, как социология, медицина, экология, геология и т.д. Решающую роль в данном случае должны играть «гибридные» экспертные системы, предназначенные для совмещения своих функций с расчетно-логическими, включающими в свой состав логико-лингвистические модели, используемые совместно с математическими. В целом сформировавшаяся в данной предметной области проблематика совместно с проведенным обобщением опытных данных, взглядов, идей и осознанием ожидаемых результатов позволяет говорить о разработке общей теории искусственного интеллекта [116; 145].

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Опишите отличительные черты информационных систем.
2. Перечислите этапы развития информационных систем.
3. Что относится к основным результатам внедрения информационных систем?
4. Опишите виды обеспечения информационных систем.
5. Какие общеметодологические принципы определяют архитектуру системы?
6. Какие теоретические основы используются при проектировании баз данных?
7. Опишите обобщенную классификацию информационных систем.
8. Что относится к информационно-поисковым информационным системам?
9. Как классифицируются логико-аналитические информационные системы?
10. Как классифицируются поисково-оптимизационные информационные системы?
11. Опишите стадии и этапы создания автоматизированных систем.
12. Охарактеризуйте классы систем искусственного интеллекта.

ГЛАВА 10. Информатика и нанотехнологии: перспективы системного развития (ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ)

§ 10.1. История, программы и закономерности развития нанотехнологий

С 2000 года нанотехнологии начинают бурно развиваться и к середине столетия ожидается существенный прорыв во многих областях, включая информационные технологии, биологию, создание «информационного общества», медицину и другие научные и практические направления деятельности человека.

В 1959 году впервые рассмотрена возможность создания веществ и в последующем отдельных элементов, деталей и целых устройств совершенно новым способом, а именно, «атомной укладкой», при которой человек манипулирует нужными атомами поштучно, располагая их в требуемом ему порядке (американский физик, лауреат Нобелевской премии Ричард Ф. Фейнман, лекция «Внизу полным-полно места»).

В 1986 году предложено создавать устройства, названные «молекулярными машинами», и раскрыты перспективы использования нанотехнологий в создании устройств, размерами значительно меньше, чем хорошо известные всем биологические клетки (Эрик К. Дрекслер в известной книге «Машины творения»).

Начиная с 1980 года в технологии производства транзисторов и лазеров все чаще стали использоваться искусственно создаваемые пленки толщиной около 10 нм, что позволяло изготавливать устройства с новыми, повышенными техническими характеристиками.

В 1980 году в Японии изготавливается первый полевой транзистор с высокой подвижностью носителей (High Electron Mobility Transistor, НЕМТ).

В 1981 году в фирме IBM создается сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), позволяющий получать изображение с разрешением на уровне размеров отдельных атомов, что явилось исключительно важным научным достижением, поскольку исследователи впервые получили возможность непосредственно наблюдать и изучать мир в нанометровом, атомарном масштабе.

В Японии начали энергично развиваться методики в области микроскопии, что позволило создать новые типы сканирующих туннельных микроскопов, а также электронных микроскопов с очень высоким разрешением, позволяющих исследовать движение отдельных атомов и молекул. Это привело к развитию экспериментальной техники в нанометровом диапазоне и значительно расширило наши представления о микромире и нанообъектах.

В 1991 году Япония начала осуществлять государственную программу по развитию техники манипулирования атомами и молекулами в известном проекте «Атомная Технология».

В настоящее время уровень исследований в нанотехнологии – один из самых приоритетных в мире и является важным направлением конкурентной борьбы в XXI веке за техническое лидерство, в том числе и в ведущих направлениях исследований информационных технологий.

На смену полупроводниковой технике, являющейся основой электроники, приходит наноэлектроника и биоэлектроника.

В 1990 году началась реализация международного проекта по определению последовательности укладки около 3 миллиардов нуклеотидных остатков в записи генетической информации (проект «Геном Человека»), ставшего ярким прорывом в биологии и медицине. Этот проект стал важным для развития нанотехнологий, поскольку открыл новые возможности в информационных технологиях, позволяя понять, а затем и использовать принципы обработки информации в живой природе, что развивает *биоинформатику* и соответствующие *биоинформационные технологии*, которые являются одним из направлений, развивающихся с 1990-х годов информационных технологий (ИТ), являющихся, в свою очередь, важным направлением электроники [202].

Завершенный в 2000 году проект «Геном Человека»:

- обусловил активное развитие разнообразных исследовательских методик в области биотехнологий;
- позволил прочесть генетическую информацию, связанную с человеческим организмом, что уже привело к созданию новых лекарств по новым принципам и на новой основе, получившей название *геномики*;
- способствовал развитию новых отраслей фармацевтической промышленности, переходу к новым принципам применения лекарственных препаратов, «индивидуальной» терапии или «лечения по заказу» (*tailor-made therapy*);
- обусловил переход от генома человека к изучению молекулярной структуры белков, особенностей их функционирования в живых организмах, механизмов их взаимодействия, что приводит к многим задачам и проблемам, связанным с информационной технологией.

Краткая хронология достижений в области нанотехнологий представлена в таблице 10.1.

Для развития специальной электроники планируется структурная перестройка и реорганизация многочисленных разрозненных предприятий оборонно-промышленного комплекса и высококонкурентной электроники гражданского применения.

Таблица 10.1.

**Краткая хронология основных достижений
в области нанотехнологий**

Год	Существенные достижения в области нанотехнологий
1959	Ричард Ф. Фейнман (США) выдвинул идею создания веществ и объектов методом поштучной «атомарной» сборки
1972	Создано реальное устройство, работающее по принципу микроскопа ближнего поля
1975	Теоретически рассмотрена возможность существования так называемых квантовых линий и квантовых точек
1981	Создание сканирующего туннельного микроскопа (СТМ)
1985	Создание первого полевого транзистора с высокой подвижностью носителей (НЕМТ). Химики синтезировали первые фуллерены.
1986	Эрик К. Дрекслер (США) выдвинул концепцию создания «молекулярных машин». Создание атомно-силового микроскопа (АСМ)
1991	В Японии началась реализация государственной программы по развитию техники манипулирования атомами и молекулами. Получение первых углеродных нанотрубок
1998	Изготовлен элемент памяти электронного запоминающего устройства (с объемом памяти 128 мегабит), работающий при комнатной температуре
2000	США приступили к реализации программы исследований, названной Национальной нанотехнологической инициативой (ННИ)
2003	Анонсирован сенсорный чип, использующий нанопровода, для анализа структуры человеческой ДНК. Устройство в 1000 раз более чувствительное, чем стандартный кремниевый анализатор и работает во много раз быстрее.
2005	Компания Nano-Tech успешно производит ткани, улучшенные с помощью нанотехнологий. Одна из таких тканей обеспечивает абсолютную водонепроницаемость.
2006	Японским ученым удалось синтезировать молекулярную автономную систему, которая приводится в движение светом; в США было создано устройство быстрого анализа ДНК.
2007	Компания IBM начала работу над прототипом ДНК-транзистора; был создан радиоприемник из одной нанотрубки.
2007	В РФ учреждена государственная корпорация «Роснано»
2008	Химики из Шотландии изобрели новый способ нанесения наноразмерных систем на поверхность с относительно большой площадью. Новая методика может оказаться весьма полезной в получении наноструктур для сенсоров, катализаторов и элементов компьютерной техники.
2008	Правительство России приняло Программу развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года
2008	Создано Нанотехнологическое общество России
2009	Компания RIBER исследовала и разработала технологии молекулярно-лучевой эпитаксии

Таблица 10.1 (продолжение).

**Краткая хронология основных достижений
в области нанотехнологий**

Год	Существенные достижения в области нанотехнологий
2010	В Рыбинске открыт завод по производству монолитного твёрдосплавного инструмента с многослойным наноструктурированным покрытием
2010	П. Гуляев, старший научный сотрудник Ижевского института механики изобрел двигатель для высокоточного перемещения микрочастиц
2011	Компания Роснано инвестировала в компанию Plastic Logic \$150 млн. и был заключен договор о создании завода по производству пластиковой электроники нового поколения в Зеленограде
2011	Присуждена Государственная премия Эстонии доктору наук Анне Кахру за цикл работ по нанотоксикологии
2011	Ученые Технологического института Джорджии смогли создать два варианта наногенераторов, которые потом были помещены в особый полимер
2012	Компания Clontech Labs разработала производство уникальных флуоресцентных белков
2013	Компания Bind Therapeutics Inc. разработала и успешно внедрила в коммерческое производство технологии применения наночастиц в медицине
2014	Исследователи из Оксфордского университета создали прототип устройства отображения информации, один пиксель которого имеет размеры 30×30 нанометров
2015	Компания Maxwell Technologies Inc. внедрила в производство и коммерциализацию наноструктурированные углеродные материалы, а также разработала принципы производства суперконденсаторов
2015	Международный союз чистой и прикладной химии (IUPAC) окончательно утвердил факт открытия четырех новых химических элементов с атомными номерами 113, 115, 117 и 118
2016	Компания Nanosphere Inc. разработала сферические нуклеиновые кислоты (SNAs) шаровидных форм РНК и ДНК на золотых носителях, которые нашли широкое применение в медицине и биотехнологиях
2017	Компания Exeger разработала перовскитные технологии, следующее поколение материалов для солнечных элементов

Определены головные организации отраслей по **направлениям развития нанотехнологий**:

- *наноэлектроника* (в части прикладных и ориентированных научно-исследовательских опытно-конструкторских работ) – ФГУП «НИИ физических проблем им. Ф.В. Лукина»;
- *наноинженерия* – Московский государственный институт электронной техники (технический университет) (МИЭТ);

- *функциональные наноматериалы* для энергетики – ФГУП «Всероссийский НИИ неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара»;
- *функциональные наноматериалы* для космической техники – ФГУП «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша»;
- *нанобиотехнологии* – ФГУП «Российский научный центр «Курчатовский институт»»;
- *конструкционные наноматериалы* – ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей».

Основные направления предполагаемых фундаментальных исследования XXI века в области нанотехнологии – изучение механизмов процессов на молекулярном уровне.

Основными направлениями прикладных исследований являются:

- проблемы биотехнологии;
- развитие полупроводниковой техники и информационных приложений, в том числе создание новых типов интегральных схем, запоминающих устройств.

Общая тенденция развития нанотехнологий может быть представлена известными данными [202] (рисунок 10.1).

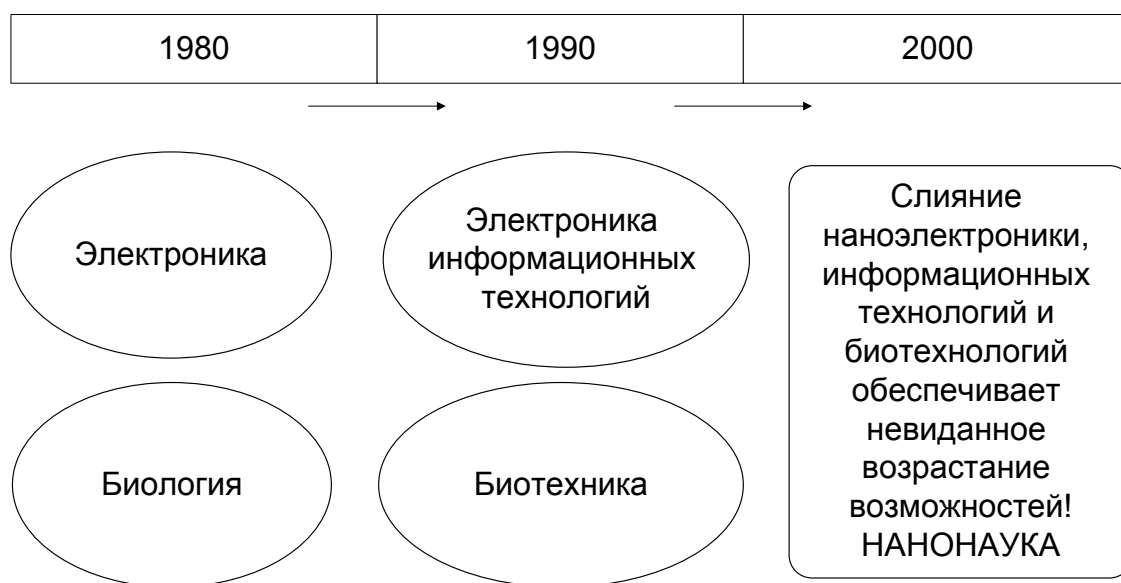


Рисунок 10.1. Закономерности развития нанотехнологий.

Использование рассмотренных особенностей веществ на расстояниях порядка нанометров создает совершенно новые возможности для создания технологических приемов в различных отраслях науки, техники, практики, во многих видах и сферах деятельности, в том числе в электронике, информационных технологиях, методах, способах, системах и средствах защиты информации.

Сегодня нанотехнология возникла в результате революционных изменений в информатике и электронике [202]. Как известно, с изобретения в 1947 году транзистора, началась эпоха расцвета полупроводниковой техники, при которой размеры создаваемых кремниевых устройств постоянно уменьшались, что подтверждается созданием интегральных, больших интегральных, сверхбольших интегральных схем. Одновременно и непрерывно возрастает быстродействие и объем магнитных и оптических запоминающих устройств, увеличивается плотность записи на жестких магнитных и оптических дисках, которая в настоящее время уже достигает 1 гигабит/кв. дюйм. В полупроводниковых технологиях более полувека происходит непрерывная революция [184; 202].

Рассматривая естественные границы развития существующей микроэлектроники как основы построения информационных систем и технологий, не трудно увидеть, что существующая полупроводниковая техника, основанная на методах и технологиях микроэлектроники, в части миниатюризации позволяет легко изготавливать детали схем размером около 0,2 мкм. Считается, что тенденция к уменьшению размеров сохранится где-то до конца десятилетия XXI века и линейные размеры интегральных схем снизятся до 50 нм. При этом существующие технологические приемы уже не в состоянии обеспечить эффективное производство элементов электронных схем с точностью до 100 нм, не говоря уже о точности в 50 нм!

На практике удалось получить высокую плотность записи информации на магнитном диске, составившую 15 гигабит (1 гигабит = 10^9 бит) на один квадратный дюйм, с перспективой повышения этого показателя до 1 терабита (10^{12} бит). Этот показатель выводит на некоторые физические пределы существующих технологий магнитных носителей информации в силу того, что при плотности в 1 терабит запись 1 бита информации соответствует промежуткам длиной около 20 нм, что невозможно реализовать ни в одной из существующих систем магнитной записи. Это объясняется тем, что при предельной плотности записи 1 бит информации может быть связан с состоянием отдельного магнитного домена. На меньших промежутках запись станет неустойчивой из-за термических флуктуаций.

С другой стороны, на драйверах цифровых дисков многократного использования (DVD, digital video disk) и оптических дисков (ODD, optical digital disk) плотность записи может достигать нескольких десятков гигабит и выше. Плотность записи при этом лимитируется длиной волны используемого света, так как при меньших длинах волн считывание становится невозможным из-за дифракционных пределов разрешения.

Нанотехнология позволяет преодолеть эти сложности за счет перехода к атомарному уровню обработки и регулирования состава материалов и обеспечивать запись информации в 1 бит на длине порядка нескольких нанометров. При этом необходимы новые материалы с повышенными

функциональными характеристиками, рассмотренные в предыдущих параграфах.

По мере приближения размеров полупроводниковых устройств к 1 микрону ($1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$), в них начинают проявляться квантово-механические свойства вещества, т. е. необычные физические явления, например туннельный эффект, что обуславливает ограничения в развитии традиционных устройств. Естественным выходом в решении проблемы снижения размеров и улучшения параметров электронных устройств является переход на нанотехнологии.

Принято считать, что в развитии нанотехнологий существует два принципиально различных подхода, связанных с обработкой вещества и созданием изделий и устройств:

- подход «сверху – вниз»;
- подход «снизу – вверх».

Подход «сверху – вниз», или технология создания материалов и элементов микроэлектроники по принципу «сверху вниз» (*top-down*), основан на последовательном уменьшении размеров физических тел механической или иной обработкой, вплоть до получения объектов с ультрамикроскопическими, нанометровыми параметрами.

Эта технология связана с уменьшением размеров элементов интегральных схем, приводит к увеличению их функциональной сложности, быстродействия и снижению стоимости интегральных схем. При этом физические принципы функционирования интегральных схем не претерпевают существенных изменений.

В качестве примера такой технологии является разработка полупроводниковых устройств, структура которых создается фотолитографической обработкой, при которой полупроводниковая заготовка подвергается обработке лазерным лучом, что позволяет получить в ней заранее спланированную конфигурацию схемы. Разрешающая способность, характеризующая минимальный размер элементов изготавливаемой схемы, определяется длиной волны лазерного излучения, обеспечивающим в настоящее время точность микрообработки до 100 нм. Однако эта технология является сложной, требует значительных экономических затрат ресурса на оборудование и по этой причине является малоприменимой для организации эффективного крупномасштабного практического производства.

Подход «снизу – вверх», или технология (*bottom-up*), заключается в том, что сборка создаваемой «конструкции», сложной наноэлектронной системы, предполагает использование принципиально новых подходов, при которых используются атомно-молекулярные блоки, формируемые наноэлектронные системы путем самосборок или самоорганизации сложных структур непосредственно из элементов «низшего порядка», в том числе атомов, молекул, структурных фрагментов биологических клеток, располагаемых в требуемом порядке.

Этот подход считают «обратным» по отношению к привычному методу миниатюризации «сверху – вниз», при котором просто уменьшаются размеры деталей. Технологии «снизу–вверх» вполне могут стать альтернативными групповым технологиям в микроэлектронике, которые, как и соответствующие материалы, необходимо разработать [184].

Типичным примером подхода «снизу–вверх» может служить послойная укладка атомов на кристаллической поверхности при помощи сканирующего туннельного микроскопа или других устройств этого типа. Метод позволяет наносить друг на друга не только отдельные атомы, но и слои атомов. Конечно, в настоящее время описываемый подход характеризуется очень низкой эффективностью и производительностью, однако ему принадлежит будущее [86; 95; 128; 184; 202].

В живых организмах биологические клетки образуются в результате деления, митоза. С точки зрения рассматриваемого подхода «снизу – вверх» представляет интерес проблемный вопрос: «В какой степени и как атомы способны «самостоятельно» объединяться в более сложные вещества и материалы?»

В этом случае сборка «снизу–вверх», которая определяется как самоорганизация вещества, является распространенным явлением. Разнообразные взаимодействия атомов и молекул способны приводить к образованию высокоупорядоченных состояний из исходных гомогенных смесей. Таким примером являются живые организмы, способные усваивать «мертвые» клетки других организмов и перерабатывать их в новые «живые» клетки. Известно, что в живых организмах могут существовать также клеточные структуры в виде нанотрубок, кристаллов и других веществ.

Процессы самоорганизации, представляющие особый интерес для молекулярной химии, безусловно, не могут протекать «сверху–вниз». Структурирование и сборка биологических тканей происходят на атомарно-молекулярном уровне, при этом живые организмы осуществляют такую сборку с высокой эффективностью. На основе этого очевидно, что недостаточная эффективность реализуемых сегодня в электронике технологий и процессов «снизу – вверх» свидетельствует лишь о недостаточном их техническом уровне и позволяет говорить о перспективах их развития.

Известно, что использование нанотехнологий может повысить основные характеристики полупроводниковых вычислительных и запоминающих устройств на три порядка, что обусловит революционные изменения в области информационных технологий, экономике, социальном развитии общества XXI века (рисунок 10.2).

При переходе к нанометровому диапазону многие важнейшие свойства веществ и материалов будут существенно изменяться, в том числе и электропроводность, коэффициент оптического преломления, магнитные свойства, прочность, термостойкость и другие. На основе материалов с но-

выми свойствами уже сейчас создаются новые типы солнечных батарей, преобразователей энергии, экологически безопасных продуктов.

Переход к нанотехнологиям в микроэлектронике, в том числе и применение нанотрубок и отдельных биомолекул, позволит развивать миниатюризацию отдельных компонент электронных схем. Использование квантовых эффектов в нанотехнологиях позволит создать быстродействующие ЭВМ и другие устройства, практически не нуждающиеся в электропитании, основанные на использовании спиновых состояний электронов или атомов. Здесь речь идет не просто о продолжении общего процесса миниатюризации электронных схем. Внедрение нанотехнологий означает не только дальнейшее уменьшение размеров транзисторов, а создание принципиально новых электронных элементов типа механических резонаторов фильтров в гигагерцовом диапазоне частот.



Рисунок 10.2. Прогноз экономических и социальных последствий внедрения нанотехнологий.

Так, в *фотонике*, изучающей генерацию, передачу, переключение и обработку оптических сигналов, использование нанотехнологий позволит создать новые возможности для конструирования и производства принципиально новых типов волноводов, фильтров, переходных устройств, модуляторов и других устройств, причем настройка в оптическом диапазоне может осуществляться поглощением и излучением квантовых точек. В основе новых устройств будут использоваться фотонные кристаллы.

Фотонные кристаллы – структуры с периодически меняющимся коэффициентом преломления, благодаря чему свет, подобно электронам в обычном кристалле, может распространяться лишь на некоторых заданных частотах и/или в определенных направлениях.

Сочетание таких структур позволяет создавать различные устройства, в том числе волноводы, переключатели и другие, для передачи и обработки оптических сигналов [184]. Интегральные микроэлектронные и нанофотонные схемы и устройства отличаются существенной миниатюрностью, высокой скоростью обработки данных, порядка нескольких терабит/сек, т.е. $\sim 10^{12}$ бит/сек), и экономичностью.

Нанотехнологии позволяют развить несколько направлений усовершенствования дисплеев. Так, на основе эффекта полевой эмиссии в электровакуумных приборах можно отказаться от нагреваемых катодов. Современный вариант решения этой классической проблемы состоит в том, что для обеспечения надежного и высокоточного сканирования электронного луча по экрану необходимо прилагать к острым концам щупов электронных микроскопов, например, изготовленных из нанотрубок, очень высокие напряжения. Устройства такого типа по-прежнему остаются вакуумными приборами, похожими по принципу действия на привычные электронные дисплеи, однако использование *нанорешеток* позволяет сделать их значительно более экономичными и, что важно, плоскими [184].

В 1988 году, в ходе исследования и использования магнитных наноматериалов, *наномагнетиков*, был открыт так называемый эффект гигантского *магнитосопротивления (GMR)*, обусловленного тем, что при наложении магнитного поля электрическое сопротивление между тонкими слоями ферромагнитных и немагнитных материалов резко уменьшается.

Начиная с 1997 года GMR-датчики стали использоваться в производстве считывающих головок для жестких дисков, позволяя добиться значительного увеличения плотности записи. Создавая очень тонкий слой изолятора (менее 2 нм) между двумя слоями ферромагнетиков, можно обеспечить очень высокие значения туннельного тока, зависящие от взаимной магнитной ориентации участков магнитного материала, что позволяет использовать так называемые магнитные туннельные переходы в качестве ячеек памяти (запоминающих элементов). В настоящее время такие магнитные запоминающие устройства прямого доступа (magnetic random access memory, magnetic RAM) превосходят по характеристикам существующие динамические устройства этого типа (DRAM), поскольку не требуют постоянного использования так называемой «видеопамяти» данных и сохраняют записанную информацию даже при выключении управляющей сети. Это позволит, например, мгновенно запускать компьютер без применения сложных загрузочных программ [184].

Объединение описанных возможностей в микроэлектронике, фотонике и разработке новых магнитных материалов может привести к существ-

венному прогрессу в развитии компьютеров и коммуникационных сетей, так как эти качественно новые технологии обещают дальнейшую миниатюризацию используемых устройств с одновременным повышением их экономичности и быстродействия. Например, известно, что углеродные нанотрубки могут выступать в качестве обычных электрических проводов, а на базе двух пересекающихся нанотрубок можно даже сформировать транзисторный переключатель.

Существует, так называемая, молекулярная электроника, в которой роль всех элементов электрической цепи (проводов, переключателей, ячеек памяти) выполняют отдельные, специально подобранные молекулы. В связанной с этой проблемой программе DARPA отмечается, что «плотность монтажа» при использовании молекул может достигать уровня 10^{12} gates/cm², а плотность записи в запоминающих устройствах достигнет 10^{15} бит/см³ [184]. Стоит отметить, что приведенные выше значения плотности записи на четыре порядка превосходят значения, достигаемые в лучших современных запоминающих устройствах, основанных на двухмерных МОП-структурах.

§ 10.2. Типы наноматериалов, особенности их создания и использования в информационной сфере.

Электронные наноэлементы и наноустройства

10.2.1. Типы наноматериалов, особенности, проблемы их создания и использования в информационной сфере

1) Углеродные нанотрубки

Выделяют ряд *типов наноматериалов*.

Углеродные нанотрубки – вещество, материал в виде крошечных цилиндров или цилиндрических образований с диаметром от 0,5 до 10 нм и длиной примерно в 1 мкм, представляющих новую кристаллическую форму углерода.

Эта форма углерода открыта в 1991 году сотрудниками научно-исследовательского отдела Национальной электронной компании (NEC). Ранее считалось, что углерод имеет лишь две кристаллические формы (алмаз и графит), однако в 1985 году была обнаружена и третья аллотропная форма углерода – фуллерены, представляющие собой огромные молекулы углерода в виде замкнутых объемных структур, напоминающих по форме футбольный шар.

Собственно говоря, это углеродные нанотрубки, образованные из таких же кристаллических структур, но собранных в другую форму. Углеродные нанотрубки похожи на свернутые в рулоны «листы», образованные

из шестигранных структур или колец (типа пчелиных сот) из атомов углерода.

Графен – монослой атомов углерода, полученный в октябре 2004 года в Манчестерском университете. Графен можно использовать как детектор молекул, позволяющий детектировать приход и уход единичных молекул. Графен обладает высокой подвижностью при комнатной температуре, благодаря чему может быть использован как перспективный материал, заменяющий кремний в интегральных микросхемах.

Углеродные нанотрубки перспективны для применения при:

- разработке полупроводниковой техники;
- аккумуляции, поглощении, хранении, удержании водорода в больших количествах, что актуально для автомобильной техники;
- преобразовании и модификации полупроводниковых структур в нанометровом масштабе путем введения в углеродные нанотрубки различных веществ;
- создании разнообразных водородосодержащих устройств (двигатели на водородном топливе, новые типы батарей и другое);
- создании низкотемпературных катодов, что позволит понизить прилагаемое напряжение в электронно-лучевых трубках Брауна примерно до 500 В. В настоящее время, как известно, эти трубки с подогреваемым катодом работают в бытовых телевизорах при очень высоком напряжении (около 10 кВ) и большом потреблении электроэнергии;
- создании устройств обработки, в том числе хранения информации, и других устройствах.

2) Управление структурой вещества на основе «квантовой точки»

Квантовая точка – некоторая искусственно созданная область вещества, представляющая трехмерную структуру с размерами в несколько десятков нанометров, способная удерживать электроны, что обеспечивает возможность их хранения в небольших количествах.

Впервые структуры такого типа были получены профессором Промышленного факультета Токийского университета Хироюки Сакаи.

Известно, что механизм действия большинства полупроводниковых устройств и приборов, например, широко распространенных транзисторов и других, основан на регулировании потока электронов, т.е. создании процесса «включено-выключено» (on-off). Транзисторы имеют в настоящее время размеры в несколько мкм и управляют движением «потока», содержащего от сотен тысяч до 1 миллиона электронов.

В отличие от них, квантовые точки управляют движением лишь очень небольшого числа электронов, вплоть до управления одиночными электронами. Поэтому транзисторы, разработанные на принципе кванто-

вой точки, принято называть малоэлектронными или даже одноэлектронными транзисторами. Использование таких транзисторов обеспечит:

- существенную миниатюризацию полупроводниковых устройств и снижение их энергопотребления;
- создание приборов и устройств совершенно новых типов.

Важной особенностью технологий, основанных на квантовой точке, является то, что могут образовываться в результате упомянутых выше процессов самосборки. Пример такой самосборки квантовой точки размером около 10 нм из соединений InAs на поверхности кристалла арсенида галлия представлен в виде микрофотографии.

Если на кристаллическую поверхность кремния или арсенида галлия нанести небольшое число атомов другого вещества, например, атомов германия, то через некоторое время можно наблюдать, как эти «чужеродные» атомы сами собираются в некоторые структуры, так называемые «островки» или островные кристаллические структуры, размером в несколько десятков нм. Структуры такого типа и являются квантовыми точками, т.е. локальными образованиями с характерным размером в несколько десятков нм, представляющими собой трехмерные «ловушки» для электронов.

3) Управление доменной структурой вещества с помощью электрического поля

Известно, что магнитные материалы представляют доменную структуру, которой можно управлять с помощью магнитного поля. На этом принципе основаны все виды магнитной записи информации [168]. Однако известно [24; 58; 89; 128; 129; 184; 191; 202 и др.], что доменами можно управлять и электрическим полем. В настоящее время для магнитной записи информации используются магнитные поля, создаваемые электрическими токами в катушках магнитных головок записи данных на жестких дисках или в проводящих шинах магнитной памяти произвольного доступа MRAM.

Для повышения плотности записи информации необходимо уменьшить размеры доменов. Но чем меньше размер доменов, тем более они подвержены тепловым флуктуациям, что может привести к случайному перемагничиванию доменов и, следовательно, к ошибкам записи информации. Чтобы избежать случайного перемагничивания, необходимо использовать материалы с большими пороговыми значениями магнитных полей переключения, что требует больших токов в цепях электромагнитных головок записи и, следовательно, значительных размеров проводников. С другой стороны, миниатюризация устройств предполагает уменьшение поперечных размеров проводников. Оба этих фактора приводят к недопустимому увеличению плотности электрического тока в материале проводника, т.е. к значительному энергопотреблению.

Решение этих проблем возможно на основе использования непосредственного воздействия электрического поля на магнитные свойства материала, как это происходит в магнитоэлектриках, за исключением того, что практическое использование магнитоэлектриков затруднено необходимостью использования низких температур. Для технологии, основанной на использовании непосредственного воздействия электрического поля на магнитные свойства материала, нужный эффект достигается при комнатных температурах [168].

4) Использование сканирующего туннельного микроскопа для исследования монокристаллов кремния

Важным достижением нанотехнологий является разработка сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), обеспечивающего исследование особенностей и неоднородностей поверхности монокристаллов кремния [202]. Принцип действия СТМ представлен на рисунке 10.3.

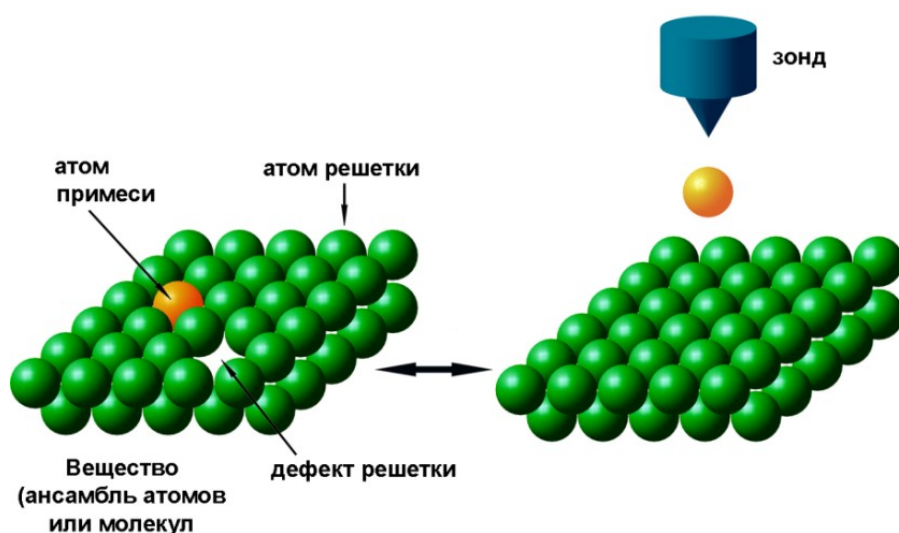


Рисунок 10.3. Принцип действия СТМ.

При подведении тончайшего золотого щупа (зонда, пробника) на расстояние около 1 микрона (10^{-6} м) к поверхности исследуемого образца между зондом и поверхностью возникает электрический ток, обусловленный квантово-механическим туннельным эффектом. Величина тока меняется в зависимости от состояния изучаемой поверхности, которая не является абсолютно гладкой и имеет некоторые неровности, впадины или выступы. Измеряя величину туннельного тока или, наоборот, сохраняя ее постоянной за счет регулирования потенциала зонда, можно «сканировать» поверхность и получать ее прямое «изображение» подобно тому, как электронный луч создает изображение, сканируя поверхность экрана обычного телевизора.

Этот метод позволяет не только изучать атомарную структуру поверхности, но и проводить разнообразные и весьма ценные физические эксперименты, например, проверять теоретические расчеты, относящиеся к изменению поверхности в определенных условиях, и другое.

Рассмотренный СТМ позволяет проводить прямые технологические операции на атомарном уровне. Прикладывая к зонду СТМ соответствующее напряжение, его можно использовать в качестве своеобразного атомного «резца» или гравировального инструмента, позволяющего осуществлять манипуляции на атомарном уровне. Используя зонд (рисунок 10.3), можно удалять атом или вставлять его в нужное место. Практическое решение этой задачи было осуществлено сотрудниками Армаденской лаборатории IBM под руководством Д. Эйглера. Они осуществили выкладку на поверхности монокристалла никеля название своей фирмы (IBM) из 35 атомов ксенона.

Дальнейшим развитием этого метода миниатюризации записи «текста» стала методика перемещения атомов ксенона «вверх-вниз» относительно поверхности монокристалла. Такая перестановка получила название атомного переключения (atomicswitch), которое создает возможности для манипуляций на уровне отдельных атомов, а также для изучения их структур и поведения.

5) Проблемы развития нанотехнологий

Одной из проблем в наноиндустрии является *управляемый механосинтез*, который представляет составление молекул из атомов с помощью механического приближения до тех пор, пока не вступят в действие соответствующие химические связи. Для обеспечения механосинтеза сегодня необходим известный наноманипулятор, принцип создания и функционирования которого предложил Фейнман.

Такой манипулятор должен обеспечивать захват отдельных атомов и молекул и манипулировать ими в радиусе до 100 нм. При этом *наноманипулятор* управляется либо макрокомпьютером, либо нанокомпьютером, встроенным в робота-сборщика (*ассемблер*) управляющего манипулятором. На практике подобные манипуляторы еще не существуют. Зондовая микроскопия, с помощью которой в настоящее время производят перемещение отдельных молекул и атомов, ограничена в диапазоне действия, и сама процедура сборки объектов из молекул из-за наличия интерфейса «человек–компьютер–манипулятор» не может быть автоматизирована на наноуровне.

В настоящее время моделирование наномасштабных объектов и процессов связано с серьезными теоретическими проблемами. Одна из них обусловлена тем, что уникальные свойства наноматериалов связаны с квантовыми эффектами, которые до сих пор во многом остаются недостаточно изученными. Несмотря на то, что физики почти сто лет назад вывели

уравнения для квантовых систем и даже аналитически решили некоторые из них, эти уравнения настолько сложны, что и самые совершенные компьютеры могут пока численно моделировать поведение лишь очень простых квантовых систем, типа атома водорода [184].

В силу этого, в нанонауке и нанотехнологии ученые вынуждены пока пользоваться почти исключительно эмпирическими методами, то есть создавать некие нанообъекты в лабораториях, а затем классическим методом проб и ошибок выявлять свойства и характеристики этого объекта. Это обстоятельство существенно ограничивает возможности ученых и инженеров, уже привыкших при проектировании пользоваться разнообразными компьютерными программами, позволяющими еще на стадии разработок визуализировать объекты.

Моделирование нанообъектов представляет собой пока трудноразрешимую задачу, что имеет не только теоретическое, но и сугубо практическое значение:

- обычно компьютерное моделирование позволяет значительно сократить время и расходы на стадии разработок новых изделий, что весьма важно для любого серьезного коммерческого проекта;
- серьезных инвесторов здесь отпугивает возможность затягивания и, соответственно, удорожания стадии научно-исследовательских и конструкторских работ, что может грозить зарождающейся науке и технологии большими сложностями. В таком положении оказалась, например, биотехнология;
- появляются возможности смоделировать объекты, состоящие из миллиардов атомов.

Моделирование таких сложных объектов необходимо для полного исследования свойств нанообъектов. Так, с помощью моделирования, например, решают задачи полного моделирования вируса табачной мозаики, поместив его в компьютерную среду.

Важное значение имеет моделирование процессов в электронной микроскопии, позволяющей исследовать различные материалы с атомным разрешением. Для подтверждения теоретических знаний в этой области был смоделирован зонд сканирующей электронной микроскопии, исследующий опытный образец.

Как известно, при некоторых условиях зонд микроскопа «захватывает» отдельные частицы материала, над которым находится, и «транспортирует» их вдоль поверхности кантилевера. Этот феномен трудно было изучить только с помощью самого микроскопа, т.к. необходимо было «ощупать» зонд-кантилевер другим зондом микроскопа, что является достаточно сложной задачей. Поэтому было применено молекулярное моделирование. В результате компьютерного исследования модели, в процессе сканирования, на зонд перемещается очень незначительная маленькая часть исследуемого материала, которая затем перемещается вверх по зонду. Таким

образом, после компьютерного моделирования был исследован и объяснен рассматриваемый феномен.

Решение проблем компьютерного моделирования квантовой механики возможно на основе реализации идеи создания нового типа вычислительных устройств – квантового компьютера, обладающего значительным быстродействием и другими улучшенными характеристиками. Квантовое моделирование позволяет за счет квантовых эффектов создавать модели процессов и систем, адекватные содержанию поведения естественных систем и процессов. По этой причине за счет создания мощных квантовых компьютеров можно осуществлять сложные расчеты характеристик наномасштабных объектов. При этом моделирование объектов и процессов нанотехнологий имеет некоторую аналогию с моделированием проектирования авиационно-космической техники, которое осуществляется виртуально, без использования данных, получаемых экспериментально в аэродинамических трубах или иных стендах.

10.2.2. Электронные наноэлементы и наноустройства

1) Одноэлектронные транзисторы

Типичным примером электронных устройств нового типа, разработанных на основе нанотехнологий, являются одноэлектронные транзисторы и разработанные на их основе запоминающие устройства, работа которых определяется поведением отдельных электронов.

Одноэлектронный транзистор представляет собой переключающее устройство, способное соединять или разъединять электрические цепи за счет управления движением одного электрона. В существующих транзисторах такое переключение соответствует управлению совместным движением сотен тысяч электронов, поэтому переход к одноэлектронным переключателям позволит резко снизить энергопотребление.

Одноэлектронный транзистор представляет собой два металлических электрода, разделенных очень тонкой, нанометровой, изолирующей перегородкой, через которую могут происходить туннельные переходы электронов. По известному принципу «кулоновской блокады» работают широко распространенные МОП-транзисторы, в которых переключение осуществляется изменением потенциала управляющего электрода (gate).

На рисунке 10.4 представлен принцип работы одноэлектронного транзистора, в котором управление движением отдельного электрона осуществляется на основе принципа «кулоновской блокады».

В центральной части расположен участок вещества с размерами около ~ 10 нм, в котором находятся изолированные электроны, называемые «островным зарядом». Пока напряжение между управляющим электродом и истоком остается меньше некоторого порогового значения, электрон остается изолированным, как бы живущим на отдельном «острове», однако

при дальнейшем повышении напряжения до значения, превышающего пороговое, «кулоновская блокада» электрона прорывается, в результате чего устройство в целом срабатывает подобно обычному транзистору.

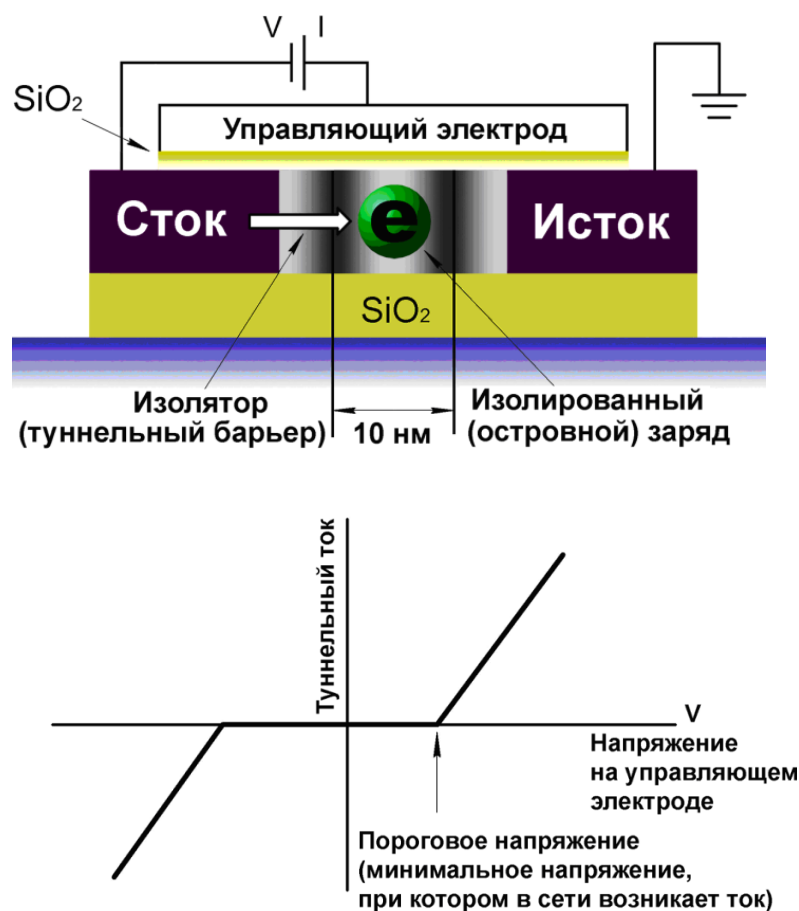


Рисунок 10.4. Принцип работы одноэлектронного нанотранзистора.

Таким образом, принцип работы одноэлектронного транзистора заключается в управлении движением отдельного электрона с использованием «кулоновской блокады». При этом управление отдельным электроном за счет туннельного эффекта требует ничтожных изменений электрического сигнала.

Примерами устройств, разработанных на базе такого транзистора, являются сверхминиатюрные:

- инвертор, представляющий последовательно соединенные на кремниевой пластине одноэлектронные транзисторы, который обеспечивает возможность «перебрасывать» выходное напряжение на вход;
- запоминающие устройства;
- вычислительные устройства;
- коммуникационные устройства и другие.

2) Наностёкла для запоминающих устройств

Не менее перспективными материалами, обеспечивающими уменьшение размеров кристаллических зерен до нанометровых масштабов, являются стеклообразные материалы, которые позволяют создавать новые и очень перспективные оптические устройства с очень высокими или регулируемыми коэффициентами преломления. Такие устройства или среды получили название наностёкол [68].

Наностекло – материал, являющийся сочетанием нанокристаллов и аморфных зерен и образующийся методом нанесения на поверхность стекла сотовых структур (сот) и заполнения их «столбиками» из различных наноматериалов (рисунок 10.5) [115].

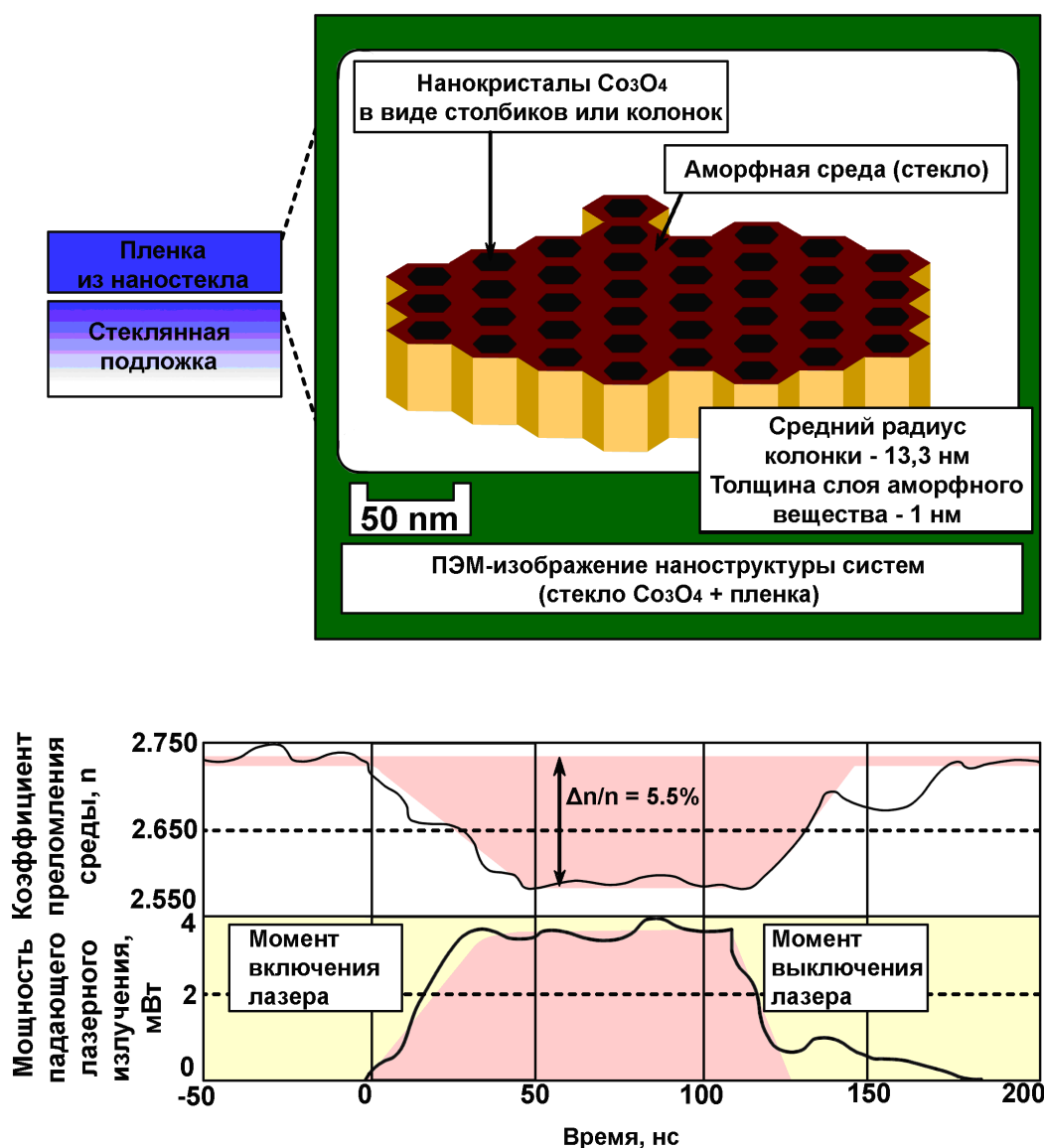


Рисунок 10.5. Пленки из наностёкол.

Чередование нанокристаллов и аморфных зерен («стеклянная фаза») создает новые возможности управления коэффициентом преломления в широких пределах. Эффект возникает из-за преломления в сотах и отсутствия преломления в аморфных средах.

Таким методом можно создать, например, сверхтонкую пленку (мембрану) из наностекла окиси кобальта. Уже получены такие пленки в виде плоских сот диаметром 13,3 нм, разделенных сверхтонкими стенками из аморфного материала, который заполняет упорядоченную структуру, образуя перегородки толщиной около 1 нм [115].

Выявлено [68; 115], что коэффициент преломления таких стекол может изменяться в очень широких пределах. Возможно регулирование коэффициента преломления и скорости отклика системы путем лазерного облучения длиной 650 нм.

Точный механизм этого эффекта полностью пока не изучен. Известно [68; 115], что он обусловлен особенностями поведения электромагнитных полей в чередующихся слоях наноразмерных кристаллических и аморфных областях.

Использование этих материалов обеспечит создание:

- новых, высокоэффективных устройств хранения и передачи цифровой информации, плотность записи информации на которых будет достигать до 1 терабит/кв. дюйм;
- объединенной системы из наностёкол и коротковолновых лазеров, позволяющей производить сверхмощные оптические запоминающие устройства и пленочные экраны с повышенной четкостью изображения;
- новых материалов для оптических переключателей, трехмерных оптических волноводов, устройств разделения, выделения некоторых биологических веществ, в том числе гормонов.

3) Одноэлектронные запоминающие устройства

Важнейшим элементом современных вычислительных машин являются динамические запоминающие устройства с произвольной выборкой (Dynamic Random Access Memory, DRAM), предназначенные для быстрого последовательного считывания информации. Эти полупроводниковые устройства представляют собой ячейку памяти, состоящую из конденсатора и переключателя, построенного, например, на МОП-транзисторе, обеспечивающую хранение в конденсаторной части примерно 100 тысяч электронов, что и соответствует, например, переходу записывающей системы из состояния «0» в состояние «1».

Ограниченность объема записи таких состояний в этих устройствах связана с их физическим объемом и размерами управляющих электрических цепей. Одним из решений этих проблем является использование методов, позволяющих осуществлять переключение состояния системы

меньшим числом электронов, а в идеальном случае и одним, что дает следующие преимущества:

- существенное сокращение энергопотребления;
- значительную минимизацию размеров за счет исключения.

Первые разработки экспериментальных запоминающих устройств, созданных на основе рассмотренного выше так называемого нанотранзистора, могли функционировать лишь при сверхнизких температурах, близких к абсолютному нулю. Решение этой проблемы было осуществлено фирмой «Хитати» в 1993 году, создавшей устройство (рисунок 10.6), которое могло работать при комнатных температурах, т.е. было пригодно для практического использования.

Это открыло перспективу создания в течение ближайших нескольких лет запоминающих устройств с большим объемом памяти. В 1998 году была достигнута и достаточно высокая степень интеграции схемы. В результате было изготовлено одноэлектронное запоминающее устройство, потребляющее при работе примерно в 100 раз меньше электроэнергии, чем существующие [68; 57; 115; 114], а его размеры составляют около 100 нм, причем сама квантовая точка («ловушка» – trap) для электронов имеет диаметр около 10 нм и сформирована в результате процесса самосборки атомов на поверхности очень тонкой кремниевой пластины толщиной около 3 нм. Это потребовало для подключения квантовой точки к электрической цепи создания специальной методики [57].

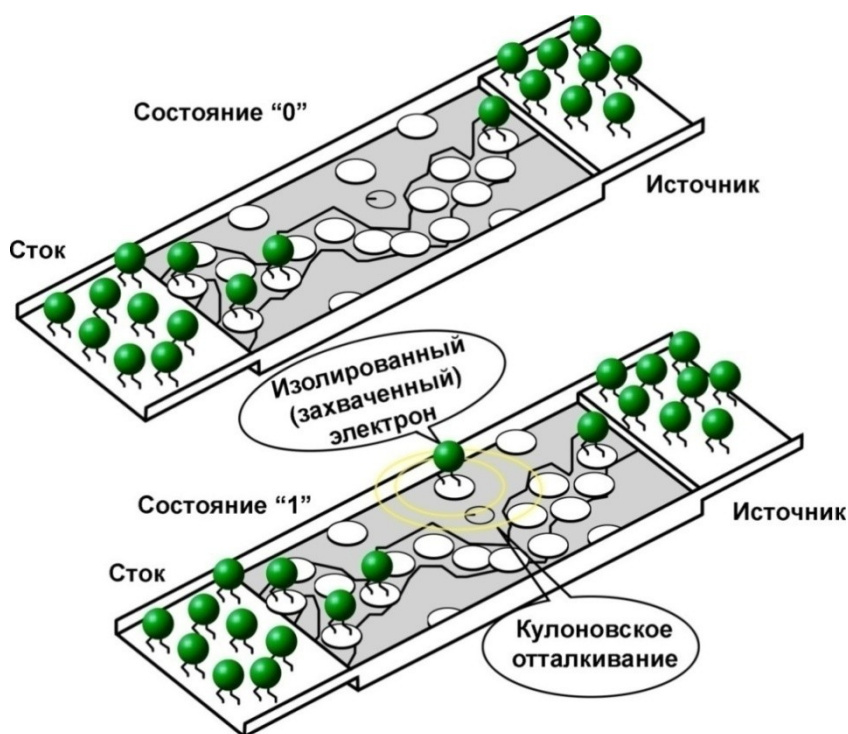


Рисунок 10.6. Принцип работы одноэлектронного запоминающего устройства.

4) Биодатчики и информационные терминалы

Экология, медицина и здравоохранение требуют надежных и удобных устройств, способных осуществлять длительный контроль и мониторинг условий существования живых организмов, а также воздействия на организмы разнообразных физических и химических факторов. К таким устройствам относятся пленочные или объемные биодатчики (рисунок 10.7), разработанные на основе микроскопических наноматериалов, получившие название электронных *нанодатчиков*.

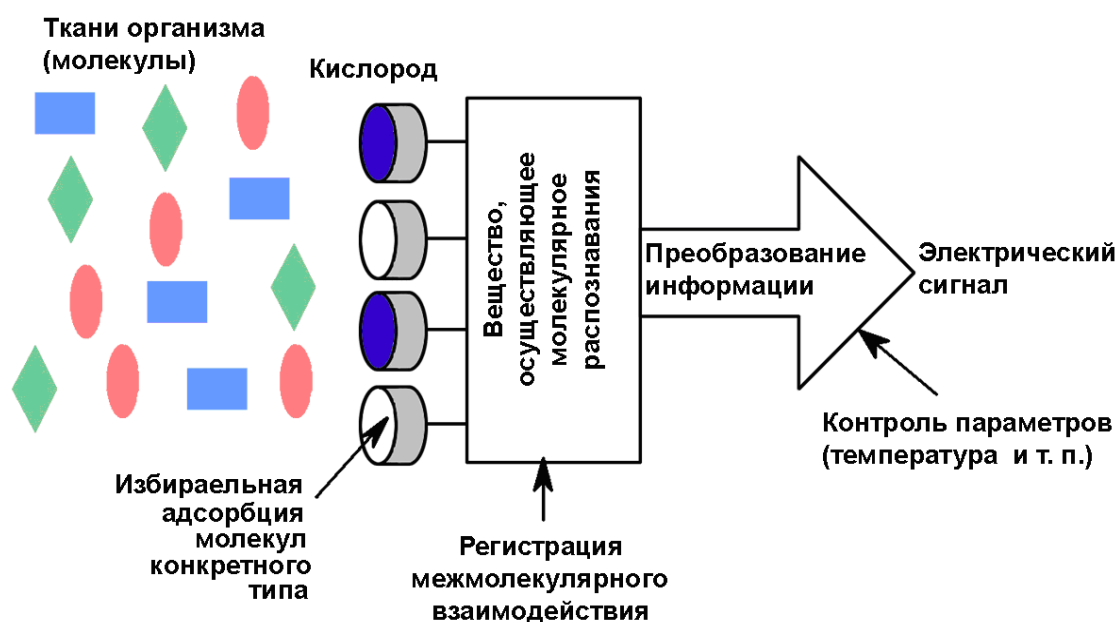


Рисунок 10.7. Принцип работы биодатчика непрерывного мониторинга состояния организма на молекулярном уровне.

Отличительная особенность такого нанодатчика – это способность существовать в автономном автоматическом режиме, осуществляя химический или физический анализ среды, в которую он внедрен, в том числе и вживлен, преобразовывать получаемую информацию в электрический сигнал и передавать ее для дальнейшей обработки.

Особенностью работы такого датчика является то, что он должен функционировать в среде и веществах, ответственных за так называемое «молекулярное распознавание». В частности, к таким веществам относятся антитела, обладающие высокой избирательностью, что и позволяет им осуществлять свои функции в организме.

Сложность решения проблемы создания биодатчиков с молекулярной избирательностью по отношению к определенным белковым соединениям связана в основном со сложностью обеспечения длительного и надежного функционирования биодатчика как электронного прибора, пред-

назначенного для контроля состояния среды или организма, сбора информации и передачи информации об их параметрах.

Важной особенностью биодатчиков и искусственных материалов с высокой избирательностью является то, что они обычно быстро теряют способность к молекулярному распознаванию, вследствие чего для их создания необходимо, прежде всего, синтезировать молекулы, надолго сохраняющие заданные избирательность и химическое сродство. Для решения этой проблемы ведутся интенсивные исследования возможностей присоединения молекул и антител к поверхности различных полимерных материалов. На этом направлении ставится *основная задача*: создание высокочувствительных, надежных и долговечных биодатчиков.

Кроме таких датчиков, разрабатывают аналитические микроустройства на стеклянных или кремниевых чипах, получивших название «лаборатория на чипе». Примерами таких устройств могут служить известный ДНК – биочип, размером в несколько миллиметров или микродатчик длительного действия для слежения за состоянием здоровья пациента под названием health-care-sensor. Этот датчик представляет автоматическую систему микроанализа, созданную на поверхности стекла или другом удобном веществе (рисунок 10.8).

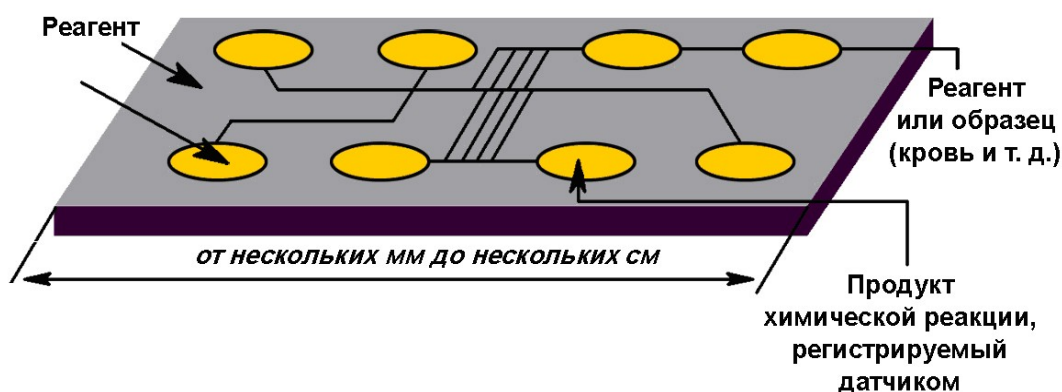


Рисунок 10.8. Принцип построения автоматической системы микроанализа.

Основными функциями такого микродатчика являются:

- обеспечение экспресс-анализа по микроколичествам вещества;
- отслеживание состояние организма, и в случае резкого ухудшении состояния здоровья автоматически осуществлять непрерывное измерение кровяного давления человека, частоты сокращения его сердечной мышцы, «обращаться» к врачу и вводить в организм по полученным рекомендациям требуемые лечебные препараты.

Основные проблемы создания и использования датчика:

- обеспечение биосовместимости при объединении тканей и датчика;

- миниатюризация;
- обеспечение надежного и долговременного контроля за состоянием организма.

Решение этих проблем позволит создать миниатюрные и удобные для ношения персональные накопители биоинформации, позволяющие осуществлять непрерывный мониторинг состояния организма [114].

Проектирование и изготовление таких биодатчиков связано с развитием новых методов обработки и пересылки информации из контролируемого организма, а также разработкой новых источников питания. Информация о состоянии организма должна передаваться через специальные «информационные терминалы», которые могут иметь самую различную форму, например, представляется удобным изготавливать такие устройства в виде серьги или другого украшения.

5) Наносеть

Наносеть – это техника и оборудование, называемое гибкой электроникой или «электронной кожей» (рисунок 10.9), произведенной на основе тонких материалов с применением нанотехнологий, которые представляют собой матрицы нанотранзисторов, построенных на основе сети нанотрубок [110]. Эта технология разработана в Университете Урбана-Шампэйн, Иллинойс (University of Illinois at Urbana-Champaign).



Рисунок 10.9. Модель гибкой электроники.

Структура такой гибкой электроники представляет собой пластины разрезанных металлизированных нанотрубок, которые формируют проводящие участки в составе матрицы тонких нитей. В «нанотрубочных» транзисторах скорость заряда на порядок выше, чем в полимерных. Конструкции на основе таких транзисторов имеют следующие достоинства:

- способны выдерживать сильные изгибы;
- позволяют работать с высокочастотным сигналом;
- требуют низкого рабочего напряжения, не превышающего 5 вольт;

- позволяют существенно увеличить производительность устройств путем замены не только «медленных» полимерных транзисторов, но и довольно «скоростных» кремниевых.

В существующем прототипе содержится около 100 нанотранзисторов, что на сегодняшний день рекорд по производству нанотрубочной электроники (рисунок 10.10).

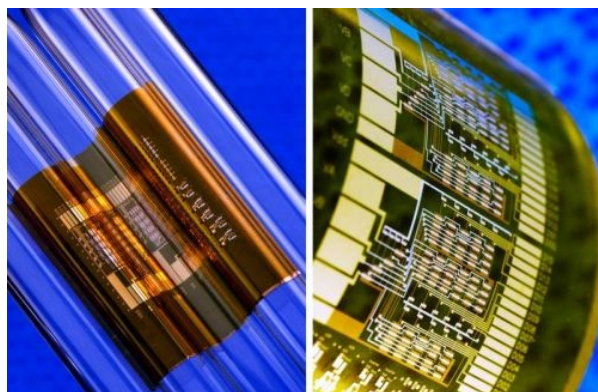


Рисунок 10.10. Полимерный лист со 100 нанотранзисторами.

Рассмотренная концепция наносети, предполагающая создание электронных схем из произвольно расположенных на подложке большого количества нанотрубок, имела характерный недостаток – металлические нанотрубки, неизбежно возникающие в процессе создания углеродных нанотрубок, приводили к «коротким замыканиям» в цепи.

В настоящее время эта проблема решена способом разрезания массива нанотрубок на узкие полосы. В результате появилась искомая матрица, содержащая свыше ста транзисторов. При этом сама матрица создается стандартным технологическим процессом травления, используемым в современной микроэлектронной промышленности.

Основой матрицы может стать любой материал, что дает перспективы для разработки всех типов «электронной бумаги» и так называемой «электронной кожи» (рисунок 10.11).



Рисунок 10.11. Прототип электронного стекла.

Стандартные материалы для LCD-матриц на основе кремния не предназначены для сгибания, поэтому использование гибких матричных наносетей позволит в недалеком будущем свернуть в трубку телевизор, как обычный постер, и легко транспортировать в любое место.

6) Гибкая электроника и чип с интегрированными наносенсорами

Еще одним вариантом гибкой электроники являются нанотрубки, не выращенные непосредственно на пленке, а нанесенные на ее поверхность в виде растворенных «чернил», подобно печати на бумаге с использованием струйного принтера [157] (рисунок 10.12).

Полученные устройства могут работать с частотой до нескольких килогерц. Но и такие достаточно низкие показатели частоты позволяют использовать гибкую электронику в составе электронной бумаги, «умной кожи» в текстильной промышленности, и RFID-метках.

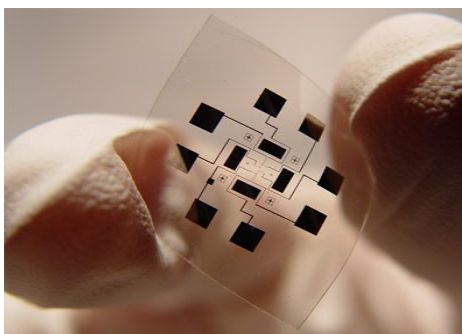


Рисунок 10.12. Гибкий электронный чип-прототип.

Чип со встроенным наносенсором [70] является первым шагом к массовому производству наноустройств на базе традиционной микроэлектроники, рисунок 10.13. Такие наноструктуры чувствительны к свету или определенным химическим веществам, если на их поверхность наносить различные примеси.

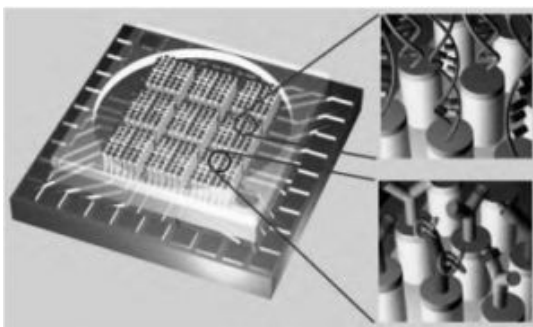


Рисунок 10.13. Матрица наносенсоров на чипе.

Кроме рассмотренных наносенсоров, имеют перспективу наносенсоры, разработанные на основе нанонитей и нанострун. Известны фотосенсоры, разработанные на этой основе. Первоначально технология их изготовления была слишком сложной. В настоящее время эта проблема решена разработанной в США технологией простого изготовления интегральных чипов со встроенными фотосенсорами на основе нанострун.

Обычно при синтезе нанострун они располагаются хаотично, и часто запутываются, что, естественно, не позволяет их использовать в качестве отдельных полупроводниковых приборов. Получение упорядоченных нанострун осуществляется с помощью, так называемой, печати, которая может быть «плоской» – когда наноструны выращиваются на матрице и затем сильно прижимаются к субстрату-основе, или «роликовой», когда они выращиваются на ролике, прокатывающемся затем по выбранной основе. Для получения нанонитей, особенно чувствительных к свету, используют селенид кадмия.

Использование кремниево-германиевых коаксиальных нанострун, где германий составлял ядро, а кремний – оболочку, позволяет получить усилитель сигналов от того же фотосенсора. Такой усилитель представляет фактически матрицу полевых транзисторов.

Полученные чипы (рисунок 10.14) располагают на подложке, фактически получая матрицу миниатюрных фоточувствительных пикселей.

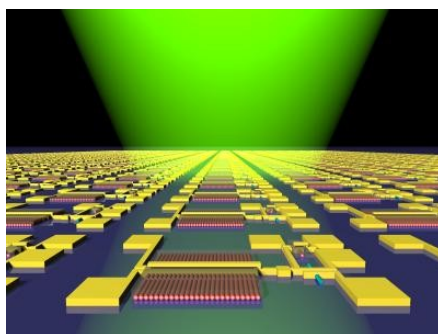


Рисунок 10.14. Матрица фотосенсоров-пикселей.

Но светочувствительными оказываются всего 80 % всех пикселей. Это связано с дефектами изготовления, в том числе:

- браком соединения наносенсор-электродного чипа – 5 %;
- браком самих нанонитей – 5 %;
- дефектами соединений внутри самого чипа – 10 %.

Считается, что такой процент брака не столь велик для подобной сложной интегральной схемы с работающими наноустройствами.

Дальнейшим направлением развития этой технологии является получение чипов, распознающих отдельные цвета, и получение биологических и химических наносенсоров, расположенных вместе с чипами на пластико-

вых пленках. Это позволит создать новое поколение оборудования для диагностики и развития сенсорной техники.

7) Самособирающиеся источники электропитания

В Массачусетском технологическом институте (MIT) была разработана технология создания литиево-ионной электрической батареи (Li-ion), которая собирается сама из материалов микроскопического размера [56]. Одно из потенциальных применений таких микробатарей – в мобильных автономных микроустройствах.

Такая батарея собирается из наноматериала-электролита и наноматериала, являющегося электродом, после чего происходит самоорганизация микро- и наночастиц материалов, приводящая к появлению структуры, полностью функционирующей как обычная электрическая батарея. Несмотря на то, что самосборка наноматериалов является отработанной технологией, промышленное производство таких работоспособных батарей не налажено.

Основной трудностью их создания была сборка электрода для батареи. Первоначальная сложность состоит в создании материала для упорядочивания наночастиц в составе электродов. Кроме этого, существует требование сборки двух электродов из наночастиц, которые должны быть разделены друг от друга в электролите. Для этого подобрали различно заряженные наноматериалы, которые, отталкиваясь по известным законам физики, будут всегда находиться на расстоянии друг от друга. К таким электродам относятся микрочастицы графита и наночастицы оксида кобальта. Электролит обеспечивает изоляцию таких электродов, благодаря чему ионы будут переноситься между электродами.

8) Энергонезависимое нанозапоминающее устройство (нанопамять)

Существует технология создания энергонезависимого нанозапоминающего устройства, *нанопамати* на основе органических наночастиц [185]. Модуль нанопамати выполняется на гибком полимерном субстрате (рисунок 10.15).

Особенностью нанопамати является то, что ее устройство состоит из полимера с наночастицами, расположенного между двух алюминиевых электродов. В настоящее время разработан опытный образец, который может хранить всего 16 байт информации. Эта память при отсутствии электропитания может хранить информацию до 10 суток за счет того, что в модуле между наночастицами протекает очень слабый, так называемый, «виртуальный» ток. При подаче напряжения в 2 вольта ток усиливается почти в 10 тысяч раз.

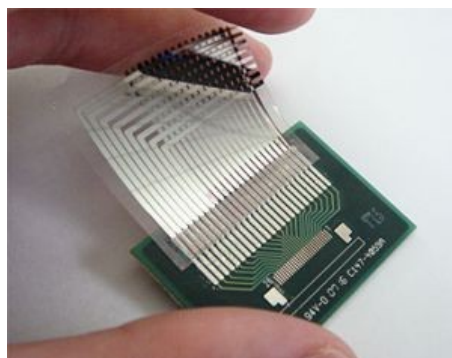


Рисунок 10.15. Модуль гибкой памяти.

Новое устройство было представлено в 2007 г. в Вашингтоне (США) на международной встрече в IEEE International Electron Devices Meeting. В марте 2007 года США выделили 9,1 млн долларов на разработку гибкой электроники.

9) Молекулярный компьютер

В настоящее время компанией IBM накоплен хороший опыт разработки средств в области считывания магнитной анизотропии отдельных атомов. Ими создан первый в мире молекулярный ключ, состоящий из одной молекулы, переключающийся без нарушения внешней структуры молекулы-ключа.

Сущность магнитной анизотропии заключается в анизотропном характере магнитного взаимодействия между атомными носителями магнитного момента в различных веществах. При этом решение задачи измерения магнитной анизотропии отдельного атома осуществляется по этапам:

- 1) «выстраивание» отдельных атомов железа на медной подложке с помощью специального сканирующего туннельного микроскопа;
- 2) измерение магнитной анизотропии каждого атома в отдельности [158].

В настоящее время перспективными направлениями деятельности IBM считает:

- создание миниатюрных кластеров атомов, в которых можно будет надежно хранить магнитную информацию;
- создание систем ячеек магнитной памяти на основе всего одного атома. Устройство атомарного хранения данных размером с плеер iPod сможет хранить, например, весь видеоконтент такого популярного ресурса, как YouTube, состоящего из миллиона видеороликов общим объемом около 1000000 миллиардов бит;
- создание молекулярного ключа (рисунок 10.16), способного работать множество циклов без нарушений молекулярной структуры.

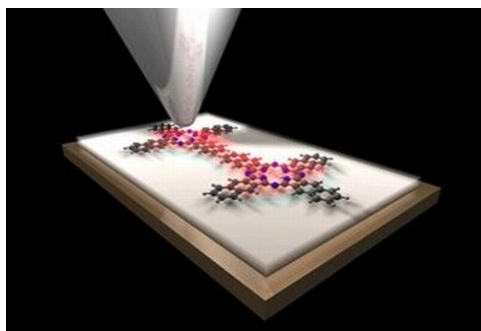


Рисунок 10.16. Молекулярный ключ (модель).

Сложность создания молекулярного ключа обусловлена тем, что молекулы-ключи зачастую после переключений деформируются. По этой и другим причинам пока не сконструирован работоспособный молекулярный компьютер. На основе молекулярного ключа строится простая логическая ячейка. Ключ представляет собой молекулу нафтаलोцианина и два атома водорода в составе этой органической молекулы.

Несмотря на создание рассмотренных молекулярных ключей, разработка полностью «молекулярных» компьютеров затруднена сложностью создания сборок или модулей памяти из таких молекулярных ключей, которые необходимо располагать отдельно в составе модулей. Однако в силу того, что по сравнению с традиционной CMOS-логикой, компьютерный чип, сконструированный на основе молекулярных ключей, будет иметь значительно меньшие размеры и большее быстродействие, перспектива остается за развитием микроэлектроники и молекулярных компьютеров.

10) Нанотелефон

Одним из первых вариантов многофункционального телефона является нанотехнологическое устройство Morph [89], представленное фирмой Nokia Research Center (NRC).

Morph представляет устройство из гибкого наноматериала, позволяющего изменять форму устройства по желанию пользователя.

§ 10.3. Нейрокомпьютеры

Нейрокомпьютеры (НЭВМ) – ЭВМ качественно нового поколения, отличающиеся от классических вычислительных систем параллельного типа тем, что для решения задач используют не заранее разработанные алгоритмы, а специальным образом подобранные примеры, на которых происходит самообучение НЭВМ.

Появление НЭВМ обусловлено объективными причинами:

- развитием элементной базы, позволяющей на одной плате реализовать персональный компьютер (PC), полнофункциональный компьютер (модель нейрона);

- необходимостью решения важных практических задач информационного общества.

Попытки создания ЭВМ, моделирующих работу мозга, предпринимались в 40-х годах XX века специалистами по *нейронной кибернетике*, которые разрабатывали самоорганизующиеся системы, способные обучаться интеллектуальному поведению в процессе взаимодействия с окружающей средой. Компонентами таких систем обычно являлись модели нервных клеток. Однако зарождавшаяся в это же время вычислительная техника и связанные с нею науки, особенно математическая логика и теория автоматов, оказали сильное влияние на области исследования, связанные с мозгом.

К концу 50-х годов сформировался логико-символьный подход к моделированию интеллекта, развитие которого обусловило создание таких направлений, как эвристическое программирование и машинный интеллект, а также способствовало снижению интереса к нейронным сетям. Неблагоприятным фактом, затормозившим развитие нейросетевой тематики на два с лишним десятилетия, явилось опубликование тезиса, выдвинутого авторитетнейшими учеными 60-х годов М. Минским и С. Пейпертом, о невозможности воспроизведения произвольной функции нейронной сетью и, следовательно, о невозможности создания универсального вычислительного устройства на ее основе.

В силу этого в течение длительного времени основным направлением в развитии искусственного интеллекта являлся логико-символьный подход, который может быть реализован на традиционных вычислительных системах. На основе этого подхода было получено решение многих «интеллектуальных» задач из определенных предметных областей.

Начиная с 80-х годов и по настоящее время, возникли и существуют объективные условия, обусловившие возрождение и развитие нейросетевых моделей:

- накоплены новые данные, полученные при экспериментальных исследованиях мозга;

- получены важные теоретические результаты, позволившие разработать алгоритмы обучения для различных искусственных нейронных сетей (НС);

- сформировался обширный рынок нейросетевых продуктов;

- подавляющее большинство нейросетевых продуктов представлено в виде моделирующего программного обеспечения;

- разрабатываются специализированные нейрочипы или нейроплаты в виде приставок к персональным ЭВМ. При этом программное обеспечение может работать как без нейроприставок, так и с ними;

- использование нейроприставок увеличивает быстродействие гибридной в сотни и тысячи раз.

Однако нейроприставки представляют собой классические универсальные или специализированные процессоры, например сигнальные, которые в некоторых случаях учитывают специфику НС, например, за счет аппаратной реализации операции адаптивного суммирования. При использовании такого подхода представляется проблематичной реализация суперЭВМ с «истинным параллелизмом», когда каждый нейрон работает в соответствии с логикой работы НС.

Достижения микроэлектроники позволяют реализовать ЭВМ с большим числом элементов, порядка тысяч и десятков тысяч нейронов. При этом возникает проблема организации связей между элементами, отвечающих архитектуре НС, которая на сегодня для произвольных НС пока не решена. С учетом этого [86] современные супернейрокомпьютеры разрабатываются по традиционной архитектуре множественного потока команд и множественного потока данных (МКМД) из элементов в виде СБИС нейрочипов, аппаратно реализующих фрагмент НС, но без использования стандартных процессоров (i860, Альфа, Мерсед).

Сегодня известен один из прототипов супернейрокомпьютера, представляющий систему обработки аэрокосмических изображений, разработанный в США по программе «Силиконовый мозг». Его заявленная производительность составляет 80 PFLOPS ($80 \cdot 10^{15}$ операций с плавающей точкой в 1 с) при физическом объеме, равном объему человеческого мозга, и потребляемой мощности 20 Вт. Естественно, что такая производительность не может быть обеспечена с помощью рассмотренных традиционных архитектур суперЭВМ.

Существуют следующие основные проблемы создания нейрокомпьютеров:

- разработка сверхпараллельных нейросетевых алгоритмов формализуемых задач и их распараллеливание в соответствии с архитектурой коммутационной системы;

- разработка новых методик решения неформализуемых задач.

При этом рассматриваются *три вида моделей нейронных сетей*:

- физические;
- математические;
- технологические.

Достижения в области физических моделей:

- созданы нейросетевые модели;
- реализованы различные виды нейропроцессоров на основе СБИС, оптической, ПЛИС и других технологий, т.е. разработаны технологические модели НС;

- проведены работы по исследованию физических моделей НС, в которых отображаются физические принципы функционирования головного мозга, что позволило М. Маховальду создать проект Кремниевой мозговой коры (*Silicon Cortex – SCX*);

Недостатки в области физических моделей:

- не создано модели, которая адекватно отображала бы работу мозга и позволяла генерировать новое знание;

- существует проблема моделирования зрения, внимания, координированного управления поведением в рамках нейросетевой технологии.

Решение указанных выше проблем может быть осуществлено на основе создания математических моделей нейросетевых вычислений, которые позволяют формировать новые принципы организации параллельной работы многих вычислительных элементов – формальных нейронов.

Большое влияние на разработку теории искусственных нейронных сетей оказал коннекционизм.

Коннекционизм (connection – связь) – раздел искусственного интеллекта, связанный с созданием, исследованием и развитием моделей мозга, мышления человека.

С учетом коннекционизма, в основу концепции НС положена идея о том, что нейроны можно моделировать довольно простыми автоматами, а вся сложность мозга, гибкость его функционирования и другие важнейшие качества определяются связями между нейронами. Каждая связь представляется как простой элемент, служащий для передачи сигнала.

Такой подход позволяет создавать нейросетевые модели, характеризующие:

- *однородность системы* – элементы нейронной сети одинаковы и просты, все определяется структурой связи;

- *надежность системы* – построенной из ненадежных элементов, за счет избыточного числа связей;

- *«голографичность»*, предопределяющая, что при разрушении части элементов система сохраняет свои свойства.

Предполагается, что широкие возможности систем связи – демаскирование старых связей и добавление новых – компенсирует бедность набора элементов, из которых строится модель, их ненадежность, а также возможные разрушения части связей.

В ходе развития нейросетевых моделей коннекционизм позволил уяснить основные механизмы индуктивного вывода, осуществляемого НС, позволившие решить множество прикладных задач. Однако для создания математических нейросетевых моделей, адекватных реальным задачам, требуются более глубокие исследования биологических принципов функционирования головного мозга. С учетом этого выделяют следующие направления развития математических нейросетевых моделей:

- 1) *решение задач, традиционных для искусственного интеллекта:*

- распознавание образов (зрительных, слуховых, обоняния и т.д.);
- классификация, извлечение знаний из данных, заполнение пропусков в таблицах данных, построение отношений на множестве объектов и других.

Решение этих задач дает возможность создавать искусственные органы, например, искусственный глаз, ухо, нос, предсказывать явления, действия, ситуации, разрабатывать специальные устройства – миниатюрные, дешевые, быстродействующие (в виде приставок к персональным компьютерам), обеспечивать потребности диалогового общения человека с ЭВМ и другие;

2) *решение сложных задач теории вычислений* с использованием НС, обеспечивающих значительное повышение производительности суперкомпьютера, а также получение естественных параллельных алгоритмов, значительно ускоряющих вычисления. Нейросетевая реализация классических задач и алгоритмов вычислительной математики позволяет решить задачи в области вычислительной и прикладной математики, в том числе решение:

- систем линейных уравнений;
- задач математической физики сеточными методами;
- оптимизированных задач, гидро- и аэродинамических расчетов;
- задач молекулярного конструирования лекарств;
- задач структурного исследования человеческих генов и других.

3) *использование нейрокомпьютера для моделирования работы структур, принципов функционирования человеческого мозга*. Достижения нейрофизиологии в области исследования процессов, происходящих в мозге, позволили создать искусственные НС, решающие сложные задачи распознавания, восприятия, прогнозирования и другие. В связи с недостаточным исследованием работы отдельных нейронов, взаимодействия групп нейронов при обработке разнородной информации, формирования логического мышления и других процессов, важным является исследование различных моделей НС и возможности их гибридизации с другими информационными технологиями для создания теоретической базы построения интеллектуальных систем, имитирующих функции человеческого мозга, что позволит разработать различные схемы и проверять гипотезы об устройстве и функционировании структур мозга;

4) *создание на основе концепции НС принципиально новых систем обработки информации*, которые должны обеспечивать основные достоинства традиционных автоматизированных информационных систем, в части высокого быстродействия отдельного элемента, высокой скорости передачи сигналов, большого объема памяти, и основные достоинства нейромикрокомпьютеров:

- высокую скорость обработки как дискретной, так и аналоговой информации;

- возможность управления сложными системами и процессами;
- возможность решения в реальном времени различных типов оптимизационных задач;
- высокую степень надежности и способности адаптации к быстро меняющейся обстановке.

Эти направления развития новых систем обработки информации на основе НС закреплены в известных научно-технических программах, в том числе программе создания координационного исследовательского центра по реализации международного проекта *Real World Computing Partnership (RWCP)* – организации вычислений в реальном мире, принятой в 1992 году в Японии. Основная цель этой программы – объединение международных усилий по разработке методов и средств, позволяющих вычислительным и управляющим системам самостоятельно, без участия человека, воспринимать воздействия внешнего мира и функционировать в нем, обучаясь и адаптируясь в заданной проблемной среде.

Основными направлениями развития этой программы являются:

- фундаментальные исследования;
- создание новых методов и алгоритмов для решения практических задач, включая нейросетевые методы и гибридные методы и технологии;
- развитие технологии организации вычислительных процессов в массивных параллельных вычислительных системах и НС;
- проработка вопросов создания и использования оптических и квантовых компьютерных систем;
- исследование естественных и создание искусственных НС для решения задач обработки изображений, управления роботами и непрерывными производствами, для понимания и синтеза речи, диагностики заболеваний людей и технологических неполадок в машинах и приборах, предсказания курсов валют и результатов спортивных соревнований и других.

Таким образом, искусственные НС являются одним из фундаментов научно-технического прогресса.

§ 10.4. Теоретические аспекты построения квантового компьютера

1) Информационные аспекты создания квантового компьютера

Современные электронно-вычислительные системы, реализованные на микроэлектронных интегральных схемах, обеспечивают производительность порядка 10^{12} операций в секунду [202]. Несмотря на такую высокую производительность, в настоящее время для решения сложных задач развивающегося информационного общества этот показатель не удовлетворяет запросам практики. Так, например, для отыскания простых сомножителей 300-значного числа при производительности современной вычис-

лительной техники потребуется 150 тысяч лет. Решение подобной задачи возможно на основе использования квантового компьютера и потребует всего $5 \cdot 10^{10}$ шагов, которые заняли бы меньше секунды.

Идею создания квантовых компьютеров выдвинули в 80-х годах прошлого столетия Ю.А. Манин, а также американский физик Р. Фейнман. Реализация идеи квантового компьютера основывается на достижениях квантовой физики, квантовой информатики, квантовой криптографии. Так, на квантовом уровне микромир может быть математически описан уравнением Шредингера [133]:

$$i\hbar \frac{\partial |\Psi\rangle}{\partial t} = \tilde{H} |\Psi\rangle, \quad (10.1)$$

где линейный оператор $\tilde{H}$ обладает свойством суперпозиции состояний

$$\tilde{H}(a |\Psi_1\rangle + b |\Psi_2\rangle) = a\tilde{H} |\Psi_1\rangle + b\tilde{H} |\Psi_2\rangle. \quad (10.2)$$

Другими словами, если система может существовать в состоянии $|\Psi_1\rangle$ и $|\Psi_2\rangle$, то она может существовать и в состоянии $a |\Psi_1\rangle + b |\Psi_2\rangle = \Psi$, где a и b – комплексные амплитуды (любое комплексное число), такие, что

$$|a|^2 + |b|^2 = 1. \quad (10.3)$$

Этот принцип лег в основу построения элементной базы квантовых вычислительных устройств. «Квантовой версией» бита является кубит, он представляет собой когерентную суперпозицию двух базисных состояний $|\Psi\rangle = a |0\rangle + b |1\rangle$, где коэффициенты a и b – комплексные амплитуды.

Амплитуды, удовлетворяющие условию нормировки (10.3), определяют вероятность нахождения системы в одном из базисных состояний [41].

Представим себе сферу, направление по радиусу на север в которой представлено единицей, а направление на юг – нулем. Это обычные биты. Другие положения соответствуют квантовым суперпозициям. Например, стрелкой обозначен кубит, имеющий конкретные координаты, которые могут кодировать бесконечную последовательность цифр. Однако это не соответствует бесконечному количеству информации, которую содержит кубит. Квантовая механика требует, чтобы информация из кубита была извлечена путем измерения. Как и классический бит, кубит представляет единицу или ноль.

Особенностью кубита, как и любого объекта квантовой механики, является диапазон суперпозиций, в котором содержатся в разной степени оба исходных состояния. Другими словами, в кубите содержится диапазон

состояний между «0» и «1», поэтому кубит является базовым ресурсом квантовой теории информации.

Возникает вопрос о количестве классической информации, которую можно хранить в кубите. Так, указывая широту и долготу, координаты вектора кубита, можно кодировать длинную строку битов. Однако, несмотря на то, что в одном кубите можно закодировать бесконечное количество классической информации, ее извлечение вызывает сложности. Определение состояния кубита с помощью прямого измерения дает в результате ноль или единицу. Важнейшей особенностью при этом является вероятность нуля или единицы, значение которой зависит от широты исходного состояния. Итак, у кубита можно прочесть только один бит с определенной вероятностью, его необходимо рассматривать как единицу квантовой информации, а не как бесконечное число квантовых битов.

Квантовые состояния объединяются при помощи умножения тензоров, в результате которого образуется пространство состояний из n квантовых частиц с размерностью 2^n .

Это означает, что если один кубит может быть в двух суперпозиционных состояниях $|0\rangle$ и $|1\rangle$, то два кубита – уже в четырех $|00\rangle$, $|01\rangle$, $|10\rangle$, $|11\rangle$ и представляют собой четыре числа.

На k кубитах возможно провести математические операции с 2^k числами одновременно. Именно такое заключение способствует развитию работ в области квантовых вычислений. Действительно, имея в распоряжении сотню кубитов, можно оперировать с количеством чисел, превосходящим число атомов во Вселенной. Отсюда следует принцип квантового параллелизма.

Квантовый параллелизм – вычислительный процесс, при котором в квантовом компьютере определяются выходные значения всех выходных состояний.

Несмотря на то, что мы сами не можем непосредственно наблюдать состояние кубитов и квантовых регистров во всей полноте, между собой они могут обмениваться своим состоянием и могут его преобразовывать. С учетом этого создается компьютер, способный к параллельным вычислениям на уровне своего физического устройства. При этом остается лишь проблема прочтения конечного результата вычислений.

В современной вычислительной технике, разработанной на основе традиционной микроэлектроники, реализация принципа предельного распараллеливания массива информации объективно затруднено в связи с достижением предельных возможностей современной элементной базы. Однако известны реализации устройств квантового компьютера (рисунки 10.17, 10.18, 10.19), которые, позволяют существенно повысить скорость передачи данных и увеличить объем запоминающих устройств.

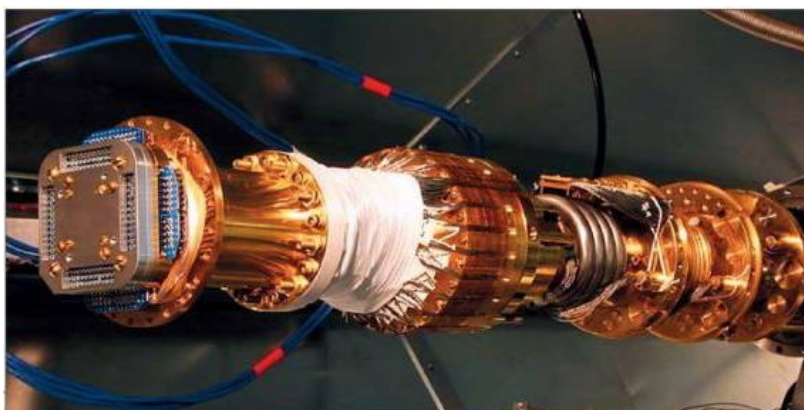


Рисунок 10.17. Квантовый процессор (в сборе) квантового компьютера Orion компании D-Wave.

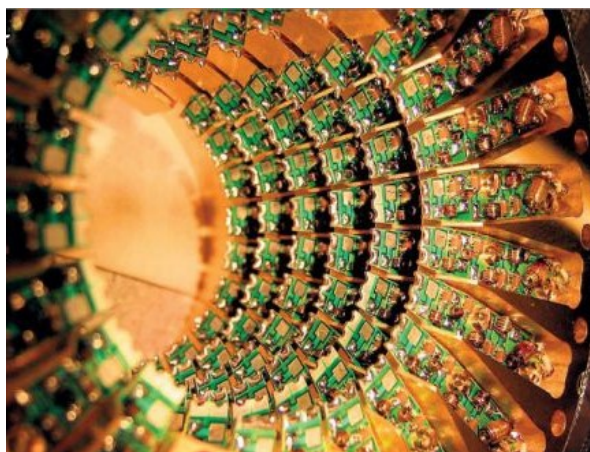


Рисунок 10.18. Электронные модули для связи с квантовым чипом квантового компьютера Orion компании D-Wave.

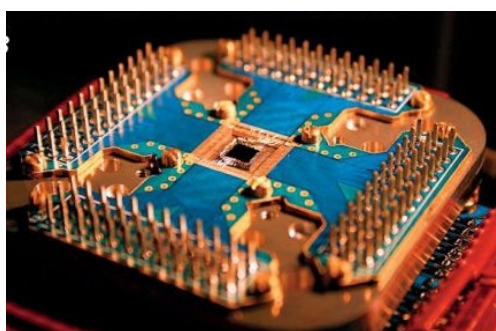


Рисунок 10.19. Кремниевый квантовый чип с 16 кубитами квантового компьютера Orion компании D-Wave.

Получение прикладных результатов связано с рядом направлений исследований, одним из которых является создание ансамблей кубитов, или, как принято в традиционной вычислительной технике, регистров кубитов. При этом в качестве кубита может быть выбрана любая квантовая

система, например, двухуровневые квантовые ячейки со спиновым числом $\frac{1}{2}$, которыми могут быть электронные или ядерные спины.

Возможны и другие варианты реализации состояния кубита, как, например, *орбитальные состояния электрона* в квантовых точках. Состояния «0» и «1» электрона в квантовых точках возможно разделить потенциальным барьером. Управление динамикой кубита можно осуществлять лазерными импульсами через возбужденные уровни электрона.

Кубитом также может быть *одионый фотон*. Любые два состояния фотона с ортогональными поляризациями могут интерпретироваться как состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$ кубита.

В качестве кубита можно использовать *два фотонных состояния*, различающихся фазой π .

Заметим, что квантовая система, используемая в качестве исчисления информации в кубитах, может быть макроскопической, например сверхпроводником, а также отдельной атомной частицей или колебательной модой.

Квантовый регистр обеспечивает формирование заданного числа кубитов. На основе таких N квантовых регистров формируется квантовый компьютер, который функционирует в соответствии с разработанными алгоритмами вычислений. При этом любой квантовый алгоритм может быть разложен на последовательность преобразований состояний как отдельных кубитов, так и комбинаций кубитов, т. е. одно – двухкубитовые, трехкубитовые (кутриты – q-trits) преобразования.

2) Квантовые вычисления

Кубиты как носители информации обладают рядом свойств, принципиально отличающих их от классических битов. Такие свойства связаны с рядом известных теоретических положений квантовой теории информации, среди которых специалисты рассматривают вопрос о *запутывании состояний*, которое заключается в следующем.

Рассматривают два двухуровневых кубита A и B , реализованных в виде атома с электронным или ядерным спином, молекулы с двумя ядерными спинами. Вследствие взаимодействия двух подсистем A и B возникает нелокальная корреляция, имеющая чисто квантовый характер, которая может быть описана матрицей плотности смешанного состояния

$$\hat{\rho} = p_1 |00\rangle\langle 00| + p_2 |10\rangle\langle 10| + p_3 |01\rangle\langle 01| + p_4 |11\rangle\langle 11|,$$

где p_i – вероятность i -го состояния, так что $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$.

С учетом этого, определяется запутывание состояний.

Запутыванием, или сцеплением состояний квантовых объектов, называется свойство когерентных квантовых их состояний иметь сумму вероятностей равной единице.

Запутанные, или сцепленные квантовые объекты, связаны между собой независимо от расстояний между ними. При измерении состояния одного из сцепленных объектов немедленно получают сведения о состоянии других объектов. При этом если два кубита сцеплены между собой, то они лишены индивидуальных квантовых состояний, а их зависимость друг от друга такова, что измерение для одного типа дает «0», а для другого – «1» и наоборот [41].

В этом случае считается, что кубиты представляют максимально сцепленную пару, которая несет один *e*-бит сцепленности.

Запутанные состояния являются ресурсом устройств квантового вычислителя, и для пополнения числа запутанных состояний необходимо разработать методы надежной генерации сцепленных кубитов. Одним из таких методов является алгоритмический способ получения запутанных кубитов на ионах в ловушках, на ядерных спинах или на паре фотонов. Весьма эффективным может быть процесс распада частицы в синглетном состоянии на две частицы. В этом случае генерируются пары частиц, запутанные по координате, импульсу или спину.

В настоящее время развитие всеобъемлющей теории запутанности является одной из первоочередных проблем квантовой теории информации. С ее помощью можно будет приблизиться к решению проблем телепортации, сверхплотному кодированию, криптографии, сжатию данных. С этой целью разрабатывается ряд квантовых алгоритмов:

- алгоритм факторизации Шора;
- быстрый квантовый алгоритм Гровера;
- алгоритма квантовой коррекции ошибок и другие.

Алгоритм факторизации Шора, обеспечивающий квантовые преобразования Фурье, заключается в определении простых множителей a и b для заданного целого числа $M = a \times b$ путем использования соответствующей квантовой схемы.

Алгоритм факторизации Шора позволяет:

- находить сомножители k -значного целого числа;
- оценить время вычислительного процесса;
- интерпретировать его как пример процедуры определения энергетических уровней квантовой вычислительной системы.

Быстрый квантовый алгоритм Гровера предназначен для поиска в базе данных.

Алгоритм квантовой коррекции ошибок – алгоритм, позволяющий повысить помехоустойчивость квантовой вычислительной системы подверженной разрушению хрупких квантовых состояний.

Содержание алгоритма квантовой коррекции ошибок заключается в том, что не требуется клонирование кубитов и выяснение их состояния. Формируется квантовая логическая схема, которая способна фиксировать ошибку в любом кубите без фактического считывания индивидуального состояния. Так, например, проходящий через такое устройство триплет 010 обнаруживает неправильный средний бит. Устройство переворачивает его, не определяя конкретные значения ни одного из трех битов.

Таким образом, способ заключается в сцеплении каждого информативного кубита с двумя кубитами, установленными в состояние 0. Эти три кубита в свою очередь сцепляются с шестью другими. Совместные измерения пар кубитов позволяют выявить наличие ошибки в одном из этих девяти кубитов и при необходимости определить пути ее исправления, не разрушая индивидуальные состояния кубитов [41].

Таким образом, на основе теории информации и квантовой механики возник один из фундаментальных алгоритмов – квантовая коррекция ошибок.

Перечисленные проблемы важны для создания квантового компьютера, и их решение относится к направлению деятельности квантовых программистов.

3) *Элементная база квантовых компьютеров*

В основе работы квантовых компьютеров лежат свойства квантового бита информации. Если в вычислительных процессах используется n кубитов, то Гильбертово пространство состояний квантовой системы имеет размерность равную 2^n , т.е. это означает, что имеется 2^n базовых состояний, а компьютер может оперировать суперпозицией из этих 2^n базовых состояний. Это следует из свойства квантового *параллелизма*.

Гильбертово пространство – n -мерное векторное пространство, в котором определено скалярное произведение при условии стремления значения n к бесконечности.

Квантовые вычисления являются унитарными преобразованиями, это означает, что осуществляется линейное преобразование с комплексными коэффициентами, сохраняющее неизменной сумму квадратов преобразуемых переменных. Унитарное преобразование является ортогональным преобразованием, при котором коэффициенты образуют унитарную матрицу.

Унитарная матрица – квадратная матрица $\|a_{ik}\|$, произведение которой на комплексно сопряженную и транспонированную матрицу $\|a_{ik}\|^T$ дает единичную матрицу.

Числа a_{ik} и a_{ki} являются комплексными числами. Если числа a_{ik} являются действительными числами, то унитарная матрица будет ортогональной матрицей.

Вычислительный процесс в квантовом компьютере носит интерференционный характер, потому что амплитуды базисных состояний являются комплексными числами. Именно создание интерференции состояний позволит значительно увеличить вычислительную мощность квантового компьютера.

В приведенном на рисунке 10.20 варианте структуры квантового компьютера проведение одно- или двух кубитовых операций осуществляется под управлением обычного компьютера.



Рисунок 10.20. Схема квантового компьютера.

При разработке квантового компьютера определяются следующие требования [42; 96]:

1) выделение и фиксация в пространстве континуальной среды двух-уровневых частиц, содержащей не менее $L > 10^3$ кубитов. В ходе вычислительного процесса должна быть реализована возможность воздействия на каждый кубит либо на любую их пару с целью осуществления заданного алгоритма;

2) обеспечение технической реализации подготовки необходимого числа кубитов входного регистра в исходном базисном состоянии $|0_1, 0_2, 0_3, \dots, 0_L\rangle$, т.е. необходимость неализации процесса инициализации;

3) в процессе квантовых вычислений необходимо исключить помехи и, прежде всего, эффекты декогерентизации, которые связаны с разрушением квантовой когерентности и квантовых состояний при взаимодействии с внешней средой. При этом необходимо обеспечить время декогерентизации, превышающее время основных квантовых операций в 10^4 раза;

4) физические свойства континуальной среды, в которой используются выбранные кубиты, должны обеспечить нелинейные взаимодействия для выполнения одно- и двухкубитовых операций;

5) на выходе квантового компьютера должно быть обеспечено надежное и точное измерение состояний квантовой вычислительной системы, что является наиболее трудной, но и одновременно необходимой задачей при создании квантового компьютера.

Континуальная среда квантового компьютера – однородная по физическим свойствам среда в любом агрегатном состоянии, в которой должно быть сосредоточено достаточное число кубитов, в которую могут быть введены данные, и на выходе измерено состояние кубитов.

Создание квантовых компьютеров является важным фактором дальнейшего прогресса в повышении эффективности обработки информации современного информационного общества. Известный опыт построения в корпорации IBM квантового компьютера из семи атомов, которые благодаря своим физическим свойствам обеспечивают одновременное выполнение функций процессора и памяти.

Одной из первоочередных фундаментальных проблем построения промышленного квантового компьютера является решение ряда сложных физико-технологических проблем и создания «квантовой» вычислительной математики. В связи с этим представляют интерес результаты исследований отечественных (д.ф.-м.н., профессор В.И. Манько, сотрудники Российского квантового центра А.К. Федоров и Е.О. Киктенко) и зарубежных ученых (Цзехан Чжан, Мишель Симмонс, М.Д. Лукин) в области создания квантовых компьютеров, опубликованные на сайте www.tadviser.ru, которые в хронологическом порядке представлены в таблице 10.2.

Таблица 10.2

**Краткая хронология основных достижений
в области создания квантовых компьютеров (КК)**

Год	Содержание результатов разработки	Авторы / Организация
2015	Метод, упрощающий создание универсального квантового компьютера, основанный на использовании многоуровневых квантовых систем (кудитов), каждая из которых способна работать как несколько «обычных» квантовых элементов, кубитов	Д.ф.-м.н., профессор В.И. Манько, А.К. Федоров, Е.О. Киктенко / МФТИ, Российский квантовый центр
2016	Компактный перепрограммируемый КК из пяти кубитов, управляемых лазером после захвата с помощью ионной ловушки	Группа ученых из Мэрилендского университета в Колледж-Парке в США
2016	1. Испытания квантовой коммуникации оптоволоконной линии длиной 32 км (Ногинск–Павловский Посад). 2. Эксплуатация (в течение трех недель) автоматической системы квантового распределения криптографических ключей на основе стандартных линий связи ПАО «РОСТЕЛЕКОМ»	МГУ, Ростелеком, Фонд перспективных исследований
2017	1. Создание рабочего прототипа 50-кубитного квантового компьютера. 2. Предоставление пользователям доступа в облаке к 20-кубитной системе, осуществляющей вычисления когерентности в 90 микросекунд.	Компания IBM

Продолжение таблицы 10.2

2017	1. Реализация квантового канала связи между летящим самолетом и наземной станцией. 2. Удачно сгенерирован секретный ключ в 6 из 14 попыток	Университет Уотерлу (Канада)
2017	Создание и проверка программируемого квантового компьютера на базе 51 кубита	Ученые из Гарвардского университета и Массачусетского технологического института под руководством М.Д. Лукина, профессора физики из Гарварда и сооснователя Российского квантового центра
2017	1. Применение технологии квантового шифрования со спутника «Мо-Цзы» на наблюдательные станции Синлун (провинция Хэбэй) и Наньшань (Синьцзян-Уйгурский автономный район). 2. В разные моменты передачи пакета данных расстояние изменялось от 645 до 1200 км	Группа ученых из Китая
2017	Создана модель 53-кубитной квантовой системы, применяемой для имитации квантовой материи	Ученые Мэрилендского университета в Колледж-Парке (UMD) и Национального института стандартов и технологий (NIST) США
2017	1. Представлен «Квантовый телефон ViPNet» (демонстрирует интеграцию аппаратуры квантового распределения ключей). 2. Квантовый телефон объединяет рабочие станции с установленным ПО ViPNet и позволяет шифровать трафик между ними с использованием квантового распределения ключей	Компания ИнфоТеКС, Лаборатория квантовых оптических технологий физфака МГУ, и VPN ViPNet
2018	1. Запущена версия IBM Q. 2. Квантовыми вычислениями в облаке успели воспользоваться 60 тыс. пользователей, проведено около 1,7 млн экспериментов, по результатам которых было опубликовано 35 исследовательских работ	Компания IBM
2018	Подписано соглашение о создании в России многокубитного оптического квантового симулятора на основе фотонных чипов и нейтральных атомов	Внешэкономбанк, «ВЭБ-Инновации», Фонд перспективных исследований, МГУ имени М.В. Ломоносова и АНО «Цифровая экономика»
2018	1. Создан квантовый процессор на базе атома фосфора. 2. Показана возможность взаимодействия кубитов на расстоянии 16 нанометров друг от друга	Группа ученых Университета Нового Южного Уэльса из Австралии под руководством профессора Мишель Симмонс

Контрольные и проблемные вопросы:

1. Каковы основные закономерности развития нанотехнологий?
2. Охарактеризуйте прогноз экономических и социальных последствий внедрения нанотехнологий.
3. Какие существуют проблемы развития нанотехнологий?
4. Какие существуют электронные наноэлементы и наноустройства?
5. Какие элементы могут использоваться в наносети?
6. Опишите основные проблемы использования гибкой электроники.
7. Какие основные характеристики имеет нанопамять?
8. Что такое нейрокомпьютеры?
9. Какие условия развития имеют нейросетевые модели?
10. Опишите направления развития математических нейросетевых моделей.
11. Какова структура квантового компьютера?

Список использованных источников

Нормативные правовые акты

1. Об информации, информационных технологиях и защите информации [Электронный ресурс] : федер. закон : [от 27 июля 2006 г. № 149 : с изменениями и дополнениями]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг [Электронный ресурс] : федер. закон : [от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ : в ред. от 5 декабря 2017 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. О государственной автоматизированной информационной системе «Управление» [Электронный ресурс] : постановление Правительства Рос. Федерации : [от 25 декабря 2009 г. № 1088 : в ред. от 27 ноября 2015 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций) [Электронный ресурс] : постановление Правительства Рос. Федерации : [от 24 октября 2011 г. № 861 : в ред. от 30 марта 2018 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. О мерах по совершенствованию электронного документооборота в органах государственной власти [Электронный ресурс] : постановление Правительства Рос. Федерации : [от 6 сентября 2012 г. № 890]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)» [Электронный ресурс] : постановление Правительства Рос. Федерации : [от 15 апреля 2014 г. № 313 : в ред. от 12 января 2018 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Рос. Федерации : [от 1 ноября 2013 г. № 2036-р]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения : [утв. Постановлением Госстандарта СССР от 26 декабря 1990 г. № 3294].

9. ГОСТ Р 54471-2011/ISO/TR 15801:2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы электронного документооборота. Управление документацией. Информация, сохраняемая в электронном виде. Ре-

комендации по обеспечению достоверности и надежности : [утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 18 октября 2011 г. № 466-ст].

10. ГОСТ Р 53898-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Технические требования к электронному сообщению : [утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 8 ноября 2013 г. № 1465-ст].

11. ГОСТ Р МЭК 60950-1-2009. Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования.

12. О повышении качества предоставления государственных услуг в системе МВД России : приказ МВД России : [от 29 декабря 2014 г. № 1144].

13. О вводе в опытную эксплуатацию первой очереди автоматизированной системы ведения Регистра Федерального интегрированного информационного фонда : приказ МВД России, Минфина России, Минюста России, МНС России, Минсвязи России, МАП России, ГТК России, ФСБ России, ФПС России, ФСНП России, ФАПСИ при Президенте Российской Федерации : [от 28 мая 2002 г. № 497/42н/140/БГ-3-13/269/59/464/534/319/345/208/151].

14. Об организации в системе МВД России государственного учёта результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ военного, специального и двойного назначения : приказ МВД России : [от 25 июля 2006 г. № 583].

15. Об утверждении Положения о системе научно-технической информации Министерства внутренних дел Российской Федерации : приказ МВД России : [от 31 марта 2010 г. № 256].

16. О мерах по переходу на электронный документооборот : распоряжение МВД России : [от 9 ноября 2015 г. № 1/9112].

Монографии, учебники и учебные пособия

17. 25 лет Информкоммуникационной революции / под ред. Л.Е. Варакина. – М. : МАС, 2006.

18. URL: <http://uchebana5.ru/cont/1653291.html>.

19. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22473.

20. URL: http://www.mobi.city.ru/articlereview/ctandarty_svgazi_4g.

21. IBM открыла молекулярным компьютерам зеленый свет [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2007/ibm-otkrylamolekulyarnym-kompyuteram-zelenyi-svet>.

22. Le Garf A. Dictionnaire de l'informatique / A. Le Garf. – Paris : Presses Universitaires de France, 1982.

23. NIST, 2011 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/publications/nist-definition-cloud-computing>.

24. NNN nanonewsnet.ru [Электронный ресурс] / Сайт о нанотехнологиях № 1 в России. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru>.
25. NOKIA и Кембриджский университет представили концепт нанотехнологического устройства [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2008/nokia-i-kembri-dzhskii-universitetpredstavili-kontsept-nanotekhnologicheskogo-ustroistva>.
26. Артамонов, Г.Т. Информатика: теория и практика / Г.Т. Артамонов // НТИ. – Сер. 1. – 1999. – № 6.
27. Артамонов, Г.Т. Информатика: теория и практика / Г.Т. Артамонов // НТИ. – Сер. 1 – 1997. – № 8; 1998. – № 1, 4, 6, 12.
28. Афанасьев, В.Г. Социальная информация и управление обществом : монография / В.Г. Афанасьев. – Изд. 2-е. – Москва : URSS, 2013.
29. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCad 15. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Рыков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/67287.html>. – ЭБС «IPRbooks».
30. Бауэр, Ф. Информатика. Вводный курс. В 2 частях. Часть 2 / Ф. Бауэр, Г. Гооз. – М. : Мир, 1990.
31. Безручко, В.Т. Практикум по курсу «Информатика» / В.Т. Безручко. – М. : Финансы и статистика, 2001.
32. Биркгофф, Г. Математика и психология : пер. с англ. / Г. Биркгофф. – Изд. 2-е, испр. – URSS, 2008.
33. Богатырь, Б.Н. Концепция системной интеграции информационных технологий в высшей школе / Б.Н. Богатырь, М.А. Гуриев, А.Д. Иванов [и др.]. – М. : РосНИИСИ, 1993.
34. Дейтел, Х.М. Операционные системы. Основы и принципы. Т. 1 / Х.М. Дейтел, Д.Р. Чофнес. – М. : Бином, 2016.
35. Матвеев, М.Д. Полное руководство Windows 8 [Электронный ресурс] / М.Д. Матвеев, М.В. Юдин, Р.Г. Прокди. – Электрон. текстовые данные. – СПб. : Наука и Техника, 2013. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/35412.html>. – ЭБС «IPRbooks».
36. Селина, Е.Г. Создание реляционных баз данных средствами СУБД Microsoft Access [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.Г. Селина. – Электрон. текстовые данные. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/68137.html>. – ЭБС «IPRbooks».
37. Бондарь, К.М. Информационные системы и технологии в профессиональной деятельности сотрудников органов внутренних дел: учебное пособие / К.М. Бондарь [и др.]; Дальневосточный юрид. ин-т МВД РФ. – Хабаровск : РИО ДВЮИ МВД РФ, 2013.
38. Бониц, М. Информация – знание – информатика / М. Бониц // Междунар. форум по информ. и докум. – 1990. – Т. 15. – № 2.

39. Копытин, В.Ю. Новые тенденции развития розничных платежных услуг: «Расчеты и операционная работа в коммерческом банке» [Электронный ресурс] / В.Ю. Копытин. – 2010. – № 1. – Издательский дом «РЕГЛАМЕНТ». – URL: http://www.reglament.net/bank/raschet/2010_1.htm.
40. Казиев, В.М. Введение в правовую информатику [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Казиев. – Электрон. текстовые данные. – М. : Национальный открытый университет «ИНТУИТ», 2016. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/52147.html>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
41. Валиев, К.А. Квантовые компьютеры и квантовые вычисления [Электронный ресурс] / К.А. Валиев; Физико-технологический институт РАН. – М. : ФТИАН, 2005. – URL: <http://www.ufn.ru/ru/articles/2005/1/a>.
42. Валиев, К.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность / К.А. Валиев, А.А. Кокин. – М. : Регулярная и хаотическая динамика, 2004.
43. Вельтмандер, П.В. Машинная графика : учебное пособие. В 3 кн. Кн. 2. Основные алгоритмы компьютерной графики / П.В. Вельтмандер. – Новосибирск : Изд-во Новосибирского государственного технического университета, 1998.
44. Вендеров, А.М. CASE-технологии / А.М. Вендеров. – М. : Финансы и статистика, 1999.
45. Воеводин, В.В. Отображение проблем вычислительной математики на архитектуру вычислительных систем / В.В. Воеводин // Вычислительные методы и программирование, 2000. – Т. 1.
46. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004.
47. Гаврилов, О.А. Информатизация правовой системы России. Теоретические и практические проблемы / О.А. Гаврилов. – М. : Изд-во «Юридическая книга», при участии изд-ва «ЧеРо», 1998.
48. Герасименко, В.А. Концепция современной информатики / В.А. Герасименко // Зарубежная радиоэлектроника. – 1994. – № 4.
49. Герасименко, В.А. Основы информатики. Ч. 1. Введение в информатику / В.А. Герасименко // МГИАИ. – М., 1996. – Деп. В ВИНТИ 16.07.91. – 1991. – № 3718-B91.
50. Герасименко, В.А. Основы информатики. Ч. 2. Мировоззренческие основы информатики / В.А. Герасименко // МГИАИ. – М., 1996. – Деп. В ВИНТИ 16.07.91. № 3719-B91.
51. Герасименко, В.А. Основы информационной грамоты / В.А. Герасименко. – М. : Энергоатомиздат, 1996.
52. Гиляревский, Р.С. Роль интеллектуальных информационных систем в развитии информатики / Р.С. Гиляревский // НТИ. – Серия 2. – 1987. – № 9.
53. Гиляревский, Р.С. Что такое информатика? / Р.С. Гиляревский // НТИ. – Сер. 1. – 1989. – № 11.

54. Глушков, В.М. Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков. – М. : Наука, 1982.
55. Глушков, В.М. Теория автоматов и формальные преобразования микропрограмм / В.М. Глушков // Кибернетика. – 1965. – № 5.
56. Глушков, В.М. Алгебра. Языки. Программирование / В.М. Глушков, Г.Е. Цейтлин, Е.Л. Ющенко. – К. : Наук. думка, 1974.
57. Глушков, В.М. Кибернетика. Вопросы теории и практики / В.М. Глушков. – М. : Наука, 1986. – 480 с.
58. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику / Ю.И. Головин. – М. : Машиностроение, 2007.
59. Горский, Ю.М. Системно-информационный анализ процессов управления / Ю.М. Горский. – Новосибирск : Наука, 1988.
60. Готт, В.С. Социальная роль информатики / В.С. Готт, Э.П. Семенюк, А.Д. Урсул. – М. : Знание, 1987.
61. Гоцкая, И.Р. Информационные технологии в юридической деятельности : учебное пособие / И.Р. Гоцкая. – Ставрополь : СФ КрУ МВД России, 2014.
62. Григорьев, Ю.А. Банки данных / Ю.А. Григорьев, Г.И. Ревунков. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
63. Гринченко, Т.А. Машинный интеллект и новые информационные технологии / Т.А. Гринченко, А.А. Стогний. – К. : Наук. думка, 1993.
64. Дейт, К. Введение в системы баз данных / К. Дейт. – М. : Вильямс, 2005.
65. Джевага, К.А. Компьютерная графика : курс лекций / К.А. Джевага, Ю.Н. Игнатов. – Орел : Академия ФСО России, 2012.
66. Дорот, В.Л. Толковый словарь современной компьютерной лексики / В.Л. Дорот, Ф.А. Новиков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2001.
67. Дорохов, Ф.М. Информатика. Программа курса для специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» / Ф.М. Дорохов, А.В. Петренко. – Орел : ВИПС, 1996.
68. Еременко, В.Т. Методологические, технологические и социокультурные аспекты информатики : монография / В.Т.Еременко, С.Ю. Лачинов, О.В. Третьяков. – Орел : Изд-во ОРАГС, 2007.
69. Ершов, А.П. Вычислимость в произвольных областях и базисах / А.П. Ершов // Семантика и информатика. – М. : ВИНТИ. – 1982. – Вып. 19.
70. Ершов, А.П. Информатизация: от компьютерной грамотности учащихся к информационной культуре общества / А.П. Ершов // Коммунист. – 1988. – № 2.
71. Жигарев, А.Н. Основы компьютерной грамоты / А.Н. Жигарев [и др.]. – Л. : Машиностроение, 1988.

72. Журнал технологии и средства связи [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tssonline.ru/articles2/fix-op/5g-oblik-buduschih-sistemmobilnoy-svyazi.-chast-1>.

73. Зюко, А.Г. Теория передачи сигналов / А.Г. Зюко, Л.М. Финк [и др.]. – М. : Связь, 1980.

74. Информатика и информационные технологии в юридической деятельности : учебное пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. / под ред. В.А. Минаева, А.П. Фисуна, К.М. Бондаря. – Хабаровск : Дальневосточный юридический институт МВД РФ, 2011.

75. Информатика. В 3 ч. Ч. 1. Методологические и технологические основы : учебник / А.П. Фисун, Ю.А. Белевская, В.А. Минаев [и др.]; под общ. науч. ред. А.П. Фисуна. – Орёл : ОГУ имени И.С. Тургенева, РГГУ, 2017.

76. Информатика. В 3 ч. Ч. 2. Организационные и технико-экономические аспекты информатизации : учебник / В.Т. Ерёменко, А.П. Фисун, В.А. Минаев [и др.]; под общ. науч. ред. В.Т. Ерёменко, А.П. Фисуна. – Орёл : ОГУ имени И.С. Тургенева, РГГУ, 2017.

77. Информатика. В 3 ч. Ч. 3. Методы, модели и средства обработки графической информации: учебник / А.П. Фисун, К.А. Джевага, В.А. Минаев [и др.]; под общ. науч. ред. А.П. Фисуна, А.В. Коськина, И.С. Константинова. – Орёл : ОГУ имени И.С. Тургенева, РГГУ, 2017.

78. Информатика : учебник / под ред. проф. Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 2006.

79. Информатика : учебник для курсантов и слушателей образовательных учреждений высшего профессионального образования МВД России по специальности 090106 – «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» / [авт.-ред. В.А. Минаев и др.]. – Изд. 2-е, расшир. и доп. – М. : Маросейка, 2008. (Серия «Информатика и информационная безопасность».)

80. Искусственный интеллект : справочник. В 3 кн. – М. : Радио и связь, 1990.

81. Кавалеров, Г.И. Введение в информационную теорию измерений / Г.И. Кавалеров, С.М. Мандельштам. – М. : Энергия, 1974.

82. Каляев, А.В. Многопроцессорные системы спроектируемой архитектурой / А.В. Каляев. – М. : Радио и связь, 1984.

83. Каранчук, В.П. Основы применения ЭВМ / В.П. Каранчук [и др.]. – М. : Радио и связь, 1988.

84. Касилов, А.Н. О разработке программы исследования проблем информационных систем на основе построения их концептуальной классификационной модели / А.Н. Касилов, А.П. Фисун [и др.] // Международная научно-практическая конференция «Языки мозга и тела человека: проблемы и практическое использование в деятельности органов внутренних

дел», 29 мая–2 июня 1995 г. : [материалы]. – Орел : МАИ, Орловская ВШ МВД России, 1996.

85. Кирсанова, М.В. Современное делопроизводство: учебное пособие / М.В. Кирсанова. – Изд. 3-е. – М. : ИНФРА, 2003.

86. Китаев, А.Ю. Классические и квантовые вычисления / А.Ю. Китаев, А. Шень, М. Вялый. – М. : МЦНМО, 1999.

87. Ключко, И.А. Информационные технологии в профессиональной деятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Ключко. – Электрон. текстовые данные. – Саратов : Вузовское образование, 2014. – URL: [http://www/iprbookshop.ru/20424](http://www.iprbookshop.ru/20424). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

88. Кнут, Д.Э. Искусство программирования. В 3 т. Т. 1. Основные алгоритмы / Д.Э. Кнут. – М. : Вильямс, 2012.

89. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси; пер. с японск. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

90. Коваленко, И.Н. Теория вероятностей : учебник для студентов университетов и вузов / И.Н. Коваленко, Б.В. Гнеденко. – Киев : Вища школа, 1990.

91. Колесник, В.Д. Курс теории информации / В.Д. Колесник, Г.Ш. Полтырев. – М. : Наука, 1982.

92. Excel 2016. Полное руководство [Электронный ресурс] / В.В. Серогодский [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – СПб. : Наука и Техника, 2017. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/73037.html>. – ЭБС «IPRbooks».

93. Колин, К.К. Информационное общество и проблема образования / К.К. Колин // Информационное общество. – № 2–3.

94. Колмогоров, А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. – М. : Изд-во АН СССР, 1987.

95. Комарцова, Л.Г. Нейрокомпьютеры : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб и доп. / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. – М. : Изд-во МГТУ им. И.Э. Баумана, 2004.

96. Корольков, А. Квантовая криптография, или как свет формирует ключи шифрования / А. Корольков // Компьютер в школе. – 1999. – № 7.

97. Крубель, П.К. Информационные системы и технологии / П.К. Крубель. – М. : Лаборатория Книги, 2008.

98. Крупнов, А.Е. Перспективы формирования рынка услуг нового поколения и операторы виртуальных сетей подвижной связи / А.Е. Крупнов, А.И. Скородумов // Мобильные системы. – 2005. – № 6.

99. Крыгин, С.В. Проектирование и обработка баз данных в ОВД : учебно-практическое пособие / С.В. Крыгин. – Н. Новгород : НА МВД России, 2014.

100. Кузнецов, А.А. Общая методика обучения информатике [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов педагогических вузов. I часть / А.А. Кузнецов, Т.Б. Захарова, А.С. Захаров. – Электрон. дан. – М. : МПГУ, 2014. – URL: <https://e.lanbook.com/book/70044>. – Загл. с экрана.

101. Куликовский, Л.Ф. Теоретические основы информационных процессов / Л.Ф. Куликовский, В.В. Мотов. – М. : Высш. шк., 1987.
102. Кухтенко, А.И. Кибернетика и фундаментальные науки / А.И. Кухтенко. – К. : Наук. думка, 1987.
103. Кухтенко, А.И. Абстрактная теория систем: современное состояние и развитие / А.И. Кухтенко, В.Н. Семенов, В.В. Удилов // Кибернетика и вычисл. техника. – 1972. – Вып. 15.
104. Логинов, А.С. Зарождение мезоскопических магнитных структур локальным лазерным воздействием / А.С. Логинов и [и др.] // Письма в ЖЭТФ. – 2007. – № 86.
105. Ломакин, М.И. Военно-социальная информация / М.И. Ломакин, А.А. Чертополох, А.В. Костин [и др.]. – М. : Военный университет, 1997.
106. Фаткуллина, Р.Р. Анализ технологических данных с использованием Microsoft Excel [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Р. Фаткуллина. – Электрон. текстовые данные. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/61816.html>. – ЭБС «IPRbooks».
107. Мазеев, М. Метаморфические преобразования растровых изображений (morphing) [Электронный ресурс] / М. Мазеев. – URL: <http://graphics.cs.msu.ru/courses/cg2000b/hw4/hw-4.htm>.
108. Малиновский, Б.Н. Введение и кибернетическую технику. Параллельные структуры и методы / Б.Н. Малиновский, В.П. Боюн, Л.Г. Козлов. – К. : Наук. думка, 1989.
109. Малых, А.А. Система МЕТА и открытые модели знаний / А.А. Малых, А.В. Манцивода // Всерос. научной конф. «Научный сервис в сети Интернет–2004» : [труды]. – М. : Изд-во МГУ, 2004.
110. Маслов, С.Ю. Теория дедуктивных систем и ее применения / С.Ю. Маслов. – М. : Радио и связь, 1986.
111. Математика и информатика : учебное пособие / Е.Н. Гусева [и др.]. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорского гос. ун-та, 2011.
112. Материалы сайта MForum.ru. – URL: <http://www.mforum.ru/t4/forum/news>.
113. Матросов, В.М. Методы сравнения в математической теории систем / В.М. Матросов, Л.Ю. Анапольский, С.Н. Васильев. – Новосибирск : Наука, 1980.
114. Мелик-Гайказян, И.В. Информационные процессы и реальность / И.В. Мелик-Гайказян. – М. : Наука, Физматлит, 1997.
115. Мелик-Гайказян, И.В. Информация и самоорганизация: методологический анализ / И.В. Мелик-Гайказян. – Томск : Изд-во ТПУ, 1995.
116. Мелихов, А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Бернштейн, С.Я. Коровин. – М. : Наука, 1990.

117. Минаев, В.А. Риск-ориентированный подход к моделированию процесса противодействия угрозам информационной безопасности / В.А. Минаев, М.П. Сычев, Е.В. Вайц, Ю.В. Грачева // Вопросы радиоэлектроники. – 2017. – № 6.
118. Мириманова, М.С. Информативно-когнитивные процессы и их роль в информатизации / М.С. Мириманова // НТИ. – Сер. 1. – 1989.
119. Михайлов, А.И. Семиотика и информатика / А.И. Михайлов. — М. : 1975.
120. Михайлов, А.И. Терминология информатики : библиографический указатель работ / А.И. Михайлов. – М. : ВИНТИ, 1976.
121. Михайлов, А.И. Научные коммуникации и информатика / А.И. Михайлов, А.И. Черный, Р.С. Гиляревский. – М. : Наука, 1976.
122. Михалевич, В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем / В.С. Михалевич, В.Л. Волкович. – М. : Наука, 1982.
123. Могилев, А.В. Информатика : учеб. пособие для студентов пед. вузов / А.В. Могилев, Н.И. Пак, Е.К. Хеннер. – 8-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2012.
124. Могилев, А.В. Технологии обработки текстовой информации. Технологии обработки графической и мультимедийной информации / А.В. Могилев, Л.В. Листрова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010.
125. Моль, А. Социодинамика культуры / А. Моль. – М. : Прогресс, 1973.
126. Морозов, В.К. Основы теории информационных сетей / В.К. Морозов, А.В. Долганов. – М. : Высш. шк., 1987.
127. Нано Дайджест [Электронный ресурс] // Интернет-журнал о нанотехнологиях. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008>.
128. Нано Дайджест [Электронный ресурс] // Интернет-журнал о нанотехнологиях. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles?year=2017>.
129. Наносеть: новое слово в гибкой электронике [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008/nano-setnovoe-slovo-v-gibkoi-elektronike>.
130. Нанотрубчатая электроника становится гибкой [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2008/nanotrubchataya-elektronika-stanovitsya-gibkoi>.
131. Начала информационной теории управления / Б.Н. Петров [и др.] // Итоги науки. Техническая кибернетика. – 1966–1975. – № 1–6.
132. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / под ред. Н.М. Амосова. – К. : Наук. думка, 1991.
133. Нильсен, М. Правила для сложного квантового мира [Электронный ресурс] / М. Нильсен // В мире науки. – 2003. – № 3. – URL: <http://www.sciam.ru/2003/3/inform.shtml>.

134. Ожегов, С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов; под ред. Н.Ю. Шведовой. – 14-е изд., стереотипное. – М. : «Русский язык», 1982.
135. Основы открытого образования / А.А. Андреев, Е.И. Горбунова, С.Л. Лобачев [и др.]; отв. ред. В.И. Солдаткин. – М. : Российский государственный институт открытого образования; НИИЦ РАО. – Т. 4.
136. Открытое образование: стандартизация описания информационных ресурсов / Е.И. Горбунова, С.Л. Лобачев, А.А.Малых [и др.]; отв. ред. С.Л. Лобачев и А.В. Манцивода. – М. : РИД«Альфа» МГОПУ им. М.А. Шолохова, 2003.
137. Пальчикова, Н.Ю. Информатика : учебное пособие / Н.Ю. Пальчикова. – Хабаровск : ДВГАФК, 2012.
138. Першиков, В.И. Толковый словарь по информатике / В.И. Першиков, В.М. Савинков. – 2-е изд., доп. – М. : Финансы и статистика, 1995.
139. Петров, В.В. Информационная теория синтеза оптимальных систем контроля и управления. (Непрерывные системы) / В.В. Петров, А.С. Усков. – М. : Энергия, 1975.
140. Пешкова, Г.Д. Секретарское дело : учебное пособие / Г.Д. Пешкова. – Минск : Вышэйшая школа, 2014.
141. Побельский, В.В. Язык СИ++ : учеб. пособие / В.В. Побельский. – М. : Финансы и статистика, 1999.
142. Попов, А. Поиск в Интернете – внутри и снаружи [Электронный ресурс] / А. Попов // Intrnet. – 1998. – № 2. – URL: http://www.citforum.ru/pp//search_03.shtml.
143. Попов, Э.В. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта / Э.В. Попов, Г.Р. Фирдман. – М. : Наука, 1976.
144. Портал о современных технологиях мобильной и беспроводной связи. – URL: <http://www.1234g.ru>.
145. Пospelов, Г.С. Искусствен. интеллект – основа новой информационной технологии / Г.С. Пospelов. – М. : Наука, 1988.
146. Пospelов, Г.С. Душа и сердце новейшей информационной технологии / Г.С. Пospelов. – М. : Знание, 1988. – Вып. 21.
147. Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник / под ред. А.П. Пятибратова. – М. : Финансы и статистика, 1998.
148. Ракитов, А.И. Философия компьютерной революции. – М. : Политиздат, 1991.
149. Розанов, Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика / Ю.А. Розанов. – М. : Наука, 1989.
150. Семененко, В.А. Электронно-вычислительные машины : учеб. пособие для сред. ПТУ / В.А. Семененко, А.В. Балтрушевич. – М. : Высш. шк., 1985.

151. Семенюк, Э.П. Информатизация общества и развитие методологических проблем информатики / Э.П. Семенюк // НТИ. – Сер. 2. Информационные процессы и системы. – 1990. – № 12.
152. Семенюк, Э.П. Информатика: достижения, перспективы, возможности / Э.П. Семенюк. – М. : Наука, 1988.
153. Семенюк, Э.П. Информатика: как ее понимать? / Э.П. Семенюк // НТИ. – Сер. 2. Информационные процессы и системы. – 1984. – № 7.
154. Сергиенко, И.В. Математ. моделирование и исследование процессов в неоднородн. средах / И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий, В.С. Дейнека. – К. : Наук. думка, 1991.
155. Симонович, С.В. Информатика : Базовый курс / С.В. Симонович [и др.]. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2004.
156. Славин, Б.Б. Эпоха коллективного разума: О роли информации в обществе и о коммуникационной природе человека / Б.Б. Славин. – М. : ЛЕНАНД, 2013.
157. Слисенко, А.О. Сложностные задачи теории вычислений / А.О. Слисенко // Успехи математических наук. – 1981. – Т. 36. – Вып. 6.
158. Словарь по кибернетике / под ред. В.С. Михалевича. – К. : Глав. ред. УСЭ, 1989.
159. Смирнов, А.Д. Архитектура вычислительных систем / А.Д. Смирнов. – М. : Гл. ред. Физматлит., 1990.
160. Советов, Б.Я. Построение сетей интегрального обслуживания / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – Л. : Машиностроение. Легингр. отд-ние, 1990.
161. Создан новый тип нанопамати [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2007/novyj-tip-nano-pamyati-sozdanuchenymi-iz-taivanya>.
162. Создан первый в мире чип с наносенсорами [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008/sozdanpervyj-v-mire-chip-s-integrirovannymi-nanosensorami>.
163. Соловьев, Г.Н. Операционные системы ЭВМ : учеб. пособие / Г.Н. Соловьев, В.Д. Никитин. – М. : Высшая школа, 1989.
164. Старостенко, И.Н. Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности : курс лекций. В 2 ч. Ч. 1. Основы информатики и введение в профессиональные информационные технологии / И.Н. Старостенко, Ю.Н. Сопильняк, М.В. Шарпан. – Краснодар : КрУ МВД России, 2013.
165. Степанов, А.Н. Информатика / А.Н. Степанов [и др.]. – 3-е изд. – СПб., 2005.
166. Теория информации : учебник. В 2 кн. Кн. 1: Теоретические основы / В.Т. Еременко [и др.]; под общ. науч. ред. В.Т. Еременко, А.П. Фисуна. – Орел : ОГУ имени И.С. Тургенева, РГГУ, 2016.

167. Технологии мобильной связи пятого поколения (5G) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ericsson.com/res/region_RECA/docs/whitepapers/wp-5gru.pdf.
168. Управление доменной структурой [Электронный ресурс] / В. Свидиненко // Nanonewsnet. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2008/elektroshok-dlya-magnitnykh-domenovupravlenie-domennoi-strukturoi-s-pomoshchyu-elekt>.
169. Урсул, А.Д. Информация. Методологические аспекты / А.Д. Урсул. – М. : Наука, 1971.
170. Урсул, А.Д. На пути к устойчивому развитию цивилизации: информационные факторы / А.Д. Урсул, Т.А. Урсул // Информационное общество. – № 2-3.
171. Урсул, А.Д. Отражение информация / А.Д. Урсул. – М. : Мысль, 1973.
172. Урсул, А.Д. Природа информации. Философский очерк / А.Д. Урсул. – М. : Политиздат, 1968.
173. Урсул, А.Д. Проблема информации в современной науке. Философские очерки / А.Д. Урсул. – М. : Наука, 1975.
174. Урсул, А.Д. Развитие информатики и информатизация общества: вопросы методологии / А.Д. Урсул // НТИ. – Сер. 1. – 1989. – № 1.
175. Успенский, В.А. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения / В.А. Успенский, А.Л. Семенов. – М. : Наука, 1987.
176. Фаронов, В.В. Турбо Паскаль 7.0. Начальный курс : учеб. пособие / В.В. Фаронов. – М. : «НОЛИДЖ», 1997.
177. Федотова, Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании : учебное пособие для магистров / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013.
178. Фигурнов, В.Э. IBM PC для пользователя / В.Э. Фигурнов. – М. : Финансы и статистика, 1997.
179. Фионова, Л.Р. Организация и технология документационного обеспечения управления / Л.Р. Фионова. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008.
180. Фисун, А.П. Концепция формирования теоретических основ информатики как естественнонаучного базиса подготовки специалистов информационных систем // Проблемы правовой информатизации. – Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2005. – № 2 (10).
181. Фисун, А.П. Теоретические основы информатики и информационная безопасность : монография / А.П. Фисун, В.А. Минаев, В.Н. Саблин, А.Н. Касилов. – М. : Радио и связь, 1999.
182. Фисун, А.П. Информатика. Часть 1. Информация и информационные системы как объект обеспечения информационной безопасности: курс лекций / А.П. Фисун. – Орел : ВИПС, 1998.

183. Фисун, А.П. О государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования в области информационной безопасности / А.П. Фисун, А.Н. Касилов // Международная конференция «Информатизация правоохранительных систем», 30 июня–1 июля 1998 г. : [материалы]. Часть 1. – М. : МАИ, Академия МВД России, 1998.
184. Форстер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации, возможности / Л. Форстер. – М. : Техносфера, 2008.
185. Фрейнвалд, Р.В. Сложность вычислений на вероятностных в детерминирован. односторонних машинах Тьюринга / Р.В. Фрейнвалд // Кибернетика и вычислит. техника. – 1986. – Вып. 2.
186. Хлебников, А.А. Информационные технологии : учебник / А.А. Хлебников. – М. : КНОРУС, 2014.
187. Хорошевский, В.Г. Архитектура вычислительных систем : учеб. пособие для вузов / В.Г. Хорошевский. – М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2005.
188. Хорошевский, В.Г. Инженерный анализ функционирования вычислительных машин и систем / В.Г. Хорошевский. – М. : Радио и связь, 1987.
189. Цапенко, М.П. Измерительные информационные системы. Принципы построения / М.П. Цапенко. – М. : Энергия, 1974.
190. Цветкова, А.В. Информатика и информационные технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Цветкова. – Электрон. текстовые данные. – Саратов : Научная книга, 2012. – URL: [http://www/iprbookshop.ru/6276](http://www.iprbookshop.ru/6276). – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
191. Центр нанотехнологий Росатома [Электронный ресурс] / Сайт Центра нанотехнологий Росатома. – URL: <http://www.nanoportal.ru>.
192. Цимбал, В.П. Теория информации и кодирование / В.П. Цимбал. – Киев : ВШ, 1982.
193. Черри, К. Человек и информация (Критика и обзор) / К. Черри. – М. : Связь, 1972.
194. Шемакин, Ю.И. Семантика информационной технологии / Ю.И. Шемакин // НТИ. – Сер. 2. Информ. процессы и системы. – 1995. – № 11.
195. Шеннон, К. Некоторые результаты теории кодирования для каналов с шумами / К. Шеннон // Математика. – 1959. – Т. 3. – Вып. 2.
196. Шеннон, К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – М. : Изд. иностр. лит., 1963.
197. Шилейко, А.В. Введение в информационную теорию систем / А.В. Шилейко, В.Ф. Кочнев, Ф.Ф. Химушин; под ред. А.В. Шилейко. – М. : Радио и связь, 1985.
198. Шнепс, М.А. Системы распределения информации. Методы расчета : справ. пособие / М.А. Шнепс. – М. : Связь, 1979.

199. Шрейдер, Ю.А. Автокоммуникация как необходимое условие коммуникации / Ю.А. Шрейдер, Н.Л. Мусхелишвили // Научно-техническая информация. Серия 2. – 1997. – № 5.
200. Шрейдер, Ю.А. Информация и фасцинация в прямой и непрямой коммуникации / Ю.А. Шрейдер, Н.Л. Мусхелишвили // Научно-техническая информация. Серия 2. – 1997. – № 8.
201. Шумаков, П.В. Дельфи 4. Руководство разработчика баз данных / П.В. Шумаков, В.В. Фаронов. – М. : НОЛИДЖ, 1999.
202. Щука, А.А. Нанoeлектроника / А.А. Щука. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008.
203. Эдельман, С.Л. Математическая логика / С.Л. Эдельман. – М. : Высшая школа, 1975.
204. Энциклопедический словарь. – М. : Большая советская энциклопедия, 1955.
205. Яблонский, С.В. Дискретная математика и математические вопросы кибернетики / С.В. Яблонский, О.Б. Лупанов. – М. : Наука, 1974. – Т. 1.
206. Ягузов, П.К. Социально-экономические аспекты информатики и информационных технологий / П.К. Ягузов. – М. : Лаборатория Книги, 2008.
207. Ягузов, П.К. История развития информатики / П.К. Ягузов. – М. : Лаборатория Книги, 2008.
208. Ягузеев, П.К. Форматы и структуры представления данных ЭВМ / П.К. Ягузеев. – М. : Лаборатория Книги, 2008.
209. Якубайтис, Э.А. Информационные сети и системы. Справочная книга / Э.А. Якубайтис. – М. : Финансы и статистика, 1996.

Учебник

Авторский коллектив:

доктор технических наук
Еременко Владимир Тарасович
(Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева);
доктор технических наук
Макаров Валерий Федорович
(Академия управления МВД России);
кандидат юридических наук
Матросова Лидия Дмитриевна
(Орловский юридический институт МВД России имени В.В. Лукьянова);
доктор технических наук
Минаев Владимир Александрович
(Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана);
кандидат юридических наук
Мишин Дмитрий Станиславович
(Орловский юридический институт МВД России имени В.В. Лукьянова);
кандидат физико-математических наук
Старостенко Игорь Николаевич
(Краснодарский университет МВД России);
доктор технических наук
Фисун Александр Павлович
(Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева);
кандидат педагогических наук
Шумилин Владимир Петрович
(Орловский юридический институт МВД России имени В.В. Лукьянова)

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Оригинал-макет ОрЮИ МВД России имени В.В. Лукьянова

Технический редактор **Е.В. Мурашев**
Корректор **Н.А. Коваленко**

Свидетельство о государственной аккредитации
Рег. № 2660 от 02.08.2017 г.
Подписано в печать 16.05.2019 г. Формат 60х90¹/₁₆.
Усл. печ. л. 22,63. Тираж 171 экз. Заказ № 173.

Орловский юридический институт МВД России имени В.В. Лукьянова.
302027, г. Орел, ул. Игнатова, 2.