

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Министерство внутренних дел Российской Федерации

Московский университет Министерства внутренних дел  
Российской Федерации имени В.Я. Кикотя



**А. А. Страхов**  
**Н. В. Задохина**  
**Н. М. Дубинина**

# **ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПСИХОЛОГИИ**

Учебник



Москва  
Московский университет  
МВД России имени В.Я. Кикотя

2021



**УДК 004.9**  
**ББК 16.3**  
**С83**

Рецензенты:

заместитель начальника УОМПО – начальник отдела организации психологической работы ДГСК МВД России кандидат психологических наук **Ю. Г. Касперович**; начальник кафедры информационно-компьютерных технологий в деятельности ОВД Белгородского юридического института МВД России имени И. Д. Путилина кандидат технических наук, доцент **А. Н. Прокопенко**; доцент кафедры трасологии и баллистики УНК ЭКД Волгоградской академии МВД России кандидат юридических наук **А. А. Нурушев**

**Страхов, А. А.**

**С83 Информатика и информационные технологии в психологии** : учебник / А. А. Страхов, Н. В. Задохина, Н. М. Дубинина. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2021. – 294 с.  
ISBN 978-5-9694-0863-0

Материал учебника ориентирован на процессы информатизации и цифровизации МВД России, проходящие в настоящее время. Базовые теоретические основы обработки служебной информации дополняются практическими примерами информационных технологий, непосредственно связанных с профессиональной деятельностью психологов в органах внутренних дел.

Учебник адресован курсантам, слушателям и преподавателям образовательных организаций МВД России для использования в учебном процессе и научной деятельности, а также может представлять интерес для практических психологов ОВД.

УДК 004.9  
ББК 16.3

**ISBN 978-5-9694-0863-0**

© Московский университет  
МВД России имени В.Я. Кикотя, 2021  
© Страхов А. А., Задохина Н. В.,  
Дубинина Н. М., 2021

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## **Глава 1. Основные понятия информатики**

- § 1. Информация, информационная сфера, информационный процесс..... 5
- § 2. Кодирование и измерение информации .....12
- § 3. Математические основы компьютерных вычислений.....20
- § 4. Логические основы обработки информации на компьютере .....27

## **Глава 2. Аппаратно-программное обеспечение современных информационных технологий**

- § 1. Основы компьютерной архитектуры .....41
- § 2. Программное обеспечение .....60
- § 3. Алгоритмы и алгоритмические структуры .....68

## **Глава 3. Офисные технологии в профессиональной деятельности психолога**

- § 1. Служебная информация и информационно-справочная поддержка служебной деятельности .....74
- § 2. Требования МВД России к оформлению организационно-распорядительных документов .....78
- § 3. Обработка табличных данных .....89
- § 4. Электронная подпись.....106

## **Глава 4. Мультимедийные технологии в профессиональной деятельности**

- § 1. Основы компьютерной графики .....112
- § 2. Аппаратное обеспечение компьютерной графики .....127
- § 3. Аудиоданные и их обработка.....135
- § 4. Обработка видео.....146
- § 5. Правила подготовки презентаций.....151

## **Глава 5. Основы телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности**

§ 1. Назначение, основные понятия, классификация компьютерных сетей .....	157
§ 2. Модель взаимодействия открытых систем (Open Systems) .....	167
§ 3. Адресация в компьютерных сетях .....	181
§ 4. Интегрированная мультисервисная телекоммуникационная система МВД России .....	192

## **Глава 6. Информационные системы в психологии**

§ 1. Основные понятия, возможности и классификация информационных систем .....	199
§ 2. Теоретико-множественные операции и основы реляционной алгебры .....	211
§ 3. Системы управления базами данных .....	223
§ 4. Облачные технологии как основа архитектуры ИСОД МВД России .....	231
§ 5. Единая система информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России (ИСОД МВД России) .....	246

## **Глава 7. Профессиональное прикладное программное обеспечение психолога**

§ 1. Обзор прикладного программного обеспечения для обработки данных психологических исследований .....	270
§ 2. Описательная статистика .....	273
§ 3. Статистическая проверка статистических гипотез .....	282
§ 4. Корреляционно-регрессионный анализ .....	285

<b>Библиографический список .....</b>	<b>289</b>
---------------------------------------	------------

## Глава 1. Основные понятия информатики

### § 1. Информация, информационная сфера, информационный процесс

«Кто владеет информацией, тот владеет миром» – формула успеха Натана Ротшильда<sup>1</sup> не теряет актуальности. Как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности преимущество получает тот, кто сумеет быстрее получить доступ к нужной информации, обработать и использовать ее в своих целях.

А что такое информация?

*Информация* – это любые сведения: получаемые из окружающего мира как отражение фактов или явлений; возникающие из знаний как продукт мышления.

Несмотря на широкое распространение и частое употребление термина «информация», однозначного строго научного определения этого понятия не существует. В философском смысле информация – это одна из базовых категорий мироустройства. По аналогии с материей, энергией, а также точкой, множеством, временем, массой, площадью или объемом информацию нельзя определить через более простые понятия.

Один из основателей теории информации Клод Шеннон рассматривал информацию как сообщение (сведения), снижающее неопределенность состояния какой-либо системы.

*Обработка информации* – совокупность операций, связанных с целенаправленным изменением содержания или формы представления информации.

*Информационный процесс* – это совокупность взаимосвязанных операций, посредством которых добывается, преобразуется, передается или сохраняется информация.

*Информационные технологии* – это конкретные методы и средства реализации информационных процессов.

---

<sup>1</sup> Натан Майер Ротшильд (1777–1836) – английский банкир.

Термин «информатика» вошел в лексикон мирового сообщества в XX в. с появлением цифровых информационных технологий (далее – ИТ) и электронных вычислительных машин (далее – ЭВМ). Бурное развитие ИТ породило информационный взрыв, а появление персональных компьютеров привело к всеобщей информатизации и преобразованию индустриального общества в информационное.

*Информационное общество* – это общество, в котором информационные технологии кардинальным образом влияют на экономические и социокультурные условия жизни граждан.

Объемы анализируемой информации и сроки реакции на информационные воздействия потребовали максимальной автоматизации информационных процессов. Возникли и активно развиваются новые отрасли научных знаний и виды профессиональной деятельности.

*Кибернетика* – наука об общих вопросах управления и информационных процессах в сложных системах (электрических, механических, органических, социальных и т. п.).

*Информатика* (англ. computer science) – наука, изучающая вопросы обработки информации техническими средствами.

В информатике понятию «информация» эквивалентен термин «данные» – информационное сообщение, представленное в виде кодированных сигналов, пригодных для интерпретации и дальнейшей обработки людьми или техническими средствами.

Физические параметры информационных сигналов данных зависят от среды передачи или обработки информационного сообщения.

Долгое время для человека приемниками информационных сигналов являлись органы чувств, следовательно, по способу восприятия органами чувств вся информация классифицировалась как зрительная; звуковая; осязательная; обонятельная; вкусовая.

Современные технические средства при передаче и обработке информации используют электрический ток; магнитные поля; ультра- или инфразвуковые колебания; радиоволны и т. д.

*Информатизация* – комплекс мер по автоматизации информационных процессов:



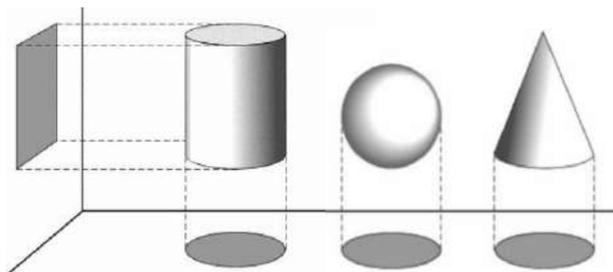
Интерпретация данных зависит от системы кодирования. Чтобы принятый информационный сигнал стал значимой информацией для потребителя, его необходимо декодировать и интерпретировать в соответствии с какими-то правилами. Так, например, человеческая речь интерпретируется в соответствии с лингвистическими правилами конкретного языка, но при этом дополнительную информацию может нести интонация, фразеологизмы или контекст произносимых слов.

Не каждый иностранец поймет смысл фразы: «За песчаной косою лопухий косою пал под острой косою косою бабы с косою».

*Язык* – система условных знаков и правил кодирования данных, позволяющая установить смысловую взаимосвязь между информацией и соответствующими знаниями.

Информация сама по себе не бывает плохой или хорошей, истинной или ложной, правильной или неправильной и т. п. В человеческом сознании информация ассоциируется с образными знаниями об окружающем мире, унаследованными или приобретенными. Если у принятой информации нет сравнительных аналогов в имеющейся системе знаний, то включается *мышление* – интеллектуальная обработка информации, моделирующая новые знания путем логических выводов и умозаключений.

Ниже иллюстрируется, как неоднозначно восприятие объемных фигур в зависимости от угла обзора:



Значение той или иной информации для человека, во многом зависит от окружающей информационной среды, от используемой системы знаний, от контекста, привычных стереотипов, мемов, от личной точки зрения и т. п.

Информационная сфера государства охватывает все многообразие информации и информационных технологий, информационных систем, объектов информатизации и сетей связи, а также механизмы регулирования отношений между субъектами информационных процессов.

Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» регулирует правоотношения, возникающие при осуществлении права на поиск, получение, передачу, производство и распространение информации; применении информационных технологий; обеспечении защиты информации.

Стратегические цели и задачи государственной политики в информационной сфере определены в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг.

Основными приоритетами развития информационного общества являются:

- формирование информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений;
- развитие информационной и коммуникационной инфраструктуры Российской Федерации;
- создание и применение российских информационных и коммуникационных технологий, обеспечение их конкурентоспособности на международном уровне;
- формирование новой технологической основы для развития экономики и социальной сферы;
- обеспечение национальных интересов в области цифровой экономики.

*Цифровая экономика* – хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

Концепция индустриального интернета предполагает создание информационно-телекоммуникационных инфраструктур для интеграции на базе сети Интернет промышленных устройств, контрольных датчиков, систем управления технологическими процессами, способных функционировать в автоматическом режиме без участия человека.

Отдельным направлением развития индустриального интернета является интернет вещей (англ. internet of things, IoT), где интегрируются бытовые устройства, медицинское оборудование, охранные датчики, камеры видеонаблюдения и иные физические предметы, оснащенные встроенными средствами для взаимодействия друг с другом или с внешней средой без участия человека.

*Инфраструктура электронного правительства* – совокупность государственных информационных систем, программно-аппаратных средств и сетей связи, размещенных на российской территории и обеспечивающих взаимодействие органов власти, юридических и физических лиц при осуществлении функций и оказании услуг в электронном виде.

Информационное общество существует в информационном пространстве, основными компонентами которого являются:

- информационные ресурсы в формате данных, баз данных или программно-информационных продуктов;
- информационная инфраструктура.

Одновременно с развитием информационного общества расширяется перечень киберпреступлений. Этому способствуют трансграничность и анонимность интернета, возможность мгновенного доступа к удаленным информационным ресурсам, повсеместное использование цифровых технологий, включая финансовую сферу, низкий уровень компьютерной грамотности у населения и другие факторы, позволяющие преступникам оставаться безнаказанными. Параллельно с традиционными уголовными преступлениями в киберпространстве развернулись межгосударственные информационные войны с атаками как на объекты критической для государства инфраструктуры, так и на сознание граждан.

*Информационная безопасность Российской Федерации* – состояние сохранности информационных ресурсов и защищенности законных прав личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз, при котором обеспечиваются территориальная целостность и устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации.

Система официальных взглядов на обеспечение национальной безопасности в информационной сфере изложена в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации, утвержденной Президентом Российской Федерации в декабре 2016 г.

Свойства безопасности информации:

- конфиденциальность – состояние информации, при котором доступ к ней осуществляют только субъекты, имеющие на него право;

- доступность – состояние информации, при котором субъекты, имеющие права доступа (на чтение, модификацию, копирование, уничтожение), могут реализовать их беспрепятственно;

- целостность – состояние информации, при котором любое ее изменение осуществляется только преднамеренно субъектами, имеющими на это право.

*Доступ к информации* – это возможность получения информации и ее использования, информация бывает общедоступная (свободно распространяемая) и ограниченного доступа.

Качество информации, т. е. ее способность удовлетворять функциональные потребности в соответствии с назначением, определяется такими свойствами, как:

- актуальность – соответствие текущей потребности;
- значимость – ценность для потребителя;
- избыточность – уровень информационного шума;
- точность – близость к заданному значению;
- достоверность – отсутствие преднамеренных искажений;
- полнота – степень информационной определенности;
- объективность – независимость от субъективных суждений;
- оперативность – скорость предоставления в информационном поиске;
- релевантность – соответствие поисковому запросу;
- пертинентность (в информационном поиске) – соответствие запросу с учетом опыта поисковой системы и т. д.

В предметной области информация может классифицироваться как:

- правовая – сведения, содержащиеся в правовых актах и связанных с ними справочных, нормативно-технических и научных материалах;

- массовая – сведения новостного характера для неограниченного распространения;
- экономическая – сведения экономического характера, необходимые для анализа и управления производственно-хозяйственной деятельностью;
- научная – совокупность сведений, возникающих в процессе научного познания природы и общества;
- служебная – совокупность сведений ограниченного доступа, возникающих в процессе профессиональной деятельности, но не относящихся к государственной тайне;
- государственная тайна – защищаемые государством сведения в области его военной, внешнеполитической, экономической, разведывательной, контрразведывательной и оперативно-разыскной деятельности, распространение которых может нанести ущерб безопасности Российской Федерации и т. п.

Качественным свойствам информации можно сопоставить количественные значения, и наоборот.

## **§ 2. Кодирование и измерение информации**

Учитывая, что человек или технические средства интерпретируют информацию, сравнивая с привычными образами, измерять ее можно в буквах, в страницах, в листах; в часах, минутах, секундах; в рублях, в долларах, в биткойнах; в битах или байтах и т. д.

В ходе информационного процесса происходит неоднократное преобразование информации в удобный для ее обработки (передачи, хранения) на конкретном этапе. В зависимости от характера изменения информационного сигнала во времени множество его значений может быть непрерывно или дискретно. Любой непрерывный информационный сигнал можно представить как дискретный и перевести на язык цифровой информационной системы.

*Дискретизация* – процесс преобразования непрерывных значений информационного сигнала в дискретное множество (рис. 1.2.1).

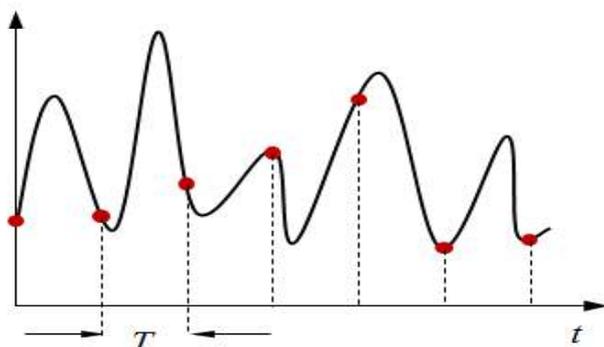


Рис. 1.2.1. Дискретизация непрерывного сигнала

*Кодирование информации* – это процесс преобразования информации в удобный для ее интерпретации, автоматической обработки, передачи, хранения. Правила кодирования могут задаваться с помощью искусственного или естественного языка, математической функции, таблицы, диаграммы и т. п.

*Кодовый алфавит* – упорядоченный набор знаков, предназначенный для кодирования информации.

*Мощность кодового алфавита* – это количество знаков в наборе.

Мощность алфавита из арабских цифр  $\{0, 1, \dots, 9\}$  равна 10. Мощность алфавита из букв русского языка  $\{А, Б, \dots, Я\}$  – 33, английского или современного латинского языка  $\{А, В, \dots, Z\}$  – 26.

*Элементарное информационное сообщение* (далее – ЭИС) – это упорядоченная последовательность знаков кодового алфавита, предназначенная для передачи единичной порции информации.

*Информационный объем (емкость) ЭИС* – это количество знаков кодового алфавита, используемых для представления ЭИС, может быть как постоянной, так и переменной величиной.

Ниже представлена система кодирования из двух знаков {точка, тире}, до сих пор используемая в связи, – азбука Морзе:

А	• —	К	— • —	Ф	• • — •	1	• — — — —	.	• • • • •
Б	— • • •	Л	— • • •	Х	• • • •	2	• — — — —	,	• — — — —
В	• — — —	М	— — — —	Ц	— • — •	3	• • — — —	;	• — • — —
Г	— — • —	Н	— • — —	Ч	— — — •	4	• • • — —	:	• — — • •
Д	— • • —	О	— — — —	Ш	— — — —	5	• • • • •	?	• • — — •
Е	• — — —	П	— • — —	Щ	— — • —	6	• — — —	!	— — • — —
Ж	• • • —	Р	• — • •	Ъ, ь	— • • —	7	— — • • •	—	• • • • —
З	— — • •	С	• • • —	Ы	— • — —	8	— — — • •	«	• — • • —
И	• • — —	Т	— — — —	Э	• • • •	9	— — — — •	(	— — — —
Й	• — — —	У	• • — —	Ю	• • — —	0	— — — —	/	• • — •
		Я	• — • —						

Пусть кодовый алфавит состоит из знаков {А, В, С, D, Е, F, G}.

Мощность кодового алфавита  $P = 7$  знаков.

Объем ЭИС  $i = 2$  знака.

Максимальное количество различных ЭИС, которые можно закодировать с помощью заданного алфавита, рассчитывается по формуле комбинаторики для размещений с повторениями:

$$N = P^i, \text{ т. е. } 7^2 = 49.$$

Следовательно, данная система кодирования позволяет отобразить 49 различных комбинаций ЭИС {АА, АВ, АС, ..., ВА, ВВ, ВС, ..., ГА, ..., GG}.

Обратная задача. Пусть нам необходимо с помощью алфавита {А, В, С, D, Е, F, G} закодировать 100 различных ЭИС. Как рассчитать минимальное количество знаков, необходимых для кодирования одного ЭИС?

$$i = \log_P N, \text{ или } \log_7 100 \approx 3.$$

Следовательно, понадобится не менее трех знаков, чтобы отобразить 100 комбинаций.

*Минимально возможное количество информации* называется *бит* и кодируется одним знаком двоичного алфавита {0, 1} (от англ. binary digit – двоичная цифра).

Максимальное число кодовых двоичных комбинаций  $N$  для ЭИС с информационной емкостью  $i$  (бит) рассчитывается как:

$$N = 2^i.$$

Например, 8-разрядной строкой из нулей и единиц можно закодировать 256 различных цветовых оттенков, 256 уровней громкости звукового сигнала или 256 текстовых символов.

Информационный объем кодовой комбинации или минимально необходимое количество двоичных разрядов, необходимых для кодирования  $N$  различных ЭИС, рассчитывается по формуле:

$$i = \log_2 N.$$

Например, чтобы закодировать 25 курсантов, потребуется не менее пяти двоичных разрядов:  $i = \log_2 25$ .

При этом полный упорядоченный список кодов всех курсантов будет иметь информационную емкость:

$$I = 25 \times \log_2 25 = 25 \times 5 = 125 \text{ бит} \\ \{00000, 00001, 00010, 00011, \dots, 11110, 11111\}.$$

В операционных системах семейства Windows для кодирования русского текста используется 8-битовая кодовая таблица символов ANSI (CP 1251). Исходя из вышеизложенного, информационная емкость слова ПОЛИЦИЯ в кодировке ANSI будет равна  $7 \times 8 \text{ бит} = 56 \text{ бит}$ .

Данный подход к измерению количества информации принято называть алфавитным.

В середине 30-х гг. XX в. основатель теории информации американский исследователь Клод Шеннон доказал, что качество передачи дискретных информационных сообщений можно существенно повысить за счет системы кодирования.

Если предположить, что множество ЭИС кодирует  $m$  случайных событий (исходов), каждое из которых может произойти с вероятностью  $p_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ), то среднее количество информации в ЭИС (информационная энтропия) рассчитывается по формуле К. Шеннона:

$$I = - (p_1 \times \log_2 p_1 + p_2 \times \log_2 p_2 + \dots + p_m \times \log_2 p_m) = \\ - \sum_{i=1}^m (p_i \times \log_2 p_i).$$

Знак минус перед формулой ставится для того, чтобы среднее количество информации было положительной величиной:

$$(p_i < 1 \Rightarrow \log_2 p_i < 0).$$

При равновероятных исходах  $p_i = \frac{1}{m}$  для любого  $i$ , и формула Шеннона упрощается до формулы, используемой при алфавитном подходе (формула Хартли), а информационная емкость ЭИС достигает максимума:

$$I = -\sum_{i=1}^m (p_i \times \log_2 p_i) = -m \times \frac{1}{m} \times \log_2 m^{-1} = \log_2 m.$$

При вероятностном подходе 1 бит – это информационный объем ЭИС, связанного с наступлением одного из двух равновероятных исходов. Бит данных при обработке на компьютере или передаче по каналам связи соответствует одному из двух значений физического параметра сигнала (есть/нет).

Таким образом, если наиболее вероятным исходам присваивать более короткие коды, общий объем информационного сообщения складывается из входящих ЭИС, которые можно значительно уменьшить.

Рассмотрим пример.

На экзамене по информатике курсанты могут получить оценки  $\{5, 4, 3, 2\}$ , т. е. возможны четыре исхода ( $m = 4$ ). Предположим, что 20 курсантов могут с одинаковой вероятностью получить любую оценку:

$$p_5 = p_4 = p_3 = p_2 = \frac{1}{4}; p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 1.$$

По формуле Хартли информационный объем среднего ЭИС:

$$I = \log_2 4 = 2 \text{ бит.}$$

Четыре равновероятных исхода можно представить двухрядными двоичными кодами: 5 – 00, 4 – 01, 3 – 10, 2 – 11.

Тогда кодированное сообщение о результатах экзамена, упорядоченное по нумерованному списку взвода, может выглядеть следующим образом:

00	00	01	01	00	10	00	01	11	00	11	01	00	00	10	00	10	00	01	00
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Длина кода с оценками 20 курсантов равна 40 двоичных разрядов, что соответствует расчетному значению среднего информационного объема:

$$H = 20 \times I = 20 \times \log_2 4 = 20 \times 2 = 40 \text{ бит.}$$

Теперь представим, что не все курсанты подготовились одинаково и вероятности получения оценок распределяются иначе:

$$p_5 = \frac{1}{8}; p_4 = \frac{1}{2}; p_3 = \frac{1}{4}; p_2 = \frac{1}{8},$$

и наиболее вероятную оценку 4 закодируем единственным нулевым битом, тройку – кодом 10, а менее вероятные оценки 5 и 2 – трехбитовыми кодами:

$$4 - 0; 3 - 10; 5 - 110; 2 - 111.$$

0	0	10	10	0	110	0	10	111	0	111	10	0	0	110	0	110	0	10	0
---	---	----	----	---	-----	---	----	-----	---	-----	----	---	---	-----	---	-----	---	----	---

Интерпретировать информационное сообщение с кодами ЭИС разной длины не сложнее, чем с одинаковой, но его информационная емкость будет короче. Длина кодовой строки с оценками 20 курсантов равна 35 двоичных разрядов, что также соответствует расчетному значению среднего информационного объема по формуле Шеннона:

$$I = -\left(\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} + \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8}\right) = 1,75 \text{ бит.}$$

$$H = 20 \times I = 20 \times 1,75 = 35 \text{ бит.}$$

Несмотря на выигрыш вероятностного подхода в объеме информационного сообщения, в современных цифровых вычислительных системах намного чаще применяют более простые системы кодирования с одинаковой длиной кодового слова, которая рассчитывается по формуле Хартли.

Рассмотрим несколько примеров.

1. После броска монеты наблюдатель получит  $I = \log_2 2 = 1$  бит информации ( $\text{ЭИС}_0 = \text{орел}$ ;  $\text{ЭИС}_1 = \text{решка}$ ).

2. После одновременного броска трех монет  $I = \log_2 8 = 3$  бит (ЭИС<sub>0</sub> = орел–орел–орел, ЭИС<sub>1</sub> = орел–орел–решка, ЭИС<sub>2</sub> = орел–решка–орел, ..., ЭИС<sub>7</sub> = решка–решка–решка).

3. После трех бросков одной монеты  $H = I_1 + I_2 + I_3 = 1$  бит + 1 бит + 1 бит = 3 бит (три последовательных ЭИС).

4. После броска кубика  $I = \log_2 6 = 3$  бит.

5. После броска трех кубиков одновременно  $I = \log_2(6 \times 6 \times 6) = 8$  бит (216 вариантов ЭИС);

6. После трех бросков кубика  $I = 3$  бит + 3 бит + 3 бит = 9 бит (три последовательных ЭИС по 3 бит).

Количество информации Клод Шеннон связал с понятием энтропия (греч. *ἐντροπία* – поворот, превращение).

*Информационная энтропия* – мера неопределенности эксперимента со случайным исходом. Информационная энтропия измеряется в битах и позволяет оценить количество информации, необходимой для определения двоичного кода, отражающего текущее состояние какой-либо системы.

В игре «Угадай число» («Угадай слово») нужно подобрать число  $X$  из заданного множества  $N$  с помощью минимального количества вопросов, подразумевающих ответы только «Да» (1) или «Нет» (0). В оптимальной стратегии вопрос к загадавшему число должен звучать так, чтобы исходное множество уменьшалось пополам:

$$X_j > \frac{N_j}{2},$$

где  $j$  – номер шага.

Например, загадано число 5 из диапазона натуральных чисел  $\{0; 15\}$ . Исходная информационная энтропия системы:

$$E = I = \log_2 16 = 4 \text{ бит,}$$

т. е. понадобится минимум четыре вопроса.

Вопрос 1. Загаданное число больше 7? Ответ: нет (0).

Количество возможных исходов уменьшилось до 8:

$$0 \leq X \leq 7.$$

$I = \log_2 8 = 3$  бит, т. е. с получением ответа энтропия уменьшилась на 1 бит, или каждый бит информации об эксперименте уменьшает энтропию в два раза.

Вопрос 2. Загаданное число больше 3? Ответ: да (1).

$$3 < X \leq 7.$$

Вопрос 3. Загаданное число больше 5? Ответ: нет (0).

$$3 < X \leq 5.$$

Вопрос 4. Загаданное число больше 4? Ответ: да (1).

$$4 < X \leq 5 \Rightarrow X = 5.$$

При данной кодировке битовый код данного исхода: 0101.

Можно было сразу спросить: «Загадали число 5?». Но вероятность угадывания с первого вопроса равна  $\frac{1}{16}$ , и при неблагоприятном результате информационная энтропия останется практически на том же уровне:  $E = \log_2 15 = 4$ .

Кроме бита в информатике используют еще одну единицу измерения количества информации – это байт.

$$1 \text{ байт} = 1 \text{ Б} = 8 \text{ бит}.$$

В соответствии с международным стандартом МЭК 60027-2 для больших объемов информации к битам и байтам добавляются приставки:

Число	Приставка	Межд.	Рус.
$2^{70}$	Зетта	Z	З
$2^{60}$	Экса	E	Э
$2^{50}$	Пета	P	П
$2^{40}$	Тера	T	Т
$2^{30}$	Гига	G	Г
$2^{20}$	Мега	M	М
$2^{10}$	Кило	k	к

Важно помнить, что в отличие от других единиц измерения, коэффициент приставок для битов и байтов кратен соответствующей степени 2 и при указании точного количества информации следует учитывать, что 1 Кбайт =  $2^{10}$  байт = 1 024 байт, а не 1 000 байт, а 1 Мбайт =  $2^{20}$  байт = 1 024 Кбайт = 1 048 576 байт, а не 1 000 000 байт.

### **§ 3. Математические основы компьютерных вычислений**

Любая система счисления – это способ представления записи числа, где знаки используемого алфавита называют цифрами. Порядок размещения знаков определяет алгоритмы вычислительных операций.

Если количественный эквивалент цифры не зависит от ее позиции в записи числа, то система счисления называется непозиционной, как, например, римская с алфавитом {I, V, X, L, C, D, M}. Знаки латинского алфавита имеют определенное количественное значение {1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000} и в записи числа упорядочены по возрастанию справа налево.

Основной системой счисления в современной математике является позиционная десятичная система с алфавитом из арабских цифр, значение которых зависит от позиции в записи числа (разряда).

Перевод числа из римской системы счисления в десятичную осуществляется путем суммирования количественных значений всех его знаков:

$$\text{DCCCLXXXVIII} = 500 + 100 + 100 + 50 + 10 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1 = 888_{10}.$$

Но в современной римской записи чисел не может быть более трех одинаковых знаков подряд, для некоторых числовых значений используется правило, по которому значение младшего

знака, расположенного слева от соседнего старшего, вычитается:  $\{IV, IX, XL, XC, CD, CM\} \equiv \{4, 9, 40, 90, 400, 900\}$ .

$$MCDXIX = 1\,000 - 100 + 500 + 10 - 1 + 10 = 1\,419_{10}.$$

В повседневной жизни обычно используется свернутая форма представления чисел с расположением разрядов слева направо (старший – младший), которую можно развернуть следующим образом:

$$A = a_{n-1}a_{n-2} \dots a_1a_0.$$

$$A = a_{n-1} \times q^{n-1} + a_{n-2} \times q^{n-2} + \dots + a_1 \times q^1 + a_0 \times q^0,$$

где  $n$  – количество разрядов числа,

$q$  – основание системы счисления,

$q^i$  – позиционный (весовой) коэффициент,  $i = \{n-1, n-2, \dots, 1, 0\}$ .

Ниже приведена запись числа в свернутой и развернутой форме, где индекс указывает на десятичную систему счисления ( $q = 10$ ):

$$2\,019_{10} = 2 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 9 \times 10^0.$$

Сумма значений взвешенных разрядов в развернутом представлении любого  $q$  числа по сути является его переводом в десятичную систему счисления:

$$1\,001_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 0 + 0 + 1 = 9_{10}.$$

Для алфавита  $\{\spadesuit, \clubsuit, \diamondsuit, \heartsuit\} \equiv \{0, 1, 2, 3\}$  также будет справедливо:

$$\diamondsuit \spadesuit \heartsuit \clubsuit = 2\,031_4 = 2 \times 4^3 + 0 \times 4^2 + 3 \times 4^1 + 1 \times 4^0 = 141_{10}.$$

Обратный перевод десятичного числа в  $q$  систему счисления осуществляется по простому циклическому алгоритму.

*Десятичное число последовательно делится с остатком на  $q$  до тех пор, пока частное не станет меньше  $q$ . Все промежуточные остатки, начиная с последнего, будут цифрами нового числа в  $q$  системе счисления.*

Пусть  $A = 237_{10}$ ,  $q = 2$ .

$237_{10}$	$2_{10}$									
$-2$	$118$	$2_{10}$								
$03$	$-10$	$59$	$2_{10}$							
$-2$	$18$	$-4$	$29$	$2_{10}$						
$17$	$-18$	$19$	$-2$	$14$	$2_{10}$					
$-16$	$0$	$-18$	$09$	$-14$	$7$	$2_{10}$				
$1$		$1$	$-8$	$0$	$-6$	$3$	$2_{10}$			
			$1$		$1$	$-2$	$1$	$2_{10}$		
						$1$	$1$	$1$	$1$	$0$

11101101<sub>2</sub>

*Двоичные коды* – это естественный машинный язык, устройство, выполняющее арифметические и логические операции в двоичной системе счисления с алфавитом  $\{0, 1\}$ , технически проще сконструировать.

Кроме двоичных кодов для краткой формы представления данных в программировании используется шестнадцатеричное кодирование с алфавитом  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$ .

Шестнадцатеричные числа переводятся в десятичные также через развернутую форму:

$$F0C_{16} = 15 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = 3840 + 12 = 3852_{10}.$$

Десятичные числа переводятся в шестнадцатеричные путем получения каждой цифры как остатка от последовательного деления на 16:

$3852_{10}$	$16_{10}$	
$-32$	$240$	$16_{10}$
$65$	$-16$	$15_{10}=F_{16}$
$-64$	$80$	
$12_{10}=C_{16}$	$-80$	
	$0$	

F0 C<sub>16</sub>

Каждой шестнадцатеричной цифре соответствует уникальный четырехразрядный двоичный код, поэтому перевод из шестнадцатеричной системы счисления в двоичную и обратно легко выполнять с помощью таблицы:

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Арифметические операции в любой позиционной системе счисления выполняются по тем же алгоритмам, что и в привычной десятичной.

Ниже приводятся примеры операций сложения, вычитания и умножения.

Для двоичных цифр:

$$\begin{array}{lll}
 0 + 0 = 0; & 0 - 0 = 0; & 0 \times 0 = 0; \\
 1 + 0 = 1; & 1 - 0 = 1; & 1 \times 0 = 0; \\
 0 + 1 = 1; & 0 - 1 = 1; & 0 \times 1 = 0; \\
 1 + 1 = 10; & 1 - 1 = 0; & 1 \times 1 = 1.
 \end{array}$$

Для шестнадцатеричных цифр:

$$\begin{array}{lll}
 3 + 2 = 5; & 3 - 2 = 1; & 3 \times 2 = 6; \\
 C + 2 = E; & C - 2 = A; & C \times 2 = 18; \\
 C + F = 1B; & 1C - F = D; & C \times F = B4.
 \end{array}$$

Сложение целых положительных чисел:

$$\begin{array}{rcccc|c}
 & & & +1 & & \\
 A_2 & 1 & 0 & 0 & 1 & 9_{10} \\
 B_2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 5_{10} \\
 \hline
 A_2 + B_2 & 1 & 1 & 1 & 0 & 14_{10}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcccc|c}
 & & & +1 & & \\
 A_{16} & & & F & A & 250_{10} \\
 B_{16} & & & 8 & 2 & 130_{10} \\
 \hline
 A_{16} + B_{16} & 1 & 7 & C & & 380_{10}
 \end{array}$$

Вычитание целых положительных чисел:

$$\begin{array}{rcccc|c}
 & & & -1 & & \\
 A_2 & 1 & 0 & 0 & 1 & 9_{10} \\
 B_2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 5_{10} \\
 \hline
 A_2 - B_2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 4_{10}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcccc|c}
 A_{16} & & & F & A & 250_{10} \\
 B_{16} & & & 8 & 2 & 130_{10} \\
 \hline
 A_{16} - B_{16} & 7 & 8 & & & 120_{10}
 \end{array}$$

Если уменьшаемое число меньше вычитаемого, то они в формуле меняются местами, а их разность становится отрицательной.

В компьютерных вычислениях непосредственно на электронных схемах достаточно выполнять только сложение и сдвиг

двоичных чисел. Все остальные арифметические операции можно реализовать с помощью специальных микропрограмм. Машинные алгоритмы арифметических операций имеют свои особенности и в данном курсе не рассматриваются.

*Точность вычислений* – программная характеристика, связанная с размером слова данных и способом представления чисел.

*Слово данных* – битовая строка кратная байту, обрабатываемая как единое целое при выполнении машинных команд.

Выше были рассмотрены примеры кодирования и вычислений с целыми числами. Для вещественных чисел в компьютере используются форматы с фиксированной точкой и с плавающей точкой (с фиксированной и с плавающей запятой).

В формате с *фиксированной точкой* слово данных делится на разряды целой части и дробной части. Один бит выделяется на знак числа:

Знак	Целая часть	Дробная часть	$= 13,625_{10}$
0	1101	101	

В формате с *плавающей точкой* слово данных также делится на два сегмента, один из которых кодирует мантиссу числа со знаком в нормализованном виде (с одним разрядом в целой части), другой – порядок числа со знаком. В некоторых системах программирования формат с плавающей точкой называется экспоненциальным.

Экспоненциальный формат позволяет кодировать очень большие и очень малые величины. В мае 2019 г. вступили в силу изменения определений основных единиц Международной системы единиц (СИ) через привязку к значениям фундаментальных физических постоянных, представляемых в экспоненциальном формате:

$$\Delta\nu_{Cs} = 9,192\ 631\ 77 \times 10^9 \text{ Гц}$$

частота сверхтонкого расщепления основного состояния атома  $^{133}\text{Cs}$ ;

$$c = 2,997\ 924\ 58 \times 10^8 \text{ м/с}$$

скорость света в вакууме;

$$h = 6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34} \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{с}}$$

постоянная Планка (Дж  $\times$  с);

$$e = 1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19} \text{ А}\cdot\text{с}$$

элементарный электрический заряд (Кл);

$$k_B = 1,380\ 649 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

постоянная Больцмана;

$$N_A = 6,022\ 140\ 76 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

постоянная Авогадро.

Примеры приведения десятичных чисел из формата с фиксированной точкой к экспоненциальному виду:

$$0,031\ 415 = 3,141\ 592\ 6 \times 10^{-2};$$

$$1\ 000 = 1,00 \times 10^3;$$

$$123,456\ 789 = 1,234\ 567\ 89 \times 10^2.$$

Данные в экспоненциальном формате приложения MS Excel:

$$4,464343\text{E}+04;$$

$$5,33\text{E}-02;$$

$$3,14159265\text{E}+00.$$

Сложение и вычитание двух чисел, представленных в экспоненциальной форме с заданной степенью точности (например, два знака после запятой), осуществляется после приведения их к одному порядку или к десятичному формату с фиксированной точкой:

$$(3,22\text{E} + 01) + (2,34\text{E} - 01) = 3,22 \times 10^1 + 2,34 \times 10^{-1} = 32,2 + 0,234 = 32,434$$

$$3,22\text{E} + 01 - 2,34\text{E} - 01 = 32,2 - 0,234 = 31,926.$$

## § 4. Логические основы обработки информации на компьютере

Реальные компьютерные вычисления производятся на логических ключах – электронных устройствах с двумя состояниями, а основным математическим аппаратом обработки кодированных двоичных сигналов на компьютере является алгебра логики (булева алгебра). Электронные ключи на цифровой схеме соединяются так, чтобы выполнялась заданная логическая функция, т. е. сигнал на выходе схемы функционально зависит от входных сигналов.

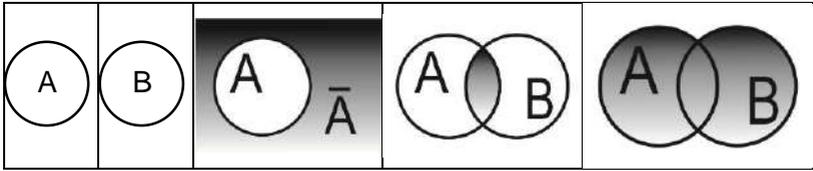


Рис. 1.4.1. Функция преобразования логических переменных

В алгебре логики функции и их аргументы могут принимать только два значения – ЛОЖЬ и ИСТИНА, которым соответствуют цифры 0 и 1.

Логические переменные обычно обозначаются заглавными латинскими буквами ( $A, B, C, \dots, Z$ ). Логическая функция  $F(A, B, C, \dots, Z)$  может быть задана формулой, таблицей истинности или диаграммой Эйлера – Венна.

Переменные		Инверсия	Конъюнкция	Дизъюнкция
A	B	$F = \bar{A}$	$F = A \wedge B$	$F = A \vee B$
0	0	1	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1



Переменные		Строгая дизъюнкция	Импликация	Эквиваленция
A	B	$F = A \oplus B$	$F = A \rightarrow B$	$F = A \leftrightarrow B$
0	0	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	1	1

Diagram illustrating Venn diagrams for logical operations. It shows two circles, A and B. The first diagram shows the intersection of A and B shaded. The second diagram shows the symmetric difference of A and B shaded. The third diagram shows the union of A and B shaded.

Обычно в таблице истинности указывается значение функции для каждой комбинации входящих переменных, но для краткости иногда оставляют только те строки, где функция принимает значение логической 1.

На диаграмме Эйлера – Венна каждой переменной соответствует окружность. Считается, что внутри окружности переменная истинна (1), за пределами окружности – ложна (0). Закрашиваются области, где истинна сама функция.

Из таблицы истинности видно, что логическое умножение (конъюнкция) совпадает с арифметическим умножением.

Логическая		
A	B	$F = A \wedge B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0

Арифметическая	
A	B
0	0
0	0
0	0

1	1	1	1
---	---	---	---

А логическая строга дизъюнкция (исключающее ИЛИ, сложение по модулю 2) соответствует арифметическому сложению или вычитанию:

Логическая			Арифметическая	
A	B	$F = A \oplus B$	$F = A + B$	$F = A - B$
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0

Но подобная тождественность справедлива только для одного двоичного разряда. Математические операции с многоразрядными двоичными числами выполняются по специальным алгоритмам.

*Логический базис* – набор логических операторов, через композицию которых можно выразить любую логическую функцию. Классический базис включает операторы И, ИЛИ, НЕ. В цифровой схемотехнике используются такие базисные операторы, как штрих Шеффера (И-НЕ) или стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ).

Для удобства чтения логических формул в базисе И, ИЛИ, НЕ логические операторы часто заменяются на похожие по смыслу арифметические:

$$(\bar{A} \wedge \bar{B}) \vee (A \wedge B) = \bar{A} \bar{B} + AB.$$

В примере ниже рассматривается, как переходить от одной формы задания логической функции к другой (табл. 1.4.1).

Дизъюнктивная форма выглядит как логическая сумма логических произведений переменных (дизъюнкция конъюнкций):

$$F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC.$$

Таблица истинности

A	B	C	F (A, B, C)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Конъюнкции исходных переменных (минтермы) формируются по тем строкам таблицы истинности, где  $F(A, B, C) = 1$ . Если переменная в строке равна 0, то она входит в конъюнкцию со знаком инверсии.

Если в каждой конъюнкции переменная или ее инверсия встречается не более одного раза, то дизъюнктивная форма называется нормальной (НДФ).

Конъюнктивная форма выглядит как логическое произведение логических сумм переменных (конъюнкция дизъюнкций):

$$F(A, B, C) = (A + B + C)(A + B + \bar{C})(\bar{A} + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + C).$$

Дизъюнкции исходных переменных (макстермы) формируются по тем строкам, где  $F(A, B, C) = 0$ . Если переменная в строке равна 1, то она входит в соответствующую дизъюнкцию со знаком инверсии.

Если в каждой дизъюнкции переменная или ее инверсия встречается не более одного раза, то конъюнктивная форма называется нормальной (НКФ).

Перед закрашиванием областей на диаграмме Эйлера – Венна данную функцию целесообразно упростить (минимизировать), например методом Квайна – Мак-Класки.

Если в ДНФ две конъюнкции отличаются на одну переменную, входящую в прямом и инверсном виде (например,  $ABC$  и  $\bar{A}BC$ ), то

можно оставить только одну конъюнкцию ( $BC$ ) без этой переменной.

$$F(A, B, C) = \bar{A}(\bar{B})C + \bar{A}(B)C + \bar{A}B(C) + \bar{A}B(\bar{C}) = \bar{A}C + AB.$$

Первую и вторую конъюнкцию «склеили» по переменной  $B$ , третью и четвертую – по переменной  $C$ .

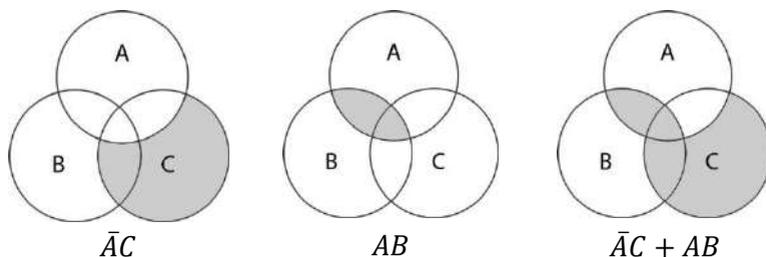


Рис. 1.4.2. Диаграммы Эйлера

При минимизации логической функции методом Квайна – Мак-Класки используется логическое правило склеивания. Ниже представлены другие тождества (теоремы) алгебры логики:

Коммутативность	$A + B = B + A;$ $A B = B A;$ $A \oplus B = B \oplus A;$ $A \leftrightarrow B = B \leftrightarrow A$
Ассоциативность	$A + B + C = (A + B) + C = A + (B + C);$ $A B C = (A B) C = A (B C);$ $A \oplus B \oplus C = (A \oplus B) \oplus C = A \oplus (B \oplus C)$
Дистрибутивность	$(A + B) C = A C + B C;$ $(A B) + C = (A + C) (B + C);$ $(A \oplus B) C = A C \oplus B C$
Идемпотентность	$A + A = A \quad A A = A$
Правила де Моргана	$\overline{A B} = \bar{A} + \bar{B};$ $\overline{A + B} = \bar{A} \bar{B}$

Операции с константами	$A \cdot 0 = 0;$ $0 + A = 1 \cdot A = A;$ $1 + A = 1$
Операции с инверсией	$A \vee \bar{A} = 1;$ $A \bar{A} = 0;$ $\bar{\bar{A}} = A$
Поглощение	$A + A B = A;$ $A (A + B) = A$
Склеивание	$A B + A \bar{B} = A (B + \bar{B}) = A;$ $(A + B) (A + \bar{B}) = A (B \bar{B}) = A;$ $A (\bar{A} + B) = A \bar{A} + A B = A B;$ $A + \bar{A} B = A + B$
Приведение к базису И, ИЛИ, НЕ	$A \downarrow B = \overline{\bar{A} \bar{B}}$ (штрих Шеффера); $A \uparrow B = \overline{A + B}$ (стрелка Пирса); $A \rightarrow B = \bar{A} + A B$ $A \oplus B = \bar{A} B + A \bar{B};$ $A \leftrightarrow B = \bar{A} \bar{B} + A B$

Если на любых одинаковых наборах аргументов логические функции принимают равные значения, то они тождественны. Данное высказывание само по себе является логическим тождеством. Логические тождества легко доказываются с помощью таблицы истинности.

Тождественные преобразования позволяют упростить исходную функцию:

$$F(A, B, C) = \overline{(A + B) \rightarrow (\bar{B} + C)}.$$

1. Приводим к основному базису (избавляемся от импликации):

$$\overline{(A + B) \rightarrow (\bar{B} + C)} = \overline{(\bar{A} + B) + (A + B)(\bar{B} + C)}.$$

2. Применяем правило де Моргана:

$$\begin{aligned} \overline{\overline{(A+B)} + (A+B)\overline{(B+C)}} &= (A+B)\overline{\overline{(A+B)}\overline{(B+C)}} = \\ &= (A+B)\left(\overline{\overline{(A+B)} + (B+C)}\right). \end{aligned}$$

3. Раскрываем скобки по правилу дистрибутивности:

$$(A+B)\left(\overline{\overline{(A+B)} + (B+C)}\right) = \overline{(A+B)\overline{(A+B)}} + (A+B)(C+B)$$

$$F(A, B, C) = AC + B.$$

Таблицу истинности, доказывающую тождественность двух функций, удобнее разложить по последовательным операциям в порядке их приоритета:

- 1) выражение в скобках;
- 2) инверсия (отрицание);
- 3) конъюнкция (умножение);
- 4) нестрогая дизъюнкция (сложение);
- 5) импликация, эквивалентность и др.

Таблица 1.4.2

**Таблица истинности**

A	B	C	AC	AC + B	A + B	B + C	$\overline{(B + C)}$	$\overline{(A + B)} \rightarrow$ $\rightarrow \overline{(B + C)}$	$\overline{(A + B)} \rightarrow \overline{\overline{(B + C)}}$
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1

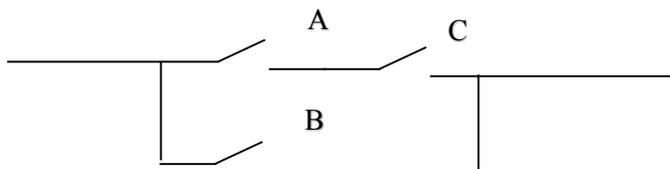


Рис. 1.4.3. Логическая схема на электронных ключах

Ток в цепи пойдет, если будет замкнут ключ В ИЛИ одновременно замкнуты ключи А И С.

*Математическая логика* – это часть общей логики, метод мышления в познавательной деятельности человека. Логическое мышление – это обработка информации для создания компьютерных систем.

Искусственный интеллект как способность логически рассуждать и обучаться, информационный поиск, в том числе в неоднородной среде больших данных (англ. big data), оптимизация цифрового маркетинга, использующая законы логики, – это приоритетные задачи развития информатики и информационных технологий.

Основными формами логического мышления являются:

- *понятие* – образное отражение любой сущности в человеческом сознании, выраженное словами или словосочетаниями;
- *суждение (высказывание)* – отношение между двумя понятиями, выраженное в виде утверждающего или отрицающего повествовательного предложения;
- *умозаключение* – логический вывод (следствие) из совокупности взаимосвязанных суждений (посылок), выраженный в виде составного повествовательного предложения на их основе.

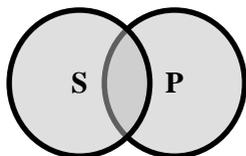
Понятия обычно представляют множества однородных объектов (классы объектов) с общими признаками и имеют количественное свойство – объем понятия. Например, понятие «космонавт» объединяет больше тысячи человек, а объем понятия «первый космонавт» равен единице. Объем абстрактных понятий

может быть неопределенным («смешной парень»). Содержание понятия раскрывается через набор признаков, необходимых и достаточных для его идентификации среди других понятий.

По аналогии с множествами понятия могут быть совместимы (пересекаются) или несовместимы (нет общих объектов). Возможные варианты отношений между понятиями, представляющими множества  $S$  и  $P$ , наглядно демонстрируются с помощью диаграмм Эйлера – Венна.

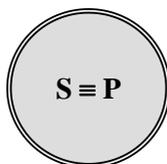
Совместимые понятия – у  $S$  и  $P$  есть общие объекты:

Пересечение



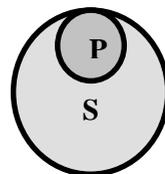
$S$  = курсанты,  
 $P$  = юноши

Равнозначность



$S$  = основатель Москвы,  
 $P$  = Юрий Долгорукий

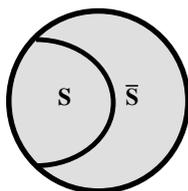
Подчинение



$P$  = деревья,  
 $S$  = березы

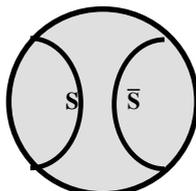
Несовместимые понятия – у  $S$  и  $P$  нет общих объектов:

Противоречие



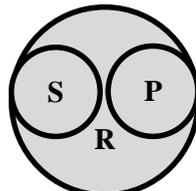
$S$  = юноши,  
 $\bar{S}$  = девушки

Противоположность



$S$  = лидеры,  
 $\bar{S}$  = аутсайдеры

Соподчинение



$R$  = птицы,  
 $S$  = жаворонки,  
 $P$  = совы

Отношение подчинения часто используется для определения понятий и терминов, ассоциируя их с некоторым классом сущностей (род) и выделяя в своем классе по отличительным признакам (вид).

*Видовое понятие* является подмножеством *родового* ( $S \subset P$ ) и, соответственно, имеет меньший объем, но большее содержание. На вершине классовой иерархии находятся предельно общие понятия с неограниченным объемом, например такие, как информация или множество, которые образуют *категории*.

*Определение понятия (дефиниция)* – логическая операция, которая раскрывает содержание понятия в форме истинного высказывания о том, что это такое.

*Электронное сообщение* – это информация, переданная или полученная пользователем посредством информационно-телекоммуникационной сети.

Категорийные понятия однозначно определить нельзя.

Понятие само по себе не бывает истинным или ложным. Значение истинности или ложности принимает суждение (высказывание) о понятиях.

*Логическим суждением* (высказыванием) может быть любое повествовательное предложение, состоящее из логического подлежащего и логического сказуемого.

*Логическое подлежащее (субъект суждения – S)* – это основное понятие предложения, выраженное составом грамматического подлежащего (подлежащее с зависимыми от него второстепенными членами):

*Ошеломленный отец Федор (S) притих на целых два месяца.*

*Логическое сказуемое (предикат – P)* – это условное утверждение о субъекте, выраженное составом грамматического сказуемого (сказуемое с зависимыми от него второстепенными членами):

*Горящий обломок луны низко висел над остывающим берегом (P).*

В логическом высказывании субъект может располагаться как впереди, так и после предиката:

*В половине двенадцатого со стороны деревни Чмаровки в Старгород вошел (P) молодой человек лет двадцати восьми (S).*

В суждении всегда что-то или утверждается, или отрицается. Для этого между субъектом и предикатом располагаются связующие слова или связки (является, есть, может и т. п.), которые вместе с квантором субъекта определяют логический смысл отношения – его истинность или ложность.

*Квантор всеобщности ( $\forall$ )*, указывающий на полноту понятия, представлен в суждении словами «любой», «все», «всегда», «для каждого» и т. п.

*Квантор существования ( $\exists$ )*, указывающий на неполноту понятия, представлен в суждении словами «существует», «иногда», «некоторый», «хотя бы один» и т. п.

В зависимости от комбинации квантора и связки в логике выделяют четыре типа высказываний:

1. *Тип А.* Общеутвердительные высказывания имеют общий субъект и утвердительную связку.

Все S являются P.

Субъект и предикат в таком высказывании совместимы и находятся или в отношении равнозначности, или в отношении подчинения:

*Кошки – это хищники.*

Высказывания, в которых объем понятия-субъекта равен единице, также считаются общими, так как речь идет о понятии в полном объеме:

*Российская столица Москва основана в 1147 г.*

2. *Тип Е.* Общеотрицательные высказывания имеют общий субъект и отрицательную связку.

Все S не являются P (ни один S не является P).

Субъект и предикат в таком высказывании находятся в несовместимых отношениях:

*Кошки – не рыбы.*

*Никому не позволено нарушать закон.*

3. *Тип I.* Частноутвердительные высказывания имеют частный субъект и утвердительную связку.

Некоторые S являются P (не все S являются P).

Субъект и предикат в таком высказывании совместимы и находятся или в отношении пересечения, или в отношении подчинения:

*Среди слушателей Московского университета  
МВД России имени В.Я. Кикотя есть иностранные граждане.*

4. *Тип O.* Частноотрицательные высказывания имеют частный субъект и отрицательную связку.

Некоторые S не являются P (не все S не являются P).

Субъект и предикат в таком высказывании совместимы и находятся или в отношении пересечения, или в отношении подчинения:

*Не все люди в поликлинике нездоровы.*

В контексте некоторых высказываний *структурные элементы логического суждения* (субъект, предикат, связка или квантор) могут отсутствовать, но они подразумеваются:

*(все) Кошки (S) – (есть) опасные хищники (P).*

*(весь) Юрий Долгорукий (S) – (есть) основатель Москвы (P).*

В последнем высказывании понятия *Юрий Долгорукий* и *основатель Москвы* равнозначны и их объемы равны единице:

*(вся) Информация (S) – это (есть) сведения о чем-либо (P).*

*(любая) Окружность (S) – это (есть) множество точек  
на плоскости (P).*

*(весь текущий день) Сегодня (S) – (есть) солнечно  
(солнечный день) (P).*

*(все) Курсанты (S) (являются) отлично знают информатику (отличники информатики).*

*(некоторые) Грибы (S) бывают ядовитые (P).*

*В лесной фауне Подмосковья встречаются (есть) (P) (все) ежи (S).*

*Некоторых ежей (S) (есть) держат как домашних животных (P).*

*Среди людей иногда рождаются (есть) (P) (все) гении (S).*

В формальной логике содержание суждения не имеет значения, а истинно оно или ложно, зависит от принятой системы взглядов на данное отношение между понятиями. Например, *употребление сладкого вредно для здоровья.*

С помощью союзов и частицы *НЕ* простые суждения объединяются в *сложные логические высказывания*, которые также принимают значения *истина* или *ложь*:

1. Отрицание (*НЕ; НЕВЕРНО, ЧТО*):

*НЕВЕРНО, ЧТО солнце встает на западе.*

*Кошки – это Вам НЕ люди.*

2. Конъюнкция (*И*):

*Курсанты любят информатику, И преподаватели ценят их юмор.*

3. Нестрогая дизъюнкция (*ИЛИ*):

*Монета упала орлом вверх ИЛИ пуля попала в десятку.*

4. Строгая дизъюнкция (*ИЛИ, ИЛИ*):

*ИЛИ выпадет орел, ИЛИ выпадет решка.*

5. Импликация (*ЕСЛИ, ТО*):

*ЕСЛИ ты долго смотришь в бездну,*

*ТО бездна тоже смотрит в тебя.*

6. Эквиваленция (*ЕСЛИ, ТО; ТОГДА И ТОЛЬКО ТОГДА, КОГДА*):

*Переменная величина четная ТОГДА И ТОЛЬКО ТОГДА,*

*КОГДА она делится без остатка на два.*

*ЕСЛИ квадрат длины одной из сторон треугольника равен сумме квадратов длин двух других сторон, ТО треугольник прямоугольный.*

В последней эквиваленции суждение-основание и суждение-следствие равнозначны, т. е., в отличие от импликации их можно поменять местами без искажения смысла выражения.

Импликация и эквиваленция часто используются в формулировках теорем.

Конъюнкция, дизъюнкция и отрицание используются в информационном поиске при создании сложных запросов.

Грамотный информационный поиск в пространстве интернета или в конкретных информационных системах осуществляется на специальных языках с применением законов логики.

Сложные поисковые запросы, в том числе в поисковых машинах «Яндекс», Google, Mail.ru и других, обычно состоят из набора наиболее характерных слов или словосочетаний, соединенных знаками логических операций *И*, *ИЛИ*, *НЕ*.

Логическая операция *ИЛИ* расширяет поиск в заданном информационном массиве. В результате выполнения запроса будут отобраны все сведения, удовлетворяющие условиям поиска как по отдельности, так и одновременно. Например, *умные или красивые*.

Логическая операция *И* ограничивает поиск, так как отбираются только те сведения, которые удовлетворяют одновременно всем условиям, перечисленным в запросе. Например, *белый BMW*.

Логическое отрицание *НЕ* используется в поисковых запросах как инверсия какого-либо условия. Пример: *не блондинки*.

В реальных информационно-поисковых системах и базах данных логика построения запросов тесно связана с теоретико-множественными операциями, ведь поиск сведений в информационном массиве – это отбор подмножества объектов, удовлетворяющих заданным критериям, из универсального множества данных объектов. Более подробно вопросы ведения информационного поиска будут рассматриваться в главе об информационных системах.

## **Глава 2. Аппаратно-программное обеспечение современных информационных технологий**

### **§ 1. Основы компьютерной архитектуры**

*Электронная вычислительная машина* (далее – ЭВМ) – это совокупность электронных технических средств, создающая возможность автоматической обработки информации и получения результата в необходимой форме.

Назначение и эксплуатационные характеристики компьютера определяются его архитектурой, которая состоит из аппаратного (hardware) и программного обеспечения (software).

*Компьютерная архитектура* – концептуальная организация аппаратно-программного обеспечения, определяющая состав, тип и порядок взаимодействия функциональных блоков компьютерной системы в процессе обработки данных.

*Конфигурация компьютера* – конкретный набор взаимосвязанных функциональных блоков, системных программ и прикладных программных приложений, определяемый в соответствии с выбранной архитектурой и областью применения.

*Аппаратно-программная платформа* – единый универсальный комплекс средств вычислительной техники и системных программ, служащий конструктивной основой для конфигурирования проблемно-ориентированной компьютерной системы.

*Функциональный блок* – функционально законченное устройство компьютерной системы, выполняющее конкретную функцию в процессе обработки данных.

Начало эпохи цифровых электронных вычислительных машин относится к середине XX в. Первое поколение компьютеров конструировалось на электромеханических реле и вакуумных радиолампах, второе – на транзисторах. Элементарной базой третьего и последующих поколений являются интегральные схемы. Современные технологии позволяют создавать компьютер в одном корпусе сверхбольшой интегральной схемы (СБИС).

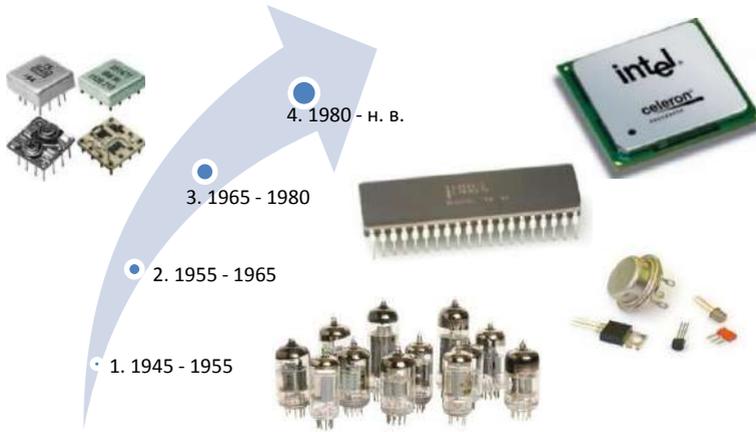


Рис. 2.1.1. Элементная база для поколений ЭВМ

Независимо от физической реализации базовые элементы цифровых компьютеров конструируются как переключатели, изменяющие свое состояние в дискретные моменты времени.

В середине прошлого века, в ходе работ над созданием ЭВМ ENIAC и EDVAC американский ученый Джон фон Нейман с коллегами сформулировали базовые принципы конструирования ЭВМ, производящих вычисления в автоматическом режиме, которые впоследствии получили название принстонской архитектуры.

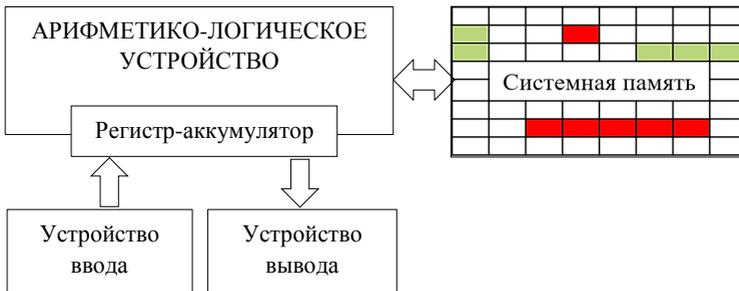


Рис. 2.1.2. Блок-схема ЭВМ фон Неймана

Принципы фон Неймана:

1. Вычислительное ядро ЭВМ состоит из арифметико-логического устройства и памяти. Менее скоростные устройства ввода-вывода подключаются к ядру через регистр-аккумулятор, выполняющий функцию буферного накопителя данных (принцип разделения устройств на системные и внешние).

2. Информация в ЭВМ кодируется с помощью двоичных сигналов (принцип двоичного кодирования).

3. Коды машинных команд и данных хранятся в одной и той же памяти (принцип однородности памяти).

4. Память разбита на пронумерованные ячейки с произвольным доступом (принцип адресности данных).

5. Вычисления осуществляются автоматически по заданной программе (принцип программного управления).

Принципы фон Неймана до сих пор применяются при конструировании компьютеров, но значительно изменились состав и функциональные возможности устройств.

В середине 50-х гг. прошлого века сотрудниками компании Bell Laboratories Джоном Бардином, Уолтером Браттейном и Уильямом Шокли был изобретен революционный для цифровой схемотехники элемент – полупроводниковый транзистор, который может работать как ключ с электронным управлением. На основе транзисторных ключей создаются базовые элементы цифровой схемотехники, реализующие функции алгебры логики.

В 1958 г. изобретение кремниевой интегральной схемы Робертом Нойсом позволило размещать в одном небольшом устройстве десятки транзисторов – это стало инновацией в области компьютеростроения.

7 апреля 1964 г. компания IBM анонсировала IBM/360 – ЭВМ, ориентированную на широкий диапазон задач и круг потенциальных пользователей. Особенностью архитектуры семей-

ства IBM/360 являлся общий машинный язык, наличие унифицированных функциональных устройств и программного обеспечения, включая операционную систему.

*Семейство ЭВМ* (англ. computer family) – группа ЭВМ, имеющих единую архитектуру, конструктивно-технологическую базу и программную совместимость.

IBM/360 была первой универсальной серийной ЭВМ, и ее архитектура была настолько удачной, что стала на многие годы промышленным стандартом для компьютеров класса мейнфрейм.

*Мейнфрейм* (англ. mainframe computer) – универсальная ЭВМ общего назначения, предназначенная для решения широкого класса задач в многопользовательском режиме с примерно одинаковой производительностью.

*Производительность компьютера* – количество выполненных за секунду вычислительных операций с действительными числами в формате с плавающей точкой. Производительность компьютера обычно измеряется в *флонсах* (англ. FLOPS – Floating point Operations per Second) и определяется исходя из реального времени выполнения тестовых программ (англ. benchmark).

В современных персональных компьютерах (далее – ПК) производительность доходит до нескольких сотен GFLOPS (гигафлопс), а у самого мощного на конец 2019 г. суперкомпьютера Summit из IBM DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory производительность превышает 200 PFLOPS (1 петафлопс =  $10^{15}$  флопс).

Одновременно с развитием ЭВМ общего пользования повсеместное внедрение микросхем позволило организовать массовое производство мини-ЭВМ – относительно недорогих вычислительных машин компактного размещения с невысокой производительностью, предназначенных для небольших организаций. Лидером в данном направлении стала фирма DEC с наиболее известными компьютерами PDP-11, которые имели модульную

архитектуру с общей шиной. Функциональные блоки подключались к системной плате через одинаковые разъемы. Архитектурные решения семейства PDP впоследствии легли в основу персональных компьютеров (микро-ЭВМ, ПК).

Появление на рынке сверхбольших интегральных схем с миллионами транзисторов на сантиметр площади позволило создавать настольные компьютеры с соотношением цена/производительность, приемлемым для индивидуальных пользователей.

Массовые персональные компьютеры с архитектурой IBM-PC (англ. PC – personal computer) появились на рынке как наборы-конструкторы, состоящие из системной платы, микропроцессора (Intel 8080, Z80, Motorola 6802), оперативной памяти, комплекта вспомогательных микросхем (чипсета), соединительных кабелей, устройств ввода-вывода и источника питания. Программное обеспечение на магнитной дискете или кассете с лентой как правило приобреталось отдельно. В качестве монитора довольно часто использовался обычный телевизор. Сборка и настройка персонального компьютера требовали от пользователя достаточно высокой квалификации.

В начале 1980-х гг. полноценным функционально законченным персональным компьютером для пользователей стал Apple Стива Джобса и Стива Возняка.



Рис. 2.1.3. Классификация компьютерных устройств

В МВД России автоматизированные рабочие места по направлениям профессиональной деятельности конфигурируются на стандартных платформах. Состав и характеристики устройств во многом зависят от функционального назначения и области применения.

*Системные устройства* – это центральный процессор и системная память, составляющие вычислительное ядро современного компьютера.

*Центральный процессор* – автоматическое электронное программно-управляемое устройство, выполняющее вычислительные операции и управляющее обменом данными с системной памятью и внешними устройствами.

*Микропроцессор* конструктивно выполнен в одном корпусе микросхемы, и одной из его важнейших характеристик является тип разъема для установки на системную плату (сокета, англ. socket – гнездо).



Рис. 2.1.4. Микропроцессор персонального компьютера

*Машинный код* – система двоичных команд (кодов операций и представления данных), выполняемых непосредственно центральным процессором. Некоторые машинные команды могут быть реализованы на аппаратном уровне как микропрограммы. Машинный код является одним из ключевых элементов компьютерной архитектуры.

*Машинное слово* – битовая строка данных, обрабатываемая в ходе элементарной операции как единое целое. Размер машинного слова обычно кратен байту и определяется аппаратно-про-

граммной платформой. В современных ПК машинное слово содержит 32 или 64 бита, что отражается в версиях программного обеспечения (x32, x64). Конкретная интерпретация кода машинного слова зависит от текущей команды выполняемой программы.

Цифровой процессор обрабатывает данные дискретно с интервалом в один такт – период времени, необходимый для выполнения элементарной операции (характеристика, обратная тактовой частоте).

*Тактовая частота* – количество переключений дискретных состояний центрального процессора за одну секунду, характеризует скорость вычислений.

*Системная память* – это электронная память прямого доступа, разбитая на ячейки с уникальными адресами. Емкость минимально адресуемой ячейки памяти равна одному байту, емкость всего адресного пространства системной памяти в ПК достигает нескольких гигабайт (ГБ).

Основной объем адресного пространства системной памяти занимает оперативная память, которая является энергозависимой. Ячейки оперативной памяти загружаются и считываются процессором по мере необходимости, при отключении электропитания данные в ячейках не хранятся.

Конструктивно оперативные запоминающие устройства (ОЗУ) выполняются в виде отдельных модулей (многослойных печатных плат), которые вставляются в специальные разъемы на системной плате ПК – слоты (англ. slot – щель).

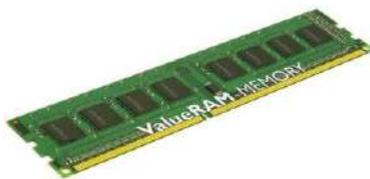


Рис. 2.1.5. Оперативная память персонального компьютера

Для повышения производительности в современные микропроцессоры интегрирована многоуровневая кэш-память, более быстрая по сравнению с оперативной, но значительно меньшей емкости, хранящая машинные коды и промежуточные результаты вычислений в процессе выполнения программы.

В дополнение к оперативной памяти часть системного адресного пространства резервируется для энергонезависимой постоянной памяти, в которой размещаются программы и данные, как правило, обеспечивающие работоспособность компьютера. Стереть или изменить обычными операциями записи или выключением электропитания ячейки постоянной памяти невозможно.

Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) устанавливаются на системную плату и записываются (прошиваются) на заводе-изготовителе, например как микросхема BIOS (от англ. basic input/output system – базовая система ввода-вывода) и набором тестовых программ POST (англ. Power-on self-test).

*Внешние устройства компьютера* – это функциональные блоки ввода-вывода и преобразования данных, которые не являются обязательными и подключаются к компьютеру через внешние разъемы при необходимости (клавиатура, мышь, видеоадаптер, звуковая карта, сетевая карта, внешняя память и т. п.).

Важными элементами компьютерной архитектуры являются способы соединения функциональных блоков и их взаимодействия.

*Интерфейс* – это стандартизованные средства и правила для организации обмена данными на различных уровнях архитектуры:

- устройство – устройство;
- программа – устройство;
- пользователь – программа.

*Аппаратный интерфейс* – это совокупность технических средств и протоколов обмена данными, обеспечивающих взаимодействие функциональных блоков компьютерной системы на уровне физических сигналов в соответствии с установленным

стандартом. Для большинства современных ПК базовой основой является открытая архитектура IBM-PC с системой команд микропроцессора Intel 8086 (x86) и шинной организацией аппаратных интерфейсов.

*Протокол обмена данными* – набор правил, определяющих логику поведения взаимосвязанных функциональных блоков в процессе обмена данными.

*Компьютерная шина (магистраль)* – интерфейсный элемент архитектуры компьютерной системы, служащий для подключения функциональных блоков. Требования к составу, физическим и логическим параметрам сигналов шины, а также к конструкции разъема устанавливаются международными стандартами. В отличие от парного соединения типа «точка-точка», к шине можно сразу подключить несколько устройств параллельно.

*Частота шины* – максимальное количество переключений дискретных состояний шины за секунду.

*Разрядность шины* – количество бит данных, одновременно передаваемых по шине. Если за один такт по шине передается 1 бит информации, то метод передачи называется последовательным (англ. serial), иначе – параллельным. У *системной шины* разрядность, как правило, совпадает с машинным словом и в ПК составляет 32 или 64 бит.

*Скорость передачи данных* – характеристика производительности шины, равная суммарному количеству информации (бит), переданному за единицу времени (секунду).



Рис. 2.1.6. Шинная архитектура персонального компьютера

*Пропускная способность шины* – расчетная скорость передачи данных при отсутствии помех в канале связи, пропорциональна частоте и разрядности шины.

Например, пропускная способность 64-разрядной системной шины ПК при обмене данными с двухканальной оперативной памятью типа DDR (англ. double data rate) для конкретных значений оценивается по формуле:

$$P = \frac{(F \times 2) \times N \times K}{8},$$

где  $F = 800$  МГц – частота шины;

$F \times 2$  – эффективная частота (за такт данные передаются дважды);

$N = 64$  – разрядность данных шины;

$K = 2$  – количество каналов передачи данных;

8 – коэффициент перевода битов в байты.

$$P = 800 \times 2 \text{ (МГц)} \times 64 \text{ (бит)} \times 2 / 8 = 25\,600 \text{ Мбайт/с.}$$

*Контроллер шины ввода-вывода* – вспомогательное устройство управления шиной ввода-вывода, предназначенное для снижения вычислительной нагрузки на центральный процессор при обмене данными с внешними устройствами. Контроллеры шин ввода-вывода в ПК иногда называются мостами (англ. bridge).

Несмотря на большое разнообразие внешних устройств, подключаемых к ПК, состав его шин ввода-вывода невелик. Скоростные характеристики наиболее типичных для архитектуры современных ПК шин ввода-вывода представлены в таблице.

Наименование стандарта шины	Назначение	Пропускная способность
PCI	Универсальная	до 4 Гбит/с
SATA	Дисковая память	до 6 Гбит/с
USB	Универсальная	до 10 Гбит/с
PCI Express	Видео	до 128 Гбит/с

Некоторые протоколы одноканальных последовательных шин используют алгоритмы канального кодирования данных, когда передача кодового слова выполняется за несколько элементарных операций и называется транзакцией. Соответственно пропускная способность таких шин измеряется количеством транзакций в секунду и достигает нескольких десятков гигабайт в секунду.

Современные компьютеры имеют модульную архитектуру с гибкой конфигурацией. Базовой конструктивной основой ПК является системный блок, который иногда ошибочно называют процессором, а в системном блоке основным устройством является материнская плата (англ. motherboard).

На системной или материнской плате обычно монтируются гнездо микропроцессора, слоты оперативной памяти, микро-схемы контроллеров ввода-вывода для микропроцессоров дан-

ного типа (чипсет), разъемы шин ввода-вывода, вспомогательные микросхемы поддержки электропитания, обеспечения запуска ПК после включения (BIOS) и т. п.

Ниже представлено расположение устройств и разъемов на материнской плате стандартного АХТ-формата для настольных ПК.

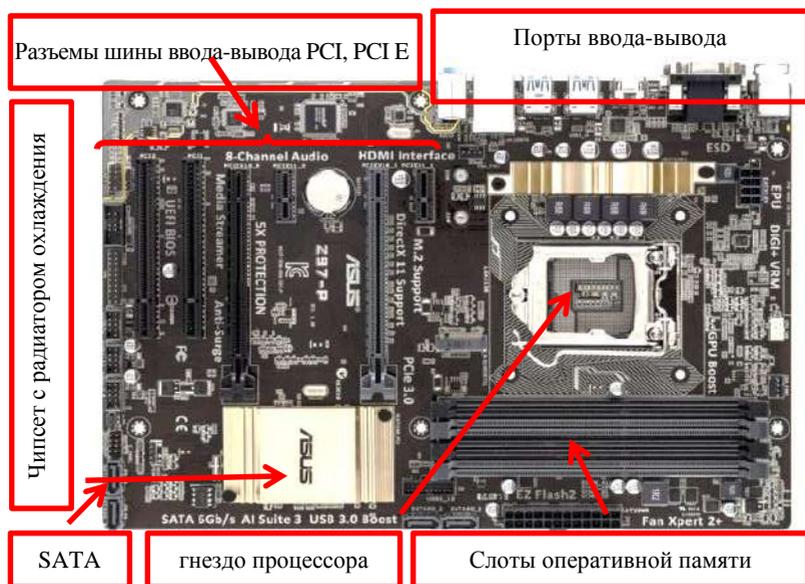
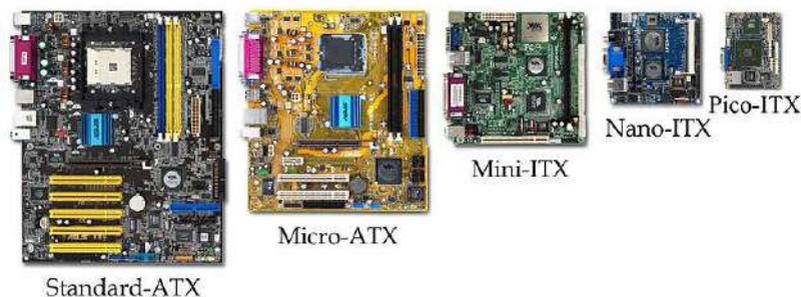


Рис. 2.1.7. Системная плата персонального компьютера

*Форм-фактор* – стандарт, задающий габаритные размеры технического изделия, а также описывающий дополнительные технические параметры, например геометрическую форму, типы дополнительных элементов, размещаемых в/на устройстве, их положение и пространственную ориентацию.

Для материнских плат ПК существует несколько форм-факторов.



*Рис. 2.1.8. Форм-факторы системных плат для персонального компьютера*

В мобильных платформах (ноутбуках, планшетах, неттопах и др.) микропроцессор, системная память, аудио-и видеоадаптеры, сетевые контроллеры сразу интегрируются с материнской платой.

Материнская плата и несъемные устройства внешней памяти, а также вспомогательное оборудование ПК, включая систему электропитания и охлаждения, размещаются в специальных корпусах или шасси.

У настольных ПК, на основе которых собирается автоматизированное рабочее место (далее – АРМ) с единой системой информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России (далее – ИСОД), наиболее широкое распространение получили корпуса типа десктоп, тауэр, неттоп.



*Рис. 2.1.9. Desktop (десктоп)*



*Рис. 2.1.10. Tower (майэр)*



*Рис. 2.1.11. Nettop (неттон)*

Для установки в специальные 19" телекоммуникационные стойки используются Rack-корпуса.

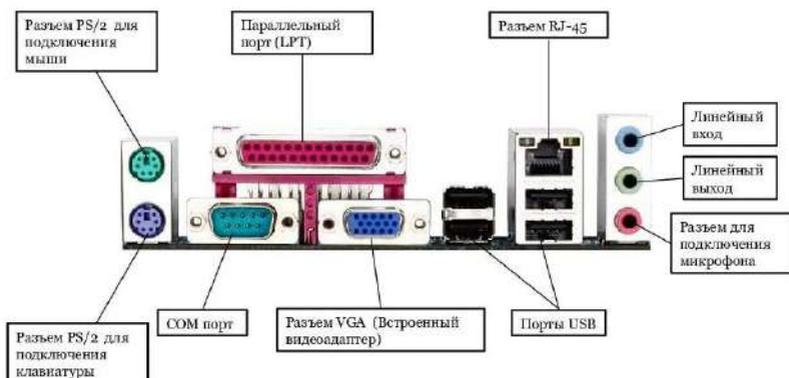


*Рис. 2.1.12. Rack-корпус*



*Рис. 2.1.13. Шкаф для размещения Rack-оборудования*

Разъемы шин ввода-вывода, выведенные на корпус компьютера (системного блока), называются портами. На рисунке показаны порты ввода-вывода типовой задней панели настольного ПК.



*Рис. 2.1.14. Типовая задняя панель персонального компьютера с портами ввода-вывода*

Наиболее распространенным портом ввода-вывода является USB (англ. Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина), неоднократно модернизированный с момента своего мирового признания. По шине USB к ПК можно подключать практически любое внешнее устройство: внешнюю память, клавиатуру, мышь, звуковой адаптер, принтер, сканер, ТВ-тюнер, мобильный телефон, даже лампочку и вентилятор. Интерфейс позволяет не только обмениваться данными, но и обеспечивать электропитание подключенного оборудования (5 В).



*Рис. 2.1.15. Типы USB-разъемов*

Внешние устройства, подключаемые к системному блоку ПК снаружи через порты ввода-вывода, иногда называют периферийными.

*Внешняя память* – это совокупность устройств долговременного хранения данных, которые по отношению к системному ядру являются функциональными блоками ввода-вывода. Как правило, внешняя память размещается на энергонезависимых носителях данных с различной физической средой хранения информационных сигналов. У флеш-памяти – это электрический заряд конденсатора, у CD/DVD – металлическая фольга, у жестких дисков (HDD) – ферромагнетики и т. п. В целях удобства переноса данных на другой компьютер, организации масштабируемых хранилищ данных или для обеспечения требований информационной безопасности данных устройства внешней памяти обычно изготавливают съёмными (отторгаемые машинные носители данных).

Максимальный объем информации (емкость) устройств внешней памяти измеряется в байтах с масштабирующими приставками (килобайт – КБ, МБ, ГБ, ТБ), но, в отличие от адресуемых ячеек системной памяти, данные на внешних устройствах хранятся в виде файлов. Порядок физического размещения файлов на внешнем носителе и методы адресации в процессе чтения/записи данных определяются конкретной файловой системой.

В настоящее время в ПК используются несколько типов устройств внешней памяти:

- накопители на жестких магнитных дисках–HDD (англ. hard disk drive);
- полупроводниковые твердотельные накопители–SSD (англ. solid-state drive);
- флеш-память;
- оптические диски.

HDD и SSD бывают съемные и несъемные, устанавливаемые в системный блок для размещения операционной системы, программ и данных повседневного спроса. Как правило, HDD и SSD имеют форм-фактор 2,5" или 3,5" и подключаются к материнской плате через 7-контактные разъемы последовательного интерфейса SATA (англ. Serial Advanced Technology Attachment).



*Рис. 2.1.16. Жесткий диск SSD*

Емкости современных HDD и SSD достигают нескольких терабайт.

В качестве носителей данных для дистрибутивов программных продуктов, аудио-и видео записей, полнотекстовых библиотек, а также для архивов долговременного хранения используются оптические диски. В основном это связано с надежностью и невысокой стоимостью носителей, которые бывают:

- с нестираемой заводской прошивкой (ROM);
- с возможностью однократной записи ( $\pm R$ );
- с возможностью многократной перезаписи (RW).

Как правило, термином CD/DVD/BD называют как сам носитель, так и привод диска (англ. disk drive – дисковод), который подключается к материнской плате через разъемы SATA и поддерживает два основных форм-фактора дисков (3,5" и 5").



*Рис. 2.1.17. Привод оптических дисков*

На стандартный CD-ROM (5") вмещается 700 МБ данных, что соответствует 80 минутам высококачественного аудио.

Емкость современных DVD с форм-фактором 5" зависит от количества слоев фольги и возможности двусторонней записи:

- DVD 5 – односторонний однослойный диск емкостью 4,7 ГБ;
- DVD 9 – односторонний двухслойный диск емкостью 8,5 ГБ;
- DVD 10 – двусторонний однослойный диск емкостью 9,4 ГБ;
- DVD 18 – двусторонний двухслойный диск емкостью 17,1 ГБ.

Стандарт Blue-ray Disc позволяет записывать на оптический диск до 50 ГБ данных или девять часов видео в формате HDTV.

HDD, SDD и оптические приводы кроме стационарной установки в системный блок иногда делают съемными с подключением по USB-интерфейсу, но среди устройств съемной памяти популярны флеш-накопители.

Высокая скорость чтения/записи, относительно большая емкость и компактный размер флеш-памяти делают ее прекрасным средством переноса данных с одного компьютера на другой, а также предоставляют возможность архивирования данных и их хранения вне компьютера.

Сегодня среди типовых моделей флеш-накопителей – большой выбор: Secure Digital (SD), miniSD, microSD, Compact Flash (CF), MultiMedia Card (MMC), RS-MMC, DV-RS-MMC, microMMC, micro Memory Stick и наиболее распространенная – USB-флеш.



Рис. 2.1.18. Устройства флеш-памяти

По максимальной емкости они конкурируют с SSD, приближаясь к терабайтовому порогу.

В некоторых случаях при сравнении запоминающих устройств одной из существенных характеристик может быть средняя цена 1 МБ, которая рассчитывается как стоимость устройства, деленная на его емкость.

*Видеоадаптер (видеокарта)* – одно из наиболее сложных внешних устройств современного компьютера. По сути, это самостоятельный микрокомпьютер с собственным графическим процессором, системной памятью и устройствами управления вводом/выводом данных для сопряжения с шиной ввода-вывода центрального процессора с одной стороны и внешним портом для подключения монитора с другой. Некоторые прикладные программы позволяют использовать вычислительные мощности видеоадаптера для решения других задач, например криптографических.

*Звуковой адаптер* (звуковая карта) содержит управляющий микрокомпьютер, а также аналогово-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи входных и выходных аудиопотоков.

*Сетевой адаптер* (сетевая карта) – устройство проводного или беспроводного подключения ПК к телекоммуникационной сети.

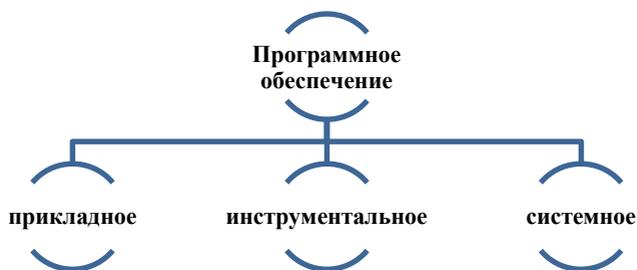
Более подробно состав, назначение и характеристики периферийных устройств будут рассматриваться при изучении мультимедиа и сетевых технологий.

## § 2. Программное обеспечение

Неотъемлемым компонентом архитектуры любого компьютера является программное обеспечение (далее – ПО), которое делает его универсальным инструментом обработки данных, гибко настраиваемым для решения любых задач.

*Компьютерная программа* – упорядоченная последовательность машинных команд (кодов), обеспечивающая обработку данных и управление вычислительными ресурсами компьютера в автоматическом режиме.

Программы первого и второго поколения разрабатывались непосредственно в машинных кодах под конкретные ЭВМ. С появлением серийных ЭВМ, имеющих единую архитектуру, включая машинный язык, значительная часть программного обеспечения стала унифицироваться и тиражироваться. Сформировались отдельные классы программ общего применения, непосредственно не связанных с решением прикладных задач, но обеспечивающих автоматизацию их выполнения на конкретном компьютере. Отдельным направлением информатики стало развитие языков программирования и инструментальных программных средств для их поддержки:



*Прикладное программное обеспечение* – набор компьютерных программ (программных приложений, англ. applications), предназначенных для решения прикладных задач пользователя.

*Пакет прикладных программ* (англ. application package) – набор интегрированных программ для автоматизации определенного вида деятельности.

В зависимости от сферы применения компьютера прикладные программы бывают профессионально ориентированными; культурно-развивающими; обучающе-контролирующими; игровыми моделями и т. п.

К инструментальному ПО относятся системы программирования, состоящие из языка программирования, редактора программ на этом языке, транслятора программ в машинные коды и соответствующей документации.

*Ассемблер* – машинно-зависимый язык программирования низкого уровня, мнемокоды которого соответствуют элементарным командам машинного языка. Для сокращения текста программирования некоторые алгоритмы могут включать в язык ассемблера макрокоманды с собственным именем и синтаксисом.

*Язык программирования высокого уровня* – это искусственный язык, в котором лексические конструкции, синтаксические и семантические правила описания алгоритмов приближены к естественным языкам с учетом специфики предметной области использования программ.

*Транслятор* – программное или техническое средство, выполняющее перевод программы с языка высокого уровня в машинный код.

*Компиляция* – процесс перевода всей программы с языка программирования в машинный код с сохранением его в исполняемом файле.

*Интерпретация* – режим перевода в машинный код и немедленного выполнения каждой команды.

Несмотря на то, что некоторые ЭВМ имели встроенные на аппаратном уровне интерпретаторы языков высокого уровня типа BASIC, которые позволяли выполнять инструкции про-

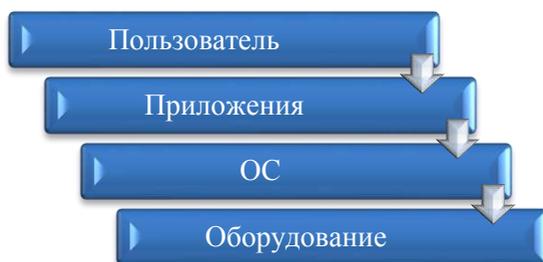
грамм сразу после ввода в командной строке, в большинстве случаев прикладное или инструментальное ПО не является обязательным для эксплуатации компьютера. Его состав и назначение варьируются в зависимости от решаемых задач.

В органах внутренних дел состав прикладного программного обеспечения АРМ определяется решаемыми задачами и требованиями обеспечения информационной безопасности.

*Системное ПО* предназначено для управления компьютерной системой, обеспечения ее работоспособности и функциональности.

*Операционная система* (англ. operating system, далее – ОС) – обязательный компонент архитектуры компьютера, предназначенный для управления оборудованием в автоматическом или интерактивном режиме.

ОС позволяет пользователю и прикладным программам абстрагироваться от типовых операций управления вычислительными ресурсами и обмена данными с внешними устройствами. С точки зрения архитектуры ОС занимает промежуточное место между вшитыми микропрограммами управления техническими средствами компьютера и пользовательскими программными приложениями, взаимодействуя с ними через специальные интерфейсы:



В отличие от стационарных компьютеров, которые, по сути, являются модульными конструкторами, мобильные платформы имеют постоянную конфигурацию, что позволяет системное ПО

реализовать на аппаратном уровне в виде прошивки постоянной памяти в процессе изготовления (англ. *firmware*).

Основные компоненты ОС:

– *загрузчик* – стартовая программа, обеспечивающая загрузку ОС;

– *ядро (супервизор)* – основная часть ОС, постоянно находящаяся в оперативной памяти компьютера для управления аппаратными ресурсами и программными процессами;

– *драйверы устройств* – программы управления обменом данными с конкретными устройствами;

– *командный процессор* – интерпретатор системных команд в текстовом формате;

– *графический интерфейс* – операционная оболочка для взаимодействия пользователя с компьютером.

Основные функции ОС:

– запуск, диагностика, профилактика и восстановление работоспособности компьютера после сбоев;

– обеспечение многозадачности и автоматическое распределение вычислительных ресурсов;

– разграничение доступа к вычислительным ресурсам и хранилищам данных для пользователей и процессов;

– предоставление пользователю управления компьютером;

– обработка запросов на обслуживание от прикладных программ и внешних устройств;

– управление передачей данных между системными и внешними устройствами;

– поддержка файловых систем внешней памяти и выполнение файловых операций;

– работа с компьютерными сетями;

– защита процессов и данных от несанкционированного доступа или воздействия.

Наиболее распространенными операционными системами настольных и мобильных ПК являются Windows, MacOS и Linux.

Обязательной функцией любой операционной системы является выполнение файловых операций: поиск, создание, сохранение, копирование, переименование, удаление, запуск исполняемых программ и т. д.

*Файл* – поименованная область на устройстве внешней памяти, организованная для долговременного хранения однородных данных.

*Папка (каталог, директория)* – поименованная область на устройстве внешней памяти, организованная для группирования файлов по каким-либо признакам.

*Файловая система* (англ. file system) – набор стандартных правил размещения файлов на внешних носителях и их идентификации при обращении пользователей или программ.

С точки зрения организации данных на физическом пространстве носителя современные операционные системы поддерживают несколько наиболее распространенных файловых систем:

- NTFS, FAT32 – для магнитных дисков (HDD), стационарных флеш-дисков (SDD) и съемных флеш-носителей (USB, SD, MMC и т. п.);

- ISO9660 (CDFS), UDF – для оптических дисков (CD, DVD, BD);

- NFS, CIFS, SSHFS, GmailFS – сетевые файловые системы и др.

Идентификатором файла является его полное имя – название и логический адрес на внешнем носителе. Синтаксис идентификационной записи зависит от конкретной операционной системы.

Например, в локальной файловой системе (Lfs, англ. local file system), поддерживаемой программными продуктами фирмы Microsoft, строка с полным именем файла задается следующим образом:

*Имя\_тома:\(Имя\_папки\)Имя\_файла,*

где символ «:» – указывает на имя тома (префикс),

«\» – разделяет имена папок и файлов,

«.» – отделяет имя файла от его расширения.

`C:\Folder\Folder\Filename.docx.`

*Том* (англ. volume, логический диск) – часть пространства внешней памяти, рассматриваемая операционной системой как единое абстрактное логическое устройство с определенной файловой системой. Тома обозначаются одной латинской буквой и могут быть созданы (смонтированы) на локальном диске, на флеш-картах, в локальной сети и т. п. Архив с дистрибутивом программы (сжатый набор установочных файлов) также может быть смонтирован как отдельный том.

*Форматирование* – разметка пространства внешней памяти на адресуемые области для создания файловых структур.

При форматировании дисков целесообразно создавать два раздела: основной (англ. primary partition) и расширенный (англ. extended partition). В основном обязательном разделе монтируется системный том. Расширенный раздел может содержать несколько дополнительных томов (логических дисков).

Файловые операции пользователи могут осуществлять с помощью графических файловых менеджеров (проводник MS Windows, Total Commander) и текстового командного процессора (CMD). Для групповых операций с несколькими файлами, имеющими общие признаки в имени, применяется маскирование знаками ? и \*. При выполнении команды знак «?» (вопросительный знак) в имени файла может быть заменен любым допустимым символом, а «\*» (звездочка) – любой символьной строкой, в том числе пустой.

Показан интерфейс командного процессора ОС MS Windows с примерами операций копирования файлов.

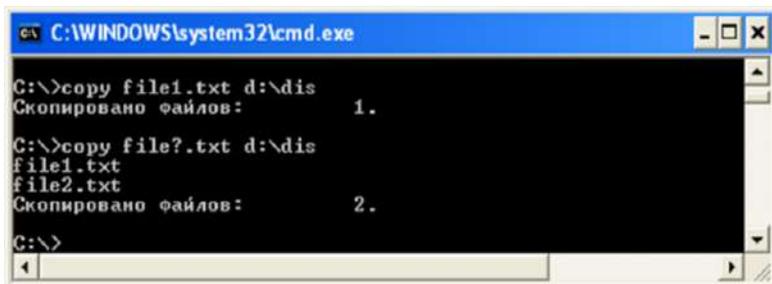


Рис. 2.2.1. Окно командного процессора операционной системы Microsoft Windows

Обязательными компонентами системного ПО являются драйверы – стыковочные элементы архитектуры, которые позволяют операционной системе организовать низкоуровневый интерфейс с конкретными типами аппаратных средств ПК. Минимальный набор драйверов для обеспечения функционирования компьютера в минимальной конфигурации (клавиатуры, мыши, монитора, внешней памяти и т. п.) включается в установочный дистрибутив ОС. Специализированные драйверы поставляются вместе с внешними устройствами.

К системному ПО ПК также относят базовую систему ввода-вывода (BIOS), которая стартует при включении компьютера, проводит тестирование работоспособности основного оборудования ПК и запускает ОС. Интерфейс BIOS позволяет настраивать конфигурацию материнской платы и подключение устройств ввода-вывода, устанавливать системное время, последовательность поиска загрузчика ОС и ряд других параметров, не зависящих от установленной на ПК ОС. В отличие от ОС, набор низкоуровневых программ BIOS размещается в микросхеме постоянной памяти на материнской плате и относится скорее к аппаратному обеспечению.

На смену классическому BIOS, имеющему ряд существенных ограничений (например, 2 ТБ для жестких дисков), приходит UEFI (англ. Unified Extensible Firmware Interface) – универсальный расширенный интерфейс прошивки, являющийся

стандартом низкоуровневого взаимодействия операционной системы и микропрограмм управления оборудованием ПК. В отличие от BIOS, программы UEFI физически могут располагаться в специальной папке EFI на любом носителе: в ПЗУ на материнской плате, на жестком диске компьютера, на загрузочной флешке или во внешнем сетевом хранилище.

UEFI практически является упрощенной ОС с доступом ко всем функциональным блокам компьютера, тестовыми сервисами оборудования, поддержкой протоколов коммуникаций, драйверами устройств, собственной графической оболочкой, в которой можно запускать собственные EFI-приложения. С помощью UEFI можно, например, выходить в интернет или организовывать резервное копирование жестких дисков.

В настоящее время все ПК поддерживают загрузку ОС через UEFI.

Отдельным видом системного ПО являются сервисные программы, состав которых определяется в зависимости от функционального назначения компьютера, условий его эксплуатации и иных потребностей пользователей: архиваторы; антивирусы; дисковые менеджеры; файловые менеджеры и т. п.

В последнее время широкое распространение получили мобильные компьютеры (планшеты, смартфоны) с аппаратно-программными платформами, отличными от IBM PC: Android (Google); iOS (Apple); Windows Phone (Microsoft); Symbian (Nokia).

*Firmware* – это системные программы и основные функциональные приложения, записываемые в энергонезависимую память на заводе-изготовителе («прошивки»). Значительная часть мобильных устройств продается с предустановленным Firmware и способна работать без установки дополнительного ПО.

По функциональным возможностям мобильные платформы ПК приближаются к стационарным аналогам.

### § 3. Алгоритмы и алгоритмические структуры

Любая задача автоматически решается на компьютере по программе, представленной в машинных кодах. Но чтобы правильно написать двоичные коды, нужно сначала решить задачу на более высоком уровне абстракции, разработать предметную модель на естественном языке.

Рассмотрим высказывание: «Среднее количество информации, полученной с наступлением случайного события, следует рассчитывать как отрицательную сумму попарных произведений вероятности каждого исхода на ее двоичный логарифм».

Данное высказывание является словесным описанием формулы Шеннона:

$$H(X) = - \sum_{i=1}^M (P_i \log_2 P_i).$$

Эта же формула в MS Excel может выглядеть следующим образом:

= –СУММПРОИЗВ (B2:G2;B3:G3), где B1 =LOG(A1;2), B2 =LOG(A2;2), ...

В последнем случае математическая модель позволяет с помощью компьютерного приложения MS Excel автоматически получать результаты для разных значений вероятностей исходов.

*Алгоритм* – конечное упорядоченное множество точно определенных инструкций для решения конкретной задачи.

В данном определении заложены свойства любого алгоритма:

1. Понятность.

Язык и способы выполнения команд алгоритма должны быть понятны его исполнителю.

2. Определенность.

Команды алгоритма должны однозначно интерпретироваться без дополнительных вопросов исполнителя.

3. Дискретность.

Алгоритм задачи должен состоять из отдельных шагов (этапов), на каждом из которых выполняется достаточно простое действие.

4. Результативность – алгоритм должен приводить к решению задачи за конечное число шагов или завершаться по другому условию.

5. Массовость – алгоритм должен выполняться для любого набора допустимых исходных данных.

*Алгоритмический язык* – искусственный язык, предназначенный для выражения алгоритмов.

*Формы описания алгоритма:*

- словесная (запись на естественном языке);
- графическая (изображения из графических символов);
- программная (тексты на языках программирования и псевдокоды).

При словесном способе записи алгоритм, как правило, задается в произвольном изложении на естественном языке, что вызывает неудобство при его последующем кодировании для выполнения на компьютере. К недостаткам словесных описаний требуемых действий можно отнести то, что они: трудно формализуемы; многословны (содержат избыточную информацию); допускают неоднозначность толкования.

Например, словесный алгоритм определения средней точки попадания после четырех выстрелов может выглядеть следующим образом:

1. Соединить двумя отрезками пары близлежащих пробоин.
2. Соединить середины получившихся отрезков.
3. Отметить среднюю точку попадания в середине нового отрезка.

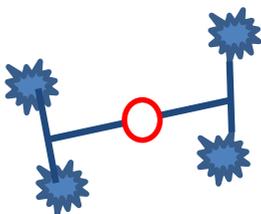


Рис. 2.3.1. Схема определения средней точки попадания

Графическое представление в виде блок-схем в нашей стране регламентируется ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85) «Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения». При графическом представлении алгоритм изображается в виде последовательности связанных между собой функциональных блоков, каждый из которых соответствует выполнению одного или нескольких действий.

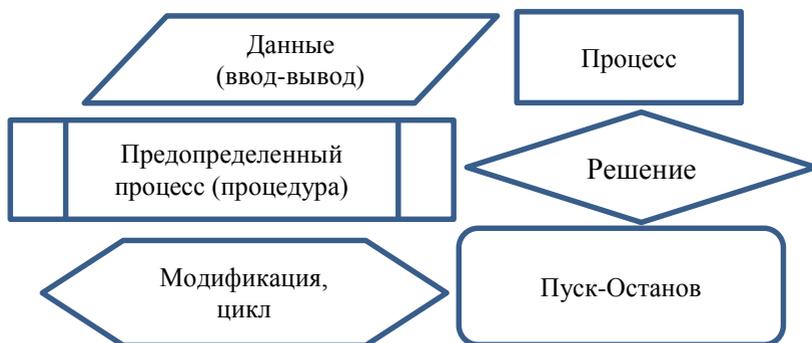


Рис. 2.3.2. Виды алгоритмических блоков

Логическая структура любого алгоритма может быть представлена комбинацией трех базовых структур: следование, ветвление, цикл.

Характерной особенностью базовых структур является наличие в них одного входа и одного выхода.

1. Базовая алгоритмическая структура «следование» образуется линейной последовательностью инструкций.

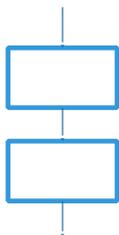


Рис. 2.3.3. Структура следования

2. Базовая алгоритмическая структура «ветвление» обеспечивает в зависимости от результата проверки условия (да/нет) выбор одного из альтернативных путей работы алгоритма.

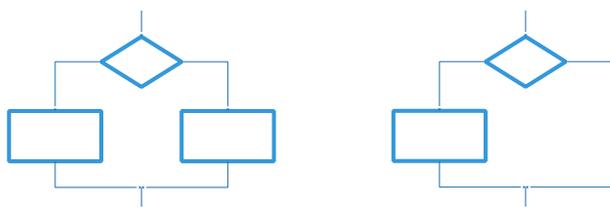


Рис. 2.3.4. Структура ветвления

3. Базовая алгоритмическая структура «цикл» обеспечивает многократное выполнение некоторой совокупности действий, которая называется телом цикла.

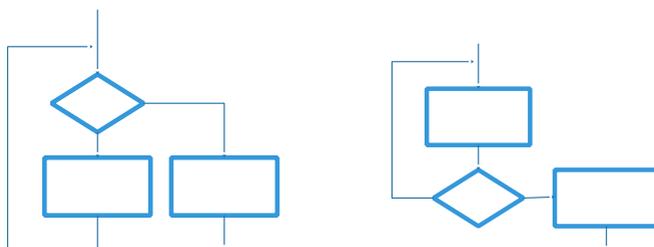


Рис. 2.3.5. Структура цикла

В соответствии со свойством конечности любой цикл должен завершаться либо при выполнении какого-либо условия, либо при обнулении счетчика заданных повторений цикла.

Алгоритмизация процесса решения задачи с применением компьютера – этап важный, но не единственный.



Рис. 2.3.6. Типовая последовательность решения задач на компьютере

На этапе постановки задачи определяются состав и эталонные значения целевых показателей состояния системы (объекта, явления, процесса), а также управляющие факторы и условия выполнения задачи.

*Моделирование* – это функциональное описание системы, прямых и обратных связей между параметрами состояния и управленческого воздействия на естественном языке, в виде логических высказываний или математических выражений. При построении математических моделей далеко не всегда удается найти точные формулы и тогда используются математические методы приблизительной оценки с заданной степенью точности.

На этапе алгоритмизации и программирования происходит кодирование модели на машинный язык. Для широкого ряда задач существуют специализированные программные приложения, позволяющие пользователю описывать модель поведения системы с помощью удобного графического интерфейса с последующим автоматическим кодированием и выполнением.

*Отладка модели* – это процесс устранения алгоритмических, синтаксических, семантических и иных ошибок.

*Тестирование функциональности* – это контроль поведения модели на специально подобранных наборах входных данных, при которых известен выходной результат.

Отладка и тестирование – важнейшие процедуры обеспечения правильности решения задачи. Алгоритмические ошибки, выявленные на данном этапе, могут требовать возврата к этапу моделирования или корректировки постановки задачи.

Но самые опасные ошибки при компьютерном решении практических задач выявляются в процессе эксплуатации программных моделей.

## **Глава 3. Офисные технологии в профессиональной деятельности психолога**

### **§ 1. Служебная информация и информационно-справочная поддержка служебной деятельности**

*Служебная информация* – это сведения, возникающие в процессе профессиональной деятельности, необходимые для выполнения функций служебного характера.

В ОВД служебная информация по целевому назначению может подразделяться на нормативную правовую, аналитико-статистическую, организационно-распорядительную, процессуальную, оперативную, ведомственные учеты, архивы и т. п.

*Служебная информация ограниченного распространения* – несекретная информация, касающаяся деятельности организаций, ограничения на распространение которой диктуются служебной необходимостью, а также поступившая в организации несекретная информация, доступ к которой ограничен в соответствии с федеральными законами.

*Государственная тайна* – защищаемые государством сведения в области его военной, внешнеполитической, экономической, разведывательной, контрразведывательной и оперативно-разыскной деятельности, распространение которых может нанести ущерб безопасности Российской Федерации.

*Персональные данные* – любая информация, относящаяся к определенному или определяемому на основании такой информации физическому лицу (субъекту персональных данных), в том числе его фамилия, имя, отчество, год, месяц, дата и место рождения, адрес, семейное, социальное, имущественное положение, образование, профессия, доходы, другая информация.

*Документированная информация* – информация, зафиксированная на материальном носителе путем документирования с реквизитами, позволяющими определить такую информацию

или ее материальный носитель в установленных законодательством Российской Федерации случаях.

*Документирование* – фиксация информации на материальных носителях в установленном порядке.

*Документ* – документированная информация государственного органа, органа местного самоуправления, юридического или физического лица, оформленная в установленном порядке и включенная в документооборот органа внутренних дел.

*Документооборот* – движение документов с момента их создания или получения до завершения исполнения, помещения в дело и (или) отправки.

*Делопроизводство* – деятельность, обеспечивающая создание официальных документов и организацию работы с ними в органах внутренних дел.

Ведомственные требования и единые нормы по подготовке, обработке, хранению, использованию документов, образующихся в деятельности ОВД, а также по порядку организации делопроизводства устанавливаются инструкцией, утвержденной приказом МВД России от 20 июня 2012 г. № 615.

*Регистрация документа* – присвоение документу регистрационного номера и запись в установленном порядке сведений о нем.

*Реквизит документа* – элемент документа, необходимый для его оформления и организации работы с ним.

*Дело (ОВД)* – совокупность документов или отдельный документ, относящиеся к одному вопросу или участку деятельности органа внутренних дел.

В деятельности органов внутренних дел создается комплекс организационно-распорядительных документов следующего типа:

- приказы, директивы, распоряжения;
- положения, правила, инструкции, решения коллегий;
- протоколы заседаний (совещательных, консультативных органов);

– акты, аналитические справки, записки (служебные, объяснительные, докладные, аналитические), договоры (контракты, соглашения), служебная переписка и др.

Важной составляющей электронного документооборота являются обращения граждан.

Коллегиально обсуждаемые вопросы и принимаемые по ним решения фиксируются в протоколах консультативных и совещательных органов, иных заседаний и совещаний.

Взаимные обязательства органов внутренних дел и их контрагентов, а также их регулирование оформляются в виде договоров, соглашений, контрактов, протоколов и других документов.

В установленных законодательством случаях Министерством внутренних дел Российской Федерации могут издаваться акты совместно с другими органами власти по вопросам, представляющим взаимный интерес и входящим в компетенцию обеих сторон. Такие акты оформляются и публикуются как единый документ (приказ, протокол, положение и др.).

Финансовые, статистические, кадровые и архивные документы оформляются по формам, установленным соответствующими нормативными правовыми актами.

В зависимости от конкретных задач в деятельности органа внутренних дел создаются иные виды документов: планы, программы, отчеты и др.

*Электронный документ* – документированная информация, представленная в электронной форме, т. е. в виде, пригодном для восприятия человеком с использованием компьютера, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информационных системах.

*Электронный документооборот* – документооборот с применением информационной системы сервиса электронного документооборота (далее – СЭД) ИСОД МВД России.

*МЭДО* – система межведомственного электронного документооборота.

*Документальные ресурсы* – вид информационных ресурсов, представляющий совокупность отдельных документов, массивов документов в информационных системах.

*Документальная база данных* – информационная модель организации данных, в которой каждая запись отражает конкретный документ, содержит его библиографическое описание и иную информацию о нем.

*Документальная информационно-поисковая система* – автоматизированная система, предназначенная для поиска документов и/или сведений о них.

*Справочно-правовые системы* (далее – СПС) – класс документальных информационно-поисковых систем, содержащих тексты нормативных правовых и нормативно-технических актов, комментарии и консультации специалистов, судебные решения, типовые формы деловых документов и др.

Уникальные форматы хранения данных и поисковые алгоритмы СПС дают возможность быстро и эффективно провести отбор и анализ интересующих документов из колоссального массива материалов различного типа (нормативные акты, судебная практика, мнения экспертов и пр.).

В дополнение к НПП «Гарант-сервис», СПС «Консультант-Плюс» и специализированной территориально-распределенной автоматизированной системе СТРАС «Юрист» в ИСОД МВД России с 1 марта 2017 г. внедрен сервис обеспечения деятельности правовых подразделений системы МВД России (далее – СОДПП), в состав которого входят следующие модули:

1. *Мониторинг* – выполняет функции сбора, обобщения, анализа и оценки информации о состоянии и практике применения в Российской Федерации нормативных правовых актов (далее – НПА), регулирующих сферу внутренних дел, в целях оценки эффективности их реализации и выработки предложений по их совершенствованию.

2. *Иск* – ведение централизованного учета исковых заявлений, относящихся к системе МВД России, и результатов их рассмотрения судами.

3. *Правовая экспертиза* – автоматизация экспертной оценки правовых актов на соответствие установленным правовым нормам и правилам их подготовки.

4. *Антикоррупционная экспертиза* – автоматизированное выявление признаков коррупциогенности в проверяемых проектах документов.

5. *Конструктор НПА* – подготовка проектов документов на основании утвержденных шаблонов и образцов.

6. *НПА-3* – обработка, поиск и просмотр НПА, имеющих гриф ограничения доступа, но не содержащих сведения, составляющие государственную тайну.

7. *Портал правового информирования* – размещение актуальной правовой информации, аналитических и справочных материалов, методических рекомендаций, видео- и фотоматериалов по направлениям правовой работы, обновление банков данных ведомственных СПС.

## **§ 2. Требования МВД России к оформлению организационно-распорядительных документов**

Требования и нормы подготовки, обработки, хранения, использования документов, образующихся в деятельности органов внутренних дел, и порядок организации делопроизводства установлены приказами МВД России:

1) от 20 июня 2012 г. № 615 «Об утверждении Инструкции по делопроизводству в органах внутренних дел Российской Федерации»;

2) от 27 июня 2003 г. № 484 «Об утверждении Правил подготовки нормативных правовых актов в центральном аппарате МВД России»;

3) от 31 мая 2011 г. № 600 «Об утверждении Перечня документов, образующихся в деятельности органов внутренних дел Российской Федерации, с указанием сроков хранения, создание, хранение и использование которых осуществляется в форме электронных документов».

При оформлении служебных документов рекомендуется использовать текстовое приложение MS Word версии 2003 и выше или совместимое с ним.

Следует всегда помнить, что формат MS Word – это программа, состоящая из символьного контекста и исполняемых кодов, а создание и оформление документа, по сути, являются программированием в объектной среде с применением графического интерфейса.

Начиная с версии MS Word 2007, документы сохраняются в формате XML, представляющем ZIP-архив файлов с компонентами документа и его настройками (текст – в одном файле, стили – в другом, рисунки – в третьем, макросы – в четвертом и т. д.). Если у любого файла поменять расширение \*.docx на \*.zip, то архиватор покажет папку с файлами.

Структура архива подобна контейнеру, где разные компоненты документа хранятся в отдельных файлах независимо друг от друга.

В текстовом редакторе MS Word и других приложениях пакета MS Office используется многоуровневая иерархическая объектная модель документа. В основе иерархического принципа лежит способность одних объектов служить контейнерами для других. Родителем иерархии является объект Application, представляющий текущий экземпляр приложения MS Word. Объект Application включает объекты типа Document (документ), Selection (текущее выделение), Range (непрерывный диапазон), Bookmark (закладка) и еще свыше сотни, которые, в свою очередь, имеют объекты-потомки.

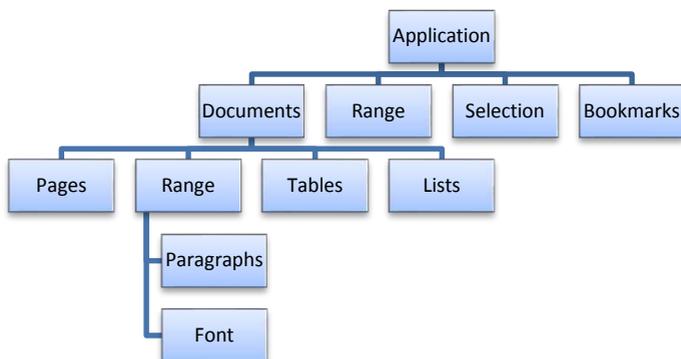


Рис. 3.2.1. Структура объектов документа

Множество однотипных объектов составляет коллекцию. Например, коллекция Documents содержит все объекты типа Document, открытые в MS Word в данный момент, а коллекция Paragraphs содержит все объекты типа Paragraph (абзац) в выделенном фрагменте, диапазоне или документе.

У каждого объекта есть определенные свойства и методы.

*Свойство объекта* – это один из его параметров, значение которого может быть изменено с помощью пользовательского интерфейса или программного кода. Например, свойствами абзаца (Paragraph) являются:

- Alignment – тип выравнивания;
- Borders – тип границы;
- CharacterUnitLeftIndent, CharacterUnitRightIndent, CharacterUnitFirstLineIndent – отступы от границы рабочей области слева, справа и для первой строки или выступа;
- Hyphenation – включена автоматическая расстановка переносов;
- LineSpacing – междустрочный интервал (в пунктах);
- Style – стиль абзаца и др.

*Метод* – это действие, выполняемое над объектом. Для абзаца это могут быть:

- CloseUp – удаляет любой интервал перед абзацем;
- Indent – добавляет отступ на один уровень;
- Outdent – удаляет один уровень отступа;
- JoinList – присоединяет абзац списка к ближайшему списку;
- SelectNumber – выбирает номер или маркер в списке;
- Space1, Space15, Space2 – форматирует с интервалом в 1, 1,5 и 2 строки;
- Reset – удаляет форматирование и др.

Чтобы избавить пользователя от объектного программирования, тестовые редакторы имеют интуитивно понятный графический интерфейс.

*Вкладки* в последних версиях MS Word заменили *меню команд* и ориентированы на выполнение конкретной задачи, *группы на ленте* содержат команды для работы с коллекциями однотипных объектов, характерных для каждой вкладки. Кроме стандартного набора вкладок еще есть дополнительные контекстные вкладки, которые позволяют работать с активным объектом, например с встроенной таблицей, изображением или диаграммой.

При работе с документом в текстовом редакторе важно понимать, к какой коллекции относится объект, свойства и методы которого вам необходимо настроить. Тогда будет легко ориентироваться в оконном интерфейсе независимо от приложения.

Оформление внешнего вида и композиция структурных элементов текста на листе в соответствии с заданными параметрами называются *форматированием*.

Основные команды, используемые при форматировании текста в MS Word, размещены на вкладке *Главная* в группах *Шрифт* и *Абзац*, а также на вкладке *Разметка страницы* (*Макет* – для последних версий MS Word).

Максимальный набор настроек параметров объекта доступен из специальной формы, которая вызывается по нажатию кнопки в правом нижнем углу окна группы.



Если в тексте выделить слово или любой фрагмент, на экране автоматически появляется контекстная панель инструментов с параметрами форматирования шрифта, что позволяет ускорить настройки шрифта.

Быстро и полностью изменить вид документа позволяют *темы* и *коллекции стилей* оформления абзацев.

*Стили* устанавливают общие параметры форматирования абзацев, такие как шрифт, размер, цвет, выравнивание, межстрочный интервал, границы, заливка и т. п. Данный подход позволяет автоматически добиться единообразия, и если в абзацах одного стиля нужно изменить настройку какого-то параметра, то достаточно изменить ее в стиле.

В служебных документах рекомендуется применять единый шрифт Times New Roman в пределах 13–15 пт (преимущественно 14 пт) размером через 1–1,5 межстрочных интервала.

Для выделения части текста документа, его наименования можно использовать полужирное начертание, курсив, подчеркивание или смещение относительно границ основного текста.

Документы оформляются на бланках установленной формы, на стандартных листах бумаги форматов А4 (210×297 мм), А5 (148×210 мм) или в виде электронных документов и должны иметь установленный состав реквизитов с определенным их расположением и оформлением. Для отдельных видов документов допускается использование бумаги форматов А3 (297×420 мм) и А6 (105×148 мм).

Поля для области текста на страницах организационно-распорядительных документов (за исключением нормативных правовых актов) устанавливаются следующие: 3 см – слева; 1 см – справа; 2 см – сверху и снизу.

При создании организационно-распорядительных документов предусматриваются следующие виды бланков:

- общий бланк (*угловой* или *продольный*);
- приказ; распоряжение; протокол (обычно на *продольном бланке*);
- письмо (обычно на *угловом бланке*).

На основе образцов типовых бланков, приведенных в приложениях к приказу МВД России от 20 июня 2012 г. № 615, организации и подразделения ОВД разрабатывают свои шаблоны.

	зона
<b>МВД России</b> Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя» (МосУ МВД России имени В.Я. Кикотя)	1
ул. Академика Волгина, 12, Москва, 117997 support @ mosu-mvd.com тел. (499) 789-67-26, факс (495) 336-62-88	2
на № _____ вх. номер _____ от _____ № _____ дата регистрации _____	3
Аннотация письма	

Основной текст

Приложения

Подпись

Исполнитель  
 телефон

Рис. 3.2.2. Образец углового бланка Московского университета  
 МВД России имени В.Я. Кикотя

Если в пределах одного горизонтального уровня необходимо разместить абзацы с разными параметрами форматирования, то

для них целесообразно создать отдельные столбцы (ячейки) в общей строке таблицы.

Верхняя часть бланка условно делится на три столбца. Размеры левого и правого столбцов в пределах области текста установлены приказом. Текст в каждой зоне и в отдельных полях для ввода конкретных реквизитов начинается с прописной (заглавной) буквы.

По центру левой части зоны 1 помещается геральдический знак – эмблема органов внутренних дел Российской Федерации размером 35×17 мм, что определяет общую высоту данной зоны – 17 мм. Государственный герб Российской Федерации помещается только на бланках документов Министерства, подписываемых Министром внутренних дел Российской Федерации или лицом, его замещающим.

В правой части зоны 1 справа могут проставляться габаритные рамки ( [ ... ] ) для размещения грифа ограничения доступа к документу.

Высота зоны 2 не должна превышать 56 мм.

В зоне 2 слева указываются основные реквизиты адресанта (отправителя письма), заполняемые в соответствии со следующими правилами:

- полное наименование должно соответствовать статусным документам (положение, устав);
- сокращенное наименование приводится в тех случаях, когда оно закреплено в его статусных документах и помещается в скобках строкой ниже полного наименования или после него;
- над полным наименованием указывается сокращенное наименование вышестоящего органа внутренних дел, а при его отсутствии – полное наименование;
- справочные данные размещаются под наименованием и содержат сведения, необходимые при информационных контактах: почтовый адрес, e-mail, номера телефонов и т. п.;

- дата подписания и регистрационный номер письма проставляются вручную в отведенные поля под справочными данными;
- заполнение полей номера и даты (в формате дд.мм.гггг) входящего письма (обращения) обязательно при оформлении писем-ответов.

Наименование адресанта и вышестоящего органа внутренних дел (подразделения, организации) оформляется полужирным шрифтом Times New Roman размером 12 пт через один межстрочный интервал. Справочные данные оформляются шрифтом Times New Roman 10–12 пт через один межстрочный интервал.

В зоне 2 справа указываются адресаты (не более четырех), которым направляется письмо и которые могут именоваться как организация, должностное лицо или частный гражданин.

Наименование адресата на угловом бланке печатается на одном уровне с полным наименованием подразделения и выравнивается по левому краю или центрируется в пределах своего поля.

При адресовании без указания должностного лица наименование организации или структурного подразделения пишется в именительном падеже. Почтовый адрес указывается в последовательности, установленной правилами оказания услуг почтовой связи: наименование адресата (для граждан – фамилия, имя, отчество); название улицы, номер дома, номер корпуса, номер квартиры; название населенного пункта (города, поселка и др.); название района; название республики, края, области, автономной области, автономного округа; почтовый индекс. Почтовый адрес не указывается в документах, направляемых в высшие органы государственной власти, другие федеральные органы исполнительной власти, территориальные органы федерального органа исполнительной власти в субъектах Российской Федерации:

	Правительство Российской Федерации  ФСБ России  Государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела» Профсоюзная ул., д. 82, Москва, 117393
--	--

Если документ адресован в орган внутренних дел, то указывается сокращенное наименование органа внутренних дел и через два интервала наименование подразделения в именительном падеже:

	МВД России Управление по обеспечению безопасности крупных международных и массовых спортивных мероприятий
--	---

Если документ направляется в несколько органов внутренних дел или в несколько структурных подразделений одного и того же органа внутренних дел, то наименования должностей лиц, которым адресован документ, могут указываться обобщенно:

	Министрам внутренних дел по республикам, начальникам ГУ, УМВД России по субъектам Российской Федерации (по списку)
--	--

Если документ адресован конкретному должностному лицу, то наименование должности этого лица указывается в дательном падеже (кому), полное или сокращенное наименование органа

внутренних дел, через два интервала специальное (воинское) звание и через один интервал инициалы, фамилия:

	Начальнику Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя  генерал-лейтенанту полиции И.А. Калиниченко
--	--

Если документ адресован частному лицу, указываются фамилия и инициалы получателя, затем почтовый адрес, например:

	Фамилия И.О. ул. Садовая, д. 5, кв. 12, г. Липки, Киреевский р-н, Тульская обл., 301264
--	--

В зоне 3 слева под ссылкой на исходящий документ размещается поле аннотации письма (краткое содержание), которое заполняется, если основной текст превышает пять строк, и по высоте не должно превышать 18 мм:

	О направлении сведений об успеваемости курсантов
--	---

Ограничительные уголки в отдельных ячейках таблицы можно оформлять разными способами:

- вставлять как отдельные символы из шрифтового набора;
- вставлять как графические фигуры;
- рисовать как линии границ ячейки и т. п.

Первый абзац основного текста (в том числе обращение к адресату «Уважаемый...») располагается на 2–3 межстрочных интервала ниже аннотации.

Если письмо имеет приложения, то отметка о них оформляется под текстом письма от левой границы области текста и отделяется от основного текста 1–2 дополнительными межстрочными интервалами:

Приложения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сведения (форма 3Е) на 5 л. в 1 экз.</li> <li>2. Справочные материалы на 3 л. в 1 экз.</li> <li>3. Методические рекомендации в 2 экз.</li> <li>4. Письмо Росархива от 05.06.2012 № 02-6/172 и приложение к нему, н/вх. № 1345 от 10.06.2012, всего на 3 л.</li> <li>5. по тексту на 3 л. в 5 экз. только в первый адрес.</li> </ol>
-------------	---

Реквизит «Подпись» на бланке письма органа внутренних дел (подразделения, организации) отделяется от предыдущего реквизита 1–2 дополнительными межстрочными интервалами.

В состав реквизита «Подпись» входят: наименование должности лица, имеющего право подписи; личная подпись; расшифровка подписи (инициалы, фамилия). Инициалы печатаются на уровне последней строки реквизита и отделяются от фамилии пробелом.

Начальник генерал-лейтенант полиции		И.А. Калининченко
исп. И.О. Фамилия т. (499) 789-67-79		

При подготовке на бумажном носителе письма, предназначенного для рассылки в электронном виде с помощью СЭД, инициалы, фамилия и служебный телефон исполнителя проставляются в левом нижнем углу лицевой стороны последнего листа.

Служебные документы целесообразно создавать на основе шаблонов, которые уже содержат необходимые настройки формата и постоянные реквизиты, исполнителю остается только заполнить переменные реквизиты и добавить основное содержание.

В пользовательском шаблоне можно сохранить макеты страниц, основную структуру и композицию документа, обязательный текст, а также графические элементы оформления, такие как таблицы, диаграммы или рисунки.

Процессуальные, финансовые, статистические, кадровые и иные документы оформляются по формам, установленным соответствующими нормативными правовыми актами.

Доступ к параметрам настройки MS Word, свойствам и средствам защиты документа от несанкционированного доступа осуществляется через вкладку *Файл*.

### § 3. Обработка табличных данных

В органах внутренних дел электронные таблицы чаще всего используются для проведения математических расчетов, подготовки отчетной документации по установленным статистическим формам или для автоматизированного учета и анализа показателей, характеризующих различные аспекты профессиональной деятельности.

Все данные в ячейках таблицы можно разделить на две группы: исходные константы и вычисляемые результаты.

Структура таблицы обычно выглядит следующим образом:

Заголовок (шапка)				
Боковина	№ п/п	Наименование параметра	Значение 1	Значение 2
	1	Параметр 1		
	2	Параметр 2		
	...	...		<b>Графа</b>
	X	Параметр X		
		ИТОГО		

Одним из самых удобных инструментальных приложений для автоматизированной обработки табличных данных является приложение MS Excel – это табличный процессор, программный продукт из пакета Microsoft Office. Основное назначение подобных программ – реализация численных методов решения задач с помощью электронных таблиц и объектно-ориентированного интерфейса управления.

По аналогии с MS Word электронные документы в формате MS Excel являются виртуальными контейнерами. Следовательно, процесс разработки электронных таблиц заключается в компоновке и настройке соответствующих объектов и связей между ними. В графическом интерфейсе это будет выражаться в выборе (активации) объектов на экране и применении к ним необходимых команд.

Как и в MS Word, модель документа Excel имеет многоуровневую иерархическую структуру и может включать сотни объектов, среди которых основными являются следующие:

- Application – собственно приложение Microsoft Excel;
- Workbook – рабочая книга;
- Worksheet – лист в рабочей книге (электронная таблица);
- Range – диапазон (массив) ячеек;
- Cell, row, column – ячейка, строка, столбец и т. п.

Листы в рабочей книге Excel состоят из ячеек, которые расположены на пересечении пронумерованных строк и столбцов.

Для правильного отображения и функционирования электронной таблицы важно отформатировать ячейки с данными. Методы форматирования и оформления внешнего вида таблицы в Excel и в Word очень похожи (границы, шрифт, фон и т. п.).

В отличие от текстового редактора, в табличном процессоре существенную роль играет задание формата чисел, так как внутреннее представление данных не всегда соответствует внешнему отображению. Из рис. 3.3.1 видно, как число «100» может отображаться в различных форматах.

B2		fx	100
	A	B	C
1	Формат данных:		
2	числовой	100,00	
3	денежный	100,00р.	
4	дата	09.04.1900	
5	процентный	10000,00%	
6	экспоненциальный	1,00E+02	
7	текстовый	100	

Рис. 3.3.1. Отображения числа 100 в различных форматах

Допустимые форматы ячеек и их детальные настройки находятся в окне *Формат ячеек*, которое можно вызвать через контекстное меню выделенного диапазона или в группе *Ячейки* на вкладке *Главная* (*Главная – Ячейки – Формат*) в интерфейсе MS Excel 2010.

Быстрое форматирование диапазона ячеек можно осуществить с помощью выпадающего меню *Стили ячеек* на вкладке *Главная* в группе *Стили* (*Главная – Стили – Стили*). Изменить форматы всего документа можно путем выбора *Темы*, которая представляет собой набор вариантов форматирования, включающих цветовую тему (набор цветов), тему шрифтов (набор шрифтов заголовков и основного текста) и тему эффектов (набор линий и заливок). При выборе темы диапазон выделять не обязательно, так как параметры темы будут применены ко всем листам рабочей книги.

Электронные таблицы – это мощный инструмент для проведения расчетов. Правила и выражения, по которым выполняется обработка исходных данных, записываются в ячейки в виде формул и в виде встроенных функций.

Запись формулы начинается со знака «=» (равно) и может включать константы, ссылки на ячейки с данными, операторы и мнемонические обозначения функций:



Формула в Excel всегда записывается в одну текстовую строку, что значительно отличает ее от формулы «на бумаге»:

$$y = \frac{\sqrt{e^{2\sin(x)}}}{\log_8 |-x|}; \quad =\text{КОРЕНЬ}(\text{EXP}(2*\text{SIN}(A2)))/\text{LOG}(\text{ABS}(-A2)).$$

Ссылка на ячейку (адрес ячейки) состоит из названий столбца и строки, на пересечении которых она находится. В Excel возможны два типа адресных ссылок – «A1» и «R1C1», которые переключаются через меню ленты: *Файл – Параметры – Формулы – Работа с формулами*.

Использование в формулах стиля ссылок типа «A1» позволяет задавать адрес ячейки тремя способами:

- относительный (F1, где F – название столбца, 1 – номер строки);
- абсолютный (\$F\$1);
- смешанный (\$F1 или F\$1).

При копировании формулы в другие ячейки ссылки с относительной адресацией автоматически корректируются на величину смещения, тогда как знак \$ перед координатой строки или столбца оставляет ее неизменной.

Использование стиля ссылок «R1C1» не рассматривается.

Ячейкам или диапазонам ячеек можно присваивать произвольные имена, которые впоследствии будут использоваться как переменные величины. Персональное имя ячейки или выделенного диапазона задается и отображается в поле имени активной ячейки. Просмотреть все поименованные диапазоны можно на вкладке ленты «Формулы» в группе «Определенные имена».

Операторы в Excel делятся на арифметические, текстовые и логические, а также операторы групповых ссылок.

Ниже все операторы сгруппированы в порядке приоритета их выполнения в формулах:

– (минус)	инверсия арифметического знака данных / указание на расход финансовых средств	–A1
% (процент)	процент (1 % – 0,01 часть числа) возведение в степень	50 %
^ (крышка)		A^(1/3)
* (звездочка)	умножение	A1*A2
/ (косая черта)	деление	A1/A2
+ (плюс)	сложение	A1+A2
– (минус)	вычитание	A1–A2
& (амперсанд)	слияние (конкатенация) текстовых строк	"Это "&A1
= (логическое равенство)		(A1 = B1)
> (больше)		(A1 > B1)
< (меньше)		(A1 < B1)
>= (больше или равно)		(A1 >= B1)
<= (меньше или равно)		(A1 <= B1)
<> (меньше и больше, не равно)		(A1 <> B1)

### Операторы групповых ссылок

: (двоеточие)	Разделяет границы диапазона	B5:B15
; (точка с запятой)	Разделяет несмежные ячейки при перечислении	B5;D5;D15
(пробел)	Выделяет общие ячейки двух диапазонов	B7:D7 C6:C8

Часто на практике электронные таблицы содержат диапазоны однородных данных, к которым удобно применять формулы массива:

- возвращающие одно значение;
- возвращающие массив значений.

Ниже приведен пример расчета итоговой стоимости абстрактного товара по столбцам с помощью формулы массива второго типа:

В3		fx {=B1:H1*B2:H2}							
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	цена	1	2	3	4	5	6	7	
2	количество	7	6	5	4	3	2	1	
3	итого	7	12	15	16	15	12	7	

Алгоритм ввода формулы массива:

1. Выделить диапазон ячеек для размещения результатов вычислений.
2. В строке *формул* начать со знака «=» последовательный ввод формулы.
3. Выделить и зафиксировать в формуле диапазоны массивов переменных.
4. Завершить ввод формулы, нажав на клавиатуре сочетание клавиш [Ctrl]+[Shift]+[Enter].

Формула массива будет автоматически заключена в фигурные скобки, после этого содержимое ячеек массива изменять нельзя.

Сотни встроенных функций расширяют вычислительные возможности MS Excel и позволяют записывать формулы различной степени сложности.

При подстановке функции в формулу ее мнемоническое имя указывается заглавными буквами, а за ним в скобках через точку с запятой идут значения обязательных и необязательных аргументов:

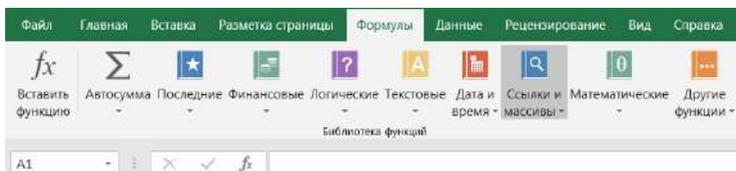
ФУНКЦИЯ (аргумент 1; аргумент 2; ...; аргумент N).

Функцию в формуле можно вводить вручную или посредством *Мастера функций*, который вызывается в строке ввода, а также на вкладках ленты *Формулы – Библиотека функций* или *Главная – Редактирование*:



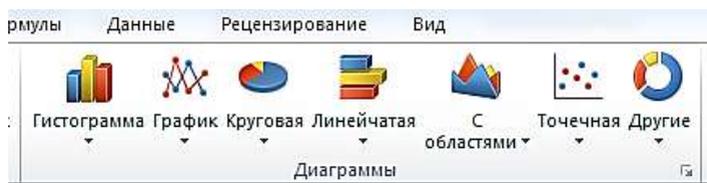
По любой функции и ее аргументам можно получить развернутую справку с примерами использования.

Для удобства поиска наиболее подходящей функции на вкладке *Формулы* они сгруппированы по категориям:



При изменении аргументов на листе формулы пересчитываются автоматически. Если установить режим *Формулы – Вычисления – Параметры вычислений – Вручную*, пересчет формул будет осуществляться по нажатию кнопки *Вычислить* в строке состояний или клавиши [F9].

Для наглядного отображения табличных отношений в Excel существует достаточно большое количество типов диаграмм:



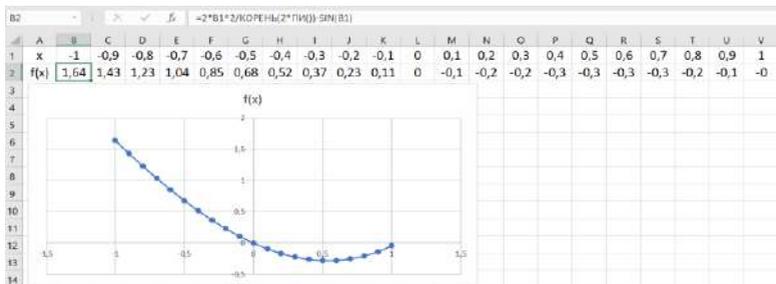
Чтобы построить диаграмму (график), сначала вводятся данные в табличном виде, выделяются исходные диапазоны, а потом выбирается соответствующий тип диаграммы и его оформление.

Большинство типовых диаграмм отображают данные, распределенные с равномерным шагом по шкале, и только *точечная диаграмма* и *поверхность* показывают графики функциональных отношений типа  $Y = F(X)$  и  $Z = F(X, Y)$ .

Например, график функции:

$$f(x) = \frac{2x^2}{\sqrt{2\pi}} - \sin(x)$$

на интервале  $-1 < x < +1$  с шагом 0,1:



Данные для построения графика размещены в диапазоне В1:V2. Первая строка будет содержать значения переменной  $x$ , вторая –  $f(x)$ .

Если диапазону значений аргумента В1:V1 присвоить имя  $x$ , формула будет выглядеть ближе к математической записи:

$$=2 \times x^2/\text{КОРЕНЬ}(2 \times \text{ПИ}())-\text{SIN}(x).$$

Для трехмерной электронной таблицы из нескольких связанных листов в формулах могут размещаться ссылки на другой лист или даже на другую книгу:

=Лист2!A2;

= 'C:\P-MVD\[Anketa-v2.xlsm]анкета'!\$A\$2.

Довольно часто обобщенные данные представляются в виде множества таблиц, одинаковых по форме, но различных по содержанию (например, анкеты, отчетные ведомости). С помощью Excel удобно проводить обработку и анализ однородных таблиц, если их разместить на разных листах друг под другом.

Но следует помнить, что аргументы в виде *трехмерного диапазона* допустимы только в функциях *СУММ*, *СРЗНАЧ*,

*AVERAGEA, СЧЕТ, СЧЕТЗ, МАКС, Максa, МИН, Мина, ПРОИЗВЕД*, а также некоторых статистических.

В Microsoft Excel встроены мощные средства автоматического анализа данных.

Для примера проанализируем модель кредитования.

Прямая задача расчета величины ежемесячных выплат по кредиту при заданной сумме кредита, процентной ставке и сроках кредита решается с помощью функции *ПЛТ*:

	A	B	C	D	E
10					
11	сумма кредита		100 000,00р.		
12	срок (мес)		18		
13	процентная ставка		12%		
14	платеж наличными		-6 098,20р.		
15					
16					

В финансовых формулах знак числа отражает направление денежного потока, т. е. «+» – приход денег, «-» – расход денег.

Годовая процентная ставка делится на 12, так как выплаты по кредиту ежемесячные.

Формат поля годовой процентной ставки – процентный, т. е. 12 % = 0,12.

Таким образом, при исходных условиях, заданных на рисунке, величина ежемесячного периодического платежа составит: 6 098,2 руб. Изменение любого из исходных параметров приведет к автоматическому перерасчету суммы месячного платежа.

Обратная задача, когда результат задан заранее и необходимо подобрать для него значение одного из исходных параметров, например сумму кредита (100 000 руб.) и срок кредита (18 месяцев).

Требуется рассчитать процентную ставку для ежемесячного платежа 5 000 тыс. руб.

Воспользуемся той же моделью с формулой ПЛТ, но теперь в ячейке C13 (процентная ставка) будет пусто.

Открываем окно *Подбор параметра* на вкладке *Данные – Работа с данными – Анализ «что если»*.

В ячейке C14 (значение функции ПЛТ) устанавливаем значение 5 000 руб. Изменяя значение процентной ставки в ячейке C13, получаем 13 % годовых.

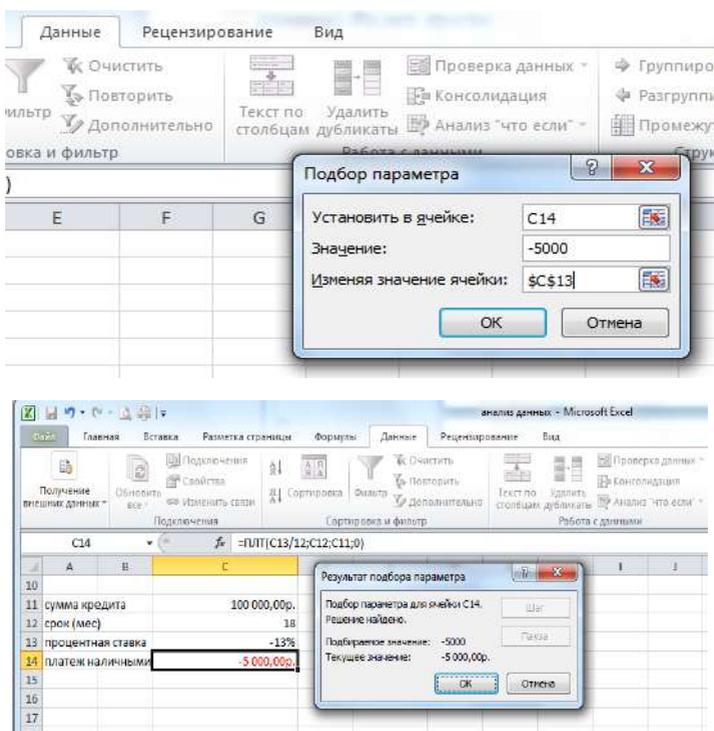
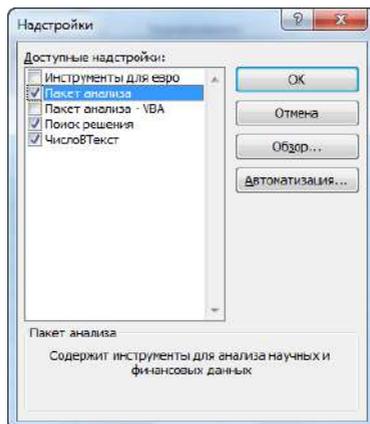


Рис. 3.3.2. Окно подбора параметров для функции ПЛТ

Реализация более сложного анализа данных для моделей типа «что-если» с заданным конечным результатом осуществляется с помощью надстройки *Поиск решения*.

Если на вкладке *Данные* отсутствует группа *Анализ*, то ее следует активировать через окно надстроек: *Файл – Параметры – Надстройки – Управление – Параметры Excel*.



Возможности надстройки *Поиск решения* эффективно демонстрируются на примере классической *транспортной задачи* линейной алгебры – поиска оптимального плана доставки товара из пунктов наличия в пункты потребления с минимальными суммарными затратами (финансовыми, временными и пр.).

Пусть имеется три поставщика и пять потребителей. В ячейках B4:F6 размещается матрица условных цен доставки товара от поставщика  $i$  к потребителю  $j$ :

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	<b>Матрица цен:</b>						
3		Потребитель 1	Потребитель 2	Потребитель 3	Потребитель 4	Потребитель 5	<i>запас</i>
4	Поставщик 1	5	7	4	2	5	200
5	Поставщик 2	7	1	3	1	10	175
6	Поставщик 3	2	3	6	8	7	225
7	<i>потребность &gt;</i>	100	130	80	190	100	
8							

Ячейки G4:G6 содержат количество имеющегося товара, B7:F7 – его потребность.

Для формирования плана грузоперевозок исходная матрица цен дублируется на свободное место того же листа, например

в ячейки B11:F13. В плане грузоперевозок вместо цен в ячейках будет отображаться количество товара, направляемого от поставщика  $i$  к потребителю  $j$ . До начала вычислений вводятся любые натуральные числа:

	A	B	C	D	E	F	G	H
9	<b>План грузоперевозок:</b>							
10	$i=3, j=5$	Потребитель 1	Потребитель 2	Потребитель 3	Потребитель 4	Потребитель 5	$\sum X_{ij}$	
11	Поставщик 1	1	1	1	1	1	5	
12	Поставщик 2	1	1	1	1	1	5	
13	Поставщик 3	1	1	1	1	1	5	
14	$\sum X_{ij}$	3	3	3	3	3		
16	=СУММПРОИЗВ(B11:F13;B4:F6)		71					

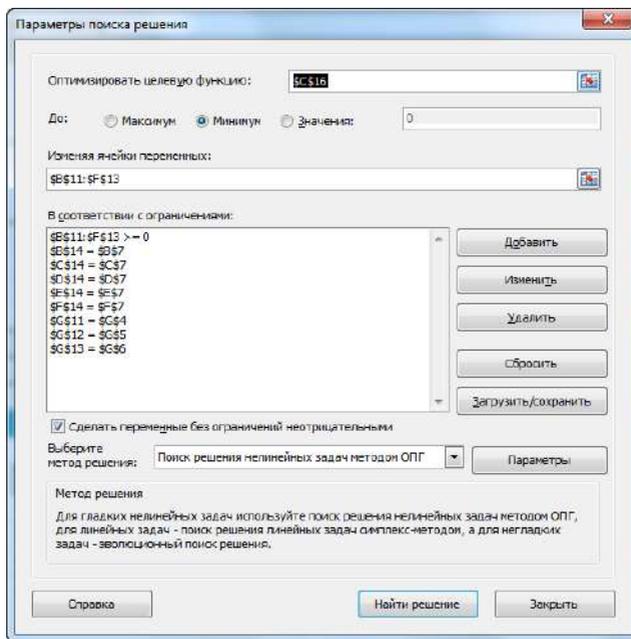
В ячейки G11:G13 введены формулы расчета суммы строк (B11:F11; B12:F12; B13:F13), а в ячейках B14:F14 – суммы столбцов (B11:B13; C11:C13; D11:D13; E11:E13; F11:F13) соответственно. В ячейку C16 записана формула с целевой функцией:

$$=СУММПРОИЗВ(B11:F13;B4:F6),$$

которая попарно перемножает соответствующие элементы заданных массивов (стоимость = цена  $\times$  количество) и возвращает общую сумму данных произведений.

*Поиск решения* вызывается из группы *Анализ* на вкладке *Данные*.

Для оптимального плана перевозок подбирается минимум целевой функции в ячейке C16 (СУММПРОИЗВ), изменяя диапазон ячеек B11:F13:



При этом устанавливаются следующие ограничения:

- конечная стоимость доставки товара от поставщика  $i$  к потребителю  $j$  (цена  $\times$  количество) не должна быть отрицательной ( $B_{11:F13} \geq 0$ );

- суммарное количество товара, направленного к потребителю  $j$  ( $B_{14}, C_{14}, D_{14}, E_{14}, F_{14}$ ), должно удовлетворить его потребность ( $B_7, C_7, D_7, E_7, F_7$ ), т. е.  $B_{14}=B_7, C_{14}=C_7$  и т. д.;

- суммарное количество товара, направленного от поставщика  $i$  ( $G_{11}, G_{12}, G_{13}$ ), должно соответствовать его запасам ( $G_4, G_5, G_6$ ), т. е.  $G_{11}=G_4, G_{12}=G_5, G_{13}=G_6$ .

После нажатия кнопки *Найти решение* получается:

Матрица цен:						
	Потребитель 1	Потребитель 2	Потребитель 3	Потребитель 4	Потребитель 5	запас
Поставщик 1	5	7	4	2	5	200
Поставщик 2	7	1	3	1	10	175
Поставщик 3	2	3	6	8	7	225
потребность >	190	130	80	190	100	

План грузоперевозок:						
$i=2 ; j=5$	Потребитель 1	Потребитель 2	Потребитель 3	Потребитель 4	Потребитель 5	Σ, Δ
Поставщик 1	0	0	0	100	100	200
Поставщик 2	0	5	80	90	0	175
Поставщик 3	100	125	0	0	0	225
Σ, Δ	100	130	80	190	100	

=СУММПРОИЗВ (B11:F13;B4:F6)		1610
-----------------------------	--	------

В ячейке F16 видно, что минимальные затраты на перевозку составляют 1 610 ед., а в ячейках B11:F13 отображен план грузоперевозок.

Еще одним эффективным средством анализа данных в непрерывных двумерных массивах являются *сводные таблицы*:

Дата	Покупатель	Тип	Сумма
01-январь	Витя	Топливо	740 Р
15-январь	Витя	Еда	2 350 Р
17-январь	Коля	Спорт	200 Р
21-январь	Светлана	Книги	1 250 Р
02-февраль	Витя	Еда	2 350 Р
20-февраль	Светлана	Музыка	200 Р
25-февраль	Светлана	Билеты	1 250 Р

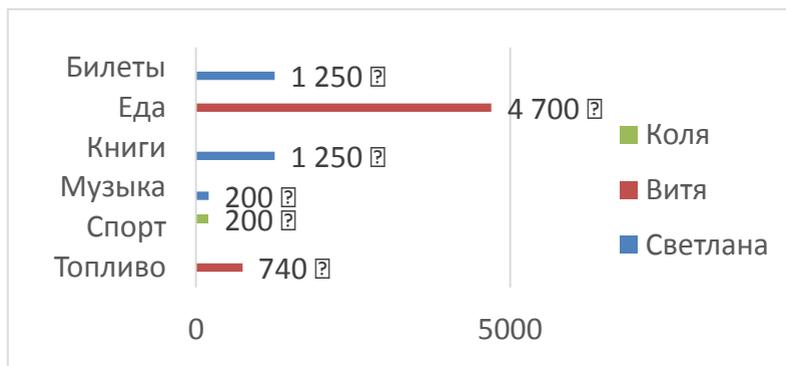
Покупатель	Сумма по полю	Сумма
Светлана		2 700 Р
Витя		5 440 Р
Коля		200 Р
<b>Общий итог</b>		<b>8 340 Р</b>

Исходные данные фактически объединяются по заданным полям и с ними производятся групповые операции: сумма, количество в списке, произведение, минимум, максимум и т. п.

В примере на рисунке выше исходные данные просуммированы по полю *Покупатель*, а на рисунке ниже разбиты по *Типу покупки* и *Покупателю*:

Дата	Покупатель	Тип	Сумма	Сумма по полю	Покупатель	Витя	Коля	Общий итог
01-январь	Витя	Топливо	740 Р	Билеты	1 250 Р			1 250 Р
15-январь	Витя	Еда	2 350 Р	Еда		4 700 Р		4 700 Р
17-январь	Коля	Спорт	200 Р	Книги	1 250 Р			1 250 Р
21-январь	Светлана	Книги	1 250 Р	Музыка	200 Р			200 Р
02-февраль	Витя	Еда	2 350 Р	Спорт			200 Р	200 Р
20-февраль	Светлана	Музыка	200 Р	Топливо		740 Р		740 Р
25-февраль	Светлана	Билеты	1 250 Р	<b>Общий итог</b>	<b>2 700 Р</b>	<b>5 440 Р</b>	<b>200 Р</b>	<b>8 340 Р</b>

Сводные диаграммы позволяют более наглядно отобразить отношения данных:



Сводные таблицы и диаграммы целесообразно использовать в ситуациях, когда требуются анализ больших таблиц, поиск сравнений, закономерностей и тенденций.

Перед созданием сводной таблицы следует преобразовать анализируемый диапазон данных в табличный формат с уникальными заголовками полей, без повторяющихся строк и пустых ячеек. Это можно сделать вручную, а можно с помощью автоматического преобразования: *Главная – Стили – Форматировать как таблицу*.

Макет сводной таблицы создается в любом месте рабочей книги через группу *Таблицы* на вкладке *Вставка*.

В появившемся окне *Создание сводной таблицы* настраиваются параметры размещения макета и после его создания – поля:

Исходные данные				Сводные данные	
Дата	Покупатель	Тип	Сумма	Покупатели	Сумма по полю Сумма
01-янв	Витя	Топливо	740 Р	Светлана	2 700 Р
15-янв	Витя	Еда	2 350 Р	Витя	5 440 Р
17-янв	Коля	Спорт	200 Р	Коля	200 Р
21-янв	Светлана	Книги	1 250 Р	<b>Общий итог</b>	<b>8 340 Р</b>
02-фев	Витя	Еда	2 350 Р		
20-фев	Светлана	Музыка	200 Р		
25-фев	Светлана	Билеты	1 250 Р		

У сводной таблицы имеются четыре области для анализа исходных данных. В зависимости от поставленной задачи соответствующие поля перетаскиваются в эти области (можно в любой последовательности).

При изменении исходных данных сводные таблицы нуждаются в ручном пересчете по команде *Обновить (Refresh)*, вызываемой из контекстного меню.

Чтобы подсчитать итоги и составить комплексный отчет по результатам похожих таблиц с разных листов (в том числе из других книг), используется команда *Консолидация данных*.

В Excel существует два метода консолидации данных:

- по расположению, если структура исходных таблиц одинаковая;
- по категории, если порядок расположения столбцов отличается.

В обоих случаях автоматически консолидируются данные из столбцов с одинаковыми заголовками.

Консолидация данных по категориям аналогична созданию сводной таблицы, но, в отличие от сводных таблиц, она не позволяет легко переупорядочивать категории. Если требуется более гибкий анализ, следует создать сводную таблицу.

Интерфейс в зависимости от версии Excel может немного различаться, но алгоритм действий одинаков:

1. Подготовить исходные данные на каждом листе:

– все диапазоны данных должны быть представлены в реляционном формате, где первая строка таблицы содержит заголовки столбцов, в столбце все данные однотипны, пустые строки или столбцы в списке отсутствуют;

– главный лист консолидации должен быть пустой;

– макеты всех консолидируемых диапазонов имеют одинаковые заголовки столбцов.

На главном листе поместить курсор в левый верхний угол области данных и применить команду: *Данные – Работа с данными – Консолидация*.

2. Настроить параметры окна *Консолидация*.

Если исходный и конечный диапазон находятся на одном листе, связи создать невозможно.

3. Отформатировать таблицу консолидации.

Категории, которые не нужно консолидировать, должны иметь уникальные заголовки столбцов. Все заголовки, не совпадающие с заголовками в других диапазонах, приведут к появлению дополнительных строк или столбцов в таблице консолидированных данных.

Если данные для консолидации не имеют общих заголовков столбцов, их консолидацию можно осуществить непосредственно с помощью формул:

Для разных ячеек

	A	B	C	D
1				
2	=СУММ(Продажи!B4;Кадры!F5;Маркетинг!B9)			
3				
		Продажи	Кадры	Маркетинг

Для ячеек с одинаковым адресом на листе

=СУММ(Продажи!Маркетинг!E5)						
	B	C	D	E	F	G
	Категория	Основной	Описание		16 января	
	Зарплата	5001	Персонал с почасовой оплатой		21 336	
	Продажи	Кадры	Маркетинг	Шаблон	Консолидация	

Консолидация данных может быть удобна в случае обобщения на одном листе статистических данных, полученных из разных мест или за разные отчетные периоды по стандартной форме,

а также при автоматизированной обработке табличных результатов анкетирования.

#### **§ 4. Электронная подпись**

По приказу МВД России от 20 июня 2012 г. № 615 электронные документы создаются, регистрируются, обрабатываются и хранятся в СЭД. Для подтверждения подлинности электронных документов необходимо использовать электронную подпись.

ГОСТ Р 34.10–2012 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи» установлено, что в целях сохранения терминологической преемственности с действующими отечественными нормативными документами и опубликованными научно-техническими изданиями термины «электронная подпись», «цифровая подпись» и «электронная цифровая подпись» являются синонимами.

*Электронная подпись* (далее – ЭП) – двоичный код, зависящий от содержания электронного документа и предназначенный для аутентификации лица, создавшего данный документ.

Федеральным законом от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи» (далее – ФЗ № 63) определены следующие виды электронной подписи:

1. *Простая электронная подпись* (далее – ПЭП) предназначена для документооборота, подтверждает авторство конкретного человека, но не гарантирует неизменность документа после его подписания.

Как правило, ПЭП создается при помощи пары «логин-пароль» или персонализированного кода на внешних носителях и поддерживается средствами того программного продукта, в котором предполагается ее использование. ПЭП применяется при банковских операциях, для аутентификации в информационных

системах, получения доступа к Единому portalу госуслуг, коммунальных платежей, заверения документов в процессе корпоративного электронного документооборота (далее – ЭДО).

ПЭП имеет юридическую значимость, если это регламентировано отдельным нормативным правовым актом или заключено специальное соглашение между участниками ЭДО, где на них возлагается обязанность соблюдать конфиденциальность закрытой части ключа ПЭП (пароля, кода на диске или на флешке, СМС подтверждения платежа и т. п.). При этом, как правило, пользователь должен сначала удостоверить свою личность непосредственно у администратора системы, отвечающего за выдачу ПЭП.

2. *Усиленная неквалифицированная электронная подпись* (далее – УНЭП) подтверждает факт формирования подписи определенным лицом и неизменность документа с момента подписания. Разрешена к использованию при оформлении документов, не требующих обязательного наличия печати. Такой подписью заверяют, например, некоторые виды договоров, бухгалтерскую отчетность или налоговые декларации. Подпись создается с помощью *криптографических средств*, при этом допускается использование сертификата неаккредитованного удостоверяющего центра.

3. *Усиленная квалифицированная электронная подпись* (далее – УКЭП) создается с привлечением криптографических средств, сертифицированных ФСБ России или ФСТЭК России. Гарантом подлинности в данном случае выступает специальный сертификат государственного образца, выдаваемый аккредитованным Минкомсвязи России удостоверяющим центром. Любой электронный документ, подписанный УКЭП, имеет такую же юридическую силу, как и аналогичный бумажный, который подписан собственноручно.

УКЭП позволяет заверять отчетные документы для передачи в контролирующие органы, участвовать в качестве постав-

щика и заказчика в электронных торгах, работать с государственными информационными системами, обмениваться формализованными документами с ФНС России, вести электронный документооборот любого уровня. В соответствии с ФЗ № 63 КЭП придает документам юридическую значимость без дополнительных условий.

Схема (модель) электронной подписи включает следующие процессы: генерация ключей (подписи и проверки подписи); формирование подписи; проверка подписи.

*Процесс формирования подписи* (англ. signature process) – это процесс, в качестве исходных данных которого используются сообщение, ключ подписи и параметры схемы ЭЦП, а в результате формируется цифровая подпись:

Сообщение						Дополнение											
						Электронная подпись						Текст					
0	1	1	...	0	1	1	1	0	1	...	1	0	1	...	0		

*Сообщение* (англ. message) – строка бит произвольной конечной длины.

*Подписанное сообщение* (англ. signed message) – набор элементов данных, состоящий из сообщения и дополнения, являющегося частью сообщения.

*Дополнение* (англ. appendix) – строка бит, формируемая из цифровой подписи и произвольного текстового поля, которое может содержать идентификаторы субъекта, подписавшего сообщение, и/или метку времени.

*Процесс проверки подписи* (англ. verification process) – это процесс, результатом которого является заключение о правильности или ошибочности цифровой подписи, а в качестве исходных данных используются: подписанное сообщение, ключ проверки подписи, параметры схемы ЭЦП.

*Ключ электронной подписи* (закрытый ключ, англ. signature key) – элемент секретных данных, специфичный для субъекта

и используемый только данным субъектом в процессе формирования цифровой подписи. Ключ ЭП существует в единственном экземпляре у владельца ЭП как уникальная последовательность символов.

*Ключ проверки электронной подписи* (открытый ключ, англ. verification key) – элемент открытых данных, математически связанный с ключом ЭП и используемый в процессе проверки цифровой подписи. Ключ проверки ЭП содержится в сертификате ключа проверки ЭП как уникальная последовательность символов и доступен всем адресатам владельца ЭП.

*Сертификат ключа проверки ЭП* – электронный или бумажный документ, выданный удостоверяющим центром либо доверенным лицом удостоверяющего центра, представляющий доказательство достоверности подписи и подтверждающий принадлежность ключа проверки ЭП владельцу ключа ЭП проверяющей стороне.

*Средства ЭП* – шифровальные (криптографические) средства, используемые для реализации хотя бы одной из следующих функций: создание ЭП, проверка ЭП, создание ключа ЭП и создание ключа проверки ЭП.

*Ключевой носитель ЭП* – съемное запоминающее устройство, содержащее один или несколько ключей ЭП, а при необходимости и иную контрольную, служебную или технологическую информацию.

В общем виде *алгоритм применения ЭП* выглядит следующим образом:

1. Отправка документа.

У документа вычисляется хеш-код (необратимое математическое преобразование кода произвольной длины в короткий код фиксированной длины).

Из хеш-кода документа и закрытого ключа формируется ЭП.

Документ вместе с ЭП и сертификатом ключа проверки ЭП отправляется получателем.

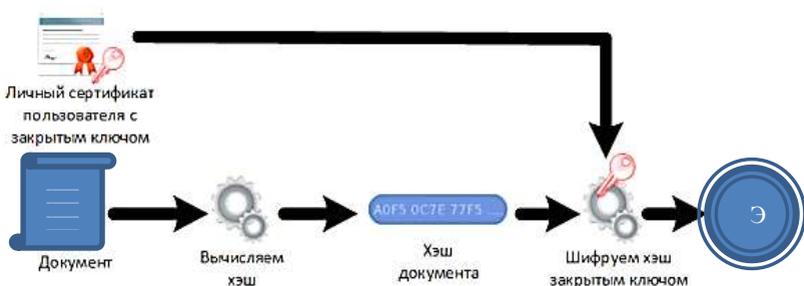


Рис. 3.4.1. Схема установки электронной подписи при отправке документа

## 2. Получение документа.

У принятого документа снова вычисляется хеш-код, который сравнивается с хеш-кодом, извлеченным из ЭП с помощью ключа проверки ЭП.

Если два хеш-кода совпадают, значит ЭП действительна.

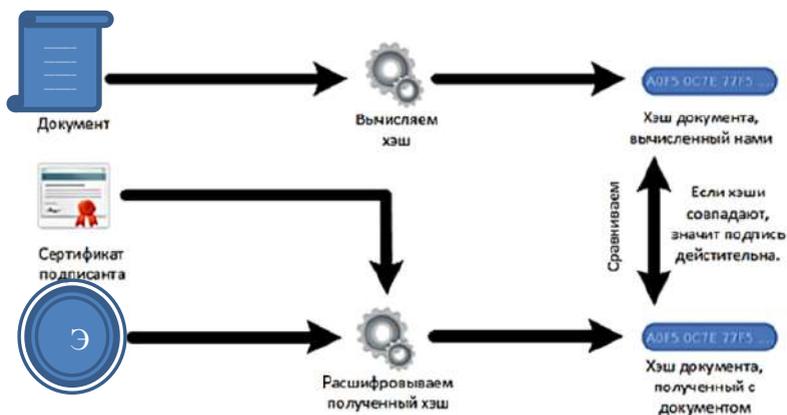


Рис. 3.4.2. Схема проверки электронной подписи при приеме документа

Таким образом, чтобы подписывать документы ЭП, на АРМ необходимо установить:

- отторгаемый носитель с сертификатом ключа проверки ЭП;
- программу-криптопровайдер;
- программу для подписи и/или шифрования.

Сертификат ЭП может быть записан на обычную флешку, токен или смарт-карту.

*Токен* – это специальное устройство, которое используется для авторизации пользователя, защиты электронной переписки, безопасного удаленного доступа к информационным ресурсам. Внешне токен выглядит как USB-флешка, но с криптографической защитой информации.



Рис. 3.4.3. Ключи токена

*Криптопровайдер* – это программный продукт, позволяющий осуществлять криптографические операции (шифрование, электронная подпись и т. п.). Через криптопровайдеры организуется взаимодействие между ОС и пользовательским приложением. Последние версии eToken (eToken ГОСТ) и «Рутокен» («Рутокен ЭЦП») не требуют установки отдельного криптопровайдера.

*Программы для ЭП* – это специальные приложения, с помощью которых подписываются пользовательские файлы. В России наиболее популярными программами являются «КриптоАрт» и «КриптоПро».

Некоторые информационные сервисы позволяют подписывать документы в режиме удаленного доступа, не требуя установки дополнительной программы для ЭП.

## Глава 4. Мультимедийные технологии в профессиональной деятельности

### § 1. Основы компьютерной графики

Несмотря на то, что современные процессоры по-прежнему производят только вычисления в двоичных кодах, входная и выходная информация может интерпретироваться как угодно: числа, текст, графика, аудио- и видеосигналы, показания различных датчиков и управляющие импульсы, кодированные сообщения и т. п. Любой современный ПК оборудуется средствами мультимедиа.

*Мультимедиа* (англ. multimedia) – совместное использование нескольких медиа средств передачи, отображения, восприятия, хранения и обработки данных.

*Гипермедиа* (англ. hypermedia) – представление медиа данных в виде логически взаимосвязанных блоков (например, гипертекст).

Основные направления использования мультимедийных технологий и мультимедийных устройств можно классифицировать по видам представления компьютерной информации (графика, видео, медиа, звук), важно понимать, что выделенные классы пересекаются.

Основой зрительного восприятия объекта является излучаемый или отраженный световой поток, воздействующий на сетчатку глаза.

*Видимый свет* – это электромагнитные колебания с диапазоном частот 400–800 ТГц. Но экспериментально установлено, что энергия любой материальной системы при излучении или поглощении порции света (кванта) изменяется. Этот феномен объясняется квантовой теорией, в которой свет рассматривается как поток элементарных частиц – фотонов с энергией

$$E = \hbar \times \nu,$$

где  $\nu$  – частота излучения,

$\hbar = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка.

В слое светочувствительных зрительных клеток сетчатки глаза происходит преобразование энергии света в нервные импульсы, которые передаются в затылочную область головного мозга для обработки зрительного образа. Кроме чисто зрительных параметров, присущих конкретному человеку, на восприятие изображения в значительной степени влияют его база знаний и способность оперативно анализировать существенные детали.

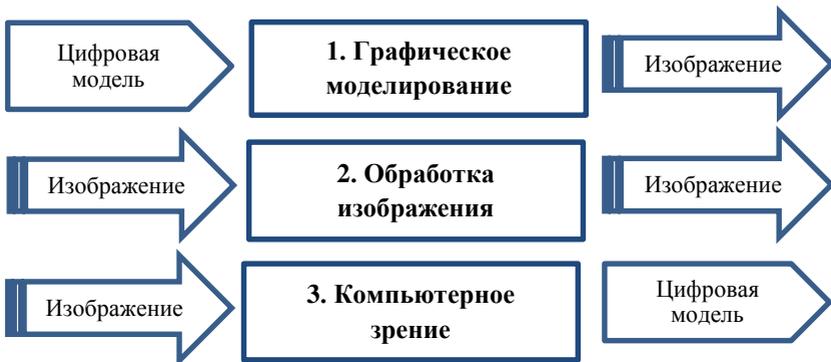
*Машинная графика* (англ. computer graphics) – совокупность методов и приемов преобразования цифровых данных в их графическое представление или, наоборот, графических образов в цифровые данные при помощи ЭВМ.

*Представление изображения* (англ. display image) – совокупность примитивов вывода и/или сегментов, которая может быть одновременно выведена на поверхность визуализации. Любое графическое изображение воспроизводит визуальные образы с заданной степенью «похожести».

*Поверхность визуализации* (англ. display surface) – физическая среда графического устройства, на которой воспроизводятся изображения. Поверхностью визуализации может быть экран кинескопа, плазменная панель, ЖК-матрица, бумага и т. п.

*Кодированное изображение* (англ. coded image) – представление изображения в форме, удобной для хранения и обработки при помощи ЭВМ.

Основные направления машинной графики показаны ниже:



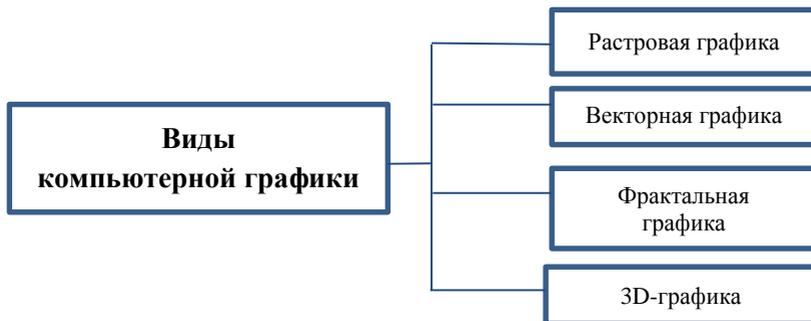
1. *Графическое моделирование* – классический вид компьютерной графики, когда изображение создается непосредственно на компьютере с последующей визуализацией на экране или печати.

2. *Обработка изображения* – вид компьютерной графики, когда одно цифровое изображение преобразовывается в другое. После оцифровки реальных графических сцен (фотографирования, сканирования) это бывает необходимо в целях улучшения качества изображения, графического монтажа, криминалистического исследования и т. п.

3. *Компьютерное зрение* (англ. computer vision) – перспективный вид компьютерной графики, когда производится автоматический анализ и распознавание образов в оцифрованном изображении с применением технологий искусственного интеллекта. Источниками графических данных могут быть камеры видеонаблюдения, диагностические сканеры, биометрические датчики и т. п.

До появления графических устройств ввода-вывода изображения создавались с помощью символьной графики с выводом на экран алфавитно-цифрового дисплея или распечаткой на бумаге. Сейчас это осталось только там, где графика не поддерживается или нецелесообразна (форумы, чаты, СМС-сообщения).

С точки зрения основных принципов представления и обработки графического изображения различают следующие виды компьютерной графики:



*Растровая графика* (англ. raster graphics) – тип машинной графики, в которой изображение представляется упорядоченной двумерной точечной структурой.

*Пиксель* (англ. pixel, от pictures element) – наименьший элемент поверхности визуализации (точка), характеризующийся цветом, насыщенностью, яркостью и т. п.

*Растровый дисплей* (англ. raster display device) – графическое устройство, в котором изображение генерируется из пикселей с использованием методов растровой графики.

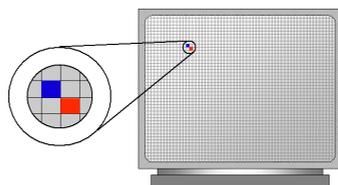


Рис. 4.1.1. Растровый экран

Растровая графика представляет изображение в виде матрицы пикселей (растра). Когда пиксели малы, границы между ними незаметны и глаз воспринимает пиксельную мозаику как целостное изображение с гладкими линиями. Но пиксель графического изображения и физический пиксель дисплея – не одно и то же, что проявляется в ступенчатом эффекте (англ. aliasing), или пикселизации. При масштабировании точечные пиксели изображения превращаются в прямоугольники из физических пикселей растрового устройства вывода. В большинстве приложений растровой графики этот недостаток компенсируется за счет специальных функций сглаживания (англ. anti-aliasing), но качество картинки может заметно снизиться.

Размеры растрового изображения обычно измеряются в пикселях по горизонтали и по вертикали ( $X \times Y$ ) или в линейных единицах длины (миллиметрах, сантиметрах, дюймах). В первом случае это удобно для оценки габаритов относительно экрана дисплея, во втором – печатного оттиска на листе.

*Графическое разрешение* (разрешающая способность) – характеристика растра, отражающая качество визуализации изображения и зависящая от поверхности визуализации.

*Разрешение изображения* – это свойство изображения, характеризующее качество печатного оттиска. Разрешение измеряется в dpi (англ. dots per inch – количество точек в дюйме) и задается при создании изображения (оцифровке). Чем выше разрешение исходного изображения, тем лучше прорисовка деталей, и отпечаток будет выглядеть более реалистичным. Но, с другой стороны, слишком высокое разрешение изображения может необоснованно увеличить размер файла.

Насколько высоким должно быть разрешение, определяется исходя из максимальной разрешающей способности устройства графического ввода, отображения и расстояния от наблюдателя до поверхности визуализации:

- 72 ppi (англ. pixels per inch) – приемлемое разрешение для экранов компьютерных мониторов;
- 300 dpi – фотографическое качество печати.

*Векторная графика* оперирует изображениями, состоящими из более сложных примитивов – линий (прямых, кривых, замкнутых), которые кодируются с помощью математических функций (геометрическое представление).

В современных графических системах для рисования сложных контуров используются сплайны Безье, задаваемые опорными точками (узлами). Через крайние узлы (вершины) можно соединять линии между собой<sup>1</sup>.

Любая линия отображается на растровой поверхности визуализации как множество точек, и, соответственно, одним из свойств линии является ее цвет. Кроме этого, у линий есть толщина и способ прорисовки (непрерывная, пунктир, двойная и т. п.). Замкнутые линии обладают свойствами заполнения (цвет, текстура, узор).

---

<sup>1</sup> The Bezier Game. URL: <https://bezier.method.ac/>.

Преимущества векторной графики по сравнению с растровой:

- небольшой информационный объем изображения;
- масштабирование без потери качества.

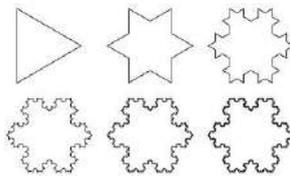
Основные недостатки векторной графики:

- детализация изображения усложняет его математическую обработку и требует повышенных вычислительных мощностей;
- методы обработки растровой графики интуитивно понятней.

В этой связи векторная графика обычно используется для простых графических иллюстраций, иконок, логотипов, схем и чертежей, а растровая – для оцифрованных фотографий и сложных рисунков.

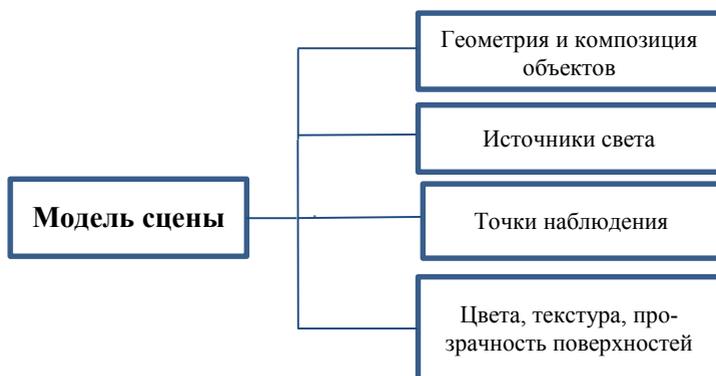
*Фрактал* (лат. fractus – разделенный, разбитый) – математическое множество, обладающее свойством самоподобия, т. е. фрактальное изображение состоит из множества подобных элементов и, по сути, является графиком функции с изменяемыми параметрами.

Специальные методы математического моделирования позволяют компоновать и геометрически трансформировать структурные модули, чтобы сконструировать из них как простейшие регулярные структуры, так и сложные иллюстрации, имитирующие трехмерные объекты:



*Трехмерная графика (3D)* занимается визуализацией объемных изображений на плоскости.

Создание трехмерной модели, ее проекций на плоскость визуализации под любым углом, прорисовка недостающих деталей, геометрическая трансформация, раскрашивание с учетом освещенных и теневых участков сцены автоматизируются с помощью специализированных алгоритмов и программ.



Трехмерная графика активно применяется в системах автоматизации проектных работ (САПР), 3D-моделировании объектов живой и неживой природы, профессиональных и игровых симуляторах, системах автоматического распознавания графических образов, видео индустрии и т. п. С созданием и внедрением 3D-дисплеев и 3D-принтеров круг решаемых задач трехмерной графики значительно расширились.

Независимо от вида компьютерной графики на внешних цифровых устройствах визуализации изображения выводятся на цветном или монохромном растре, с цифровыми кодами пикселей в соответствии с выбранной моделью.

Вообще, цвет является качественным свойством объекта, и его значение субъективно определяется по какой-либо шкале распределения оптического диапазона электромагнитного излучения (светового спектра). Например, название цвета можно соотносить с определенной длиной световой волны или энергией фотона.

*Цветовой тон* – позиция на дискретной цветовой шкале, отличающаяся от других по какому-либо параметру. В компьютерных цветовых моделях цветовым тонам присваиваются уникальные двоичные коды.

*Глубина цвета* (bpp, от англ. bits per pixel – бит на пиксел) – это количество бит, которое используется в цветовой модели для

кодирования одного цвета из всей палитры. Чем больше длина двоичного кода цвета, тем больше цветовых оттенков можно передать в изображении. Например, для кодирования семи цветов радуги достаточно трех бит ( $\log_2 7$ ).

*Битовое изображение* – разновидность цифрового изображения, когда каждый пиксель кодируется одним битом и передает один из двух возможных цветов – фоновый темный (англ. background) и активный светлый (англ. foreground), но реальные пары цветов на устройствах визуализации могут быть другими (черно-красный, черно-зеленый, черно-синий).

*Полутонное изображение* – это изображение, цвета в котором представлены в соответствии с дискретной шкалой яркости одного цветового тона.

Одной из традиционных цветовых шкал являются цвета радуги:

Цвет	Длина волны, нм	Частота, ТГц	Энергия фотонов, эВ
Красный	625–740	405–480	1,68–1,98
Оранжевый	590–625	480–510	1,98–2,10
Желтый	565–590	510–530	2,10–2,19
Зеленый	500–565	530–600	2,19–2,48
Голубой	485–500	600–620	2,48–2,56
Синий	440–485	620–680	2,56–2,82
Фиолетовый	380–440	680–790	2,82–3,26

В компьютерной графике полутона монохромного изображения называются *оттенками серого* (англ. grayscale) и представляются линейным набором упорядоченных кодов с размерностью глубины цвета.

Одним байтом (8 бит) можно закодировать 256 ( $2^8$ ) оттенков серого цвета (уровней яркости) в диапазоне от черного

( $000000000_2 = 0_{10}$ ) до белого ( $11111111_2 = 255_{10}$ ), чего вполне достаточно для качественных черно-белых фотографий.

*Цветное изображение* – это изображение, цвета в котором представлены в соответствии с выбранным дискретным цветовым пространством.

*Цветовое пространство* – система цветовых координат, в которой любой цвет может быть представлен точкой. Изображение с непосредственным кодированием цвета в координатах цветового пространства называется полноцветным. Максимальный объем множества точек цветового пространства рассчитывается исходя из глубины цвета.

*Цветовая модель* – математическая модель описания цветового пространства в виде множества упорядоченных  $n$ -мерных кодовых наборов, называемых цветовыми компонентами или координатами точек.

Цветовая модель RGB позволяет описать любой цвет в цветовом пространстве красного (red), зеленого (green) и синего (blue) цветов. Основные цвета модели линейно независимы, т. е. ни один из них нельзя получить смешиванием двух остальных.

Цветовую модель RGB используют устройства с визуализацией изображения в проходящем свете: компьютерные мониторы, проекторы, цифровые фото- и видеокамеры и т. п.

Первая цветовая палитра CGA (англ. Color Graphics Adapter) в архитектуре IBM PC содержала 16 цветов в четырехбитовом коде. По одному биту выделялось на включение/выключение основных цветов (красный, зеленый и синий), а четвертый, старший бит усиливал яркость цветовой комбинации трех младших. Двоичный код 0000 соответствовал черному цвету, 1111 – белому.

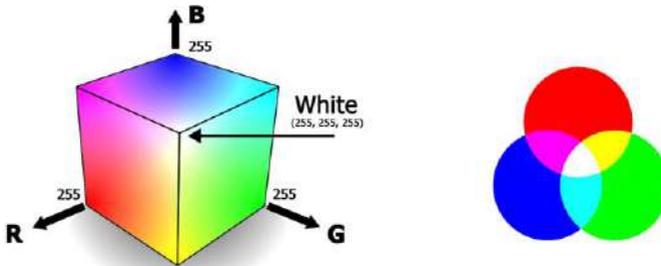


Рис. 4.1.2. Трехмерная модель RGB

Популярный стандарт TrueColor (англ. true color – истинный цвет) имеет глубину цвета 24 бита (по 8 бит на RGB), что позволяет закодировать 16,7 млн различных цветов от черного (00000000, 00000000, 00000000) до белого (11111111, 11111111, 11111111), максимально приближая цвета изображения к реальным. В графических редакторах для кодирования цветов вместо двоичных чисел используются десятичные или шестнадцатеричные:

Черный	(0, 0, 0)	000000 <sub>16</sub>
Красный	(255, 0, 0)	FF0000 <sub>16</sub>
Зеленый	(0, 255, 0)	00FF00 <sub>16</sub>
Синий	(0, 0, 255)	0000FF <sub>16</sub>
Белый = красный + зеленый + синий	(255, 255, 255)	FFFFFF <sub>16</sub>

Если каждый уровень яркости основного монохромного цвета представить как вектор на соответствующей оси цветового пространства RGB, то любой смешанный цвет будет являться суммой векторов  $\vec{R}$ ,  $\vec{G}$ ,  $\vec{B}$ . Подобный метод цветового синтеза называют *аддитивным*.

Смешивание трех RGB-цветов максимального уровня яркости дает белый цвет. Смешивание трех RGB-цветов с одинаковыми уровнями яркости дает нейтральный цвет (серый), который

с увеличением яркости стремится от черного цвета к белому. Смешивание двух любых цветов при выключенном третьем позволяет отобразить дополнительные цвета: голубой, пурпурный, желтый.

Цветовая модель СМУК позволяет описать любой цвет в цветовом пространстве линейно независимых: голубого cyan, пурпурного magenta и желтого yellow цветов, а также черного black цвета.

Цветовую модель СМУК используют устройства с визуализацией изображения на бумаге (холсте) в отраженном свете: принтеры, плоттеры и т. п.

Отраженный от окрашенной поверхности белый свет изменяет свой спектральный состав. Краска выступает в роли избирательного фильтра, пропускающая только волны своего цвета и вычитая все остальные. Чем больше краски положено на белую бумагу, тем больше света она поглощает и меньше отражает, белый цвет – это отсутствие краски вообще.

Коды векторов цвета пространственной цветовой модели СМУК получаются в результате вычитания из белого основных цветов модели RGB, что хорошо видно на цветовом кубе.

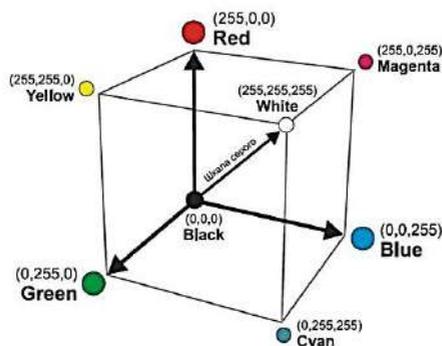


Рис. 4.1.3. Цветовая модель СМУК

Голубой = белый – красный	$(0, 255, 255) = (255, 255, 255) - (255, 0, 0)$
Пурпурный = белый – зеленый	$(255, 0, 255) = (255, 255, 255) - (0, 255, 0)$
Желтый = белый – синий	$(255, 255, 0) = (255, 255, 255) - (0, 0, 255)$

В этой связи метод цветового синтеза в модели CMY(K) называют *субтрактивным*.

Типографское оборудование цветные изображения обычно печатает в несколько проходов, поочередно нанося на бумагу голубой, пурпурный, желтый и черный оттиски. Черная краска добавлена для улучшения качества этого цвета, чего нельзя добиться равномерным смешиванием голубой, пурпурной и желтой красок. Разложение готового изображения перед печатью на четыре слоя называется цветоделением и в современных издательских системах выполняется автоматически.

Цветовая модель HSV (HSB) наиболее удобна для человеческого глаза, проста и интуитивно понятна.

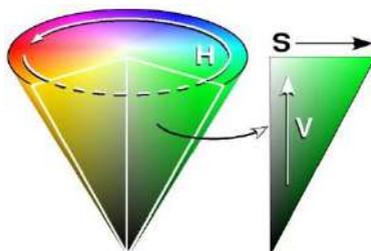


Рис. 4.1.4. Цветовая модель HSV (HSB)

В данной модели тремя пространственными координатами цвета являются:

- HUE – цветовой тон в диапазоне от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  воображаемого цветового круга;
- SATURATION – насыщенность или чистота цвета по шкале от 0 % (серый цвет) до 100 % (чистый тон);
- VALUE или BRIGHTNESS – уровень яркости чистого тона по шкале от 0 % (черный цвет) до 100 % (чистый тон).

Цвет	RGB	HSV
Черный	(0, 0, 0)	(0, *, 0)
Красный	(255, 0, 0)	(0, 100, 100)
Зеленый	(0, 255, 0)	(120, 100, 100)
Синий	(0, 0, 255)	(240, 100, 100)
Белый	(255, 255, 255)	(0, *, 100)

\* – любое значение.

Цветовая модель HSB удобна для создания изображений с помощью специальных графических инструментов (кисти, перья, карандаши), материалов красок (акварель, гуашь, масло, тушь, уголь, пастель) или материалов фона сцены (холст, картон, рисовая бумага и пр.). По окончании работы изображение из формата модели HSB легко преобразовать в формат RGB или CMYK для дальнейшей визуализации.

Для наглядного сравнения качества изображения и его информационной емкости изображена одна и та же фотография 472×709 (пикс) с разрешением 300 ppi/дюйм, но с различной глубиной цвета:



*Рис. 4.1.5. TrueColor  
(8 бит/канал)  
980 КБ*



*Рис. 4.1.6. Grayscale  
(8 бит)  
327 КБ*



*Рис. 4.1.7. Битовый  
формат  
41 КБ*

В реальных изображениях не требуется все многообразие цветовых оттенков качества TrueColor. Чтобы сократить количество цветовых кодов и уменьшить размер изображения, используют индексирование цветов.

Индексированное изображение содержит только те цвета, коды которых хранятся в специальной палитре. Обычно бывает несколько палитр и каждый цветовой индекс соотносится с координатами истинного цвета в заданном цветовом пространстве.

Чтобы уменьшить размер файла, применяют различные методы сжатия, основанные на алгоритмах устранения избыточности в исходных данных или исключения несущественных фрагментов. При очевидных преимуществах сжатие данных может привести к необоснованному расходу вычислительных ресурсов, временным затратам на открытие/сохранение файла, к удалению информативно значимых пикселей изображения и невозвратной потере качества.

Самый распространенный формат для кодирования растровых полноцветных изображений в различных цветовых моделях и их эффективного сжатия JPEG (англ. Joint Photographic Experts Group) был разработан в конце 80-х гг. прошлого века для полноцветных фотографий с большим количеством мелких деталей и зонами плавного перехода яркости и контраста. Основная задача при сжатии JPEG – найти оптимальное соотношение между информационным весом изображения и приемлемым уровнем качества.

GIF (англ. Graphics Interchange Format) при 8-битовой глубине цвета может использовать разные палитры, эффективно сжимает цветные области без потери качества, поддерживает прозрачность пикселей и мультипликацию кадров в изображении. Формат изначально разрабатывался для интернета и не подходит для высококачественных рисунков и фотографий.

PNG (англ. Portable Network Graphics) введен как альтернатива GIF для веб-страниц, может обеспечить высокую четкость

графики, многоуровневую прозрачность фоновых пикселей (альфа-канал), сжатие без потерь, чересстрочный вывод на поверхность визуализации. PNG поддерживает три основных типа цветопередачи в растровых изображениях:

- полутоновое (с глубиной цвета 16 бит);
- цветное индексированное (8-битовая палитра цветов глубиной 24 бит);
- полноцветное (с глубиной цвета до 48 бит).

WebP – формат, созданный и поддерживаемый компанией Google с целью максимально уменьшить информационный вес изображений при сохранении допустимого качества. Заявленная степень сжатия как минимум на четверть выше, чем PNG (без потерь) или JPEG (с потерями). На сегодняшний день WebP поддерживают интернет-браузеры Chrome, Opera и Firefox.

PSD (Adobe Photoshop document) – родной формат редактора Adobe Photoshop, позволяет сохранять разные модели изображений с массой дополнительных атрибутов.

BMP (от англ. bitmap) – родной формат графического редактора MS Paint, поддерживается практически всеми графическими редакторами, работающими в ОС MS Windows.

WMF (англ. Windows MetaFile), EMF (англ. Enhanced MetaFile) – универсальный формат векторной графики для платформы MS Windows. Метафайлы WMF/EMF – это контейнеры с записями специальных графических инструкций, которые также могут использоваться в драйверах принтеров и конвертерах буфера обмена (англ. clipboard). Изображения этого формата группируются в специальных коллекциях (англ. Microsoft Clip Gallery) для использования в Windows-приложениях. Многие графические редакторы не поддерживают метафайлы WMF/EMF, но их можно загрузить с предварительной растеризацией, например в MS Paint или GIMP, и далее обрабатывать как растровые.

CDR – родной формат графического редактора CorelDRAW, позволяет с раздельным сжатием сохранять векторную, растровую графику и текст с собственными шрифтами.

PDF (англ. Portable Document Format), EPS (англ. Encapsulated PostScript), AI (англ. Adobe Illustrator) – фирменные форматы компании Adobe.

SVG (англ. Scalable Vector Graphics) – векторный формат для интернета. Размер изображений SVG намного меньше аналогичных растровых, и они при масштабировании не теряют в качестве. При помощи средства разметки страниц CSS можно изменять такие параметры изображения, как цвет, прозрачность или границы, а при помощи языка JavaScript – анимировать изображение.

DWG (англ. drawing – чертеж), DXF (англ. Drawing eXchange Format), DWF (англ. Design Web Format) – основные форматы универсальной 2D- и 3D-системы автоматизированного проектирования, моделирования, инженерной графики AutoCAD компании Autodesk.

EXIF (Exchangeable Image File Format) – стандарт, позволяющий добавлять к графическим файлам дополнительную информацию (метаданные), поясняющую происхождение изображения, данные геолокации, авторство и т. п.

## **§ 2. Аппаратное обеспечение компьютерной графики**

Аппаратное обеспечение АРМ для компьютерной графики во многом зависит от решаемых задач.

Устройства ввода-вывода (оцифровки или отображения) графической информации работают с изображением как в проходящем (прямом), так и в отраженном свете. Поверхность визуализации изображений обычно плоская, но уже появились 3D-устройства для ввода или вывода объемных изображений.

*Мышь (манипулятор)* предназначена для управления компьютерными программами через графические интерфейсы.

Мыши бывают двухкнопочные и многокнопочные программируемые. Они могут подключаться к компьютеру через проводные PS/2- или USB-порты или по радиоканалу (беспроводные).

Оптическая мышь оборудуется полупроводниковой оптической парой фотодиод-светодиод. В лазерной мыши в качестве источника света используется полупроводниковый лазер.

Очевидно, что лазерные мыши обладают более высокой точностью перемещения, экономичнее по энергозатратам и менее критичны к отражающим свойствам поверхности.

Оптическое разрешение измеряется в dpi. Если мышь имеет разрешение 900 dpi и ее передвинули на 1 дюйм (2,54 см) вправо, то привод мыши получает через микроконтроллер информацию о смещении на 900 точек вправо.

*Баллистическим эффектом* называется зависимость точности позиционирования мыши от скорости ее перемещения (инерционность).

Современные ОС имеют встроенные драйверы управления устройствами этого типа и при подключении автоматически подбирают наиболее подходящий из них.

В дополнение к манипуляторам типа «мышь» для управления компьютерными программами через графические интерфейсы применяются:

- touchpad (тачпад) – сенсорная панель;
- touchscreen (тачскрин) – сенсорный экран;
- trackball (трекбол) – управляющий шар;
- joystick (джойстик) – управляющий рычаг.

Другая категория оптических устройств ввода графической информации – сканеры и дигитайзеры (графические планшеты для ручного ввода), используемые для оцифровки и переноса аналоговых изображений с материальных носителей на компьютер.

В сканере изображение подсвечивается по всей ширине листа, и отраженный свет через систему зеркал и светофильтров передается на линейные фотодатчики, которые различают до 16 млн

цветовых оттенков. Современные сканеры бывают черно-белые и цветные, ручные, портативно-страничные, планшетные, сетевые, широкоформатные.

Основные характеристики:

- разрешающая способность (оптическое разрешение), т. е. количество распознаваемых точек на дюйм по горизонтали и по вертикали изображения;

- быстродействие, или средняя скорость сканирования горизонтальной линии изображения или листа максимального формата;

- максимальный формат сканируемого листа (область сканирования);

- глубина цвета.

В системах идентификации товаров и продуктов применяются сканеры штрих-кодов и матричных кодов (2D-баркоды, QR-коды, Data Matrix и т. п.).

Системы информационной безопасности используют сканеры отпечатков пальцев, сетчатки глаза и т. п.

*Цифровая камера* – оптическое устройство оцифровки графических изображений, в котором светочувствительным элементом вместо фото- или видеопленки является ПЗС-матрица (англ. charge-coupled device, CCD – прибор с зарядовой связью) – специализированная аналоговая интегральная микросхема, состоящая из множества светочувствительных кремниевых фотодиодов. Размер ПЗС-матрицы является одной из основных характеристик цифровых камер и измеряется в мегапикселях, хотя на самом деле это площадь прямоугольника  $a \times b$  и измерять ее надо в квадратных пикселях.

Как выбрать фотокамеру, если требуется получить фотографию размером  $1\,200 \times 900$  пикс:

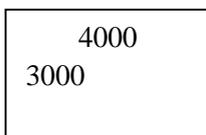
$$R = 1\,200 \times 900 = 1\,080\,000 \text{ пикс} = 1,1 \text{ Мпикс.}$$

И наоборот: если камера имеет информационную емкость ПЗС 12 Мпикс при пропорциях 4×3, то максимальные габаритные размеры изображения оценивается следующим образом.

Пусть  $a = 4x$ ,  $b = 3x$ , тогда

$$R = 4x \times 3x = 12x^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{R}{12}} \Rightarrow a = 4 \times \sqrt{\frac{R}{12}}, b = 3 \times \sqrt{\frac{R}{12}}$$

$$a = 4 \times \sqrt{\frac{12\,000\,000}{12}} = 4000 \text{ пикс}, b = 3 \times \sqrt{\frac{12\,000\,000}{12}} = 3000 \text{ пикс.}$$



*Фокусное расстояние* – это расстояние от оптического центра объектива до ПЗС-матрицы. Для аппаратов с несъемным объективом и функцией зуммирования (приближения) оно колеблется в диапазоне от 5 до 70 мм. Чем больше фокусное расстояние, тем больше приближение сцены, но меньше угол обзора. С увеличением фокусного расстояния глубина резкости изображаемого пространства становится меньше, задний план более размыт и вся картинка выглядит более плоской.

Широкоугольные объективы фотокамер с небольшим фокусным расстоянием применяются для пейзажной съемки, но при портретной съемке с близкого расстояния форма лиц будет искажена, как на селфи.

По потребительским характеристикам цифровые камеры разделяют на любительские и профессиональные, оснащаемые, как правило, сменными объективами. Большинство параметров в цифровых камерах устанавливаются автоматически, что упрощает фотосъемку.

*Жидкокристаллический дисплей* (англ. liquid crystal display, LCD) является основным устройством вывода информации на

экран в графическом или текстовом представлении. В мобильных ПК LCD интегрируются с основным корпусом и иногда оборудуются сверху прозрачной управляющей сенсорной панелью (англ. touchscreen). Для стационарных ПК он входит в состав отдельного блока – видеомонитора и подключается к видеоразъему на системном блоке:

- VGA (англ. Video Graphics Array) – аналоговое видео;
- DVI (англ. Digital Visual Interface) – цифровое видео;
- HDMI (англ. High Definition Multimedia Interface) – цифровое видео и аудио высокого качества.



Рис. 4.2.1. Типы видеоразъемов

Управление выводом изображения на экран осуществляется *видеоконтроллером* – отдельным микрокомпьютером со своей видеопамятью, интегрированным в материнскую плату или размещенным на отдельной видеокарте.

*Разрешение экрана монитора* – это количество физических пикселей по горизонтали и по вертикали. Соотношение сторон экрана подбирается с учетом удобства его зрительного восприятия и у большинства компьютерных мониторов приближается к золотой пропорции. Золотое сечение делит отрезок на две неравные части длиной  $a$  и  $b$ , при котором выполняется отношение

$$\frac{b}{a} = \frac{(a+b)}{b} \approx 1,6.$$

*Длина диагонали* (в дюймах) – характеристика монитора, по которой можно оценить его физические линейные габариты.

Пусть у монитора длина диагонали  $D = 21''$  и разрешение стандарта высокой четкости Full HD (англ. Full High Definition) –  $1\,920 \times 1\,080$  пикс. Требуется найти его линейные размеры по горизонтали и вертикали, а также оценить габариты пикселя:

$$\frac{a}{b} = \frac{1\,920}{1\,080} \Rightarrow a = \frac{1\,920}{1\,080}b \approx 1,78b; b = \frac{1\,080}{1\,920}a \approx 0,56a$$

$$D^2 = a^2 + b^2 = a^2 + (0,56a)^2 = (1,78b)^2 + b^2 = (1,56a)^2 = (2,78b)^2$$

$$a = \frac{D}{1,56} = 0,64D; b = \frac{D}{2,78} = 0,36D; D = 21'' \approx 21 \times 25 \text{ (мм)} = 525 \text{ мм}$$

$$a = 0,64 \times 525 = 336 \text{ мм}; b = 0,36 \times 525 = 189 \text{ мм.}$$



Зная длину линии и количество пикселей в ней, легко найти габаритные размеры пикселя (минимальной клетки раstra монитора) по горизонтали  $l$  и по вертикали  $h$ :

$$l = \frac{336}{1\,920} \approx 0,2 \text{ мм}; h = \frac{189}{1\,080} \approx 0,2 \text{ мм.}$$

Габаритные размеры дисплея должны обеспечить комфортный обзор экрана под прямым углом зрения. Ниже в таблице представлены рекомендуемые размеры диагонали монитора в зависимости от расстояния от экрана до глаз пользователя:

Расстояние (см)	40	50	60	70	80
Диагональ (дюйм)	17	21	24	29	32

Разрешающую способность экрана монитора ПК можно изменять программно, в настройках графического интерфейса ОС, и тогда размер экранного пикселя будет изменяться (но не

меньше аппаратного значения). Если размеры растрового изображения в пикселях соответствуют разрешению монитора, то изображение отображается на весь экран оптимальным образом (без искажений масштабирования).

*Частота кадровой развертки* – скорость обновления экрана, измеряемая в количестве кадров в секунду. В современных ЖК-дисплеях экран обновляется 60 раз в секунду и выше, что обеспечивает комфортность восприятия изображения пользователем (отсутствие мерцания).

*Время отклика пикселя* ЖК-дисплея – это минимальное время необходимое пикселю для изменения своей яркости, этот процесс измеряется в миллисекундах. Чем меньше время отклика, тем качественней отображаются экшн-сцены.

*Яркость дисплея* – характеристика излучения светового потока белого цвета при 100 % яркости ламп подсветки. Обычный диапазон значений яркости находится в пределах 200–300 кд/м<sup>2</sup>. Если дисплей эксплуатируется там, где на него попадает яркий свет, то значение должно быть выше.

*Контрастность* дисплея определяется отношением яркости самого светлого пикселя на экране к самому черному. Большинство современных мониторов имеют контрастность 1 000 : 1 и этого вполне достаточно как для работы, так и для игр. Иногда в характеристиках встречаются показатели динамической контрастности, описываемой как разница между белым цветом на максимальной яркости и черным на минимальной, но единого метода измерения динамической контрастности не существует, поэтому полагаться на этот показатель не стоит.

Большинство ПК имеют дополнительные видеоразъемы для подключения второго монитора или мультимедиа-проектора.

Основной набор эксплуатационных характеристик у видеопроекторов совпадает с дисплеями, но при демонстрации графики и видео приходится учитывать отражающие свойства поверхности визуализации. Например, яркость изображения за-

висит от размера и типа поверхности экрана, освещенности помещения и других внешних факторов. Вместо яркости указывается световая мощность проектора или световой поток в люменах (лм). Световой поток измеряется по методике ANSI (англ. American National Standards Institute) при максимальной яркости проектора на белом экране. Но в режиме максимальной яркости проекторы используют редко, так как ухудшается качество цветопередачи. В темном помещении для экрана с диагональю 100" будет вполне достаточно 1 000 лм. Для офисных/аудиторных проекторов световой поток должен быть не менее 3 000 лм. Экономичные режимы яркости позволяют снизить уровень шума системы охлаждения проектора и продлить ресурс лампы подсветки до 6–7 тыс. ч.

*Принтеры* предназначены для многократной печати изображения на отторгаемом материальном носителе. По принципу действия принтеры делятся на матричные, струйные и лазерные.

*Матричные принтеры* – это принтеры ударного действия. Печатающая головка матричного принтера состоит из вертикального столбца маленьких иголок (обычно девяти), которые под воздействием магнитного поля через красящую ленту бьют по бумаге. Перемещаясь по строке, печатающая головка оставляет на бумаге линию из точек, затем лист смещается на строку вниз и снова проход по строке.

У матричных принтеров много недостатков (печатают медленно, производят много шума, качество печати сравнимо с пишущей машинкой), но у них есть одно важное достоинство – они менее критичны к толщине и качеству печатного носителя. На матричных принтерах можно, например, заполнять документы типа паспорта.

Широкое распространение получили черно-белые и цветные *струйные принтеры*. В них используется печатающая головка с вертикальным рядом отверстий (сопел), откуда капли краски

под давлением выстреливаются на бумагу. По аналогии с матричным принтером печатающая головка, перемещаясь вдоль бумаги, оставляет строку символов или полоску графического изображения, а затем лист смещается на строку вниз.

Струйные принтеры могут печатать достаточно быстро (до нескольких страниц в минуту) и производят мало шума. Разрешающая способность струйных принтеров свыше 1 200 dpi позволяет обеспечивать фотографическое качество оттисков.

*Лазерные принтеры* обеспечивают высокую скорость за счет печати страничного оттиска в один проход (20 и выше страниц в минуту). Типографское качество печати обеспечивается высокой разрешающей способностью (от 600 dpi и выше).

Важной характеристикой принтеров является формат бумаги. В основном это А4, но бывают А5 и А3. При этом максимальная толщина листа характеризуется плотностью бумаги (обычно от 60 г/м<sup>2</sup> и выше). Если требуется больший формат или нестандартные носители, применяют печатающие устройства другого типа – графопостроители.

*Графопостроитель* – устройство для автоматического вычерчивания с большой точностью рисунков, схем, сложных чертежей, карт и другой графической информации.

В *планшетных графопостроителях* поверхность визуализации неподвижна, а печатающая головка перемещается по двум перпендикулярным направлениям над планшетом. В *рулонных графопостроителях* поверхность визуализации поступательно перемещается в одном направлении (рулон бумаги на барабане), а печатающая головка движется в перпендикулярном к нему (поперек рулона).

### **§ 3. Аудиоданные и их обработка**

Любой информационный процесс можно представить как передачу информации от источника через физическую среду к приемнику.

*Информационный сигнал* – это физическое явление, наличие, отсутствие или изменение которого представляет информацию. Акустические информационные процессы – не исключение.

Поскольку звук порождается механическими колебаниями частиц, для его передачи необходимо наличие упругой среды.

Одной из характеристик звука является скорость, зависящая от свойств среды передачи (молекулярная структура, температура и т. п.).

Например, *скорость звука в атмосфере* при температуре 20 °C составляет примерно 340 м/с (1224 км/ч), а при 0 °C – 332 м/с. Учитывая, что скорость света в воздухе – около 300 млн м/с, наблюдатель с большого расстояния увидит вспышку выстрела раньше, чем услышит сам выстрел.

В жидкостях звук распространяется быстрее. В пресной воде при температуре 20 °C скорость звука – 1 490 м/с. Соленая среда отличается большей плотностью и, соответственно, скоростью прохождения звуковых колебаний. Но звук, распространяемый в воде, плохо воспринимается человеческим ухом.

Скорость прохождения звуковой волны в дереве и граните – около 4 000 м/с, в стальном листе – 5 100 м/с, в стекле – около 5 000 м/с. Пробковые маты, которые используют для звукоизоляции помещений, снижают скорость звука до 500 м/с.

На распространение звука также влияют препятствия, которые звуковая волна может огибать в зависимости от своей частоты. Например, поющий строй солдат после поворота за угол здания сначала «теряет» высокие голоса.

Любой звуковой сигнал (в том числе и речь) можно разложить на элементарные информационные компоненты – гармоники или синусоидальные колебания, которые описываются тремя параметрами: *амплитудой, частотой и фазой* колебания.

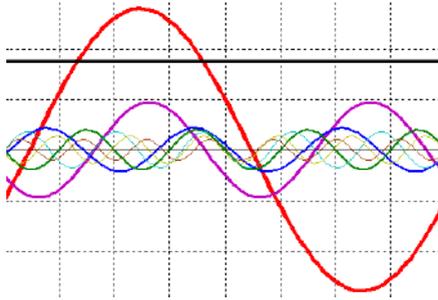


Рис. 4.3.1. Синусоидальные колебания

*Гармонический звуковой сигнал* – это элементарные колебания частиц в пространстве, описываемые уравнением:

$$x(t) = A \times \sin(\omega t + \varphi),$$

где  $x$  – координата колеблющейся точки, изменяющаяся во времени  $t$ ;  
 $A$  – амплитуда колебаний, или максимальное отклонение точки от положения равновесия (покоя);

$\omega$  – циклическая частота колебаний;

$\varphi$  – фаза колебаний;

$T = 2\pi/\omega$  – период гармонических колебаний (такт), или минимальный интервал времени, после которого происходит повторение траектории движения точки;

$f = 1/T$  (Гц) – тактовая частота колебаний, или количество полных периодов колебаний за секунду.

Частота звуковой волны определяет *высоту звука*, или *тон*, который, в отличие от фазы и амплитуды, не зависит от физической среды.

Например, если источник звука накрыть колпаком, амплитуда, значение которой на слух воспринимается как громкость, может существенно уменьшиться. При этом высота тона не меняется, а значение начальной фазы колебания, показывающее положение локального максимума гармоник относительно нулевого отсчета времени, на слух вообще не воспринимается.

Этот природный закон сохранения частоты гармоник играет ключевую роль в передаче информации с помощью звуковых волн. Поэтому наша слуховая система лучше ощущает изменения высоты звучания и на порядок хуже – громкости.

Если колебание начинается из положения равновесия, то оно будет описываться функцией синуса. Если же колебание начинается из положения максимального отклонения от точки покоя, то функцией косинуса. График косинуса сдвинут относительно синуса на фазу  $\varphi = \pi/2$ .

Смещение нескольких звуковых тонов формирует колебания более сложной формы.

Любое акустическое устройство обладает *полосой пропускания* – диапазоном частот  $\{f_n, f_v\}$ , в пределах которого звуковой сигнал передается без существенной потери мощности.

Теоретически считается, что полоса пропускания человеческого уха находится в диапазоне 20 Гц – 20 кГц.

Диапазон 0,3–3 кГц – зона эффективного речевого общения, учитываемая при разработке звуковоспроизводящих устройств и каналов связи. В молодости лучше слышны звуки с частотой около 3 кГц, в старости – 1 кГц.

Функция, выражающая отношение амплитуды сигнала к его частоте, называется *амплитудно-частотной характеристикой*.

*Громкость звука* – субъективный параметр восприятия силы звука, пропорциональный амплитуде звукового сигнала. Уровень громкости зависит от звукового давления, спектрального состава и частоты звуковых колебаний, локализации в пространстве, длительности воздействия и других факторов. Звуки одинаковой интенсивности в диапазоне низких и высоких частот кажутся тише, чем среднечастотные.

Чувствительность человеческого уха к изменению громкости звука носит логарифмический характер, поэтому уровень звукового давления (интенсивность шума) измеряется в децибеллах и рассчитывается по формуле:

$$N [\text{Дб}] = 20 \text{ Lg} \frac{P}{P_{\text{опор.}}},$$

где  $P$  [Па] – звуковое давление (переменное избыточное давление, возникающее в упругой среде при прохождении через нее звуковой волны);

$P_{\text{опор.}} = 20$  мкПа – опорное звуковое давление (соответствует порогу слышимости синусоидальной звуковой волны частотой 1 кГц);

$N = 0$  дБ, при  $P = P_{\text{опор.}}$

Учитывая неравномерную чувствительность человеческого уха к звукам разных частот, колебания нормируют с помощью специального фильтра, получая взвешенный эквивалентный уровень звука с размерностью дБА.

Представлена ориентировочная шкала уровней громкости.

*Таблица 4.3.1*

### Сравнительная шкала уровней громкости

Уровень дБА	Характеристика	Источники звука
0	Ничего не слышно	
15	Едва слышно	Шелест листья
25	Тихо	Шепот человека (1 м)
30	Тихо	Тиканье настенных часов
Допустимый максимум по нормам для жилых помещений ночью, с 23 до 7 ч (СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»)		
40	Слышно разборчиво	Обычный разговор
Норма для жилых помещений днем, с 7 до 23 ч		
55	Отчетливо слышно	Пишущая машинка
Верхняя норма для офисных помещений класса А (по европейским нормам)		
70	Шумно	Громкий разговор, крик, смех (1 м)
80	Очень шумно	Мотоцикл с глушителем, шум пылесоса с мощностью двигателя 2 кВт
100	Крайне шумно	Громкие крики, оркестр, вагон метро, раскаты грома, визг работающей бензопилы, внутри реактивного самолета
Максимально допустимое звуковое давление для наушников плеера (по европейским нормам)		
110	Крайне шумно	Около вертолета
115	Крайне шумно	Пескоструйный аппарат (1 м)
120	Почти невыносимо	Отбойный молоток (1 м)

## Окончание табл. 4.3.1

140	Болевой порог	Взлетающий реактивный самолет
Возможна контузия или потеря слуха		
145	Контузия	Старт ракеты
160	Шок, травмы	Ударная волна от сверхзвукового самолета
Свыше 160 дБА возможен разрыв внутренних органов (барабанных перепонок, легких и т. п.)		
Свыше 200 дБА – смерть (шумовое оружие)		

С помощью звуковых генераторов можно воздействовать на сознание людей. Так, американскому физику Роберту Вуду приписывают довольно необычный эксперимент. Он пронес в театр инфразвуковой генератор (ниже порога слышимости), включил его и стал свидетелем того, как всех зрителей охватила необычная нервность и беспокойство. Частота инфразвуковых волн, возникающих во время шторма, приравнивается к 6 Гц. Инфразвук (особо высокой интенсивности), попадая в резонанс с человеческими биоритмами, может вызвать мгновенную смерть.

При проведении штурмовых операций спецподразделения полиции используют светозвуковые боеприпасы: ручные гранаты, гранатометные выстрелы, ружейные заряды.

Иностранная полиция все чаще использует акустические пушки с узконаправленным звуковым воздействием мощностью свыше 100 дБ (голосом, сиреной) или инфранизкими колебаниями.

Кодирование аналоговой аудиоинформации в цифровую форму, или *дискретизация* осуществляется с помощью специальных устройств – аналого-цифровых преобразователей (АЦП), обратное преобразование осуществляется цифро-аналоговыми преобразователями (ЦАП).

Принцип дискретизации заключается в измерении и двоичном кодировании уровня звукового сигнала через одинаковые промежутки времени.

Качество оцифрованной аудиоинформации зависит от частоты дискретизации или количества измерений за секунду, а также от количества разрядов, выделяемых на кодировку уровня сигнала.

Количество двоичных разрядов, которыми кодируется амплитуда звукового сигнала в момент измерения, называется *глубиной квантования звука*.

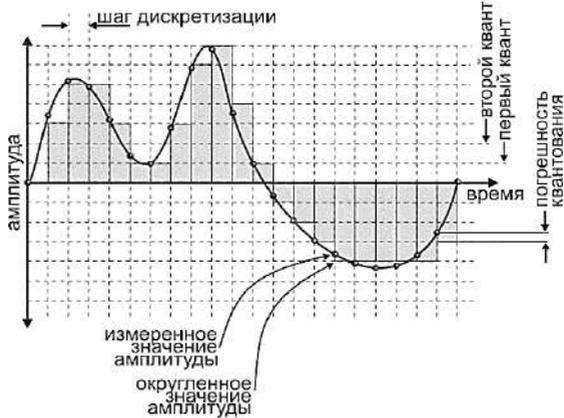


Рис. 4.3.2. Дискретизация звукового сигнала

По аналогии с растровой графикой, когда более детальная прорисовка изображения получается за счет увеличения числа составляющих пикселей, а более реалистичная цветопередача — за счет увеличения глубины цвета, качество оцифрованного звука улучшается при увеличении частоты дискретизации и глубины квантования. Но при этом также увеличится размер звукового файла.

Чистый звуковой тон, представляемый синусоидой, в природе встречается редко. Обычно мы слышим «симфонию» звуков различной частоты. Чтобы обеспечить приемлемое качество оцифровки, частота дискретизации должна превышать частоту наивысшей гармоники как минимум в два раза (теорема Котельникова – Найквиста). Другими словами, если непрерывный сигнал имеет ограниченный спектр частот, то он может быть воспроизведен без потерь по своим мгновенным дискретным отсчетам, если частота дискретизации превышает самую высокую частоту спектра более, чем в два раза.

Если  $X(t) = \{f_0(t), f_1(t), \dots, f_{\max}(t)\}$ , то  $F_{\text{дискр}} > 2 \times f_{\max}(t)$ ,

$$\text{или шаг дискретизации } \Delta = \frac{1}{2 \times f_{\max}(t)}.$$

Таким образом, для оцифровки музыки без потери качества частота дискретизации должна превышать 40 кГц. Речевое сообщение проще в восприятии (например, голос в телефонной трубке) и находится в более узком диапазоне частот, поэтому для микрофонной записи голоса вполне достаточно установить частоту дискретизации в 8 КГц.

Глубина квантования звука определяет, насколько различными по амплитуде будут исходное и оцифрованное звучание. Например, если глубина звука 8 бит, то можно закодировать 256 значений уровня громкости. В современных АЦП глубину квантования выбирают не ниже 16 бит.

Способы представления глубины звука, частоты дискретизации и алгоритмы сжатия определяют формат звукового файла при компьютерной обработке. Выделяют три основные группы аудиоформатов:

- без сжатия (WAV, AIFF);
- со сжатием без потерь (APE, FLAC);
- с потерями при сжатии (MP3, OGG).

Представим цифровую последовательность, проходящую через аудиоадаптер в виде потока данных с частотой дискретизации 44 кГц и глубиной 16 бит. При воспроизведении ЦАП за одну секунду будет обработано и озвучено 44 тыс. 16-битных слов:

$$44\,000 \text{ Гц} \times 16 \text{ бит} = 704\,000 \text{ бит/с.}$$

Данная величина характеризует пропускную способность звукового канала при передаче несжатой информации. Если использовать специальные алгоритмы сжатия, пропускную способность можно увеличить, но потребуются дополнительные вычислительные мощности.

В алгоритмах компрессии звука используются психоакустические свойства человеческого слуха:

- человек на слух воспринимает звуковую волну как совокупность отдельных сигналов гармонического типа, следовательно, если рядом с мощными гармоническими компонентами звука соседствуют близкие по частоте, но относительно слабые по интенсивности гармоники, то их можно удалить из звукового сигнала без ущерба для его восприятия;

- чувствительность уха к частотам среднего звукового диапазона (1–5 кГц) значительно выше, чем к низким и высоким, следовательно, для кодирования плохо различаемых гармоник можно использовать меньшее число бит или вообще исключить их из звукового сигнала (например, свыше 15 кГц).

*Битрейт* (англ. bit rate) – это плотность потока данных, выраженная в битах за секунду (бит/с). Другими словами, битрейт – это количество бит, кодирующих одну секунду звучания.

Для MP3-файлов стандартные значения битрейта обычно составляют 32, 64, 128, 192, 256, 320 Кбит/с. Чем выше это значение, тем лучше будет звучать воспроизводимый звук и тем больше места он потребует для своего хранения. Битрейт в 32 Кбит/с подходит для записи речи, а максимальное значение в 320 Кбит/с позволяет кодировать музыкальные аудиозаписи с высоким качеством звучания.

По битрейту можно легко оценить размер звукового файла. Например, если файл имеет битрейт 256 Кбит/с, то 1 мин аудиозаписи будет соответствовать  $256 \text{ Кбит/с} \times 60 \text{ с} = 15\,360 \text{ Кбит}$  или  $\frac{15\,360}{8} = 1\,920 \text{ Кбайт}$ .

**Сравнительные характеристики  
стандартов кодирования звука**

Название формата	Глубина, бит	Частота дискретизации, кГц	Число каналов	Битрейт, Кбит/с	Степень сжатия/упаковки
CD	16	44,1	2	1411,2	1:1 без потерь
Dolby Digital (AC3)	16–24	48	6	до 640	~12:1 с потерями
DTS	20–24	48; 96	до 8	до 1536	3:1 с потерями
DVD-Audio	16; 20; 24	44,1; 48; 88,2; 96	6	6912	1:1 без потерь
MP3	16–24	до 48	2	до 320	~11:1 с потерями
AAC	16–24	до 96	до 48	до 512	С потерями
Ogg Vorbis	до 32	до 192	до 255	до 500	С потерями
WMA	до 24	до 96	до 8	до 768	2:1, есть версия без потерь

В цифровой звукозаписи также используется звуковой стандарт MIDI (англ. Musical Instrument Digital Interface – цифровой интерфейс музыкальных инструментов). В отличие от других форматов, это не оцифрованный звук, а наборы команд, которые могут воспроизводиться по-разному в зависимости от устройства воспроизведения. Интерфейс MIDI позволяет синтезировать ноты, громкость, тембр, темп и другие акустические параметры музыкальных инструментов. В системе кодировок присутствует множество свободных команд, которые производители, программисты и пользователи могут использовать по своему усмотрению. Поэтому интерфейс MIDI позволяет помимо исполнения музыки синхронизировать управление другим оборудованием, например осветительным, пиротехническим и т. п. MIDI-файлы, как правило, имеют на несколько порядков меньший размер, чем оцифрованный звук сравнимого качества.

Типовая акустическая подсистема компьютера относится к средствам мультимедиа и конфигурируется обычно из следующих модулей:

- звуковая карта;
- приводы оптических дисков (CD, DVD, Blu-Ray Disk);
- активные и пассивные средства звуковоспроизведения (усилители, колонки);
- микрофон, наушники (гарнитура) и т. п.

На первых ПК звук воспроизводился с помощью динамика, подключенного к материнской плате. Специализированные устройства для обработки звука – звуковые адаптеры значительно расширили диапазон возможностей применения компьютерной техники. Современные звуковые подсистемы представляют комплекс программно-аппаратных средств, предназначенный для следующих действий:

- оцифровки и записи в файлы звуковой информации от различных внешних источников;
- воспроизведения звуковых файлов с помощью внешних акустических систем;
- цифровой обработки звуковых сигналов: редактирования, линейного и нелинейного монтажа, микширования и наложения звуковых эффектов, фильтрации и т. п.;
- синтеза звуков, музыки и речи.

Программные средства цифровой обработки звуковой информации можно разделить на следующие типы: звуковые редакторы; музыкальные синтезаторы; синтезаторы речи; системы автоматического распознавания речи; звуковые анализаторы.

Системы обработки, анализа и синтеза звуковых сигналов в настоящее время применяются во многих областях человеческой деятельности. По речевым параметрам можно идентифицировать человека и определить его эмоциональное состояние. Цифровые устройства аудиозаписи используются при проведении оперативных мероприятий, аудиоматериалы исследуются

в ходе производства судебных экспертиз. Звуковые технологии все шире применяются для психологического воздействия.

#### **§ 4. Обработка видео**

Информационное видеосообщение состоит из двух компонентов: видео и аудио. Кодирование звукового компонента ничем не отличается от кодирования звука, описанного ранее.

Картинка в видеоряде формируется из отдельных кадров, которые меняются с определенной частотой. Каждый кадр кодируется как обычное растровое изображение, т. е. представляется множеством пикселей. Эффект движения создается за счет быстрой смены кадров на экране. Чем больше частота кадров, тем более плавным и естественным будет казаться движение. Минимальная частота, когда видео кажется непрерывным, – около 20 кадров в секунду (FPS, от англ. frames per second). Телевизионные стандарты PAL и SECAM используют 25 кадров в секунду (25 fps или 25 Гц – частота кадровой развертки), а американский NTSC – 30 кадров в секунду (точнее 29,97 fps).

Некоторые современные профессиональные камеры могут снимать с частотой до 120 fps. Специальные камеры для сверхбыстрой съемки снимают с частотой до 1 000 fps и выше, что необходимо, например, для детального изучения траектории полета пули или структуры взрыва.

По аналогии с графическими изображениями размеры видеокadra также измеряются в пикселях. Обычное разрешение для оцифрованных телевизионных стандартов PAL и SECAM составляет 720×576 пикселей с чересстрочной разверткой частотой 50 Гц и 720×480 пикселей для NTSC с частотой 60 Гц. Стандарт цифрового телевидения HDTV высокой четкости устанавливает максимальное разрешение 1 920×1 080 с прогрессивной кадровой разверткой 60 Гц (1 080 p). В объемном видео разрешение измеряется в вокселях – трехмерных пространственных элементах изображения (кубиках), например 512×512×512.

*Построчная (прогрессивная) развертка* – метод отображения, передачи или хранения движущихся изображений, в котором все строки каждого кадра отображаются последовательно.

*Чересстрочная развертка* – метод отображения, передачи или хранения изображений (как правило, движущихся), при котором каждый кадр разбивается на два полукадра (или поля), составленные из четных или нечетных строк.

*Соотношение ширины и высоты кадра* (англ. aspect ratio) – важнейший параметр видеоданных, влияющий на комфортную полноту восприятия всего кадра. В современных компьютерных дисплеях используются стандарты, близкие к золотому сечению – 16:9, 16:10.

Среди множества видеоформатов наиболее популярны те, которые предлагают производители телевизоров и дисплеев:

SD (Standard Definition)	720×480, 704×480, 352×480, 352×240 720×576, 704×576, 352×576, 352×288
HD (High Definition)	1280×720, 1440×1080
Full HD	1920×1080
UHD 4K (Ultra High-Definition)	3840×2160
UHD 8K	7680×4320

Цветовая модель видео чаще всего RGB с глубиной цвета по 8 бит на канал, и кодирование цвета ничем не отличаются от описанного ранее.

Одним из основных параметров, характеризующих плотность видеопотока, является битрейт (от англ. bit rate) – количество бит за секунду. В зависимости от алгоритмов сжатия видеопотока различают три режима:

- CBR (англ. constant bit rate) – с постоянным битрейтом;
- VBR (англ. variable bit rate) – с переменным битрейтом;
- ABR (англ. average bit rate) – с усредненным битрейтом.

Кодек (англ. coder/decoder) – программа для кодирования/декодирования данных по определенным алгоритмам.

Популярные форматы видеофайлов:

– AVI (англ. Audio-Video Interleaved) – медиаконтейнер, содержащий видео- и аудио данные, сжатые с использованием разных комбинаций кодеков, а также текст и MIDI;

– WMV (англ. Windows Media Video) – формат Microsoft (например, для программы Movie Maker);

– MOV – патентованный формат Apple Macintosh QuickTime, может содержать кроме видео также звук, графику, анимацию, 3D;

– MKV (англ. Matroska) – медиаконтейнер, который может содержать видео, аудио, субтитры, меню и пр.;

– 3gp – видео для мобильных телефонов третьего поколения, имеют малый размер и низкое качество.

Форматы видео, которые применяются в интернете:

– FLV (англ. Flash Video) – формат видео для размещения и передачи в интернете, используется для размещения видеоклипов на YouTube, RuTube, Google Video;

– SWF (англ. Shockwave Flash) – формат анимации Adobe Flash (флеш-ролики). Проигрывается интернет-браузерами с помощью Adobe Flash Player.

Основные расширения DVD-видео:

– VOB (англ. Versioned Object Base) – расширение контейнера, который может содержать несколько потоков видео (формата MPEG-2) и аудио, а также меню и субтитры фильма. Это основные файлы на DVD-диске с фильмом;

– IFO – служебные файлы на DVD-диске, содержащие информацию о фильме, меню, порядке запуска VOB-файлов, необходимую, например, DVD-проигрывателю. Создаются в процессе конвертирования или авторинга, т. е. записи DVD-диска.

Цифровые камеры по назначению подразделяются на несколько категорий:

1. Веб-камеры, встроенные или внешние, предназначены для трансляции видеопотоков по сетям.

При невысоком качестве видео отличаются низкой ценой, простотой установки и управления, надежностью и рядом других характеристик, связанных с режимом эксплуатации (широкофокусные, антивандальные и т. п.).

## 2. Цифровые фотоаппараты.

Все современные цифровые аппараты имеют функцию видеосъемки, но большая информационная емкость видео накладывает ограничение на длительность при высоком разрешении.

## 3. Смартфоны и планшеты.

Компактные размеры мобильных устройств вынуждают разработчиков устанавливать объективы с невысоким оптическим качеством. Съемка на устройствах «все-в-одном», как правило, предназначена для размещения в сети, что определяет относительно низкий битрейт видеопотока.

4. Любительские видеокамеры предназначены для повседневной записи в хорошем качестве значимых событий, для личной и семейной хроники, для отчетов о путешествиях и т. п.

Выполняются в едином конструктиве компактного размера, с небольшим весом, могут обеспечивать высокое качество изображения, но при этом длительность видеосъемки ограничивается относительно небольшой емкостью аккумулятора и внешней памяти.

5. Видеокамеры, предназначенные для профессиональной съемки высокого качества с большим набором аппаратных настроек, внешне выделяются более крупными размерами и часто рассчитаны на переноску на плече. На профессиональных камерах устанавливается дорогостоящая оптика, объективы бывают съемные.

Основными видами запоминающих устройств в современных видеокамерах являются:

## 1. Флеш-память съемная и встроенная.

Относительно дорогостоящие флеш-накопители характеризуются большой информационной емкостью, скоростью чтения/записи видеоданных, надежностью и ударопрочностью (за

счет отсутствия движущихся механических частей), низким энергопотреблением, компактностью и небольшим весом.

## 2. Накопители на жестких дисках (HDD).

Обычно применяются в профессиональных видеокамерах, где не так критичны требования к габаритам и весу.

## 3. Магнитная лента и записываемые оптические диски используются на устаревших моделях видеокамер.

По типу светочувствительного устройства или цифровой матрицы видеокамеры различаются следующим образом:

### 1. CCD (прибор с зарядовой связью, ПЗС) – классическая матрица с пикселями на полупроводниковых фотоэлементах, обеспечивает высокое качество съемки, но для оцифровки требует достаточно мощные вычислительные ресурсы.

### 2. CMOS (англ. complementary metal-oxide-semiconductor) – перспективная, более дешевая альтернатива CCD на комплементарных металл-оксидных транзисторах (КМОП).

Типоразмер матрицы по диагонали (форм-фактор) обычно указывают в виде дроби в долях дюйма: 1/4", 1/3", 2/3", 1/2". При одинаковом разрешении у большей матрицы больше пиксельные сенсоры, что повышает светочувствительность и снижает взаимное влияние паразитных помех. Более крупная матрица позволяет получить большие углы обзора при использовании объектива с одним и тем же фокусным расстоянием.

Для улучшения четкости изображения и качества цветопередачи профессиональные видеокамеры оснащаются тремя матрицами для каждого цвета модели RGB.

3D-видеокамеры с двумя независимыми матрицами позволяют вести стереосъемку одновременно по двум каналам.

*Количество эффективных пикселей* в матрице (мегапикселей) – характеристика, определяющая разрешающую способность видеокамеры. При этом для одной и той же матрицы максимально возможное разрешение статических изображений отличается от максимально возможного разрешения видео. Это связано с тем, что

цифровые видеостандарты не требуют фотографического разрешения. Укрупнение точки в динамическом видеопотоке за счет группировки нескольких физических пикселей матрицы позволяет в целом улучшить другие характеристики видео.

Фокусное расстояние – это расстояние от оптического центра объектива до матрицы, при котором получается максимально резкое изображение. Фокусное расстояние и физический размер матрицы определяют угол обзора объектива или, проще, что из видимой сцены уместится в кадре.

Значение фокусного расстояния в цифровой камере может изменяться, что приводит к масштабированию сцены съемки (англ. zoom). Чем больше величина фокусного расстояния, тем уже угол обзора и визуально ближе кажется объект. Вместе с тем при одинаковом фокусном расстоянии угол обзора будет больше у матрицы с большей диагональю.

*Трансфокатор* – объектив с функцией изменения фокусного расстояния.

Кратность оптического масштабирования рассчитывается как отношение максимального значения фокусного расстояния к минимальному. Например, для объектива 24–120 мм этот параметр будет составлять  $\frac{120}{24} = 5\times$ .

Для современных моделей видеокамер среднее значение кратности оптического масштабирования находится в пределах 10–12. Цифровое масштабирование достигается программными методами.

## **§ 5. Правила подготовки презентаций**

В зависимости от целевого назначения доклада презентация может быть проактивной и интерактивной. В первом случае докладчик последовательно информирует аудиторию о каких-либо фактах и подводит к заранее известным выводам. Проводя интерактивную презентацию, докладчик представляет проблему

и совместно с аудиторией ищет пути решения. В подобной презентации возможны условные ветвления и даже циклические фрагменты.

Универсальных закономерностей и правил для дизайна идеальной презентации не существует, но есть несколько общепринятых рекомендаций.

На титульном слайде должна быть размещена контактная информация о докладчике. Доклад на 10 мин не должен содержать более восьми слайдов. Цель выступления должна быть понятна с первого слайда. Единый оригинальный стиль оформления. Один слайд – одна мысль. Минимум текста и максимум смысла. Текст на слайдах не должен быть субтитрами для докладчика. Списки и классификаторы должны содержать не более четырех элементов.

Функциональные зависимости и отношения отображаются инфографикой.

Шрифты с засечками (А, Б, В) на экране воспринимаются лучше, чем шрифты без засечек (А, Б, В). Не рекомендуется использовать прописные буквы и шрифты меньше 20 кегля.

Цветовое оформление должно состоять из двух цветов: основного и дополняющего. Остальные цвета и оттенки подбираются для контраста и акцентирования фрагментов.

При выборе цветов следует также учитывать их ассоциативное и психологическое восприятие.

<b>Красный</b>	Активизирует и возбуждает, цвет крайности, страсти, провокации, опасности, агрессии. Красный цвет быстро утомляет
<b>Оранжевый</b>	В небольших количествах усиливает творческую активность, уверенность, поднимает настроение, является антидепрессантом. Эффективно используется в рекламе

<b>Коричневый</b>	Создает атмосферу уюта и безопасности. Оттенки коричневого воспринимаются как приятные и располагающие к коммуникации. Бежевый цвет воспринимается как претенциозный. Кроме того, это цвет традиции. Также ему приписывают значения «бедность», «лень», «глупость» и «мещанство»
<b>Желтый</b>	Цвет солнца выражает приветливость, веселость, энергичность, живость, означает мудрость и интеллект, «солнечную» атмосферу. Большое значение имеют оттенки
<b>Зеленый</b>	Цвет жизни ассоциируется с природой, расслабляет и успокаивает психику. Темно-зеленый ассоциируется с надежностью, финансовой устойчивостью, стабильностью и ростом
<b>Голубой</b>	Голубой ассоциируется с небом, водой и льдом, успокаивает, охлаждает, вызывает доверие. Темно-голубой цвет ассоциируется с достоинством, высоким социальным статусом, символизирует власть и успех
<b>Синий</b>	Цвет спокойного моря снижает эмоциональность, уменьшает тревожность, может притормаживать функционирование физиологических систем человека. Темно-синий вызывает печаль
<b>Фиолетовый</b>	«Тяжелый», драматичный цвет. Оказывает депрессивное, подавляющее воздействие на психику, создает ощущение мрачности и может вызывать апатию. Темно-фиолетовый связан с представлением о таинственном и духовном, но более светлые оттенки цвета лаванды и фиалки обладают романтической привлекательностью, особенно для женщин
<b>Серый</b>	Нейтральный цвет, эмоциональное воздействие которого во многом зависит от тональных оттенков. Например, серебристый цвет создает ощущение эксклюзивности

Цветовую гамму на слайде можно выбрать при помощи 12-цветного круга Иттена.

Главными цветами являются желтый, синий и красный. Для получения любого цвета понадобятся только эти три цвета. Для передачи оттенков понадобятся еще черный и желтый.

Составные цвета (зеленый, оранжевый и фиолетовый) получаются благодаря смешиванию основных цветов попарно. Например, зеленый на цветовом круге получается из желтого и синего.

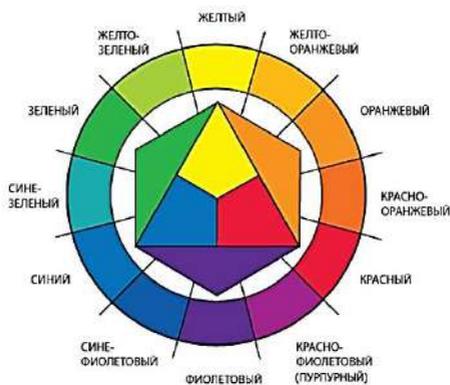


Рис. 4.5.1. *Круг Иттена*

Шесть сложных цветов получаются путем смешивания соседних основных и составных цветов.

Цветовой круг демонстрирует смешивание 12 эталонных цветов в равной степени. Изменяя яркость, насыщенность тона или соотношение смешиваемых цветов, можно получить всю цветовую палитру.

Стили, основанные на различных комбинациях цветов, по-разному влияют на восприятие слайда.

Одноцветные или монохроматические цвета придают спокойствие и устойчивость композиции.

Подборка аналогичных или родственных цветов считается гармоничной.

Дополняющие цвета и цвета основной триады (равносторонний треугольник) контрастны и нередко придают сцене излишне

жесткий вид. Довольно часто контрастные пары служат основным цветом и фоном.

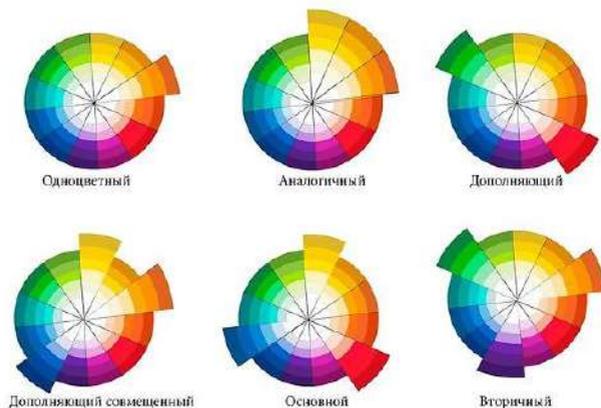


Рис. 4.5.2. Подбор цветовой гаммы с помощью круга Иттена

Наряду с цветовыми сочетаниями не меньшее значение имеет соблюдение правил композиции изображения.

На слайде должно быть не более четырех главных объектов.

Слайд условно разбивается на девять прямоугольников ( $3 \times 3$ ) по правилу третей (горизонтальная и вертикальная стороны слайда разбиваются на три равных отрезка) или по правилу золотой пропорции.

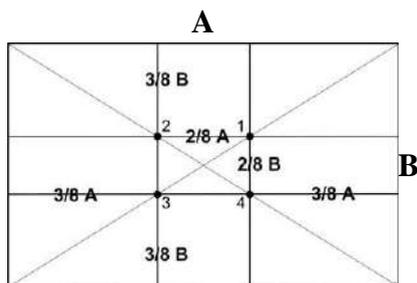


Рис. 4.5.3. Разбиение кадра по правилу золотой пропорции

Если в одной части слайда присутствует яркое цветное пятно, то в другой должно быть что-то аналогичное, уравновешивающее.

Движущиеся объекты должны «входить в слайд», т. е. впереди объекта должно быть больше свободного пространства.

Изображения домашних животных, симпатичных детей и женщин являются положительными образами и привлекают внимание к слайду, но отвлекают от главной мысли.

Грамотно подобранные аудио- и видеоданные усиливают восприятие слайда, но требуют для своей обработки дополнительные вычислительные ресурсы. Следует всегда заранее проверять, справится ли с презентацией оборудование там, где предполагается ее демонстрация.

## **Глава 5. Основы телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности**

### **§ 1. Назначение, основные понятия, классификация компьютерных сетей**

*Вычислительная сеть* – это система распределенной обработки данных с сетевой структурой, узлами которой являются компьютеры и коммутационное оборудование, а ветвями – каналы передачи данных.

Вычислительные сети предназначены для решения следующих типовых задач:

- обмен информационными сообщениями;
- совместное использование информационных и вычислительных ресурсов;
- распределение вычислительных мощностей сетевых компьютеров для совместного решения сложных задач;
- удаленный доступ и управление объектами в режиме реального времени и др.

*Цифровые информационные ресурсы* – переведенная в цифровой код информация в форме данных, баз данных и программно-информационных продуктов, которая обрабатывается с использованием средств вычислительной техники.

*Ресурсы вычислительной сети* – программные, технические, информационные и организационные средства вычислительной сети, предназначенные для решения задач пользователей.

*Телеобработка данных* – совокупность методов, обеспечивающих пользователям дистанционный доступ к ресурсам систем обработки данных и ресурсам средств связи.

*Архитектура вычислительной сети* – совокупность принципов логической и физической организации аппаратно-программных средств, протоколов и интерфейсов взаимодействия функциональных блоков. Основными архитектурными компо-

нентами вычислительной сети являются: сетевые абоненты; кабельная система; система энергообеспечения.

Сетевой абонент (хост) – это активный узел сети с уникальным адресом, предоставляющий или использующий сетевые службы (англ. network service). Чаще всего абонентом сети является компьютер, но может быть сетевой принтер, дисковый массив, маршрутизатор или другое устройство с непосредственным сетевым подключением.

*Сетевым сервисом (службой)* называют разновидность системного ПО, обеспечивающего доступ к конкретному типу ресурса вычислительной сети. Основные сетевые сервисы реализуются средствами ОС, вспомогательные – с помощью сетевых приложений или системных утилит (электронная почта, голосовая связь, базы данных).

Классификация телекоммуникационных сетей по типу функционального взаимодействия компьютеров:

– *одноранговая* (децентрализованная, пиринговая<sup>1</sup>) – вычислительная сеть, управление ресурсами которой может взять на себя любой компьютер;

– *с выделенным сервером* (англ. server based) – вычислительная сеть, в которой управление ресурсами осуществляется компьютерами со специализированным сетевым программным обеспечением (файл-серверы, принт-серверы, серверы приложений, почтовые серверы и т. д.).

*Сетевой сервер* – это абонент сети, который обслуживает сетевые запросы других абонентов и предоставляет им сетевые ресурсы.

*Выделенный сервер* (англ. dedicated) – это сервер, сконфигурированный для выполнения сетевых задач.

*Сетевой клиент* – это абонент сети, который является потребителем сетевых ресурсов.

---

<sup>1</sup> С англ. peer-to-peer, P2P – равный равному, не путать с point-to-point.

*Тонкий клиент* (англ. thin client) – это упрощенный компьютер в сетях с клиент-серверной или терминальной архитектурой, который служит для удаленного доступа к сетевым информационно-вычислительным ресурсам. При этом основная часть задач по обработке информации переносится на серверы. Современный тонкий клиент обычно конфигурируется из монитора, клавиатуры, мыши и малогабаритного бесшумного системного блока с сетевым адаптером, USB-портами и внешней флеш-памятью. В качестве тонкого клиента с беспроводным доступом к сети может использоваться планшет или смартфон.

*Толстый клиент* (rich client) в архитектуре клиент-сервер – это полноценный компьютер с приложениями, обеспечивающими достаточную функциональность для самостоятельного решения пользовательских задач.

*Кабельная система* состоит из физических каналов связи, включающих телекоммуникационные кабели и коммутационные элементы, позволяющие передавать электрические и оптические информационные сигналы.

*Структурированная кабельная система* (далее – СКС) – функционально законченная система кабелей связи и коммутационного оборудования объекта информатизации, рассматриваемая как единый компонент конкретной вычислительной сети и отвечающая требованиям соответствующих нормативных документов.

СКС крупной организации обычно является многоуровневой и включает:

- магистральную кабельную подсистему, обеспечивающую связь между зданиями и/или этажами здания объекта информатизации, а также подключение к внешней глобальной (городской) сети;
- горизонтальную кабельную подсистему, обеспечивающую подключение коммутационного оборудования на этаже к общей магистрали;
- оконечное сетевое оборудование для подключения АРМ.

Основные виды вычислительных сетей *по масштабу развертывания*:

1. *Локальная вычислительная сеть* (local area network, LAN, ЛВС) – высокоскоростная вычислительная сеть, охватывающая небольшую территорию и использующая ориентированные на эту территорию средства и методы передачи данных.

2. *Глобальная сеть* (wide area network, WAN) – композиция множества разнородных по архитектуре ЛВС, практически не имеющая ограничений по количеству узлов и длине каналов связи между ними.

3. *Городская сеть* (metropolitan area network, MAN) – композиция ЛВС с единой архитектурой, централизованным администрированием и политикой информационной безопасности.

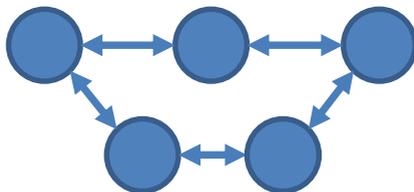
4. *Домашняя сеть* (personal area network, PAN) – ЛВС, развернутая в пределах жилого помещения и имеющая подключение к сети Интернет для решения бытовых задач владельца.

Виды сетевых топологий (физических структур):

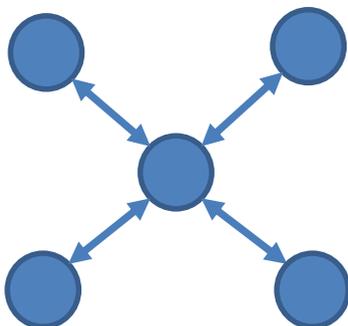
1. *Линейная топология* (цепочка) имеет два конечных узла, множество промежуточных узлов и только один путь между любыми двумя узлами:



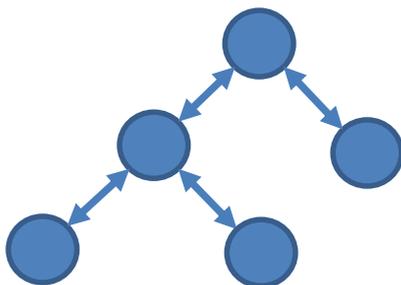
2. *Кольцевая топология* (замкнутая цепочка) имеет множество промежуточных узлов и только один путь между любыми двумя узлами:



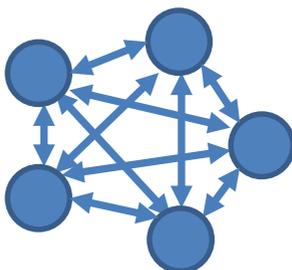
3. *Топология «звезда»* имеет множество конечных узлов, подключенных к одному промежуточному:



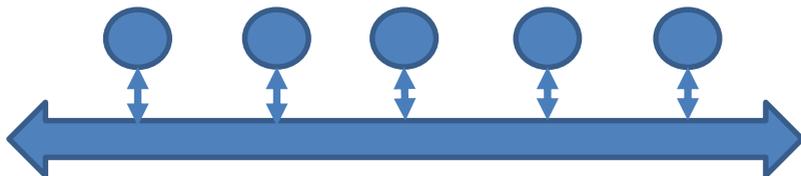
4. *Иерархическая топология* («дерево») имеет множество промежуточных узлов со своими окончными узлами и только один путь между любыми двумя узлами:



*Полносвязная топология «сеть»* имеет множество узлов, связанных друг с другом двумя и более путями:



В настоящее время в ЛВС широко используется стандарт Ethernet, который поддерживает *магистральную* или *шинную* сетевую топологию (англ. bus network):



В соответствии с этим стандартом множество оконечных узлов подключено непосредственно к общей магистрали как к одной точке и для передачи данных существует только один путь. Шинная топология также является полносвязной, так как данные, попав в магистраль с выхода абонента-передатчика, становятся доступны одновременно всем абонентам сети.

Физическая сетевая топология ЛВС внешне отличается от логической. Ниже показана типовая звезда для подключения к глобальной сети абонентов ЛВС стандарта Ethernet через сетевой коммутатор и маршрутизатор.

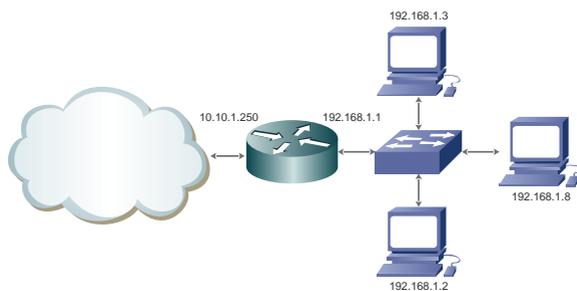


Рис. 5.1.1. Схема подключения локальной сети к интернету через маршрутизатор

По методам коммутации информационных потоков цифровые телекоммуникационные сети делятся на два типа:

1) с коммутацией каналов (англ. circuit switching) – физическое соединение между двумя абонентами сети устанавливается на все время сеанса связи (телефонная сеть, телерадиовещание);

2) с коммутацией пакетов (англ. packet switching) – информационное сообщение разбивается на фрагменты фиксированной длины (пакеты) и по частям передается абоненту-приемнику.

По направлению передачи данных каналы связи делятся:

– симплексные (simplex) – в одну сторону (GPS, радиовещание, ТВ);

– полудуплексные (half duplex) – попеременно двунаправленные (рация);

– дуплексные (duplex) – одновременно двунаправленные (телефон).

Для разделения радиочастотных телекоммуникационных каналов между абонентами в мобильной связи используются различные методы и стандарты. Например, в глобальном стандарте цифровой сотовой связи второго поколения GSM используются методы FDMA (frequency division multiple access) и TDMA (time division multiple access).

FDMA – поддерживает в пределах соты множественный доступ с частотным разделением каналов для каждого абонента. Дуплексный FDMA использует одновременно два канала: один для передачи, другой для приема.

TDMA – предоставляет последовательно каждому абоненту короткий временной сегмент (слот), циклически повторяющийся на протяжении сеанса связи (в GSM – 8 временных слотов).

Следующей ступенью развития сотовой связи стала группа стандартов CDMA (англ. code division multiple access – множественный доступ с кодовым разделением каналов), в которых описывается технология кодирования данных для разных пар абонентов в широкой полосе частот.

Для лучшего понимания принципиальных различий в разных методах коммутации каналов предположим, что в комнате находятся 16 человек и им нужно организовать сеансы связи попарно – 8 независимых каналов. Вышеперечисленным методам будут соответствовать следующие модели переговоров:

1. FDMA – пары абонентов отгораживаются звукоизолирующими экранами и ведут переговоры.

2. TDMA – каждой паре выделяется, например, пятисекундный временной слот. Первая пара разговаривает 5 с, остальные ждут, затем происходит обмен информации между второй, третьей и другими парами, а через 40 с канал связи передается первой паре. Если собеседникам в свой временной слот нечего сказать друг другу – просто пятисекундная пауза.

3. CDMA – пары абонентов могут разговаривать одновременно, но каждая пара разговаривает на своем, известном только им языке.

Мобильная связь третьего поколения (3G) и последующих строится на основе пакетной передачи данных. Сети 3G работают в диапазоне около 2 ГГц, передавая данные со скоростью до 3,6 Мбит/с. Они позволяют организовывать видеосвязь, смотреть на мобильном телефоне фильмы и другой объемный контент.

4G (англ. fourth generation) – поколение мобильной связи с повышенными требованиями. К четвертому поколению принято относить перспективные технологии, позволяющие осуществлять передачу данных мобильным абонентам со скоростью 100 Мбит/с и выше, а стационарным абонентам – 1 Гбит/с. Технологии LTE Advanced (LTE-A) и WiMAX 2 (WMAN-Advanced, IEEE 802.16m) были официально признаны беспроводными стандартами связи четвертого поколения Международным союзом электросвязи на конференции в Женеве в 2012 г.

Метод коммутации пакетов с времен создания первой сети ARPANET и до сих пор является основным в вычислительных сетях.

В настоящее время применяется два вида пакетной передачи данных:

- дейтаграммный, без установления сеансового логического канала (англ. datagram);
- с установлением виртуального канала (англ. virtual circuit).

При передаче в дейтаграммном режиме каждый пакет содержит порцию данных, служебную информацию, адреса отправителя и получателя, а также порядковый номер пакета в сообщении. Дейтаграммы, принадлежащие одному сообщению, могут передаваться по сети разными путями независимо друг от друга. Принимающее устройство принимает и упорядочивает пакеты в соответствии с их номерами, извлекает данные и восстанавливает все сообщение.

При передаче с созданием виртуального канала каналу в сети организуются постоянные логические маршруты для передачи потока пакетов конкретного информационного сообщения. Логическое соединение устанавливается на каждом узле коммутации до начала передачи данных путем обмена служебными пакетами между отправителем и получателем. В служебных пакетах содержатся параметры передачи и управления соединением (максимальный размер пакета с данными, маршрут передачи, скорость передачи, необходимость подтверждения о доставке (англ. acknowledgement), средства контроля над ошибками). После обработки служебного пакета в оперативной памяти каждого узла коммутации резервируется буферная зона для временного накопления пакетов данных, а в таблице маршрутизации размещаются сведения о расположении следующего узла. В одном физическом канале могут быть организованы тысячи логических соединений.

Одной из основных характеристик сети является ее производительность, представляемая комплексом параметров:

– *скорость передачи трафика* – отношение объема переданных данных к единице времени, обычно измеряется в битах в секунду (бит/с);

– *пропускная способность* – это максимально возможная скорость передачи, определяемая архитектурой сети;

– *задержка передачи* – промежуток времени между отправкой сетевого запроса и получением на него ответа;

– *вариация задержки* – разница между минимальной и максимальной задержкой на заданном промежутке времени.

Задержки при передаче файлов, загрузке электронной почты либо просмотре веб-страниц не влияют на качество работы. С другой стороны, задержки и их вариации при обмене голосовыми данными могут привести к значительным искажениям голоса, возникновению эха и падению качества связи до неприемлемого уровня.

По пропускной способности вычислительные сети подразделяют на следующие:

- низкоскоростные (до 10 Мбит/с);
- среднескоростные (10 Мбит/с и выше);
- высокоскоростные (100 Мбит/с и выше);
- гигабитные (1 Гбит/с и выше).

Расчетное время передачи сообщения по сети прямо пропорционально информационной емкости сообщения и обратно пропорционально скорости передачи трафика:

$$T \text{ (с)} = \frac{I \text{ (бит)}}{V \text{ (бит/с)}}$$

*Коэффициент готовности сети (коэффициент доступности)* характеризует надежность сети на длительном промежутке времени:

$$КГ = \frac{(ОДП - ВН)}{ОДП} \times 100 \%,$$

где ОДП – общая длительность периода времени,  
ВН – время неработоспособности сети.

*Коэффициент доставки пакетов* применяется для оценки надежности сети в текущий момент времени и определяется вероятностью доставки пакетов:

$$\text{КД} = \frac{(\text{ОП}-\text{ПП})}{\text{ОП}} \times 100 \%,$$

где ОП – количество отправленных пакетов,

ПП – количество потерянных пакетов.

*Безопасность сети* – уровень защищенности ресурсов вычислительной сети.

*Масштабируемость сети* – это возможность добавления новых сетевых абонентов без потери ее производительности.

*Управляемость* – это возможность централизованного управления и контроля всех компонентов сети, автоматизации решения основных задач сетевого администрирования и конфигурирования.

*Совместимость* – свойство сети, характеризующее возможность интегрировать разнотипные архитектурные элементы. Сети с неоднородной архитектурой называются гетерогенными.

## **§ 2. Модель взаимодействия открытых систем OSI**

Компьютеры с различной архитектурой могут взаимодействовать друг с другом посредством универсальных сетевых протоколов, которые регламентируют порядок обмена данными.

*Сетевой протокол* – набор правил и соглашений, регламентирующих порядок взаимодействия между сетевыми абонентами на одинаковом уровне представления данных.

*Сетевая модель OSI* (англ. The Open Systems Interconnection basic reference model – базовая эталонная модель взаимосвязи открытых систем) – абстрактная семиуровневая модель представления данных для проектирования сетевых коммуникаций и разработки сетевых протоколов. Разработана в 80-х г. XX в. Международной организацией по стандартизации (ISO).

Простыми словами, для передачи информационного сообщения от абонента А к абоненту Б данные должны последовательно пройти программно-аппаратное преобразование на компьютере А сверху вниз до физических сигналов, а затем на компьютере Б обратно снизу вверх до пользовательского представления.

При движении порции данных сверху вниз на каждом уровне модели OSI происходит *инкапсуляция* – добавление служебной информации в виде нового заголовка (англ. header). Данные, передаваемые по сети, размещаются в информационных контейнерах, вложенных друг в друга. Процесс поэтапного извлечения данных из этих контейнеров снизу вверх называется *декапсуляцией*.

*Уровень приложений* – верхний уровень модели OSI, обеспечивающий взаимодействие пользовательских приложений, установленных на конкретной аппаратно-программной платформе с сетью.

*Уровень представления* – вспомогательный уровень преобразования данных в целях совместимости приложений с разнородных платформ.

*Сеансовый уровень* обеспечивает создание, поддержку и завершение сеанса связи в зависимости от типа передаваемых данных (аудио- или видеопотоки, электронная почта, СМС, USSD-запросы<sup>1</sup>).

*Транспортный уровень* организует доставку данных от отправителя к получателю в соответствии с заданной степенью надежности. Относительно короткие пакеты данных могут по-

---

<sup>1</sup> USSD (англ. Unstructured Supplementary Service Data) – сервис в GSM-сетях, позволяющий организовать высокоскоростное интерактивное взаимодействие между абонентом и сервисными приложениями оператора. Все короткие USSD коды начинаются символом «\*» и заканчиваются символом «#».

вторно передаваться в сеть до подтверждения их получения абонентом-приемником или однократно без подтверждения, если потеря пакета в сети незначительна (для музыки и видео).

*Сетевой уровень* отвечает за выбор для пакетов сетевого пути или маршрутизацию с помощью логических адресов абонентов и их сопоставления с физическими адресами сетевых устройств.

Программно-аппаратный *канальный уровень* с помощью драйверов сетевых устройств обрабатывает данные в виде кадров – помехоустойчивых двоичных кодов стандартной длины, циркулирующих в конкретной физической сети.

На аппаратном *физическом уровне* модели OSI происходит преобразование двоичных кодов в последовательные физические сигналы среды передачи данных (электрические, оптические, электромагнитные), и наоборот.

*Межуровневый интерфейс* – набор формальных правил и соглашений, регламентирующих взаимодействие между соседними уровнями в процессе преобразования данных, передаваемых/принимаемых по сети.

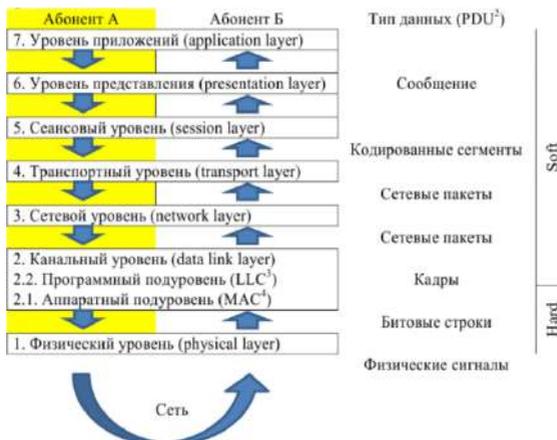


Рис. 5.2.1. Обмен данными между абонентами А и Б в соответствии с моделью OSI

*Базовая сетевая технология* – это стандартизованный набор программно-аппаратных средств и согласованных протоколов обмена данными нижних уровней, применяемых при развертывании ЛВС. Базовая сетевая технология определяет виды и форматы физических сигналов ЛВС, а также протоколы обмена данными на нижних уровнях.

Архитектура большинства современных ЛВС поддерживает стандарты группы IEEE 802 (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Институт инженеров электротехники и электроники):

- IEEE 802.3 – кабельные сети Ethernet;
- IEEE 802.11 – беспроводные сети LAN (Wi-Fi);
- IEEE 802.15 – беспроводные сети PAN;
- IEEE 802.15.1 – беспроводные сети Bluetooth;
- IEEE 802.16 – беспроводная городская сеть (WiMAX);
- IEEE 802.16e – широкополосные (мобильные) беспроводные сети.

Стандарты IEEE 802 определяют:

- параметры сигналов и типы соединений на физическом уровне модели OSI;
- формат кадров и протоколы управления доступом к среде передачи на канальном уровне.

Базовая сетевая технология Ethernet поддерживает шинную архитектуру (bus network) с общей магистралью передачи данных, одновременно доступных всем абонентам сети.

Чтобы передать данные, абонент-источник должен дождаться освобождения магистрали и выставить кадр данных с указанием физического MAC-адреса абонента-приемника.

Сетевые кабели в Ethernet-сетях подразделяются на три категории:

- коаксиальные (электрический провод в экранирующей оплетке);
- оптоволоконные (англ. fibre optic);

– витые пары (англ. twisted pair, TP) или скрученные пары электрических проводов, экранированные (англ. shielded twisted pair, STP) и неэкранированные (англ. unshielded twisted pair, UTP).

Режим работы *коаксиальной сети* – полудуплексный, т. е. абонент не может одновременно передавать и принимать данные. Скорость передачи данных в сети на коаксиальном кабеле не превышает 10 Мбит/с. В настоящее время подобные сети уже не используются.

*Волоконно-оптическая линия связи* (ВОЛС) – система кабелей и активных сетевых устройств, предназначенная для передачи данных в оптическом частотном диапазоне. Скорость передачи данных по оптоволокну в одном канале достигает 500 Гбит/с, длина – 4 км.

Локальные Ethernet-сети используют относительно короткие дуплексные оптоволоконные кабели (англ. fiber patch cord, оптический патч-корд) длиной до 30 м.

Локальная сеть на витых парах функционирует как шина с общим каналом передачи данных, но физически образует звездообразную топологию с *сетевым коммутатором* в центре. По кабелю типа «витая пара» поддерживается дуплексная передача данных на расстояние до 100 м со скоростью до 1 Гбит/с.

В беспроводной ЛВС существует два типа подключения абонентов:

- непосредственно друг к другу (ad hoc);
- к точке доступа (hot spot).

Устройство типа «точка доступа» подключается к глобальной сети (WAN-кабель) и является маршрутизатором ЛВС с абонентами, подключаемыми по радиоканалу. Для организации собственной ЛВС точке доступа присваивается уникальный символьный идентификатор SSID (англ. Service Set Identifier), который периодически транслируется в эфир. Расположенные рядом абоненты принимают SSID и подключаются через данную точку доступа к глобальной сети.

Если беспроводная сеть является защищенной, то для подключения к ней необходимы регистрация и авторизация (получение права доступа путем проверки подлинности учетных данных абонента).

Современное системное ПО позволяет создавать точку доступа на базе любого компьютера или смартфона, имеющего беспроводной сетевой адаптер Wi-Fi и подключенного к сети Интернет.

Таблица 5.2.1

### Сравнительные характеристики беспроводных базовых сетевых технологий

Технология	Стандарт IEEE	Тип сети	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты, ГГц
Wi-Fi	802.11ac	LAN	до 1 Гбит/с	до 300 м	5
Wi-Fi	802.11n	LAN	до 600 Мбит/с	до 300 м	2,4–2,5 или 5,0
WiMax	802.16d	MAN	до 75 Мбит/с	до 80 км	1,5–11
WiMax 2	802.16m	MAN, Mobile MAN	до 1 Гбит/с до 100 Мбит/с	до 150 км	до 11
Bluetooth v. 2.0	802.15.3	PAN	до 2,1 Мбит/с	до 100 м	2,4
Bluetooth v. 3.0	802.11	PAN	от 3 до 24 Мбит/с	до 100 м	2,4
Инфракрасная линия связи	IrDa	PAN	до 15 Мбит/с	до 10 м	Инфракрасное излучение

В реальных ЛВС количество верхних уровней обычно не соответствует абстрактной модели OSI, и обработка данных на них реализуется программными средствами.

*Стек протоколов* – это иерархически организованный набор взаимосвязанных сетевых протоколов для организации взаимодействия абонентов компьютерной сети на уровне приложений.

Современные глобальные сети с интернет-архитектурой используют четырехуровневый стек протоколов TCP/IP, разработанный по инициативе Министерства обороны США для сети ARPANET.

*TCP/IP* – стандарт стека протоколов для организации взаимосвязи открытых систем обработки данных в гетерогенных (неоднородных) вычислительных сетях, включая интернет. Протоколы этого стека поддерживаются всеми современными ОС.

Чтобы не занимать физический канал на весь сеанс связи, на транспортном уровне модели *TCP/IP* исходный массив данных разбивается на сегменты одинаковой длины.

*Основными протоколами транспортного уровня* являются протокол управления потоковой передачей данных *TCP* (англ. Transmission Control Protocol) с гарантированной доставкой данных и ненадежный, но быстрый протокол передачи дейтаграмм *UDP* (англ. User Datagram Protocol). Функции каждого протокола реализуются программным модулем, как правило, входящим в ОС.

Взаимодействие сетевых абонентов с использованием протокола *TCP* происходит в три этапа:

1. Установление логического канала связи.
2. Обмен данными.
3. Разрыв логического канала связи.

С момента создания логического канала между источником и получателем данных осуществляется постоянный диалог «запрос – ответ». Каждая порция отправленных данных подтверждается получателем (квитирование).

В начале каждого пакета данных размещается заголовок с минимальным размером (без опций) – 20 байт, а максимальным – 60 байт (пятнадцать 32-битовых слов) и следующей структурой:

<i>32 бита</i>			
<b>№ порта источника</b>		<b>№ порта получателя</b>	
<b>Порядковый номер пакета</b>			
<b>Номер подтверждения</b>			
<b>Длина заголовка</b>	<i>Резерв</i>	<b>Флаги</b>	<b>Размер окна</b>
<b>Контрольная сумма</b>		<b>Указатель важности</b>	
<b>Опции (необязательные, но используются практически всегда)</b>			
Данные			

## Структура пакета TCP

Двухбайтовые номера портов источника (source) и приемника (destination) зависят от приложений верхнего уровня, организующих обмен.

*Мультиплексирование данных* – функция протоколов транспортного уровня, позволяющая одновременно создавать между двумя сетевыми абонентами несколько логических каналов обмена данными.

Стандартные порты для протоколов TCP определяются функцией администрации адресного пространства интернета (англ. Internet Assigned Numbers Authority, далее – IANA):

- 80 – протокол передачи гипертекста (HTTP);
- 443 – защищенный протокол передачи гипертекста (HTTPS);
- 21 – протокол передачи файлов (FTP);
- 23 – протокол передачи текстовых сообщений в незашифрованном виде (Telnet);
- 25 – простой протокол передачи почты (SMTP);
- 143 – протокол доступа к электронной почте (IMAP);
- 53 – поддержка системы доменных имен (DNS);
- 161 – простой протокол управления сетью (SNMP).

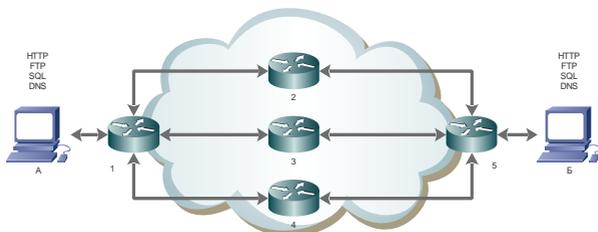


Рис. 5.2.2. Мультиплексирование потоков данных через порты

Порядковый номер пакета (англ. sequence number) необходим для правильного восстановления исходного массива данных на стороне приемника. Пакеты могут передаваться разными маршрутами с различной задержкой.

Номер подтверждения (англ. acknowledgement number) указывает на полноту и корректность принятых пакетов данных. В случае потери или искажения данных пакет направляется еще раз.

Длина заголовка (англ. data offset), или смещение блока данных содержит размер заголовка TCP, измеряемый в 32-битных сегментах.

Флаги-указатели служат для создания и обеспечения бесперебойной работы логического канала связи.

Размер окна – количество принятых пакетов данных, после которого абонент-получатель должен отправить подтверждение. В протоколе TCP используется метод «скользящего окна» (англ. sliding window), когда подтверждать нужно не каждый пакет данных, а количество, заданное в поле «размер окна» (отложенное подтверждение).

Обмен данными по протоколу TCP требует значительных временных затрат на создание и обслуживание двустороннего логического канала, что в некоторых ситуациях нецелесообразно.

При передаче больших массивов данных, где важна скорость доставки сообщения (IPTV, Voice over IP, онлайн-игры и т. п.), используют протокол UDP, где не предусмотрен контроль доставки пакетов (дейтаграмм).

Длина дейтаграммы теоретически может достигать  $2^{16}$ , но на практике, чтобы избежать фрагментации и существенных потерь UDP-пакетов, это значение устанавливают значительно меньше.

Заголовок UDP состоит из четырех полей по 16 бит:

<i>32 бита</i>	
<b>№ порта источника</b>	<b>№ порта получателя</b>
<b>Длина дейтаграммы</b>	<b>Контрольная сумма</b>
Данные	

## Структура пакета UDP

Поле контрольной суммы используется для проверки UDP-пакета на наличие ошибок. Если сумма не сгенерирована источником, то поле заполняется нулями.

Сегмент с заголовком транспортного уровня инкапсулируется в пакет сетевого уровня как единый неструктурированный блок данных.

Логическая идентификация любого абонента на уровне сетевого взаимодействия осуществляется по его уникальному IP-адресу, который присваивается во время конфигурирования ЛВС и размещается в заголовке пакетов сетевого уровня.

*IP* – протокол сетевого уровня, который обеспечивает маршрутизацию пакетов данных в любых композиционных сетях, связанных межсетевыми шлюзами.

*IP-маршрутизация* – определение пути прохождения пакетов данных от абонента-источника (в одной ЛВС) к абоненту-приемнику (в другой ЛВС) через промежуточные межсетевые узлы.

По IP-адресу можно найти любой компьютер в сети, но данными обмениваются не компьютеры сами по себе, а конкретные прикладные программы.

IP-адрес с номером порта приложения называется *IP-сокетом* (англ. socket) и выглядит следующим образом:

10.1.133.1:80.

*Шлюз* (англ. gateway) – это устройство сетевого уровня, предназначенное для стыковки ЛВС, независимых друг от друга по архитектуре и адресному пространству. В качестве шлюзов можно использовать обычные компьютеры с несколькими сетевыми картами и поддерживающим ПО, но в современных сетях чаще используются специальные маршрутизаторы.

*Маршрутизатор* (англ. router) – активное сетевое устройство с функциями многопортового шлюза. Каждому порту маршрутизатора присваивается уникальный IP-адрес в адресном пространстве той сети, к которой он подключен.

*Таблица маршрутизации* – база данных, устанавливающая соответствие между IP-адресами абонентов и интерфейсами подключения внешних сетей.

Для каждого IP-пакета данных маршрутизатор работает как автоматический переключатель каналов. Приняв пакет данных по одному из портов, маршрутизатор извлекает из заголовка IP-адрес абонента-приемника (англ. destination IP-address) и определяет по своей таблице маршрутизации номер порта сети, в которую следует переправить пакет. Записи в таблицы маршрутизации могут вноситься непосредственно администратором (статическая маршрутизация) или на основе специальных протоколов взаимодействия маршрутизаторов (динамическая маршрутизация). Пакеты с IP-адресами неизвестных сетей назначения направляются в порт, заданный по умолчанию.

*Стандарт NAT* (англ. Network Address Translation) представляет набор спецификаций для преобразования IP-адресов транзитных пакетов в композиционных сетях TCP/IP.

Преобразование адресов методом NAT производится в маршрутизаторах, серверах доступа, межсетевых экранах, подключенных к глобальной сети (через WAN-порт). Суть метода состоит в подмене выделенных IP-адресов своей ЛВС (из диапазонов: 10.0.x.x, 192.168.x.x, 172.x.x.x) на один адрес внешней сети.

Технология NAT поддерживается в последних версиях Windows как Internet Connection Sharing (ICS) или «общий доступ к интернет-подключению».

Недостатки NAT:

– не все протоколы и программы поддерживают двустороннюю трансляцию адресов (пиринговые сети);

- затруднена адресация внутренних абонентов-источников при обращении из интернета;
- много обращений по одному адресу могут вызвать эффект DoS-атаки.

Ряд недостатков NAT компенсирует SOCKS (*англ.* Socket Secure) – сетевой протокол, который позволяет прозрачно пересылать пакеты от абонента-источника к абоненту-приемнику через прокси-сервер. Основным преимуществом SOCKS-прокси является возможность работы клиент-серверных приложений за границами межсетевого экрана.

На канальном уровне стека TCP/IP обеспечивается коммутация каналов связи в пределах одной локальной сети с помощью физических MAC-адресов.

MAC-адрес – это уникальный аппаратный 48-битовый идентификатор сетевых устройств, присваиваемый на заводе-изготовителе. MAC-адреса отправителя и получателя входят в состав заголовка кадра данных, передаваемого по сети.



Рис. 5.2.3. Структура MAC адреса

Соответствие MAC-адресов сетевых устройств логическим IP-адресам абонентов сети устанавливается с помощью ARP-таблиц (*англ.* Address Resolution Protocol), формируемых на основе широковещательных ARP-запросов на сетевом хосте. RARP (*англ.* Reverse Address Resolution Protocol – протокол обратного

преобразования адресов) преобразует физические сетевые адреса в IP-адреса.

В Ethernet-сетях все компьютеры подключаются к специальному устройству – сетевому коммутатору, образуя топологическую звезду.

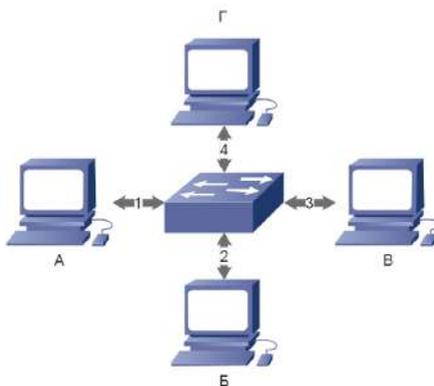


Рис. 5.2.4. Локальная сеть с топологией «звезда» и коммутатором в центре

*Сетевой коммутатор* (свитч, англ. switch – переключатель) – активное сетевое устройство канального уровня, предназначенное для подключения нескольких абонентов или сегментов ЛВС с шинной архитектурой.

Коммутатор имеет буфер памяти для временного хранения данных и таблицу коммутации MAC-адресов абонентов, непосредственно подключенных к его портам.

В процессе обращений сетевых устройств коммутатор, извлекая из кадров данных MAC-адреса, формирует таблицу коммутации:

№ порта	MAC-адрес (hex)
1	AA-11-11-11-11-11
2	BB-22-22-22-22-22
3	CC-33-33-33-33-33
4	DD-44-44-44-44-44

Если коммутаторы отвечают за направление пакетов данных между компьютерами в пределах одной ЛВС, то маршрутизаторы распределяют пакеты данных между сетями, к которым они подключены. При перемещении Ethernet-кадров из одной ЛВС в другую значения MAC-адресов в заголовках канального уровня будут меняться в соответствии с таблицами маршрутизации.

Рассмотрим на примере, как изменяются MAC-адреса источника и приемника при передаче пакета данных от абонента А к абоненту Г по произвольной неоднородной сети.

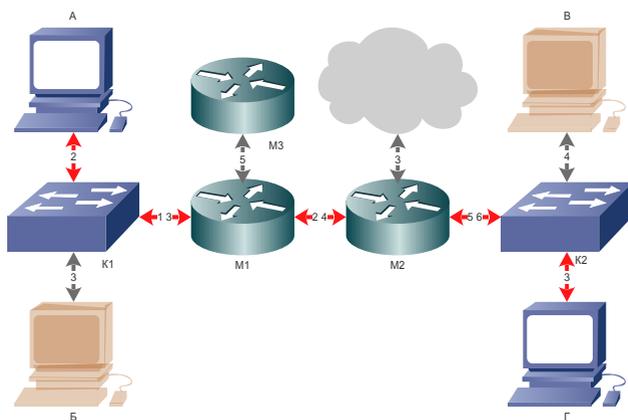


Рис. 5.2.5. Доставка пакета от абонента А к абоненту Г

Цепочка устройств на пути от абонента А к абоненту Г будет следующей:

$$A \rightarrow K1 \rightarrow M1 \rightarrow M2 \rightarrow K2 \rightarrow G,$$

где K1, K2 – коммутаторы канального уровня, работающие с MAC-адресами; M1, M2 – маршрутизаторы сетевого уровня, работающие с IP-адресами.

В заголовке каждого кадра содержится MAC-адрес абонента-источника и MAC-адрес абонента-приемника.

1. Маршрут в сети 1:  $A \rightarrow K1 \rightarrow M1$ :

source MAC-адрес – компьютер А;

destination MAC-адрес – порт 3 маршрутизатора 1.

2. Маршрут в сети 2:  $M1 \rightarrow M2$ :

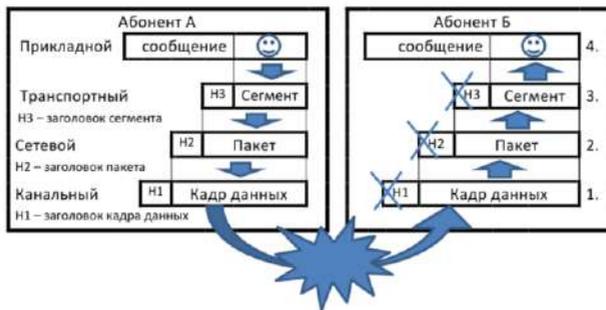
source MAC-адрес – порт 2 маршрутизатора 1;  
destination MAC-адрес – порт 4 маршрутизатора 2.

3. Маршрут в сети 3:  $M2 \rightarrow K2 \rightarrow Г$ :

source MAC-адрес – порт 5 маршрутизатора 2;  
destination MAC-адрес – компьютер Г.

На стороне приемника пакеты данных последовательно, снизу вверх, обрабатываются, и на транспортном уровне из отдельных сегментов собирается целостный массив исходных данных, передаваемый затем в свое приложение для интерпретации.

Процесс многоуровневой инкапсуляции/декапсуляции данных при передаче пакета от абонента А к абоненту Б можно изобразить следующим образом.



*Рис. 5.2.6. Многоуровневая инкапсуляция данных при передаче пакета от абонента А к абоненту Б*

### § 3. Адресация в компьютерных сетях

Маршрутизация в интернете осуществляется на уровне сетевого взаимодействия модели TCP/IP, при этом идентификатором сетевого абонента является его IP-адрес, который может быть представлен в двух форматах: IPv4, IPv6.

В версии протокола IPv4, IP-адрес имеет размер 4 байта и делится на битовые группы разрядов адреса сети и разрядов адреса абонента в этой сети. При администрировании сетевой конфигурации IP-адрес обычно указывается в байтово-десятичном формате:

	IP-адрес абонента (32 бита)			
Dec	194	1	133	20
Bin	11000010	00000001	10000101	00010100
	Адрес сети			Адрес абонента

В первых версиях протокола IP под адрес сети отводился старший байт, а остальные определяли адрес хоста. При таком подходе в едином адресуемом информационном пространстве можно было создать 256 независимых сетей, в каждой из которых могло функционировать  $2^{24}$  компьютера, что на практике встречается достаточно редко.

Затем была принята классификация сетей по битовому коду старшего байта IP-адреса.

Например, известно, что у сетевого компьютера IP-адрес 192.1.1.28.

Старший байт принадлежит интервалу 192–223 (начинается с битов 110), следовательно, компьютер находится в ЛВС класса С, в адресном IP-пространстве которой могут функционировать не более 254 абонентов ( $2^8 - 2$ ).

	8 бит		8 бит		8 бит		8 бит	
Класс А	0	адрес сети			0.X.X.X ÷ 127.X.X.X			
Класс В	1	0	адрес сети			128.X.X.X ÷ 191.X.X.X		
Класс С	1	1	0	адрес сети			192.X.X.X ÷ 223.X.X.X	
Класс D	1	1	1	0	224.X.X.X ÷ 239.X.X.X адрес группы multicast			
Класс E	1	1	1	1	240.X.X.X ÷ 255.X.X.X зарезервировано			

В IP-сетях широко практикуется разделение адресного пространства, выделенного в соответствии с заданным классом, на логические подсети. Для этого используется сетевая маска – не-

прерывная последовательность единиц в старших разрядах, принудительно выделяющих в IP-адресе биты адреса сети. При использовании маски теряется смысл классификации сетей по старшему байту.

При бесклассовой адресации несложно вычислить адрес сети (подсети) абонента по его IP-адресу и маске. Достаточно побитно перемножить соответствующие разряды:

$$IP_{\text{сети}} = IP_{\text{хоста}} \wedge M_{\text{хоста.}}$$

IP-адрес сетевого абонента	
N – адрес сети	H – адрес абонента в сети N
M – маска подсети	
1 1 1 ... 1	0 0 0 ... 0
N <sub>1</sub> – адрес подсети	H <sub>1</sub> – адрес хоста в подсети N <sub>1</sub>

Пусть IP-адрес хоста 210.56.78.212, следовательно, адрес сети без маски: 210.56.78.0.

Если задана маска 255.255.255.224, то:

– адрес хоста: 11010010.00111000.01001110.110|10100;

– маска: 11111111.11111111.11111111.111|00000;

– адрес подсети: 11010010.00111000.01001110.110|00000;

– адрес подсети: 210.56.78.192;

– нулевых разрядов в маске 5.

Количество компьютеров в подсети:

$$2^5 - 2 = 30.$$

Диапазон адресов для сетевых компьютеров:

$$210.56.78.193 \div 210.56.78.222.$$

Широковещательный (broadcast) адрес сети:

$$210.56.78.223.$$

Часто можно встретить запись IP-адресов в формате CIDR<sup>1</sup> с указанием количества разрядов, отводимых под адрес сети (единичных битов маски): 193.1.1.0/24.

Маска 255.255.255.255 или /32 означает единичный хост, подключаемый по каналу «точка-точка».

Рассмотрим на примере, как на практике можно использовать маску.

Предположим, для подразделения ОВД выделили сеть класса С с адресом 192.1.168.0/24.

Диапазон адресов для компьютеров в этой сети:

$$\boxed{192.1.168.1} \div \boxed{192.1.168.254}.$$

Далее, для краткости заменим три старших октета с постоянными разрядами IP-адреса сети буквой N.

Системному администратору необходимо выделить из общего адресного пространства четыре отдельные подсети, т. е. сконфигурировать четыре логических сегмента в одной физической сети, компьютеры которых не будут «видеть» друг друга.

Увеличив маску на два бита, получаем четыре подсети с IP-адресами:

Адрес подсети	Младший адрес хоста	Старший адрес хоста	Broadcast-адрес
N.00 000000 <sub>2</sub>	N.00 000001 <sub>2</sub> = N.1 <sub>10</sub>	N.00 111110 <sub>2</sub> = N.62 <sub>10</sub>	N.00 111111 <sub>2</sub> = N.63 <sub>10</sub>
N.01 000000 <sub>2</sub>	N.01 000001 <sub>2</sub> = N.65 <sub>10</sub>	N.01 111110 <sub>2</sub> = N.126 <sub>10</sub>	N.01 111111 <sub>2</sub> = N.127 <sub>10</sub>
N.10 000000 <sub>2</sub>	N.10 000001 <sub>2</sub> = N.129 <sub>10</sub>	N.10 111110 <sub>2</sub> = N.190 <sub>10</sub>	N.10 111111 <sub>2</sub> = N.191 <sub>10</sub>
N.11 000000 <sub>2</sub>	N.11 000001 <sub>2</sub> = N.193 <sub>10</sub>	N.11 111110 <sub>2</sub> = N.254 <sub>10</sub>	N.11 111111 <sub>2</sub> = N.255 <sub>10</sub>

*Статический IP-адрес* прописывается вручную в настройках протокола TCP/IP сетевого устройства и постоянно соответствует определенному хосту. Это позволяет легко управлять правами доступа к сетевым ресурсам (например, подключением

<sup>1</sup> Classless Inter-Domain Routing – бесклассовая междоменная маршрутизация.

к сети Интернет) для каждого хоста, но при этом учет всех используемых адресов и разрешение коллизий возлагаются на администратора сети.

Если в сетевых настройках хоста IP-адрес не прописан, то он назначается специальной службой DHCP.

*Динамический IP-адрес* присваивается сетевому устройству автоматически при подключении к сети и закрепляется за ним в течение заданного промежутка времени.

*DHCP* (англ. Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамической настройки сетевых устройств, автоматически назначающий IP-адреса и другие параметры, необходимые для работы в сети TCP/IP. Динамический IP-адрес раздается всем хостам сети специальной службой (сервисом) DHCP в пределах заданного диапазона и срока действия. Сервер, на котором запущена служба, называется DHCP-сервером, хост с динамическим IP-адресом называется DHCP-клиентом.

В одноранговой сети нет DHCP-сервера, но на каждом компьютере установлен (по умолчанию) DHCP-клиент. Во время загрузки ОС DHCP-клиент пытается найти в сети доступный DHCP-сервер для получения IP-адреса. После неудачной попытки получить IP-адрес DHCP-клиент данного компьютера включает встроенную функцию IANA, которая назначает компьютеру IP-адрес и маску подсети из зарезервированного диапазона (169.254.0.0/16). При этом IANA отслеживает уникальность адресов в сети.

В сетевых сегментах интернета IP-адреса устанавливаются провайдерами либо региональными интернет-регистраторами (RIR, англ. Regional Internet Registry). Статус RIR присваивается международной организацией ICANN<sup>1</sup>. Региональные регистраторы получают глобальные диапазоны IP-адресов у организации IANA, распределяют и выдают номера автономных систем

---

<sup>1</sup> Internet Corporation for Assigned Names and Numbers – корпорация по управлению доменными именами и IP-адресами.

и диапазоны адресов меньшего размера локальным интернет-регистраторам (англ. Local Internet Registries, LIR), национальным интернет-регистраторам и провайдерам. Сейчас существует пять глобальных интернет-регистраторов:

- ARIN для Северной Америки, Багамских островов, Пуэрто-Рико и Ямайки;
- APNIC для Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии, Австралии и Океании;
- AfriNIC для Африки;
- LACNIC для Южной Америки, Карибского бассейна;
- RIPE NCC для Европы, Центральной Азии и Ближнего Востока.

Следующие диапазоны определены IANA только для ЛВС (частные адреса) и не используются в сети Интернет (не контролируются централизованно):

- 10.0.0.0/8;
- 172.16.0.0/12;
- 192.168.0.0/16.

Чтобы избавить пользователей от необходимости оперировать с цифровыми IP-адресами, для однозначной идентификации абонентов в компьютерных сетях ввели альтернативные символьные имена.

*NetBIOS* (англ. network basic input/output system) – стандарт обмена данными в одноранговых ЛВС, поддерживает динамические 16-символьные имена.

Например, для папки C:\Intel\ на компьютере с NetBIOS-именем DESKTOP-A82B2R4 сетевой адрес будет:



*WINS* (англ. Windows Internet Name Service) – служба поддержки интернет-имен в ОС MS Windows, обеспечивающая взаимосвязь NetBIOS-имен сетевых абонентов с их IP-адресами. По своей сути и функционалу, WINS для NetBIOS – это

аналог системы доменных имен, но без поддержки иерархической структуры.

Чтобы избежать проблем, связанных с особенностями кодирования адресов абонентов в пространстве глобальной сети, была разработана специальная система поддержки символьных имен – DNS.

*Система доменных имен* (DNS, Domain Name System) состоит из трех основных компонентов:

- множество доменных имен и ресурсных записей (англ. domain name space and resource records);

- серверы доменных имен (англ. domain name server) с базами данных о именах своего домена и указателями на серверы других доменов;

- ресолверы (англ. resolver) – клиентское ПО в составе сетевых ОС для взаимодействия приложений с DNS-серверами.

*Домен (в сети)* – группа сетевых абонентов, принадлежащих единому виртуальному информационному пространству с уникальным доменным именем.

Если глобальную доменную структуру представить как иерархическое дерево, то ресолверы должны обеспечить пользователям приложения взаимодействие с любой частью этого дерева, независимо от того, в какой ветви они находятся.

*DNS* – это распределенная по сети Интернет база символьных имен с IP-адресами и ПО для обработки клиентских адресных запросов. Основное назначение баз DNS – связывание символьных строк с реальными IP-адресами. На начальном этапе это были просто текстовые файлы с именем hosts, содержавшие таблицу соответствий «доменное имя – IP-адрес», как в телефонном справочнике. Файлы тиражировались всем заинтересованным абонентам и периодически обновлялись.

Современная система DNS устроена значительно сложнее:

1. Поиск IP-адреса начинается с просмотра локального текстового файла с именем `hosts` без расширения, расположенного в папке: `C:\Windows\System32\drivers\etc\`.

Классический `hosts` содержит таблицу DNS-имен и IP-адресов:

```
"
# For example:
# 102.54.94.97      rhino.acme.com      # source server
# 38.25.63.10      x.acme.com          # x client host

# localhost name resolution is handled within DNS itself.
# 127.0.0.1        localhost
# ::1              localhost|
```

2. Если `hosts` не содержит нужные сведения, приложение просматривает локальный кэш ранее сделанных запросов (временная область памяти).

Кэширование DNS на локальном компьютере обеспечивает быстрый доступ к любому домену и снижает нагрузку на DNS-сервер за счет уменьшения количества обращений к нему.

У кэширования есть серьезный минус. Длительность хранения информации задается параметром «срок жизни», и если у сайта в это время поменялся IP-адрес, доступ к нему прекращается. Когда возникает подобная проблема, одним из способов ее решения является очистка локального кэша DNS с помощью команды: `ipconfig /flushdns`.

Если нужного IP-адреса в локальном кэше нет, возможны варианты.

3. Резолвер абонента-источника посылает ближайшему DNS (серверу) запрос, в котором просит определить IP-адрес абонента-приемника. В сети Интернет «ближайшим» является DNS, который явно прописан в сетевых свойствах абонента, или сервер провайдера доступа.

Если DNS в своей базе находит искомый IP-адрес, то он возвращает его резолверу.

4. Если нужного IP-адреса в базе DNS абонента-источника нет, он направляет последовательные запросы к DNS доменной зоны абонента-приемника или к корневому DNS.

Полное доменное имя сетевого абонента Fully Qualified Domain Name (FQDN) состоит из символического имени абонента, имени текущего домена и иерархической последовательности всех имен родительских доменов, разделенных точками. Например, полное имя «дгск.мвд.рф» обозначает абонента «дгск», находящегося в домене второго уровня «мвд», который в свою очередь входит в домен верхнего уровня «рф» (который входит в безымянный корневой домен «.»), но правая точка в доменном имени обычно не указывается). Причем в некоторых случаях имя домена может совпадать с именем абонента (мвд.рф).

Как и IP-адреса, полные доменные имена для каждого сетевого компьютера уникальны.

Часть дерева доменных имен, администрируемых конкретным DNS-сервером (связанной группой DNS-серверов), называется *доменной зоной*.

*Корневые серверы DNS* – это специальные серверы, обеспечивающие работу корневой зоны DNS в сети Интернет. Корневые серверы кроме непосредственной трансляции доменных имен позволяют получить список DNS-серверов для любого домена первого уровня (Top-Level Domain, TLD): COM, NET, INF, RU и др.

Сейчас в интернете развернуто 13 корневых серверов DNS с полными доменными именами:

*a.root-servers.org, b.root-servers.org, ... m.root-servers.org*

Корневые серверы DNS управляются различными организациями, действующими на основании соглашений с корпорацией

ICANN. В их число входят университеты, подразделения Министерства обороны США, некоммерческие ассоциации<sup>1</sup>.

Администратором национальных доменов верхнего уровня .RU и .РФ является Координационный центр национального домена сети Интернет (Координационный центр доменов RU/РФ). Основной задачей Координационного центра является обеспечение надежного и стабильного функционирования DNS-инфраструктуры российского сегмента сети Интернет. Кроме регистрации доменных имен в зонах .RU и .РФ. Координационный центр обладает полномочиями по выработке правил регистрации, аккредитации регистраторов и исследованию перспективных проектов, связанных с развитием российских доменов верхнего уровня.

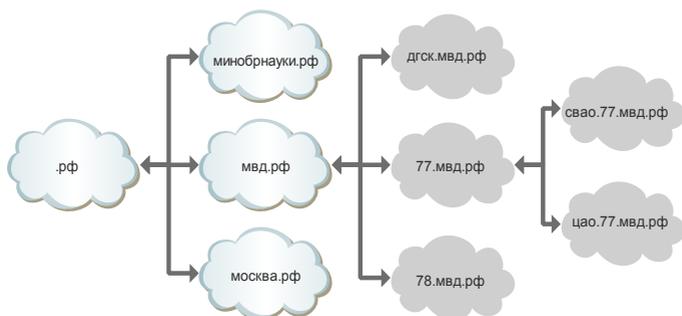


Рис. 5.3.1. Доменная структура

В ОС семейства MS Windows поддерживается также служба каталогов *Active Directory* – иерархически организованное хранилище данных об объектах сети, обеспечивающее удобные средства поиска и использования этих данных. Технология *Active Directory* основана на стеке TCP/IP и помогает четко определять структуру сети. Средствами DNS иерархию доменов

<sup>1</sup> Официальная информация о действующих корневых серверах публикуется на сайте Ассоциации операторов корневых серверов DNS // URL: <http://root-servers.org>.

Active Directory можно вписать в пространство интернета или оставить самостоятельной в пределах изолированной ЛВС.

Компьютер, на котором установлен сервис Active Directory, называется *контроллером домена*. В базе данных домена хранятся учетные записи пользователей, групп и сетевых компьютеров, а также сведения о ресурсах общего доступа: папках, принтерах и т. п. Домены могут распределяться по различным физическим сегментам сети, и в каждом домене действуют собственные политики безопасности и доверительные отношения с другими доменами.

В отличие от полного NetBIOS-имени ресурса, в интернет-сетях используется универсальный указатель ресурса URL (Universal Resource Locator):

<схема>://<логин>:<пароль>@<хост>:<порт>/<URLпуть>?  
<параметры>#<якорь>,

где схема – схема обращения к ресурсу (сетевой протокол);  
логин – имя пользователя, используемое для доступа к ресурсу;  
пароль – пароль доступа для аутентификации пользователя;  
хост – полное доменное имя (FQDN) или IP-адрес сетевого абонента;  
порт – порт приложения сетевого абонента;  
URL-путь – уточняющая информация о локальном адресе ресурса;  
параметры – строка параметров запроса, передаваемых на сервер методом GET:  
?параметр\_1=значение\_1&параметр\_2=значение\_2&...;  
якорь – идентификатор «якоря» – указателя гипертекстовой ссылки внутри документа.



Рис. 5.3.2. Пример URL-адреса

## § 4. Интегрированная мультисервисная телекоммуникационная система МВД России

*Интегрированная мультисервисная телекоммуникационная система МВД России (далее – ИМТС)* – это универсальная телекоммуникационная транспортная среда, позволяющая обеспечить предоставление комплекса услуг связи подразделениям системы МВД России, в том числе обеспечить взаимодействие компонентов ИСОД.

Иерархическая структура ИМТС состоит:

1. Главного коммутационного узла ИМТС (ГКУ).
2. Опорных коммутационных узлов ИМТС федеральных округов Российской Федерации (ОКУ).
3. Региональных коммутационных узлов ИМТС территориальных органов МВД России (РКУ).

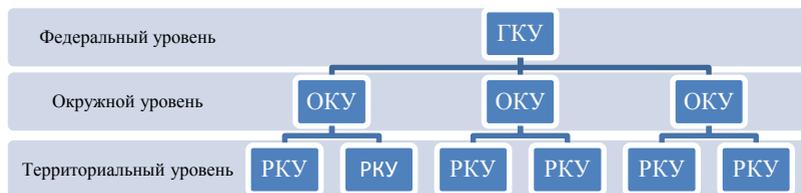


Рис. 5.4.1. Структура ИМТС

Взаимодействие между ГКУ, ОКУ и РКУ осуществляется с использованием высокоскоростных каналов Магистральной сети передачи данных МВД России (МСПД) *по радиальному принципу подключения* (от центра в регионы). Для повышения устойчивости и надежности функционирования ИМТС организованы резервные высокоскоростные каналы передачи данных между соседними ОКУ.

Подключение к узлам сетевых абонентов и абонентских локальных сетей осуществляется по каналам проводного и беспроводного доступа МВД России, а также внешних операторов связи.

Первая очередь МСПД МВД России была создана в 1997 г. и обеспечивала передачу несекретных данных по магистральным каналам с пакетной коммутацией на основе сетевого протокола X.25 между уровнями МВД России – МВД, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации, УВДТ.

Сотрудники ОВД получили удаленный доступ к банкам данных общего пользования и специализированным территориально распределенным автоматизированным системам по коммутируемым и выделенным телефонным линиям.

В состав первой очереди МСПД входили:

- главный узел сети в МВД России (г. Москва, ул. Житная, 16);
- резервный узел сети в ГИЦ МВД России (г. Москва, ул. Новочеремушкинская, 67);

- территориальные узлы сети в МВД, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации (по одному на каждый);

- узлы сети в подразделениях центрального аппарата МВД России;

- абонентские пункты сети в подразделениях органов внутренних дел, подключенные к узлам сети;

- каналы и линии связи, связывающие узлы сети и абонентские пункты между собой.

Узлами с уникальными сетевыми адресами являлись серверы, предоставлявшие сетевые услуги. В качестве магистральных каналов ведомственной МСПД использовались каналы связи национальных систем передачи данных общего пользования. Работа абонентов ведомственной МСПД в указанных системах осуществлялась по принципу «закрытой группы пользователей».

На узлах ведомственной МСПД в качестве сетевого приложения использовалась система «ДИОНИС», которая позволяла создать единое информационное пространство для обмена данными между абонентами подразделений ОВД, а также имела возможность удаленного доступа к информационным сетям других федеральных органов власти.

В системе «ДИОНИС» были реализованы следующие сетевые функции:

- электронная почта, включая пересылку вложенных файлов;
- электронные «доски объявлений»;
- управление сетевыми базами данных;
- текстовые телеконференции в режиме реального времени;
- обмен данными в автоматическом режиме между узлами ведомственной МСПД;
- удаленный доступ абонентов в режиме реального времени по выделенным или коммутируемым линиям связи, а также по локальным сетям;
- шлюзы для обмена данными с телексными, телеграфными и факс-сетями;
- администрирование, в том числе контроль и разграничение доступа к функциям системы «ДИОНИС» и протоколирование работы его абонентов.

На каждом узле в системе «ДИОНИС» в первую очередь регистрировался ответственный сотрудник – администратор узла с соответствующими полномочиями. Все указания администратора узла, касающиеся вопросов эксплуатации ведомственной МСПД и системы «ДИОНИС», являлись обязательными для всех абонентов узла сети.

Координация работы администраторов узлов и контроль за функционированием МСПД осуществлялись двумя главными администраторами, один из которых отвечал за работу абонентов в сети, а другой – за решение технических вопросов, возникавших при эксплуатации.

Подключение абонентов (АП) к узлам сети обеспечивалось администраторами этих узлов по выделенным линиям связи или по обычным коммутируемым телефонным каналам (УАТС, ГТС, МГТС, сеть «Искра-2»).

Впервые для локальных сетей подразделений МВД России и межсетевого хостинга вводилось централизованное распределение IP-адресов. Подразделения центрального аппарата МВД России, МВД, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации получили диапазоны IP-адресов для сетей класса C. Разбиение адресного пространства на подсети осуществлялось администраторами самостоятельно. В случае необходимости МВД, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации, подразделения центрального аппарата МВД России через администрацию ведомственной МСПД могли получить дополнительные IP-адреса.

В период с 2005 по 2011 г. в МВД России была создана единая информационно-телекоммуникационная система органов внутренних дел (далее – ЕИТКС).

Мероприятия одного из основных направлений по реализации целевой ведомственной программы ЕИТКС были нацелены на создание базовой телекоммуникационной инфраструктуры ОВД – ИМТС, позволившей обеспечить интеграцию различных традиционных подсистем связи (передача цифровых данных, телефонию, видео-конференц-связь и др.) на базе единых технологий, схемных решений и наборов типовых программно-аппаратных средств.

Значительное улучшение качества и надежности каналов связи положительно сказалось на оперативности управления силами и средствами ОВД при выполнении ими профильных оперативно-служебных задач. Использование IP-телефонии позволило достигнуть значительной экономии на услугах внутризонавой и междугородней связи. Дистанционные совещания в режиме видео-конференц-связи оказались значительно эффективнее аудиоселекторных.

Современная ИМТС МВД России включает:

– магистральную сеть передачи данных на базе собственных каналов, а также арендуемых каналов связи и сетей российских операторов связи;

- сеть проводного доступа на базе линий связи МВД России, а также каналов связи внешних операторов;
- сеть беспроводного доступа на базе собственных технических средств и арендуемых у российских операторов сетей беспроводной связи;
- подсистему мониторинга и управления сетью.

Отдельным направлением развития ИМТС стала организация мобильного доступа сотрудников ППС, ДПС ГИБДД МВД России, участковых уполномоченных полиции к информационным ресурсам ИСОД с использованием 3G-, 4G-сетей операторов связи либо систем спутниковой связи. Кроме доступа к информационным ресурсам ИСОД подразделения МВД России имеют возможность подключения к навигационным системам ГЛОНАСС и GPS.

Внешнее информационное взаимодействие МВД России с гражданами и сторонними организациями осуществляется через защищенный шлюз между ИМТС и информационно-телекоммуникационной сетью Интернет.

Сеть спутниковой связи ОВД является составной частью ИМТС, построена на базе геостационарных спутников-ретрансляторов, состоит из центральной земной станции спутниковой связи и спутниковых терминалов, установленных по месту дислокации органов внутренних дел Российской Федерации.

Выделение IP-адресов ИМТС осуществляется подразделениями информационных технологий, связи и защиты информации с учетом требований функционирования специализированных аппаратно-программных комплексов и топологии сети.

Для оперативного назначения IP-адресов администраторами региональных коммуникационных узлов ИМТС обеспечивается поддержка сервиса DHCP. Допускается использование статических IP-адресов из выделенного диапазона для закрепления за серверным оборудованием и активным сетевым оборудованием. Использование NAT-технологии при организации локальных

вычислительных сетей разрешается по согласованию с Департаментом информационных технологий, связи и защиты информации (ДИТСиЗИ МВД России) и Главным информационно-аналитическим центром Министерства внутренних дел Российской Федерации (ГИАЦ МВД России).

В зависимости от количества пользователей (абонентов) ИМТС на объекте дислокации подразделений МВД России, требуемой скорости обеспечения их доступа к ресурсам и сервисам ИМТС, а также уровня развития существующей на объектах телекоммуникационной инфраструктуры рабочие места для подключения к ИМТС (узлы доступа) оснащаются типовыми комплектами технологического оборудования.

Корпоративная телефонная сеть в ИМТС представляет собой набор коммуникационных протоколов, технологий и методов, обеспечивающих традиционные для телефонии набор номера, дозвон и двустороннюю голосовую связь с возможностью обмена видеосообщениями.

Распределение диапазонов IP-адресов v4 и v6, мнемонических кодов и корпоративной телефонной нумерации утверждено приказом МВД России от 23 сентября 2015 г. № 926 «Об утверждении структуры и системы адресации интегрированной мультисервисной телекоммуникационной сети Министерства внутренних дел Российской Федерации».

Таблица 5.4.1

**IP-диапазоны, выделенные для г. Москвы**

Наименование ОВД	Пользовательская IP-адресация			Технологическая IP-адресация				
	Число сетей класса «B»	Подсети	Первый адрес в подсети	Последний адрес в подсети	Число сетей класса «C»	Подсети	Первый адрес в подсети	Последний адрес в подсети
Подразделения МВД России в г. Москве	9	10.0.0/15	10.0.1	10.1.255.255	266	172.16.0/21	172.16.0.1	172.16.9.255
		10.4.0/14	10.4.0.1	10.7.255.255		172.16.8.0/23		
		10.8.0/15	10.8.0.1	10.9.255.255		172.17.0.0/16		
ГУ МВД Рос- сии по г. Москве	6	10.10.0/15	10.10.0.1	10.15.255.255	2	172.16.10.0/23	172.16.10.1	172.16.15.255
		10.12.0/14				172.16.12.0/22		

## **Глава 6. Информационные системы в психологии**

### **§ 1. Основные понятия, возможности и классификация информационных систем**

В информатике любая система рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов, ее состояние дискретно изменяется во времени.

*Информационная система* (далее – ИС) – это система, состоящая из информационного массива и информационных технологий, обеспечивающих обработку информации.

В зависимости от целевого назначения информация, циркулирующая в ИС, отражает те или иные сведения, поступающие из внешнего пространства, или может возникнуть как новые знания на основе имеющейся базы знаний и интеллектуальных возможностей.

*Интеллект* – способность воспринимать информацию и сохранять ее в качестве знания для построения адаптивного поведения в среде или контексте.

*Искусственный интеллект* – способность устройства выполнять функции, ассоциирующиеся с интеллектом человека, например такие, как логические выводы, рассуждения и обучение.

*Информационный поиск* – информационная технология, позволяющая по заданным критериям извлекать данные из массива.

*Диалоговый поиск* – автоматизированный информационный поиск, при котором пользователь автоматизированной системы может формулировать информационные запросы в диалоговом режиме, корректировать их в процессе поиска и получать промежуточные результаты

*Ретроспективный поиск* – информационный поиск по разовым информационным запросам в ранее накопленном информационном массиве.

Из внешнего материального мира в ИС поступает информация в виде кодированных сигналов, отражающих значимые свойства объектов, событий, явлений или процессов.

Вместе с тем *знания* – это организованное, интегрированное собрание фактов и обобщений в форме образов, понятий и представлений в человеческом сознании или искусственной базе знаний.

*База знаний* (K-base) – это база данных, которая содержит знания в предметной области, правила логических выводов и опытные результаты, полученные ранее.

*База данных* – это информационная модель предметной области, структурированная и организованная по общим правилам описания, хранения и управления данными.

Минимальная адресуемая структурная единица данных, идентифицируемая при информационном поиске, называется *запись*.

*Система управления базами данных (СУБД)* – совокупность программных и языковых средств, обеспечивающих процессы описания, хранения и манипулирования данными в базах данных.

Информационные технологии с помощью конкретных методов и средств обеспечивают выполнение операций, связанных с целенаправленным изменением содержания или формы представления информации. Операции могут выполняться вручную, полуавтоматически или автоматически.

*Автоматизированная информационная система (АИС)* – это ИС, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации технологических операций обработки и обмена информацией.

Целевое назначение и область применения определяют круг задач, решаемых АИС.

Например, основной целью создания сервиса электронного документооборота ИСОД МВД России (СЭД) является повышение эффективности организационно-управленческой (административной) деятельности органов внутренних дел, связанных с документационным обеспечением органов внутренних дел и представлением юридически значимого документооборота.

Поставленная цель достигается за счет выполнения таких задач, как:

- 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;

- обеспечение безопасного хранения и разграничения доступа к информации, включая журналирование действий пользователей и электронную подпись.

*Функция АИС* – совокупность технологических операций, позволяющих решить целевую задачу.

*Автоматизированная информационно-поисковая система (АИПС)* – ИС, содержащая справочно-информационный массив и программно-технические средства информационного поиска в нем.

*Банк данных* – это разновидность АИПС, как правило, интегрирующая несколько баз данных в единый информационный массив для удобства ведения информационного поиска.

По объектной модели информационного массива данных среди АИПС наиболее типичными являются:

1. *Фактографическая (объектографическая) АИПС* – каждая запись содержит упорядоченный набор данных, характеризующих объекты определенной предметной области:

- иерархическая;
- сетевая;
- реляционная.

2. *Документальная АИПС* – каждая запись отражает конкретный документ и содержит его поисковые реквизиты:

- гипертекстовая АИПС содержит в текстах документов гиперссылки, позволяющие компоновать их коллекции (интернет);
- библиографическая АИПС содержит библиографические записи литературы с присоединенными полнотекстовыми файлами (ИБС MARC);
- лексикографическая АИПС содержит описание лексических единиц (словари, переводчики).

Структурные компоненты АИС:

1. Информационный массив – набор записей об объектах, значимых для предметной области.

2. Техническое обеспечение – совокупность основных и вспомогательных технических средств, необходимых для функционирования АИС.

3. Программное обеспечение – совокупность системных программ, приложений и документации, необходимых для штатного функционирования и контроля работоспособности АИС.

4. Организационное обеспечение – совокупность документов, устанавливающих организационную структуру, режим эксплуатации, регламентные работы, права и обязанности пользователей и эксплуатационного персонала АИС.

5. Правовое обеспечение – совокупность нормативных норм, регламентирующих правоотношения пользователей и эксплуатационного персонала при функционировании АИС, а также юридический статус информационных ресурсов.

6. Информационное обеспечение – документированные нормы и правила, устанавливающие особенности эксплуатации АИС, единую методологию построения информационной модели, справочники, классификаторы и т. п.

7. Методическое обеспечение – совокупность документов, описывающих технологию функционирования АИС, методики выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов.

8. Математическое обеспечение – совокупность математических моделей и алгоритмов, примененных в АИС.

9. Лингвистическое обеспечение – описание языка взаимодействия с комплексом средств автоматизации АИС для пользователей, эксплуатационного персонала и внешних АИС.

10. Эргономическое обеспечение – совокупность реализованных решений по согласованию психологических, психофизиологических, антропометрических, физиологических характеристик и возможностей пользователей АИС с техническими характеристиками комплекса средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочих местах персонала.

Неотъемлемой частью любой информационной системы являются лица, участвующие в эксплуатации, обслуживании и сопровождении АИС, – пользователи и служебный персонал.

*Жизненный цикл АИС* – развитие рассматриваемой системы во времени, начиная от замысла и заканчивая списанием.

Жизненный цикл АИС включает однородные по содержанию и результатам этапы:

1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ – обоснование состава решаемых задач,

структуры и состава АИС и подготовка проекта ТЗ на создание (разработку) АИС, которое включает в себя:

- обоснование требований к АИС и ее составным частям;
- подготовку проекта ТЗ на создание (разработку) АИС (составной части АИС).

2. Согласование и утверждение ТЗ на создание (разработку) АИС (составной части АИС).

3. Проектирование (эскизное, техническое) АИС, которое включает в себя:

- обоснование состава вычислительных средств;
- обоснование состава системных программ;
- обоснование состава программ общего назначения;
- обоснование и описание технических решений по прикладным программам.

Результаты проектирования оформляются в виде конструкторских документов – описаний проектов АИС.

4. Реализация проекта (рабочее проектирование опытного образца АИС), включающая:

- уточненный состав вычислительных средств;
- уточненный состав системных программ и программ общего назначения;
- прикладные программы в исполняемом коде;
- откорректированные конструкторские документы;
- эксплуатационные документы;
- технические условия (для тиражирования АИС).

5. Внедрение (адаптация) опытного образца АИС в конкретных условиях применения, включающее:

- уточненный состав вычислительных средств;
- уточненный состав системных программ и программ общего назначения;
- прикладные программы в исполняемом коде;
- откорректированные конструкторские и эксплуатационные документы;

– откорректированные технические условия (для тиражирования).

6. Эксплуатация АИС.

7. Сопровождение, включающее:

- ТЗ на внесение изменений в прикладные программы;
- проекты реализации изменений;
- доработанные прикладные программы;
- уточненный состав вычислительных средств, системных программ и программ общего назначения;
- откорректированные конструкторские и эксплуатационные документы.

8. Снятие с эксплуатации, включающее:

- архивирование программ;
- утилизацию аппаратных средств.

*Надежность АИС* – комплексное свойство сохранять в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих исправность АИС, на протяжении срока ее эксплуатации. Надежность включает безотказность и ремонтпригодность, а в некоторых случаях и долговечность технических средств АИС.

*Живучесть АИС* – способность АИС выполнять установленный объем функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах.

*Архитектура АИС* – организационная логическая структура с описанием принципов функционирования структурных элементов, а также правил взаимодействия их между собой и с внешними объектами.

Классификация АИС *по архитектуре*:

- локальные (local), в которых весь информационный массив и пользовательские приложения для работы с данными находятся на одном компьютере (например, СПС «КонсультантПлюс»);
- распределенные (distributed), в которых информационный массив и приложения размещаются на разных компьютерах, подключенных к одной сети (облачные технологии).

Большинство современных АИС в МВД России построено по архитектуре распределенной обработки данных, среди которых выделяют тип «*клиент-сервер*», где основную функциональную нагрузку несет сетевой сервер (поставщик услуг), а пользователю достаточно иметь АРМ с клиентскими приложениями (заказчики услуг), подключаемое к общей сети.

Облачные вычисления как информационно-технологическая модель АИС с сетевым доступом к информационно-вычислительным ресурсам центра обработки данных являются эволюционным развитием архитектуры «*клиент-сервер*».

*Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС)* – АИС, оперирующая пространственными данными об объектах.

*Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС)* – навигационная спутниковая система, предназначенная для определения пространственных координат объекта.

*Экспертная система* – АИС, обеспечивающая решение задач в конкретной области знаний или в сфере приложений путем логических выводов на основе базы экспертных знаний и человеческого опыта или анализа поведения информационной модели.

*Информационная модель* – описание параметров, характеризующих состояние объекта, а также функциональных отношений между входными и выходными переменными величинами, по изменению которых можно судить о поведении объекта во времени.

*АИС поддержки принятия решений (АИС ППР)* – интеллектуальная ИС, выполняющая сбор и первичный анализ данных, необходимых для принятия грамотного управленческого решения в сложных условиях профессиональной деятельности.

Система поддержки принятия решений предназначена для поддержки многокритериальных решений в сложной информационной среде. При этом под многокритериальностью понимается тот факт, что результаты принимаемых решений оцениваются не по одному, а по совокупности многих показателей

(критериев), рассматриваемых одновременно. Информационная сложность определяется необходимостью учета большого объема неоднородных данных, обработка которых без помощи современной компьютерной техники практически невыполнима в приемлемые сроки:



Методы выработки решений АИС ППР:

- информационный поиск в базах знаний;
- ситуационный анализ данных;
- логический выбор на основе прецедентов;
- когнитивное моделирование;
- нейронные сети и др.

По взаимодействию с пользователем выделяют три вида АИС ППР:

1. Пассивные – оказывают информационную поддержку, но без конкретных рекомендаций.
2. Активные – предлагают готовые обоснованные решения.
3. Интерактивные – предполагают дополнительное взаимодействие с пользователем при поиске оптимального решения.

В качестве примера АИС ППР можно привести современные СПС «КонсультантПлюс» и НПП «Гарант-сервис», интеллектуальные возможности которых далеко ушли от обычных документационных баз данных.

В системе НПП «Гарант-сервис» доступен актуальный мониторинг изменений законодательства. Чтобы быстро выяснить,

что именно изменилось в новой редакции документа, в системе имеются функции «Обзор изменений документа» и «Сравнение редакций». В них наглядно отображается, какие именно части документа и как именно изменились. Добавленные, удаленные и измененные фрагменты выделяются цветом.

Чтобы открыть документ с определенной датой, используется функция «Машина времени», которая помимо того, что мгновенно отображает искомую редакцию документа, действовавшую на заданную пользователем дату, также перестраивает все связи документа таким образом, что все исходящие из документа ссылки будут открывать другие связанные документы в той их редакции, которая была действовавшей синхронно с периодом действия документа – источника ссылки.

Основным видом поиска документов в системе НПП «Гарант-сервис» является базовый поиск – поиск одной контекстной строкой, который позволяет формулировать запрос в свободной форме и выстраивать результат поиска по релевантности.

Интеллектуальный поисковый механизм позволяет находить документы, содержащие запрашиваемые слова и словосочетания не только в строго заданной форме, но и во всех возможных грамматических формах (падеж, число, залог, время и т. п.), учитывая сокращения, аббревиатуры и синонимы, наиболее часто используемые в области права.

При базовом поиске происходит морфологический анализ запроса с учетом правил словоизменения в русском языке. Проводя морфологический анализ введенного слова, поисковая система находит наряду с введенной и другие формы слова. Например, если ввести слово «дети», система найдет также слова: детей, ребенок, ребенка и т. п.

Если искомое понятие имеет общепринятое сокращение, достаточно указать только его. Система найдет документы, в которых содержится как аббревиатура, так и искомое понятие целиком. Например, если ввести «НДФЛ», система найдет и

документы с введенным контекстом, и документы, содержащие контекст «налог на доходы физических лиц».

Поиск по ситуации заключается в выборе из обширной энциклопедии ситуаций (более 300 тыс.) краткого, в одном предложении, описания практического вопроса. В ответ система выводит список документов, посвященных указанной тематике. Ссылки из этого списка направят вас непосредственно к тем фрагментам текста, которые посвящены заданной вами теме. Если выбрано несколько ситуаций, они связываются между собой в единое условие поиска при помощи логической операции «ИЛИ».

Интерфейс СПС «КонсультантПлюс» во многом похож на привычную многим АИПС «Яндекс», поэтому пользователи быстро адаптируются к новой системе.

Основными преимуществами СПС «КонсультантПлюс» являются:

1. Уникальные обновляемые материалы, отвечающие на популярные вопросы специалистов, подсказывающие, как действовать в конкретной ситуации.

2. Типовые ситуации – простые пошаговые инструкции и примеры.

3. Готовые решения – детальная информация по теме с практическими рекомендациями, порядком действий, образцами заполнения документов.

4. Путеводители – максимально полная информация по всем основным вопросам, которые возникают в работе специалистов.

5. Онлайн-сервисы «Конструктор договоров» и «Конструктор учетной политики» – особые инструменты, позволяющие составлять и анализировать договоры и учетную политику компании на принципиально новом уровне, есть возможность выбора условий, даются юридически грамотные формулировки, в ходе составления высвечиваются рекомендации и предупреждения о рисках.

6. Все нормативные акты снабжены информацией об их применении: ясно, действует документ или нет. Вся важная практика по применению документа, позиции судов, ведомств, образцы заполнения документов и ссылки на готовые решения к нужному фрагменту документа размещены на правой панели, точно, на полях «і» можно подобрать консультации и судебную практику.

7. Поисковые инструменты разработаны специально для правовой информации, при этом они учитывают профессиональную лексику и распространенные сокращения.

8. Персональные профили настроены под задачи бухгалтера, юриста, специалиста бюджетной организации, специалиста по закупкам и т. п.

В основном и расширенном поиске можно использовать логические операторы.

Самый распространенный оператор – символ пробела. Слова, связанные пробелом, образуют группу слов. Оператор «РЯДОМ» аналогичен символу пробела.

Несколько набранных в запросе слов, разделенных пробелами, должны встречаться в данном документе, причем на ограниченном расстоянии друг от друга. Расстояние либо автоматически определяется системой (основной поиск), либо задается пользователем (расширенный поиск).

Оператор «\ИЛИ» (логическая дизъюнкция «ИЛИ») позволяет искать документы, в которых встречается или одно слово (группа слов), или другое слово (группа слов). Этот оператор полезно использовать, если вы не уверены, какое из двух выражений-синонимов употребляется в тексте нужных вам документов. Например, по запросу «ВУЗ \ИЛИ АКАДЕМИЯ» будут найдены документы, в тексте которых будут встречаться слова «вуз», «высшее учебное заведение» или «академия».

Оператор «\И» (логическая конъюнкция «И») между словами (группами слов) позволяет искать документы, в которых

встречается как одно слово (группа слов), так и другое слово (группа слов).

Оператор «\КРОМЕ» (логическое исключение «КРОМЕ») позволяет отсекаать при поиске документы, содержащие какое-либо слово (группу слов).

## **§ 2. Теоретико-множественные операции и основы реляционной алгебры**

*Множество* – это любая упорядоченная совокупность элементов.

Множества обозначают прописными латинскими буквами: A, B, ... Z.

*Элементы множества* обычно обозначают строчными латинскими буквами, иногда с индексами:  $a_i, b_i, \dots z_i$ .

Объединяющее множество всех элементов, которые могут встретиться в рассматриваемой области, называют универсальным и обозначают как U.

Пустое множество обозначают как  $\emptyset$ .

Запись  $a \in A$  означает, что элемент «a» принадлежит множеству A,  $b \notin A$  означает, что элемент «b» не принадлежит множеству A.

Множество можно определить перечислением его элементов:

$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$ , или, если множество большое, с помощью подходящих предикатов:

$$C = \{c : F(x)\},$$

например,  $C = \{c : c \in \mathbb{N} \text{ и } c = 2n, \text{ где } n = 1, 2, 3, \dots\}$  – множество C состоит из четных натуральных чисел.

Некоторые множества имеют стандартные обозначения и область применения:

$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$  – множество натуральных чисел;

$\mathbb{Z} = \{\frac{p}{q} : p, q \in \mathbb{Z}, q \neq 0\}$  – множество целых чисел;

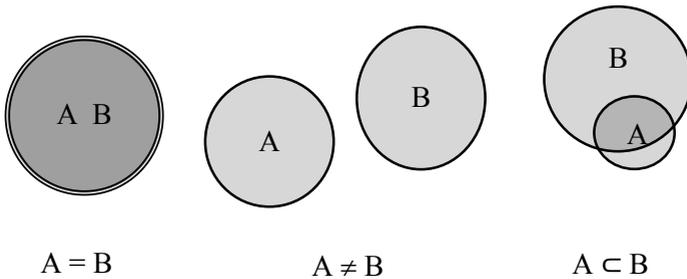
$\mathbb{Q} = \{1, 2, 3, \dots\}$  – множество рациональных чисел;

$R = \{\text{все десятичные дроби}\}$  – множество вещественных чисел и т. п.

Множество натуральных чисел исторически используется для дискретного счета целого количества единиц измерения, множество целых чисел – для представления чисел и операций с ними в позиционных системах счисления, рациональных – для операций с частями целого. Вещественные числа предназначены для измерения непрерывных величин.

Множество  $A$  является *подмножеством*  $B$  ( $A \subset B$ ), если любой элемент множества  $A$  является также элементом множества  $B$  ( $\forall a_i \in B$ ).

Если множества состоят из одинаковых элементов, то они называются *равными* ( $A = B$ ):



*Объединением* множеств  $A$  и  $B$  называется множество  $C$ , элементы которого принадлежат  $A$  или  $B$ .

$$C = A \cup B = A \mid B = \{c_i : c_i \in A \text{ или } c_i \in B\}.$$

*Пересечением* множеств  $A$  и  $B$  называется множество  $C$ , элементы которого одновременно принадлежат и  $A$  и  $B$ :

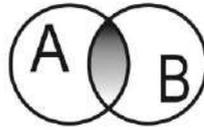
$$C = A \cap B = A \& B = \{c_i : c_i \in A \text{ и } c_i \in B\}.$$

*Дополнением* множества  $A$  до  $U$  называется множество  $C$  ( $\bar{A}$ ), элементы которого не принадлежат  $A$ , но принадлежат универсальному множеству  $U$ :

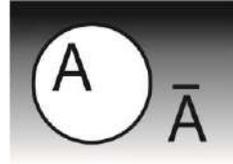
$$C = \bar{A} = \{c_i : c_i \notin A \text{ и } c_i \in U\}.$$



$$A \cup B$$



$$A \cap B$$



$$A = \bar{\bar{A}}$$

По аналогии с основными тождествами алгебры логики операции над множествами обладают такими же свойствами.

Таблица 6.2.1

### Свойства операций над множествами

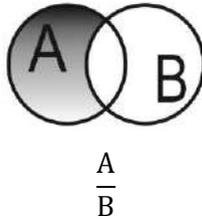
Коммутативность	$A \cup B = B \cup A;$ $A \cap B = B \cap A$
Ассоциативность	$(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C);$ $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$
Дистрибутивность	$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C);$ $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$
Идемпотентность	$A \cup A = A; A \cap A = A$
Правила де Моргана	$\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B};$ $\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}$

В дополнение к основным операциям над множествами в алгоритмах компьютерной обработки данных используются также разность, симметрическая разность и декартово произведение множеств.

*Разностью* множеств  $A$  и  $B$  называется множество  $C$ , элементы которого принадлежат  $A$  и не принадлежат  $B$ :

$$C = \frac{A}{B} = \{c_i : c_i \in A \text{ и } c_i \notin B\}.$$

$$C = \frac{A}{B} = A \cap \bar{B}.$$

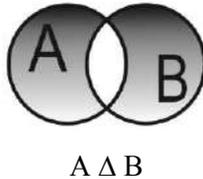


*Симметрической разностью* множеств  $A$  и  $B$  называется множество  $C$ , элементы которого принадлежат  $A$  и не принадлежат  $B$  или принадлежат  $B$  и не принадлежат  $A$ .

$$C = A \Delta B = \left(\frac{A}{B}\right) \cup \left(\frac{B}{A}\right) = \{c_i : c_i \in A \text{ и } c_i \notin B \text{ или } c_i \in B \text{ и } c_i \notin A\}$$

$A \Delta B = (A \cup B) \cap \overline{A \cap B}$ . Докажем данное тождество:

$$A \Delta B = (A \cup B) \cap (\overline{A \cap B}) = ((A \cup B) \cap \overline{A}) \cup ((A \cup B) \cap \overline{B}) = ((A \cap \overline{A}) \cup (B \cap \overline{A})) \cup ((A \cap \overline{B}) \cup (B \cap \overline{B})) = (A \cap \overline{B}) \cup (B \cap \overline{A}) = \left(\frac{A}{B}\right) \cup \left(\frac{B}{A}\right).$$



*Мощностью* конечного множества  $|C|$  называется величина равная количеству его элементов:

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|.$$

Решим задачу: требуется рассчитать, сколько документов содержат хотя бы одну или обе фразы «Московский университет» и «МВД России», если известно, что на ранее сделанные поисковые запросы Google выдал:

«Московский университет»	8 000 тыс. документов
«МВД России»	1 500 тыс. документов
«Московский университет» и «МВД России»	500 тыс. документов

Решение:

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B| = 8\,000 + 1\,500 - 500 = 9\,000.$$

Решим задачу: учебный взвод состоит из 25 курсантов. В апреле 16 человек должны заступить в суточный наряд по охране объекта и 12 курсантов – в наряд по столовой. Скольких курсантов необходимо включить в оба наряда, если известно, что три человека болеют?

Решение:

$$\begin{aligned} 25 - 3 &= 16 + 12 - x; \\ x &= 28 - 22 = 6. \end{aligned}$$

*Декартовым или прямым произведением* множества  $A$  на множество  $B$  называют множество  $C$  всех упорядоченных пар  $(a_i, b_j)$ :

$$C = A \times B = \{(a_i, b_j) : a_i \in A \text{ и } b_j \in B\}.$$

Например,  $A = \{0, 1, 2\}$ ,  $B = \{3, 4\}$ .

$$A \times B = \{(0, 3), (0, 4), (1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 4)\}.$$

Для трех множеств  $X, Y, Z$  декартово произведение будет состоять из упорядоченных троек элементов:

$$X \times Y \times Z = \{(x, y, z) : x \in X, y \in Y, z \in Z\}.$$

Декартово произведение  $n$  множеств будет состоять из упорядоченных  $n$ -ок ( $n$ -ок) элементов.

$$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n = \{(a_1, a_2, \dots, a_n) : a_i \in A_i, i = 1, 2, \dots, n\}.$$

Декартово произведение множества самого на себя  $A \times A$  принято записывать в виде степени:  $A^2, A^3, A^4$  и т. д.

Если множество состоит из двоичных цифр  $A = \{0, 1\}$ , то кортежем  $A^n$  будет битовая строка длиной  $n$ .

Примером использования упорядоченных пар на множестве вещественных чисел  $R$  является *декартова система координат*, где пара из абсциссы и ординаты однозначно определяет положение точки на плоскости.

Теоретико-множественные операции легли в основу *реляционной алгебры* – инструмента манипулирования данными, описывающими какую-либо сущность из заданной предметной области и представленными в табличной форме.

Одним из основных элементов реляционной структуры данных является *кортеж* – это множество пар данных (имя атрибута, значение), описывающих один *экземпляр* из класса однотипных объектов с уникальным набором значений атрибутов.

*Отношение* (англ. relation) – это упорядоченный набор имен атрибутов сущности (*схема или заголовок отношения*) и множество кортежей, относящихся к этой схеме (*тело отношения*).

*Домен* – множество допустимых значений конкретного атрибута объекта.

*Степень отношения* – количество атрибутов в схеме отношения (унарное отношение, бинарное, тернарное, ...,  $n$ -арное).

*Мощность отношения (кардинальное число)* – это количество кортежей в отношении.

*SQL* (англ. structured query language) универсальный язык, созданный для манипулирования реляционными данными структурированных запросов.

В реляционной алгебре все операции выполняются с таблицами и результатом также является таблица.

Существует несколько вариантов записи реляционных операций, но обобщенная структура формулы имеет вид:

$$R = \text{operator}(R_1; R_2),$$

где *operator* – оператор математического действия;

$R_1; R_2$  – операнды, участвующие в операции;

R – результат операции.

Теоретико-множественные операции	Специальные реляционные операции
1. Объединение 2. Пересечение 3. Разность 4. Декартово произведение	5. Выборка (ограничение) 6. Проекция 7. Естественное соединение 8. Деление

### 1. Объединение.

Рассмотрим два исходных отношения:

$R_1$

ID	Имя	Взвод	Телефон
a980282	Смирнов В. М.	120	499-7504284
a425131	Бойко А. А.	120	495-3254564
a000877	Страхов А. А.	121	910-1600253
в450398	Ищенко А. Н.	120	903-2348435

$R_2$

ID	Имя	Взвод	Телефон
a000877	Страхов А. А.	121	910-1600253
a034543	Борисов Б. В.	121	916-6785834
в997872	Александров Ю. Н.	121	916-3456789
в450398	Ищенко А. Н.	120	903-2348435

Объединением двух отношений является отношение, включающее все неповторяющиеся кортежи обоих операндов:

$R_1 \cup R_2$

ID	Имя	Взвод	Телефон
a980282	Смирнов В. М.	120	499-7504284
a425131	Бойко А. А.	120	495-3254564
a000877	Страхов А. А.	121	910-1600253
в450398	Ищенко А. Н.	120	903-2348435
a034543	Борисов Б. В.	121	916-6785834
в997872	Александров Ю. Н.	121	916-3456789

Пересечением двух отношений является отношение, включающее все кортежи, одновременно входящие в оба операнда:

$R_1 \text{ INTERSECT } R_2$ 

ID	Имя	Взвод	Телефон
а000877	Страхов А. А.	121	910-1600253
в450398	Ищенко А. Н.	120	903-2348435

*Разностью* двух отношений является отношение, включающее все кортежи первого операнда, но не входящие при этом во второй.

 $R_1 \text{ MINUS } R_2$ 

ID	Имя	Взвод	Телефон
а980282	Смирнов В. М.	120	499-7504284
а425131	Бойко А. А.	120	495-3254564

Операции объединения, пересечения и разности возможны только тогда, когда у них одинаковые заголовки.

*Декартово произведение* двух отношений производит отношение, заголовок которого является конкатенацией (сцеплением) схем отношений обоих операндов, а кортежи из первого и второго операндов сцепливаются в строки во всех возможных сочетаниях:

$R_1$	
Дата	Дисциплина
27.07.2017	Математика
29.07.2017	Информатика
$R_2$	
ID	Имя
а980282	Смирнов В. М.
а425131	Бойко А. А.
а000877	Страхов А. А.

$R_1 \text{ TIMES } R_2$ 

Дата	Дисциплина	ID	Имя
27.07.2017	Математика	a980282	Смирнов В. М.
27.07.2017	Математика	a425131	Бойко А. А.
27.07.2017	Математика	a000877	Страхов А. А.
29.07.2017	Информатика	a980282	Смирнов В. М.
29.07.2017	Информатика	a425131	Бойко А. А.
29.07.2017	Информатика	a000877	Страхов А. А.

Для декартова произведения два отношения совместимы только тогда, когда заголовки этих отношений не пересекаются. Мощность результирующего отношения равна произведению мощностей отношений-операндов, а степень – сумме степеней.

Сама по себе операция декартова произведения в реальных запросах почти не используется. Она имеет значение для выполнения специальных реляционных операций, позволяющих делать выборки данных по условию.

*Ограничением* отношения или *простой выборкой по условию* является отношение, включающее все кортежи операнда, удовлетворяющее заданному логическому условию:

 $R$ 

ID	Имя	Дата	Дисциплина	Оценка
a980282	Смирнов В. М.	27.07.2017	Математика	3
a980282	Смирнов В. М.	29.07.2017	Информатика	5
a425131	Бойко А. А.	27.07.2017	Математика	4
a425131	Бойко А. А.	29.07.2017	Информатика	5
a000877	Страхов А. А.	27.07.2017	Математика	5
a000877	Страхов А. А.	29.07.2017	Информатика	5

$R \text{ WHERE } \text{Дисциплина} = \text{«Математика» AND Оценка} < 5$

ID	Имя	Дата	Дисциплина	Оценка
a980282	Смирнов В. М.	27.07.2017	Математика	3
a425131	Бойко А. А.	27.07.2017	Математика	4

*Проекция* отношения на заданную схему производит отношение, заголовок которого состоит из заданного набора доменных имен, а тело содержит все урезанные под новую схему кортежи операнда без дубликатов:

$$R[ID, \text{Имя}, \text{Дата}, \text{Дисциплина}, \text{Оценка}]$$

ID	Имя	Дата	Дисциплина	Оценка
a980282	Смирнов В. М.	27.07.2017	Математика	3
a980282	Смирнов В. М.	29.07.2017	Информатика	5
a425131	Бойко А. А.	27.07.2017	Математика	4
a425131	Бойко А. А.	29.07.2017	Информатика	5
a000877	Страхов А. А.	27.07.2017	Математика	5
a000877	Страхов А. А.	29.07.2017	Информатика	5

$$R[ID, \text{Имя}]$$

ID	Имя
a980282	Смирнов В. М.
a425131	Бойко А. А.
a000877	Страхов А. А.

Если выборка по условию дает горизонтальный срез по заданному условию исходного отношения, то проекция отношения на заданную схему – это срез вертикальный.

*Соединения* отношений бывают нескольких типов.

*Естественное соединение* отношений  $R_1$  со схемой  $[X, Y]$  и  $R_2$  со схемой  $[Y, Z]$ , имеющих общий атрибут  $Y$ , производит отношение со схемой  $[X, Y, Z]$ , где кортежи с одинаковыми значениями атрибута  $Y$  сцепливаются в строки во всех возможных сочетаниях.

$R_1$ 

ID	Курсант	Дисциплина
a980282	Смирнов В. М.	Информатика
a425131	Бойко А. А.	Информатика
a000877	Страхов А. А.	Информатика
в450398	Ищенко А. Н.	Экономика
a034543	Борисов Б. В.	Экономика
в997872	Александров Ю. Н.	Математика

 $R_2$ 

Дата	Дисциплина	Преподаватель
27.07.2017	Математика	Кутузов М. И.
29.07.2017	Информатика	Суворов А. В.
30.07.2017	Экономика	Ушаков Ф. Ф.
31.07.2017	Информатика	Нахимов П. С.

 $R_1 JOIN R_2$ 

ID	Курсант	Дисциплина	Дата	Преподаватель
a980282	Смирнов В. М.	Информатика	29.07.2017	Суворов А. В.
a425131	Бойко А. А.	Информатика	29.07.2017	Суворов А. В.
a000877	Страхов А. А.	Информатика	29.07.2017	Суворов А. В.
a980282	Смирнов В. М.	Информатика	31.07.2017	Нахимов П. С.
a425131	Бойко А. А.	Информатика	31.07.2017	Нахимов П. С.
a000877	Страхов А. А.	Информатика	31.07.2017	Нахимов П. С.
в450398	Ищенко А. Н.	Экономика	30.07.2017	Ушаков Ф. Ф.
a034543	Борисов Б. В.	Экономика	30.07.2017	Ушаков Ф. Ф.
в997872	Александров Ю. Н.	Математика	27.07.2017	Кутузов М. И.

*Общее соединение* двух отношений выполняет последовательно декартово произведение и выборку по условию:

 $R_1$ 

ID	Имя
a980282	Смирнов В. М.
a425131	Бойко А. А.
a000877	Страхов А. А.

 $R_2$ 

Дата	Дисциплина
27.07.2017	Математика
29.07.2017	Информатика

$(R_1 \text{ TIMES } R_2) \text{ WHERE } \text{Дисциплина} = \text{«Математика»}$

ID	Имя	Дата	Дисциплина
a980282	Смирнов В. М.	27.07.2017	Математика
a425131	Бойко А. А.	27.07.2017	Математика
a000877	Страхов А. А.	27.07.2017	Математика

Реляционное деление бинарного отношения  $R_1$  со схемой  $[X, Y]$  и унарного отношения  $R_2$  со схемой  $[Y]$  производит унарное отношение со схемой  $[X]$ , включающее те кортежи делимого, которые при одинаковом атрибуте  $X$  пересекаются со всеми значениями из домена  $Y$  делителя.

$R_1$		$R_2$	$R_3$
Имя	Дисциплина	Дисциплина	Дисциплина
Смирнов В. М.	Экономика	Экономика	Информатика
Смирнов В. М.	Математика	Математика	
Смирнов В. М.	Информатика		
Бойко А. А.	Экономика		
Бойко А. А.	Математика		
Страхов А. А.	Экономика		

1)		2)	
$R_1 \text{ DEVIDEBY } R_2$		$R_1 \text{ DEVIDEBY } R_3$	
Имя		Имя	
Смирнов В. М.		Смирнов В. М.	
Бойко А. А.			

В первом примере в новое отношение включены кортежи со значениями *Смирнов В. М.* и *Бойко А. А.* в поле *Имя*, содержат оба значения домена *Дисциплина* отношения-делителя, как *Экономика*, так и *Математика*. Во втором примере только *Смирнов В. М.* имеет отношение к дисциплине *Информатика*.

В состав реляционной алгебры включены также операция *присваивания*, позволяющая сохранить результат вычисления реляционного выражения в существующем отношении базы данных, и операция *переименования атрибутов*, создающая отношение, по степени и содержанию совпадающее с операндом, но с новой схемой (измененными именами доменов).

R

ID	Имя	Взвод	Телефон
a980282	Смирнов В. М.	120	499-7504284
a425131	Бойко А. А.	120	495-3254564
a000877	Страхов А. А.	121	910-1600253

*R RENAME Имя, Взвод, Телефон AS Name, Platoon, Phone*

ID	Name	Platoon	Phone
a980282	Смирнов В. М.	120	499-7504284
a425131	Бойко А. А.	120	495-3254564
a000877	Страхов А. А.	121	910-1600253

### § 3. Системы управления базами данных

Знания об окружающем мире всегда являлись одним из наиболее ценных информационных ресурсов человечества, и на протяжении многих тысячелетий совершенствовались механизмы их поиска и сохранения для потомков. Но просто собрать знания в одном месте еще недостаточно, эффективность их использования в значительной мере зависит от скорости доступа к интересующей выборке.

*База знаний* – это информационная модель предметной области, включающая описание объектов и их связей, эмпирические данные (др.-греч. εμπειρία – опыт), экспертные заключения, а также правила формирования логических выводов, необходимые для решения сложных интеллектуальных задач.

При компьютерной обработке информационное хранилище базы знаний организуется как упорядоченная структура наборов данных на внешних носителях с общими принципами описания, размещения, адресации и манипулирования. Называется это хранилище – *база данных*.

Минимальная адресуемая структурная единица данных, доступная при информационном поиске в базе данных, называется *запись*.

*Система управления базами данных* (далее – СУБД) – это совокупность программных и лингвистических средств, обеспечивающих процессы описания, хранения и манипулирования данными. Основные функции СУБД:

- организация физического размещения данных во внешней памяти;
- обеспечение доступа к данным для заинтересованных пользователей и программ;
- выборка данных в соответствии с запросами;
- обеспечение защиты данных, целостности и непротиворечивости.

АИС, объединяющие несколько баз данных, относящихся к предметной и смежным областям в рамках определенной профессиональной деятельности, называются *интегрированными банками данных*.

Процесс проектирования базы данных осуществляется в несколько этапов:

2. *Логическое проектирование* – моделирование предметной области, не зависящее от последующей технической реализации.

а) *концептуальная (инфологическая, семантическая) модель* – это абстрактное описание предметной области на искусственном языке, но без ориентации на какую-либо конкретную структуру организации данных и СУБД;

б) *даталогическая модель* – это описание предметной области как конкретной типовой структурной модели организации базы данных.

3. *Физическое проектирование* – программирование модели средствами СУБД для функционирования на конкретной аппаратно-программной платформе.

На физическом уровне происходит манипуляция данными достаточно простых типов по определенным алгоритмам без рас-

крытия их семантического смысла. Концептуальное моделирование подразумевает более сложную интерпретацию предметной области.

Основными структурными типами даталогических моделей являются *иерархический* и *реляционный*.

*Иерархическая, или навигационная модель* описывает базу данных как многоуровневую древовидную структуру, состоящую из записей переменной длины, расположенных в порядке их подчинения от общего к частному и идентифицируемых по уникальным составным ключам.

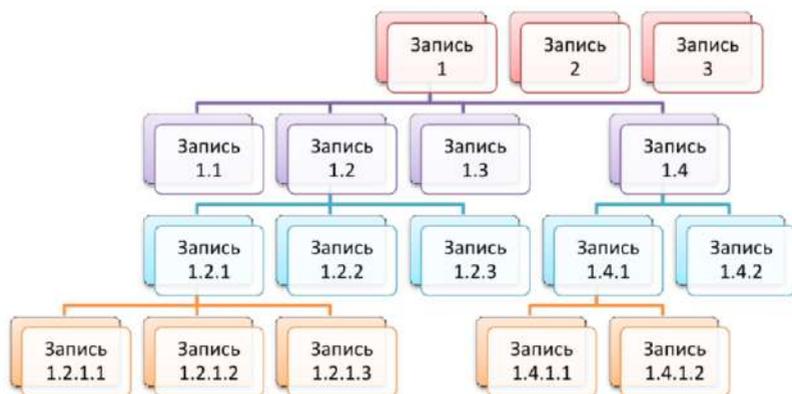


Рис. 6.3.1. Иерархическая модель для базы данных

Основные свойства иерархической базы данных:

- на первом уровне иерархии находятся корневые записи деревьев, разветвляющиеся далее по цепочкам записей – ветвям, и заканчивающиеся на нижнем уровне записями-листьями;
- каждая запись может быть связана с несколькими записями нижестоящего уровня (потомками) и только с одной записью вышестоящего уровня (предком, родителем);
- на каждом уровне группируются записи, относящиеся к одному классу объектов в заданной предметной области;
- связи между записями одного уровня отсутствуют;

- идентификатором записей является уникальный составной ключ, который формируется как упорядоченная последовательность кодовых имен каждого уровня в цепочке, начиная с верхнего;
- удаление записи из иерархической структуры может повлечь удаление всех нижестоящих записей в этой ветке.

В настоящее время иерархические модели базы данных в фактографических АИС практически не используются. Типичной базой данных в данной категории является Information Management System (IMS) фирмы IBM, первая версия которой была разработана в 1968 г. В качестве наиболее подходящего современного примера можно привести реестр MS Windows.

В документационных АИС иерархический принцип структурирования информации встречается чаще, особенно там, где применяются классификаторы с многоуровневым принципом кодирования ключей (электронные библиотеки, статистические справочники).

Примером иерархической документационной структуры может служить файловая система с доступом к данным по составному ключу UNC<sup>1</sup> (универсальному адресу файла) на внешнем носителе, например: U:\Факультет\Год поступления\Взвод\Курсант.docx.

В дополнение к выборке файла по непосредственному адресу современные файловые менеджеры имеют встроенные функции автоматизированного поиска файлов на внешнем носителе по имени или его части, а также по внутреннему контексту.

Если в многоуровневой структуре существуют множественные связи между записями разных уровней без учета иерархии, то это сетевая модель базы данных.

Сложность логической структуры в иерархической и сетевой базе данных существенно затрудняет ее модификацию, по-

---

<sup>1</sup> Uniform Naming Convention – универсальное соглашение о наименовании.

иск данных без знания их непосредственного адреса, а также выборку по произвольному критерию. Этих недостатков лишены реляционные базы данных.

Реляционная модель данных описывает предметную область в виде структуры таблиц, содержащих записи об однородных объектах.

Основные принципы конструирования и управления реляционными базами данных были сформулированы в начале 70-х гг. прошлого века американским ученым-математиком Эдгаром Франком Коддом, работавшим в фирме IBM. В своих научных трудах и на практике Кодд доказал, что любую модель предметной области можно представить в виде совокупности связанных таблиц или отношений, манипулирование которыми осуществляется с помощью математического аппарата теории множеств – реляционной алгебры.

Общие правила создания и управления реляционными базами данных:

1. Каждая таблица имеет уникальное имя и содержит записи об однотипных объектах предметной области.

2. Манипуляции с таблицами должны осуществляться по правилам реляционной алгебры.

3. Минимальным адресуемым элементом реляционной базы данных является *ячейка* таблицы или *поле* данных. Каждое поле данных имеет *имя* и *значение*, принадлежащее определенному дискретному множеству. Если значение поля неизвестно или отсутствует, то ему присваивается псевдопеременная величина NULL.

4. Каждая строка является записью о конкретном объекте и состоит из фиксированного набора полей. Порядок расположения строк в таблице может быть произвольный.

5. Каждый столбец состоит из набора однородных полей с общим именем и типом данных. Имена полей задаются

в строке заголовка таблицы. Порядок следования полей может быть произвольным.

6. Поля, значения которых выбираются из фиксированных списков, называются *словарными*. Списки-словари создаются и обрабатываются в базе данных так же, как реляционные таблицы.

7. Набор полей, однозначно идентифицирующих каждую строку таблицы (запись), называется *ключевым* или *ключом*. *Простой ключ* состоит из одного поля, *составной ключ* – из нескольких полей.

8. Ключевые поля не должны быть пустыми, и в таблице не должно быть строк с одинаковыми ключами. Вносить запись в базу данных можно только тогда, когда заданы все значения ее ключа и этот ключ уникален.

9. Каждое поле в базе данных должно быть логически доступно с помощью комбинации имени таблицы, значения ключа и имени столбца.

10. Схема реляционной базы данных содержит множество взаимосвязанных таблиц. Связи между таблицами обычно организуются по ключевым полям и бывают трех типов:

– *один к одному*, если каждой записи одной таблицы соответствует только одна запись другой таблицы;

– *один ко многим* – основной тип связи, когда одной записи главной таблицы может соответствовать много записей присоединенной таблицы. Ключ со стороны главной таблицы называется *первичным* (*primary key*), а со стороны присоединенной таблицы – *внешним* (*foreign key*). Каждой записи подчиненной таблицы должна обязательно соответствовать какая-либо одна запись главной, а внешний ключ может принимать только те значения, которые есть среди первичных ключей;

– *много ко многим* – каждой записи одной таблицы может соответствовать много записей другой таблицы и наоборот.

В ходе логического проектирования реляционную базу данных следует нормализовать или привести к нормальной форме с соблюдением необходимых ограничительных условий:

1. Все поля таблиц содержат атомарные (неделимые) значения, и строки не дублируются:

ID	Курсант
1	Смирнов Виталий Михайлович
2	Бойко Александр Анатольевич
3	Страхов Андрей Александрович

ID	Фамилия	Имя	Отчество
1	Смирнов	Виталий	Михайлович
2	Бойко	Александр	Анатольевич
3	Страхов	Андрей	Александрович

2. Таблицы содержат сведения об однородных объектах, и все поля в них имеют непосредственное отношение к первичным ключам. Поля, указывающие на другой объект, выводят в отдельную таблицу:

ID	Курсант	Звание	Оклад по званию, руб.
1	Смирнов В. М.	Мл. сержант	10 000
2	Бойко А. А.	Рядовой	10 000
3	Страхов А. А.	Мл. сержант	11 000
4	Ищенко А. Н.	Рядовой	10 000
5	Борисов Б. В.	Мл. сержант	11 000

Курсанты

Звания

ID-К	Курсант	ID-R	ID-R	Звание	Оклад, руб.
1	Смирнов В. М.	2	1	Рядовой	10 000
2	Бойко А. А.	3	2	Мл. сержант	11 000
3	Страхов А. А.	2	3	Сержант	12 000
4	Ищенко А. Н.	1			
5	Борисов Б. В.	2			

3. Таблицы не должны иметь связи «много ко многим». Чтобы не использовать данный тип связи, создается дополнительная таблица с составным ключом из ключей исходных таблиц и полями, относящимися только к этому ключу. Каждая из исходных таблиц будет связана с дополнительной «один ко многим»:

## Курсанты

ID-К	Курсант
1	Смирнов В. М.
2	Бойко А. А.
3	Страхов А. А.
4	Ищенко А. Н.
5	Борисов Б. В.
6	Дорошин А. А.
7	Путилов А. О.

## Экзамены

ID-D	Дисциплина	Преподаватель
1	Математика	Кутузов М. И.
2	Информатика	Суворов А. В.
3	Экономика	Ушаков Ф. Ф.

## Сессия

ID-D	ID-К	Дата
1	1	29.07.2020
1	3	29.07.2020
1	5	29.07.2020
2	1	31.07.2020
2	3	31.07.2020
2	5	31.07.2020

Существует множество СУБД для создания и ведения реляционных баз данных, но следует отметить, что довольно часто вполне подходящим вариантом может быть табличный процессор MS Excel с его возможностями автоматизированной обработки и анализа табличных данных.

## § 4. Облачные технологии как основа архитектуры ИСОД МВД России

Современные АИС все чаще разрабатывается с применением сетевых облачных технологий.

*Облачные вычисления* (англ. *cloud computing*) – информационно-технологическая модель обеспечения сетевого доступа к конфигурируемым информационно-вычислительным ресурсам «облаку», устройствам хранения данных, приложениям и сервисам практически без участия провайдера.

*Туманные вычисления* – информационно-технологическая модель системного уровня для расширения облачных функций хранения, вычисления и сетевого взаимодействия, в которой обработка данных осуществляется на конечном оборудовании (компьютеры, мобильные устройства, датчики, смарт-узлы и др.) в сети, а не в «облаке».

Основные принципы функционирования cloud computing:

– самообслуживание «по требованию» (англ. *on-demand self-service*) без непосредственного взаимодействия потребителя с провайдером сетевых услуг;

– широкий доступ (англ. *broad network access*) с любого устройства, имеющего телекоммуникационные функции (мобильные телефоны, планшеты, настольные компьютеры с модемами и сетевыми картами и т. п.);

– объединение сетевых информационно-вычислительных ресурсов в единую систему (англ. *resource pooling*) для оптимального распределения между потребителями их функциональных возможностей (процессорное время, оперативная память, внешние хранилища данных, пропускная способность сети, доступ к периферии и т. п.);

– непрерывный мониторинг использования ресурсов (англ. *measured service*);

– динамическое перераспределение (англ. rapid elasticity) сетевых ресурсов в зависимости от интенсивности требований обслуживания или регламента ремонтно-профилактических работ.

Предоставление сетевых информационно-вычислительных ресурсов осуществляется в соответствии со следующими базовыми моделями облачных сервисов:

1. Программное обеспечение как сервис (англ. software as a service, SaaS). Иногда данный сервис называют «приложение как сервис» (англ. application as a service).

Программные продукты провайдера предоставляются потребителю через клиентские приложения. В данной модели потребители не могут управлять облачной инфраструктурой провайдера, включая сеть, серверы, виртуальные компьютеры, хранилища данных, ОС или специфические установки конфигурации приложения.

Например, доступ к электронной почте пользователя может осуществляться через интернет-браузер «Яндекс» с веб-интерфейсом или через приложение MS Outlook, устанавливаемое на компьютере пользователя. В первом случае говорят, что к серверу подключается «тонкий» клиент, во-втором – «толстый».

Примеры SaaS: Microsoft Office 365; Microsoft Intune и Microsoft Dynamics 365; Google Docs.

В рамках SaaS можно выделить как отдельный сервис хранилище данных (storage as a service). Дисковое пространство может предоставляться по требованию потребителя как самостоятельный сервис (Dropbox) или входить в пакет услуг других прикладных сервисов (Microsoft OneDrive, Google Drive, Cloud.mail.ru).

Доступ к облачному хранилищу с удаленного компьютера обычно осуществляется как по сети через интернет-браузер «тонкий» клиент, так и через специализированное клиентское приложение, устанавливаемое локально «толстый» клиент.

Облачный сервис iCloud от компании Apple (пришедший на смену MobileMe) автоматически сохраняет контент пользователя на серверах (почта, календарь, контакты, документы, музыка, видео и изображения и т. д.), а затем доставляет его на все его устройства (iPhone, iPad, iPod touch, Mac и PC) с помощью беспроводной технологии push.

В качестве SaaS-сервисов могут работать игровые приложения.

Game OnLive предоставляет пользователям маломощных компьютеров возможность играть в современные игры. Сама игра располагается на облачном сервере, там же производятся основные вычисления, обработка 3D-графики. Компьютер пользователя используется в качестве удаленного терминала для отображения картинки и интерактивного взаимодействия с сервером.

Суть другого игрового сервиса – Xbox Live заключается в том, что для обладателей приставок Xbox 360 и КПК на базе Windows Phone 7 создано единое виртуальное пространство для совместных игр и общения друг с другом.

Интересный подход предложила компания Panda Security. Ее бесплатный облачный антивирус Panda Cloud Antivirus основан на инновационной технологии коллективного интеллекта. Сервера антивируса используют информацию, полученную от миллионов пользователей антивирусных продуктов Panda по всему миру, для автоматического обнаружения и классификации новых видов вредоносных программ, появляющихся каждый день. При этом функционирование антивирусной защиты практически не тормозит компьютер, так как для большинства операций используются вычислительные мощности облака.

2. Инструментальная платформа как сервис (англ. platform as service, PaaS).

Потребителю предоставляются аппаратно-программные средства для развертывания и настройки в облачной инфраструктуре собственных приложений с использованием инструментального ПО провайдера.

В качестве примера можно привести разнообразные конструкции интернет-сайтов.

3. База данных как услуга (англ. database as a service, DaaS). Относится к сервисам PaaS.

Например, в составе пакета Oracle Cloud Platform Services есть Oracle Database as a Service, предоставляющий авторизованному пользователю полный контроль над выделенной копией СУБД, которая работает в виртуальной среде Oracle VM, поддерживающей любые приложения Oracle Database и предлагающей пользователям широкие возможности выбора сопутствующих сервисов. В Oracle DaaS потребителю предлагается три варианта доступа к СУБД: базовый, контролируемый и полностью контролируемый.

4. Инфраструктура как сервис (англ. infrastructure as a service, IaaS).

В рамках IaaS потребители получают в управление виртуальные информационно-технические ресурсы, могут развертывать и запускать произвольное программное обеспечение, включая ОС и приложения. К IaaS можно отнести технологии интеграции корпоративных приложений (Enterprise application integration, EAI).



Рис. 6.4.1. Схема облачных сервисов

На верхнем уровне иерархии – инфраструктура облака, аналогичная информационной инфраструктуре обычного офиса. На инфраструктуре развертываются инструментальные платформы для конструирования пользовательских приложений, на нижнем уровне – прикладное программное обеспечение.

Модели развертывания cloud computing:

- частное облако (англ. private cloud). Облачная инфраструктура для обслуживания одной организации;

- коллективное облако (англ. community cloud). Облачная инфраструктура используется совместно несколькими организациями, поддерживающими единую информационную политику (например, требования к информационной безопасности);

- публичное облако (англ. public cloud). Облачная инфраструктура для большой группы потребителей, связанных, например, необходимостью использовать в профессиональной деятельности специфичные программные приложения;

- гибридное облако (англ. hybrid cloud). Облачная инфраструктура, состоящая из нескольких облаков, которые взаимосвязаны технологией, обеспечивающей переносимость данных и приложений.

Каждая из моделей допускает два варианта размещения облака:

- на стороне потребителя (англ. on-site);

- на стороне провайдера (англ. outsourced).

Состав клиентов-потребителей облачных сервисов динамично меняется, одни подключаются к облаку, другие отключаются. В свою очередь, в облаке непрерывно осуществляется управление пулом аппаратно-программных ресурсов для обеспечения высокой доступности сервисов. Процессы модернизации облачного оборудования, перераспределение вычислительных мощностей и миграция потребителей внутри облака с одного компьютера на другой не должны отвлекать внимание и доставлять неудобство потребителям.

Основой IT-инфраструктуры современных облаков являются центры обработки данных (ЦОД).

Центр обработки данных, (англ. data center) – здание (или его часть), основная функция которого состоит в том, что в нем

находятся машинный зал и вспомогательные (подсобные) помещения для него<sup>1</sup>.

Организация – владелец ЦОД может использовать его для решения своих конкретных задач в ИТ-сфере, а может использоваться для предоставления коммерческих услуг на условиях профессионального ИТ-аутсорсинга.

Основные задачи ЦОД:

- предоставление пользователям прикладных сервисов;
- эффективное консолидированное хранение и обработка данных;
- обеспечение функционирования корпоративных приложений;
- защита данных потребителя.

Инфраструктура любого ЦОД подразделяется на ИТ-ресурсы (информационно-технологические<sup>2</sup>) и инженерные системы.

Типовая ИТ-структура ЦОД включает серверный кластер, систему хранения данных, систему управления и мониторинга и систему информационной безопасности, которые интегрированы между собой и подключены к высокоскоростной ЛВС.

В настоящее время наиболее перспективной для серверного кластера является модель с многоуровневой архитектурой, в которой выделяется несколько групп серверов:

- серверы представления информации осуществляют интерфейс между пользователями и серверами приложений (например, веб-серверы);
- серверы приложений выполняют обработку данных по требованиям потребителей;

---

<sup>1</sup> Документ SP-3-0092: (Стандарт ТИА-942, редакция 7.0, февраль 2005) // URL: [http://www.ups-info.ru/etc/tia\\_russkii.pdf](http://www.ups-info.ru/etc/tia_russkii.pdf).

<sup>2</sup> Совокупность аппаратно-программных средств обработки, передачи и хранения данных.

- ресурсные серверы, или серверы информационных ресурсов, отвечают за сохранение и предоставление данных серверам приложений;

- служебные серверы обеспечивают работу других подсистем ЦОД (например, серверы управления системой резервного копирования).

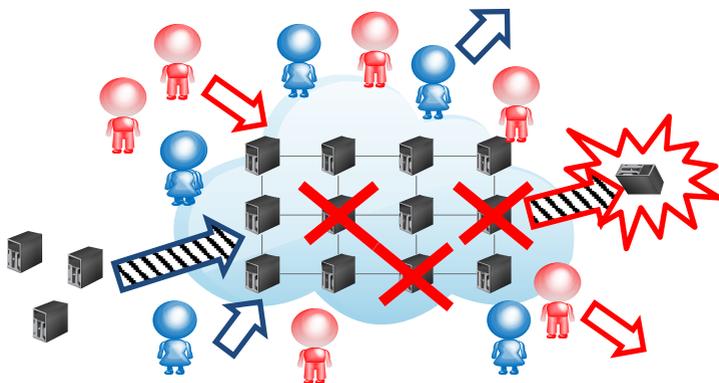
Многоуровневая архитектура позволяет сконцентрировать бизнес-логику процессов на уровне приложений и модифицировать ее, не затрагивая клиентские системы и информационные массивы. Однажды созданные сервисы могут многократно использоваться другими приложениями, что снижает затраты на эксплуатацию и администрирование системы.

В зависимости от назначения и условий их эксплуатации к серверам разных групп предъявляются различные требования.

Например, серверы представления информации параллельно обрабатывают запросы внешних потребителей, мультиплексируют их и отправляют на серверы приложений. Следовательно, для обеспечения оптимальной нагрузки они должны масштабироваться горизонтально (изменение количества серверов).

Для серверов приложений горизонтальная масштабируемость не является критичной. Для эффективной обработки потребительских запросов и выполнения бизнес-логики решаемых задач необходима вертикальная масштабируемость (возможность наращивания вычислительных мощностей: количества процессоров, объемов оперативной памяти и каналов ввода-вывода). Если есть масштабируемость, то это облако, если нет – хостинг.

Мощные ресурсные серверы одновременно выполняют множество распределенных задач. Такой подход позволяет забрать ресурсы у одного приложения и выделить их другому в момент пиков нагрузки, которые обычно для разных приложений случаются в разное время. При этом от надежности ресурсных серверов зависит уровень доступности всего кластера, что влечет за собой необходимость их резервирования.



*Рис. 6.4.2. Модель функционирования центра обработки данных*

Система хранения данных состоит из устройств хранения информации, серверов, системы управления и коммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей надежную физическую связь между компонентами сети хранения данных. Популярным решением для системы хранения больших массивов данных является SAN-технология (Storage Area Network – сетевое хранение данных).

В основе концепции SAN лежит возможность соединения любого из серверов с любым устройством хранения данных по высокоскоростному волоконно-оптическому каналу с протоколом Fibre Channel (FC).

Применение SAN в качестве транспортной основы системы хранения данных дает возможность динамической реконфигурации без остановки системы, а также обеспечивает быструю перегруппировку устройств в соответствии с изменившимися требованиями и рациональное использование производственных площадей.

Высокая скорость передачи данных по SAN (200 Мбайт/с) позволяет в реальном времени реплицировать изменяющиеся данные в резервный центр или в удаленное хранилище.

Система приема-передачи данных в/из ЦОД извне интегрирована со структурированной кабельной системой и включает в свой состав:

- оборудование маршрутизации и коммутации;
- оборудование организации оптических каналов связи;
- оборудование подключения пользователей;
- средства обеспечения информационной безопасности;
- средства управления и мониторинга сети и др.

Система управления и мониторинга ЦОД должна обеспечивать:

- централизованное управление всеми компонентами ЦОД и контроль их состояния в реальном времени;
- дистанционную реконфигурацию оборудования;
- дистанционную загрузку программного обеспечения;
- сквозной контроль и тестирование компонентов ЦОД;
- предоставление отчетности о состоянии оборудования, используемых ресурсах и загрузке;
- сбор статистики по функционированию систем.

При создании и эксплуатации ЦОД одним из важнейших вопросов является обеспечение защиты от угроз информационной безопасности следующих типов:

- несанкционированный доступ (НСД) и несанкционированное воздействие (НСВ) на информационно-вычислительные ресурсы ЦОД;
- блокирование и отказ в обслуживании бизнес-процессов;
- несанкционированный перехват информации по телекоммуникационным каналам;
- утечка конфиденциальной информации по техническим каналам.

Основные направления обеспечения информационной безопасности в ЦОД:

- межсетевое экранирование;
- обнаружение и предотвращение вторжений;
- защита веб-серверов и серверов СУБД;

- защита среды виртуализации и виртуальных машин;
- криптографическая защита каналов связи;
- защита от атак типа DoS и DDoS;
- обнаружение уязвимостей;
- управление инцидентами ИБ.

Современные дата-центры – это комплексы со сложной ИТ-структурой, бесперебойное функционирование которой приходится обеспечивать различным инженерным системам:

1. Системы электроснабжения включают системы общего, бесперебойного и гарантированного электроснабжения, основного и аварийного освещения, защитного заземления, устройства электропитания постоянного тока.

2. Монтажные конструктивы, фальшполы, монтажные шкафы для размещения сетевого и серверного оборудования, лотки для кабельных трасс, включая уличные шкафы и контейнеры, шкафы для размещения в помещениях с экстремальными условиями эксплуатации.

3. Системы управления микроклиматом обеспечивают прецизионное кондиционирование и вентиляцию, дымо-газоудаление и охлаждение шкафов и стоек с оборудованием.

4. Структурированная кабельная система ЦОД (СКС), состоящая из кабелей связи и коммутационного оборудования.

5. Системы мониторинга и диспетчеризации инженерных систем, контроля и дистанционного управления параметрами и инженерным оборудованием ЦОД.

6. Системы инженерно-технической безопасности:

- системы автоматизированного контроля и управления доступом на объекты ЦОД, включая парковки и прилегающие территории;
- системы видеонаблюдения;
- автоматическая пожарная и охранная сигнализация;
- системы пожаротушения (газового, сплинкерного, порошкового);

- системы оповещения о ЧС и управления эвакуацией;
- системы управления жизнеобеспечением зданий и сооружений;
- единые системы централизованного контроля параметров окружающей среды;
- системы технического учета потребления энергоресурсов (электроэнергии, тепла, промышленных газов) и т. д.

Размещенное в ЦОД оборудование должно работать в круглосуточном режиме. Один из международных сертификационных институтов Uptime Institute разработал многоуровневые стандарты TIA-942 для сравнительной оценки надежности дата-центров. Уровни прогрессирующие, т. е. каждый уровень Tier-классификации включает в себя требования, предъявляемые к предыдущим:

Уровни надежности ЦОД TIA-942	Доступность ЦОД, %	Максимально допустимое время простоя ЦОД за год, ч
Уровень	99,671	28,8
Уровень	99,749	22
Уровень	99,982	1,6
Уровень	99,995	0,4

Tier I: базовый уровень. Дата-центр класса Tier I ориентирован на поддержку информационных технологий для решения офисных задач. Инфраструктура включает в себя выделенное пространство для ИТ-систем, источники бесперебойного питания для фильтрации перебоев напряжения, охлаждающее оборудование, которое не отключится в конце рабочего дня, и генератор для защиты от длительных перебоев.

Tier II: резервные мощности. Оснащение класса Tier II включает резервные мощности для критически важных компонентов электроснабжения и охлаждения, что обеспечивает возможность ремонта и повышает запас прочности против проблем, связанных со сбоями оборудования.

Tier III: параллельный ремонт. Дата-центр Tier III не требует остановок для технического обслуживания и ремонта. Резервный канал электроснабжения и охлаждения добавляется к критически важным компонентам Tier II, поэтому каждый элемент, необходимый для поддержки ИТ-процесса, может быть отключен и отремонтирован без влияния на работу дата-центра.

Tier IV: отказоустойчивость. Инфраструктура Tier IV строится на базе Tier III с добавлением концепции отказоустойчивости в топологическую схему. Отказоустойчивость означает, что сбои отдельных единиц оборудования или перебои в работе резервного канала не окажут влияния на работу.

СКС является основой сетевой архитектуры ЦОД и должна отвечать таким требованиям, как надежность, универсальность, масштабируемость, гибкость архитектуры и соответствие стандартам.

В современную структуру центра обработки данных (ЦОД) входят три основные подсистемы СКС:

1. Главная подсистема, выполняющая функцию распределительной, – MDA (англ. Main Distribution Area). Она обеспечивает интерфейс доступа в серверный кластер, а также делит трафик, поступающий по главной магистрали, между внутренними магистралями. В MDA входят маршрутизаторы, оборудование операторов связи, магистральные коммутаторы и т. д.

2. Горизонтальная подсистема – HDA (англ. Horizontal Distribution Area), распределяющая трафик из внутренней магистрали по локальным линиям, длина которых не может быть более 100 м. Данные локальные линии выходят в аппаратные зоны. В подсистеме используются пассивное оборудование, а также коммутаторы KVM<sup>1</sup>, коммутаторы ЛВС и другие сетевые элементы.

3. Подсистема разводки трафика по оборудованию – EDA (англ. Equipment Distribution Area). Она отвечает за доставку трафика в рабочие области дисковых массивов, серверов и другого

---

<sup>1</sup> Сокращение от англ. keyboard, video, mouse – клавиатура, видео, мышь

оборудования. Если в области требуется частая реконфигурация, то могут быть использованы зонные сегменты с узлами консолидации – ZDA.

Все модели развертывания облаков в информационном пространстве подразумевают наличие контролируемого провайдером периметра безопасности, потребители заинтересованы в защите своих данных. Неконтролируемые пути доступа, например беспроводные телекоммуникационные каналы подключения к облачным ресурсам, приводят к нарушению периметра безопасности.

Наиболее эффективные методы защиты информации при работе в облаках:

- шифрование данных при передаче и хранении (например, электронная подпись);

- аутентификация при подключении к облаку – защита паролем или электронным ключом, подтверждающим права доступа к облачным данным;

- использование защищенных каналов передачи данных (протокол PPTP, IPsec-туннели, виртуальные частные сети VPN).

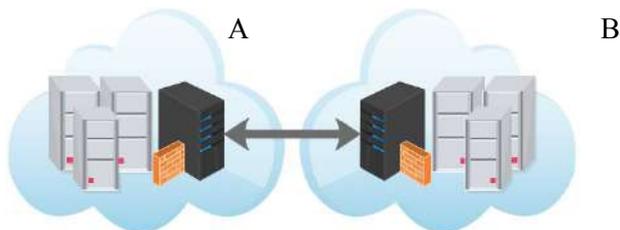
VPN-сети (англ. virtual private networks) обеспечивают защищенное от «прослушки» интернет-соединение между пользователем и определенной зоной сети, которая признана безопасной. Передача данных шифруется. Пользователь настраивает VPN-соединение на своем устройстве – планшете или смартфоне – или переходит на сайт, поддерживающий VPN, откуда работает под защитой.

VPN-соединение состоит из виртуального туннеля типа «точка-точка», устанавливаемого между двумя абонентами или сетевыми узлами. Каждый узел отвечает за шифрование данных до того, как они попадут в туннель, и расшифровку этих данных после того, как они туннель покинут. Каждый узел может одновременно устанавливать дополнительные туннели с другими узлами.

Например, если трем удаленным абонентам необходимо связаться с одним и тем же офисом по защищенному каналу, будет создано три отдельных VPN-туннеля к сетевому узлу этого офиса.

Подобный узел называется VPN-шлюзом (англ. VPN-gateway), а сеть за ним – доменом шифрования (англ. encryption domain). Для получения защищенного доступа к рабочим станциям домена шифрования пользователю достаточно подключиться к VPN-шлюзу с помощью специального ПО VPN-клиента, которое обеспечит создание VPN-туннеля к удаленному VPN-шлюзу.

Через шлюзы можно установить по VPN-туннелю между двумя офисами.



*Рис. 6.4.3. VPN-туннель между сетями А и В*

Сеть А считается доменом шифрования VPN-шлюза А, а сеть В – доменом шифрования VPN-шлюза В соответственно. Когда пользователь сети А изъявляет желание отправить данные в сеть В, VPN-шлюз А зашифрует их и отошлет через VPN-туннель. VPN-шлюз В расшифрует информацию и передаст получателю в сети В.

Всякий раз, когда соединения сетей обслуживают два VPN-шлюза, они используют режим туннеля. Это означает, что шифруется весь пакет IP, после чего к нему добавляется новый IP-заголовок. Новый заголовок содержит IP-адреса двух VPN-шлюзов, которые и увидит перехватчик пакетов (сниффер). При этом определить компьютер-источник в первом домене шифрования и компьютер-получатель во втором домене невозможно.

На IT-рынке существует много вариантов VPN-шлюзов и VPN-клиентов. Это может быть аппаратное VPN-устройство или программное VPN-приложение, которое устанавливается на маршрутизаторах или на ПК. Современные ОС (Windows, Android и т. п.) имеют встроенные средства для настройки VPN-клиента.

Независимо от используемого ПО, все VPN работают по следующим принципам:

1. Каждый из узлов идентифицирует друг друга перед созданием туннеля, чтобы удостовериться, что зашифрованные данные будут отправлены на нужный узел.

2. Оба узла требуют заранее настроенной политики, указывающей, какие протоколы могут использоваться для шифрования и обеспечения целостности данных.

3. Узлы сверяют политики, чтобы договориться об используемых алгоритмах; если это не получается, то туннель не устанавливается. Большинство VPN-решений разрешают создание нескольких политик с комбинациями подходящих алгоритмов для каждого узла, с которым нужно установить соединение.

Как только достигнуто соглашение по алгоритмам, создается ключ, который будет использован в алгоритме шифрования/дешифрования данных.

Плюсы использования облачных вычислений:

- доступ к личной информации с любого компьютера, подключенного к интернету;
- широкий перечень клиентских устройств (ПК, ноутбуки, планшеты, смартфоны и т.п.);
- независимость от ОС; веб-сервисы работают в браузере;
- общий доступ к информации авторизованных пользователей;
- многие платные программы стали бесплатными (или более дешевыми) веб-приложениями;
- высокая надежность хранения удаленных данных, не зависящая от работоспособности клиентских устройств;

- потребителю предоставляется самая последняя версия ПО без необходимости сопровождения;
- независимость от географического положения потребителя и т. п.

Минусы использования облачных вычислений:

- необходимость устойчивого скоростного интернет-соединения; в некоторых случаях требуются установка и настройка специального оборудования для VPN-канала;
- ограничение в функциональных возможностях и настройках облачных версий стандартных приложений;
- недостаточные гарантии конфиденциальности данных, хранимых и обрабатываемых в публичных облаках;
- публичные «облака» подвержены периодическому воздействию злоумышленников и вредоносных программ;
- уязвимость стандартных ОС-гипервизоров, вирусы и трояны могут воздействовать на установленные системы виртуализации;
- эксплуатация и модернизация собственного облака – дорогостоящее мероприятие и т. п.

По мере развития облачных технологий множества плюсов и минусов будут динамично изменяться.

## **§ 5. Единая система информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России (ИСОД МВД России)**

Концепция создания единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России<sup>1</sup> была утверждена в соответствии с перечнем поручений Президента Российской Федерации от 9 августа 2011 г. № Пр-2291 2012–2014 гг.

---

<sup>1</sup> Приказ МВД России от 30 марта 2012 г. № 205 «Об утверждении Концепции создания единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России в 2012–2014 гг». // URL: <https://lib2.podelise.ru/docs/673/index-55098-1.html>.

Система взглядов на развитие единого информационного пространства МВД России, изложенных в Концепции создания ИСОД, предусматривала централизацию информационных ресурсов на единой технологической платформе, что кардинально отличалось от предыдущих подходов, развивавших информационные системы по отдельным направлениям деятельности ОВД.

Основной целью создания ИСОД МВД России являлось повышение уровня информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России, которое выражалось в увеличении количества видов адресной информации, одновременно доступной сотрудникам МВД России с АРМ, а также обеспечение возможности автоматизированного поиска в интегрированных банках данных.

Основными направлениями создания единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России (ИСОД МВД России) стали:

- организация «единого окна доступа» к данным об объектах учета по направлениям деятельности МВД России;
- возможность непосредственного авторизованного доступа, автоматизированного поиска и отбора сведений по запросам заинтересованных сотрудников ОВД, органов государственной власти, общественных организаций и граждан;
- информационно-аналитическая поддержка принятия эффективных управленческих решений при осуществлении профессиональной деятельности.

Базовыми принципами создания ИСОД МВД России стали:

- централизованное управление разработкой, внедрением и сопровождением ИСОД МВД России на основании единой технической политики с учетом отраслевых, государственных, национальных и адаптированных к отечественным условиям международных стандартов;

- унификация программно-аппаратных средств, использование лицензионного системного и прикладного программного обеспечения, преимущественно отечественного производства;
- централизация и интеграция информационных ресурсов, ранее созданных СТРАС и АИС, за исключением систем, содержащих сведения, составляющие государственную тайну;
- интероперабельность (интерфейсная совместимость) АИС, входящих в ИСОД;
- информационная безопасность и защита персональных данных в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации;
- преемственность и преимущественная модернизация уже действующих АИС, разработка новых АИС и модулей к ним на базе внедренных программно-технических средств;
- экономическая целесообразность и финансово-экономическое обоснование реализуемых проектов.

Концептуальная архитектура ИСОД МВД России разрабатывалась с учетом применения передовой технологии облачных вычислений, позволяющей обеспечить информационную поддержку оперативно-служебной деятельности сотрудников ОВД в режиме «клиент-сервер».



Рис. 6.5.1. Модель функционирования ИСОД МВД России

Облачная архитектура – технология распределенной обработки данных, предоставляющая конечному пользователю информационные ресурсы и вычислительные мощности в виде интернет-сервиса через стандартные браузеры.

Основными структурными компонентами ИСОД МВД России являются:

1. ИМТС МВД России – интегрированная мультисервисная телекоммуникационная сеть МВД России.

2. СЦОД МВД России – система централизованной обработки данных МВД России.

3. ППВН – подсистема поддержки взаимодействия подразделений МВД России с населением, а также межведомственного взаимодействия и оказания государственных услуг.

4. Сервисы ИСОД МВД России.

5. Подсистема обеспечения информационной безопасности ИСОД МВД России (ПОИБ).

6. Единый центр эксплуатации ИСОД МВД России (ЕЦЭ ИСОД МВД России, Центр разработки, поддержки, внедрения и администрирования компонентов).

*Программно-технический комплекс АИС (ПТК)* – совокупность средств вычислительной техники, ПО и средств создания и ведения базы данных для выполнения одной или более задач АИС.

СЦОД МВД России представляет собой двухслойное облако, состоящее:

– облачной инфраструктуры на основе программно-технических комплексов единого информационного пространства МВД России (ОИ ПТК ЕИП);

– технологической инфраструктуры центров обработки данных (ТИ ЦОД);

– автоматизированных рабочих мест пользователей и эксплуатационного персонала (АРМ ИСОД).

*Автоматизированное рабочее место (АРМ)* – программно-технический комплекс АИС, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

Изначально облачная информационно-коммуникационная инфраструктура ЕИП МВД России создавалась на базе 129 типовых территориально распределенных программно-технических комплексов, в состав которых входили: серверный кластер; система хранения данных; коммутационное оборудование; система бесперебойного питания; сетевое оборудование доступа к МСПД МВД России; инженерное обеспечение.

В настоящее время ОИ ПТК ЕИП является единой интегрированной программно-аппаратной средой, специальное программное обеспечение которой включает: подсистему виртуализации; подсистему хранения данных; прикладную подсистему; подсистему контроля и управления функционированием.

Центры обработки данных представляют ядро СЦОД МВД России и позволяют обеспечить:

- унификацию используемых в ЕИП МВД России программно-технических решений и приведения архитектуры ИСОД МВД России в соответствие современным требованиям к доступности и надежности объектов информатизации;

- централизованное размещение основных информационно-вычислительных ресурсов облачной инфраструктуры ИСОД МВД России с возможностью профилактики, восстановления, модернизации и масштабирования в «горячем режиме» без прекращения функционирования системы;

- консолидацию разнородных данных, содержащихся в различных автоматизированных информационных системах МВД России, на единой технологической платформе и обеспечение общей точки доступа к ним;

- централизованное управление облачной инфраструктурой ИСОД МВД России;

- требуемый уровень безопасности и защиты данных на объектах информатизации;
- снижение затрат на техническую поддержку, эксплуатацию и администрирование информационно-технологической инфраструктуры ЕИП МВД России.

Технологическая инфраструктура ЦОД ИСОД МВД России (ТИ ЦОД) состоит из нескольких территориально распределенных ПТК ЦОД и Стенда Главного конструктора ИСОД (СГК), подключенных к ИМТС МВД России.

*Подсистема поддержки взаимодействия с населением (ППВН)*, а также межведомственного взаимодействия в целях предоставления госуслуг объединила в себе ряд сервисов обеспечения оперативно-служебной деятельности, в функциональность которых входят возможности предоставления государственных услуг гражданам. Большинство сервисов, входящих в ППВН, интегрированы с ЕПГУ<sup>1</sup>.

Взаимодействие информационных систем через СМЭВ<sup>2</sup> осуществляется с использованием электронных веб-сервисов:

- сервиса предоставления госуслуг (СПГУ);
- интернет-сайта МВД России;
- системы централизованного учета оружия (СЦУО);
- единого банка данных архивной информации (Ретроспектива);
- интегрированного банка данных (ИБД-М);
- федеральной информационной системы ГИБДД (ФИС ГИБДД-М).

Прикладные сервисы обеспечения повседневной деятельности включают:

- ведомственный информационно-справочный портал (ВИСП);
- сервис электронного документооборота (СЭД);

---

<sup>1</sup> Единый портал государственных услуг.

<sup>2</sup> Система межведомственного электронного взаимодействия.

- сервис электронной почты (СЭП);
- систему ведомственной видео-конференц-связи (СВКС-м).

Данные сервисы доступны для использования всеми сотрудниками МВД России, для этого достаточно иметь учетную запись СУДИС.

*Сервис управления доступом к информационным системам и ресурсам ИСОД МВД России (СУДИС)* предназначен для централизованного управления доступом субъектов доступа (пользователей либо сервисов ИСОД МВД России) к объектам доступа (сервисам ИСОД МВД России) и обеспечивает:

- единую точку входа пользователей в ИСОД;
- доступ пользователей к сервисам ИСОД;
- управление доступом сервисов ИСОД к другим сервисам ИСОД;
- регистрацию событий безопасности.

СВКС-м и СЭП предназначены для оптимизации и ускорения процесса получения и обработки информации при принятии управленческих решений. В том числе данные сервисы позволяют сократить время и затраты на рабочие коммуникации сотрудников МВД России. В рамках внедрения СВКС-м ряд территориальных органов МВД России на региональном уровне приказами закрепили использование сервиса как основного программного средства для организации оперативных совещаний и иных рабочих встреч. Это существенно повысило показатели использования сервиса и упростило организацию рабочего процесса.

Отдельно необходимо отметить сервис ВИСП как единую точку получения полной и актуальной информации обо всех сервисах ИСОД.

В ВИСП также реализована возможность создания личного кабинета пользователя, через который можно вести информационный обмен с персоналом ЕЦЭ ИСОД МВД России, отслеживать состояние запросов, просматривать историю обращений и др.

Прикладные сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности включают:

- информационно-поисковый сервис «Следопыт-М»;
- сервис обеспечения охраны общественного порядка (СООП);
- сервис обеспечения деятельности дежурных частей (СОДЧ);
- сервис обеспечения деятельности подразделений материально-технического обеспечения МВД России (СОМТО);
- сервис обеспечения экономической безопасности (СОЭБ);
- сервис НЦБ Интерпола (СОДИ);
- сервис оформления проезда сотрудников (СОПС);
- сервис автоматизированной проверки граждан, ТС и документов на объектах УЗС (САПД УЗС);
- сервис обеспечения деятельности правовых подразделений (СОДПП);
- сервис объединенной поисковой федеральной системы генетической идентификации («Ксенон-2»);
- программно-технический комплекс «Розыск-Магистраль»;
- автоматизированную информационную систему обработки и ведения нормативных правовых актов МВД России, имеющих гриф ограниченного доступа (НПА – ЗГТ);
- сервис обеспечения деятельности организационно-штатных подразделений органов внутренних дел Российской Федерации (СОШП);
- сервис обеспечения кадровой деятельности (СОКД).

Данные сервисы разработаны в интересах отдельных подразделений МВД России для решения их специфических задач и их состав и функциональные возможности постоянно расширяются. Доступ к сервисам осуществляется в соответствии с регламентами получения доступа, после одобрения заявки администраторами доступа соответствующих сервисов. Регламенты получения доступов к сервисам оперативно-служебной деятельности размещены на ВИСП в соответствующих разделах.

*Система обеспечения информационной безопасности ОВД* – совокупность правовых, организационных и технических мероприятий, средств и методов защиты, органов управления и исполнителей, направленных на противодействие угрозам информационной безопасности в целях предотвращения или существенного затруднения утечки, хищения, утраты, уничтожения, искажения, модификации, подделки, копирования, блокирования информации и несанкционированного доступа к ней.

*Угроза информационной безопасности ОВД* – совокупность условий и факторов, создающих потенциальную или реальную опасность вышеперечисленных угроз.

Подсистема обеспечения информационной безопасности разработана в строгом соответствии с требованиями ФСБ России и ФСТЭК России и решает задачи обеспечения информационной безопасности как внутри ИСОД, так и при взаимодействии с внешними системами других органов государственной власти.

Компоненты подсистемы обеспечения информационной безопасности предназначены для антивирусной защиты; анализа защищенности; обнаружения вторжений; защиты информации от несанкционированного доступа; криптографической защиты информации; управления событиями информационной безопасности; обеспечения информационной безопасности демилитаризованной зоны.

Единая техническая политика по обеспечению информационной безопасности проводилась с учетом моделей угроз и нарушителей, согласованных с ФСБ России и ФСТЭК России. Регламентами доступа определены категории должностных лиц, которым делегированы функции администраторов доступа к ресурсам либо защиты информации, а также пользователей ИСОД МВД России.

В целях создания доверенной программно-аппаратной базы ИСОД МВД России был проведен анализ используемых аппа-

ратных и программных средств, протоколов и стандартов, по результатам которого в рамках государственного оборонного заказа на основе свободного ПО создано специальное программное обеспечение прикладных сервисов ИСОД, в том числе реализующее функции защиты информации. Автоматизированные рабочие места оборудованы сертифицированными средствами защиты информации.

*Демилитаризованная зона ИСОД* – пограничный сегмент, выполняющий функции разделения внешней сети (сети Интернет) и внутренней (ИМТС) при использовании общедоступных сервисов ИСОД.

Большинство объектов информатизации и автоматизированных информационных систем МВД России, включая ИСОД, относятся к критической информационной инфраструктуре Российской Федерации. В связи с обострением внешних отношений России в некоторых случаях, имеющих признаки информационных войн, происходит импортозамещение аппаратно-программных средств ИСОД на отечественные разработки.

В целях обнаружения компьютерных атак (вторжений) на объектах ИСОД (11 объектов), где обрабатываются и хранятся значительные объемы данных с повышенным трафиком, реализован ведомственный сегмент государственной системы СОПКА<sup>1</sup>.

По мере развития сегмента СОПКА МВД России создаются дополнительные иерархические упорядоченные ведомственные центры мониторинга в целях повышения оперативности и распределения нагрузки по обнаружению и анализу компьютерных атак на иных объектах инфраструктуры ИСОД МВД России – на региональных и районных уровнях.

При создании ИСОД принималось во внимание, что основные внешние угрозы реализуются посредством атак из интер-

---

<sup>1</sup> Система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации.

нета, в связи с чем инфраструктура ИСОД изолирована от внешних сетей. Так, программы антивирусной защиты «Лаборатории Касперского» обеспечивают противодействие DDOS-атакам, приводящим к отказу в обслуживании интернет-портала или других публичных ресурсов МВД России.

На каждом компьютере, подключенном к ИСОД МВД России, установлено антивирусное ПО. В облачной инфраструктуре ИСОД (в том числе на уровне ПТК ЕИП) развернута иерархическая система серверов антивирусной защиты Kaspersky, главным компонентом которой выступает сервер антивирусного ПО МВД России, размещенный на технологической площадке ЦОД МВД России.

В целях обеспечения функционирования сервисов электронной подписи, в том числе при предоставлении (исполнении) государственных услуг (функций) в электронном виде, с 1 июля 2013 г. в ГЦСиЗИ МВД России введена в эксплуатацию автоматизированная система удостоверяющих центров (СУЦ ОВД)<sup>1</sup>.

Аудит информационной безопасности узлов ИСОД осуществляется во всех территориальных органах МВД России средствами MaxPatrol. По результатам аудита выдаются предписания с описанием выявленных уязвимостей, рекомендациями по их устранению с указанием ответственных.

Выявленные в ходе плановых проверок угрозы информационной безопасности в основном связаны с несанкционированным подключением к АРМ ИСОД устройств доступа к сети Интернет посредством внешних сетевых адаптеров, съемных машинных носителей информации, зараженных вредоносным кодом, а также с использованием для нужд служебной деятельности ресурсов электронной почты, размещенных на негосударственных почтовых серверах.

---

<sup>1</sup> Приказ МВД России от 28 мая 2013 г. № 294 «О вводе в эксплуатацию Системы удостоверяющих центров органов внутренних дел Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс». Режим доступа: по расписанию.

*Центр разработки, поддержки, внедрения и администрирования компонентов (ЕЦЭ ИСОД)* – автоматизированная система управления эксплуатацией компонентов ИСОД, обеспечивающая комплексную поддержку функционирования инфраструктуры ИСОД посредством оптимизации взаимодействия участников процессов эксплуатации ИСОД.

Основными функциями ЕЦЭ ИСОД являются:

- управление, мониторинг состояния и эксплуатации компонентов ИСОД;
- прием обращений, поступающих от пользователей ИСОД, их распределение в соответствии с типами обращений;
- координация работ по эксплуатации ИСОД;
- координация работ по поддержке, внедрению компонентов ИСОД, проведение испытаний разрабатываемых (модернизируемых) компонентов ИСОД;
- хранение документации ИСОД в электронном виде.

Специалисты ЕЦЭ ИСОД МВД России отвечают на любые вопросы пользователей 24 часа в сутки, 7 дней в неделю – для этого достаточно позвонить на «горячий номер» или написать на единый адрес электронной почты. Кроме этого, пользователи могут направлять обращения и получать ответы через личный кабинет ВИСП.

В состав ЕЦЭ ИСОД МВД России также входит Центр обучения, на базе которого проводится подготовка сотрудников МВД России для работы с сервисами ИСОД. С учетом широкой географии дислокации подразделений МВД России основной упор в Центре обучения ставится на дистанционные образовательные технологии: регулярно проводятся вебинары и видеоконференции, широко доступны наглядные учебные материалы (инструкции, видеоролики), также распространена практика тестирования сотрудников на качество усвоения материалов по использованию информационных технологий в повседневной деятельности. Для некоторых сервисов тестирование является обязательным условием получения доступа к работе с сервисом.

В целях организации работы по накоплению, систематизации, хранению и использованию информационных материалов, образующихся в результате деятельности МВД России при использовании автоматизированных информационных систем, в 2014 г. НПО «СТиС» МВД России поручено создать Фонд алгоритмов и программ МВД России (ФАП) и не допускать использования в оперативно-служебной деятельности специального программного обеспечения, не включенного в состав ФАП.

*Специальное программное обеспечение (СПО)* – программное обеспечение, специализированное для автоматизации отдельного вида деятельности подразделений МВД России, разработанное либо закупленное по результатам исполнения государственных контрактов.

*Экземпляр алгоритмов и программ* – научно-техническая документация государственного заказчика на разработку, изготовление, эксплуатацию и сопровождение СПО, предусмотренная государственным контрактом, заключенным для нужд МВД России.

Прикладные сервисы ИСОД МВД России, предоставляемые ведомственным облаком, разделяются на две группы:

- сервисы обеспечения повседневной деятельности подразделений МВД России используются во всех подразделениях МВД России;
- сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности подразделений МВД России используются только в профильных подразделениях.

### **Прикладные сервисы обеспечения повседневной деятельности**

1. Ведомственный информационно-справочный портал (ВИСП) загружается в сети ИМТС под именем [it.mvd.ru](http://it.mvd.ru) и предназначен для доступа к прикладным сервисам ИСОД МВД России, а также:

- к справочной информации, связанной с ИСОД МВД России;

- к сведениям об организационно-штатной структуре МВД России;

- к адресно-телефонному справочнику МВД России;
- к научно-технической информации и новостям о мероприятиях, связанных с ИСОД МВД России;

- к сервисным службам ЕЦЭ ИСОД МВД России;
- к часто задаваемым вопросам по использованию прикладных сервисов ИСОД МВД России и т. п.

2. Сервис электронного документооборота (СЭД) предназначен для управления электронными и бумажными документами, контроля за их прохождением и исполнением в подразделениях МВД России, в том числе отвечающих за работу с обращениями граждан.

Основные функции СЭД:

- регистрация и обработка входящих, исходящих документов, приказов, нормативных правовых актов, обращений граждан и т. п.; работа с регистрационной карточкой документа; добавление, просмотр, удаление, печать резолюций на документ; контроль над прохождением и сроками рассмотрения документов; определение порядка прохождения и обработки документов; отправка документа адресатам; ведение переписки по обращению гражданина;

- осуществление поиска, в том числе полнотекстового, по зарегистрированным и незарегистрированным документам;

- просмотр, ведение и использование при работе с документами в СЭД справочников и классификаторов; построение отчетов;

- формирование дел в соответствии с номенклатурой несекретных дел; настройка параметров эксплуатации СЭД МВД России и просмотр действий, выполненных в СЭД;

- получение и отправка документов в электронном виде из МЭДО (система межведомственного электронного документооборота) в СЭД и обратно.

3. Сервис электронной почты (СЭП) предназначен для обмена электронными сообщениями сотрудниками подразделений МВД России как между собой, так и с внешними адресатами.

Основные функции СЭП:

- создание и отправка электронных сообщений адресатам; получение и просмотр электронных сообщений от адресатов; управление переадресацией и папками с электронными сообщениями; использование адресной книги при формировании электронных сообщений;

- настройка переадресации почтовых сообщений;

- работа со средствами совместного доступа (календари, списки рассылки, задачи).

4. Сервис видео-конференц-связи (СВКС-м) предназначен для организации видеоконференций, в том числе селекторных видеосовещаний в сети ИМТС с использованием в качестве видеотерминалов ПК сотрудников МВД России, оснащенных веб-камерой и гарнитурой.

Основные функции СВКС-м:

- создание селекторных видеоконференций (видеоселектор), симметричных конференций, асимметричных конференций;

- создание аудио- и видеоконференций с участием территориально удаленных участников. При этом возможно одновременное привлечение на одну и ту же аудио-и видеоконференцию нескольких участников, находящихся в разных населенных пунктах и даже в разных субъектах Российской Федерации;

- подключение в конференцию участников, использующих различные каналы связи;

- использование в ходе видеоконференций презентаций и слайдов; демонстрация рабочего стола и удаленное управление им; обмен мгновенными сообщениями;

- запись видеозвонков и видеоконференций.

## **Прикладные сервисы обеспечения оперативно-служебной деятельности**

1. Сервис доступа к интегрированному банку данных (ИБД-М) предназначен для повышения эффективности оперативно-служебной деятельности органов внутренних дел Российской Федерации при формировании, ведении и использовании централизованных учетов МВД России. Подсистемы сервиса ИБД:

- «Административная практика»;
- «Реестр задержанных»;
- «Сведения ФСБ»;
- «Учет преступлений и лиц, подозреваемых, обвиняемых в их совершении»;
- «Учет похищенных и изъятых номерных вещей и документов»;
- «Учет лиц, объявленных в федеральный и межгосударственный розыск»;
- «Учет утраченного или выявленного огнестрельного оружия и иного вооружения»;
- «Учет разыскиваемых транспортных средств»;
- «Учет похищенных предметов, имеющих культурную (историческую, научную, художественную) ценность»;
- «Учет правонарушений и преступлений, совершенных иностранными гражданами или ЛБГ, а также в отношении их»;
- «Учет выдаваемых, утраченных и похищенных паспортов (бланков паспортов)»;
- «Оперативно-справочная картотека (ОСК)»;
- «Выдача справок о наличии (отсутствии) судимости и (или) факта уголовного преследования либо о прекращении уголовного преследования»;
- «Проставление апостиля на официальных документах, подлежащих вывозу за пределы Российской Федерации»;
- «Автоматизированная система ведения регистра федерального интегрированного информационного фонда «АСВ-РИФ»»;

- взаимодействие с Сервисом управления доступом (СУДИС);
- взаимодействие с Единым порталом государственных и муниципальных услуг (ЕПГУ);
- взаимодействие с Сервисом обеспечения охраны общественного порядка (СООП);
- взаимодействие с сервисом обеспечения деятельности дежурных частей (СОДЧ);
- взаимодействие с Сервисом АИС «Следопыт-М»;
- взаимодействие с Сервисом системы централизованного учета оружия (СЦУО);
- взаимодействие с Централизованной интегрированной автоматизированной дактилоскопической информационной системой МВД России (ЦИАДИС-МВД);
- взаимодействие с Государственной системой паспортно-визовых документов нового поколения (ГС ПВДНП).

2. Сервис доступа к информационно-поисковой системе «Следопыт-М» предназначен для формирования и обработки параметрических запросов сведений об интересующих объектах в разнородные банки данных, а также автоматического формирования досье на интересующих людей по всем электронным учетам.

3. Сервис доступа к Федеральной информационной системе Госавтоинспекции МВД России (ФИС ГИБДД-М) предназначен для обеспечения деятельности подразделений Госавтоинспекции МВД России, а также их взаимодействия с соответствующими органами государственной власти Российской Федерации и организациями.

Подсистемы сервиса:

- «Транспортные средства»;
- «Водительские удостоверения»;
- «Административные правонарушения»;
- «Специальная продукция»;
- «Получение и предоставление сведений»;

– взаимодействие с внешними системами (Единая автоматизированная информационная система технического осмотра (ЕАИС ТО), АИС Федерального дорожного агентства (Росавтодор), АИС Федеральной таможенной службы, учеты дорожно-транспортных происшествий и т. п.).

4. Сервис обеспечения деятельности дежурных частей МВД России (СОДЧ) предназначен для автоматизации процессов:

– унифицированного единого информационного обмена между дежурными частями органов внутренних дел;

– сбора информации об оперативной обстановке на обслуживаемой территории, ее фиксации, обобщения, контроля, систематизации, анализа и оценки;

– реагирования на сообщения о преступлениях, нарушениях общественного порядка, стихийных бедствиях и других чрезвычайных происшествиях;

– управления силами и средствами, участвующими в охране общественного порядка, и немедленного принятия мер для раскрытия преступлений по «горячим следам»;

– формирования отчетных материалов;

– обращения к справочным и оперативно-разыскным учетам;

– информирования вышестоящих подразделений ОВД в установленном порядке о преступлениях и чрезвычайных происшествиях;

– передачи информации в Центр оперативного реагирования ОУ МВД России.

5. Сервис обеспечения охраны общественного порядка (СООП) предназначен для автоматизации процессов обеспечения охраны общественного порядка и состоит из следующих подсистем:

– «Участковые уполномоченные полиции»;

– «Административный надзор»;

– «Подразделение по делам несовершеннолетних»;

– «Группа по исполнению административного законодательства»;

– «Патрульно-постовая служба»;

– «Изолятор временного содержания».

Информационное взаимодействие СООП происходит со следующими сервисами и банками данных ИСОД МВД России: СПГУ, ФССП, СУДИС, СОДЧ, ФИС ГИБДД, ИБД, Следопыт-М.

6. Сервис обеспечения экономической безопасности (СОЭБ) предназначен для обеспечения полного технологического цикла ввода, накопления, обработки и анализа оперативно-служебной, аналитической и оперативно-разыскной информации в подразделениях ЭБиПК центрального аппарата и территориальных органов внутренних дел.

7. Сервис доступа к Централизованной интегрированной автоматизированной дактилоскопической информационной системе МВД России (ЦИАДИС-МВД) предназначен для автоматизации процессов формирования, ведения и использования дактилоскопических массивов по следующим направлениям:

– получения, учета, централизованного хранения и классификации дактилоскопической информации, получаемой при проведении государственной дактилоскопической регистрации;

– получения, учета, централизованного хранения, классификации информации о неустановленных лицах, следы рук которых изъяты с мест преступлений;

– дактилоскопических экспертиз, поисков по направлениям экспертно-криминалистической деятельности («След-Дактилокарта», «Дактилокарта-След», «След-След», «Дактилокарта-Дактилокарта»);

– оперативной идентификации личности граждан (поиск «Дактилокарта-Дактилокарта», «Отпечаток-Дактилокарта»).

8. Сервис обеспечения оперативно-служебной деятельности НЦБ Интерпола МВД России (СОДИ) предназначен для информационного обеспечения оперативно-служебной деятельности НЦБ Интерпола при МВД России и его региональных филиалов

в части, касающейся выполнения международных запросов территориальных подразделений правоохранительных органов России, а также международных правоохранительных организаций и органов иностранных государств, в соответствии с международными договорами и законодательством Российской Федерации.

9. Сервис предоставления государственных услуг (СПГУ) предназначен для планирования мероприятий по мониторингу качества оказания государственных услуг, сбора, обработки и хранения данных, необходимых для анализа деятельности по оказанию государственных услуг, контроля мониторинга, а также оценки результативности и эффективности внедрения административных регламентов в подразделениях МВД России, осуществляющих оказание государственных услуг.

*Государственная услуга* – деятельность по реализации функций, которая осуществляется по запросам заявителей в пределах установленных полномочий органов, предоставляющих государственные услуги.

Правоотношения, возникающие в связи с предоставлением государственных услуг, регулируются Федеральным законом от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».

Приказом МВД России от 29 декабря 2014 г. № 1144 «О повышении качества предоставления государственных услуг в системе МВД России» утвержден перечень государственных услуг, предоставляемых органами внутренних дел Российской Федерации.

10. Сервис доступа к единому банку данных архивной информации «Ретроспектива» предназначен для автоматизации технологических процессов Центра реабилитации жертв политических репрессий и архивной информации ГИАЦ МВД России, архивных подразделений ИЦ территориальных подразделений МВД России на региональном уровне, ИЦ окружных управлений на транспорте МВД России.

11. Сервис обеспечения кадровой деятельности (СОКД) предназначен для оптимизации и автоматизации административных процессов и регламентов деятельности подразделений по работе с личным составом ОВД по учету кадров и прохождению службы в органах внутренних дел, а также предоставления заинтересованным органам, организациям и подразделениям МВД России доступа к необходимой учетной кадровой информации на основе интеграции сервиса с ИСОД МВД России.

12. Сервис обеспечения деятельности правовых подразделений системы МВД России (СОДПП) предназначен для автоматизации деятельности сотрудников, федеральных государственных гражданских служащих и работников подразделений системы МВД России по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере внутренних дел.

13. Сервис обеспечения деятельности подразделений материально-технического обеспечения органов внутренних дел Российской Федерации (СОМТО) предназначен для автоматизации отдельных процессов тылового обеспечения подразделений и организаций системы МВД России.

14. Сервис доступа к Системе информационного обеспечения централизованного учета оружия, контроля за соблюдением законодательства Российской Федерации в области оборота оружия, частной детективной (сыскной) и охранной деятельности (СЦУО) предназначен для обеспечения деятельности подразделений лицензионно-разрешительной работы Росгвардии, а также их взаимодействия с соответствующими органами государственной власти Российской Федерации и организациями.

*СМЭВиПВН* – система межведомственного электронного взаимодействия и поддержки взаимодействия с населением объединяет интернет-сайт МВД России, Единый портал госуслуг и ряд сервисов обеспечения оперативно-служебной деятельности ИСОД МВД России, в функциональность которых

входят возможности предоставления гражданам государственных услуг в электронном виде: СПГУ; Ретроспектива; ИБД-М; ФИС ГИБДД-М; СЦУО.

Приведенный список сервисов ИСОД, реализуемых в интересах подразделений МВД России, далеко не полный и постоянно расширяется. На странице ВИСП в сети ИМТС размещена витрина всех доступных сервисов с сопроводительной документацией: презентация сервиса; краткое описание сервиса и перечень ответственных лиц со стороны МВД России; регламент доступа к прикладному сервису; правовые, нормативно-технические и эксплуатационные документы; руководства пользователя, оператора, администратора, системного программиста (при наличии); обучающие материалы и электронные курсы; ответы на часто задаваемые вопросы<sup>1</sup>.

Доступ к сервисам ИСОД МВД России осуществляется исключительно через СУДИС при наличии учетной записи пользователя. Порядок доступа к прикладным сервисам определяется регламентами доступа.

Сервис управления доступом к информационным системам и ресурсам ИСОД МВД России (СУДИС) используется для централизованного управления доступом субъектов доступа к объектам доступа и обеспечивает:

- создание, изменение, блокирование учетных записей пользователей;
- единую точку входа пользователей в ИСОД МВД России по ключу электронной подписи;
- доступ пользователей либо сервисов ИСОД к авторизованным информационным ресурсам (сервисам);
- регистрацию событий безопасности.

Чтобы создать учетную запись нового пользователя, администратор доступа заинтересованного подразделения оформляет заявку по установленной форме и направляет ее в ЕЦЭ ИСОД по

---

<sup>1</sup> URL: <http://it.mvd.ru/services>.

электронной почте. Получив список учетных записей, администратор доступа выдает логин и временный пароль персонально каждому сотруднику.

Основным механизмом доступа к сервисам ИСОД МВД России является авторизация пользователя с использованием ключевого носителя электронной подписи. Доступ к прикладным сервисам обеспечения повседневной деятельности может осуществляться по логину и паролю.

*Авторизация* – предоставление определенному лицу или группе лиц прав на выполнение определенных действий в защищенной компьютерной системе, а также процесс проверки (подтверждения) данных прав при попытке выполнения этих действий.

Ключевой носитель ЭП в ИСОД – это рутокен, внешне похожий на USB-флешку, с криптографическим ПО, которое используется для авторизации пользователя, шифрования данных, защиты электронной переписки, безопасного удаленного доступа к информационным ресурсам.

Изготовление рутокена с персональным ключом ЭП и сертификатом ключа проверки ЭП осуществляется на основании заявления установленного образца, направляемого в Удостоверяющий центр (УЦ). В случае положительного решения оператор УЦ в тридцатидневный срок регистрирует пользователя, генерирует ключи электронной подписи, записывает их на ключевой носитель и выдает пользователю вместе с бумажной копией сертификата ключа проверки электронной подписи.

*ЕЦЭ ИСОД* – единый центр разработки, поддержки, внедрения и администрирования компонентов (сервисов) ИСОД МВД России. В соответствии с приказом МВД России от 23 ноября 2016 г. № 755 вопросы размещения и функционирования ЕЦЭ ИСОД возложены на Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» МВД России (НПО «СТиС» МВД России).

Основные функции ЕЦЭ ИСОД:

– управление, мониторинг состояния и эксплуатации компонентов ИСОД;

- прием обращений, поступающих от пользователей ИСОД, их распределение в соответствии с типами обращений;
- координация работ по эксплуатации ИСОД;
- координация работ по разработке, модернизации, проведению испытаний, внедрению компонентов ИСОД;
- хранение документации ИСОД в электронном виде.

Удаленный доступ пользователей к сервисам ИСОД МВД России осуществляется при помощи защищенных автоматизированных рабочих мест (АРМ ИСОД), подключаемых к облаку по сети ИМТС через VPN-туннели.

## **Глава 7. Профессиональное прикладное программное обеспечение психолога**

### **§ 1. Обзор прикладного программного обеспечения для обработки данных психологических исследований**

В связи с быстрыми темпами развития информационного общества и проникновением компьютера во все сферы жизни человека навыки автоматизированной обработки различных видов информации и использования новых информационных технологий в профессиональной деятельности стали основой подготовки специалистов различных отраслей. Сфера психологии не стала исключением.

За последние годы накоплен значительный опыт по автоматизации обработки данных психологических исследований.

Среди программных продуктов, реализующих методы статистического анализа, особой популярностью пользуются программы Statistica и SPSS Statistics.

*STATISTICA* – программный пакет для статистического анализа, разработанный компанией StatSoft, реализующий функции статистического и графического анализа данных, прогнозирования, управления, визуализации данных с привлечением статистических методов<sup>1</sup>. *STATISTICA* полностью русифицирована, включая документацию и справочное руководство пользователя с примерами статистического анализа данных.

Интерфейс *STATISTICA* выполнен в стиле стандартных Windows-приложений, легко настраивается под пользовательские задачи. Анализ данных проводится интерактивно в режиме последовательно открывающихся диалоговых окон с вкладками с кнопками от самых необходимых до специальных, активирующих углубленные методы и специальные опции.

---

<sup>1</sup> URL: <http://statsoft.ru/products/overview/>.

Графический модуль STATISTICA включает удобные инструменты для эффективной и наглядной визуализации данных. Более 10 тыс. различных типов графиков имеют интерактивные настройки и широкие возможности редактирования (вращение, масштабирование, прозрачность и др.).

Сравнительными достоинствами программного продукта STATISTICA являются высокая скорость обработки больших объемов данных и точность вычислений.

STATISTICA позволяет импортировать/экспортировать в формате MS Excel и Word, взаимодействовать с популярными СУБД (Oracle, MS SQL Server, Informix, Access и др.), хранилищами бизнес-информации SAP Business Warehouse, поддерживает механизмы обмена данными OLE DB и DDE, что позволяет интегрировать новые модули в существующие приложения, вплоть до создания интеллектуальной системы принятия решений на основе процедур STATISTICA. Корпоративные версии STATISTICA интегрируются в веб-страницы.

*SPSS Statistics* (англ. Statistical Package for the Social Sciences – статистический пакет для общественных наук) – популярная среди психологов компьютерная программа для статистической обработки данных, один из лидеров рынка в области коммерческих продуктов, предназначенных для проведения прикладных статистических исследований.

В 2010 г. название программного обеспечения SPSS было изменено на PASW Statistics (англ. Predictive Analytics SoftWare).

Программа работает со статистическими данными любого типа, включая номинативные. В большинстве случаев программа устанавливает тип шкалы по умолчанию.

По матрице данных для любой выборки можно найти основные статистические показатели. При проведении частотного анализа результаты легко представить в виде гистограмм с указанием уровня нормального распределения, что упрощает анализ выборки.

В SPSS достаточно просто анализировать степень взаимосвязи данных (корреляцию), проводить корреляционный, ковариационный, дискриминантный, кластерный и дисперсионный анализ (однофакторный и многофакторный). Математический аппарат SPSS позволяет проводить все типы регрессионного анализа и установления таких показателей, как нелинейная и логистическая регрессия или регрессия Кокса.

Статистический пакет SPSS Statistics работает в ОС MS Windows, MacOS и Linux. Полнофункциональная портативная версия SPSS (англ. portable) запускается с любого носителя и не требует установки на компьютер.

При работе с пакетами STATISTICA и SPSS Statistics от исследователя требуются минимальные познания в области статистического анализа и владение базовыми навыками работы со статистической информацией на компьютере.

Существенным ограничением использования вышеуказанных программ является их стоимость.

Одновременно с коммерческими пакетами для матстатистики существует довольно большой ассортимент бесплатных статистических приложений.

*PSPP* – программный продукт для статистического анализа данных. По внешнему виду и функциональности является бесплатной альтернативой IBM SPSS Statistics. PSPP написан на языке C, русифицирован, использует GNU Scientific Library для своих математических подпрограмм.

*R* – наиболее мощный бесплатный программный продукт с набором библиотек, расширяющих его функциональные возможности. Трудности его освоения компенсируются большим количеством руководств в сети Интернет.

*EpiInfo* – бесплатный статистический пакет, позволяющий кроме статанализа в автоматизированном режиме создавать опросники и формы для ввода данных, в том числе по сети Интернет. EpiInfo поддерживает формат СУБД MS Access и может

быть интегрирован с Google Maps для визуализации пространственных данных.

Довольно часто в качестве математического инструмента при проведении психологических исследований используется табличный процессор MS Excel, позволяющий автоматизировать процесс статистического наблюдения, реализацию статистических методов, а также визуализировать результаты психологических исследований.

## § 2. Описательная статистика

Описательная статистика, или дескриптивная статистика (англ. descriptive statistics), занимается обработкой эмпирических данных, их систематизацией, наглядным представлением в форме графиков и таблиц, а также их количественным описанием посредством основных статистических показателей.

Описательная статистика противопоставляется статистическому выводу в том смысле, что не делает выводов о генеральной совокупности на основании результатов исследования частных случаев.

*Генеральная совокупность* – множество, включающее все однородные объекты, которым присущи (или не присущи) определенные количественные и (или) качественные признаки.

Статистический вывод же предполагает, что свойства и закономерности, выявленные при исследовании объектов выборки, также присущи генеральной совокупности.

*Выборочная совокупность (выборка)* – совокупность случайно отобранных объектов из генеральной совокупности.

*Агрегация данных* – это процесс объединения различных строк из таблиц с помощью специальных функций, которые называются агрегаторами.

*Ранжирование* – это упорядочивание совокупности по возрастанию. Ранжирование позволяет сгруппировать данные по значениям с наглядным отображением их количества в группе.

Описательная статистика, являясь, как правило, первым шагом любого анализа, использует три основных метода агрегирования данных:

1. Табличное представление.
2. Графическое изображение.
3. Расчет статистических показателей.

Основные статистические показатели можно разделить на три группы:

- средние статистики;
- статистики рассеяния;
- статистики отклонения формы распределения.

*Средние статистики (меры среднего уровня или меры центральной тенденции)* дают усредненную оценку совокупности объектов по определенному признаку. К ним относятся среднее значение (выборочное среднее), медиана, мода.

*Статистики рассеяния (меры рассеяния)* – это статистические показатели, характеризующие различия между отдельными значениями выборки. Они позволяют судить о степени однородности полученного множества. Наиболее используемые в психологических исследованиях показатели: выборочная дисперсия; стандартное отклонение (выборочное среднее квадратическое отклонение); размах (диапазон разброса данных).

При изучении распределений, отличных от нормального, возникает необходимость количественно оценить само различие. С этой целью используют специальные характеристики – статистики отклонения формы распределения, к которым относятся асимметрия и эксцесс.

Цель представления данных в виде описательных статистик – сделать выводы и принять стратегические (для дальнейшего анализа) решения, основанные на имеющихся данных.

Например, найдем основные статистические показатели выборочной совокупности, состоящей из девяти студентов, сдавав-

ших государственную итоговую аттестацию. В качестве наблюдаемого признака  $X$  возьмем частоту сердечных сокращений студентов во время аттестации (уд/мин): 96; 93; 99; 97; 100; 94; 98; 95; 96.

Следует заметить, что вычисление основных статистических показателей вручную достаточно трудоемко. Упростим расчет данных показателей посредством табличного процессора Excel:

1. В ячейки C2:C10 вводим результаты девяти измерений и вычисляем выборочное среднее  $\bar{X}$ : в ячейку C11 вводим =СРЗНАЧ(C2:C10). В результате округления получаем  $\bar{X} = 96$  уд/мин:

	A	B	C	D
1		№	X	
2		1	96	
3		2	93	
4		3	99	
5		4	97	
6		5	100	
7		6	94	
8		7	98	
9		8	95	
10		9	96	
11		Среднее	=СРЗНАЧ(C2:C10)	96 x 1C
12		Мода	=СРЗНАЧ(число1; [число2]; ...)	

2. Вычисляем моду (мода – значение выборки, наблюдаемое наибольшее число раз)  $M_o$ : в ячейку C12 вводим =МОДА(C2:C10). В результате получаем  $M_o = 96$  уд/мин:

11	Среднее	96	96 x 1C
12	Мода	=МОДА(C2:C10)	
13	Медиана	=МЕДИАНА(C2:C10)	

3. Вычисляем медиану (медиана – значение выборки, которое делит вариационный ряд<sup>1</sup> на две равные части)  $M_e$ : в ячейку C13 вводим =МЕДИАНА(C2:C10). В результате получаем  $M_e = 96$  уд/мин:

<sup>1</sup> Ранжированная выборка.

11	Среднее	96	9R x 1C
12	Мода	96	
13	Медиана	=МЕДИАНА(C2:C10)	
14	Дисперсия	МЕДИАНА(число1; [число2]; ...)	

4. Вычисляем выборочную дисперсию (выборочная дисперсия – это среднее всех квадратов отклонений результатов наблюдений от их среднего значения)  $S^2$ : в ячейку C14 вводим =ДИСП.В(C2:C10). В результате получаем  $S^2 = 5,28$ :

11	Среднее	96	9R x 1C
12	Мода	96	
13	Медиана	96	
14	Дисперсия	=ДИСП.В(C2:C10)	
15	Станд.отклонение	ДИСП.В(число1; [число2]; ...)	

5. Вычисляем стандартное отклонение (стандартное отклонение описывает типичное расстояние от среднего значения для отдельных результатов измерений)  $S$ : в ячейку C15 вводим =СТАНДОТКЛОН.В(C2:C10). В результате получаем  $S = 2,3$  уд/мин:

11	Среднее	96	9R x 1C
12	Мода	96	
13	Медиана	96	
14	Дисперсия	5,28	
15	Станд.отклонение	=СТАНДОТКЛОН.В(C2:C10)	
16	Размах	СТАНДОТКЛОН.В(число1; [число2]; ...)	

6. Вычисляем размах выборки (размахом выборки называется разность между наибольшим значением и наименьшим значением этой выборки)  $W$ : в ячейку C16 вводим =МАКС(C2:C10)-МИН(C2:C10). В результате получаем  $W = 7$ :

11	Среднее	96	9R x 1C
12	Мода	96	
13	Медиана	96	
14	Дисперсия	5,28	
15	Станд.отклонение	2,30	
16	Размах	=МАКС(C2:C10)-МИН(C2:C10)	

7. Вычисляем асимметрию распределения<sup>1</sup> (числовое отображение степени отклонения графика распределения от симметричного нормального распределения)  $A$ : в ячейку C17 вводим =СКОС(C2:C10). В результате получаем  $A = 0,09$ :

11	Среднее	96	9R x 1C
12	Мода	96	
13	Медиана	96	
14	Дисперсия	5,28	
15	Станд.отклонение	2,30	
16	Размах	7	
17	Асимметрия	=СКОС(C2:C10)	

8. Вычисляем эксцесс распределения (числовое отображение остроты пика (вершины) кривой данного распределения относительно пика кривой нормального распределения)  $E$ : в ячейку C17 вводим =ЭКСЦЕСС(C2:C10). В результате получаем  $E = -0,83$ .

Отрицательное значение эксцесса свидетельствует о более «плоской» вершине по сравнению с вершиной нормального распределения:

11	Среднее	96	9R x 1C
12	Мода	96	
13	Медиана	96	
14	Дисперсия	5,28	
15	Станд.отклонение	2,30	
16	Размах	7	
17	Асимметрия	0,09	
18	Эксцесс	=ЭКСЦЕСС(C2:C10)	

Замечание. Для нормального распределения  $A = 0$ ,  $E = 0$ .  
Итак, основные статистические показатели:

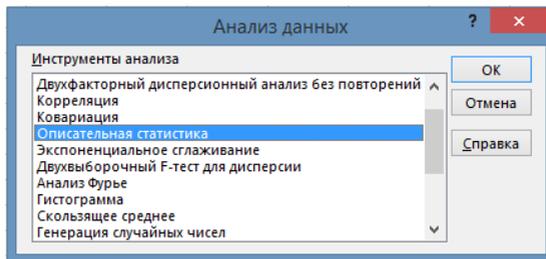
---

<sup>1</sup> Распределение признака – закономерность встречаемости разных его значений.

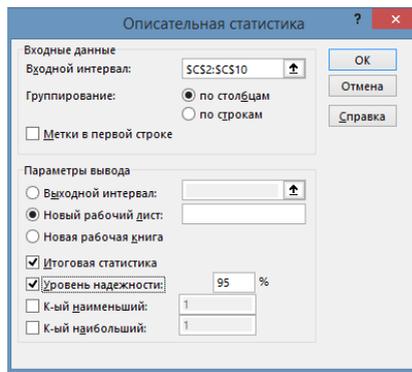
11	Среднее	96
12	Мода	96
13	Медиана	96
14	Дисперсия	5,28
15	Станд.отклонение	2,30
16	Размах	7
17	Асимметрия	0,09
18	Экссесс	-0,83

Полностью автоматизировать процесс вычисления статистических показателей позволяет пакет *Анализ данных*, который содержит группа инструментов *Анализ вкладки*, *Данные* табличного процессора Excel.

В диалоговом окне *Анализ данных* выбираем инструмент *Описательная статистика*:



Нажатие *OK* выводит диалоговое окно *Описательная статистика*:



В окне необходимо указать исходные данные.

*Входной интервал* – это диапазон ячеек, который содержит массив данных.

*Новый рабочий лист* – это лист, на который будут выведены статистические показатели (если выбрать *Выходной интервал*, то информация отобразится на текущем листе, поэтому необходимо указать адрес верхней левой ячейки диапазона, в который будут выведены статистические показатели).

*Итоговая статистика* – это основные статистические показатели выборки: среднее, мода, медиана и др.

*Уровень надежности* – позволяет с заданной вероятностью (0,95) узнать предельную ошибку выборки (случайную погрешность) или ширину доверительного интервала для генерального среднего исследуемой случайной величины.

В результате будут выведены следующие статистические показатели:

	А	В
1		
2	<b>Описательная статистика</b>	<b>Значения</b>
3	Среднее	96,44
4	Стандартная ошибка	0,77
5	Медиана	96
6	Мода	96
7	Стандартное отклонение	2,30
8	Дисперсия выборки	5,28
9	Эксцесс	-0,83
10	Асимметричность	0,09
11	Интервал	7
12	Минимум	93
13	Максимум	100
14	Сумма	868
15	Счет	9
16	Уровень надежности(95,0%)	1,77

Зеленым цветом выделены показатели, которые требуют дополнительного пояснения.

*Стандартная ошибка* – это стандартное отклонение оценок (оценок генерального среднего исследуемой величины), которые будут получены при многократной случайной выборке данного размера (размера  $n$ ) из одной и той же совокупности. Стандартная ошибка численно равна  $\frac{s}{\sqrt{n}}$ , где  $s$  – стандартное отклонение,  $n$  – объем выборки.

*Интервал* – это разница между максимальным и минимальным значениями массива данных.

*Сумма* – сумма всех значений, которые содержит массив данных.

*Счет* – количество значений во *Входном интервале* (пустые ячейки игнорируются).

Если во *Входном интервале* диалогового окна *Описательная статистика* указать ссылку на несколько столбцов данных, то будет рассчитано соответствующее количество наборов показателей, что позволяет сравнивать несколько выборок (наборов данных). При сравнении нескольких выборок необходимо включить заголовки во *Входной интервал*, установив метку в поле *Метки в первой строке*.

Если выборки разной длины, то пустые ячейки будут проигнорированы.

Если пакет *Анализ данных* не активен, то следует выполнить последовательность действий: *Файл* – *Параметры* – *Настройки* – *Пакет анализа* – *Перейти* – *Пакет анализа*:



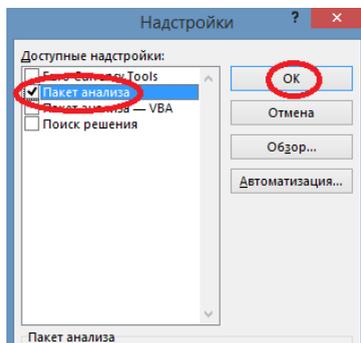


Рис. 7.2.1. Управление надстройками Microsoft Office

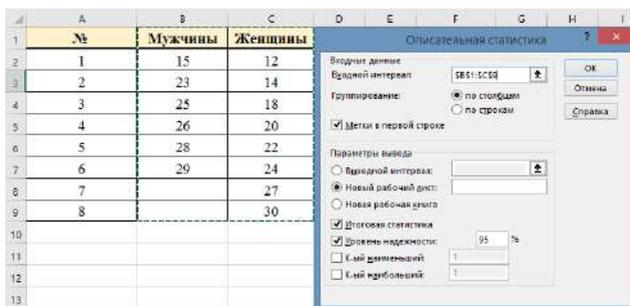
Например, сравним две выборки, которые были получены при измерении уровня эмпатии у мужчин и женщин, по основным статистическим показателям посредством инструмента *Описательная статистика*:

Мужчины	15	23	25	26	28	29	–	–
Женщины	12	14	18	20	22	24	27	30

Для сравнения используем диалоговое окно *Анализ данных*.

1. В ячейки B2:B7 и C2:C9 вводим значения первой и второй выборок соответственно.

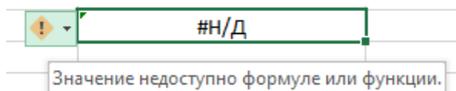
2. В диалоговом окне *Анализ данных* выбираем инструмент *Описательная статистика* и нажимаем *ОК*. Заполняем диалоговое окно *Описательная статистика*:



В результате будут выведены следующие показатели:

1	Мужчины	Значения	Женщины	Значения
2				
3	Среднее	24,33	Среднее	20,88
4	Стандартная ошибка	2,06	Стандартная ошибка	2,18
5	Медиана	25,50	Медиана	21,00
6	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
7	Стандартное отклонение	5,05	Стандартное отклонение	6,17
8	Дисперсия выборки	25,47	Дисперсия выборки	38,13
9	Эксцесс	2,66	Эксцесс	-0,90
10	Асимметричность	-1,54	Асимметричность	-0,02
11	Интервал	14,00	Интервал	18,00
12	Минимум	15,00	Минимум	12,00
13	Максимум	29,00	Максимум	30,00
14	Сумма	146,00	Сумма	167,00
15	Счет	6,00	Счет	8,00
16	Уровень надежности(95,0%)	5,30	Уровень надежности(95,0%)	5,16

Значение #н/д означает, что вычисление статистического показателя *Мода* недоступно для функции, так как все элементы выборки имеют разные значения:



### § 3. Статистическая проверка статистических гипотез

Данный метод позволяет на основе имеющейся информации сделать выбор между двумя предположениями, называемыми гипотезами. Эта процедура дает ответ на вопрос: являются ли наблюдаемые результаты случайными или закономерными?

Табличный процессор Excel позволяет полностью автоматизировать процесс проверки статистических гипотез по ряду статистических критериев.

*Статистический критерий* – строгое математическое правило, согласно которому отвергается или принимается та или иная статистическая гипотеза.

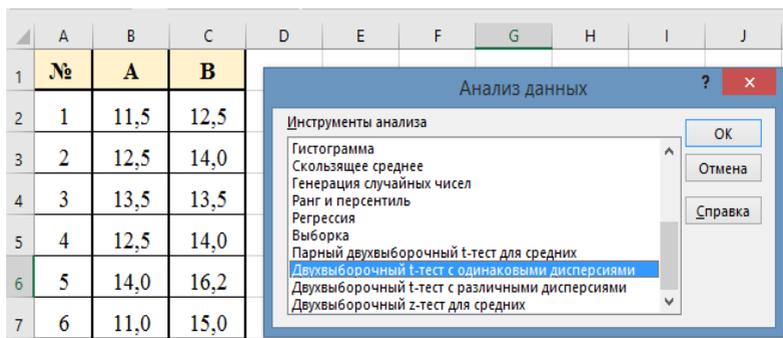
В диалоговом окне *Анализ данных* выбираем соответствующие инструменты: *Парный двухвыборочный t-тест для средних*, *Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями*, *Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями*, *Двухвыборочный F-тест для дисперсии* и др.

Например, с помощью *Двухвыборочного t-теста с одинаковыми дисперсиями* проверим, оказала ли разница условий влияние на скорость реакции пациентов, если при исследовании скорости реакции двух выборок пациентов на звуковой сигнал в различных условиях (условия А и условия В) были получены следующие данные:

Условия А	11,5	12,5	13,5	12,5	14,0	11,0
Условия В	12,5	14,0	13,5	14,0	16,2	15,0

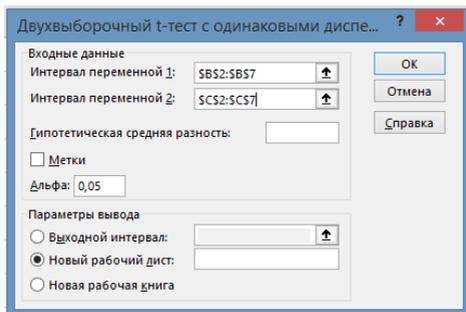
1. В ячейки В2:В7 и С2:С7 вводим значения первой и второй выборок соответственно.

2. В диалоговом окне *Анализ данных* выбираем инструмент *Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями* и нажимаем *ОК*<sup>1</sup>:



<sup>1</sup> Дисперсии считаем одинаковыми по условию задачи, в противном случае необходимо провести дополнительную проверку с помощью двухвыборочного F-теста для дисперсии.

3. Заполняем диалоговое окно *Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями*<sup>1</sup>:



В данном окне в качестве исходных данных необходимо указать:

- *входные данные* – это диапазоны ячеек, который содержат массивы данных первой и второй выборки соответственно;
- *альфа (уровень значимости  $\alpha$ )* – вероятность ошибки, связанной с обобщением результата измерения, полученного по выборке, на всю генеральную совокупность;
- *новый рабочий лист* – это лист, на который будут выведены статистические показатели.

В результате будут выведены следующие показатели:

Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями			
	Переменная 1	Переменная 2	
4	Среднее	12,5	14,2
5	Дисперсия	1,3	1,62
6	Наблюдения	6	6
7	Объединенная дисперсия	1,46	
8	Гипотетическая разность средних	0	
9	df	10	
10	t-статистика	-2,436874261	
11	P(T<=t) одностороннее	0,017517907	
12	t критическое одностороннее	1,812461123	
13	P(T<=t) двухстороннее	0,035035814	
14	t критическое двухстороннее	2,228138852	

<sup>1</sup> Предварительно необходимо проверить, что выборки извлечены из совокупностей, имеющих нормальное распределение.

Искомые показатели выделены другим цветом:

- *t-статистика* – эмпирическое значение *t*-критерия;
- *t-критическое двухстороннее* – критическое значение *t*-критерия.

Так как абсолютное значение *t-статистики* больше *t-критического двухстороннего*, делаем следующий вывод: разница условий (условия А и условия В) оказала статистически значимое влияние на скорость реакции пациентов.

#### § 4. Корреляционно-регрессионный анализ

*Регрессионный анализ* – статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  на зависимую переменную  $y$ .

*Уравнение регрессии* – это зависимость случайной величины  $Y$  от неслучайных факторов  $X$  (обычно  $X$  не случайна и управляема), т. е. зависимость «следствия»  $Y$  от «причин»  $X$ .

Табличный процессор Excel позволяет полностью автоматизировать процесс построения уравнения регрессии.

Например, построим уравнение линейной регрессии, определяющее взаимосвязь между баллами, полученными старшеклассниками по математическому субтесту Векслера (переменная  $X$ ), и баллами за ЕГЭ по информатике (переменная  $Y$ ):

X	9	11	12	17	14	16	18	18
Y	48	43	52	68	50	76	74	82

1. В ячейки B2:J3 вводим табличные данные:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		X	9	11	12	17	14	16	18	18	
3		Y	48	43	52	68	50	76	74	82	
4											

2. По данным таблицы строим точечную диаграмму.

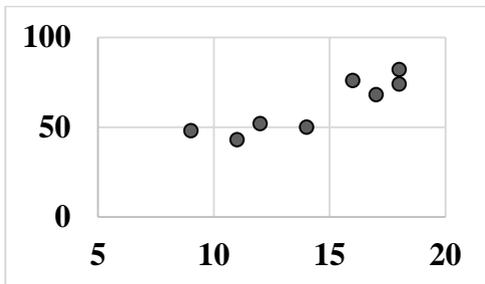
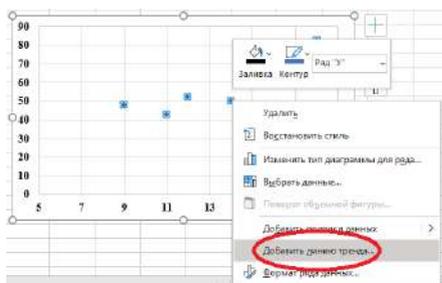


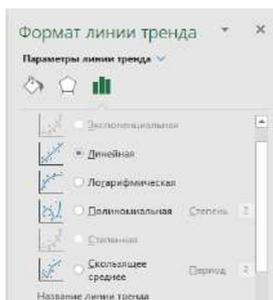
Рис. 7.4.1. Точечная диаграмма отношения  $X$  и  $Y$

3. Подбираем функцию, график которой проходил бы как можно ближе к экспериментальным точкам.

Выделяем правой клавишей мыши экспериментальные точки и вызываем контекстное меню. Выбираем команду *Добавить линию тренда*:

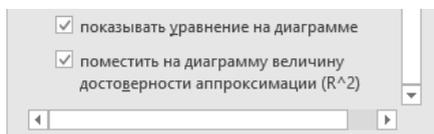


В окне *Формат линии тренда* выбираем линейную зависимость.



В нижней части диалогового окна *Формат линии тренда* ставим два флажка:

- показывать уравнение на диаграмме;
- поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации  $R^2$ .



Уравнение регрессии имеет вид:  $y = 3,9344x + 5,0687$ .

Коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,8042$  показывает, насколько точно функциональная зависимость описывает исследуемый процесс. Чем ближе  $R^2$  к единице, тем точнее подобрана функция.

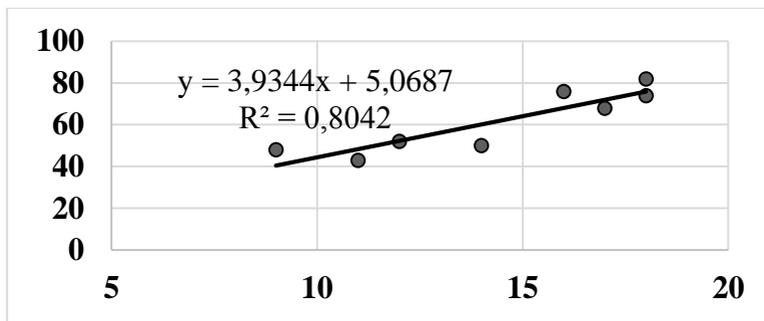


Рис. 7.4.2. Точечная диаграмма отношения  $X$  и  $Y$  с графиком уравнения регрессии

С регрессионным анализом тесно связан *корреляционный анализ*. В регрессионном анализе оценивается форма связи между переменными, в корреляционном анализе оценивается сила связи между переменными.

Сделаем вывод о характере корреляционной связи между переменными  $x$  и  $y$ . С помощью табличного процессора Excel вы-

числом коэффициент корреляции Пирсона  $r^1$ : в ячейку I5 вводим `=PEARSON(C2:J2;C3:J3)`. Аргументами функции PEARSON (массив 1; массив 2) служат элементы первой и второй выборки соответственно. В результате получаем  $r = 0,897$ , что свидетельствует о положительной (достаточно сильной) корреляции между переменными  $x$  и  $y^2$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		X	9	11	12	17	14	16	18	18
3		Y	48	43	52	68	50	76	74	82
4										
5									=PEARSON(C2:J2;C3:J3)	
6										

Чем ближе значение коэффициента корреляции  $r$  к единице (по модулю), тем теснее корреляционная связь.

<sup>1</sup> Предварительно необходимо проверить, что выборки извлечены из совокупностей, имеющих нормальное распределение.

<sup>2</sup> Так как исходные данные являются выборочными, необходимо оценить значимость коэффициента корреляции и параметров уравнения регрессии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *Нормативные правовые акты*

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 г № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (ред. от 31.12.2017) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/).

2. Указ Президента Российской Федерации от 5 декабря 2016 г. № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации» // Правительство Российской Федерации. – URL: <http://government.ru/docs/all/109306/>.

3. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» // Администрация Президента России. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102431687>.

4. Указ Президента Российской Федерации от 21 декабря 2016 г. № 699 «Об утверждении Положения о Министерстве внутренних дел Российской Федерации и Типового положения о территориальном органе Министерства внутренних дел Российской Федерации по субъекту Российской Федерации» (ред. от 01.06.2021) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_209309/4d6318309226e8d4705bba486d099ee622aa8a3f/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_209309/4d6318309226e8d4705bba486d099ee622aa8a3f/).

5. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 12 мая 1993 г. № 229 «О мерах по реализации Концепции развития информационного обеспечения органов внутренних дел» // НПП «Гарант-сервис». – URL: <https://base.garant.ru/1351602/>.

6. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 26 мая 1997 г. № 311 «О вводе в эксплуатацию первой очереди и дальнейшем развитии ведомственной магистральной сети передачи данных МВД России» // СПС «КонсультантПлюс».

7. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 27 июня 2003 г. № 484 «Об утверждении Правил подготовки нормативных правовых актов в центральном аппарате МВД России» // НПП «Гарант-сервис». – URL: <https://base.garant.ru/1353176/>.

8. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 20 мая 2008 г. № 435 «Об утверждении новой редакции программы МВД России “Создание единой информационно-телекоммуникационной системы органов внутренних дел”». – URL: [https://ви.мвд.рф/upload/site132/document\\_file/7Prikaz\\_MVD\\_Rossii\\_ot\\_20\\_05\\_2008\\_N\\_435\\_Ob\\_utverzhdenii\\_novoy.pdf](https://ви.мвд.рф/upload/site132/document_file/7Prikaz_MVD_Rossii_ot_20_05_2008_N_435_Ob_utverzhdenii_novoy.pdf).

9. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 30 марта 2012 г. № 205 «Об утверждении концепции создания единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России в 2012–2014 годах». – URL: <https://lib2.podelise.ru/docs/673/index-55098-1.html>.

10. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 926 «Об утверждении структуры и системы адресации интегрированной мультисервисной телекоммуникационной сети Министерства внутренних дел Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

11. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 20 июня 2012 г. № 615 «Об утверждении Инструкции по делопроизводству в органах внутренних дел Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

12. Приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации от 23 ноября 2016 г. № 755 «Вопросы эксплуатации центра разработки, поддержки, внедрения и администрирования сервисов единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России» // СПС «КонсультантПлюс».

13. ГОСТ 27459-87. Системы обработки информации. Машинная графика : национальный стандарт Российской Федерации

ции : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 октября 1987 г. № 4052 : введен впервые : дата введения 1988-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200015837>.

14. ГОСТ 24402-88. Межгосударственный стандарт. Телеобработка данных и вычислительные сети : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 марта 1988 г. № 805: введен впервые : дата введения 1989-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200015767>.

15. ГОСТ 15971-90. Системы обработки информации : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26 октября 1990 г. № 2698 : введен впервые : дата введения 1992-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200015664>.

16. ГОСТ 19781-90. Обеспечение систем обработки информации программное : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27 августа 1990 г. № 2467 : введен впервые : дата введения 1992-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007684>.

17. ГОСТ 34.003–90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27 декабря 1990 г. № 3399 : введен впервые : дата введения 1992-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006979>.

18. ГОСТ Р 51275-2006. Национальный стандарт Российской Федерации. Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. № 374-ст : введен впервые : дата введения 2008-02-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200057516>.

19. ГОСТ Р 27.002-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 декабря 2009 г. № 649-ст : введен впервые : дата введения 2011-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200077768>.

20. ГОСТ Р 53622-2009. Информационные технологии. Информационно-вычислительные системы. Стадии и этапы жизненного цикла, виды и комплектность документов : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 964-ст : введен впервые : дата введения 2011-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080849>.

21. ГОСТ Р 34.10-2012. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2012 г. № 215-ст : введен впервые : дата введения 2013-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095034>.

22. ГОСТ Р 52653-2006. Национальный стандарт Российской Федерации. Информационно-коммуникационные техноло-

гии в образовании : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. № 419-ст : введен впервые : дата введения 2008-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200053103>.

23. ГОСТ Р 7.0.97-2016. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Организационно-распорядительная документация. Требования к оформлению документов : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 декабря 2016 г. № 2004-ст : введен впервые : дата введения 2008-07-01. – URL: <https://docs.cntd.u/document/1200142871>.

24. ГОСТ 33707–2016 (ISO/IEC 2382:2015). Информационные технологии. Словарь : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 июня 2016 г. № 49) : введен впервые : дата введения 2017-09-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139532>.

### *Литература*

1. Воробьева, Т. И. Обработка электронных документов в профессиональной деятельности : учебно-методическое пособие / Т. И. Воробьева, Н. Е. Малолетко, Ю. Н. Александров. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2017. – 144 с.

2. Жевлакович, С. С. Подготовка служебных документов в приложении MS Word версий 2007/2010 : методические рекомендации / С. С. Жевлакович, А. А. Страхов, Е. А. Слесарева. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2015. – 108 с.

3. Задохина, Н. В. Дискретная математика в примерах и задачах : учебное пособие / Н. В. Задохина, Н. М. Дубинина, Б. В. Борисов. – М. : Московский университет МВД России, 2012. – 74 с.

4. Ищенко, А. Н. Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности (создание простейшей системы психологического тестирования с помощью табличного процессора Excel на примере теста Г. Айзенка) : учебное наглядное пособие / А. Н. Ищенко, А. А. Страхов. – М. : Перо, 2017. – 59 с.

5. Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности : учебник / [А. Н. Прокопенко и др.]. – Белгород : Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина, 2018. – 369 с.

6. Страхов, А. А. Информационные технологии в ОВД. Основные термины и определения : словарь / А. А. Страхов, Е. А. Слесарева, Н. В. Задохина. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2020. – 104 с.

7. Лапин, В. В. Информационные системы в деятельности органов внутренних дел : учебное пособие / В. В. Лапин, Е. А. Слесарева, И. Н. Старостенко. – М. : Московский университет МВД России, 2014. – 137 с.

8. Обработка электронных документов в ОВД с помощью приложения MS Excel 2010 : учебно-методическое пособие / [Н. В. Задохина и др.]. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2018. – 75 с.

9. Основы информатики и информационных технологий в ОВД : учебное пособие / [А. Н. Прокопенко и др.]. – Белгород : Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина, 2016. – 144 с.

10. Статистические методы в экспертно-криминалистической деятельности : учебное пособие / [Н. В. Задохина и др.]. – М. : Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, 2020. – 80 с.

Учебное издание

**Страхов Андрей Александрович,**

**Задохина Нина Владимировна,**  
кандидат педагогических наук

**Дубинина Наталья Михайловна,**  
кандидат юридических наук, доцент

# **Информатика и информационные технологии в психологии**



Редактор *Абилова Ф. А.*  
Компьютерная верстка *Абилова Ф. А.*

Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя  
117997, г. Москва, ул. Академика Волгина, д. 12

---

Подписано в печать 01.10.2021	Формат 60×84 1/16	Тираж 349 экз.
Заказ № 55	Цена договорная	Объем 9,4 уч.-изд. л.
		17,1 усл. печ. л.

---