

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра вычислительных машин, комплексов, систем и сетей**

**Н.И. Романчева**

## **ИНФОРМАТИКА**

### **Учебное пособие**

Утверждено Редакционно-  
издательским советом МГТУ ГА  
в качестве учебного пособия

Москва  
2019

УДК 004(075.8)

ББК 6Ф6.5

P-69

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

*Терентьев А.И.* (МГТУ ГА) – канд. техн. наук, доц. каф. ВМКСС;

*Сычев А.М.* (Департамент информационной безопасности Банка России)

– канд. техн. наук, доц.

**Романчева Н.И.**

P-69 Информатика: учебное пособие. / Н.И. Романчева. — Воронеж: ООО «МИР»,  
2019. — 92 с.

ISBN 978-5-6042751-6-0

Учебное пособие издается в соответствии с учебным планом для обучающихся по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» очной формы обучения.

Учебное пособие содержит базовый лекционный материал по дисциплине «Информатика». В учебном пособии рассматривается комплекс вопросов, связанных с формированием у студентов базовых представлений, умений и знаний в области информатики, основы современных информационных технологий как фактора информационных угроз, тенденции их развития. Приводятся контрольные вопросы и итоговый тест.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 28.01.2019 г. и методического совета 29.01.2019 г.

**ББК 6Ф6.5**

**Св. тем. план 2019 г.**

**поз. 28**

РОМАНЧЕВА Нина Ивановна

ИНФОРМАТИКА

Учебное пособие

*В авторской редакции*

Подписано в печать 25.03.2019 г.

Формат 60x80/16 Печ. л. 3 Усл. печ. л. 5,35

2,79 Заказ 445/090442 Тираж 30экз.

Московский государственный технический университет ГА

*125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20*

Отпечатано ООО «МИР»

*394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215*

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Раздел 1. Теоретическая информатика .....	6
1.1. Современные концепции информации .....	6
1.2. Понятия информации, ее виды и свойства .....	10
1.3. Информация как объект атаки .....	18
Контрольные вопросы .....	19
Раздел 2. Средства информатизации .....	20
2.1. Технические средства информатизации .....	20
2.2. Программные средства информатизации .....	31
Контрольные вопросы .....	49
Раздел 3. Информационные технологии. основные тренды .....	49
3.1. Информационная технология как система .....	49
3.2. Современное состояние и основные тренды .....	59
Контрольные вопросы .....	67
РАЗДЕЛ 4. Компьютерные и телекоммуникационные сети .....	67
4.1. Основы компьютерной коммуникации .....	67
4.2. Эталонная модель взаимодействия открытых систем как основа организации информационных процессов .....	71
4.3. Стандарты и протоколы .....	75
4.4. Программно-определяемые сети .....	76
4.5. Технологии VipNet .....	78
Контрольные вопросы .....	78
РАЗДЕЛ 5. Модели информационной безопасности .....	79
5.1. Проблемы выбора средств защиты .....	79
5.2. Информационные технологии как фактор информационных угроз..	81
5.3. Модель поэтапной оценки риска .....	85
Контрольные вопросы .....	85
Список использованной литературы .....	85
Приложение: итоговый тест .....	86

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие строится на материале, который читается для студентов по специальности 10.05.02 очного обучения по дисциплине «Информатика».

Целью информатики является изучение структуры и общих свойств научной информации с выявлением закономерностей процессов коммуникации. В современном понимании информатика - это область науки и техники, изучающая информационные процессы и методы их автоматизации. Пользователю она предоставляет методологические основы построения информационной модели объекта.

Эффективность деятельности авиапредприятий гражданской авиации, безопасность полетов и авиационная кибербезопасность в значительной степени зависят от наличия систем информационных и связанных технологий (ИСТ), а также от точности и конфиденциальности данных. В условиях рыночной экономики у авиапредприятий все больше проявляется необходимость в защите разного рода информации — базы данных сотрудников, клиентов и поставщиков, собственных разработок, бизнес-информации и др. Анализ литературных источников и руководящих документов в области ИБ [1,2] позволяет сделать вывод, что информационные ресурсы авиапредприятий не обеспечены в полной мере защитой от утечки, искажения или уничтожения внутренним злоумышленником. По данным аналитиков, внутренние угрозы по-прежнему беспокоят организации значительно больше внешних угроз. Наибольшие опасения вызывают угрозы утечки информации (23 %) и халатность служащих (70 %); – в последнее время увеличилось распространение систем защиты от инсайдерских угроз. В Федеральном законе [2] было введено интегральное понятие защищаемого объекта, а именно «объекта безопасности». К объектам в транспортной сфере относятся, в том числе и «иные обеспечивающие функционирование транспортного комплекса здания, сооружения, устройства и оборудование». Наиболее важными защищаемыми объектами в транспортной сфере являются пассажиры и персонал на транспорте. Защита информации в системах авиапредприятий, понижение степени уязвимости и обеспечение способности систем к восстановлению функций, могут быть достигнуты исключительно за счет применения согласованного глобального подхода, включающего коллективную экспертную работу в области авиационной безопасности, аэронавигации, безопасности систем ИСТ и участия специалистов из других соответствующих областей.

Технологические достижения в IT-сфере позволяют создать системы безопасности, которые постоянно совершенствуются, эволюционируют, адаптируются и сами ищут новые способы предотвратить прежде неизвестные виды атак. Именно это и является основным прорывом - их способность не допустить кибер-атаки. Активное внедрение систем искусственного интеллекта (ИИ), машинное обучение и глубокое обучение заставят пересмотреть подходы к обеспечению информационной безопасности авиапредприятия, так как такие

подходы помогают оперативно анализировать большие объемы данных, освобождать операторов от рутинной и монотонной работы. Современные системы защиты информации все успешнее справляются с выявлением необычных событий в больших потоках данных, решением стандартных задач анализа и рассылкой уведомлений.

В учебном пособии раскрывается содержание информационной технологии как составной части информатики. Описываются виды информации и способы ее организации. Излагаются основы компьютерной коммуникации, рассмотрены вопросы информационной безопасности. Материалы курса «Информатика» являются обработанными и оптимизированными материалами из открытых источников, открытых материалов ведущих предприятий в области ИБ.

Данное учебное пособие рассчитано на студентов специальности 10.05.02 и слушателей высших учебных заведений, обучающихся по техническим дисциплинам. Может быть использовано как при дипломном проектировании, так и при самостоятельном изучении теоретических основ информатики.

## РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА

### 1.1.Современные концепции информатики

В своей деятельности человек использует все большие массивы информации. Так, если с 1940 по 1950 годы объем информации удвоился примерно за 10 лет, то в настоящее время это удвоение уже происходит за 2-3 года. При работе с информацией приходится решать большое число вопросов, связанных с удобными и выгодными формами ее хранения, передачи, поиска, обработки. Кроме этого, возникают задачи, связанные с определением структуры информации. Необходимо также изучать общие свойства информации. Всем этим занимается ИНФОРМАТИКА.

В современной литературе встречается ряд определений термина «Информатика». Например, в соответствии со словарем под термином **Информатика** понимается: 1) научное направление, занимающееся изучением законов, методов и способов накапливания, обработки и передачи информации с помощью ЭВМ и других технических средств; 2) группа дисциплин, занимающихся различными аспектами применения и разработки ЭВМ; прикладная математика, программирование, программное обеспечение, искусственный интеллект, архитектура ЭВМ, вычислительные сети; 3) научная дисциплина, изучающая структуру и общие свойства информации, а также закономерности всех процессов обмена информацией при непосредственном устном и письменном общении специалистов до формальных процессов обмена посредством различных носителей информации.

В настоящее время наиболее распространенным является представление об **информатике**, как о технической науке, изучающей методы автоматизации информационных процессов при помощи средств вычислительной техники и связи. Именно поэтому в ряде стран американского континента (США, Канада, страны Латинской Америки) для обозначения этой дисциплины наиболее часто используют термин «computer science», что подчеркивает компьютерную ориентацию данной области исследований. В тоже время в странах Восточной и Западной Европы более употребительным является термин французского происхождения «informatique» (информатика), который получил широкое распространение в России и в странах СНГ. Этот термин представляется более удачным, так как он подчеркивает информационную сущность данной научной дисциплины. Ведь именно информация и информационные процессы становятся главными объектами ее исследований.

По определению академиков В.М.Глушкова и С.С.Михалевича, **информатика** - это комплексная научная и инженерная дисциплина, изучающая все аспекты проектирования, разработки, создания, оценки, функционирования компьютеризированных систем переработки информации, их применение и воздействие на различные области социальной практики.

Информатика как самостоятельная дисциплина опирается на возможность и полезность выделения сведений об окружающей действительности в виде модели и физическое воплощение ее с помощью различных устройств и процессов. Формы существования информационной модели могут иметь

различные физические процессы, которые могут отличаться от оригинала. Вычислительная техника является важной формой существования моделей.

Для более эффективного использования возможностей вычислительной техники при любой форме взаимодействия необходимо владеть определенным стилем мышления, определенными навыками умственных действий. Одним из наиболее существенных является умение строить информационные структуры для описания объектов и систем. Необходимо отметить, что основные научные направления информатики образуют такие дисциплины, как теория передачи и преобразования информации, программирование и ряд других.

О.М. Белоцерковский определяет информатику как «единство трех составляющих»: hardware, software, brainware. Понятие hardware связывают с техническим обеспечением, software - с программным. Особое внимание уделяется brainware (от слова «мозг», «рассудок») - проблеме, связанной с формализацией сложного процесса или явления, его математическим описанием, "...может быть самой существенной проблемой информатики».

Дисциплину информатика можно рассматривать как "основу для унификации обозначений и терминов, методов изложения, классификации доказательства во всех учебных курсах" [3]. В настоящее время в информатике получили наибольшее развитие три следующие основные области исследований:

- Теоретическая информатика (теория информации, методы информационного моделирования, компьютерная лингвистика, теория систем искусственного интеллекта, теория информационных систем);

- Техническая информатика (теория и методология создания и использования технических систем сбора, хранения, обработки и передачи информации, ориентированных, в основном, на использование средств ЭВТ и связи);

- Прикладная информатика (теория и методология создания и использования информационных технологий, комплексов и систем в различных сферах социальной практики).

Под **теоретической** (научной) **информатикой** будем понимать науку, изучающую структуру и общие свойства научной информации, а также закономерности всех процессов научной коммуникации.

**Прикладная информатика** - научное направление, объединяющее информатику, ВТ и автоматизацию.

Зародившись в недрах **кибернетики** - науки об общих законах получения, хранения, передачи и переработки информации в сложных системах, информатика сохраняет с ней много общего. Эта общность проявляется как в терминологическом аппарате, так и в методах исследования, а также в используемых инструментальных средствах (математические модели, средства вычислительной техники и связи, системы электронных коммуникаций). Основное свойство кибернетики заключается в том, что она пригодна для исследования любой системы, которая может записывать, накапливать, обрабатывать информацию, благодаря чему ее можно использовать в целях управления.

Однако не следует забывать, что у информатики, как и у любой фундаментальной науки, имеются свои, отличные от кибернетики, объекты исследования - информация и информационные процессы, а также свои методы исследования, одним из которых является информационный подход к изучению явлений в природе и обществе.

Основными понятиями информатики являются структуры данных различных типов, алгоритмы их переработки и компьютер как основной "переработчик". Объектом информатики являются данные (информация).

Основная задача информатики заключается в определении общих закономерностей, в соответствии с которыми происходит создание научной информации, ее преобразование, передача и использование в различных сферах деятельности человека. Прикладные задачи заключаются в разработке более эффективных методов и средств осуществления информационных процессов, в определении способов оптимальной научной коммуникации с широким применением технических средств.

В информатике как в научном направлении можно выделить три уровня: нижний (физический), представляющий собой программно-аппаратные средства ВТ и техники связи; средний (логический), объединяющий информационные технологии, представляющие собой совокупность моделей, методов и средств решения различных задач пользователя; верхний (пользовательский), на котором разработанные информационные технологии применяются для проектирования различных систем.

В настоящее время можно выделить несколько направлений развития информатики:

1) *теоретическая информатика* - центральное место в этом направлении занимает общая теория информации.

2) *теория информационного моделирования* явлений природы, объектов и систем техносферы, социальных процессов и систем биосферы - быстрое развитие методов информационного моделирования, особенно в сочетании с методами глобального информационного мониторинга, могут обеспечить уже сегодня возможность прогнозирования многих кризисных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, в районах экологического бедствия, в местах природных катастроф и крупных технологических аварий. Следует отметить, перспективное научное направление в области методологии моделирования сложных систем, которое развивает группа российских ученых во главе с профессором И.Л. Букатовой. Это направление, названное авторами эвоинформатикой, имеет целью создание новых интеллектуальных информационных метатехнологий для решения задач глобального моделирования сложных природных явлений и технических систем на основе эволюционного подхода (например, для решения задачи исследования устойчивости и живучести биосферы нашей планеты с учетом все возрастающего антропогенного воздействия на нее в различных регионах земного шара).

3) *синтеллектика* - теория интеллектуальных информационных систем. Ее главными компонентами будут методы представления и использования в



информационных системах нечетких знаний, интеграции и кооперативного использования разнородных информационных ресурсов, а также методы создания обучаемых информационных систем, основанных на принципах когнитивной графики и интегрированного использования различных форм представления информации (образов, текстов, музыки, речи).

4) *инструментальные средства технической реализации* информационных процессов - главное внимание здесь должно быть уделено средствам сбора, хранения и обработки информации, построенным на новых физических, архитектурных и алгоритмических принципах (например, оптоэлектронные, голографические и нейроподобные информационно-вычислительные системы).

5) *социальная информатика*: информационная медиаэкология - наука об изучении возможностей человека по адаптации ко все более быстро возрастающим информационным нагрузкам; социальная когнитология - наука о закономерностях формирования и использования совокупного интеллектуального потенциала общества; информдинамика - наука о закономерностях изменения социальных структур общества под воздействием процессов его информатизации и т.д. Многие из перечисленных новых научных направлений находятся в настоящее время в начальной стадии своего формирования.

6) *биологическая информатика*, изучающей общие закономерности и особенности протекания информационных процессов в объектах биосферы-живых организмах и растениях. Результаты ряда исследований, проводимых в этой области профессором Д.С.Чернавским с использованием математического моделирования и методов динамической теории информации, убедительно свидетельствуют, что информация и информационные процессы, несомненно, играют ключевую роль в эволюции живого вещества. Данное направление должно помочь вскрыть и понять некоторые общие закономерности информационных процессов в природе, которые затем можно будет использовать при изучении информационных процессов в социальной сфере, а также при конструировании и исследовании различного рода знаковых, языковых, технических и других искусственно создаваемых человеком информационных систем и информационных технологий.

7) *минероинформатика* - исследования информационных процессов в неживой природе. Такие процессы имеют место не только в естественных минералах (особенно кристаллической структуры), но также и в металлах, и жидкостях. Некоторые свойства металлов и жидкостей запоминать и регенерировать полученную информацию уже используют при конструировании отдельных технических устройств и технологических процессов.

8) *энионика* - исследование информационных процессов, происходящих вне пределов уже доступного измерения при помощи современной научной аппаратуры материального мира. Такие явления, как телепатия, телекинез, ясновидение и лечение на расстоянии, уже давно не являются секретом и практически используются. Поэтому проведение научных экспериментов в этой области, накопление и систематизация результатов их изучение научными методами сегодня не только уместно, но и необходимо.

Анализ современного состояния информатики и направлений перспективного развития научных исследований в области формирующегося в настоящее время комплекса наук об информации позволяет сделать следующие основные выводы:

- информатика сегодня - это быстро прогрессирующая и стратегически важная область научного знания. Это одна из «точек роста» мировой науки, из которой в ближайшие годы будет сформирован новый комплекс наук об информации. Именно он станет научной базой наступающего постиндустриального информационного общества:

- основными факторами, стимулирующими развитие информатики, являются, с одной стороны, процесс информатизации общества, который в настоящее время принял глобальный характер и является стержнем научно-технического, экономического и социального развития практически для всех стран мирового сообщества, а, с другой стороны, - проблема необходимости разрешения кризиса в самой науке, где сегодня происходит пересмотр многих сложившихся ранее понятий и представлений о законах природы и общества.

## **1.2. Понятие информации, ее виды и свойства**

### **1.2.1. Термины и определения**

Информация с точки зрения информационной безопасности обладает следующими категориями:

- **конфиденциальность** — гарантия того, что конкретная информация доступна только тому кругу лиц, для кого она предназначена; нарушение этой категории называется хищением либо раскрытием информации;

- **целостность** — гарантия того, что информация сейчас существует в ее исходном виде, то есть при ее хранении или передаче не было произведено несанкционированных изменений; нарушение этой категории называется фальсификацией сообщения;

- **аутентичность** — гарантия того, что источником информации является именно то лицо, которое заявлено как ее автор; нарушение этой категории также называется фальсификацией, но уже автора сообщения;

- **апеллируемость** — довольно сложная категория, но часто применяемая в электронной коммерции— гарантия того, что при необходимости можно будет доказать, что автором сообщения является именно заявленный человек, и не может являться никто другой; отличие этой категории от предыдущей в том, что при подмене автора, кто-то другой пытается заявить, что он автор сообщения, а при нарушении апеллируемости -сам автор пытается «откеститься» от своих слов, подписанных им однажды.

В отношении информационных систем применяются иные категории:

- **надежность** — гарантия того, что система ведет себя в нормальном и внештатном режимах так, как запланировано;

- **точность**- гарантия точного и полного выполнения всех команд;

- **контроль доступа** - гарантия того, что различные группы лиц имеют различный доступ к информационным объектам, и эти ограничения доступа постоянно выполняются;

- **контролируемость** — гарантия того, что в любой момент может быть произведена полноценная проверка любого компонента программного комплекса;
- **контроль идентификации** — гарантия того, что клиент, подключенный в данный момент к системе, является именно тем, за кого себя выдает;
- **устойчивость к умышленным сбоям** - гарантия того, что при умышленном внесении ошибок в пределах заранее оговоренных норм система будет вести себя так, как оговорено заранее.

Развитие человеческого общества практически на всех этапах проходило на основе технического прогресса. В процессе формирования трудовых коллективов возникла необходимость обмена знаниями. Появление информации является естественным следствием развития человеческого общества. Термин **«информация»** происходит от латинского слова «informatio»- разъяснение, изложение, осведомленность. К.Шеннон понимал под информацией «меру неопределенности (энтропия) события». Глушков В.М. считал, что «информация как свойство материи создает представление о ее природе и структуре, упорядоченности, разнообразии».

Приведем еще ряд определений: «Информация – обозначение содержания, полученного из внешнего мира» (Н. Винер), «Информация - это передача разнообразия» (Эшли). Яглом полагал, что информация – это вероятность выбора, Бриллюэн определил информацию как «отрицание энтропии». Энтропийная оценка оказалась перспективной. Можно считать, что этот термин в начальном представлении является общим понятием, означающим некоторые сведения, совокупность данных, знаний и т.д. Сейчас смысл, вкладываемый в это понятие, сильно изменился и расширился, появилась особая математическая дисциплина-теория информации. Хотя в теории информации и вводится несколько строгих определений информации, они не охватывают всего богатства этого понятия. Поэтому большинство ученых в наши дни отказываются от попыток дать строгое определение и склоняются к тому, чтобы рассматривать **информацию** как первичное, неопределенное понятие, подобное понятию множества в математике.

### 1.2.1. Основные концепции информации

Существование множества определений информации обусловлено сложностью, специфичностью и многообразием подходов к толкованию сущности этого понятия [3,4]. Выделим три наиболее распространенные концепции информации, каждая из которых по-своему объясняет ее сущность.

Первая концепция (концепция К.Шеннона), отражая количественно-информационный подход, определяет **информацию как меру неопределенности (энтропию) события**. Под энтропией понимается математическое ожидание случайной величины собственной информации:

$$H(X_0) = \sum_{j=1}^{j=M} P(X_{0j}) I(X_{0j}),$$

где  $M$  – множество сообщений в ансамбле  $X_0$ ,  $H(X_0)$  - показывает количество двоичных единиц информации, которая содержится в любом сообщении из множества  $X_0$ .

Эта концепция основана на статическом подходе. Имеет место источник информации и потребитель, возникает процесс передачи информации. Источник выдает сообщение, потребитель, принимая сообщение, получает при этом информацию о состоянии источника. В статической теории не изучается содержание информации. Предполагается, что до получения информации имела место некоторая неопределенность. С получением информации эта неопределенность снимается. Таким образом, статическая количественная характеристика информации – это мера снимаемой в процессе получения информации неопределенности системы. Количество информации в том или ином случае зависит от вероятности его получения: чем более вероятным является сообщение, тем меньше информации содержится в нем [3].

Рассмотрим пример, источник формирует  $M$  сообщений, каждое из которых передается избыточным кодом длины  $n$ . Определим число сведений  $f$  в некотором сообщении.  $f=kn$ , где  $k$  – коэффициент пропорциональности. Сделаем ряд допущений, получим число передаваемых сообщений  $M=k^n$ .

За единицу количества информации примем число сведений, которые передаются двумя равновероятными сообщениями. Назовем эту единицу двоичной единицей информации. Тогда  $f=1$ ,  $M=2$ , получим  $I=k_0 \log_a 2$ . Отсюда следует, что  $a=2$ ,  $k_0=1$ , и следовательно количество информации в сообщении составит  $I=\log_a M$ . Приведенная формула называется формулой Хартли. Из нее следует, что для равновероятных дискретных сообщений количество информации зависит лишь от числа передаваемых сообщений.

Этот подход, хоть и не учитывает смысловую сторону информации, оказался весьма полезным в технике связи и вычислительной технике, послужил основой для измерения информации и оптимального кодирования сообщений. Кроме того, он представляется удобным для иллюстрации такого важного свойства информации, как новизна, неожиданность сообщений. При таком понимании информация – это снятая неопределенность, или результат выбора из набора возможных альтернатив.

Вторая концепция рассматривает **информацию как свойство** (атрибут) **материи**. Ее появление связано с развитием кибернетики и основано на утверждении, что информацию содержат любые сообщения, воспринимаемые человеком или приборами. Наиболее ярко и образно эта концепция информации выражена академиком В.М.Глушковым. Он писал, что "информацию несут не только испещренные буквами листы книги или человеческая речь, но и солнечный свет, складки горного хребта, шум водопада, шелест травы". Иными словами, информация как свойство материи создает представление о ее природе и структуре, упорядоченности, разнообразии и т.д. Она не может существовать вне материи, а значит, она существовала, и будет существовать вечно, ее можно накапливать хранить перерабатывать.

Третья концепция основана на логико-семантическом (семантика – изучение текста с точки зрения смысла) подходе, при котором **информация** трактуется как **знание**, причем не любое знание, а та его часть, которая используется для активного действия, для управления и самоуправления. Иными словами, инфор-

мация - это действующая, полезная, " работающая " часть знаний. Афанасьев В.Г., развивая логико-семантический подход, дает определение социальной информации: "Информация, циркулирующая в обществе, используемая в управлении социальными процессами, является социальной информацией. Она представляет собой знания, сообщения, сведения о социальной форме движения материи и о всех других формах в той мере, в какой она используется обществом...". Социальная информация - многоуровневое знание. Она характеризуется:

- общественные процессы в целом - экономические, политические, социальные, демографические, культурно-духовные и т.д.;
- конкретные процессы, происходящие в различных ячейках общества, на предприятиях, в кооперативах, семьях и т.д.;
- интересы и стремления различных социальных групп - рабочего класса, молодежи, пенсионеров, женщин и др.

В самом общем смысле под **социальной информацией** понимают знания, сообщения, сведения о социальной форме движения материи и о всех других ее формах в той мере, в какой они используются обществом, вовлеченными в орбиту общественной жизни. Другими словами, информация есть содержание логического мышления, которое, воспринимаясь с помощью слышимого или видимого слова, может быть использована людьми в их деятельности [3].

### 1.2.3. Виды и свойства информации

Рассмотренные подходы освещают различные стороны сущности понятия информации и облегчают тем самым систематизацию ее основных свойств. Из множества определений информации наиболее целесообразным представляется следующее: **информация** - это сведения, снимающие неопределенность об окружающем мире, которые являются объектом хранения, преобразования, передачи и использования.

**Сведения** - это знания, выраженные в сигналах, сообщениях, известиях, уведомлениях и т.д.

Понятие информации должно быть связано с определенным объектом, свойства которого она отражает. Кроме того, наблюдается относительная независимость информации от ее носителя, поскольку возможны ее преобразование и передача по различным физическим средам с помощью разнообразных физических сигналов безотносительно к ее содержанию, т.е. к семантике, что и явилось центральным вопросом многих исследований, в том числе и в философской науке. Информация о любом материальном объекте может быть получена путем наблюдения, натурального либо вычислительного эксперимента, а также на основе логического вывода. Поэтому говорят о доопытной, или **априорной**, информации и послеопытной, т.е. **апостериорной**, полученной в итоге эксперимента.

Для человека любое восприятие реальных объектов окружающей действительности происходит через ощущения. Органы чувств человека и высшая нервная система позволяют ему воспринимать объекты. При обмене информацией имеют место **источник** в виде объекта материального мира и **приемник** - человек

либо какой-то материальный объект. Информация возникает за счет отражения, которое является свойством всей материи, любой материальной системы. У человека получают развитие более сложные формы отражения: познавательная и творческая. Эти формы носят сознательный характер и позволяют человеку активно воздействовать на окружающий мир.

Особенность информации в том, что, будучи материальным явлением, она не является ни материей, ни энергией. В кибернетическом смысле информация - это отражение одного объекта в другом, используемое для формирования управленческих воздействий. Говоря об информации, важно, чтобы она для потребителя имела смысл. Потребитель информации может ее оценивать в зависимости от того, где и для какой конкретной задачи информация используется. Использование информации в управлении и самоуправлении опирается на наличие связи между объектами системы, источниками информации, и ее получателями. Структура сообщений, их смысл и практическая ценность всегда ориентированы на определенного получателя. Поэтому выделяют такие аспекты информации, как **прагматический, семантический и синтаксический**. Прагматический аспект связан с возможностью достижения поставленной цели с использованием получаемой информации. Этот аспект влияет на поведение потребителя. Если информация была эффективной, то поведение потребителя меняется в желаемом направлении. Таким образом, этот аспект характеризует поведенческую сторону проблемы.

Семантический аспект позволяет оценить смысл передаваемой информации, соотнося ее с информацией, хранящейся до появления данной. Семантические связи между словами или другими смысловыми элементами отражает словарь – **тезаурус**. Он состоит из двух частей: списка слов и устойчивых словосочетаний, которые сгруппированы по смыслу, и некоторого ключа, т.е. алфавитного словаря, позволяющего расположить слова и словосочетания в определенном порядке. Тезаурус имеет особое значение в системах хранения информации, что позволяет на логическом уровне осуществлять организацию информации в виде отдельных записей, массивов и их комплексов. Семантический подход к информации базируется на анализе.

Синтаксический аспект информации связан со способом ее представления. В зависимости от реального информационного процесса, в котором участвует информация, она представляется в виде специальных символов, знаков.

Обмен информацией совершается не вообще между любыми объектами, а только между теми из них, которые представляют собой систему, обладающую каким-то минимумом организованности. В целом возникновение и развитие теории информации, а также кибернетики и информатики, явилось научным подтверждением теории отражения и способствовало ее дальнейшему развитию.

Основываясь на положении, что информация - результат и форма проявления отражения, а объектом социального отражения может быть любой фрагмент действительности (предметы, факты, явления, процессы), информация в системе подразделяется на внешнюю, порожденную другими системами управления, и внутреннюю - возникающую непосредственно в процессе

функционирования самой системы как результат отражения ею соответствующих социальных явлений. Последняя есть часть социальной информации и поэтому имеет ту же природу. Особенности внутренней информации определяются объектами отражения и теми признаками, которыми эти объекты характеризуются. Выбор объектов отражения и их признаков зависит от специфичности задач, решаемых данной социальной системой.

Ввиду многообразия информации в ГА, практически невозможно дать ей такое определение, которое было бы одновременно универсально, содержательно и конкретно. Можно сказать, что информация – это входные и выходные потоки, которые изменяются в ходе физических либо технических процессов. Например, параметрическая информация, регистрируемая с помощью ИДС в процессе опробований двигателя; параметрическая информация, регистрируемая с помощью бортовых устройств регистрации (БУР) полетных данных; результаты обработки зарегистрированной параметрической информации в ИДС и наземных устройствах обработки полетной информации

В своей повседневной деятельности сотрудники ГА широко используют различные виды информационной техники: радиопередатчики, телеграфию, вычислительную технику и т.д. Сигналы передаваемые по радио и телевидению, а также используемые в магнитной записи имеют форму непрерывных быстро изменяющихся во времени кривых линий. Такие сигналы называются непрерывными или аналоговыми сигналами. В противоположность этому в телеграфии и вычислительной технике сигналы имеют импульсную форму и именуется дискретными сигналами.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что информация передается в двух формах: дискретная форма представления информации - это последовательность символов, характеризующая прерывистую, изменяющуюся величину (количество авиационно-транспортных происшествий, количество рейсов авиакомпаний и т.п.); аналоговая или непрерывная форма представления информации - это величина, характеризующая процесс, не имеющий перерывов или промежутков (температура тела человека, скорости воздушного судна на определенном участке трассы и т.п.).

Все многообразие окружающей нас информации можно сгруппировать по различным признакам:

- по признаку "область возникновения"- информация, отражающая процессы, явления неодушевленной природы называется элементарной или механической, процессы животного и растительного мира - биологической, человеческого общества – социальной;

- по способу передачи и восприятия - информация, передаваемая видимыми образами и символами - визуальной, звуками - аудиальной, ощущениями - тактильной, запахами и вкусами – органолептической; информацию, выдаваемую и воспринимаемую средствами вычислительной техники - машинной;

- по общественному назначению можно разбить на три вида: личная, массовая и специальная. Название классов используемой информации раскрывает и их содержание, так личная информация предназначена для конкретного

человека, массовая - предназначена для любого желающего ее пользоваться (общественно-политическая, научно-популярная и т.д.), специальная - предназначена для использования узким кругом лиц занимающихся решением сложных специальных задач в области науки, техники, экономики и т.п.

Часть информации, занесенная на бумажный носитель, получила название **документальной** информации. Наряду с научной информацией в сфере техники используется **техническая** информация. Она сопровождает разработки новых изделий. Научную и техническую информацию объединяют термином научно-техническая информация.

Разнообразие источников и потребителей информации привело к существованию различных **форм ее представления: символической, текстовой и графической**. Символическая форма, основана на использовании символов - букв, цифр, знаков и т.д., является наиболее простой, но она практически применяется только для передачи несложных сигналов о различных событиях. Примером может служить зеленый свет уличного светофора, который сообщает о возможности начала движения пешеходам или водителям автотранспорта, звонок будильника дает информацию о действиях, которые должен предпринять человек, услышавший этот звуковой сигнал. Более сложной является текстовая форма представления информации. Здесь так же, как и в предыдущей форме, используются символы: буквы, цифры, математические знаки. Однако информация заложена не только в этих символах, но и в их сочетании, порядке следования. Так, слова МИР и РИМ имеют одинаковые буквы, но содержат различную информацию. Благодаря взаимосвязи символов и отображению речи человека текстовая информация чрезвычайно удобна и широко используется в деятельности человека: книги, брошюры, журналы, различного рода документы, аудиозаписи и т.д. Наиболее емкой и сложной является графическая форма представления информации. К этой форме относятся фотографии, схемы, чертежи, рисунки, играющие большое значение в деятельности человека вообще и сотрудника ГА.

Информация выступает как свойство объектов и явлений (процессов) порождать многообразие состояний, которые посредством отражения передаются от одного объекта к другому и запечатляются в его структуре (возможно, в измененном виде). **Свойства информации** можно рассматривать в трех аспектах: техническом - это точность, надежность, скорость передачи сигналов и т.д.; семантическом - это передача смысла текста с помощью кодов и прагматическом - это насколько эффективно информация влияет на поведение объекта.

Целевая функция информации (ее прагматический аспект) характеризуется способностью влиять на процессы управления, на соответствующее целям управления поведение людей. В этом, по существу, и состоит полезность или ценность информации. В определенных случаях ценность информации становится отрицательной, полезность сменяется вредностью, а сама информация становится дезинформацией. Ее источником служат субъективные факторы (мнения, взгляды, оценки), а также преднамеренные искажения информации с какой-либо целью. Если эта цель вызвана общественными интересами, то дезинформация может быть



полезной (широко, например, используется дезинформация в военной области). Чтобы ввести в заблуждение противника применяются ложные сигналы, сообщения, обозначения и т.д.. В общем же дезинформация - это ложь, искажение фактов, нарушение принципа адекватности информации, объективного освещения явлений общественной жизни.

#### 1.2.4. Количественная оценка информации

Анализируя информацию, мы сталкиваемся с необходимостью оценки качества и определения количества получения информации. Определить качество информации чрезвычайно сложно, а часто и вообще невозможно. Какие-либо сведения, например исторические, могут десятилетиями считаться ненужными, и вдруг их ценность может резко возрасти. Вместе с этим определить количество информации не только нужно, но и можно. Это, прежде всего, необходимо для того, чтобы сравнить друг с другом массивы информации, определить, какие размеры должны иметь материальные объекты (бумага, магнитная лента и т.д.), хранящие эту информацию. Для определения количества информации необходимо представить любую ее форму (символьную, текстовую, графическую) в едином виде, т.е. преобразовать эти формы информации так, чтобы она получила единый стандартный вид. Таким видом стала так называемая двоичная форма представления информации. Она заключается в записи любой информации в виде последовательности только двух символов. Эти символы могут на бумаге обозначаться любым способом: буквами А, Б; словами ДА, НЕТ. Однако ради простоты записи взяты цифры 1 и 0. В электронном аппарате, хранящем либо обрабатывающем информацию, рассматриваемые символы могут также обозначаться по-разному: один из них - наличием в рассматриваемой точке электрического тока либо магнитного поля, второй - отсутствием в этой точке электрического тока либо магнитного поля.

Рассмотрим простейший случай получения информации. Вы задаете только один вопрос: "Летная ли погода?". При этом условимся, что с одинаковой вероятностью ожидаете ответ: "ДА" или "НЕТ". Легко увидеть, что любой из этих ответов несет самую малую порцию информации. Эта порция определяет единицу измерения информации, называемую **битом**. Благодаря введению понятия единицы информации появилась возможность определения размера любой информации числом битов. Если, например, налет воздушного судна определяют в часах, то объем информации - в битах.

Условимся каждый положительный ответ представлять цифрой 1, а отрицательный - цифрой 0. Тогда запись всех ответов образует многозначную последовательность цифр, состоящую из нулей и единиц, например 100110. Процесс получения двоичной информации об объектах исследования называют **кодированием информации**.

В информационных документах широко используются не только русские, но и латинские буквы, цифры, математические знаки и другие специальные знаки всего примерно 200-250 символов. Поэтому для кодировки всех указанных символов используется восьмиразрядная последовательность цифр 0 и 1. Следует отметить, что указанный способ кодирования используется тогда, когда к нему не

предъявляются дополнительные требования, например, необходимо указать на возникшую ошибку, исправление ошибки, обеспечить секретность информации. В этих случаях применяют специальное кодирование, при использовании которого коды получаются длиннее.

Для представления графической информации в двоичной форме используется так называемый точечный способ. На первом этапе вертикальными и горизонтальными линиями делят изображение. Чем больше при этом получилось квадратов, тем точнее будет передана информация о картинке.

### **1.3. Информация как объект атаки**

На сегодняшний день примерно 90% всех атак на информацию производят ныне работающие либо уволенные с предприятия сотрудники. *Атака на информацию* – это умышленное нарушение правил работы с информацией. Атаки на информацию могут принести предприятию огромные убытки. Информация с точки зрения ее возникновения и совершенствования проходит следующий путь: человек наблюдает некоторый факт окружающей действительности. Этот факт отражается в виде совокупности данных, при последующем структурировании в соответствии с конкретной предметной областью данные превращаются в знания. Таким образом, верхним уровнем информации как результата отражения окружающей действительности (результата мышления) являются знания. Знания возникают как итог теоретической и практической деятельности. Информация в виде знаний отличается высокой структуризацией. На основе структуризации информации формируется информационная модель объекта. По мере развития общества информация как совокупность научно-технических данных и знаний превращается в базу системы информационного обслуживания научно-технической деятельности общества.

Основными понятиями информатики являются структуры данных различных типов, алгоритмы их переработки и компьютер как основной "переработчик". Объектом информатики являются данные (информация). Под объектом *понимается то, что существует вне нас и независимо от нашего сознания и является предметом нашего познания*. Понятие объекта есть отражение системы существенных свойств и отношений между объектами. Существенные свойства объекта являются инвариантными относительно преобразований объектов, выполняемых с помощью определенных действий над ними. Каждое свойство будет характеризоваться именем и значением. Значения могут быть представлены в виде чисел, слов, изображений и других способов выражения отношений между объектами.

*Объектом информатизации* называется совокупность информационных ресурсов, средств и систем обработки информации, используемых в соответствии с заданной информационной технологией, а также средств их обеспечения, помещений или объектов (зданий, сооружений, технических средств), в которых эти средства и системы установлены, или помещений и объектов, предназначенных для ведения конфиденциальных переговоров) [8].

В настоящее время разнообразная по своему значению информация, зафиксированная на специальных носителях, стала национальным богатством

нового типа - **информационным ресурсом** государства. Являясь предметом купли-продажи во все времена, информация имеет свои специфические особенности: при обмене информацией ее количество увеличивается. У информационных ресурсов есть еще уникальное свойство - они не убывают от интенсивного использования. Более того, в процессе применения они постоянно развиваются и совершенствуются, избавляясь от ошибок и уточняя свои параметры.

В определении практической ценности информации нет каких-либо точных количественных параметров, поскольку ценность зависит от полезности информации для множества конкретных людей, ее получателей и пользователей. Ценность информации принято определять величиной тех потерь, которые эта информация предотвращает, или величиной затрат на добывание этой информации.

Согласно Федеральному закону РФ от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (ред. от 19.07.2018) информация в зависимости от категории доступа к ней подразделяется на общедоступную информацию, а также на информацию, доступ к которой ограничен федеральными законами (информация ограниченного доступа). Система обеспечения безопасности информации представляет собой практическую реализацию на объекте защиты комплекса методов, способов и приемов противодействия возможным деструктивным воздействиям при реализации значимых процессов. Объекты защиты можно разделить на: серверы (серверы системы SCADA, архивные, коммуникационные и др.), АРМ пользователей, каналы связи, программное обеспечение (системное и прикладное), информация, хранящаяся на различных носителях и в различных форматах, обрабатываемая в системе и передаваемая по каналам связи. Необходимость защиты от внутренних угроз, связанных с утечками конфиденциальной информации, была очевидна на всех этапах развития средств информационной безопасности. На данный момент существует множество способов борьбы с утечками конфиденциальных данных, как на уровне организационных процедур, так и на уровне программных решений.

Применение организационных мер, таких как внедрение и контроль политик информационной безопасности, четкая регламентация обработки информации, контроль действий пользователей являются малоэффективными без применения соответствующих современных технических систем и средств, позволяющих не только обнаруживать, но и предотвращать утечки конфиденциальной информации.

### **Контрольные вопросы**

- 1) Перечислите основные составляющие информатики.
- 2) Перечислите основные направления развития информатики.
- 3) Что понимается под информацией?
- 4) Перечислите и поясните различные формы представления информации.
- 5) Как осуществляется количественная оценка информации?
- 6) Что понимается под информационным ресурсом?

- 7) Поясните сущность основных концепций информации.
- 8) Назовите их принципиальные отличия.
- 9) Чем характеризуется целевая функция информации?
- 10) Как определить ценность информации?
- 11) Что такое система обеспечения безопасности информации?
- 12) Что понимается под атакой на информацию?

## **РАЗДЕЛ 2. СРЕДСТВА ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

Современный компьютер представляет собой сочетание двух важнейших компонент: аппаратуры, состоящей из целого ряда устройств, и программного обеспечения, представляющего собой совокупность программ по управлению работой компьютера и обработке поступающей в компьютер информации. Между этими компонентами компьютера существует меняющееся со временем соотношение в стоимости «материального» (аппаратура) и «интеллектуального» (программы) продукта, причем не всегда в пользу первого. Как, правило, это зависит от степени сложности процессов обработки информации на компьютере.

### **2.1. Технические средства информатизации**

#### **2.1.1. Архитектура и структура вычислительных машин и систем**

*Архитектура ЭВМ* – это 1) совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их характеристик, определяющая функциональные возможности ЭВМ при решении соответствующих классов задач; 2) многоуровневая иерархия аппаратно-программных средств, из которых строится ЭВМ. Каждый из уровней допускает многовариантное построение и применение. Конкретная реализация уровней определяет особенности структурного построения ЭВМ.

В отличие от архитектуры структура вычислительного средства определяет его конкретный состав на некотором уровне детализации (устройства, блоки узлы и т. д.) и описывает связи внутри средства во всей их полноте.

#### **2.1.2. Классификация архитектуры вычислительных систем с параллельной обработкой данных**

Цели классификации архитектур: облегчить понимание того, что достигнуто на сегодняшний день, какие архитектуры имеют лучшие перспективы в будущем; подсказывать новые пути организации архитектур; показывать, за счет каких структурных особенностей достигается увеличение производительности различных систем.

##### **2.1.2.1. Классификация Скилликорна**

Рассматривая архитектуру ЭВМ, вычислительных систем, суперкомпьютеров и информационно-вычислительных сетей с общих позиций и абстрагируясь от деталей, можно воспользоваться классификацией Скилликорна [3,5], построенной на следующих *элементах-объектах*:

- *процессор команд* (IP - Instruction Processor) - функциональное устройство, работающее как интерпретатор команд (может отсутствовать);

- *процессор данных* (DP - Data Processor) - функциональное устройство, работающее как преобразователь данных, в соответствии с арифметическими операциями;

- *иерархия памяти* (IM - Instruction Memory, DM - Data Memory) - запоминающее устройство, в котором хранятся данные и команды, пересылаемые между процессорами;

- *переключатель* - абстрактное устройство, обеспечивающее связь между процессорами и памятью.

Таким образом, имеются процессоры и блоки памяти - информационно-вычислительная среда и средства коммутации и коммуникации — коммуникационно-коммутационная среда. Все эти компоненты активно присутствуют как в ЭВМ, так и в вычислительных сетях и системах (суперЭВМ).

### **2.1.2.2. Классификация Флинна**

В 1966 г. М. Флинном (Flynn) был предложен следующий подход к классификации архитектур вычислительных систем. В основу было положено понятие потока, под которым понимается последовательность элементов, команд или данных, обрабатываемая процессором. Соответствующая система классификации основана на рассмотрении числа потоков инструкций и потоков данных и описывает четыре базовых класса:

1) *Архитектура ОКОД (SISD)* охватывает все однопроцессорные и одноплатинные варианты систем, т.е. с одним вычислителем. Все ЭВМ классической структуры попадают в этот класс. Здесь параллелизм вычислений обеспечивается путем совмещения выполнения операций отдельными блоками арифметическо-логического устройства (АЛУ), а также параллельной работой устройств ввода-вывода информации и процессора. Закономерности организации вычислительного процесса в этих структурах достаточно хорошо изучены.

2) *Архитектура ОКМД (SIMD)* предполагает создание структур векторной или матричной обработки. Системы этого типа обычно строятся как однородные, т. е. процессорные элементы, входящие в систему, идентичны, и все они управляются одной и той же последовательностью команд. Однако каждый процессор обрабатывает свой поток данных. Под эту схему хорошо подходят задачи обработки матриц или векторов (массивов), задачи решения систем линейных и нелинейных, алгебраических и дифференциальных уравнений, задачи теории поля и др. В структурах данной архитектуры желательно обеспечивать соединения между процессорами, соответствующие реализуемым математическим зависимостям. Как правило, эти связи напоминают матрицу, в которой каждый процессорный элемент связан с соседним. По данной схеме строились системы: первая супер-ЭВМ — ILLIAC-IV, отечественные параллельные системы — ПС-2000, ПС-3000. Идея векторной обработки широко использовалась в таких известных суперЭВМ, как Cyber-205 и Gray-I, II, III. Узким местом подобных систем является необходимость изменения коммутации между процессорами, когда связь между ними отличается от матричной. Кроме того, класс задач, допускающих широкий матричный параллелизм, весьма узок. Структуры ВС этого типа, по существу, являются структурами специализированных супер-ЭВМ.

Элементы технологии SIMD реализованы в процессорах Intel, начиная с Pentium MMX (1997 г.).

3) *Третий тип архитектуры* — *МКОД (MISD)* предполагает построение своеобразного процессорного конвейера, в котором результаты обработки передаются от одного процессора к другому по цепочке. Выгоды такого вида обработки понятны. Прототипом таких вычислений может служить схема любого производственного конвейера. В современных ЭВМ по этому принципу реализована схема совмещения операций, в которой параллельно работают различные функциональные блоки, и каждый из них делает свою часть в общем цикле обработки команды. В ВС этого типа конвейеры должны образовывать группы процессоров. Однако при переходе на системный уровень очень трудно выявить подобный регулярный характер в универсальных вычислениях. Кроме того, на практике нельзя обеспечить и «большую длину» такого конвейера, при которой достигается наивысший эффект. Вместе с тем конвейерная схема нашла применение в так называемых скалярных процессорах супер-ЭВМ, в которых они применяются как специальные процессоры для поддержки векторной обработки.

4) *Архитектура МКМД (MIMD)* предполагает, что все процессоры системы работают по своим программам с собственным потоком команд. В простейшем случае они могут быть автономны и независимы. Такая схема использования ВС часто применяется на многих крупных вычислительных центрах для увеличения пропускной способности центра. Большой интерес вызывает возможность согласованной работы ЭВМ (процессоров), когда каждый элемент делает часть общей задачи. Подобные системы могут быть многомашинными и многопроцессорными. Например, отечественный проект машины динамической архитектуры (МДА) - ЕС-2704, ЕС-2727 - предполагал одновременное использование сотни процессоров.

Наличие большого разнообразия систем, образующих класс МКМД (MIMD), делает классификацию Флинна не полностью адекватной. Действительно и 4-х процессорный SX-5 компании NEC и 1000-процессорный Стру ТЗЕ попадают в этот класс, и это заставляет искать другие подходы к классификации.

#### **2.1.2.3. Классификация Джонсона**

Е. Джонсон предложил проводить классификацию MIMD-архитектур на основе структуры памяти и реализации механизма взаимодействия и синхронизации между процессорами.

По структуре оперативной памяти, существующие вычислительные системы делятся на две большие группы:

- системы с общей памятью, прямо адресуемой всеми процессорами;
- системы с распределенной памятью, каждая часть которой доступна только одному процессору.

Одновременно с этим и для межпроцессорного взаимодействия существуют две альтернативы: через разделяемые (общие) переменные или с помощью механизма передачи сообщений.

Основываясь на таком делении, Джонсон вводит следующие наименования для некоторых классов:

- *системы с разделяемой памятью* - вычислительные системы, использующие общую разделяемую память для межпроцессорного взаимодействия и синхронизации (класс 1);
- *архитектуры с передачей сообщений* - системы, в которых память распределена по процессорам, а для взаимодействия и синхронизации используется механизм передачи сообщений (класс 3);
- *гибридные архитектуры* - системы с распределенной памятью и синхронизацией через разделяемые переменные (класс 2).

#### **2.1.2.4 Классификация Базу**

По мнению А. Базу (A. Basu), любую параллельную вычислительную систему, можно однозначно описать последовательностью решений, принятых на этапе ее проектирования, а сам процесс проектирования представить в виде дерева. Корень дерева — это вычислительная система, и последующие ярусы дерева, фиксируя уровень параллелизма, метод реализации алгоритма, параллелизм инструкций и способ управления, последовательно дополняют друг друга, формируя описание системы.

На первом этапе определяется, какой *уровень параллелизма* использует вычислительная система. Одна и та же операция может одновременно выполняться над целым набором данных, определяя параллелизм на уровне данных. Способность выполнять более одной операции одновременно говорит о параллелизме на уровне команд. Если компьютер спроектирован так, что целые последовательности команд могут быть выполнены одновременно, то говорят о параллелизме на уровне задач.

Второй уровень в классификационном дереве фиксирует *метод реализации алгоритма*. С появлением сверхбольших интегральных схем (СБИС) стало возможным реализовывать аппаратно не только простые арифметические операции, но и алгоритмы целиком. Например, быстрое преобразование Фурье, перемножение матриц и другие относятся к классу тех алгоритмов, которые могут быть эффективно реализованы в СБИС. Данный уровень классификации разделяет системы с аппаратной реализацией алгоритмов и системы, использующие традиционный способ программной реализации.

Третий уровень конкретизирует *тип параллелизма*, используемого для обработки инструкций машины: конвейеризация инструкций или их независимое (параллельное) выполнение. В большей степени этот выбор относится к компьютерам с программной реализацией алгоритмов, так как аппаратная реализация всегда предполагает параллельное исполнение команд.

Четвертый уровень данной классификации определяет способ управления, принятый в вычислительной системе: синхронный или асинхронный. Если выполнение команд происходит в строгом порядке, определяемом только сигналами таймера и счетчиком команд, то говорят о синхронном способе управления. Если для инициации команды определяющими являются такие факторы, как, готовность данных, то машина попадает в класс с асинхронным управлением.

### 2.1.3. PVP-архитектура

Parallel Vector Process (PVP) - параллельная архитектура с векторными процессорами. Основным признаком PVP-систем является наличие *векторно-конвейерных процессоров*, в которых предусмотрены команды однотипной обработки векторов независимых данных, эффективно выполняющиеся на конвейерных функциональных устройствах. Как правило, несколько таких процессоров работают одновременно с общей памятью (аналогично SMP-Symmetric Multi-Processing) в рамках многопроцессорных конфигураций. Несколько таких узлов могут быть объединены с помощью коммутатора. Поскольку передача данных в векторном формате осуществляется намного быстрее, чем в скалярном (максимальная скорость может составлять 64 Гбайт/с, что на два порядка быстрее, чем в скалярных машинах), то проблема взаимодействия между потоками данных при распараллеливании становится несущественной. Таким образом, системы PVP-архитектуры могут являться машинами общего назначения (*general purpose systems*). Однако, поскольку векторные процессоры весьма дороги, эти машины не являются общедоступными.

Принципы программирования на PVP-системах предусматривают векторизацию циклов (для достижения оптимальной производительности одного процессора) и их распараллеливание (для одновременной загрузки нескольких процессоров одним приложением).

За счет большой физической памяти (доли терабайта), даже плохо векторизуемые задачи на PVP-системах решаются быстрее, чем на системах со скалярными процессорами.

### 2.1.4. Кластерная архитектура

*Кластер* представляет собой два или более компьютеров (часто называемых узлами), которые объединяются с помощью сетевых технологий на базе шинной архитектуры или коммутатора и предоставляются пользователю в качестве единого информационно-вычислительного ресурса. В качестве узлов кластера могут выступать серверы, рабочие станции или обычные персональные компьютеры. Преимущество кластеризации для повышения работоспособности становится очевидным в случае сбоя какого-либо узла, при этом другой узел кластера может взять на себя нагрузку неисправного узла, и пользователи не заметят прерывания в доступе. Возможности масштабируемости кластеров позволяют многократно увеличивать производительность приложений для большего числа пользователей технологий (Fast/Gigabit Ethernet) на базе шинной архитектуры или коммутатора. Такие суперкомпьютерные системы являются самыми дешевыми, поскольку собираются на базе стандартных комплектующих элементов, процессоров, коммутаторов, дисководов и внешних устройств.

Условное деление кластеров на классы предложено Я. Радаевским и Д. Эдлайном:

- 1-ый класс - машина строится целиком из стандартных деталей, которые продают многие продавцы компьютерных компонент (низкие цены, простое обслуживание, аппаратные компоненты доступны из различных источников);



- 2-ой класс - система включает эксклюзивные или не широко распространенные детали, т.е. можно достичь очень хорошей производительности, однако при более высокой стоимости.

Кластеры могут существовать в различных конфигурациях. Наиболее употребляемыми типами кластеров являются: системы высокой надежности; системы для высокопроизводительных вычислений; многопоточные системы.

Кластеры для *высокопроизводительных вычислений* предназначены для параллельных расчетов. Эти кластеры обычно собраны из большого числа компьютеров. Разработка таких кластеров является сложным процессом, реализовать подобную схему удается далеко не всегда, и она обычно применяется лишь для не слишком больших систем.

*Многопоточные системы* используются для обеспечения единого интерфейса к различным ресурсам, которые могут со временем произвольно наращиваться (или сокращаться) в размере. Наиболее общий пример этого представляет собой группа Web-серверов.

Архитектура кластерной системы (способ соединения процессоров друг с другом) определяет ее производительность в большей степени, чем тип используемых в ней процессоров. Критическим параметром, влияющим на величину производительности такой системы, является расстояние между процессорами. Так, соединив вместе 10 персональных компьютеров, можно получить систему для проведения высокопроизводительных вычислений. Проблема, однако, будет состоять в нахождении наиболее эффективного способа соединения стандартных средств друг с другом, поскольку при увеличении производительности каждого процессора в 10 раз производительность системы в целом в 10 раз не увеличится.

Наиболее естественным представляется соединение в виде плоской решетки, где внешние концы используются для подсоединения внешних устройств (рис. 2.1).

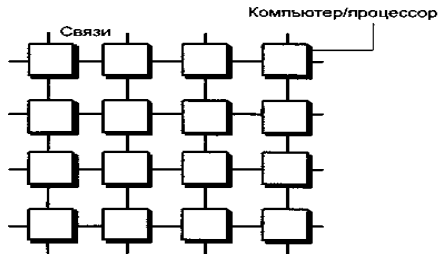


Рисунок 2.1 - Схема соединения процессоров в виде плоской решетки

Теория же показывает [2], что если в системе максимальное расстояние между процессорами больше 4-х, то такая система не может работать эффективно.

Поддеревья могут общаться между собой, не затрагивая более высоких уровней сети.

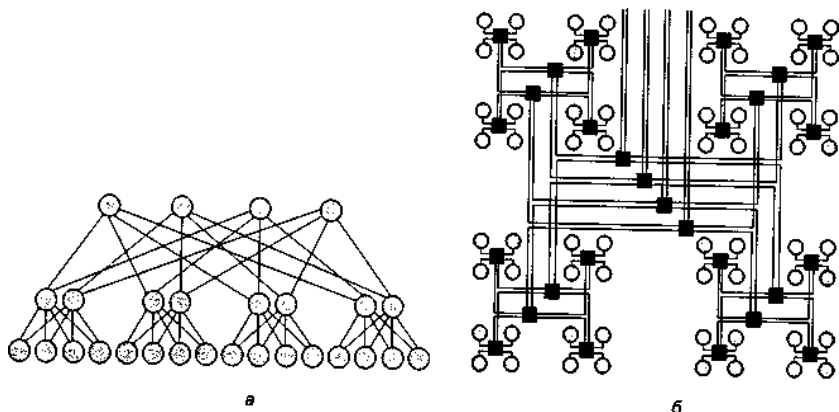


Рисунок 2.2 - Кластерная архитектура «Fat-tree»:  
а) вид «сбоку»; б) вид сверху»

В кластерах, как правило, используются операционные системы, стандартные для рабочих станций, чаще всего, свободно распространяемые — Linux, FreeBSD, вместе со специальными средствами поддержки параллельного программирования и балансировки нагрузки. При работе с кластерами так же, как и с MPP системами, используют так называемую Massive Passing Programming Paradigm — парадигму программирования с передачей данных. Дешевизна подобных систем оборачивается большими накладными расходами на взаимодействие параллельных процессов между собой, что сильно сужает потенциальный класс решаемых задач.

### 2.1.5. Перспективные типы процессоров

#### 2.1.5.1 Ассоциативные процессоры

Традиционная адресная обработка данных, где последние должны быть представлены в виде ограниченного количества форматов (например, массивы, списки, записи), обуславливает громоздкость операционных систем и систем программирования, а также служит препятствием к созданию вычислительных средств с архитектурой, ориентированной на более эффективное использование параллелизма обработки данных [2].

Ассоциативный способ обработки данных позволяет преодолеть многие ограничения, присущие адресному доступу к памяти, за счет задания некоторого критерия отбора и проведение требуемых преобразований только над теми данными, которые удовлетворяют этому критерию. Критерием отбора может быть совпадение с любым элементом данных, достаточным для выделения искомым данных из всех данных. Поиск данных может происходить по фрагменту, имеющему большую или меньшую корреляцию с заданным элементом данных.

Если реализуется только ассоциативная выборка с последующим поочередным использованием найденных данных, то говорят об ассоциативной памяти или памяти, адресуемой по содержанию. При достаточно полной реализации всех свойств ассоциативной обработки используется термин *ассоциативный процессор*.

### 2.1.5.2 Клеточные и ДНК- процессоры

В настоящее время в поисках реальной альтернативы полупроводниковым технологиям создания новых вычислительных систем ученые обращают все большее внимание на биотехнологии, или *биокомпьютинг*, который представляет собой гибрид информационных и молекулярных технологий. Биокомпьютинг позволяет решать сложные вычислительные задачи, пользуясь методами, принятыми в биохимии и молекулярной биологии, организуя вычисления с помощью живых тканей, клеток, вирусов и биомолекул. Наибольшее распространение получил подход, где в качестве основного элемента (процессора) используются молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты.

Центральное место в этом подходе занимает, так называемый, ДНК-процессор. Кроме ДНК в качестве биопроецессора могут быть использованы также белковые молекулы и биологические мембраны ДНК-процессоры, характеризующиеся структурой и набором команд. В данном случае структура процессора — это структура молекулы ДНК, а набор команд — это перечень биохимических операций над молекулами. Принцип устройства компьютерной ДНК-памяти основан на последовательном соединении четырех нуклеотидов (основных кирпичиков ДНК-цепи). Три нуклеотида, соединяясь в любой последовательности, образуют элементарную ячейку памяти — *кодон*. Кодоны затем формируют цепь ДНК. Основная трудность в разработке ДНК-компьютеров связана с проведением избирательных *однокодонных* реакций (взаимодействий) внутри цепи ДНК. Существует экспериментальное оборудование, позволяющее работать с одним из 1020 кодонов или молекул ДНК. Другой проблемой является *самосборка* ДНК, приводящая к потере информации. Ее преодолевают введением в клетку специальных веществ, предотвращающих химическую реакцию самосборки.

Первую модель биокомпьютера (в виде механизма из пластмассы), в 1999 г. создал И. Шапиро из Вейцмановского института естественных наук. Она имитировала работу «молекулярной машины» в живой клетке, собирающей белковые молекулы по информации с ДНК, используя РНК в качестве посредника между ДНК и белком.

В 2001 г. Шапиро удалось реализовать вычислительное устройство на основе ДНК, которое может работать почти без вмешательства человека. Система имитирует машину Тьюринга — одну из фундаментальных абстракций вычислительной техники, которая теоретически может решить любую вычислительную задачу. По своей природе молекулы ДНК работают аналогичным образом, распадаясь и рекомбинируя в соответствии с информацией, закодированной в цепочках химических соединений. Разработанная установка кодирует входные данные и программы в состоящих из двух цепей молекулах ДНК и смешивает их с двумя ферментами.

В конце февраля 2002 г. появилось сообщение, что фирма Olympus Optical претендует на первенство в создании коммерческой версии ДНК-компьютера, предназначенного для генетического анализа. Машина была создана в сотрудничестве с доцентом Токийского университета А. Тояма. Компьютер,

построенный Olympus Optical, имеет молекулярную и электронную составляющие. Первая из них осуществляет химические реакции между молекулами ДНК, обеспечивает поиск и выделение результата вычислений, вторая - обрабатывает информацию и анализирует полученные результаты.

### **2.1.5.3 Клеточные компьютеры**

Клеточные компьютеры представляют собой самоорганизующиеся колонии различных «умных» микроорганизмов, в геном которых удалось включить некую логическую схему, которая могла бы активизироваться в присутствии определенного вещества. Для этой цели идеально подошли бы бактерии, стакан с которыми и представлял бы собой компьютер. Главным свойством компьютера такого рода является то, что каждая их клетка представляет собой миниатюрную химическую лабораторию. Если биоорганизм запрограммирован, то он просто производит нужные вещества. Достаточно вырастить одну клетку, обладающую заданными качествами, и можно легко и быстро вырастить тысячи клеток с такой же программой.

Основная проблема, с которой сталкиваются создатели клеточных биокомпьютеров, — организация всех клеток в единую работающую систему. На сегодняшний день практические достижения в области клеточных компьютеров напоминают достижения 20-х гг. в области ламповых и полупроводниковых компьютеров. Сейчас в Лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического университета создана клетка, способная хранить на генетическом уровне 1 бит информации. Также разрабатываются технологии, позволяющие единичной бактерии отыскивать своих соседей, образовывать с ними упорядоченную структуру и осуществлять массив параллельных операций.

К достоинствам, выгодно отличающим биокомпьютеры от компьютеров, основанных на кремниевых технологиях, относятся: более простая технология изготовления, не требующая для ее реализации столь жестких условий, как при производстве полупроводников; использование не бинарного, а тернарного кода (информация кодируется тройками нуклеотидов), что позволит при меньшем количестве шагов перебрать большее число вариантов при анализе сложных систем; потенциально исключительно высокая производительность, которая может составлять до  $10^{14}$  операций в секунду за счет одновременного вступления в реакцию триллионов молекул ДНК; возможность хранить данные с плотностью, во много раз превышающей показатели оптических дисков; исключительно низкое энергопотребление.

Однако, наряду с очевидными достоинствами, биокомпьютеры имеют и существенные недостатки, такие, как: сложность со считыванием результатов, низкая точность вычислений, связанная с возникновением мутаций, прилипанием молекул к стенкам сосудов и т. д.; невозможность длительного хранения результатов вычислений в связи с распадом ДНК в течение времени.

### **2.1.5.4. Коммуникационные процессоры**

Коммуникационные процессоры — это микрочипы, являющие собой нечто среднее между жесткими специализированными интегральными микросхемами и гибкими процессорами общего назначения. Идея создания

процессоров, предназначенных для оптимизации сетевой работы, и при этом достаточно универсальных для программной модификации, родилась в связи с необходимостью устранить различия в подходах к созданию локальных сетей (различные подходы к архитектуре сети, классификации потоков и т. д.). Коммуникационные процессоры программируются, как и привычные ПК-процессоры, но построены с учетом сетевых задач, оптимизированы для сетевой работы, и на их основе производители (как процессоров, так и другого оборудования) создают программное обеспечение для специфических приложений. Коммуникационный процессор имеет собственную память и оснащен высокоскоростными внешними каналами для соединения с другими процессорными узлами. Его присутствие позволяет в значительной мере освободить вычислительный процессор от нагрузки, связанной с передачей сообщений между процессорными узлами. Скоростной коммуникационный процессор с RISC-ядром позволяет управлять обменом данными по нескольким независимым каналам, поддерживать практически все распространенные протоколы обмена, гибко и эффективно распределять и обрабатывать последовательные потоки данных с временным разделением каналов.

#### 2.1.5.5. Нейронные процессоры

Одно из наиболее перспективных направлений разработки принципиально новых архитектур вычислительных систем тесно связано с созданием компьютеров нового поколения на основе принципов обработки информации, заложенных в искусственных нейронных сетях (НС).

Первые практические работы по искусственным нейросетям и нейрокомпьютерам начались еще в 40—50-е гг. Под *нейронной сетью* обычно понимают совокупность элементарных преобразователей информации, называемых *нейронами*, которые определенным образом соединены друг с другом каналами обмена информации *синоптическими связями*.

Одним из основных достоинств нейровычислителя является то, что его основу составляют относительно простые, чаще всего однотипные элементы, имитирующие работу нейронов мозга. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Он обладает группой *синапсов* — однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет *аксон* — выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов.

Каждый синапс характеризуется *величиной синоптической связи* или ее весом  $w_i$ , который по физическому смыслу эквивалентен электрической проводимости. Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входных сигналов:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i w_i$$

Выход нейрона есть функция его состояния:  $y=f(s)$ , которая называется *активационной*. Состояния нейронов изменяются в процессе функционирования

и составляют кратковременную память нейросети. Каждый нейрон вычисляет взвешенную сумму пришедших к нему по синапсам сигналов и производит над ней нелинейное преобразование.

В отличие от традиционных вычислительных систем нейросетевые вычислители, аналогично нейронным сетям, дают возможность с большей скоростью обрабатывать информационные потоки дискретных и непрерывных сигналов, содержат простые вычислительные элементы и с высокой степенью надежности позволяют решать информационные задачи обработки данных, обеспечивая при этом режим самоперестройки вычислительной среды в зависимости от полученных решений.

Вообще говоря, под термином *нейрокомпьютер* подразумевается довольно широкий класс вычислителей. Это происходит по той причине, что формально нейрокомпьютером можно считать любую аппаратную реализацию нейросетевого алгоритма от простой модели биологического нейрона до системы распознавания символов или движущихся целей. Нейрокомпьютеры не являются компьютерами в общепринятом смысле этого слова. В настоящее время технология еще не достигла того уровня развития, при котором можно было бы говорить о нейрокомпьютере общего назначения.

### 2.1.5.6. Процессоры с многозначной (нечеткой логикой)

Идея построения процессоров с *нечеткой логикой (fuzzy logic)* основывается на *нечеткой математике*. В отличие от традиционной формальной логики, известной со времен Аристотеля и оперирующей точными и четкими понятиями типа «истина» и «ложь», «да» и «нет», «0» и «1», нечеткая логика имеет дело со значениями, лежащими в некотором (непрерывном или дискретном) диапазоне (рис.2.3). *Функция принадлежности* элементов к заданному множеству также представляет собой не жесткий порог «принадлежит — не принадлежит», а линию, проходящую все значения от нуля до единицы.

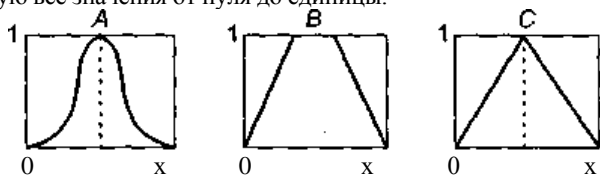


Рисунок 2.3- Различные типы функций принадлежности

Задачи с помощью нечеткой логики решаются по следующему принципу (рис.2.4):

- 1) численные данные (показания измерительных приборов, результаты анкетирования) *фаззируются* (переводятся в нечеткий формат);
- 2) обрабатываются по определенным правилам;
- 3) *дефаззируются* и в виде привычной информации подаются на выход.

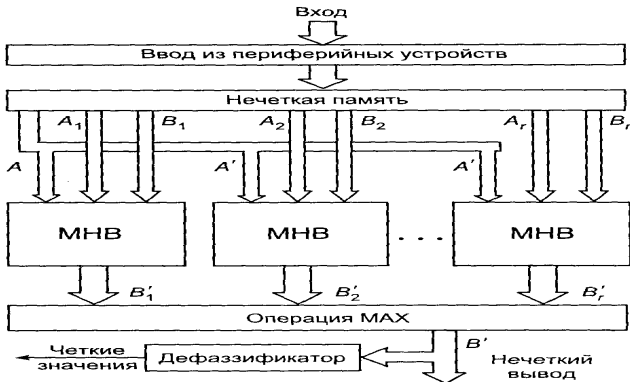


Рисунок 2.4 – Архитектура нечеткого компьютера

В 1986 г. в AT&T Bell Labs создавались процессоры с «прошитой» нечеткой логикой обработки информации. В начале 90-х годов компания Adaptive Logic из США выпустила кристалл, сделанный по аналого-цифровой технологии. Он позволит сократить сроки конструирования многих встроенных систем управления реального времени, заменив собой традиционные схемы нечетких микроконтроллеров. Аппаратный процессор нечеткой логики второго поколения принимает аналоговые сигналы, переводит их в нечеткий формат, затем, применяя соответствующие правила, преобразует результаты в формат обычной логики и далее - в аналоговый сигнал. Все это осуществляется без внешних запоминающих устройств, преобразователей и какого бы ни было программного обеспечения нечеткой логики.

Нечеткая логика не решит всех тех задач, которые не решаются на основе логики двоичной, но во многих случаях она удобнее, производительнее и дешевле. Разработанные на ее основе специализированные аппаратные решения (fuzzy-вычислители) позволят получить реальные преимущества в быстродействии. Если каскадировать fuzzy-вычислители, получается один из вариантов нейропроцессора или нейронной сети. Во многих случаях эти понятия объединяют, называя общим термином «*neuro-fuzzy logic*».

## 2.2. Программные средства информатизации

Программное обеспечение для компьютера играет примерно такую же роль, как двигатель для автомобиля, без которого он просто не может двигаться. Термин *System Software* включает в себя программы и комплексы программ, являющиеся общими для всех, кто совместно использует технические средства компьютера, и применяемые как для автоматизации разработки (создания) новых программ, так и для организации выполнения программ существующих. К ним относятся операционные системы (ОС), системы управления файлами, интерфейсные оболочки, системы программирования, утилиты

### 2.2.1. Этапы проектирования

В процессе создания программного обеспечения используются 7 основных видов жизненных циклов. Типичный цикл разработки ПО называется «каскадным» и

включает *подготовку* (сбор и обработка требований, предварительное планирование этапов работ, сроков, ресурсов и стоимости.), *проектирование* (получение технических заданий, разработка спецификаций), *создание* (получение графических макетов, визуальных форм, разработка интерфейсов, написание исходного кода, проверка программы на соответствие всем предъявляемым к ней требованиям), *поддержка*.

Второй из наиболее распространенных - гибкий цикл разработки (Agile), позволяющий без негативных последствий изменять направление деятельности, вносить дополнительные задания, требовать детальной проработки узких мест. Создание ПО с помощью Agile состоит из небольших итераций- коротких циклов - спринтов, являющихся, по сути, мелкими проектами и занимающих 1-4 недели. При завершении отдельного периода проводится анализ и переориентирование на новые задачи следующего цикла.

Каскадный цикл используется для небольших проектов с четко определенными требованиями и при наличии специалистов нужной квалификации. Применение гибкого цикла оправдано в крупных проектах, растянутых по времени, при постоянных изменениях требований пользователей, или в случаях, где невозможно точное планирование.

Степень риска при разработке ПО находится в зависимости от выбранного цикла. При гибком цикле выше вероятность возникновения неудачных архитектур, однако устранять ошибки проще. При каскадном цикле архитектурные погрешности обнаруживаются в конце проекта, и исправление недостатков значительно сложнее и дороже.

### **2.2.2. Верификация программного обеспечения**

Термины «верификация» и «валидация» связаны с анализом качества любого программного обеспечения. *Валидация и верификация* – это виды деятельности, которые направлены на проведение контроля качества программного продукта с целью обнаружения на ранних стадиях ошибок в нем, имеют общую цель, но обладают различиями в источниках проверяемых свойств, ограничений и правил, несоблюдение которых может считаться ошибкой.

*Верификация (Verification)*- это процесс оценки системы или её компонентов с целью определения удовлетворяют ли результаты текущего этапа разработки условиям, сформированным в начале этого этапа[IEEE]. Т.е. выполняются ли наши цели, сроки, задачи по разработке проекта, определенные в начале текущей фазы.

*Валидация (Validation)*- это определение соответствия разрабатываемого ПО ожиданиям и потребностям пользователя, требованиям к системе [BS7925]. Т.е. валидация отвечает за проверку соответствия разрабатываемых или сопровождаемых программных продуктов потребностям либо нуждам заказчиков или пользователей. Она менее формализована, чем верификация. Можно сказать, что валидация - это процесс, в котором участвует представитель заказчика, пользователя, а также может присутствовать аналитик или эксперт в предметной области. Понятие валидация (или аттестация) по содержанию несколько шире, чем проверка (верификация).



### **2.2.3. Классификация ПО. Особенности алгоритмов управления ресурсами (процессором)**

#### **2.2.3.1. Состав программного обеспечения ЭВМ**

**Программное обеспечение** (Software) - совокупность программ и правил, позволяющая использовать ЭВМ для решения различных задач.

По своему назначению программы, выполняемые компьютером, можно разделить на три основные группы: системные и сервисные программы; языки программирования (система программирования); прикладные программы.

**Прикладное программное обеспечение** (ППО) - совокупность программ, предназначенное для решения конкретных задач. Прикладное программное обеспечение разрабатывается самим пользователем в зависимости от интересующей его задачи. В некоторых источниках можно встретить деление прикладного программного обеспечения на кроссовое и тестовое.

Кроссовое программное обеспечение (КПО) - предназначено для работы с соответствующей микро-ЭВМ и ее программами, но реализованное на вычислительных машинах других классов (больших или мини- ЭВМ) или на микро ЭВМ другого типа.

Тестовое программное обеспечение (ТПО) - совокупность предназначенных для проверки работоспособности устройств, входящих в состав микро ЭВМ на стадиях ее изготовления, эксплуатации и ремонта.

**Системное программное обеспечение** (СПО) - совокупность программ и языковых средств, предназначенных для поддержания функционирования ЭВМ и наиболее эффективного выполнения его целевого назначения. По функциональному назначению в системном программном обеспечении можно выделить две системы: операционную систему; систему программирования.

**Система программирования** (СП) - совокупность языка программирования и соответствующего ему языкового процессора, обеспечивающие автоматизацию отработки и отладки программ. Программные компоненты системы программирования работают под управлением операционной системы наравне с прикладными программами пользователя.

Системные программы можно разделить на две группы:

а) программы, записанные в постоянную память компьютера и составляющие базовую систему ввода/вывода (в дальнейшем БСВВ или BIOS);

б) программы, записанные во внешней памяти, основную часть которых составляет операционная система (в дальнейшем ОС или OS).

Системные программы в BIOS являются промежуточным звеном между программным обеспечением компьютера и его электронными компонентами. Эти программы обеспечивают выполнение всех операций ввода/вывода, соответствующих специфическим особенностям работы каждого из периферийных устройств данного компьютера.

**Операционная система** (Operating system): 1) набор специальных программ, обеспечивающих работоспособность компьютерной системы, управление аппаратурой и прикладными программами, интерфейс с пользователем; 2) совокупность системных программ, записанных в память компьютера в процессе

загрузки ОС, которые осуществляют общее планирование ресурсами и управление всеми действиями компьютера; 3) комплекс программ, предназначенный для обеспечения определенного уровня эффективности вычислительной системы за счет автоматизированного управления ее работой и представляемого пользователям услуг.

Основными функциями операционной системы являются: управление аппаратурой, управление процессами ввода/вывода и передачи данных на внешние устройства, поддержка файловой системы, управление работой прикладных программ, администрирование (защита информации, поддержка системы паролей в многопользовательских системах, учет использования ресурсов вычислительной системы), поддержка сетевого взаимодействия.

Иногда в функции операционной системы включается поддержка различных систем программирования (programming system). ОС не зависит, вообще говоря, от конструкции компьютера, однако она может использовать все "встроенные" специальные функции BIOS по набору предоставляемых возможностей. Кроме того, обращение к функциям ОС гораздо проще для работы пользователя, так как представляют собой более высокий уровень программного обеспечения, чем обращение к функциям BIOS напрямую.

### 2.2.3.2. Классификация операционных систем

Операционные системы могут различаться особенностями реализации внутренних алгоритмов управления основными ресурсами компьютера (процессорами, памятью, устройствами), особенностями использованных методов проектирования, типами аппаратных платформ, областями использования и многими другими свойствами.

Рассмотрим характеристики ОС, связанные с управлением только одним типом ресурсов – процессором. В табл. 2.1 приведена классификация ОС по нескольким наиболее основным признакам.

Таблица 2.1 – Классификация ОС

Основные признаки	Классификация
особенности алгоритмов управления ресурсами	-многозадачные, однозначные; -многопользовательские, однопользовательские - многопроцессорные, однопроцессорные - поддерживающие многопотоковую обработку
особенности аппаратных платформ	- персональные компьютеры; - мини-компьютеры; - кластеры; - сети ЭВМ
особенности областей использования	- системы пакетной обработки; - системы разделения времени; - системы реального времени
особенности методов построения	- способы построения ядра системы; -объектно-ориентированный подход; -наличие нескольких прикладных сред; - распределенная организация

### 2.2.3.3 Особенности алгоритмов управления ресурсами

От эффективности алгоритмов управления локальными ресурсами компьютера во многом зависит эффективность всей операционной системы в целом. Поэтому, характеризуя ОС, часто приводят важнейшие особенности реализации функций ОС по управлению ресурсами (процессорами, памятью, внешними устройствами) автономного компьютера [5].

В зависимости от особенностей использованного алгоритма управления процессором, операционные системы делят на многозадачные и однозадачные, многопользовательские и однопользовательские, на многопроцессорные и однопроцессорные системы, на системы, поддерживающие многонитевую обработку и не поддерживающие ее.

По числу одновременно выполняемых задач операционные системы могут быть разделены на два класса: *однозадачные* (например, MS-DOS) и *многозадачные* (ОС ЕС, OS/2, UNIX, Windows, начиная с 9x).

Однозадачные ОС в основном выполняют функцию предоставления пользователю виртуальной машины, делая более простым и удобным процесс взаимодействия пользователя с компьютером. Однозадачные ОС включают средства управления периферийными устройствами, средства управления файлами, средства общения с пользователем.

Многозадачные ОС, кроме вышеперечисленных функций, управляют разделением совместно используемых ресурсов, таких как процессор, оперативная память, файлы и внешние устройства.

По числу одновременно работающих пользователей ОС делятся на *однопользовательские* (MS-DOS, Windows 3.x, ранние версии OS/2); *многопользовательские* (UNIX, Windows NT/200x). Главным отличием многопользовательских систем от однопользовательских является наличие средств защиты информации каждого пользователя от несанкционированного доступа других пользователей.

Важнейшим разделяемым ресурсом является процессорное время. Способ распределения процессорного времени между несколькими одновременно существующими в системе процессами (или нитями) во многом определяет специфику ОС. Среди множества существующих вариантов реализации многозадачности можно выделить две группы алгоритмов: *невывесняющая многозадачность* (NetWare, Windows 3.x) и *вытесняющая многозадачность* (Windows NT/200x, OS/2, UNIX). Основным различием между вытесняющими и невытесняющими вариантами многозадачности является степень централизации механизма планирования процессов. В первом случае механизм планирования процессов целиком сосредоточен в операционной системе, а во втором - распределен между системой и прикладными программами. При невытесняющей многозадачности активный процесс выполняется до тех пор, пока он сам, по собственной инициативе, не отдаст управление операционной системе для того, чтобы та выбрала из очереди другой готовый к выполнению процесс. При вытесняющей многозадачности решение о переключении процессора с одного

процесса на другой принимается операционной системой, а не самим активным процессом.

Важным свойством операционных систем является возможность распараллеливания вычислений в рамках одной задачи. *Многонитевая* ОС разделяет процессорное время не между задачами, а между их отдельными ветвями (нитеями).

Другим важным свойством ОС является отсутствие или наличие в ней средств поддержки *многопроцессорной обработки*- мультипроцессирование. Мультипроцессирование приводит к усложнению всех алгоритмов управления ресурсами. В наши дни становится общепринятым введение в ОС функций поддержки многопроцессорной обработки данных. Такие функции имеются в операционных системах Solaris фирмы Sun (ныне Oracle), Open Server 3.x компании Santa Crus Operations, OS/2 фирмы IBM, Windows 2x фирмы Microsoft и NetWare 4.1 фирмы Novell.

Многопроцессорные ОС могут классифицироваться по способу организации вычислительного процесса в системе с многопроцессорной архитектурой: *асимметричные ОС* и *симметричные ОС*. Асимметричная ОС целиком выполняется только на одном из процессоров системы, распределяя прикладные задачи по остальным процессорам. Симметричная ОС полностью децентрализована и использует весь пул процессоров, разделяя их между системными и прикладными задачами.

Важное влияние на облик операционной системы в целом, на возможности ее использования в той или иной области оказывают особенности и других подсистем управления локальными ресурсами – подсистем управления памятью, файлами, устройствами ввода-вывода.

Специфика ОС проявляется и в том, каким образом она реализует сетевые функции: распознавание и перенаправление в сеть запросов к удаленным ресурсам, передача сообщений по сети, выполнение удаленных запросов. При реализации сетевых функций возникает комплекс задач, связанных с распределенным характером хранения и обработки данных в сети: ведение справочной информации о всех доступных в сети ресурсах и серверах, адресация взаимодействующих процессов, обеспечение прозрачности доступа, тиражирование данных, согласование копий, поддержка безопасности данных.

#### **2.2.3.4. Особенности аппаратных платформ**

На свойства операционной системы непосредственное влияние оказывают *аппаратные средства*, на которые она ориентирована. По типу аппаратуры различают операционные системы персональных компьютеров, мини-компьютеров, мейнфреймов, кластеров и сетей ЭВМ. Среди перечисленных типов компьютеров могут встречаться как однопроцессорные варианты, так и многопроцессорные. В любом случае специфика аппаратных средств, как правило, отражается на специфике операционных систем.

Очевидно, что ОС большой машины является более сложной и функциональной, чем ОС персонального компьютера. Так в ОС больших машин функции по планированию потока выполняемых задач, очевидно, реализуются

путем использования сложных приоритетных дисциплин и требуют большей вычислительной мощности, чем в ОС персональных компьютеров. Аналогично обстоит дело и с другими функциями.

Сетевая ОС имеет в своем составе средства передачи сообщений между компьютерами по линиям связи, которые совершенно не нужны в автономной ОС. На основе этих сообщений сетевая ОС поддерживает разделение ресурсов компьютера между удаленными пользователями, подключенными к сети. Для поддержания функций передачи сообщений сетевые ОС содержат специальные программные компоненты, реализующие популярные коммуникационные протоколы, такие как IP, IPX, Ethernet и другие.

Многопроцессорные системы требуют от ОС особой организации, с помощью которой сама операционная система, а также поддерживаемые ею приложения могли бы выполняться параллельно отдельными процессорами системы. Параллельная работа отдельных частей ОС создает дополнительные проблемы для разработчиков ОС, так как в этом случае гораздо сложнее обеспечить согласованный доступ отдельных процессов к общим системным таблицам, исключить эффект гонок и прочие нежелательные последствия асинхронного выполнения работ.

*Кластер* - слабо связанная совокупность нескольких вычислительных систем, работающих совместно для выполнения общих приложений, и представляющихся пользователю единой системой. Наряду со специальной аппаратурой для функционирования кластерных систем необходима и программная поддержка со стороны операционной системы, которая сводится в основном к синхронизации доступа к разделяемым ресурсам, обнаружению отказов и динамической реконфигурации системы. Одной из первых разработок в области кластерных технологий были решения компании Digital Equipment на базе компьютеров VAX.

Наряду с ОС, ориентированными на совершенно определенный тип аппаратной платформы, существуют операционные системы, специально разработанные таким образом, чтобы они могли быть легко перенесены с компьютера одного типа на компьютер другого типа, так называемые *мобильные ОС*. Наиболее ярким примером такой ОС является популярная система UNIX. В этих системах аппаратно-зависимые места тщательно локализованы, так что при переносе системы на новую платформу переписываются только они.

#### **2.2.3.5. Особенности областей использования**

Операционная система может выполнять запросы в разных режимах, поэтому ее можно разделить на следующие типы: системы пакетной обработки (например, ОС ЕС), системы разделения времени (UNIX, VMS), системы реального времени (QNX, LynxOS, VxWorks и др.).

Системы пакетной обработки предназначались для решения задач в основном вычислительного характера, не требующих быстрого получения результатов. Главной целью и критерием эффективности систем пакетной обработки является максимальная пропускная способность, то есть решение максимального числа задач в единицу времени. Для одновременного выполнения

выбираются задачи, предъявляющие отличающиеся требования к ресурсам, так, чтобы обеспечивалась сбалансированная загрузка всех устройств вычислительной машины; так, например, в мультипрограммной смеси желательно одновременное присутствие вычислительных задач и задач с интенсивным вводом-выводом. Таким образом, выбор нового задания из пакета заданий зависит от внутренней ситуации, складывающейся в системе, то есть выбирается "выгодное" задание. Следовательно, в таких ОС невозможно гарантировать выполнение того или иного задания в течение определенного периода времени. В системах пакетной обработки переключение процессора с выполнения одной задачи на выполнение другой происходит только в случае, если активная задача сама отказывается от процессора, например, из-за необходимости выполнить операцию ввода-вывода. Взаимодействие пользователя с вычислительной машиной, на которой установлена система пакетной обработки, сводится к тому, что он приносит задание, отдает его диспетчеру-оператору, а в конце дня после выполнения всего пакета заданий получает результат. Очевидно, что такой порядок снижает эффективность работы пользователя.

Системы разделения времени обеспечивают одновременное обслуживание многих пользователей, позволяет любому пользователем взаимодействовать со своим заданием. Эффект одновременной работы достигается разделением процессорного времени и других ресурсов между несколькими вычислительными процессами, которые заданы разными пользователями. Операционная система выстраивает очередь из поступающих заданий, выделяет квант времени для доступа к центральному процессору каждому заданию согласно очереди. Выполнив первое задание, операционная система отправляет его в конец очереди и переходит ко второму и т. д. Критерием эффективности систем разделения времени является не максимальная пропускная способность, а удобство и эффективность работы пользователя.

Одним из основных свойств операционных систем реального времени (ОС РВ, RTOS) является их способность изолировать друг от друга приложения, поэтому если в программе возникает сбой или выполняются какие-то нелегальные операции, ОС может быстро блокировать программу, инициировать восстановление и защиту других программ либо самой системы от серий вредоносных команд. Та же самая защита предотвращает переполнение стеков памяти, вызываемое действиями любых программ. Так как для системы реального времени главным является ее способность вовремя отреагировать на внешние события, то такой параметр, как время реакции системы на прерывание (interrupt latency) является ключевым.

Критерием эффективности для систем реального времени является их способность выдерживать заранее заданные интервалы времени между запуском программы и получением результата (управляющего воздействия).

К операционным системам реального времени предъявляются следующие основные требования [3]:

- 1) ОС РВ должна быть многонитевой и допускать вытеснение (preemptible);
- 2) диспетчеризация должна осуществляться на базе приоритета;

- 3) механизм синхронизации нитей должен быть предсказуемым;
- 4) должна существовать система наследования приоритетов;
- 5) временные характеристики ОС должны быть предсказуемы и известны.

Различают два типа ОС реального времени: один из них характеризуют «жестким реальным временем», второй — «мягким». Если не выполняется обработка критических ситуаций либо она происходит недостаточно быстро, система жесткого реального времени прерывает операцию и блокирует ее, чтобы не пострадала надежность и готовность остальной части системы. Системы мягкого реального времени более «снисходительны» и «терпят» определенные, некритичные ошибки.

Выпускается довольно много операционных систем реального времени. К числу наиболее популярных продуктов относятся VxWorks и VxWorks AE, разработанные компанией Wind River Systems. Последняя представляет собой архитектуру высокой готовности с распределенной передачей сообщений и поддержкой отказоустойчивости. ОС позволяет программистам изолировать совместно используемые библиотеки, данные и системное программное обеспечение, а также приложения.

LynxOS — жесткая ОС реального времени, которая работает с Unix и Java. Операционная система QNX Neutrino, функционирует на процессорах архитектуры Intel и имеет микроядро размером всего 10 Кбайт. RTOS-32- операционная система жесткого реального времени для специализированных встраиваемых устройств на базе архитектуры x86.

К операционным системам реального времени, созданным в научных учреждениях, относится Chimera Университета Карнеги-Меллона, многопроцессорная многозадачная система реального времени, которая упрощает конфигурацию и повторное использование кода программистами. Chimera предназначена для роботов и автоматизированных систем. Операционная система, созданная в Университете штата Мэриленд, получила название Maruti. Она поддерживает как жесткое, так и мягкое реальное время.

В течение многих лет приложения на базе ОС реального времени использовались во встроенных системах специального назначения, а с недавнего времени они стали применяться повсюду, от управляемого компьютером медицинского оборудования до кофеварок. По сообщениям компании RTSoft с февраля 2019 года начинается бета-тестирование новой версии Citect SCADA 2018 R2.

### **2.2.3.6 Особенности методов построения**

При описании операционной системы часто указываются особенности ее структурной организации и основные концепции, положенные в ее основу. К таким базовым концепциям относятся:

- 1) *Способы построения ядра системы* - монолитное ядро или микроядерный подход. Большинство ОС использует монолитное ядро, которое компонуется как одна программа, работающая в привилегированном режиме и использующая быстрые переходы с одной процедуры на другую, не требующие переключения из привилегированного режима в пользовательский и наоборот. Альтернативой

является построение ОС на базе микроядра, работающего также в привилегированном режиме и выполняющего только минимум функций по управлению аппаратурой, в то время как функции ОС более высокого уровня выполняют специализированные компоненты ОС - серверы, работающие в пользовательском режиме. При таком построении ОС работает более медленно, так как часто выполняются переходы между привилегированным режимом и пользовательским, зато система получается более гибкой - ее функции можно наращивать, модифицировать или сужать, добавляя, модифицируя или исключая серверы пользовательского режима. Кроме того, серверы хорошо защищены друг от друга, как и любые пользовательские процессы.

2) *Построение ОС на базе объектно-ориентированного подхода* дает возможность использовать все его достоинства, хорошо зарекомендовавшие себя на уровне приложений, внутри операционной системы. А именно: аккумуляцию удачных решений в форме стандартных объектов, возможность создания новых объектов на базе имеющихся с помощью механизма наследования, хорошую защиту данных за счет их инкапсуляции во внутренние структуры объекта, что делает данные недоступными для несанкционированного использования извне, структурированность системы, состоящей из набора хорошо определенных объектов.

3) *Наличие нескольких прикладных сред* дает возможность в рамках одной ОС одновременно выполнять приложения, разработанные для нескольких ОС. Многие современные операционные системы поддерживают одновременно прикладные среды MS-DOS, Windows, UNIX (POSIX), OS/2 или хотя бы некоторого подмножества из этого популярного набора. Концепция множественных прикладных сред наиболее просто реализуется в ОС на базе микроядра, над которым работают различные серверы, часть которых реализуют прикладную среду той или иной операционной системы.

4) *Распределенная организация* операционной системы позволяет упростить работу пользователей и программистов в сетевых средах. В распределенной ОС реализованы механизмы, которые дают возможность пользователю представлять и воспринимать сеть в виде традиционного однопроцессорного компьютера. Характерными признаками распределенной организации ОС являются: наличие единой справочной службы разделяемых ресурсов, единой службы времени, использование механизма вызова удаленных процедур (RPC) для прозрачного распределения программных процедур по машинам, многоконтурной обработки, позволяющей распараллеливать вычисления в рамках одной задачи и выполнять эту задачу сразу на нескольких компьютерах сети, а также наличие других распределенных служб.

#### **2.2.4 Кроссплатформенные ОС**

Главным требованием, предъявляемым к операционной системе, является способность выполнения основных функций: эффективного управления ресурсами и обеспечения удобного интерфейса для пользователя и прикладных программ.



Современные операционные системы часто являются кроссплатформенными. ОС с открытым кодом могут работать на нескольких различных платформах, например, m68k, Alpha, SPARC и т.п..

Кроме того, современная операционная система, кроме функциональных требований, должна соответствовать не менее важным рыночным требованиям. К этим требованиям относятся:

- *расширяемость* - код должен быть написан таким образом, чтобы можно было легко внести дополнения и изменения, не нарушив целостность системы;

- *переносимость* – код должен легко переноситься с процессора одного типа на процессор другого типа и с аппаратной платформы одного типа на аппаратную платформу другого типа;

- *надежность и отказоустойчивость*- система должна быть защищена как от внутренних, так и внешних ошибок, сбоев, отказов, ее действия должны быть всегда предсказуемыми;

- *совместимость* - ОС должна иметь средства для выполнения прикладных, написанных для других операционных систем. Пользовательский интерфейс должен быть совместим с существующими системами и стандартами;

- *безопасность* – операционная система должна обладать средствами защиты ресурсов одних пользователей от других;

- *производительность* – система должна обладать настолько хорошим быстродействием и временем реакции, насколько это позволяет аппаратная платформа

### **2.2.5 Современные архитектуры файловых систем**

Разработчики новых ОС стремятся обеспечить пользователя возможностью работать сразу с несколькими файловыми системами. Под файловой системой понимается набор спецификаций и соответствующее им программное обеспечение, которое отвечает за управление доступом к файлам и за управление ресурсами, которые используются файлами. Файловая система определяет способ организации данных на диске или ином носителе.

В новом понимании файловая система состоит из многих составляющих, в число которых входят и файловые системы в традиционном понимании. Новая файловая система имеет многоуровневую структуру, на верхнем уровне которой располагается так называемый переключатель файловых систем (например, в ОС Windows - устанавливаемый диспетчер файловой системы - installable filesystem manager, IFS). Он обеспечивает интерфейс между запросами приложения и конкретной файловой системой, к которой обращается это приложение. Переключатель файловых систем преобразует запросы в формат, воспринимаемый следующим уровнем - уровнем файловых систем. Каждый компонент уровня файловых систем выполнен в виде драйвера соответствующей файловой системы и поддерживает определенную организацию файловой системы. Переключатель является единственным модулем, который может обращаться к драйверу файловой системы. Драйвер файловой системы может быть написан в виде реентерабельного кода, что позволяет сразу нескольким приложениям выполнять операции с

файлами. Каждый драйвер файловой системы в процессе собственной инициализации регистрируется у переключателя, передавая ему таблицу точек входа, которые будут использоваться при последующих обращениях к файловой системе.

Для выполнения своих функций драйверы файловых систем обращаются к подсистеме ввода-вывода, образующей следующий слой файловой системы новой архитектуры. Подсистема ввода вывода - это составная часть файловой системы, которая отвечает за загрузку, инициализацию и управление всеми модулями низших уровней файловой системы. Обычно эти модули представляют собой драйверы портов, которые непосредственно занимаются работой с аппаратными средствами. Кроме этого подсистема ввода-вывода обеспечивает некоторый сервис драйверам файловой системы, что позволяет им осуществлять запросы к конкретным устройствам.

Большое число уровней архитектуры файловой системы обеспечивает большую гибкость - драйвер может получить управление на любом этапе выполнения запроса - от вызова приложением функции, которая занимается работой с файлами, до того момента, когда работающий на самом низком уровне драйвер устройства начинает просматривать регистры контроллера. Многоуровневый механизм работы файловой системы реализован посредством цепочек вызова.

В ходе инициализации драйвер устройства может добавить себя к цепочке вызова некоторого устройства, определив при этом уровень последующего обращения. Подсистема ввода-вывода помещает адрес целевой функции в цепочку вызова устройства, используя заданный уровень для того, чтобы должным образом упорядочить цепочку. По мере выполнения запроса, подсистема ввода-вывода последовательно вызывает все функции, ранее помещенные в цепочку вызова. На рис. 2.5 приведена архитектура Windows 2000/X.

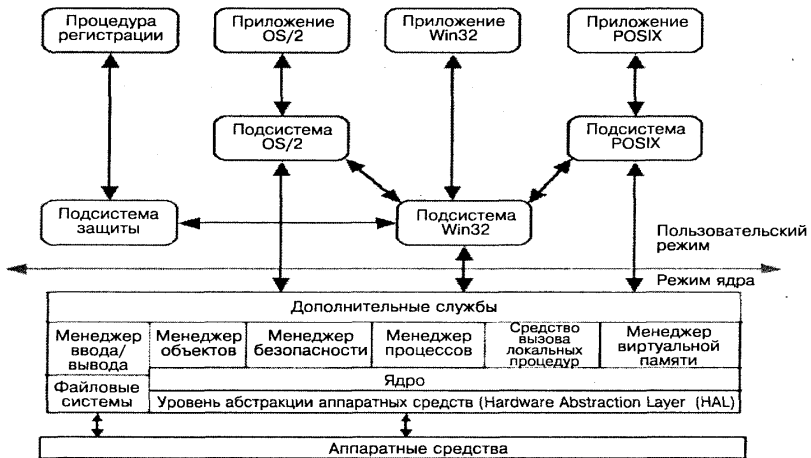


Рисунок 2.5- Архитектура Windows 2000/X

### 2.2.5.1. Сравнительные характеристики файловых систем

Файловая система MS DOS FAT (названная так из-за своей таблицы размещения файлов - *file allocation table*) - система с точной записью - при необходимости изменения структуры тома дается команда записи на диск. Недостаток такой системы - медленное выполнение преобразованных в последовательность операций записи, кроме того FAT не обеспечивает функций защиты данных и автоматического восстановления. Система FAT несколько раз модернизировалась для более эффективной работы с дисками больших объемов и мощными персональными компьютерами. Начиная с MS DOS 4.0 элементы FAT были увеличены с 12 до 16 бит, таким образом появилась возможность использования дисковых разделов, превышающих по объему 32 Мбайт. Файловая система Windows NT FAT функционирует аналогично MS-DOS и Windows.

Система HPFS (*High Performance File System*) разрабатывалась специально для использования на дисках большого объема, подключенных к 16-битовым компьютерам. Для возможности работы с 32-битовыми процессорами использовалась 386HPFS386. HPFS имеет особенности, способствующие эффективному управлению большими объемами жесткого диска. HPFS поддерживает длинные имена файлов (до 255 символов). Когда том форматируется под HPFS, первые 18 секторов резервируются для блока начальной загрузки, суперблока и запасного блока. Эти структуры используются для загрузки ОС, поддержки файловой системы и восстановления при возможных ошибках. В HPFS резервируется пространство под два битовых массива объемом 2Кб для каждого дискового интервала в 16Мб. Каждый массив отводит по одному биту для каждого размещаемого блока (равного одному сектору) в полосе 8 Мб, показывая, какие размещаемые блоки используются. Битовые массивы поочередно размещаются в конце и начале каждой полосы, обеспечивая максимальное количество непрерывного пространства для данных (16 Мб). Кроме того, запись новых файлов планируется так, что между новым и существующим файлами оставался свободный участок, и каждый файл имел возможность расширения в непрерывном дисковом пространстве. Это свойство HPFS помогает осуществлять быстрый поиск данных и минимизировать фрагментацию файлов.

Другая особенность, объясняющая быстрый поиск в каталоге - технология B-tree. Эта древовидная структура с корнем и несколькими узлами содержит данные, организованные некоторым логическим способом. Корень содержит административную информацию, карту для остальной структуры и, возможно, некоторые данные. Большинство данных содержится в узлах. С большими каталогами технология B-tree работает гораздо эффективнее линейных списков, используемых FAT. HPFS применяет B-tree для структуризации каждого файла и каталога. Каждый каталог указывает на структуры Fnode для содержащихся в нем файлов. Структура Fnode (ее размер 512 байтов) содержит заголовок, имя файла (усеченное до 15 символов), длину файла, расширенные атрибуты, список контроля доступа (ACL) и расположение данных файла.

HPFS - система с отложенной записью. Работа с данными производится через буфер ввода/вывода. Пока пользователь читает файлы или просматривает

каталоги, необходимые для записи, данные накапливаются в кэше, следовательно, ждать окончания процесса записи не нужно. Запись данных на диск производится только в момент низкой загрузки ресурсов компьютера. Недостаток систем с отложенной записью в том, что в случае сбоя диска восстановление данных займет гораздо больше времени, чем в системе с точной записью. HPFS эффективно работает на дисках объемом до 2 Гб.

NTFS (*Windows NT file system* - ) обеспечивает сочетание эффективности, надежности и совместимости, невозможное в FAT или HPFS. Она разработана для быстрого выполнения стандартных файловых операций вроде чтения, записи и поиска, а так же улучшенных операций, например восстановления файловой системы на очень больших жестких дисках. Способ считывания данных зависит от метода хранения информации о расположении файлов, используемого системой. NTFS, подобно HPFS, для увеличения производительности использует двоичные деревья. Каждый распределенный на томе NTFS сектор принадлежит некоторому файлу. Частью файла являются даже метаданные файловой системы (информация, описывающая непосредственно файловую систему). Каждый файл на томе NTFS представлен записью в специальном файле - главной файловой таблице (Master File Table — MFT). NTFS резервирует первые 16-ть записей таблицы для специальной информации. Первая запись таблицы описывает непосредственно главную файловую таблицу. За ней следует зеркальная запись MFT. Если первая запись MFT разрушена, NTFS читает вторую запись для отыскания зеркального файла MFT, первая запись которого идентична первой записи MFT. Местоположения сегментов данных MFT и зеркального файла MFT записаны в секторе начальной загрузки. Дубликат сектора начальной загрузки находится в логическом центре диска. Третья запись MFT - файл регистрации, применяемый для восстановления файлов. Семнадцатая и последующие записи главной файловой таблицы используются собственно файлами и каталогами на томе. Файловая система NTFS — это восстанавливаемая файловая система, сочетающая быстродействие файловой системы с отложенной записью и практически мгновенное восстановление. Каждая операция ввода/вывода, изменяющая файл на томе NTFS, рассматривается файловой системой как транзакция и может выполняться как неделимый блок. При модификации файла пользователем сервис файла регистрации фиксирует всю информацию, необходимую для повторения или отката транзакции. Если транзакция завершена успешно, производится модификация файла. Если нет, NTFS производит откат транзакции, следуя инструкциям в информации отмены. При обнаружении в транзакции ошибки, транзакция прокручивается обратно. Важная особенность NTFS — отложенная передача (*lazy commit*) - позволяет минимизировать затраты на регистрацию транзакций и подобна отложенной записи.

#### **2.2.5.2. Распределенные и кластерные файловые системы**

Распределенные файловые системы (называемые и как сетевые ) имеют две основных цели: обеспечить такие же возможности доступа к файлам, распределенным по сети, которые обеспечиваются в системах разделения времени на централизованных ЭВМ (*сетевая прозрачность*); и обеспечение *высокой*

*доступности* (ошибки систем или осуществление операций копирования и сопровождения не должны приводить к недоступности файлов). К ним относятся NFS, OpenAFS, InterMezzo, Coda, WebDAV.

Распределённые файловые системы, являющиеся параллельными и с защитой от сбоев, разделяют и реплицируют данные на многие сервера для высокой производительности и обеспечения целостности данных. Данные файловые системы используются в высокоскоростных вычислениях и кластерах высокой доступности.

Кластерная файловая система (КФС) - файловая система, которая примонтирована в нескольких местах (подключения одного носителя к нескольким ПК). В качестве примеров можно привести серверные SCSI массивы, транспортные протоколы типа iSCSI и AoE (экспорт блочного устройства в сеть и его подключение к нескольким машинам). К ним относятся GFS (GFS2) от RedHat и OCFS2 от Oracle, а также Lustre, которая является и распределенной. Отличие КФС от NFS - отсутствие требование на выделенный сервер в сети, может использовать множественные SCSI соединения, которые позволяют каждому серверу обмениваться данными непосредственно с устройствами хранения через SAN (Storage Area Network, Сеть хранения данных) Для обеспечения целостности системы, КФС использует высокоскоростные межсерверные соединения.

### **2.2.5.3. Zettabyte File System (ZFS)**

ZFS - расширенная файловая система, имеет 128-битный формат. Дополнительные функции: *copy-on-write*, моментальные снимки, проверка целостности данных и автоматическое исправление неисправностей, объединенное хранилище. Максимальный размер файла 16 Exabyte, максимальный размер хранилища 256 Quadrillion Zetwabytes. В отличие от большинства файловых систем, ZFS сочетает в себе функции файловой системы и диспетчера томов. ZFS поддерживает разделение и форматирование. Функция *copy-on-write* заключается в следующем. В большинстве файловых систем, когда данные перезаписываются, они они могут быть потеряны. В ZFS новая информация записывается в другой блок, и по завершении записи метаданные файловых систем обновляются, чтобы указать на новую информацию. Это гарантирует, что если система выйдет из строя во время записи, старые данные будут сохранены. Моментальные снимки (Snapshots). ZFS использует для отслеживания изменений в файловой системе. Снимок содержит исходную версию файловой системы, а в самой файловой системе происходят какие-либо изменения, сделанные с момента создания моментального снимка. Дополнительное пространство не используется. При записи новых данных, для хранения этих данных выделяются новые блоки. Когда файл удаляется, ссылка на моментальный снимок также удаляется. Всякий раз, когда новые данные записываются в ZFS, создается контрольная сумма для этих данных. Когда эти данные считываются, контрольная сумма проверяется. Если контрольная сумма не соответствует, то файловая система считает, что обнаружена ошибка и автоматически попытается исправить возникшую ошибку.

## **2.2.6. Специализированные профессионально-ориентированные программные средства**

В своей деятельности специалисты по защите информации используют ряд специализированных профессионально-ориентированных программных средств. В России сформировался рынок организаций, представляющих собственные решения в области компьютерной безопасности, и фирм-интеграторов, предлагающих комплексные решения по обеспечению информационной безопасности организаций и предприятий. Ознакомиться с новейшими продуктами отечественных производителей можно на ежегодных специализированных выставках, одной из которых является InfoSecurirty Russia.

В том числе к ним можно отнести большое количество утилит, т.е. программ вспомогательного назначения. Чаще всего используются следующие типы утилит: - программы резервирования - позволяют быстро скопировать нужную информацию, находящуюся на жестком диске компьютера; - антивирусные программы - предназначены для предотвращения заражения ПК; - программы упаковщики (архиваторы); - программы для диагностики компьютера - позволяют проверить конфигурацию компьютера и работоспособность его устройств; - программы динамического сжатия дисков - создают псевдодиски, информация которых в сжатом виде хранится в виде файлов на обычных (настоящих дисках) ПК, что позволяет хранить больше, - программы ограничения доступа позволяют защищать хранящиеся на компьютере данные от нежелательных или неквалифицированных пользователей.

## **2.2.7. Особенности сжатия речи, неподвижных и подвижных изображений**

### **2.2.7.1. Задача кодирования источника дискретных сообщений**

Основные объемы передаваемой в системах связи информации сегодня приходится на речь. Поэтому эффективному кодированию, или сжатию речи, в системах связи уделяется исключительное внимание.

Под кодированием в общем случае понимают преобразование алфавита сообщения  $A\{\lambda_i\}$ , ( $i = 1, 2, \dots, K$ ) в алфавит некоторым образом выбранных кодовых символов  $\mathfrak{R}\{x_j\}$ , ( $j = 1, 2, \dots, N$ ). Кодирование сообщений может преследовать различные цели, например, с целью сокращения объема информации и повышения скорости ее передачи или сокращения полосы частот, требуемых для передачи. Такое кодирование называют экономным, безизбыточным, или эффективным кодированием, а также сжатием данных. Процедуре кодирования обычно предшествуют (и включаются в нее) дискретизация и квантование непрерывного сообщения  $\lambda(t)$ , то есть его преобразование в последовательность элементарных дискретных сообщений  $\{\lambda_{iq}\}$ .

Один из способов такого кодирования предложен Хаффманом. Другим простейшим способом статистического кодирования является кодирование по методу Шеннона–Фано. Кодирование в соответствии с этим алгоритмом производится следующим образом: 1) все буквы из алфавита сообщения записывают в порядке убывания их вероятностей; 2) всю совокупность букв разбивают на две примерно равные по сумме вероятностей группы; одной из них

(в группе может быть любое число символов, в том числе – один) присваивают символ “1”, другой – “0”; 3) каждую из этих групп снова разбивают (если это возможно) на две части и каждой из частей присваивают “1” и “0” и т.д.

Первая теорема Шеннона (теорема кодирования без шума для источника) утверждает: любой источник можно закодировать двоичной последовательностью при среднем количестве двоичных символов на символ источника  $\lambda_i$ , сколь угодно близком к энтропии, и невозможно добиться средней длины кода, меньшей, чем энтропия  $H(\lambda)$ . Данная теорема устанавливает те границы в компактности представления информации, которых можно достичь при правильном ее кодировании.

Подавляющее большинство современных форматов записи данных содержат их в виде, удобном для быстрого манипулирования, для удобного прочтения пользователями. При этом данные занимают объем больший, чем это действительно требуется для их хранения. Алгоритмы, которые устраняют избыточность записи данных, называются алгоритмами сжатия данных, или *алгоритмами архивации*.

В настоящее время существует огромное множество программ для сжатия данных, основанных на нескольких основных способах. Алгоритмы сжатия данных по определению имеют своей основной задачей устранение избыточности, то есть корреляций между данными во входном тексте. Все алгоритмы сжатия данных качественно делятся на: алгоритмы сжатия без потерь, при использовании которых данные на приемной восстанавливаются без малейших изменений (используются в криптосистемах); алгоритмы сжатия с потерями, которые удаляют из потока данных информацию, незначительно влияющую на суть данных, либо вообще не воспринимаемую человеком (такие алгоритмы сейчас разработаны только для аудио- и видео- изображений).

Существует два основных метода архивации без потерь: алгоритм Хаффмана (англ. Huffman), ориентированный на сжатие последовательностей байт, не связанных между собой; алгоритм Лемпеля-Зива (англ. Lempel, Ziv), ориентированный на сжатие любых видов текстов, то есть использующий факт неоднократного повторения "слов" – последовательностей байт.

Практически все популярные программы архивации без потерь (ARJ, RAR, ZIP и т.п.) используют объединение этих двух методов – алгоритм LZH.

### **2.2.7.2. Особенности сжатия речи**

Рассмотрим основные свойства речевого сигнала как объекта экономного кодирования и передачи по каналам связи. Речь представляет собой колебания сложной формы, зависящей от произносимых слов, тембра голоса, интонации, пола и возраста говорящего, и состоит из вокализованных, невокализованных данных и пауз. Спектр речи весьма широк (примерно от 50 до 10000 Гц). Ограничение частоты снизу (до 300 Гц) также немного ухудшает восприятие из-за потерь низкочастотных гармоник основного тона

Второй особенностью речевых сигналов является неравномерность распределения вероятностей (плотности вероятности) мгновенных значений сигнала. Малые уровни сигнала значительно более вероятны, чем большие. Этот

фактор обеспечивает возможность экономного кодирования – более вероятные значения могут кодироваться короткими кодами, менее вероятные – длинными.

Еще одна особенность речевых сигналов – их существенная нестационарность во времени: свойства и параметры сигнала на различных участках значительно различаются. При этом размер интервала стационарности составляет порядка нескольких десятков миллисекунд. Это свойство сигнала значительно затрудняет его экономное кодирование и заставляет делать системы сжатия адаптивными, то есть подстраивающимися под значения параметров сигнала на каждом из участков.

Одна из функций звуковой карты — преобразовать «оцифрованный» звук в непрерывный (аналоговый) электрический сигнал, который и поступает на вход динамика. При записи звука, наоборот, аналоговый сигнал от микрофона (или другого источника звука) преобразуется в дискретную фонограмму. Для синтеза звука применяются два метода: FM-синтез, основанный на частотной модуляции звукового сигнала (Frequency Modulation); WT-синтез, основанный на использовании специальной таблицы волн (Wave Table) и позволяющий добиваться более качественного звучания (чем в FM-синтезе).

### **2.2.7.3. Особенности сжатия подвижных и неподвижных изображений**

Основной проблемой в работе с подвижными изображениями являются большие объемы данных. При сжатии подвижных изображений учитывается наличие в них нескольких типов избыточности: когерентность (одноцветность) областей изображения – незначительное изменение цвета изображения в его соседних пикселах; избыточность в цветовых плоскостях, отражающую высокую степень связи интенсивностей различных цветовых компонент изображения и важность его яркостной компоненты; подобие между кадрами.

Идея алгоритма состоит в том, что в реальных изображениях малы амплитуды высоких частот при разложении матрицы изображения в двойной ряд по косинусам. Можно достаточно свободно огрублять их представление, не сильно ухудшая изображение. Кроме того, используется перевод в другое цветовое пространство (YUV), групповое кодирование и кодирование Хаффмана.

Алгоритм одного из наиболее эффективных методов сжатия неподвижных изображений излагается в стандарте JPEG (Joint Photographic Experts Group). Он принят Международной организацией стандартизации (ISO), определяет последовательность и параметры этапов кодирования и декодирования неподвижных цветных изображений и используется в основном для записи и хранения изображений с целью экономии объема запоминающих устройств. Реализация алгоритма JPEG позволяет уменьшить объем только реальных полутоновых и цветных изображений примерно в раз без заметного ухудшения их качества. Алгоритм использует конвейер из нескольких преобразований. Ключевым является дискретное косинусное преобразование (ДКП), позволяющее в широких пределах менять степень сжатия без заметной потери качества изображения. Его универсальность означает, что алгоритм применяется на широком классе изображений.



### Контрольные вопросы

1. Что понимается под архитектурой ЭВМ?
2. Каким целям служит классификация архитектур?
3. Что является основным признаком RVP- систем?
4. Что понимается под кластером, и в чем преимущества кластеризации?
5. Как влияет способ соединения процессоров друг с другом на производительность кластера? Приведите примеры.
6. В чем различия традиционного и ассоциативного способа обработки данных?
7. Приведите классификацию программного обеспечения.
8. Что понимается под операционной системой?
9. Назовите ее основные функции.
10. Назовите отличия симметричных и ассиметричных операционных систем.
11. Какие требования предъявляются к современным операционным системам?
12. Поясните особенности мобильных операционных систем.
13. Какие файловые системы являются системой с отложенной записью?
14. Приведите классификацию системных программ.
15. Что понимается под архивацией?
16. Поясните особенности сжатия речи.
17. В чем особенность алгоритма сжатия подвижных изображений?

## РАЗДЕЛ 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ

### 3.1. Информационная технология как система

#### 3.3.1. Определение, задачи, методы и средства

Термин «технология» (от греческого *techne* - искусство, мастерство, умение и логия) имеет множество толкований. В широком смысле под **технологией** понимают науку о законах производства, материальных благ, вкладывая в нее три основных части: идеологию, т.е. принципы производства, орудия труда, т.е. станки, машины, агрегаты и т.д.; кадры, владеющие профессиональными навыками. Эти составляющие называют соответственно: информационной, инструментальной, социальной.

Технология как некоторый процесс присутствует в любой предметной области. Для конкретного промышленного производства **технологиию** понимают, в узком смысле, как совокупность приемов и методов, определяющих последовательность действий для реализации производственного процесса.

*Технология - совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала осуществляемых в процессе производства.*

*Задача технологии как науки - выявление физических, химических и др. закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производственных процессов.*

Для любой технологии могут быть выделены цель, предмет и средства.

**Целью технологии** в промышленном производстве является повышение качества продукции, сокращение сроков ее изготовления и снижение себестоимости.

**Предметом технологии** в течение длительного периода развития общества выступали материальные объекты, воздействуя на которые человек получал конечный продукт.

**Средства технологии** (т.е. орудия труда) непрерывно совершенствовались. Появились технологии механизации и автоматизации. Постепенно технология формируется как наука, в которой выделяются методология и конкретные средства реализации.

Методология любой технологии включает в себя:

- декомпозицию производственного процесса на отдельные взаимосвязанные и подчиненные составляющие: стадии, этапы, фазы, операции;
- программную реализацию определенной последовательности выполнения операций, фаз, этапов и стадий производственного процесса в соответствии с целью технологии;
- детерминированность предписаний (инструкций) по выполнению операций и даже отдельных процедур, формализуемую в технологической документации.

В развитии технологии как в развитии любой системы можно выделить два принципиально разных этапа:

- один этап характеризуется тем, что установившаяся базисная технология непрерывно совершенствуется и достигает своего верхнего уровня, т.е. предельного состояния, когда дальнейшее ее улучшение является неоправданным из-за больших экономических вложений;
- другой этап отличается отказом от существующей технологии и переходом к принципиально другой, развивающейся по законам первого этапа.

### 3.1.2. Структура и функции информационной технологии

В процессе эволюции технологии управления и обработки данных в отдельную систему выделяется **информационная технология (ИТ)**, в которой предметом труда становится входная информация  $I_{вхт}$  (комплекс решаемых задач), продуктом- выходная информация  $I_{выхт}$ , орудием труда - ЭВМ. На рис. 3.1 показано выделение ИТ в структуре управления.

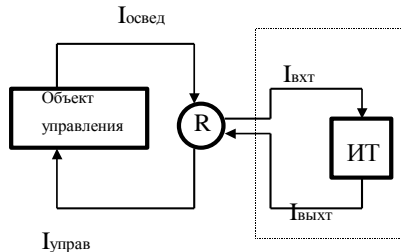


Рисунок 3.1 – ИТ в структуре управления

На организационно-экономическом уровне роль человека в технологии автоматизированного управления возрастает. В контуре управления участвует только человек (R), который обрабатывает с помощью средств ВТ, полученную из производства осведомительную информацию. В качестве объекта информации выступают предприятия, объединения, отрасли. В основе процесса управления лежит концептуальная модель (входная информация Iвхт), формируемая человеком. Итогом обработки является выходная информация (Iвыхт), пополняющая концептуальную модель. Человек принимает решение и выдает управляющую информацию.

Определим цель, методы и средства информационной технологии. *Целью ИТ* является качественное формирование и использование информационного продукта в соответствии с потребностями пользователя. *Методами ИТ* являются методы обработки данных. В качестве *средств ИТ* выступают технические, программные, информационные и др. средства.

Тогда под **информационной технологией** будем понимать совокупность внедряемых в системы организационного управления принципиально новых средств и методов обработки данных. Они представляют собой целостные технологические системы и обеспечивают целенаправленное создание, передачу, хранение и отображение информационного продукта (данных, идей, знаний) с наименьшими затратами, и в соответствии с закономерностями той социальной среды, где развивается ИТ. Так как средства и методы обработки данных могут иметь разное практическое приложение, то целесообразно выделить *глобальную, базовую и конкретные ИТ*.

*Глобальная ИТ* включает модели, методы и средства формирования и использования информационного ресурса в обществе.

*Базовая ИТ* ориентируется на определенную область применения (производство, научные исследования, проектирование, обучение).

*Конкретные ИТ* задают обработку данных в реальных задачах пользователя. Наиболее полное представление о современном состоянии ИТ можно получить, рассмотрев технологию обработки данных (в организационных системах управления).

Можно выделить 4 этапа эволюции ИТ. Основное влияние на переход от одного этапа к другому оказало развитие средств ВТ.

**I этап:** обработка информации в пакетном режиме; решение рутинных информационных задач.

**II этап:** охватывает уже и технологические процессы (развитие АСНИ, САПР); решение комплексов задач.

**III этап:** решение задач в реальном масштабе времени и следовательно - режим общения пользователя с ЭВМ. Наряду с методами оптимизации при решении задач получают использованное имитационное моделирование, экспертные системы. С внедрением ПЭВМ наблюдается переход к распределенной обработке информации.

**IV этап:** это гибридные адаптивные интегрированные системы, включающие элементы искусственного интеллекта.

Информационные технологии отличаются по типу обрабатываемой информации, но могут объединяться в интегрированные технологии (рис.3.2).

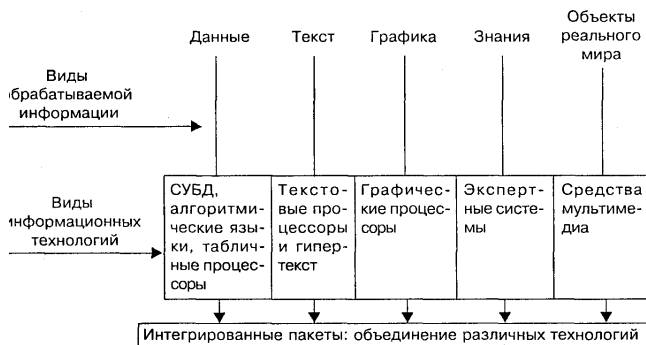


Рисунок 3.2 – Виды информационных технологий

Деление, показанное на рисунке 2.6, в известной мере условно, поскольку большинство ИТ позволяет поддерживать и другие виды информации. Так, в текстовых процессорах предусмотрено выполнение простейших расчетов, а в табличных процессорах, помимо возможности обрабатывать не только цифровую, но и текстовую информацию, имеется также встроенный аппарат генерации графики. Однако каждая из технологий все-таки в большей мере акцентирована на обработке определенной информации.

Сегодня уже можно говорить как об обеспечивающих, так и о функциональных ИТ.

Информационные технологии обеспечивающего вида могут быть классифицированы по типам задач, на которые они ориентированы.

*Обеспечивающие* технологии базируются на совершенно разных платформах, что обусловлено различием видов компьютеров и программных сред, поэтому при их объединении на основе предметной технологии возникает проблема системной интеграции. Она заключается в необходимости приведения различных ИТ к единому интерфейсу. В недавнем прошлом широко применялись интегрированные среды (пакеты программ) FRAMEWORK, WORKS и т.д. В настоящее время принято считать стандартом интегрированную графическую оболочку WINDOWS, разработанную фирмой Microsoft, которая обеспечивает выполнение минимального набора основных функций, необходимых в деятельности любого предприятия, т.е. работу с текстом, таблицами, базой данных, графикой и телекоммуникацией.

*Функциональные* ИТ представляют собой модификацию обеспечивающих ИТ, при которой реализуется какая-либо из предметных технологий. Трансформация обеспечивающей ИТ в функциональную может быть сделана как системотехником-проектировщиком, так и самим пользователем. Все зависит от сложности решаемых в предметной области задач и от уровня компьютерной подготовки пользователя

### 3.1.3. Информационная технология как система

В основе разработки и использования любой технологии должен лежать системный подход, позволяющий комплексно охватывать проблему. При этом подходе ИТ должна рассматриваться как система.

Под *системой* будем понимать совокупность функциональных элементов и отношений между ними, выделяемую из окружающей среды в соответствии с требуемой целью на определенном временном интервале.

Такое определение позволяет сделать ряд конструктивных выводов. Видно, что в зависимости от поставленной цели будет меняться множество функциональных элементов и отношений между ними. Это означает, что можно выделить ряд конкретных ИТ в зависимости от цели их применения. Учитывая, что состав элементов и отношение между ними будут видоизменяться в зависимости от времени, можно предположить, что и определение ИТ не будет установившимся. Уже в настоящее время имеется множество толкований понятия ИТ. Большинство авторов сходится на мнении, что ИТ выделяется из метасистемы - информатики и является ее составной частью. В нашем представлении ИТ как совокупность моделей, методов и средств обработки данных составляет логический уровень информатики. С помощью этого уровня на основе программно-аппаратных средств ВТ и техники связи удастся строить информационно-управляющие системы на пользовательском, прикладном уровнях информатики.

Таким образом, в конструктивном смысле ИТ как система есть средство построения систем информатики.

ИТ как системе присущи основные признаки больших систем, к которым можно отнести следующее: наличие структуры; наличие единой цели функционирования; устойчивость к внешним и внутренним возмущениям; комплексный состав системы; способность к развитию. Рассмотрим эти признаки подробно.

1) Построение любой системы определяется ее структурой, по которой можно узнать, как устроена система. Взаимодействие системы с внешней средой позволяет выявить функции системы, как проявление ее свойств во времени. Можно считать, что построение системы и ее функции обычно тесно увязаны через внутренние пространственно-временные отношения между ее элементами. Элементами при системном подходе выступают отдельные подсистемы, которые при иерархическом построении обладают вертикальной подчиненностью.

Иерархичность построения системы может быть выявлена по отдельным направлениям: организации, функциям, техническим средствам и т.д. В соответствии с этим выделяют такие понятия, как: организационная структура, функциональная структура, техническая структура и т.д. ИТ при ее реализации должна быть конкретной, поэтому она должна вписываться в организационную структуру управления (ОСУ) той системы, где она применяется. Процесс автоматизированного управления включает реализацию комплекса функциональных задач (КФЗ), которые на основе математического обеспечения системы преобразовываются в комплекс решаемых задач (в том числе

вычислительных) (**КРЗ**), являющихся исходными для ИТ. При внедрении ИТ организационная структура управления должна совершенствоваться, т.е. она должна быть пригодной для использования новой технологии обработки информации. Организационная структура управления оказывает лишь внешнее влияние на ИТ. Внутренняя структура ИТ определяется теми функциями, которые она реализует, что составляет функциональную структуру (**ФС**). Она, в свою очередь, может быть определена как перечень взаимодействующих процессов, реализующих функции информационной технологии.

В процессе развития ИТ функции ее видоизменялись и совершенствовались. Традиционно сохранились функции, реализуемые такими информационными процессами, как сбор, подготовка, передача, хранение, обработка, представление информации. Эти функции можно считать подчиненными **главной задаче ИТ** - получению новой информации, новых знаний в процессе решения комплекса задач на основе переработки данных.

Реализация ИТ базируется на средствах (**СИТ**), к которым можно отнести: математические (МС), технические (ТС), алгоритмические (АС), программные (ПС), информационные (ИС), методические (МДС).

*Математические средства* ИТ представляют совокупность моделей разного уровня (от глобальных моделей принятия решения до частных моделей реализации информационных процессов). При использовании моделей разной степени общности необходимы процедуры декомпозиции, т.е. перехода от общих моделей к частным. Эти процедуры реализуются на базе типовых проектных решений.

*Технические средства* ИТ представляют собой средства реализации информационного процесса, включающие ВМ и специализированные устройства на их основе (АРМы, экспертные системы, сети передачи данных, оргтехника и т.д.).

*Алгоритмические средства* ИТ включают в себя алгоритмы реализации математических средств, т.е. моделей, и раскрываются на основе ПО. Сюда входят ОС, системы программирования, общесистемное и прикладное ПО.

*Информационные средства* ИТ к ним можно отнести базы и банки данных, базы знаний и другие средства накопления, хранения и представления информации.

*Методические средства* ИТ включают в себя методические материалы, описания, инструкции и документацию по использованию информационной технологии для решения функциональных задач управления.

Центральной функцией ИТ является формирование информационного ресурса. Эта функция предполагает получение новой информации, обновление ресурса с использованием его в обществе. Информационный ресурс образуется при решении задач на базе организации информационных процессов, что осуществляется в соответствии с принятым критерием качества. Выбор лучшей формы организации процесса должен проводиться на основе математического моделирования. Существенное место в организации информационных процессов занимает автоматизация, как каждого процесса, так и их взаимодействия.

Стыковка информационных процессов и отдельных фаз осуществляется за счет реализации процедур. Типовые процедуры преобразования и кодирования информации автоматизируются путем реализации информационно-вычислительных работ.

2) *Целью ИТ* как системы является формирование новой информации, используемой для повышения эффективности функционирования той системы, в которой она используется. Степень достижения любой цели, стоящей перед системой, определяется показателем, называемым *критерием эффективности функционирования системы*. Для отдельных информационных процессов уже установлены частные критерии эффективности. Например, для процесса передачи информации таким критерием может служить вероятность ошибки при ограничении на скорость передачи информации. Отметим, что цели нельзя ставить и выбирать в независимости от имеющихся средств.

3) *Устойчивость к внешним и внутренним возмущениям*. Информационная технология должна удовлетворять требованиям системы, в которую она внедряется. Организация информационных процессов в рамках информационной технологии непрерывно подвергается внешним и внутренним возмущениям. Неадекватность выбранных моделей реальным процессам, не идеальность используемых методов, ненадежность аппаратных и программных средств – все это приводит к возмущениям, которые оказывают вредное влияние на работоспособность системы в целом. При реализации информационных процессов действуют внешние возмущения, поэтому ИТ как система должна обладать устойчивой. Устойчивость обеспечивается за счет введения обратных связей на различных уровнях организации информационных процессов, использования тестовых сигналов, применения избыточных кодов, сигналов и структур. При передаче информации универсальным средством обеспечения устойчивости к помехам является использование помехоустойчивых видов модуляции корректирующих кодов. При хранении информации надежность обеспечивается соответствующей организацией информационных массивов, а также наличием копий записей, позволяющих восстанавливать информацию в случае ее потери. Контроль обработки информации реализуется за счет тестовых заданий, использования обнаруживающих кодов и специальных служебных символов, контролирующего ход вычислительного процесса. Таким образом, ИТ как система за счет использования средств обеспечения ее устойчивости в внешним и внутренним возмущениям обладает адаптацией и самоорганизацией. Проблема надежности переработки информации является одной из наиболее актуальных в информационной технологии и требует своего дальнейшего развития.

4) *Комплексный состав системы*. ИТ является уникальной системой по своему составу. Обладая организационной структурой в соответствии с той системой, куда она встраивается, ИТ реализует много функций на достаточно разнородных средствах. Здесь модели и методы решения задач, банки данных и базы знаний, алгоритмы, программы, технические средства различного уровня. Разнообразие программно-аппаратных средств ВТ и техники связи приводит к большим затратам человеческого труда по компоновке системы. Внедрение ИТ

требует коллектива специалистов, возглавляемых инженерами-системотехниками, которые умеют ставить задачу и реализовывать ее в рамках информационной технологии. Комплексный состав данной технологии как системы порождает большое число решений как в области организационной и функциональной структур, так и на уровне реализации средств. Необходимо проводить работу по типизации этих технологий в соответствии с уровнями и областями их использования. Выделение типовых направлений применения позволяет создать набор типовых информационных технологий, реализуемых на стандартных программно-аппаратных средствах, что будет способствовать прогрессу в этой области. Типовой состав информационной технологии представлен на рис. 3.3.

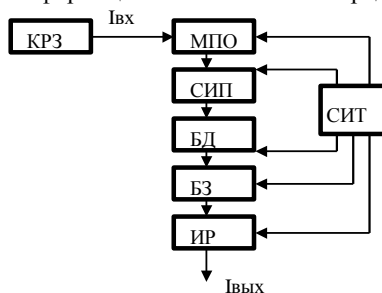


Рисунок 3.3 -Составляющие информационной технологии

ИТ носит конкретный характер и соответствует некоторой предметной области. Для этого в состав ИТ вводится модель предметной области (МПО), ориентированная на комплекс решаемых задач (КРЗ). Эта модель программно реализуется на ЭВМ. На ее основе строятся модели решения задач организации информационных процессов в структуре этой технологии, т.е. определяется совокупность информационных процессов (СИП). Взаимодействующие информационные процессы образуют контур переработки информации. В соответствии с глобальной целью информационной технологии формируется база данных (БД) и база знаний (БЗ). В БЗ возникает информация, что и составляет информационный ресурс (ИР). Рассматриваемые составляющие реализуются на базе средств информационной технологии (СИТ). Модель предметной области входит в математические средства, информационные процессы базируются на программно-аппаратных средствах сбора, передачи, хранения и обработки информации. БД и БЗ входят в состав информационных средств, ИР формируется в памяти ЭВМ и выводится в виде новой информации по требованию пользователя. Таким образом, ИТ отличается комплексным составом своих компонент.

5) Способность к развитию. Развитие информационной технологии должно проходить как по линии охвата большого числа уровней управления в системе, так и по линии расширения спектра функций. Развитие системы подчиняется диалектическому закону единства и борьбы противоположностей. В основе развития лежат противоречивые отношения между элементами. Наличие



противоречий в структуре системы и вызывает ее развитие. Для успешного функционирования технической системы важно сохранение устойчивости структуры, что поддерживается наличием непротиворечивых (т.е. равновесных) отношений между элементами. Возникновение новых требований означает необходимость развития системы, но это противоречит условию ее нормального функционирования. Противоречие снимается за счет изменения функциональной структуры (т.е. расширения спектра функций системы), либо путем введения новых элементов (т.е. совершенствования ее организационной структуры). При настройке ИТ на конкретное производство могут меняться наполнение предметной области и совокупность используемых информационных процессов. В этих условиях организационная структура ИТ практически не подвергается изменению, и такой путь развития может быть реализован программным путем.

Принципиально новые возможности в развитии этой технологии дает появление новых средств. Совершенствование программно-аппаратных средств ВТ позволяет обеспечить интеллектуальный доступ пользователя к информационным ресурсам.

Информационная технология базируется на реализации информационных процессов, разнообразие которых требует выделения базовых, характерных для любой информационной технологии. Любое предприятие или организация представляет собой совокупность взаимосвязанных ресурсов и процессов. К ресурсам относятся, например, рабочие и служащие, сырье, материалы, оборудование и т.д. Процесс - это преобразование одного набора ресурсов в другой. Взаимосвязанные ресурсы и процессы можно описать в терминах предметной области.

*Предметной областью* называется множество взаимосвязанных объектов, свойства которых и отношения между которыми рассматриваются в данной научной теории. Для описания предметной области необходимы такие термины, как "объект", "свойство объекта", "взаимодействие (связь) объектов", "свойство взаимодействия".

*Объект* - это осязаемая сущность, которая четко проявляет свое поведение. Объектом может быть предмет, явление или понятие, которое охватывает множество физических объектов. Отдельный предмет часто называют экземпляром объекта, а различные множества предметов, образованные по заданному принципу, называются типами объектов. Типы объектов могут объединяться для формирования новых типов по принципу "множество, элементами которого являются другие множества".

*Свойством объекта* называется некоторая величина, характеризующая состояние объекта в любой момент времени. Отдельный экземпляр объекта можно точно описать, если указать достаточное количество значений его свойств. Два экземпляра объектов являются различными, если они отличаются по значению хотя бы одного свойства.

Деятельность, которая развернута во времени, охватывается понятием "взаимодействие объектов". *Взаимодействием объектов* называется факт участия нескольких объектов в каком-либо процессе, который протекает и во времени, и в пространстве.

*Свойством взаимодействия* называется такое свойство, которое характеризует совместное поведение объектов, но не относится ни к одному из них в отдельности. Количество полетов, выполненных за определенный день, является свойством взаимодействия, но никак не характеризует объекты "пилот", "воздушное пространство", "воздушное судно", взятые в отдельности.

Предполагается, что представление объекта или процесса сводится к указанию его свойств, специфических существенных характеристик, информационным отображением которых служат *атрибуты*. Следовательно, экземпляр объекта представляется как набор пар - имя атрибута и значение атрибута, - где имена атрибутов различны и соответствуют названиям свойств объекта. *Именем атрибута* называется его условное обозначение в процессах обработки данных. *Значение атрибута* - это величина, характеризующая некоторое свойство объекта, явления, процесса в конкретных обстоятельствах. Все допустимые значения атрибута образуют множество, называемое *доменом* данного атрибута. Зачастую невозможно перечислить все элементы домена, поэтому для него указываются тип и длина значения. От правильного выбора атрибута зависит достоверность построения модели предметной области.

Модель (образ, аналог, имитирующее строение или действие) объектов с описывающими их атрибутами и взаимосвязями между ними называется *концептуальной моделью* (от лат. *conceptio* — замысел).

Концептуальная модель представляет объекты и их взаимосвязи без указания способа их физического хранения. Таким образом, данная модель является, по существу, моделью предметной области. Она дает общее представление о потоке или потоках (материальных или информационных) в предметной области и представляется обычно в графическом виде.

Совокупность значений связанных атрибутов образует запись данных. Записи хранятся на некотором носителе, это может быть мозг человека, лист бумаги, память ЭВМ, внешнее запоминающее устройство (диск, лента, барабан). Поименованная упорядоченная совокупность записей называется файлом.

При автоматизированной обработке информации выделяется следующая типовая последовательность этапов решения задачи. Начальным этапом является постановка задачи (ПЗ). Постановка задачи означает содержательное описание задачи, куда входят: целевое назначение задачи, возможная экономико-математическая модель и метод ее решения, функциональная и информационная взаимосвязь ее с другими задачами. Содержание задачи раскрывается в рабочем документе проектировщика системы «Постановка задачи и алгоритм решения». При постановке весьма важна корректность описания с точки зрения экономических критериев, для этого должны быть правильно выбраны ограничения. Следующим этапом является формализация задачи (ФЗ). На этом этапе разрабатывается *математическая модель* решения ее либо подбирается одна из известных моделей. При решении комплексов задач автоматизированного управления получили широкое применение экономико-математические модели в виде производственных функций, балансовых моделей, моделей объемного, календарного, объемно-календарного и сетевого планирования и управления, моделей управления запасами

и оперативного управления. Если выбрана или разработана математическая модель, то ответственным этапом решения является алгоритмизация задачи (АЗ). *Алгоритмизация* означает задание алгоритма либо совокупности алгоритмов, определяющих процесс преобразования исходных данных в искомый результат за конечное число шагов. Реализация алгоритмов на основе конкретных вычислительных средств осуществляется на базе программирования задачи (ППЗ). При наличии программы осуществляется решение задачи (РЗ), т.е. получение конкретных результатов для входных данных и принятых ограничений. Этап анализа решения (АР) необходим для того, чтобы проверить полученное решение на соответствие постановке задачи и исходным данным. Анализируя решение задачи, можно уточнить ее формализацию, т. е. принятую математическую модель и если необходимо, повторить решение. Наиболее сложными этапами являются постановка задачи и ее формализация.

### **3.2. Современное состояние и основные тренды**

Облака, большие данные, аналитика – это три фактора, на которых базируются современные ИТ.

#### **3.2.1. Облачные технологии**

*Облачные вычисления* (cloud computing) - новая парадигма, предполагающая распределенную и удаленную обработку, и хранение данных. В соответствии с определением, предложенным Национальным Институтом Стандартов и Технологий США (NIST) под термином *Cloud Computing* (облачные вычисления) понимается модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа, по мере необходимости, к общей совокупности конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, систем хранения, приложений и сервисов), которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению и необходимостью взаимодействия с провайдером услуг (сервис- провайдером). Облачные технологии представляют собой технологии вида «клиент-сервер», которые состоят из виртуального сервера (или группы серверов) и нескольких клиентов, которые подключаются к нему спомощью сети Интернет. Обозначение «облаков» в данном случае используется как основная ассоциация при обозначении структуры работы данной системы. Облачная модель поддерживает высокую доступность сервисов и описывается пятью основными характеристиками (essential characteristics), тремя сервисными моделями/моделями предоставления услуг (service models) и четырьмя моделями развертывания (deployment models) [6,7,11].

#### **3.2.2.Тренд Fog Computing (туманные вычисления), Internet-of-Things (IoT)**

В июле 2016 года Президент РФ ряду министерств «проработать внедрение «туманных вычислений» в экономику России, а также создание программно-аппаратных комплексов, необходимых для работы инфраструктуры «туманных вычислений». Под данным термином понимается: 1) модель, в которой для хранения данных, их анализа и принятия решений используются ресурсы устройств, работающих «на земле», а не в центральных узлах сети; 2)

архитектура системного уровня для расширения облачных функций хранения, вычисления и сетевого взаимодействия. Данная концепция предполагает обработку данных на конечных устройствах сети (компьютерах, мобильных устройствах, датчиках, смарт-узлах и т.п.), а не в облаке. Инфраструктуру как услугу (IaaS) можно рассматривать как конечную точку для данных. Граница сети – это то, где создаются данные с устройств Интернета вещей (IoT). Основная задача туманных вычислений - собрать сервисы, нагрузки, приложения, большие объёмы данных в кучу и объединить все это с сетями нового поколения. Цель - предоставлять данные, вычислительную мощность, память и сервисы на настоящему распределённом уровне. Главная идея - соединить эти две среды, т.е. “туманные вычисления являются недостающим звеном в процессе обработки данных – что-то уйдет в облако, а что-то можно проанализировать локально, на границе”. Туманные вычисления включают в себя не только локальную обработку данных, но и их передачу в конечную точку, в отличие от граничных вычислений (данные обрабатываются локально).

В отличие от облачных технологий в FC концентрация осуществляется на периферии - данные могут быть обработаны непосредственно на пользовательских смарт-девайсах, а не направляться в облако для обработки. Передача данных от объектов IoT в облако и передача результатов обработки этих данных устанавливает соответствующие требования относительно пропускной способности сети, требует значительного количества времени и др. В туманной вычислительной среде, большая часть обработки будет происходить в маршрутизаторе, вместо того, чтобы передавать весь объем данных в облако.

Туманные и облачные вычисления используют одни и те же ресурсы (создание сетей, вычисления и хранение данных) и разделяют многие из механизмов и атрибутов (например, та же виртуализация). Однако эти технологии имеют фундаментальные отличия. Основная задача туманных вычислений - обратиться к приложениям и услугам, которые не вписываются в парадигму облака. Эти приложения и сервисы включают в себя: 1) Приложения, которые требуют очень низкой и предсказуемой задержки (облако освобождает пользователя от многих деталей реализации, в том числе точного знания о том, где происходит обработка и хранение информации); 2) Географически распределенные приложения (мониторинг удаленных объектов, сенсорные сети для мониторинга окружающей среды); 3) Быстрые мобильные приложения (смарт-устройства в автомобиле); 4) Крупномасштабные системы распределенного управления (Smart Grid, системы управления работой светофоров, и т.д.). «Туман не есть отдельная архитектура — он лишь продлевает существующую облачную архитектуру до границы сети, как можно ближе к источникам данных, делая возможными обработку и анализ данных в реальном времени» (*Maciej Kranz, компании Cisco*).

В качестве области приложения туманных вычислений следует отметить IoT – сети, в которой различные устройства взаимодействуют друг с другом и окружающей средой на основе определенных правил или по команде человека; 2) в сферах, где критически важна оперативность реагирования и безопасность; 3)

отрасли, где оперативность не так сильно важна, однако дополнительная автоматизация может увеличить эффективность процессов. Интернет вещей способствует сдвигу архитектуры к границе сети, приближая обработку, аналитику и даже приложения к источникам данных и делая возможным в реальном времени реагировать на поступающую в реальном времени информацию.

IoT -концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. С точки зрения IoT, *«вещь» – любой реальный или виртуальный объект, который существует и перемещается в пространстве и времени и может быть однозначно определен.* Интернет вещей – это не просто множество различных приборов и датчиков, объединенных между собой проводными и беспроводными каналами связи и подключенных к сети Интернет, а это более тесная интеграция реального и виртуального миров, в котором общение производится между людьми и устройствами

IoT включает в себя 4 уровня: 1 уровень связан с идентификацией каждого объекта; 2 уровень предоставляет с сервисом по обслуживанию потребностей потребителя (можно рассматривать как сеть собственных «вещей», частный пример – «умный дом»); 3 уровень связан с урбанизацией городской жизни. Т.е. это концепция «умного города», где вся информация, которая касается жителей этого города, стягивается в конкретный жилой квартал, в конкретный дом и соседние дома; 4 уровень – сенсорная планета.

IoT - это m2m-коммуникации -общение машин (устройств) с другими машинами (устройствами). Устройства это всего лишь инструмент, нечто осязаемое, что выполняет определенный набор функций или действий. «Умные устройства», что гораздо важнее, оснащены сенсорами. Сенсор – это не устройство. Сенсор не выполняет никаких действий в том же понимании, в каком это делает машина. Сенсоры измеряют, оценивают, собирают данные. Истинная суть IoT– в симбиозе сенсоров и машин, т.е. настоящая ценность состоит в том, чтобы объединить усилия машин и сенсоров для сбора и интерпретации данных.

Главная проблема на сегодняшний день - отсутствие стандартов в данной области, что затрудняет возможность интеграции предлагаемых на рынке решений и во многом сдерживает появление новых . Для полноценного функционирования такой сети необходима автономность всех «вещей», т.е. датчики должны научиться получать энергию из окружающей среды, а не работать от батареек, как это происходит сейчас; наличие огромной сети, контролирующей весь окружающий мир, глобальная открытость данных и прочие особенности могут иметь и негативные последствия ( список возможных угроз и проблем, которые несет в себе эта технология – самостоятельно может определить каждый).

### **3.2.3.Технологии работы с большими данными**

Данные - это неорганизованные факты, которые необходимо превращать в информацию. До последнего времени представления об *обработке данных* (data processing) сводились к органичному кругу алгоритмических, логических или статистических операций над относительно небольшими объемами данных.

Однако по мере сближения компьютерных технологий с реальным миром возрастает потребность превращения данных из реального мира в информацию о реальном мире, обрабатываемых данных становится больше, и требования к скорости обработки возрастают. По термином большие данные (BIG DATA, BD) подразумевает работу с информацией огромного объема и разнообразного состава, весьма часто обновляемой и находящейся в разных источниках в целях увеличения эффективности работы, создания новых продуктов и повышения конкурентоспособности. «За все годы существования ИТ, которые на самом деле имеют дело с данными, а вовсе не с информацией, о важности самостоятельной роли данных почти никто не задумывался» (Л.Черняк). Можно сказать, что миром владеет тот, кто владеет данными и технологиями их анализа.

Рассмотрим предпосылки появления BD: формирование интерактивных сервисов для граждан и организаций; понимание поведения и настроений людей; расширение используемых типов данных, а также разновидностей метаданных (например, геолокационной информации); пользователи смартфонов могут производить высококачественные фотографии и видеоролики и загружать их в социальные сети; растут объемы данных, накапливаемых в ходе двунаправленных взаимодействий (человек - машина и машина- машина) с использованием телемеханических и телеметрических устройств. Достижения в областях хранения и анализа данных обеспечивают возможность сохранения больших объемов данных, прямо или косвенно генерируемых пользователями, а также их анализа для получения новых знаний. Структурированные и неструктурированные данные собираются из многочисленных источников, включающих: сенсорные сети, правительственные фонды данных, базы данных лидирующих компаний, общедоступные данные социальных сетей различных компаний [4].

Для этого используются различные аналитические методы: краудсорсинг, генетические алгоритмы, нейронные сети, анализ тональности (sentiment analysis) и т.д. Перед организациями возникают проблемы в разработке механизмов управления (политик и структур), которые позволяли бы балансировать расходы и риски при наличии растущих объемов данных. Исследование Мэрилендского университета Лойолы показали, что управление данными отражает то, как организации оценивают свои информационные активы и насколько готовы тратить на развитие технологий хранения для защиты этих активов от различных рисков.

Технологии поиска, интеллектуального анализа данных и визуализации являются основой BD. Д.Хинчклиф классифицирует BD по трем группам: быстрые Данные (Fast Data), их объем измеряется терабайтами; большая аналитика (Big Analytics) — петабайтные данные; глубокое проникновение (Deer Insight) — экзабайты, зеттабайты. В основе классификации лежат следующие различия: оперируемые объемы данных, качество решения по их обработки. Рассмотрим более подробно. *Fast Data* - не предполагает получения новых знаний, результаты соотносятся с априорными знаниями и позволяют судить о том, как протекают те или иные процессы, она позволяет лучше и детальнее увидеть происходящее, подтвердить или отвергнуть какие-то гипотезы. *Технологии*

для решения задач *Fast Data* - технологии работы с хранилищами (продукты Greenplum, Netezza, Oracle Exadata, Teradata, СУБД типа Verica и kdb), скорость работы этих технологий должна возрастать синхронно с ростом объемов данных. *Big Analytics* - помогает в получении новых знаний, которые служат для преобразования зафиксированной в данных информации в новое знание (Watson), не предполагается наличие искусственного интеллекта при выборе решений или каких-либо автономных действий аналитической системы. Для обработки ВД используются различные инструменты «продвинутой» аналитики: средства прогнозной аналитики, интеллектуальный анализ данных, статистические пакеты, приложения, опирающиеся на искусственный интеллект и обработку естественных языков и др.

Также следует выделить новое направление ВІ - технологии «аналитики больших данных» (big data analytics), изучающее мельчайшие детали бизнес-операций и взаимодействия с клиентами, которые редко попадают в хранилище данных или стандартные отчеты. Изучение ВД можно проводить по двум базовым направлениям: техники (алгоритмы) и технологии Больших Данных (техники машинного обучения и экосистема Hadoop). В отличие от ВД, бизнес-анализ является описательным процессом анализа результатов, достигнутых бизнесом в определенный период времени. Скорость обработки ВД позволяет: сделать анализ предсказательным, способным предлагать бизнесу рекомендации на будущее; технологии больших данных позволяют также анализировать большие типы данных в сравнении с инструментами бизнес-аналитики.

Уязвимости ВД с точки зрения информационной безопасности:

- технологии работы с большими данными зачастую построены на открытом коде, следовательно, не может быть заложена никакая безопасность;
- целесообразно изолировать базы типа Hadoop на сетевом уровне, чтобы исключить возможность несанкционированного доступа;
- необходимо уделять должное внимание и защите контура организации, выстраиванию правильных процессов управления ролями доступов в системы и приложения, применению современных интеллектуальных систем мониторинга и обеспечения информационной безопасности.

Главная угроза – риск потери данных. Для компании, использующей большие данные, это критическая опасность: крупные корпорации, строящие так называемый data-driven business (бизнес, построенный на данных), в такой ситуации могут нести колоссальные потери – именно из-за этого все компании тратят серьезные деньги на резервное копирование и репликацию. Вторая угроза – недоступность данных. Большинство компаний, работающих с Big Data – это банки, ритейл, телеком-операторы, иными словами, бизнес, который должен функционировать в режиме 24/7. Для таких компаний каждая минута «простоя» означает серьезные финансовые и репутационные потери. Третий риск – недостаточность «места» хранения растущего объема данных. Важно, чтобы у компании всегда было резервное пространство в системе хранения данных».

В качестве мер, снижающих риск угроз следует отметить: 1) постоянный контроль легитимности источников информации, а также защита узлов кластера от

его несанкционированного расширения (внедрения чужих) и от несанкционированных изменений на самих узлах (например, вследствие атаки вредоносного ПО). Следовательно, нужно легитимность источников и обработчиков подтверждать сертификатами; 2) использование анализаторов кода приложений, чтобы избежать влияния через программную среду бизнес-аналитики. Строгая аутентификация пользователей на основе сертификатов и управление правами доступа, наличие отчетности о соответствии требованиям, с контролем соответствия; 3) защита сред BigData, реализованных в «чужих» облаках (через защиту каналов связи и дополнительную защиту данных в облаке – шифрование и/или динамическое маскирование); 4) постоянный мониторинг и анализ.

### **3.2.4. Искусственный интеллект как платформа информационной безопасности**

Идея создания искусственного интеллекта, способного решать «некорректные» задачи родилась в 50-годах на стыке кибернетики, лингвистики, психологии и программирования. Исследования по созданию искусственного интеллекта идут по двум направлениям: первое – бионическое, целью которого является создание искусственного разума; второе – прагматическое – создание программ, позволяющих с использованием ЭВМ воспроизводить мыслительную деятельность.

**Искусственный интеллект** (ИИ, AI -artificial intelligence) - это наука о создании ЭВМ и программного обеспечения (ПО), которое можно использовать в процессах, аналогичных с мыслительным процессом человека, таким как аргументация, обучение, самоуправление. Основным отличительным признаком систем ИИ является работа со знаниями.

Основные направления исследования в ИИ: 1) фундаментальные - новые модели и методы для решения задач, считающихся интеллектуальными и не поддававшихся ранее формализации и автоматизации; 2) связанные с новыми идеями решения задач на ЭВМ, с разработкой новых технологий программирования и переходом к компьютерам не фон-неймановской архитектуры; 3) появляется множество прикладных систем, способных решать задачи, для которых ранее создаваемые системы были не пригодны.

Обычно под ИИ подразумевают следующее: *экспертные системы, возможности работы на естественном языке, распознавание образов, робототехника.*

Робототехника используется на производстве, а распознавание образов особенно ценно в научной, военной и медицинской областях. Общение на естественном языке - значение машин, которые могут понимать запросы на естественном языке и выполнять их, неосцимемо в экономической деятельности. Пользователям не нужно изучать сложные вычислительные термины или изучать специальные языки программирования для того, чтобы получить интересующую их информацию.

Важной областью ИИ являются экспертные системы (ЭС)-Expert Systems - программы, использующие принципы искусственного интеллекта и знания



эксперта для обработки оперативной информации и принятия обоснованных решений в анализируемой области. ЭС применяются в тех областях, где принятие решения формируется в условиях неполноты данных и зависит скорее от качественных, чем количественных оценок, например, в области анализа финансовой деятельности. Наличие ЭС во многом равноценно существованию консультанта или друга, который является экспертом в какой-либо конкретной области, и с которым обращаются в случае возникновения затруднений. Вместе с ним отбираются факты, рассматриваются переменные и альтернативы, учитываются сложные причинно-следственные связи и принимаются решения.

Ценность экспертных систем состоит в незамедлительности совета эксперта, доступного каждому и в любое время, а также рентабельность получения такого совета без постоянной платы за консультацию. Экспертные системы: аргументируют неопределенную или неполную информацию, разграничивают нужную и ненужную информацию, дают непротиворечивый и единый совет, объясняют свои процессы аргументации, процесс экспертизы в ЭС идет таким же путем, как выполняется это же действие людьми, формализует экспертизу, выполненную людьми, в целях обучения других.

Средства формализации и автоформализации знаний выполняются в настоящее время в виде экспертных систем, которые ориентированы на решение не формализуемых либо плохо формализуемых задач. Создание ЭС позволило продвинуть вычислительную технику в новые области знаний, заинтересовать многих специалистов в ее использовании для решения практических задач. При функционировании ЭС опирается на знания, полученные от специалиста-эксперта. Учитывая эвристический характер используемых знаний, эксперт должен иметь возможность взаимодействовать с ЭС в диалоговом режиме. Приобретение знаний экспертной системой включает в себя следующие этапы: 1) получение знаний от эксперта на основе анализа его деятельности при решении реальных задач; 2) организация знаний на основе хранения множества продукций (правил); 3) представление знаний в понятном для ЭС виде. *К средствам формализации* и автоформализации знаний, реализуемых в виде экспертной системы, предъявляют следующие *требования*: понимание языка пользователей; выявление ситуаций, в которых возможно использование экспертных знаний; преобразование проблемных ситуаций пользователей в модели, обеспечивающих применение экспертных знаний; способность решать практические задачи пользователей и выдавать результаты в понятной для них форме; разъяснение на псевдоестественном языке по требованию пользователя полученного решения.

Для представления знаний в значительной части действующих экспертных систем используется *продукционная модель*. На ее основе знания, вносимые экспертом в конкретной предметной области, достаточно легко расширяется, что позволяет непрерывно наполнять экспертную систему. *База знаний* – совокупность знаний о предметной области, организованная в соответствии с принятой моделью представления знаний, и, по существу, хранит множество правил, объединение которых с вновь вводимыми от эксперта осуществляет модуль приобретения знаний (МПЗ). Оценку достаточности переданных знаний

осуществляет эксперт на основе решения системой тестового примера. При необходимости он может получить от экспертной системы с помощью модуля объяснения решения (МОР) информацию о пути формирования конечного результата. Процесс поиска решения реализует модуль интерпретатора (МИ), функционирующий на основе входных данных, хранящихся в рабочей памяти (РП), а также правил и фактов о проблемной области, содержащихся в базе знаний. Взаимодействие человека с экспертной системой происходит через лингвистический процессор (ЛП), осуществляющий преобразование входной информации, выраженной на псевдоестественном языке, в данные, представленные на внутреннем языке системы, и обратно. В режиме решения в систему с задачей обращается пользователь (П). Выходная информация пользователя с помощью лингвистического процессора преобразуется в данные, которые записываются в рабочей памяти и являются исходными для формирования модулем интерпретации процесса решения задач. В итоге решения пользователь получает ответ, при необходимости он может обратиться в систему с запросом о разъяснении, как и какие, правила были применены, а также какие выводы были сделаны в процессе формирования результата.

Архитектура реальных экспертных систем может отличаться от рассмотренной, различными могут быть способы представления данных и знаний, методы функционирования интерпретатора, состав используемых правил. Выбор соответствующих характеристик ЭС осуществляется при их проектировании. В настоящее время разработано большое число ЭС, которые различаются возможностями представления знаний, характеристиками механизма вывода, типом используемой ЭВМ, а также возможностями связи с другими программными средствами. Узким местом в настоящее время в использовании ЭС является извлечение знаний из эксперта и формирование на этой базе формализованной модели предметной области. В процессе проектирования ЭС вводится посредник- инженер по знаниям.

Сложность передачи знаний экспертной системе заставила унифицировать *этапы построения модели предметной области с выделением идентификации, концептуализации, формализации, реализации и отладки.*

В 1943 г. американец Маккалок выдвинул основные положения теории деятельности головного мозга, разработав первую математическую модель нейрона. С тех пор ученые пытаются моделировать искусственный разум по аналогии с работой нейронов. В уже существующих нейросистемах память содержится не в ячейках, как в обычной ЭВМ, а распределена по всей сети, и связи между ее модулями меняются во времени – совсем как в мозге человека. Это дает возможность извлекать информацию ассоциативно – по каким-то признакам, интуитивным ощущениям. Другое важное отличие нейросистем от традиционных: вместо жесткой программы используются алгоритмы самообучения. Нейросистемы обладают свойством ошибаться, анализировать ошибки и решать новые задачи на основе накопленного опыта.

На Западе нейрокомпьютеры, или нейроплаты, уже снискали популярность благодаря нестандартной обработке информации, высокой надежности,

оперативности и достоверности, простой обучаемости и смене задач. Таможенники используют нейронные сети для обнаружения пластиковых бомб и наркотиков, финансисты – для предсказания курса валют, летчики – для распознавания наземных целей, банкиры – для оценки кредитных рисков. Искусственный интеллект незаменим в обработке рентгеновских снимков и микроизображений. В гражданской авиации широко применяется технология LIDAR (*Light Identification Detection and Ranging*), позволяющая создавать биометрические тоннели - сканировать лица пассажиров при их прохождении за получением багажа, за счет для обнаружения, идентификация и определения дальности с помощью света. Существуют системы информирования в реальном времени об опасных сближениях техники на перроне, превышении установленного скоростного режима, отклонениях от заданных маршрутов следования. В настоящее время выпущены многоцелевые программные пакеты на базе AI, предназначенные для мониторинга, визуализации и предотвращения кибератак.

### **Контрольные вопросы**

1. Что понимается под термином "информационная технология"?
2. Сформулируйте цель, методы и средства информационной технологии.
3. Назовите типовые этапы автоматизированного решения задачи.
4. Назовите функции информационной технологии.
5. В чем различие между глобальной, базовой и конкретными информационными технологиями?
6. Какие признаки больших систем присущи информационной технологии?
7. Какие принципы системного подхода необходимо соблюдать при создании информационной технологии?
8. Приведите иерархическое представление информационной технологии через ее составляющие.
9. Назовите основные отличия облачных и туманных вычислений?
10. Поясните классификацию Д.Хинчклифа
11. Что понимается под AI (artificial intelligence)?

## **РАЗДЕЛ 4. КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ**

### **4.1. Основы компьютерной коммуникации**

#### **4.1.1. Основные понятия**

В простейшем случае сеть состоит из 2-х компьютеров. Чтобы узнать, как работает такая сеть, нужно понять, как происходит общение компьютеров, поэтому познакомимся с различными коммуникационными терминами и определениями.

**Компьютерная сеть** - это совокупность ЭВМ и других устройств, соединенных линиями связи и обменивающихся информацией между собой в соответствии с определенными правилами- протоколами.. Принципы сетевого общения не зависят от количества составляющих сеть компьютеров.

Сети бывают локальными или глобальными. **Локальные сети** (LAN, Local Area Network) представляет собой соединение нескольких компьютеров с помощью соответствующего аппаратного и программного обеспечения. Иногда компьютеры могут находиться на расстоянии нескольких миль и все равно принадлежать локальной сети. Компьютеры **глобальной сети** (WAN, Wide-area network) могут находиться в других городах или даже странах. Информация прodelывает долгий путь, перемещаясь в глобальной сети. Интернет состоит из тысячи компьютерных сетей, разбросанных по всему миру, однако пользователь и программист должны рассматривать Интернет как единую глобальную сеть [10].

В настоящее время существует два созвучных термина - internet и Internet. Под internet понимают технологию обмена данными, основанную на использовании семейства протоколов TCP/IP, а под Internet - глобальное сообщество мировых сетей, которые используют internet для обмена данными. В документе RFC 1180 "A TCP/IP Tutorial" авторы Theodore Socolofsky и Claudia Kale придерживаются мнения, что термин "internet technology" точно соответствует семейству протоколов TCP/IP и приложениям, использующим его.

Влияние Internet на корпоративные сети способствовало появлению нового понятия – **«интранет» (intranet)**, при котором способы доставки и обработки информации, присущие Internet, переносятся на корпоративную сеть. Главным образом, применение технологии интрасетей означает использование стека TCP/IP для транспортировки данных и технологии Web для их представления. Для решения проблем, связанных с передачей корпоративных данных через публичную сеть, была разработана технология виртуальных частных сетей (**VPN – Virtual Private Networks**). Под термином **«виртуальные частные сети»** понимают достаточно широкий круг технологий, обеспечивающих безопасную и качественную связь в пределах контролируемой группы пользователей по открытой (публичной) глобальной сети. Данный термин используется также для обозначения устойчивых информационных потоков одного предприятия, существующих в публичной сети с коммутацией пакетов и достаточной степени защищенности от влияния потоков данных других пользователей этой публичной сети. В общем случае понятия «интрасеть» и «виртуальная частная сеть» не являются тождественными, т.к. первая не обеспечивает защиту трафика, а VPN можно создать не только в Internet, но и в любой другой публичной сети с коммутацией пакетов (например, в сети frame relay).

Технология **экстранет (extranet)** расширяет понятие «интрасеть». Организация экстрасети подразумевает взаимодействие через Internet сетей и сотрудников ряда предприятий, которые являются бизнес-партнерами, т.е. **экстранет** – это сеть «бизнес-бизнес», использующая технологию Internet для взаимодействия бизнес-партнеров через публичные сети IP.

Технология VPN является одной из дополнительных и необходимых функций, которые нужны для превращения Internet в новую публичную сеть **NPN (New Public Network)**. Конечной целью создания NPN является транспортировка необходимой информации с минимальными задержками.

Компьютеры имеют в распоряжении так называемые двоичные цифры. Для представления данных в сети используются электрические сигналы. Двоичные числа являются последовательностью из нулей и единиц, и при передаче часто принято считать, что отсутствие электрического сигнала в линии означает ноль, а его наличие - единицу. Люди пользуются числами в десятичном представлении. Двоичные данные с трудом преобразуются в десятичные, и одно из решений этой проблемы - использовать 16-тиричный формат, служащий как бы компромиссом

Передача данных между компьютерами и прочими устройствами происходит параллельно или последовательно. Большинство персональных компьютеров пользуется параллельным портом для работы с принтером. Термин **«параллельно»** означает, что данные передаются одновременно по нескольким проводам. Чтобы послать байт данных по параллельному соединению, компьютер устанавливает одновременно восемь бит на восьми проводах. Параллельное соединение по восьми проводам позволяет передать байт одновременно. Напротив, последовательное соединение подразумевает передачу данных по очереди, бит за битом. В сетях чаще всего используется именно такой способ работы, когда биты выстраиваются друг за другом и последовательно передаются (и, стало, быть, принимаются тоже).

При соединении по проводам используются три различных метода, обозначаемые тремя различными терминами. Соединение бывает: **симплексное, полудуплексное и дуплексное**. О симплексном соединении говорят, когда данные перемещаются лишь в одном направлении. Полудуплексное соединение позволяет данным перемещаться в обоих направлениях, но в разное время. И, наконец, дуплексное соединение, это когда данные следуют в обоих направлениях одновременно.

**Переключение соединения** используется сетями для передачи данных. Оно позволяет аппаратным средствам разделять один и тот же физический канал связи между многими устройствами. Рассмотрим, например, телефонные переговоры. Возьмем ситуацию, когда вы не хотите использовать коммутируемые телефонные линии. Для того, чтобы сохранить возможность звонить, например, тысяче абонентов, вы будете должны воткнуть в телефонный аппарат тысячу проводов, соединяющих вас напрямую. Поскольку вышеописанная ситуация чрезвычайно неудобна, большинство людей пользуется коммутируемыми линиями для переговоров. По этой же причине сети используют коммутацию (переключение) соединений. Существует два способа переключения соединения - переключение цепей и переключение пакетов.

**Переключение цепей** - создает единое непрерывное соединение между двумя сетевыми устройствами. Переключение цепи позволяет устройствам делить между собой один и тот же коммуникационный канал, однако каждое должно ждать, пока наступит его очередь передавать или принимать данные. Большинство современных сетей, включая Интернет, используют **переключение пакетов**. Интернет - сеть с переключением пакетов (пакетной коммутацией). Программы передачи данных в таких сетях делят данные на кусочки, называемые пакетами.

Соединение с переключением цепей требует наличия непрерывного канала связи. Наоборот, данные в сети с переключением пакетов могут двигаться различными путями. Это видно на примере рис.4.1.



Рисунок 4.1 – Переключение пакетов

Данные необязательно следуют одной дорогой на пути между офисным и домашним компьютерами. Разрыв одного из каналов не приведет к потере соединения- данные просто пойдут другим маршрутом.

На первый взгляд, сети с переключением пакетов кажутся проще, чем какие либо еще. Достаточно послать пакет, указав ему направление движения (при симплексной связи), и предоставить возможность найти дорогу самому. Однако сети, к сожалению, а может быть к счастью, не так просты и состоят отнюдь не из пары компьютеров.

Сети с переключением пакетов имеют множество альтернативных маршрутов для пакетов. Данные перемещаются в обоих направлениях. Следовательно, каждый пакет должен содержать адрес назначения (пакеты часто содержат и адрес отправления). Концепция адресация пакетов - одна из важнейших в программирование для Интернет.

**Топология сетей.** Существует невероятное большое число способов, которыми можно соединить компьютеры. Чем больше разных компьютеров, тем больше способов. Каждое соединение - это новый маршрут для данных.

**Топология сети** - это ее геометрическая форма или физическое расположение компьютеров, кабелей и других компонентов по отношению друг к другу. Топология сети дает способ сравнивать и классифицировать различные сети. Существует несколько основных топологий сети: *звезда (star)* – компьютеры подключены к сегментам кабеля, исходящим из одной точки, или концентратора (*hub*) ; *кольцо (ring)* - компьютеры подключены к кабелю, замкнутому в кольцо; *шина (bus)* – компьютеры подключены вдоль одного кабеля (сегмента). В сети с такой топологией данные следуют в обоих направлениях одновременно. На обоих концах кабеля-шины устанавливаются специальные заглушки (терминаторы). В настоящее время часто используются комбинированные топологии. В табл. 4.1 приведены сравнительные характеристики базовых топологий.

Таблица4.1 – Базовые топологии

Топология	Преимущества	Недостатки
звезда	Централизованный контроль и	Выход из строя центрального

	управление. Легко модифицировать сеть, добавляя новые компьютеры. Выход из строя одного компьютера не влияет на работоспособность сети.	узла выводит из строя всю сеть.
кольцо	Все компьютеры имеют равный доступ. Количество пользователей не оказывает значительного влияния на производительность.	Выход из строя одного компьютера может вывести из строя всю сеть. Трудно локализовать возникающие проблемы. Изменение конфигурации сети требует остановки всей сети.
шина	Простота построения. Сеть легко расширяется. Экономный расход кабеля. Сравнительно недорогая и несложная в использовании среда передачи данных.	При значительных объемах трафика уменьшается пропускная способность сети. Трудно локализовать проблемы. Выход из строя кабеля останавливает работу многих пользователей.

Какую бы топологию мы не использовали, когда два компьютера начинают одновременно передавать данные, в сети происходят столкновения. **Шинный арбитраж** - процесс призванный решить эту проблему. Он устанавливает правила, по которым компьютеры узнают, когда линия свободна, и можно передавать данные. Существует два метода шинного арбитража: *обнаружение столкновений* и *передача маркера*. Обнаружение столкновений - аналогия переход улицы, при обнаружении столкновений - поведение - «только после вас». Используется метод - обнаружение столкновений с прослушиванием несущей, сокращенно CSD (carrier sense collision detection). Системы с передачей маркера - для того чтобы передать данные, компьютер должен сначала получить разрешение - поймать циркулирующий в сети пакет данных специального вида, называемый маркером. Сеть имеет средства для обнаружения пропажи маркера и сотворения нового. В противном случае пропажа приводила бы к остановке сети. Каждый раз, когда компьютер должен послать сообщение, он ловит и держит маркер у себя. Как только передача закончилась, он посылает маркер в путешествие дальше по сети.

#### **4.2. Эталонная модель взаимодействия открытых систем как основа организации информационных процессов**

В развитии средств обработки данных переход к распределенным ВС и к информационно-вычислительным сетям вызвал необходимость разработки определенной концепции взаимодействия разнотипных ЭВМ, что оказалось возможным на основе единой системы организации информационных процессов. В основе этого лежит эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМОС), принятая международной организацией стандартов (МОС) [10].

В период с 1977 по 1984 год профессионалы разработали модель сетевой архитектуры под названием "*рекомендуемая модель взаимодействия открытых систем*" (*the Reference Model of Open Systems Interconnection, OSI*). Термин "**открытая система**" означает, что свойства, и структура данной системы не являются чьей-либо собственностью. Другими словами, вам доступно полное описание данной системы и возможность свободно использовать ее для собственных нужд. Разумеется, для этого вы должны обладать полной документацией на нее, достаточной чтобы создавать собственные программы, использующие или расширяющие данную открытую систему.

Модель OSI не возникла на пустом месте. Она базируется на модели, предложенной Международным институтом стандартов (*International Standards Organization, ISO*). Термин "рекомендуемая модель взаимодействия открытых систем" часто встречается в литературе под названием "**модель ISO/OSI**", отмечая вклад ISO в ее формирование. Модель ISO/OSI использует деление на уровни, чтобы организовать общее представление о структуре сети в виде четко определенных, взаимосвязанных модулей. Уровни в настоящей сети могут иметь отличающийся набор функций, их может быть другое количество. В результате сети, построенные по одной и той же модели, могут существенно отличаться друг от друга. В сети, поделенной на уровни, каждый уровень служит для исполнения определенной функции или службы сети по отношению к окружающим соседним уровням. Каждый уровень как бы защищает соседний от избыточной информации, способной просочиться от более низкого уровня вверх

На рис.4.2 изображены уровни в том виде, в каком они определены в модели ISO/OSI.

7	Прикладной уровень
6	Уровень представления
5	Сеансовый уровень
4	Транспортный уровень
3	Сетевой уровень
2	Уровень соединения
1	Физический уровень

Рисунок 4.2 - Сетевые уровни модели ISO/OSI

Этой моделью, как уже говорилось ранее, предусматривается взаимодействие информационно-вычислительных сетей как открытых систем. Взаимодействие реализуется на основе принятых уровней сопряжения. К таким уровням относятся прикладной, представительный, сеансовый, транспортный, сетевой, канальный, физический. Обоснованием целесообразности использования семиуровневой модели взаимодействия открытых систем служит путь, которым прошло совершенствование техники связи и ВТ.

Вполне естественным и необходимым является низший уровень сопряжения, которое обеспечивает физическое (механическое либо электрическое) соединение. Это установление числа проводов, формы и размеров разъемов,



назначение уровня напряжения в проводах и различных характеристик сигналов, передаваемых между объектами. Следующий уровень должен обеспечить функциональное сопряжение, которое и определяет параметры сигналов, возникаемых между сопрягаемыми устройствами. При обмене информацией с целью управления процессом передачи необходимо установить способы представления информации в виде конкретных кадров, для чего предусматривается логическое сопряжение. Разные форматы сообщений и порядок их использования для управления процессом связи задает процедурное сопряжение. Логическое и процедурное сопряжение определяют протокол обмена информацией.

Базовая сеть состоит из коммуникационных машин, связанных между собой физическими соединениями. Функции базовой сети обмена данными по существу полностью описываются физическим, канальным и сетевым уровнями. Реализация транспортного уровня осуществляется уже с использованием программного обеспечения ЭВМ. Верхние три уровня (сеансовый, представительный и прикладной) определяют область обработки данных. На этих уровнях в качестве взаимодействующих объектов выступают процессы. На верхнем (пользовательском) уровне действует протокол "процесс-процесс", базирующийся на понятии логического (виртуального) канала.

Отметим, что эталонная модель взаимодействия открытых систем задает лишь идеологию взаимодействия между процессами, но не определяет стандартов - протоколов взаимодействия для каждого из семи уровней. Ценность эталонной модели в том, что на ее основе дается единая терминология для различных включенных в ИВС объектов.

Каждый сетевой уровень обеспечивает связь для вышележащего уровня. Рассмотрим функциональное содержание уровней эталонной модели и пути их реализации.

**Физический уровень.** Основная задача - реализация интерфейса с канальным уровнем при наличии соответствующих управляющих сигналов. Такой интерфейс реализуют модемы. Реализация интерфейса на физическом уровне, по сути, означает обеспечение стыка между окончательным оборудованием данных и аппаратурой передачи данных.

Следующая функция, выполняемая физическим уровнем - обеспечение соединения (выделенные линии или коммутируемые каналы связи). При наличии соединения физический уровень обеспечивает реализацию следующих функций: преобразование дискретных сигналов на входе физического канала в непрерывные сигналы, передачу этих сигналов по физическому каналу, обратное преобразование в последовательность дискретных элементов. Физический уровень эталонной модели отображает физическую среду процесса передачи.

Процедуры установления и разъединения соединений регламентированы МККТТ X.60, X.70.

**Канальный уровень.** - реализуются функции по управлению каналом передачи данных, который, в свою очередь, формируется из совокупности средств физического и канального уровней.

На канальном уровне обеспечивается: формирование **кадра** - *определенной последовательности бит заданной длины*; введение избыточности в передаваемый код с целью обнаружения и исправления ошибок; управление потоком данных с целью согласования скорости передачи с возможностями канального уровня.

**Сетевой уровень** - на этом уровне реализуются в основном следующие функции: маршрутизация сообщений в сети (выбор маршрута в соответствии с некоторым критерием при наличии нескольких альтернатив); ограничение нагрузки, что обеспечивается за счет управления информационными потоками (увеличение объема буферной памяти в узлах коммутации/ЭВМ); позволяет реализовать приоритетное обслуживание сообщений.

Существует рекомендация МККТТ Х.25, содержащая три уровня протоколов и определяющая условия доступа абонентов к сети.

**Транспортный уровень.** Основные функции: установление транспортных соединений между прикладными процессами на уровне логического канала; адресация сообщений с определением соответствия между сетевыми адресами и адресами потребителей; контроль ошибок потерь сообщений и их задержек (если на предыдущих уровнях не удастся обеспечить требуемый уровень помехоустойчивости); восстановление сообщений при приеме; управление потоками блоков сообщений с преобразованием структуры блоков и представлением приоритета. Последняя функция является важнейшей.

На транспортном уровне решаются принципиально те же задачи по управлению информационным потоком, что и на канальном и сетевом уровнях, однако транспортный уровень позволяет обеспечить одновременно ряд соединений. Рекомендации протокола Х.25 (кодирование информации).

**Сеансовый уровень.** Основные функции: установление соединения между парой прикладных процессов, называемого **сеансом** (решение комплекса задач: направление передачи информации, число сеансов в течении одного соединения идентификация сеансов и т.д.); реализация диалогового взаимодействия процессов в ходе сеанса. Сеансовые и более высокие уровни эталонной модели в настоящее время практически не регламентируются какими либо типовыми протоколами.

**Представительный уровень.** Основные функции: определение и подготовка совокупности форм представления данных, выбираемых прикладным процессом; преобразование данных в соответствии с потребностями прикладного процесса.

По существу, этот уровень должен обеспечивать унифицированный интерфейс, позволяющий прикладному процессу взаимодействовать с другим конкретным процессом. Функционирование представительного уровня обеспечивается за счет услуг, предоставляемых нижним (сеансовым) уровнем, который реализует соединения между процессами.

**Прикладной уровень.** К основным функциям прикладного уровня можно отнести следующее: обеспечение доступа через сеть к требуемым прикладным процессам; синхронизация взаимодействующих прикладных процессов; управление данными, необходимыми для реализации прикладных процессов.

Функции прикладного уровня обеспечиваются за счет услуг, предоставляемых представительным уровнем в эталонной модели взаимодействия

открытых систем. Прикладной уровень является основным пользовательским уровнем в эталонной модели. Именно на этом уровне взаимодействуют современные коммуникационные системы (рис.4.3).

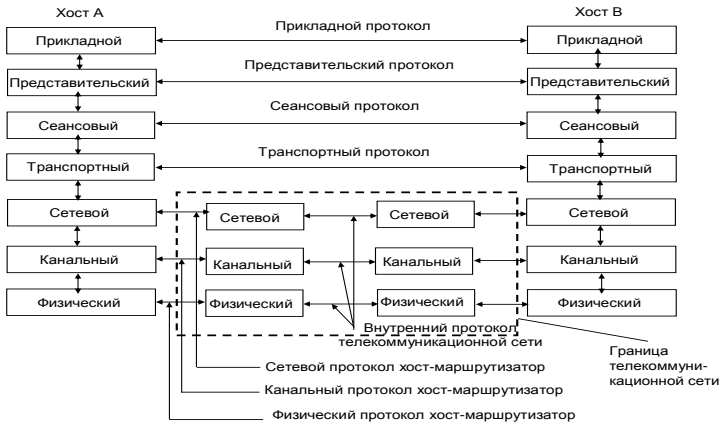


Рисунок 4.3. - Передача данных через стек протоколов

Модель ISO/OSI всего лишь руководство к действию, а не готовая конструкция. Так, например, стек TCP/IP состоит всего из пяти, а не семи уровней ISO/OSI.

### 4.3. Стандарты и протоколы

В компьютерных сетях используется два основных понятия, которые постоянно будут встречаться: адрес и протокол. Протокол – набор правил, описывающих формат и назначение кадров, пакетов, сообщений, которыми обмениваются одноранговые сущности. Служба описывает интерфейс между уровнями. Реализация протоколов может изменяться при условии, что службы, которые они предоставляют своим пользователям, остаются неизменными. Стандартные протоколы позволяют разным компьютерам «говорить» на одном языке, таким образом, обеспечивается возможность подключения к Интернет разнообразных компьютеров, работающих под управлением различных ОС. Описать в одном протоколе все правила взаимодействия практически невозможно. Поэтому сетевые протоколы строятся по многоуровневому принципу [6].

Каждый компьютер в сети TCP/IP имеет адреса трех уровней:

1) *Локальный адрес узла*, определяемый технологией, с помощью которой построена отдельная сеть, в которую входит данный узел. Для узлов, входящих в локальные сети - это MAC-адрес (Media Access Control - контроль доступа к среде) сетевого адаптера или порта маршрутизатора, например, 11-AO-17-3D-BC-01. Эти адреса назначаются производителями оборудования и являются уникальными адресами, так как управляются централизованно. Для всех

существующих технологий локальных сетей MAC-адрес имеет формат 6 байтов: старшие 3 байта - идентификатор фирмы производителя, а младшие 3 байта назначаются уникальным образом самим производителем. Для узлов, входящих в глобальные сети, такие как X.25 или frame relay, локальный адрес назначается администратором глобальной сети.

2) *IP-адрес*, состоящий из 4-х байт, например, 194.226.40.1. Этот адрес используется на сетевом уровне. Он назначается администратором во время конфигурирования компьютеров и маршрутизаторов. IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера узла. Номер сети может быть выбран администратором произвольно, либо назначен по рекомендации специального подразделения Internet NIC, если сеть должна работать как составная часть Интернет. Обычно провайдеры услуг Интернет получают диапазоны адресов у подразделений NIC, а затем распределяют их между своими абонентами. Номер узла в протоколе IP назначается независимо от локального адреса узла. Узел может входить в несколько IP-сетей. В этом случае узел должен иметь несколько IP-адресов, по числу сетевых связей. Таким образом, *IP-адрес* характеризует не отдельный компьютер или маршрутизатор, а одно *сетевое соединение* (сетевой интерфейс).

3) *Символьный идентификатор*-имя, например, MSTUCA.RU. Этот адрес назначается администратором и состоит из нескольких частей, например, имени машины, имени организации, имени домена. Такой адрес, называемый также DNS-именем, используется на прикладном уровне, например, в протоколах FTP или telnet.

Учитывая ускоряющийся рост сети, ограниченность адресного пространства, использующего 32-х битный IP-адрес, является слабым местом протокола IPv4. Другой проблемой стала недостаточная масштабируемость маршрутизации - процедуры, составляющей суть IP-сетей. Обработка таблицы маршрутизации, содержащей информацию о нескольких десятках тысяч номеров сетей, вызывает перегрузку маршрутизатора. В качестве новых целей модернизации протокола IP: были выбраны : создание масштабируемой схемы адресации; повышение пропускной способности сети за счет сокращения работ, выполняемых маршрутизаторами; обеспечение защиты данных, передаваемых по сети; предоставление гарантий качества транспортных услуг. Для решения этой проблемы разработан протокол IP нового поколения Next Generation Internet Protocol, IPng - IPv6, в котором для IP- адреса используется 128 бит. Наряду с ликвидацией ограничений по объему адресного пространства, были предусмотрены дальнейшие усовершенствования и оптимизация IP-протокола [8].

#### **4.4. Программно-определяемые сети**

В соответствии с определением Open Networking Foundation (ONF), программно определяемые сети (SDN) – это новая архитектура, которая является динамической, управляемой, эффективной по затратам и адаптивной, что делает ее идеальной для динамичных современных приложений требующих

высокой пропускной способности. Концепция SDN основательно меняет принципы функционирования сетей и их управления, так как именно сети передачи данных были названы «тонким звеном», которое ограничивает рост производительности приложений по мере роста количества мобильных пользователей, масштабирования виртуальных сред, формирования кластеров для Больших Данных. В SDN сетях задачи коммутации трафика и задачи управления строго разделены. Вся логика управления централизуется и передается контроллеру. Коммутатор в концепции SDN - устройство, которое отвечает только за переключение пакетов на основании очень простых правил. Контроллер SDN управляет всеми коммутаторами в сети и программирует каждый из них для правильной передачи трафика. Централизация логики управления позволяет программировать сеть как единое целое и упростить операционную модель больших корпоративных сетей, которые слишком статичны на данный момент и не соответствуют современному бизнесу, которому присущи мобильность пользователей или устройств, или приложений, распределение приложений между виртуальными машинами и интенсивный обмен данными.

Виртуализация сети отвечает на вызовы мобильности и многопользовательского использования, но создает дополнительные проблемы, связанные с вопросами мониторинга, управления и безопасности как для самой физической инфраструктуры, так и наложенных виртуальных сетей. Основные проблемы - это мониторинг и контроль за синхронизацией управления сетью и управление потоками данных. Для обеспечения эффективного мониторинга сетей SDN и физической инфраструктуры необходимо, чтобы система мониторинга производительности и безопасности, также как и управление сетью, была установлена в одном месте. Таким образом, все распределенные системы мониторинга заменяются на сеть съема информации с помощью ответвителей трафика [12].

#### **4.5. Технологии VipNet**

Технология VipNet предназначена для создания целостной системы доверительных отношений и безопасного функционирования технических средств и информационных ресурсов корпоративной сети, взаимодействующей также и с внешними техническими средствами и информационными ресурсами. Она совместима с любыми технологиями доступа к сети - xDSL, ISDN, GPRS, UMTS, WiFi и т.д. Для VipNet использует пиринговые соединения, которые обеспечивают автоматическое оповещение связанных узлов о параметрах доступа друг к другу. Следовательно, можно реализовать классические для IPsec схемы site-to-site и client-to-site, а также схему client-to-client - в автоматическом режиме и с возможностью объединения компьютеров независимо от точки их подключения к сети, принадлежности определенной VPN-сети, без централизованной раздачи IP-адресов. Виртуальная защищенная среда (VPN) включает в себя: распределенную систему межсетевых и персональных сетевых экранов, защищающую информационные ресурсы пользователей, как от внешних, так и внутренних сетевых атак;

распределенную систему межсетевого и персонального шифрования трафика любых приложений и операционной системы, гарантирующую целостность и конфиденциальность информации, как на внешних, так и внутренних коммуникациях, и обеспечивающую разграничение доступа к техническим и информационным ресурсам; систему электронной подписи и шифрования информации на прикладном уровне, обеспечивающую достоверность и юридическую значимость документов и совершаемых действий; систему создания и работы с виртуальными защищенными дисками для хранения на жестком диске компьютера конфиденциальной информации пользователей с защитой от несанкционированного доступа; систему контроля и управления связями, правами и полномочиями защищенных объектов корпоративной сети, обеспечивающую автоматизированное управление политиками безопасности в корпоративной сети; комбинированную систему управления ключами, обеспечивающую информационную независимость пользователей в рамках заданных политик безопасности от центральной администрации; подсистему распределения симметричных ключей, гарантирующую высокую надежность и безопасность всех элементов централизованного управления средствами ViPNet; систему, обеспечивающую защищенное взаимодействие между разными виртуальными частными сетями ViPNet путем взаимного согласования между администрациями сетей допустимых межобъектных связей и политик безопасности [13].

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение и содержание модели ISO/OSI.
2. В чем ценность эталонной модели взаимодействия открытых систем?
3. Определите понятие логического канала.
4. Используя модель ISO/OSI, покажите возможные пути перемещения данных при обмене между различными коммуникационными системами и сетевой аппаратурой.
5. Что является основой VPN?
6. Что понимается под протоколом?
7. Перечислите основные цели модернизации протокола IP.
8. Дайте определение компьютерной сети. Приведите классификацию сетей.
9. Какими способами может осуществляться совместное использование сетевых ресурсов? Перечислите классические сервисы в сетях.
10. Что понимается под топологией сети? Перечислите основные топологии сети.
11. Что лежит в основе технологии ViPNet?

## РАЗДЕЛ 5. МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

### 5.1. Проблемы выбора средств защиты

Постоянное расширение возможностей автоматизированной обработки информации, межгосударственного информационного обмена, перевод информационных ресурсов на машиночитаемые носители, т.е. всего того, что принято называть процессом реализации компьютерно-телекоммуникационных технологий, приводит к повышению опасности, как хищения, так и искажения используемой и циркулирующей в системах и сетях информации, т.е. нарушению любого свойства из этого набора. Очевидно, что все подобные действия представляют собой различные варианты реализации угроз информационной безопасности. В Доктрине информационной безопасности Российской Федерации термин "информационная безопасность" используется в широком смысле. Имеется в виду состояние защищенности национальных интересов в информационной сфере, определяемых совокупностью сбалансированных интересов личности, общества и государства.

Под **информационной безопасностью** понимается состояние защищенности информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, которые могут нанести неприемлемый ущерб субъектам информационных отношений, в том числе владельцам и пользователям информации и поддерживающей инфраструктуры. Информационная безопасность – это процесс обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности информации. Конфиденциальность: обеспечение доступа к информации только авторизованным пользователям. Целостность: обеспечение достоверности и полноты информации и методов ее обработки. Доступность: Обеспечение доступа к информации и связанным с ней активам авторизованных пользователей по мере необходимости.

Безопасность информации определяется отсутствием недопустимого риска, связанного с утечкой информации по техническим каналам, несанкционированными и непреднамеренными воздействиями на данные и (или) на другие ресурсы автоматизированной информационной системы, используемые в автоматизированной системе.

Проблема обеспечения безопасности компьютерных систем одна из наиболее важных и наиболее сложных в области автоматизированной обработки информации. Ущерб компьютерной системе – понятие достаточно широкое. Ущербом считается не только явное повреждение какого-либо из компонентов, но и приведение компонентов системы в неработоспособное состояние, и различного рода утечки информации, и изменения некоторых физических и логических характеристик компьютерной системы.

Для выбора наиболее эффективных средств обеспечения информационной безопасности необходимо знание возможных угроз, а также уязвимых мест информационной системы. Классификация угроз НСД к информации на этапах ее обработки, передачи и хранения может быть

произведена по цели реализации (нарушение конфиденциальности, целостности, доступности), по принципу и способу воздействия (непосредственное, опосредованное, с захватом привилегий), по объекту воздействия (ПЭВМ, терминал, сервер, ЛВС, канал связи) и по используемым средствам атаки (специальная аппаратура, программные средства, человек и т.д.). Основными причинами нарушения защиты являются: несанкционированный доступ извне - 2 %; проникновение вирусов - 3 %; технические сбои и отказы аппаратуры сети - 20 %; целенаправленные действия служащих - 20 %; ошибки персонала и пользователей, связанные с недостаточным уровнем их квалификации - 55 %.

Преднамеренные попытки получения несанкционированного доступа через внешние коммуникации занимают в настоящее время около 10% всех возможных нарушений. Кроме того, необходимо учитывать динамику увеличения количества зарегистрированных удачных попыток несанкционированного доступа к компьютерным ресурсам через Internet. При анализе рисков необходимо принять во внимание тот факт, что компьютеры в локальной сети организации редко бывают достаточно защищены, чтобы противостоять атакам или хотя бы регистрировать факты нарушения информационной безопасности. Так, тесты Агентства Защиты Информационных Систем (США) показали, что 88% компьютеров имеют слабые места с точки зрения информационной безопасности, которые могут активно использоваться для получения несанкционированного доступа. При этом в среднем только каждый двенадцатый администратор обнаруживает, что указанный инцидент произошел в управляемой им системе.

Отдельно следует рассмотреть случай удаленного доступа к информационным структурам организации через телефонные линии, посредством популярных протоколов SLIP/PPP. Поскольку в этом случае ситуация близка к ситуации взаимодействия пользователей локальной и глобальной сети, решение возникающих проблем также может быть аналогичным решениям для Internet [9].

Следует подчеркнуть, что защита информации от несанкционированного доступа осуществляется всегда комплексно, как программно-техническими средствами, так и с помощью организационных мероприятий, т.е. **защита информации** - это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности. На практике под этим понимается поддержание целостности, доступности и, если необходимо, конфиденциальности информации и ресурсов, используемых для ввода, хранения, обработки и передачи данных.

Комплексный характер, проблемы защиты говорит о том, что для ее решения необходимо сочетание законодательных, организационных и программно-технических мер. Существует два основных способа решения этой задачи: криптографическая и некриптографическая защита.



Некриптографическая защита предусматривает организационно-технические мероприятия по охране объектов и введению искусственных помех.

## **5.2. Информационные технологии как фактор информационных угроз**

XXI век стал веком ускоренного развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), ставших причиной уникальных перемен во всех сферах жизни человечества. Одна тенденций связана с тем, что защищенность информационно-коммуникационных систем, средств связи, цифровых технологий имеют стратегическое значение для большинства государств мира. ИКТ-системы стали важным фактором обеспечения суверенитета, обороноспособности и безопасности государства. Многие государства сегодня осознают стремительное нарастание глобальных угроз в ИКТ-пространстве. Обезопасить себя в полной мере не под силу в одиночку даже самым развитым странам. И не случайно, еще с 1998 г. по инициативе России тема информационной безопасности была вынесена на уровень ООН и других международных организаций с целью выработки подходов к регулированию и управлению информационным пространством. Однако, по вопросам применимости к ИКТ-пространству норм международного права не был достигнут компромисс. Причины неудачи кроются в различиях подходов государств к обеспечению международной информационной безопасности, разногласиях между странами Запада по главе с США с одной стороны, и Россией, Китаем и поддерживающими их государствами - с другой.

В настоящее время отсутствует универсальная методология идентификации нарушителей, не выработаны критерии отнесения кибератак к вооруженному нападению, не сформированы универсальные принципы расследования информационных инцидентов. Эта угроза возрастает по мере того, как ведущие страны мира переводят свои стратегические вооружения на цифровые технологии передачи информации, относящиеся к постоянным угрозам повышенной сложности (advanced persistent threats - APTs) – развитая устойчивая угроза. Цель: установление и расширение своего присутствия внутри информационно-технологической инфраструктуры целевой организации для осуществления намерений извлечения информации срыва или создания помех критическим аспектам выполняемой задачи, программы или службы; либо для того, чтобы занять позицию, позволяющую осуществить эти намерения в будущем.

На Инфофоруме-2019 было отмечено, что «киберпреступность - это уже не романтические одиночки, а организованные группы с набором новейших технологий и хорошо налаженными производственными цепочками и каналами сбыта своих услуг» (А. Минаев). Примерами тому служат широко известные массовые атаки вирусов WannaCry и Petya, от которых в 2017 г. пострадали частные лица, коммерческие организации и правительственные учреждения в более чем 150 странах. У киберпреступников сегодня есть возможность проводить комплексные компьютерные атаки, способные нанести серьезный ущерб государству.

Поэтому одна из важнейших задач в настоящее время - создание в России эффективной системы для защиты от этих угроз. Такой системой по планам государства должна быть Государственная система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА). Кроме того, 1 января 2018 г. вступил в силу закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», готовятся изменения в федеральный закон «О связи», а также принятие новых нормативно-правовых актов.

Среди проблем информационной безопасности, интерес вызывают новейшие возможности государств по разработке квантовых криптографических систем для защиты информации, в том числе оборонного характера. Квантовая криптография метод защиты коммуникаций, основанный на принципах квантовой физики в отличие от традиционной криптографии, работающей на основе математических методов. Процесс отправки и приёма информации в квантовой криптографии выполняется физическими средствами, например, при помощи электронов в электрическом токе или фотонов в линиях волоконно-оптической связи. Таким образом, обеспечивается постоянная и автоматическая смена ключей при передаче каждого сообщения в режиме одноразового «шифроблокнота».

Технология опирается на принципиальную неопределённость поведения квантовой системы - невозможно измерить один параметр фотона, не исказив другой. Поэтому можно создать такую систему связи, которая всегда будет обнаруживать подслушивание: попытка измерения параметров в квантовой системе вносит в неё нарушения, разрушая или искажая исходные сигналы, а значит, по уровню шума в канале легитимные пользователи могут распознать, что действует перехватчик. На сегодняшний день это единственный вид шифрования со строго доказанной криптографической стойкостью. Разработка средств безопасного распределения криптографических ключей по незащищенным линиям связи с помощью квантовых технологий в России уже идет в рамках проекта Фонда перспективных исследований лабораторией квантовых оптических технологий на базе физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Следует отметить ряд событий, которые меняют взгляды на информационную безопасность. Первое - активное внедрение систем искусственного интеллекта (ИИ). SMART-технологии заставляют пересмотреть подходы к обеспечению информационной безопасности предприятия, так как такие подходы помогают оперативно анализировать большие объемы данных, освобождать операторов от рутинной и монотонной работы. Второе - в условиях всё большего включения смартфонов и планшетов в бизнес-процессы организаций, управление мобильными устройствами становится важнейшей задачей. С одной стороны, пассажиры тоже получают выгоду от таких инноваций: паспортные и визовые данные представлены в электронном виде, получение информации о состоянии багажа в реальном времени, идентификация по лицу или по отпечатку пальца. Однако возможность мобильного доступа к корпоративным информационным ресурсам организации порождает ряд проблем с точки зрения информационной безопасности: нарушение конфиденциальности информации в результате кражи или утери устройства, в результате доступа посторонних лиц к

устройству, оставленному без присмотра; доступ к конфиденциальной информации внешних нарушителей посредством использования вредоносного программного кода; хищение информации работником, имеющим легитимный доступ к информации и хранящим эту информацию на своем устройстве (отправка через личную почту, выкладывания в сервисы облачного хранения данных и проч.). Третье – внедрение SMART-технологий позволяют визуализировать не только операционные процессы различных систем предприятия (в том числе и системы безопасности), но и сервисы, базирующиеся на Интернет-вещей (Internet of Things), анализе больших данных, распознавании биометрических данных, технологии распознавания лиц в интеллектуальной системе видеонаблюдения.

В таких условиях сложность задачи построения системы защиты информации обусловлена рядом факторов.: разнообразием типов задач, которые могут решаться; большим количеством и разнообразием типов и моделей бизнес-процессов, привлекаемых для совместного выполнения целевых задач; разнообразием технического оборудования, вариантов и способов их применения; - неравномерным распределением сил и средств (по отдельным объектам авиапредприятия), когда для выполнения задачи требуется их совместное использование; наличием неопределенностей, увеличивающимся противодействием со стороны киберпреступников, динамично изменяющейся в процессе выполнения задания обстановкой; при использовании классических методов защиты информации планирования требуются затраты времени, что снижает степень оперативности при принятии решений.

С развитием «умных технологий» и переходом на программно-определяемые сети (Software Defined Networking, SDN) подмена программного кода становится практически незаметной для широкого круга специалистов по информационной безопасности.

### **5.3. Модель поэтапной оценки риска**

#### **5.3.1. Абстрактные модели защиты информации**

Одной из первых моделей была опубликованная в 1977 модель Биба (Biba). Согласно ей все субъекты и объекты предварительно разделяются по нескольким уровням доступа, а затем на их взаимодействия накладываются следующие ограничения: 1) субъект не может вызывать на исполнение субъекты с более низким уровнем доступа; 2) субъект не может модифицировать объекты с более высоким уровнем доступа. Модель Гогена-Мезигера представленная в 1982 году, основана на теории автоматов. Согласно ей система может при каждом действии переходить из одного разрешенного состояния только в несколько других. Субъекты и объекты в данной модели защиты разбиваются на группы - домены, и переход системы из одного состояния в другое выполняется только в соответствии с так называемой таблицей разрешений, в которой указано какие операции может выполнять субъект, скажем, из домена С над объектом из домена Р. В данной модели при переходе системы из одного разрешенного состояния в другое используются транзакции, что обеспечивает общую целостность системы.

Сазерлендская (от англ. Sutherland) модель защиты, опубликованная в 1986 году, делает акцент на взаимодействии субъектов и потоков информации. Здесь используется машина состояний со множеством разрешенных комбинаций состояний и некоторым набором начальных позиций. В данной модели исследуется поведение множественных композиций функций перехода из одного состояния в другое.

Важную роль в теории защиты информации играет модель защиты Кларка-Вильсона (Clark-Wilson), опубликованная в 1987 году и модифицированная в 1989. Основана данная модель на повсеместном использовании транзакций и тщательном оформлении прав доступа субъектов к объектам. В данной модели впервые исследована защищенность третьей стороны в данной проблеме - стороны, поддерживающей всю систему безопасности. Эту роль в информационных системах обычно играет программа-супервизор. Кроме того, в модели Кларка-Вильсона транзакции впервые были построены по методу верификации, то есть идентификация субъекта производилась не только перед выполнением команды от него, но и повторно после выполнения. Это позволило снять проблему подмены автора в момент между его идентификацией и собственно командой. Модель Кларка-Вильсона считается одной из самых совершенных в отношении поддержания целостности информационных систем [3].

### 5.3.2. Поэтапная оценка коммерческого риска

На рис.5.1 приведена поэтапная оценка коммерческого риска и необходимого уровня безопасности.

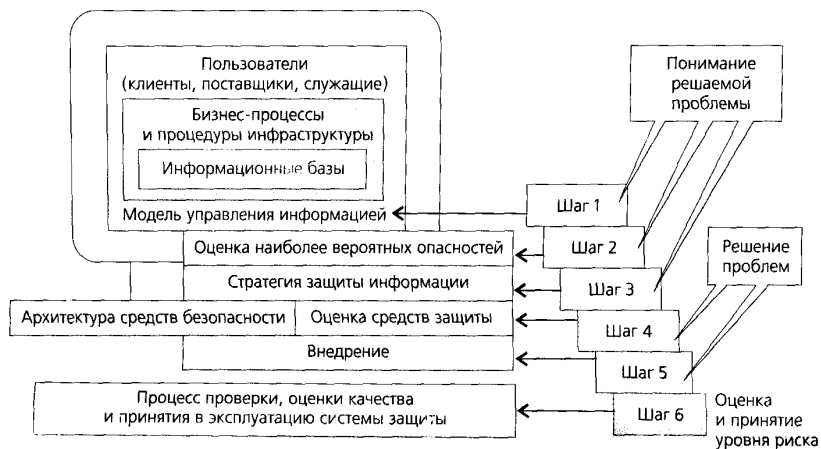


Рисунок 5.1 – Поэтапная оценка коммерческого риска

В заключении следует отметить, что арсенал технологии защиты данных постоянно пополняется новыми стандартами и фирменными решениями. Таким образом, проблема информационной безопасности носит в настоящее время поистине стратегический характер, а защищенность информационных систем

стала важным фактором обеспечения суверенитета, обороноспособности и безопасности государства.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие свойства информации необходимо обеспечивать?
2. Приведите классификация угроз НСД к информации.
3. В чем заключается сложность задачи построения системы защиты информации?
4. Какие современные технологии и как влияют на ИБ?
5. Поясните модель поэтапной оценки риска.

### **Список используемой литературы**

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 05.12.2016 № 646).
2. Федеральный закон от 7 декабря 2010 №390-ФЗ «О безопасности» (в редакции от 5 октября 2015).
3. Информатика. Базовый курс. Учебник для ВУЗов/Под редакцией С.В.Симоновича - СПб.: Питер, 2010 г. - 640 с.
4. Новые методы работы с большими данными: победные стратегии управления в бизнес-аналитике: Научно-практический сборник. Под ред. А.В. Шмида.- М.: ПАЛЬМИР, 2016.- 528 с.
5. Попов И. И., Максимов Н. В., Партыка Т. Л. Технические средства информатизации. 2-е изд., перераб. – М.: ИНФРА-М, 2008 г. – 592 с.
6. Романчева Н.И. Современные технологии Интернет: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2009 – 80 с.
7. Романчева Н.И. Распределенные, облачные и web-приложения: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 80 с.
8. ГОСТ Р 51275-2006 Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения
9. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology.  
- <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-146/sp800-146.pdf>
10. Таненбаум Э. Компьютерные сети – [Электронный ресурс] <http://books4study.info/text-book4192.html2> (дата обращения: 12.12.2018)
11. Private Cloud Principles, Concepts, and Patterns - [Электронный ресурс] <http://social.technet.microsoft.com/wiki/contents/articles/4346.private-cloud-principles-concepts-and-patterns.aspx> (дата обращения 10.01.2019).
12. Панов И. Программно-определяемые сети (SDN) – новый подход к построению сетей. Как обеспечить их эффективный мониторинг - [Электронный ресурс] <https://networkguru.ru/programmno-opredeliaemye-seti-sdn-monitoring> (дата обращения 12.01.2019).
13. Сайт компании Инфотекс. Решения. [Электронный ресурс] <https://infotecs.ru/resheniya> (дата обращения 20.02.2019)

## ПРИЛОЖЕНИЕ

## Итоговый тест

1) Возможность достижения поставленной цели с использованием полученной информации - это

1. Прагматический аспект информации
2. Семантический аспект информации
3. Синтаксический аспект информации

2) Модель облачных вычислений состоит из:

1. SaaS
2. IaaS
3. Слой бизнес-логики
4. нет правильного ответа.

3) Установите правильную последовательность этапов преобразования информации

1. Сбор, подготовка, регистрация, преобразование информации, пригодной для ввода в ЭВМ
2. Передача и ввод в ЭВМ
3. Обработка информации
4. Вывод и отображение полученных результатов

4) Свойства операционной системы:

1. надежность, защита, предсказуемость, удобства, эффективность, гибкость, расширяемость, ясность.
2. надежность, процессорное время, защита, оперативная память, и математическое обеспечение.
3. управление ресурсами, эффективность, защита, предсказуемость, взаимное влияние процессов

5) Концентрация имеющихся факторов данных и знаний по направлениям науки и техники - это

1. Тезаурус
2. Информационный ресурс
3. Сообщение
4. Информация

6) Укажите правильное соответствие:

1	локальная сеть (LAN)	1	набор компьютеров и других сетевых устройств, размещенных в пределах одной физической сети
2	глобальная сеть (WAN)	2	всемирный набор связанных в сеть компьютеров
3	виртуальная частная сеть (VPN)	3	объединенная сеть, которая соединяет множество узлов и использует сторонние средства коммуникаций для передачи сетевого трафика из одного места в другое

4	Internet	4	круг технологий, обеспечивающих безопасную и качественную связь в пределах контролируемой группы пользователей по открытой глобальной сети
5	internet	5	способы доставки и обработки информации, присущие Internet, перенесенные на корпоративную сеть
6	intranet	6	межсетевое объединение, описывающее логическую сеть, состоящую из 2-х и более физических сетей

1. 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6
2. 1-1, 2-6, 3-4, 4-2, 5-5, 6-3
3. 1-1, 2-5, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6
4. 1-1, 2-3, 3-4, 4-2, 5-6, 6-5
5. 1-1, 2-3, 3-4, 4-2, 5-5, 6-6

7) Разъяснение, изложение, осведомленность - это

1. Тезариус
2. Информационный ресурс
3. Сообщение
4. Информация

8) Наука о создании ЭВМ и программном обеспечении, которое можно использовать в процессах аналогичных с мыслительным процессом человека - это

1. Искусственный интеллект
2. Информатика
3. Теория информационных систем
4. Теория информации

9) В сети с какой топологией данные следуют в обоих направлениях одновременно?

1. шина
2. звезда
3. кольцо

10) Для решения проблемы обнаружения столкновений в сети используется:

1. переключение пакетов (коммутация пакетов)
2. шинный арбитраж
3. мост
4. маршрутизатор
5. переключение цепей

11) Укажите номер правильного соответствия:

Топология сети	Преимущества	Недостатки
1 Шина	1 все компьютеры имеют равный доступ, количество пользователей не оказывает значительного влияния на производительность	1 трудно локализовать проблемы, выход из строя кабеля останавливает работу многих пользователей, при значительных объемах трафика уменьшается пропускная

		способность сети
<b>2</b> Звезда	<b>2</b> легко модифицировать сеть, добавляя новые компьютеры, централизованный контроль и управление, выход из строя одного из компьютеров не влияет на работоспособность сети	<b>2</b> выход из строя одного компьютера может вывести из строя всю сеть, изменение конфигурации сети требует остановки работы всей сети, трудно локализовать проблемы
<b>3</b> Кольцо	<b>3</b> экономный расход кабеля, простота построения, сеть легко расширяется	<b>3</b> выход из строя центрального узла выводит из строя всю сеть

1. 1-1-1 2-2-2 3-3-3

2. 1-3-1 2-2-3 3-1-2

3. 1-3-2 2-2-3 3-1-1

4. 1-2-3 2-1-3 3-3-1

5. 1-2-2 2-3-1 3-1-3

1) LAN:

1. соединяет сети по всему миру;
2. набор соединенных в сеть компьютеров, расположенных в маленьком физическом регионе;
3. требует использования сторонних коммуникационных носителей для поддержки соединений;
4. использует технологии глобальных сетей для объединения сетей внутри конкретного географического региона

2) Укажите все номера правильных высказываний:

1. существует два способа переключения соединений: переключение цепей и переключение пакетов.
2. данные в сети с переключением пакетов имеют множество альтернативных маршрутов
3. при полудуплексном соединении данные следуют в обоих направлениях одновременно.
4. топология сети - это ее геометрическая форма
5. топология сети - это физическое расположение компьютеров по отношению друг к другу.

3) Под информационной безопасностью понимается:

1. совокупность документированных управленческих решений, направленных на защиту информации и связанных с ней ресурсов.
  2. состояние защищенности информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники или автоматизированной системы от внутренних или внешних угроз.
- комплекс мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности



- 4) Под политикой безопасности понимается:
1. совокупность документированных управленческих решений, направленных на защиту информации и связанных с ней ресурсов.
  2. состояние защищенности информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники или автоматизированной системы от внутренних или внешних угроз.
  3. комплекс мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности.

16) Укажите неверный ответ

ИНСАЙДЕР –

1. член какой-либо группы людей, имеющей доступ к информации, недоступной широкой публике
2. лицо, имеющее в силу своего служебного или семейного положения доступ к конфиденциальной информации о делах компании
3. должностные лица, директора, основные акционеры корпораций с широким владением акциями и их ближайшие родственники
4. сотрудник, пытающийся получить доступ к закрытой для него информации
5. злоумышленник, организующий кибер-атаки

17) Совокупность взаимосвязанных, хранящихся вместе данных, которые можно обновлять, дополнять, модифицировать другими программами с помощью специальных средств называется

- |                 |         |
|-----------------|---------|
| 1. Базой данных | 2. СУБД |
| 3. Информацией  |         |

18) Основные функции операционной системы:

1. управление аппаратурой, управление процессами ввода/вывода и передачи данных на внешние устройства, поддержка файловой системы, управление работой прикладных программ, администрирование, поддержка сетевого взаимодействия.
2. управление аппаратурой, управление процессами ввода/вывода и передачи данных на внешние устройства, управление работой прикладных программ, защита информации, поддержка системы паролей в многопользовательских системах, учет использования ресурсов вычислительной системы, обеспечение выполнения всех операций ввода/вывода, соответствующих специфическим особенностям работы каждого из периферийных устройств данного компьютера.
3. управление процессами ввода/вывода и передачи данных на внешние устройства, поддержка файловой системы, управление работой прикладных программ, администрирование, поддержка сетевого взаимодействия, функциональная избыточность.

19) Теория и методология создания и использования технических систем сбора, хранения, обработки и передачи информации, ориентированных на использование средств электронной вычислительной техники и связи -

1. техническая информатика
3. прикладная информатика

2. теоретическая информатика

20) Укажите, какая топология потребует меньше всего оборудования при создании временной сети из 10 компьютеров:

1. star (звезда)
2. ring (кольцо)
3. bus (шина)
4. mesh (ячеистая)

21) Теория и методология создания и использования информационных технологий, комплексов и систем в различных сферах социальной практики -1.  
 техническая информатика                      2. теоретическая информатика  
 3. прикладная информатика

22) Укажите неверное утверждение:

1. Под архивацией понимают такое перекодирование данных, которое позволяет уменьшить по сравнению с исходным объемом памяти необходимый для их хранения объем.
2. Архивация используется для уменьшения размера архива при длительном хранении и ускорении передачи данных по сети.
3. Архивация - это специальная программа, способная преобразовывать файл, уменьшая при этом его размер в байтах.
4. Алгоритм Хаффмана преобразует первоначальную информацию по определенной схеме к виду кода, например, для текстовых данных хранятся не все символы последовательно, так, как они записаны в тексте, а запоминается порядок следования в тексте и частота повторений каждого символа.

23) Укажите неверное утверждение:

операционная система –

1. набор специальных программ, обеспечивающих работоспособность компьютерной системы, управление аппаратурой и прикладными программами, интерфейс с пользователем
2. совокупность системных программ, записанных в память компьютера в процессе загрузки ОС, которые осуществляют общее планирование ресурсами и управление всеми действиями компьютера;
3. комплекс программ, предназначенный для обеспечения определенного уровня эффективности вычислительной системы за счет автоматизированного управления ее работой и предоставляемого пользователям услуг.
4. программы, записанные в постоянную память компьютера и составляющие базовую систему ввода/вывода

24) Укажите важнейшую из функций транспортного уровня модели OSI:

1. установление транспортных соединений между прикладными процессами на уровне логического канала

- адресование сообщений с определением соответствия между сетевыми адресами и адресами потребителей
- контроль ошибок потерь сообщений и их задержек (если на предыдущих уровнях не удастся обеспечить требуемый уровень помехоустойчивости)
- восстановление сообщений при приеме, управление потоками блоков сообщений с преобразованием структуры блоков и представлением приоритета

25) Какой тип устройства позволит соединить две локальных сети, использующих различные протоколы, без дополнительной настройки протоколов в этих сетях:

- маршрутизатор
- мост
- шлюз
- трансивер
- концентратор

26) Какой уровень эталонной модели OSI устанавливает маршрут между передающим и принимающим компьютерами?

- Transport
- Session
- Network
- Physical

27) Какие из аппаратных устройств могут быть использованы для усиления широкополосного сигнала через длинный кабель?

- повторители
- усилители
- мост
- мультиплексоры
- трансивер

28) Укажите номер неправильного ответа

Под *ресурсами микроЭВМ* подразумевается следующее:

- процессорное время, оперативная память,
- оперативная память, математическое обеспечение
- периферийные устройства, процессорное время,
- математическое обеспечение, оперативная память
- расширяемость, процессорное время

29) Укажите номер неверного утверждения:

- NTFS обеспечивает сочетание эффективности, надежности и совместимости, невозможное в FAT или HPFS.
- Она разработана для быстрого выполнения стандартных файловых операций (чтения, записи и поиска), а так же улучшенных операций, например восстановления файловой системы на очень больших жестких дисках.
- NTFS, включая возможности безопасности, требуемые для файловых серверов и высококачественных персональных компьютеров в корпоративной

среде, поддерживает управление доступом к данным и привилегии владельца, что важно для целостности корпоративных данных.

4. файловая система поддерживает объектно-ориентированные приложения, обрабатывая все файлы как объекты с атрибутами, определяемыми пользователем и системой.

5. Каждый файл на томе NTFS представлен записью в специальном файле - главной файловой таблице (Master File Table — MFT). Местоположения сегментов данных MFT и зеркального файла MFT записаны в логическом центре диска, дубликат - находится секторе начальной загрузки.

30) Единое непрерывное соединение между двумя сетевыми устройствами создается с помощью:

1. коммутации пакетов
2. переключения цепей
3. трансивера
4. коммутатора

31) Для решения проблемы обнаружения столкновений в сети используется:

1. переключение пакетов
2. шинный арбитраж
3. мост
4. маршрутизатор
5. переключение цепей

32) В сети с какой топологией данные следуют в обоих направлениях одновременно?

1. шина
2. звезда
3. кольцо

33) Укажите центральную функцию информационной технологии:

1. формирование информационного ресурса
2. организация информационного процесса
3. реализация процедур
4. реализация информационно-вычислительных работ

34) Информационной технологии как системе присущи основные признаки больших систем:

1. наличие структуры; наличие единой цели функционирования; надежность; комплексный состав системы; способность к развитию.
2. наличие структуры; наличие единой цели функционирования; устойчивость к внешним и внутренним возмущениям; комплексный состав системы; способность к развитию.
3. наличие единой цели функционирования; устойчивость к внешним и внутренним возмущениям; комплексный состав системы; способность к развитию, надежность.
4. наличие единой цели функционирования; агрегативность; надежность; комплексный состав системы; способность к развитию.