

Владимирский государственный университет

**ИНФОРМАТИКА И ОСНОВЫ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Учебное пособие

Владимир 2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ИНФОРМАТИКА И ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Учебное пособие

Электронное издание



Владимир 2026

ISBN 978-5-9984-2151-8

© Троицкая Е. А., Артюшина Л. А., 2026

УДК 004.8
ББК 16.6

Авторы-составители: Е. А. Троицкая, Л. А. Артюшина

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
зав. кафедрой информационных систем и программной инженерии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
И. Е. Жигалов

Кандидат физико-математических наук, доцент
начальник кафедры специальной техники и информационных
технологий юридического факультета Владимирского юридического
института Федеральной службы исполнения наказаний
(ВЮИ ФСИН России)
А. В. Хорошева

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Информатика и основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост.: Е. А. Троицкая, Л. А. Артюшина ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2026. – 300 с. – ISBN 978-5-9984-2151-8. – Электрон. дан. (4,03 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлены основные разделы современной информатики. Изложены концептуальные основы информационного моделирования, методы представления знаний на основе искусственного интеллекта, а также вопросы, связанные с развитием нейросетей. Содержит материалы для организации практических занятий с применением нейросетевых технологий.

Предназначено для студентов направлений подготовки 15.03.05 «Цифровые технологии в машиностроительном производстве», 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов», 23.03.01 «Технология транспортных производств», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 2. Ил. 68. Библиогр.: 60 назв.

ISBN 978-5-9984-2151-8

© Троицкая Е. А., Артюшина Л. А., 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
 Модуль 1. ИНФОРМАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА	 7
Тема 1. Информация и информационные процессы.....	7
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>23</i>
Тема 2. Представление информации и ее измерение	24
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>34</i>
Тема 3. Компьютерные сети. Интернет	35
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>76</i>
Тема 4. Службы Интернета	78
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>100</i>
Тема 5. Цифровой контент и персональные данные	101
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>118</i>
 Модуль 2. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	 119
Тема 1. Модели и этапы моделирования	119
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>128</i>
Тема 2. Классификация видов моделирования систем.....	129
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>140</i>
Тема 3. Базы данных и базы знаний. Информационное моделирование предметной области	141
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>173</i>
Тема 4. Инструментальные средства. Языки моделирования	175
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>180</i>
Тема 5. Имитационное моделирование	182
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>188</i>
Тема 6. Планирование имитационных экспериментов с моделями.....	189
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>197</i>

Модуль 3. СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. ПОНЯТИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ	198
Тема 1. Понятие системы искусственного интеллекта.	
Место и значение интеллектуальных систем и технологий для реализации трудноформализуемых задач	198
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>201</i>
Тема 2. Классификация систем искусственного интеллекта	202
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>206</i>
Тема 3. Модели и методы представления знаний	207
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>210</i>
 Модуль 4. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	 211
Тема 1. Нейробионика и нейрокомпьютеры.....	211
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>216</i>
Тема 2. Искусственные нейронные сети	217
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>221</i>
Тема 3. Нейронные сети глубокого обучения	222
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>227</i>
Тема 4. Системы распознавания образов и машинного зрения	228
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>234</i>
 Модуль 5. НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	 235
Тема 1. Разработка текстовой и графической информации с помощью нейросетей.....	235
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>240</i>
Тема 2. Применение нейросетей для создания и обработки аудио- и видеоинформации.....	241
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>254</i>
 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	 255
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	 275
 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	 276
 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	 280
 ГЛОССАРИЙ	 284

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения пособия – изучение и освоение концептуальных основ и методов представления и структурирования информации с применением информационного моделирования, современных систем искусственного интеллекта и нейросетевых технологий.

Применение методов информационного моделирования позволяет систематизировать знания об объекте и представлять его в виде цифровой модели. Это дает возможность с учетом всевозможных ограничений и рисков сформировать, принять и реализовать обоснованное оптимальное управленческое решение, а также выработать практические навыки реализации данных методов средствами современных информационных технологий.

Развитие систем искусственного интеллекта и нейросетевых технологий предопределяет курс на расширение знаний и методов информационного моделирования в различных аспектах деятельности человека и общества, позволяет синтезировать новые технологии взаимодействия человека и искусственного интеллекта.

Основные задачи при изучении материала:

- формирование общего понятия информации и информационной деятельности человека;
- знакомство с основными понятиями и задачами компьютерного моделирования;
- формирование представления о компьютерных моделях, их свойствах и классификации;
- изучение основ структурного анализа процессов на объекте моделирования;
- знакомство с инструментальными средствами и языками моделирования;
- знакомство с этапами построения имитационных моделей и методологическими подходами в имитационном моделировании;

– формирование знаний о системах и технологиях искусственного интеллекта;

– овладение навыками работы с нейросетями с целью создания и обработки цифровых материалов.

В результате изучения курса обучающийся должен уметь использовать методы информационного моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний.

Модуль 1. ИНФОРМАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Тема 1. Информация и информационные процессы

Понятие «информация» как фундаментальное понятие современной науки. Информация: классификация, свойства и характеристика. Представление об основных информационных процессах и системах. Информационные ресурсы. Понятие и назначение информационных технологий.

Термин информация имеет множество определений. «Информация» происходит от латинского слова «informatio», что означает разъяснение, изложение, осведомление. Информация всегда представляется в виде сообщения. Сообщение – это форма представления каких-либо сведений в виде речи, текста, изображения, цифровых данных, графиков, таблиц и т.д. В широком смысле информация – это сведения, совокупность каких-либо данных, знаний. Наряду с понятием *информация* в информатике часто употребляется понятие *данные*. *Данные* – это результаты наблюдений над объектами и явлениями, которые по каким-то причинам не используются, а только хранятся. Как только данные начинают использовать в каких-либо практических целях, они превращаются в информацию [11].

Виды информации:

1. По отношению к окружающей среде:

- входная информация;
- выходная информация;
- внутрисистемная информация.

2. По способам восприятия:

- визуальная;
- аудиальная;
- тактильная;
- вкусовая;
- обонятельная;

3. По форме представления для персонального компьютера:

- текстовая информация;

- числовая информация;
- знаковая информация;
- графическая информация;
- звуковая информация;
- анимационная информация;
- комбинированная информация.

Свойства информации:

- *полнота* -наличие достаточных сведений;
- *актуальность*- степень соответствия информации текущему моменту времени;
- *ценность* – насколько информация важна для решения задачи;
- *понятность* – выражение информации на языке, понятном тем, кому она предназначена.

-достоверность — информация достоверна, если она отражает истинное положение дел. Недостоверная информация может привести к неправильному пониманию или принятию неправильных решений. Достоверная информация со временем может стать недостоверной, так как она обладает свойством устаревать, то есть перестаёт отражать истинное положение дел;

-полнота — информация полна, если её достаточно для понимания и принятия решений. Как неполная, так и избыточная информация сдерживает принятие решений или может повлечь ошибки;

-точность — точность информации определяется степенью ее близости к реальному состоянию объекта, процесса, явления и т.п.;

-ценность — ценность информации зависит от того, насколько она важна для решения задачи, а также от того, насколько в дальнейшем она найдёт применение в каких-либо видах деятельности человека;

-своевременность — только своевременно полученная информация может принести ожидаемую пользу.

Одинаково нежелательны как преждевременная подача информации (когда она ещё не может быть усвоена), так и её задержка;

-понятность — информация становится понятной, если она выражена языком, на котором говорят те, кому предназначена эта информация;

-*доступность* — информация должна преподноситься в доступной (по уровню восприятия) форме. Поэтому одни и те же вопросы по-разному излагаются в школьных учебниках и научных изданиях;

-*краткость* — информацию по одному и тому же вопросу можно изложить кратко (сжато, без несущественных деталей) или пространно (подробно, многословно).

Человеку постоянно приходится участвовать в процессе передачи информации. Передача может происходить при непосредственном разговоре между людьми, через переписку, с помощью технических средств связи: телефона, радио, телевидения и др. Такие средства связи называются каналами передачи информации.

Информационные каналы разделяются на два вида: биологические и технические [12].

Биологические информационные каналы – это органы чувств человека (зрение, слух, вкус, обоняние, осязание).

Человеческая речь и письменность тесно связаны с понятием языка. Язык - это знаковая система для представления информации, обмена информацией. Запахи, вкусовые и осязательные ощущения не сводятся к каким-то знакам, не могут быть переданы с помощью знаков, хотя, безусловно, несут информацию, поскольку мы их запоминаем, узнаем. Такую информацию называют образной информацией. К ней относится также информация, воспринимаемая через зрение и слух, но не сводящаяся к языкам (шум ветра, пение птиц, картины природы, живопись). Таким образом, живое существо своими органами чувств воспринимает информацию из внешнего мира, перерабатывает её в определенную последовательность нервных импульсов, передает импульсы по нервным волокнам, хранит в памяти в виде состояния нейронных структур мозга, воспроизводит в виде звуковых сигналов, движений и т.п., использует в процессе своей жизнедеятельности.

Отдельным вопросом можно считать определение количества информации, содержащейся в сообщении. Оно должно определяться отдельно для каждого получателя, то есть иметь субъективный характер. При этом нельзя объективно оценить количество информации, содержащейся даже в простом сообщении. Поэтому, когда информация рассматривается как новизна сообщения для получателя (бытовой подход), не ставится вопрос об измерении количества информации.

Информация – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределённости, неполноты знаний. Информация – это понимание (смысл, представление, интерпретация), возникающее в аппарате мышления человека после получения им данных, взаимоувязанное с предшествующими знаниями и понятиями. Изначально под информацией, понимались сведения, передаваемые людьми, устным, письменным или другим способом (с помощью условных сигналов, технических средств и т.д.).

С середины 20 века оно становится общенаучным понятием, которое включает обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом; обмен сигналами в животном и растительном мире; передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму. Информация – содержание сообщения или сигнала, сведения, рассматриваемые в процессе их передачи или восприятия; одна из исходных общенаучных категорий, отражающая структуру материи и способы её познания, несводимая к другим, более простым понятиям.

Существует три основные интерпретации понятия "информация" [21].

Научная интерпретация.

Информация – исходная общенаучная категория, отражающая структуру материи и способы ее познания, несводимая к другим, более простым понятиям.

Абстрактная интерпретация.

Информация – некоторая последовательность символов, которые несут как вместе, так в отдельности некоторую смысловую нагрузку для исполнителя.

Конкретная интерпретация.

В данной плоскости рассматриваются конкретные исполнители с учетом специфики их систем команд и семантики языка. Так, например, для машины информация – нули и единицы; для человека – звуки, образы, и т.п

– в житейском аспекте под информацией понимают сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах, воспринимаемые человеком или специальными устройствами;

– в технике под информацией понимают сообщения, передаваемые в форме знаков или сигналов;

– в теории информации (по К. Шеннону) важны не любые сведения, а лишь те, которые снимают полностью или уменьшают существующую неопределенность;

– в кибернетике, по определению Н. Винера, информация – эта та часть знаний, которая используется для ориентирования, активного действия, управления, т.е. в целях сохранения, совершенствования, развития системы;

– в семантической теории (смысл сообщения) – это сведения, обладающие новизной, и так далее.

Такое разнообразие подходов не случайность, а следствие того, что выявилась необходимость осознанной организации процессов движения и обработки того, что имеет общее название – информация.

Действия, выполняемые с информацией, называются *информационными процессами*. К основным информационным процессам можно отнести:

- Сбор информации — это деятельность субъекта, в ходе которой он получает сведения об интересующем его объекте. Сбор информации может производиться или человеком, или с помощью технических средств и систем — аппаратно. Например, пользователь может получить информацию о движении поездов или самолетов сам, изучив расписание, или же от другого человека непосредственно, либо через какие-то документы, составленные этим человеком, или с помощью технических средств (автоматической справки, телефона и т. д.). Задача сбора информации не может быть решена в отрыве от других задач, — в частности, задачи обмена информацией (передачи).

- Обмен информацией — это процесс, в ходе которого источник информации ее передает, а получатель — принимает. Если в передаваемых сообщениях обнаружены ошибки, то организуется повторная передача этой информации. Обмен информации производится с помощью сигналов, являющихся ее материальным носителем. Источниками информации могут быть любые объекты реального мира, обладающие определенными свойствами и способностями. Если объект относится к неживой природе, то он вырабатывает сигналы, непосредственно отражающие его свойства. Если объектом-источником является человек, то вырабатываемые им сигналы могут не только непосредственно отражать его свойства, но и соответствовать тем знакам, которые человек вырабатывает с целью обмена информацией. Принятую информацию

получатель может использовать неоднократно. С этой целью он должен зафиксировать ее на материальном носителе (магнитном, фото, кино и др.).

- Накопление информации — это процесс формирования исходного, несистематизированного массива информации. Среди записанных сигналов могут быть такие, которые отражают ценную или часто используемую информацию.

- Хранение информации — это процесс поддержания исходной информации в виде, обеспечивающем выдачу данных по запросам конечных пользователей в установленные сроки. Способ хранения информации зависит от ее носителя (книга- библиотека, картина- музей, фотография- альбом). ЭВМ предназначен для компактного хранения информации с возможностью быстрого доступа к ней. Информационная система - это хранилище информации, снабженное процедурами ввода, поиска и размещения и выдачи информации.

- Обработка информации — это упорядоченный процесс ее преобразования в соответствии с алгоритмом решения задачи. После решения задачи обработки информации результат должен быть выдан конечным пользователям в требуемом виде. Эта операция реализуется в ходе решения задачи выдачи информации. Выдача информации, как правило, производится с помощью внешних устройств ЭВМ в виде текстов, таблиц, графиков и пр.

Деятельность людей всегда связана с передачей информации. В процессе передачи информация может теряться и искажаться: искажение звука в телефоне, атмосферные помехи в радио, и т.д. Эти помехи, или, как их называют специалисты, шумы, искажают информацию. К счастью, существует наука, разрабатывающая способы защиты информации - криптология.

Информационное общество – современная форма постиндустриального этапа общественного развития.

Развитие сетевых телекоммуникаций породили множество новых видов информационной деятельности людей: это провайдеры сетевых услуг, web-программисты, сетевые администраторы, web-дизайнеры, специалисты по защите информации и др.

Все множество профессий, связанных с информационной деятельностью людей, можно разделить на три группы.

- профессии, связанные с производством знаний: ученый, конструктор,

изобретатель, писатель, законодатель и пр.

- профессии, связанные с сопровождением знаний: (хранением, передачей и распространением, систематизацией, защитой): работник библиотеки или архива (бумажных и цифровых), преподаватель, работник СМИ, издатель, специалист в области информационных технологий.
- профессии, связанные с использованием знаний: специалисты всех видов наукоемких производств, бизнеса, управления, безопасности, обороны и пр.

Информационные ресурсы

В современной информатике основной термин "информационные ресурсы" включает в себя множество различных элементов и концепций. Они служат основой для сбора, обработки, передачи и представления информации. Разнообразие информационных ресурсов отражает богатство информационного мира и поддерживает функции, которые они выполняют.

Одной из разновидностей информационных ресурсов являются базы данных. Они представляют собой организованную коллекцию данных, которые хранятся и предоставляются для использования. Базы данных используются в различных сферах, включая бизнес, образование, научные исследования и т.д. Они позволяют хранить и организовывать огромные объемы информации, обеспечивая удобный доступ к ней.

Важную функцию выполняют также информационные системы, которые представляют собой комплексное программно-аппаратное обеспечение для сбора, хранения, обработки и передачи информации. Они позволяют автоматизировать различные процессы в организациях, упрощая доступ к информации и повышая эффективность работы.

Еще одной разновидностью информационных ресурсов являются интернет-ресурсы. Они включают в себя веб-сайты, порталы, блоги, социальные сети и другие онлайн-платформы. Интернет-ресурсы предоставляют пользователю доступ к разнообразной информации, возможность коммуникации и обмена данными. Они играют существенную роль в информационном обмене, образовании и развлечении.

Функции информационных ресурсов включают сбор, хранение, обработку, передачу и представление информации. Сбор информации позволяет получить данные из различных источников и систематизировать их. Хранение информации обеспечивает сохранность данных

для последующего доступа. Обработка информации включает анализ, классификацию, поиск и преобразование данных. Передача информации осуществляется посредством сетей связи и позволяет обмениваться данными между различными участниками. Представление информации включает выбор подходящего формата и способа отображения данных.

В конечном итоге, информационные ресурсы играют незаменимую роль в современном обществе, обеспечивая доступ к информации и поддерживая различные функции, которые необходимы для эффективной работы и развития организаций и общества в целом.

Информационные ресурсы в современном обществе

Информационные ресурсы – это основной источник получения и передачи информации в современном обществе. Они включают в себя сайты, базы данных, электронные издания, социальные сети и многое другое. Вся эта информация доступна пользователю посредством компьютерной сети и позволяет получить различные знания и навыки в разных сферах жизни.

Основное предназначение информационных ресурсов – обеспечение свободного доступа к информации. Они позволяют получать актуальные новости, обучаться новым навыкам, находить ответы на вопросы различной тематики. Более того, информационные ресурсы позволяют общаться и работать с людьми по всему миру, делиться своими мыслями и идеями, находить поддержку и взаимодействовать с различными сообществами.

Преимущества и недостатки использования информационных ресурсов

В контексте изучения термина "информационные ресурсы", важно обратить внимание на их положительные и отрицательные стороны. Осознание преимуществ и недостатков использования информационных ресурсов позволяет более эффективно учиться и работать в современном информационном обществе.

Преимущества использования информационных ресурсов:

1. Богатство информации: информационные ресурсы предоставляют огромное количество разнообразной информации, позволяющей расширять знания, исследовать новые области и находить актуальную информацию для работы или обучения.

2. Быстрый доступ: виртуальные информационные ресурсы позволяют получить информацию мгновенно, без необходимости часами искать в библиотеках или консультироваться с экспертами. Это упрощает и ускоряет процесс работы или обучения.

3. Возможность взаимодействия: информационные ресурсы также предоставляют возможность взаимодействия с другими пользователями, обмена опытом и знаниями. Это способствует расширению кругозора, обогащению информацией и обсуждению тем с единомышленниками.

Недостатки использования информационных ресурсов:

1. Информационный шум: избыток информации может привести к сложностям в отборе и анализе достоверной и актуальной информации. Неразборчивое использование информационных ресурсов может привести к получению неверной или неполной информации.

2. Зависимость и отвлечение: постоянный доступ к информационным ресурсам может привести к зависимости и отвлечению от основных задач. Частое использование интернета и других ресурсов может отвлекать от работы или обучения, не позволяя сосредоточиться на важном.

3. Ошибка информации: наличие информации в открытом доступе не гарантирует ее точности и достоверности. Некорректная, искаженная или устаревшая информация может привести к ошибкам и неправильной интерпретации данных.

В основе понятия "информационные ресурсы" лежит идея о доступности, разнообразии и эффективном использовании информации. Осознание преимуществ и недостатков использования информационных ресурсов поможет более эффективно и ответственно осуществлять поиск, анализ и использование информации в повседневной жизни, работе или обучении.

Защита и безопасность информационных ресурсов

В современном мире информатика играет основную роль во многих областях жизни, оказывая влияние на различные аспекты нашего существования. Однако, вместе с прогрессом и развитием информационных технологий, возникает необходимость обеспечения безопасности и защиты информационных ресурсов.

Понятие безопасности информационных ресурсов включает в себя защиту от несанкционированного доступа, недобросовестного использования и повреждения информации. Это важная тема, которая включает различные аспекты, такие как безопасность электронных платежей, защита конфиденциальных данных, предотвращение киберпреступности и многое другое.

Одним из главных вызовов в области безопасности информационных ресурсов является защита от кибератак. Киберугрозы могут причинить серьезный ущерб компаниям, организациям и отдельным пользователям. Поэтому, для обеспечения безопасности информационных ресурсов, необходимо использовать современные технологии и методы защиты, а также обучать персонал и пользователей основам кибербезопасности.

Защита и безопасность информационных ресурсов является сложной задачей, требующей постоянного внимания и актуальных знаний. В современном информационном обществе она играет ключевую роль для обеспечения надежности и безопасности различных информационных систем и данных.

Развитие и перспективы информационных ресурсов

Понятие информационных ресурсов неразрывно связано с развитием технологий и переходом к цифровой эпохе. Эти ресурсы включают в себя все формы представления информации, будь то тексты, изображения, звуки, видео или другие мультимедийные данные. Развитие информационных ресурсов направлено на создание удобных, быстрых и надежных способов доступа к информации. Оно включает в себя организацию и структуризацию данных, создание эффективных поисковых систем, а также обеспечение надежности и безопасности информационной инфраструктуры.

Будущее информационных ресурсов связано с технологическим развитием и появлением новых методов и средств доступа к информации. Процесс постоянного усовершенствования этих ресурсов никогда не останавливается. Улучшение производительности компьютеров, развитие интернет-технологий, использование искусственного интеллекта и больших данных - все это позволяет сделать информационные ресурсы более удобными и эффективными. В будущем мы можем ожидать усовершенствования поисковых систем, расширения возможно-

стей визуализации информации, а также создания новых форм представления данных, таких как виртуальная реальность или дополненная реальность.

По мере развития информационного общества трудозатраты на обработку данных возрастают и требуют совершенствования применяемых технологий. *Технология* (гр. *techne* – мастерство, *logos* – учение, учение о мастерстве) – совокупность знаний о способах и средствах производственных процессов, при которых происходит необходимое качественное изменение обрабатываемых объектов.

При современном развитии программного обеспечения существует множество различных программных средств обработки информации, написанных на разных языках программирования на основе выше перечисленных методов. Обработка информации подразумевает переработку информации определённого типа (текстовой, звуковой, графической и др.) и преобразования её в информацию другого определённого типа. Так, например, принято различать обработку текстовой информации, изображения (графики, фото, видео и мультипликация) и звуковой информации (речь, музыка, другие звуковые сигналы). Использование новейших технологий обеспечивает их комплексное представление. При этом человеческое мышление может рассматриваться как процесс обработки информации.

Технологией обработки информации называют взаимосвязанные действия, выполняемые в строго определённой последовательности с момента возникновения информации до получения заданных результатов. Информационная технология обработки предназначена для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются необходимые входные данные, известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки.

Информационные технологии – это широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям создания, сохранения, управления и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники.

Информационная система (ИС) – взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели. Сегодня без применения информационных технологий невозможно пред-

ставить себе сколько-нибудь серьезное предприятие. Внедрение электронных систем обработки и передачи информации приобретают универсальный и всеобщий характер.

Информация не существует сама по себе. Она проявляется в информационных процессах. Как уже было сказано выше основными информационными процессами являются: поиск – накопление – хранение – передача – обработка – использование – защита. Познакомимся теперь с каждым из этих процессов в отдельности. Рассмотрим методы поиска информации:

- непосредственное наблюдение;
- общение со специалистами по интересующему вас вопросу;
- чтение соответствующей литературы;
- просмотр видео, телепрограмм;
- прослушивание аудиоинформации;
- работа в библиотеках, архивах;
- запрос к информационным системам, базам и банкам компьютерных данных;
- другие методы.

В огромном количестве информации всё сложнее становится её поиск. Возникает необходимость появления современных средств поиска информации – каталоги библиотек перемещаются в компьютерные сети и т.п. На сегодняшний день самый мощный и удобный источник информации – всемирная компьютерная сеть Интернет.

Сеть Интернет, например, предоставляет возможность получать доступ к многочисленным каталогам, базам данных, пользоваться электронной доской объявлений.

Благодаря компьютерным телекоммуникациям стало реально дистанционное обучение, когда с помощью компьютерной связи можно из любой точки планеты прослушать лекции, получить доступ в ведущие научные лаборатории мира и музеи. Чтобы полученная информация могла использоваться, причем неоднократно, необходимо ее хранить. Информация всегда связана с материальным носителем. Носитель информации – среда для записи и хранения информации. Носителем информации может быть:

- любой материальный предмет (бумага, камень, стол, классная доска, звездная пыль и т.д.);

- волны различной природы: акустическая (звук), электромагнитная (свет, радиоволна), гравитационная (давление, притяжение) и т.д.
- вещество в различном состоянии: концентрация молекул в жидком растворе, температура и давление газа и т.д.
- машинные носители информации: магнитные ленты, магнитные диски, оптические диски и т.д.

Хранение информации – это способ распространения информации в пространстве и времени. Любой переданный сигнал переносится либо энергией, либо веществом. Иначе и быть не может, ведь наш мир материален. Это либо акустическая волна (звук), либо электромагнитное излучение (свет, радиоволна), либо лист бумаги (написанный текст), либо каменная скрижаль с выбитыми на ней магическими знаками. Материальными носителями наследственности являются гены. Но ни переданная энергия, ни посланное вещество, ни гены сами по себе никакого значения не имеют. Они служат лишь носителями информации.

К основным операциям обработки данных относятся:

- сбор данных – накопление информации с целью обеспечения достаточной полноты для принятия решения;
- формализация данных – приведение данных, которые поступают из разных источников к единой форме;
- фильтрация данных – устранение лишних данных, которые не нужны для принятия решений;
- сортировка данных – приведение в порядок данных по заданным признакам с целью удобства использования;
- архивация данных – сохранение данных в удобной и доступной форме;
- защита данных – комплекс мер, направленных на предотвращение потерь, воспроизведения и модификации данных;
- транспортирование данных – прием и передача данных между отдельными пользователями информационного процесса. Источник данных принято называть сервером, а потребителя – клиентом;
- преобразование данных – преобразование данных из одной формы в другую, или из одной структуры в другую, или изменение типа носителя.

Классификация информационных систем

Существующие сегодня многочисленные и разнообразные ИС можно классифицировать по разным признакам:

-по назначению,
используемой технической базе,
структуре аппаратных средств,
режиму работы и характеру взаимодействия с пользователями.

Классификация информационных систем по назначению. По назначению (по выполняемым функциям) ИС можно подразделить на информационно-управляющие, информационно-поисковые, системы поддержки принятия решений, обработки данных и информационно-справочные системы.

Информационно-управляющие системы предназначены для сбора и обработки информации, необходимой для управления организацией, предприятием, отраслью. Они дают возможность вырабатывать управляющие решения и подразделяются на системы автоматического управления и автоматизированные системы управления (АСУ).

Системы автоматического управления работают без участия человека, а АСУ можно назвать человекомашинными системами. В них компьютер играет роль помощника человека. Компьютер в АСУ предоставляет человеку необходимую для принятия решения информацию, при этом компьютер может выполнять сложную обработку данных. В качестве подсистемы в АСУ часто входят экспертные системы. Такие системы основаны на моделях знаний из определенных предметных областей. Экспертная система включает в себе знания высококвалифицированного специалиста в определенной области и используется для консультаций и помощи в принятии сложных решений, например при выдаче рекомендаций по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Информационно-поисковые системы (ИПС) – это системы, основное назначение которых состоит в поиске информации, содержащейся в различных базах данных, различных вычислительных системах, разнесенных, как правило, на значительные расстояния. Характерным свойством ИПС является большой объем хранимых данных и их постоянная обновляемость. Примером такой системы может служить ИПС библиотеки. Поисковые серверы Интернета являются ИПС сетевых ресурсов.

Системы поддержки принятия решений предназначены для накопления и анализа данных, необходимых для принятия решений в различных сферах деятельности людей.

Системы обработки данных — это класс информационных систем, основные функции которых заключаются в обработке и архивации больших объемов данных.

К информационно-справочным системам относятся автоматизированные системы, работающие в интерактивном режиме и обеспечивающие пользователей справочной информацией.

Классификация информационных систем по используемой технической базе.

Различают следующие технические базы для ИС:

на базе одного компьютера,

на базе локальной или глобальной компьютерной сети.

Информационная система на базе одного компьютера — это простейшая информационная система. Она работает на базе одного компьютера: ПК, мини ЭВМ, большой ЭВМ. Вся информация и ПО сосредоточены в памяти этой машины. Такой режим работы называется монопольным. Информационная система на базе локальной сети обычно обслуживает фирму или предприятие. В такой системе информация может передаваться между пользователями по локальной сети, при этом разные блоки данных могут храниться на разных компьютерах.

Информационная система на базе глобальной сети. Все известные службы Интернета можно рассматривать как ИС на базе глобальной компьютерной сети. Наиболее масштабной ИС на базе Интернета является гипертекстовая система WWW. К этому классу относятся также корпоративные ИС, объединяющие между собой ИС, функционирующие на базе локальных сетей.

Классификация информационных систем по структуре аппаратных средств.

Эта классификация ИС подразделяет их на одно-, многопроцессорные и многомашинные системы (сосредоточенные системы, вычислительные сети и системы с удаленным доступом). Однопроцессорные ИС строятся на базе одного процессора компьютера, тогда как многопроцессорные системы используют ресурсы нескольких процессоров. Многомашинные системы представляют собой вычислительные комплексы. В сосредоточенных вычислительных системах весь комплекс оборудования, включая терминалы пользователей, сосредоточен в одном месте, поэтому для связи между отдельными компьютерами системы не требуется применение системы передачи данных.

Вычислительные сети – это взаимосвязанная совокупность территориально рассредоточенных систем обработки данных, средств и систем связи и передачи данных, обеспечивающая пользователям дистанционный доступ к вычислительным ресурсам и коллективное использование этих ресурсов.

Системы с удаленным доступом (телеобработкой) обеспечивают связь между терминалами пользователей и вычислительными средствами методом передачи данных по каналам связи (с использованием систем передачи данных).

Классификация информационных систем по режиму работы.

Если рассматривать используемый режим функционирования ИС, то можно выделить одно- и мультипрограммный режим вычислительной системы. По характеру обслуживания пользователей выделяют пакетный режим, а также режим индивидуального и коллективного пользования. Пакетный режим — это обработка данных или выполнение заданий, накопленных заранее таким образом, что пользователь не может влиять на обработку, пока она продолжается. Она может вестись как в одно-, так и в мультипрограммном режиме. В режиме индивидуального пользования все ресурсы системы предоставляются в распоряжение одного пользователя, тогда как в режиме коллективного пользования возможен одновременный доступ нескольких независимых пользователей к ресурсам вычислительной системы. Коллективное пользование в режиме «запрос-ответ» предполагает, что система обслуживает запрос каждого пользователя без прерываний.

Классификация информационных систем по характеру взаимодействия с пользователями.

По характеру взаимодействия с пользователями выделяют системы, работающие в диалоговом и интерактивном режиме. В диалоговом режиме человек взаимодействует с системой обработки информации, при этом человек и система обмениваются информацией в темпе, соизмеримом с темпом обработки информации человеком. Интерактивный режим – это режим взаимодействия человека и процесса обработки информации, выражающийся в разного рода воздействиях на этот процесс, предусмотренных механизмом управления конкретной системы и вызывающих ответную реакцию процесса. По особенностям функционирования информационной системы во времени выделяют режим реального времени – режим обработки информации, при

котором обеспечивается взаимодействие системы обработки информации с внешними по отношению к ней процессами в темпе, соизмеримом со скоростью протекания этих процессов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую роль играла и играет информация в развитии общества? Приведите примеры.
2. Перечислите преимущества использования информационных ресурсов.
3. Как связаны развитие технологий и информационное развитие общества?
4. Перечислите недостатки использования информационных ресурсов.
5. Какие новые информационные возможности открыли перед обществом средства связи? Как это повлияло на экономическое развитие общества?
6. Что такое информационное общество?
7. Что относится к информационным ресурсам общества?
8. Почему информационные ресурсы относят к числу стратегических?
9. Охарактеризуйте виды информационных ресурсов России.
10. Что понимают под информационными системами?
11. В чем заключается суть информационных технологий?
12. Дайте классификацию информационных систем.

Тема 2. Представление информации и ее измерение

Связь информации с данными и знаниями. Аналоговый и дискретный способ представления информации. Кодирование информации. Алфавитный подход к измерению количества информации. Формула Хартли. Содержательный подход к измерению количества информации. Мера Шеннона.

Понятие "информация" является базовым в курсе информатики [29], невозможно дать его определение через другие, более "простые" понятия. В геометрии, например, невозможно выразить содержание базовых понятий "точка", "луч", "плоскость" через более простые понятия. Содержание основных, базовых понятий в любой науке должно быть пояснено на примерах или выявлено путем их сопоставления с содержанием других понятий.

Информация — это смысл, содержание сообщений, получаемых человеком из внешнего мира посредством его органов чувств.

Понятие информации раскрывается через цепочку:

сообщение — смысл — информация — знания

Сообщения человек воспринимает с помощью своих органов чувств (по большей части через зрение и слух). Если человеку понятен смысл, заключенный в сообщении, то можно сказать, что это сообщение несет человеку информацию.

Например, сообщение на незнакомом языке не содержит информации для данного человека, а сообщение на родном языке понятно, поэтому информативно.

Воспринятая и сохраненная в памяти информация пополняет знания человека.

Наши знания — это систематизированная (связанная) информация в нашей памяти.

Информация для человека — это сведения, пополняющие знания человека, которые он получает из различных источников.

К представлению информации в любой знаковой системе (в том числе используемой в компьютерах) следует применять термин — *данные*.

А информация — это смысл, заключенный в данных, заложенный в них человеком и понятный только человеку.

Компьютер работает с данными: получает входные данные, осуществляет их обработку, передает человеку выходные данные – результаты. Смысловую же интерпретацию данных осуществляет человек. Тем не менее в разговорной речи, в литературе часто говорят и пишут о том, что компьютер хранит, обрабатывает, передает и принимает информацию. Это справедливо, если компьютер не отрывать от человека, рассматривая его как инструмент, с помощью которого человек осуществляет информационные процессы.

Компьютер работает не с содержанием информации, которое способен воспринимать только человек, а с данными, представляющими информацию.

Поэтому важнейшей задачей для компьютерных технологий является представление информации в форме данных, пригодных для их обработки.

Представление информации происходит в различных формах в процессе восприятия окружающей среды живыми организмами и человеком, в процессах обмена информацией между человеком и человеком, человеком и компьютером, компьютером и компьютером и так далее. Преобразование информации из одной формы представления (знаковой системы) в другую называется *кодированием*.

Под словом «кодирование» также понимают процесс представления информации, удобный для её хранения и/или передачи.

В процессе обмена информацией часто приходится производить операции кодирования и декодирования информации. При вводе знака алфавита в компьютер путем нажатия соответствующей клавиши на клавиатуре происходит кодирование знака, то есть преобразование его в компьютерный код. При выводе на экран монитора или принтер происходит обратный процесс – *декодирование*, когда из компьютерного кода знак преобразуется в его графическое изображение.

Существует два принципиально отличных способа представления информации: *непрерывный и дискретный*.

Если некоторая величина, несущая информацию, в пределах заданного интервала может принимать любое значение, то она называется непрерывной (аналоговой). Наоборот, если величина способна принимать только конечное число значений в пределах интервала, она называется дискретной.

Хорошим примером, демонстрирующим различия между непрерывными и дискретными величинами, могут служить целые и вещественные числа. В частности, между значениями 2 и 4 имеется всего одно целое число, но бесконечно много вещественных (включая знаменитое).

Сама по себе информация не является непрерывной или дискретной: таковыми являются лишь способы ее представления. Например, давление крови можно с одинаковым успехом измерять аналоговым или цифровым прибором.

Принципиально важным отличием дискретных данных от непрерывных является конечное число их возможных значений. Благодаря этому каждому из них может быть поставлен в соответствие некоторый знак (символ) или, что для компьютерных целей гораздо лучше, определенное число. Иными словами, все значения дискретной величины могут быть тем или иным способом пронумерованы.

Достоинства дискретного (цифрового) представления информации: простота; удобство физической реализации; универсальность представления любого вида информации; уменьшение избыточности сообщения; обеспечение защиты от случайных искажений или нежелательного доступа.

Существует множество способов кодирования. Человеку удобно использовать для кодирования чисел десятичную систему счисления, а компьютеру – двоичную систему.

Вопрос об измерении количества информации является очень важным как для науки, так и для практики. В самом деле, если информация является предметом нашей деятельности, мы ее храним, передаем, принимаем, обрабатываем. Поэтому важно договориться о способе ее измерения, позволяющем, например, ответить на вопросы: достаточно ли места на носителе, чтобы разместить нужную нам информацию, или сколько времени потребуется, чтобы передать ее по имеющемуся каналу связи. Величина, которая нас в этих ситуациях интересует, называется объемом информации. В таком случае говорят об алфавитном, или объемном, подходе к измерению информации.

Алфавитный подход [21] к измерению информации применяется в цифровых(компьютерных) системах хранения и передачи информации. В этих системах используется двоичный способ кодирова-

ния информации. При алфавитном подходе для определения количества информации имеет значение лишь размер (объем) хранимого и передаваемого кода. Алфавитный подход еще называют объемным подходом. Из курса информатики 7-9 классов вы знаете, что если с помощью i -разрядного двоичного кода можно закодировать алфавит, состоящий из N символов (где N — целая степень двойки), то эти величины связаны между собой по формуле: $2^i = N$.

Число N называется мощностью алфавита.

Если, например, $i = 2$, то можно построить 4 двухразрядные комбинации из нулей и единиц, т. е. закодировать 4 символа. При $i = 3$ существует 8 трехразрядных комбинаций нулей и единиц (кодируется 8 символов):

Английский алфавит содержит 26 букв. Для записи текста нужны еще как минимум шесть символов: пробел, точка, запятая, вопросительный знак, восклицательный знак, тире. В сумме получается расширенный алфавит мощностью в 32 символа.

Поскольку $32 = 2^5$ все символы можно закодировать всевозможным и пятиразрядными двоичными кодами от 00000 до 11111. Именно пятиразрядный код использовался в телеграфных аппаратах, появившихся еще в XIX веке. Телеграфный аппарат при вводе переводил английский текст в двоичный код, длина которого в 5 раз больше, чем длина исходного текста.

В двоичном коде каждая двоичная цифра несет одну единицу информации, которая называется 1 бит. Бит является основной единицей измерения информации.

Длина двоичного кода, с помощью которого кодируется символ алфавита, называется информационным весом символа. В рассмотренном выше примере информационный вес символа расширенного английского алфавита оказался равным 5 битам.

Информационный объем текста складывается из информационных весов всех составляющих текст символов. Например, английский текст из 1000 символов в телеграфном сообщении будет иметь информационный объем 5000 битов.

Алфавит русского языка включает 33 буквы. Если к нему добавить еще пробел и пять знаков препинания, то получится набор из 39 символов. Для двоичного кодирования символов такого алфавита пятиразрядного кода уже недостаточно.

Нужен как минимум 6-разрядный код. Поскольку $2^6 = 64$, остается еще резерв для 25 символов ($64 - 39 = 25$).

Его можно использовать для кодирования цифр, всевозможных скобок, знаков математических операций и других символов, встречающихся в русском тексте. Следовательно, информационный вес символа в расширенном русском алфавите будет равен 6 битам. А текст из 1000 символов будет иметь объем 6000 битов.

Итак, если i — информационный вес символа алфавита, а K — количество символов в тексте, записанном с помощью этого алфавита, то информационный объем I текста выражается формулой: $I = K \times i$ (битов). Идея измерения количества информации в сообщении через длину двоичного кода этого сообщения принадлежит выдающемуся российскому математику Андрею Николаевичу Колмогорову. Согласно Колмогорову, количество информации, содержащееся в тексте, определяется минимально возможной длиной двоичного кода, необходимого для представления этого текста.

Для двоичного представления текстов в компьютере чаще всего применяется восьмиразрядный код. С помощью восьмиразрядного кода можно закодировать алфавит из 256 символов, поскольку $256 = 2^8$. В стандартную кодовую таблицу (например, используемую в ОС Windows таблицу ANSI) помещаются все необходимые символы: английские и русские буквы — прописные и строчные, цифры, знаки препинания, знаки арифметических операций, всевозможные скобки и пр.

Более крупной, чем бит, единицей измерения информации является байт: $1 \text{ байт} = 8 \text{ битов}$.

Информационный объем текста в памяти компьютера измеряется в байтах. Он равен количеству символов в записи текста.

Одна страница текста на листе формата А4 кегля 12 с одинарным интервалом между строками в компьютерном представлении будет иметь объем 4000 байтов, так как на ней помещается примерно 4000 знаков.

Помимо бита и байта, для измерения информации используются и более крупные единицы:

$1 \text{ Кб (килобайт)} = 2^{10} \text{ байтов} = 1024 \text{ байта};$

$1 \text{ Мб (мегабайт)} = 2^{10} \text{ Кб} = 1024 \text{ Кбайта};$

$1 \text{ Гб (гигабайт)} = 2^{10} \text{ Мб} = 1024 \text{ Мб}$

$1 \text{ Тб (терабайт)} = 2^{10} \text{ Гб} = 1024 \text{ Гб}$

Объем той же страницы текста будет равен приблизительно 3,9 Кб. А книга из 500 таких страниц займет в памяти компьютера примерно 1,9 Мб.

В компьютере любые виды информации: тексты, числа, изображения, звуки – представляются в форме двоичного кода.

Объем информации любого вида, выраженный в битах, равен длине двоичного кода, в котором эта информация представлена.

Содержательный подход к измерению информации отталкивается от определения информации как содержания сообщения, получаемого человеком. Сущность содержательного подхода заключается в следующем: сообщение, информирующее об исходе какого-то события, снимает неопределенность знания человека об этом событии. Чем больше первоначальная неопределенность знания, тем больше информации несет сообщение, снимающее эту неопределенность.

Приведем пример, иллюстрирующий данное утверждение.

Ситуация 1 В ваш класс назначен новый учитель информатики; на вопрос «Это мужчина или женщина?» вам ответили: «Мужчина».

Ситуация 2 На чемпионате страны по футболу играли команды «Динамо» и «Зенит». Из спортивных новостей по радио вы узнаете, что игра закончилась победой «Зенита».

Ситуация 3 На выборах мэра города было представлено четыре кандидата. После подведения итогов голосования вы узнали, что избран Н. Н. Никитин.

Вопрос: в какой из трех ситуаций полученное сообщение несет больше информации?

Неопределенность знания – это количество возможных вариантов ответа на интересовавший вас вопрос. Еще можно сказать: возможных исходов события.

Здесь событие – например, выборы мэра; исход — выбор, например, Н. Н. Никитина.

В первой ситуации 2 варианта ответа: мужчина, женщина; во второй ситуации 3 варианта: выиграл «Зенит», ничья, выиграло «Динамо»; в третьей ситуации – 4 варианта: 4 кандидата на пост мэра.

Согласно данному выше определению, наибольшее количество информации несет сообщение в третьей ситуации, поскольку неопределенность знания об исходе события в этом случае была наибольшей.

В 40-х годах XX века проблема измерения информации была решена американским ученым Клодом Шенноном — основателем теории информации. Согласно Шеннону, информация — это снятая неопределенность знания человека об исходе какого-то события.

В теории информации [19] единица измерения информации определяется следующим образом: Сообщение, уменьшающее неопределенность знания об исходе некоторого события в два раза, несет 1 бит информации. Согласно этому определению, сообщение в первой из описанных ситуаций несет 1 бит информации, поскольку из двух возможных вариантов ответа был выбран один.

Следовательно, количество информации, полученное во второй и в третьей ситуациях, больше, чем один бит. Но как измерить это количество?

Рассмотрим еще один пример.

Ученик написал контрольную по информатике и спрашивает учителя о полученной оценке. Оценка может оказаться любой: от 2 до 5. На что учитель отвечает: «Угадай оценку за два вопроса, ответом на которые может быть только "да" или "нет"». Подумав, ученик задал первый вопрос: «Оценка выше тройки?». «Да», — ответил учитель. Второй вопрос: «Это пятерка?». «Нет», — ответил учитель. Ученик понял, что он получил четверку. Какая бы ни была оценка, таким способом она будет угадана!

Первоначально неопределенность знания (количество возможных оценок) была равна четырём. С ответом на каждый вопрос неопределенность знания уменьшалась в 2 раза и, следовательно, согласно данному выше определению, передавался 1 бит информации.

Количество информации i , содержащееся в сообщении об одном из N равно вероятных исходов некоторого события, определяется из решения показательного уравнения: $2^i = N$.

С этой формулой мы уже встречались, обсуждая алфавитный подход к измерению информации. В этом случае N рассматривалось как мощность алфавита, a_i — как информационный вес каждого символа алфавита. Если допустить, что все символы алфавита появляются в тексте с одинаковой частотой, т. е. равновероятно, то информационный вес символа i тождественен количеству информации в сообщении о появлении любого символа в тексте. При этом N — неопределенность знания о том, какой именно символ алфавита должен стоять в

данной позиции текста. Данный факт демонстрирует связь между алфавитным и содержательным подходами к измерению информации.

Формула для измерения количества информации: $i = \log_2 N$ была предложена американским ученым Ральфом Хартли – одним из основоположников теории информации.

Формула Хартли: $i = \log_2 N$

Здесь i — количество информации, содержащееся в сообщении об одном из N равновероятных исходов события. Количество информации, определяемое с использованием содержательного подхода, может быть дробной величиной, в то время как информационный объем, вычисляемый путем применения алфавитного подхода, может иметь только целочисленное значение.

Универсальность дискретного (цифрового) представления информации. Все виды информации в компьютере кодируются на машинном языке, в виде логических последовательностей нулей и единиц. Средством кодирования служит таблица соответствия знаковых систем, которая устанавливает взаимно однозначное соответствие между знаками или группами знаков двух различных знаковых систем.

Преобразование графической и звуковой информации из аналоговой формы в дискретную производится путем *дискретизации*, то есть разбиения непрерывного графического изображения и непрерывного (аналогового) звукового сигнала на отдельные элементы.

В процессе дискретизации производится кодирование, то есть присвоение каждому элементу конкретного значения в форме кода.

Дискретизация – это преобразование непрерывных изображений и звука в набор дискретных значений в форме кодов.

Двоичное кодирование текстовой информации.

Традиционно для кодирования одного символа используется количество информации, равное 1 байту, то есть $I = 1 \text{ байт} = 8 \text{ битов}$. Для кодирования одного символа требуется 1 байт информации. Если рассматривать символы как возможные события, то можно вычислить, какое количество различных символов можно закодировать: $N = 2^i = 2^8 = 256$.

Такое количество символов вполне достаточно для представления текстовой информации, включая прописные и строчные буквы русского и латинского алфавита, цифры, знаки, графические символы и пр. Кодирование заключается в том, что каждому символу ставится в

соответствие уникальный десятичный код от 0 до 255 или соответствующий ему двоичный код от 00000000 до 11111111. Таким образом, человек различает символы по их начертаниям, а компьютер - по их кодам.

Данные и программы кодируются в двоичном виде. Обработка любого типа данных сводится в компьютере к вычислениям с двоичными числами. Именно поэтому компьютерные технологии еще называют цифровыми. Понятие о системах счисления, о представлении чисел в компьютере относятся к базовым понятиям информатики.

Системы счисления

Система счисления – это способ записи чисел с помощью заданного набора специальных знаков (цифр). Существуют системы позиционные и непозиционные [33].

В непозиционных системах счисления вес цифры не зависит от позиции, которую она занимает в числе. Так, например, в римской системе счисления в числе XXXII (тридцать два) вес цифры X в любой позиции равен просто десяти.

В позиционных системах счисления вес каждой цифры изменяется в зависимости от ее позиции в последовательности цифр, изображающих число.

Любая позиционная система характеризуется своим основанием. Основание позиционной системы счисления – это количество различных знаков или символов, используемых для изображения цифр в данной системе. За основание можно принять любое натуральное число – два, три, четыре, шестнадцать и т. д.

Следовательно, возможно бесконечное множество позиционных систем.

Запись произвольного числа A в q-ичной позиционной системе счисления основывается на представлении этого числа в виде члена

$$Aq = \pm (a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_0q^0 + a_{-1}q^{-1} + a_{-2}q^{-2} + \dots + a_{-m}q^{-m}) \text{ или}$$

$$Aq = \pm a_i q^i$$

где A – само число,

q – основание системы счисления,

a_i – цифры, принадлежащие алфавиту данной системы счисления,

n – число целых разрядов числа,

m – число дробных разрядов числа.

Свернутой формой записи числа называется запись в виде

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

Именно такой формой записи чисел мы и пользуемся в повседневной жизни.

Иначе свернутую форму записи называют естественной или цифровой. Например, десятичное число $A_{10}=4718,63$ в развернутой форме запишется так:

$$A_{10} = 4 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 + 6 \cdot 10^{-1} + 3 \cdot 10^{-2}$$

Числа, поступающие в компьютер, переводятся в двоичную систему счисления. Двоичная система счисления — система счисления, в которой для записи чисел используются две цифры — 0 и 1.

Итак, двоичное число представляет собой цепочку из нулей и единиц. При этом оно имеет достаточно большое число разрядов. Быстрый рост числа разрядов — самый существенный недостаток двоичной системы счисления.

Записав двоичное число $A_2=1001,1$ в развернутом виде и произведя вычисления, получим это число, выраженное в десятичной системе счисления:

$$A_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 8 + 1 + 0,5 = 9,510.$$

Двоичная система счисления позволяет закодировать любое натуральное число — представить его в виде последовательности нулей и единиц. В двоичном виде можно представлять не только числа, но и любую другую информацию: тексты, картинки, фильмы и аудиозаписи. Инженеров двоичное кодирование привлекает тем, что легко реализуется технически.

Двоичный код числа — запись числа в двоичной системе счисления.

Производные двоичной системы счисления — это системы счисления, основания которых — числа, являющиеся степенями двойки: 4, 8, 16, 32 и т. д. В компьютерной технике широко применяются восьмеричная и шестнадцатеричная системы счисления.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему невозможно дать определение понятию " информация ", используя более "простые" понятия?
2. В каких науках используется понятие "информация" и какой смысл в каждой из них оно имеет?
3. Есть ли связь между алфавитным подходом к измерению информации и содержанием информации?
4. Что такое бит с позиции алфавитного подхода к измерению информации?
5. Как определяется информационный объем текста по А. Н. Колмогорову?
6. Какие единицы используются для измерения объема информации на компьютерных носителях?
7. Как определяется единица измерения количества информации в рамках содержательного подхода?
8. Что такое системы счисления и какие они бывают? Приведите примеры

Тема 3. Компьютерные сети. Интернет

Понятие компьютерных сетей. Назначение и показатели качества. Локальные и глобальные сети ЭВМ. Функциональные элементы компьютерных сетей. Передающие среды. Топология сети (шина, звезда, кольцо). Особенности передачи данных в каждой из топологий. Методы доступа к среде. Протоколы передачи данных. Структура сети Интернет. Протоколы TCP/IP IP-адреса. Основные услуги интернет. Всемирная паутина WWW. Основные компоненты технологии WWW. Протокол HTTP. Язык HTML. URL-адреса.

Развитие отрасли информационных технологий создало ряд предпосылок для создания и использования вычислительных сетей [20]:

- повсеместное распространение персональных компьютеров – относительно недорогой и высокопроизводительной техники, с помощью которой решаются задачи различной сложности;
- потребность пользователей обмениваться информацией, совместно используя общие информационные, аппаратные и программные ресурсы;
- появление широкого спектра аппаратных и программных коммуникационных средств, позволяющих легко объединять отдельные персональные компьютеры в сети.

Компьютерная (вычислительная) сеть (Computer NetWork) – это совокупность компьютеров и различных устройств, соединенных с помощью каналов связи в единую систему, которая обеспечивает разделение ресурсов и обмен информацией между компьютерами.

Объекты, генерирующие или потребляющие информацию в сети, называются *абонентами* сети. Информация в сети передается в виде электрических сигналов или электромагнитных волн. Линии связи или пространство, в котором распространяются сигналы и волны, а также аппаратура передачи данных называется физической передающей средой.

Устройство, непосредственно подключенное к передающей среде, называется узлом. На базе физической передающей среды строится коммуникационная сеть, которая обеспечивает передачу информации между абонентами сети.

Наличие компьютерной сети предоставляет пользователям ряд преимуществ:

- разделение данных – дает пользователям, нуждающимся в информации, возможность доступа к базам данных и управления ими со своих рабочих мест;
- разделение технических ресурсов - позволяет более экономно использовать относительно дорогие ресурсы, например, печатать на цветном лазерном или крупноформатном принтере;
- разделение программных ресурсов – позволяет одновременно использовать централизованно установленные программные средства;
- разделение вычислительных ресурсов – позволяет использовать существующие вычислительные мощности для обработки больших объемов данных другими системами, входящими в сеть.

Таким образом, вычислительные сети создаются для обеспечения возможности доступа пользователей сети к любому ее ресурсу в целях удовлетворения своих информационных потребностей.

Перечислим *основные требования*, которые предъявляются к современным компьютерным сетям:

- **производительность** – определяется такими показателями, как время реакции системы (время, которое затрачивается с момента формирования запроса до момента получения ответа на него) и пропускная скорость сети (количество информации, переданной через сеть в единицу времени, определяется в битах в секунду);
- **надежность** – определяется надежностью работы всех компонентов сети, а также обеспечением сохранности информации;
- **управляемость**. При работе компьютерной сети, которая объединяет отдельные компьютеры в единое целое, необходимы средства не только для наблюдения за работой сети, сбора разнообразной информации о функционировании сети, но и средства управления сетью. В общем случае система управления сетью должна предоставлять возможность воздействовать на работу любого элемента сети. Должна быть обеспечена возможность осуществлять мероприятия по управлению с любого элемента сети. Управлением сетью занимается администратор сети или пользователь, которому поручены эти функции. Обычный пользователь, как правило, не имеет административных прав. Другими характеристиками управляемости являются возмож-

ность определения проблем в работе компьютерной сети или отдельных ее сегментов, выработка управленческих действий для решения выявленных проблем и возможность автоматизации этих процессов при решении похожих проблем в будущем;

□ **расширяемость и масштабируемость** — означает возможность подключения дополнительных ЭВМ, линий связи и т.д. без изменения технических и программных средств существующей сети;

□ **интегрируемость** — означает возможность подключения к сети разнообразного и разнотипного оборудования, программного обеспечения от разных производителей;

□ **гибкость** — означает сохранение работоспособности сети при изменении ее структуры либо при выходе из строя ЭВМ или линии связи;

□ **прозрачность** — предполагает скрывание особенностей сети от конечных пользователей, возможность распараллеливания работы между разными элементами сети;

□ **эффективность** — означает обеспечение требуемого качества обслуживания пользователей при минимальных затратах.

Классификация компьютерных сетей

Современные сети можно классифицировать по различным признакам [27]: по охватываемой ими территории (или по удаленности компьютеров), топологии, назначению, перечню предоставляемых услуг, принципам управления, методам коммуникации, видам среды передачи и т.д. Рассмотрим некоторые из них.

По охватываемой территории

Вычислительные сети в зависимости от территориального расположения входящих в них ЭВМ можно разделить на три основные класса:

□ **Локальные сети (LocalAreaNetwork – LAN)**. Зона охвата сетей невелика (зарубежные источники дают оценку — около шести миль (10 км) в радиусе). Они обеспечивают передачу данных в одном помещении, здании или комплексе зданий.

Термин «LAN» может описывать и маленькую офисную сеть, и сеть уровня большого завода, занимающего несколько сотен гектаров. Локальные сети являются сетями закрытого типа, доступ к ним разрешён только ограниченному кругу пользователей, для которых работа в

такой сети непосредственно связана с их профессиональной деятельностью.

□ **Региональные сети (MetropolitanAreaNetwork – MAN).** Занимают промежуточное положение между глобальными и локальными, используются для передачи данных на средние расстояния, масштаба города, района, региона.

□ **Глобальные сети (Global Area Network – GAN или Wide Area Network - WAN).**

Покрывают огромные географические пространства. Объединяют абонентов, расположенных в разных странах, на различных континентах. Для них могут требоваться права на пересечение чужой территории. Взаимодействие между абонентами осуществляется на базе телефонных и кабельных линий, систем спутниковой и радиосвязи. Такие сети позволяют решить проблему объединения информационных ресурсов всего человечества и организации доступа к ним.

Основное различие между LAN, MAN и GAN (WAN) – географические масштабы сети.

Объединение глобальных, региональных и локальных вычислительных сетей позволяет создавать многоуровневые иерархии, которые могут быть использованы для обработки информации. Самым большим объединением компьютерных сетей в настоящее время является «сеть сетей» — Интернет.

По типу среды для передачи данных

Сети делятся на проводные (коаксиальный кабель, витая пара, оптическое волокно и т.д.) и беспроводные (радиоканалы, передача данных в инфракрасном диапазоне и т.д.).

По скорости передачи данных

По скорости передачи информации сети можно разделить на низко- (до 10 Мбит/с), средне- (до 100 Мбит/с) и высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с).

По способу передачи данных

В этом случае можно выделить:

- сети коммутации каналов;
- сети коммутации пакетов.

В сетях коммутации каналов предполагается, что между источником и приемником существует выделенный маршрут, типичным

примером является телефонная сеть. Такая сеть является неэффективной, так как канал резервируется на все время соединения, достоинством этой технологии служит ее прозрачность, так как канал устанавливается на все время соединения.

В сетях коммутации пакетов длинные сообщения разбиваются на короткие пакеты.

Каждый пакет перемещается от отправителя к получателю через промежуточные узлы сети. Основным преимуществом является гибкость, совместное использование одних каналов связи, возможность менять приоритет передаваемой информации, недостатком — невозможность гарантировать своевременную доставку пакетов.

Классификация локальных вычислительных сетей

Локальная вычислительная сеть — это два или большее число компьютеров (серверов, рабочих станций, терминалов), которые, будучи совместно подключенными к единому каналу передачи данных, могут связываться друг с другом для обмена информацией.

Обычно такая сеть объединяет компьютеры, компактно расположенные в одном или нескольких зданиях (размер локальной сети не превышает нескольких километров).

Интранет (корпоративная сеть) — это локальная сеть компании, функционирование которой основано на семействе протоколов TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internetwork Protocol — протокол управления передачей данных/межсетевой протокол), используемых в сети Интернет. Большинство таких сетей размещается внутри одного офисного здания и основано на модели «клиент-сервер», в которой используется центральный специализированный сервер, принимающий и обслуживающий запросы всех клиентов.

В мире построено огромное количество локальных сетей, что обусловлено рядом особенностей их функционирования:

- ☐ Наличие единого для всех абонентов сети высокоскоростного канала связи, способного передавать самую разнообразную информацию;
- ☐ Отсутствие значительных помех, а поэтому достаточно большая достоверность передаваемой информации;
- ☐ Возможность включения в состав сети разнообразных и независимых устройств;

☐ Достаточно простая возможность изменения конфигурации сети и среды передачи.

Огромное количество построенных локальных сетей привело к необходимости их классификации, которая может быть проведена по различным признакам.

По назначению

- ☐ Сети обработки информации;
- ☐ Информационно-поисковые сети;
- ☐ Сети, управляющие различными процессами (административными, технологическими и др.);
- ☐ Информационно-расчетные сети.

По типам используемых в сети ЭВМ:

- ☐ Однородные сети, включающие однотипное оборудование и абонентские средства;
- ☐ Неоднородные сети, содержащие различные классы и модели устройств.

По способу организации управления:

☐ Однородные сети с централизованным управлением, которые имеют центральную ЭВМ, управляющую их работой, и характеризуются простотой обеспечения взаимодействия между абонентами сети. Их применение целесообразно при небольшом числе абонентских систем;

☐ Однородные с децентрализованным (распределенным) управлением, в которых функции управления распределены между ЭВМ сети. Их применение целесообразно при большом числе абонентских систем.

По организации передачи данных:

☐ Сети с маршрутизацией информации, в которых абонентские системы могут взаимодействовать по различным маршрутам передачи блоков данных;

☐ Сети с селекцией информации, в которых взаимодействие абонентов сети производится выбором (селекцией) адресованных им данных.

По используемой топологии:

- ☐ сети на базе «шины»;
- ☐ сети на базе звезды»;
- ☐ сети на базе «кольца»;

- ☐ смешанные.

По используемой технологии:

- ☐ сети на базе Ethernet;
- ☐ сети на базе Token Ring

Функциональные элементы компьютерных сетей

Все устройства, подключаемые к сети, можно разделить на следующие функциональные группы с точки зрения их отношения к ресурсам сети:

Сервер (server)

Это специально выделенный высокопроизводительный компьютер, управляющий работой сети и/или предоставляющий другим компьютерам сети свои ресурсы (программное обеспечение, сервисы, файлы, устройства) и отвечающий на запросы клиентов. Различают:

- ☐ Файловые серверы (file server) – компьютеры с большой емкостью памяти, предназначенные для хранения данных пользователей сети и обеспечения доступа к ним;

- ☐ Серверы баз данных (database server) – компьютеры со специальным программным обеспечением (СУБД), предназначенные для хранения и обработки огромных массивов данных;

- ☐ Сервер прикладных программ (application server) - обеспечивает выполнение прикладных программ для пользователей, работающих на своих рабочих станциях;

- ☐ Сервер резервного копирования данных (backup server) - обеспечивает создание, хранение и восстановление копий данных, расположенных на файловых серверах и рабочих станциях;

- ☐ Серверы печати (print server) – компьютеры со специальным программным обеспечением, предназначенные для организации процесса печати);

- ☐ -и др.

Надо заметить, что все перечисленные типы серверов могут функционировать на одном выделенном для этих целей компьютере.

Рабочая станция (клиентский компьютер, клиент)

Это компьютер рядового пользователя сети, получающий доступ к ресурсам сервера (серверов). Каждая рабочая станция обрабатывает свои локальные файлы и использует свою операционную систему.

Терминал

Устройство не предназначено для работы в автономном режиме (не имеет процессора для обработки команд), но выполняет операции по вводу команд пользователя, их передаче другому компьютеру и выдаче готового результата.

Коммуникационное оборудование

Технические средства компьютерных сетей включают в себя различные функциональные группы оборудования:

- средства линий передачи данных (кабель "витая пара", оптоволоконный и пр.) -реализуют собственно перенос сигнала;

- средства соединения линий передачи с сетевым оборудованием узлов (сетевые платы) - реализуют ввод-вывод данных с оконечного оборудования в сеть;

- средства увеличения дистанции передачи данных – репитеры (или повторители, repeater), модемы и пр. - осуществляют усиление сигналов или преобразования в

форму, удобную для дальнейшей передачи;

- средства повышения емкости линий передачи (мультиплексирования) - позволяют реализовывать несколько логических каналов в рамках одного физического соединения путем разделения частот передачи, чередования пакетов во времени и т.д.;

- средства управления информационными потоками в сети (коммутации каналов, коммутации пакетов, разветвления линий передачи) - осуществляют адресацию сообщений. Например, *концентраторы* (hub) - разветвительное устройство, служащее центральным звеном в локальных сетях, имеющих топологию "звезда". Концентратор имеет несколько портов для подключения отдельных компьютеров и для соединения с другими хабами. *Коммутаторы* (switch) в переводе с англ. означает переключатель. Это многопортовое устройство, обеспечивающее высокоскоростную коммутацию пакетов между портами. Встроенное в него программное обеспечение способно самостоятельно анализировать содержимое пересылаемых по сети блоков данных и обеспечивать прямую передачу информации между любыми двумя портами, независимо от всех остальных портов устройства. *Мосты* (bridge)- устройство, соединяющее одинаковые сети, имеющие некоторые физические различия (на физическом и канальном уровнях).). *Маршрутизаторы* (router) - устройство, соединяющее сети одного или

разных типов по одному протоколу обмена данными. Маршрутизатор анализирует адрес назначения и направляет данные по оптимально выбранному маршруту.), шлюзы (gateway).

Среда для передачи данных

Физическое устройство сети определяется в первую очередь средой, которая будет использована для передачи данных.

В качестве среды для передачи данных может быть использована любая среда, по которой происходит распространение электрического сигнала или электромагнитных волн. Выделяют проводные и беспроводные технологии для передачи данных.

Проводные технологии

□ «Витая пара» (twisted pair). Витая пара состоит из двух изолированных медных проводов, свитых друг с другом, представляет собой один канал связи, несколько витых пар объединяются в кабель, обернутый в плотную защитную оболочку. Скручивание снижает перекрестные помехи от соседних проводов пары. Используется в телефонных сетях и для сетей внутри зданий. Подвержена помехам, поэтому чаще в сетях применяется экранирование с использованием металлической оплетки или оболочки (STP, Shielded Twisted Pair), для телефонных линий — неэкранированная (UTP, Unshielded Twisted Pair),

рис. 1.1 Кабель "витая пара" позволяет передавать информацию со скоростью до 100 Мбит/с, легко наращивается, однако отличается слабой устойчивостью к помехам.

Длина кабеля не может превышать 1000 м при скорости передачи 10 Мбит/с. Возникают серьезные ограничения на количество станций в сети на витой паре и на ее длину: максимальное расстояние между узлами составляет 100 м. Но самый распространенный тип кабеля для создания компьютерных сетей.

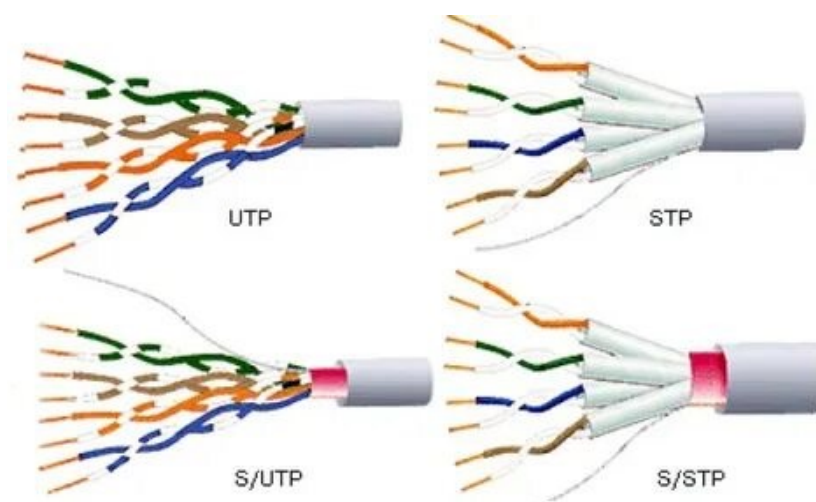


Рис. 1.1 Неэкранированная витая пара и экранированная витая пара

Коаксиальный кабель (coaxial cable). Подобно витой пары состоит из двух проводников, но отличается по конструкции, может работать в более широком диапазоне частот.

Коаксиальный кабель состоит из пустотелого внешнего цилиндрического проводника, внутри которого расположен внутренний провод (рис. 1.2). Внутренний проводник находится в изоляторе, внешний покрывается оболочкой или экраном. Диаметр от 1 до 2,5 см. Может использоваться для передачи данных на большие расстояния, в частности для передачи телесигналов, международной телефонии, компьютерных сетей. Различают:

- тонкий (thin) коаксиальный кабель — скорость до 10 Мбит/сек на расстояние до 185 м.
- толстый (thick) коаксиальный кабель — скорость до 10 Мбит/сек на расстояние до 500 м.



Рис. 1.2. Коаксиальный кабель

Коаксиальный кабель имеет среднюю цену, хорошо помехозащищен и применяется для связи на относительно большие расстояния (несколько км). В настоящее время коаксиальный кабель не применяется как основная транспортная среда локальных сетей. Коаксиальные кабели используются для построения магистральных линий в компьютерных сетях, а также там, где требуется высокий уровень защиты от радиоэлектронных помех.

□ *Оптоволокно* (fiber optic cable, FOC). Оптическим волокном называют тонкую среду (от 2 до 125 мкм в диаметре), способную передавать световой луч. Для изготовления оптического волокна используют разного рода стекла и пластмассы. Наименьшие потери достигаются в волокне из сверхчистого плавленого кварца. Состоит из трех концентрических секций, две внутренние изготовлены из стекла с различными показателями преломления, сверху светопоглощающая оболочка. Волокна собирают в оптические кабели (рис. 1.3). Имеет большую пропускную способность, меньшее затухание, электромагнитную изоляцию. Скорость до 10 Гбит/сек, длина сегмента до 40 000 м, рабочая длина волны в диапазоне от 850 до 1300 нм. К недостаткам можно отнести высокую стоимость кабеля, сложный монтаж, необходимость использования дополнительных трансиверов, преобразующих световые сигналы в электрические и обратно.

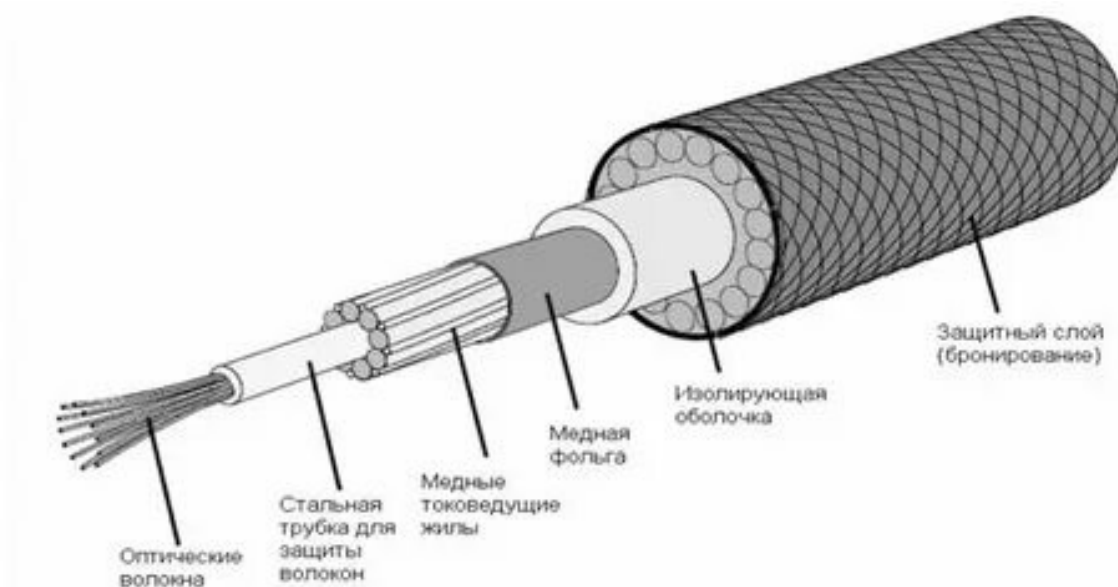


Рис. 1.3 Волоконно-оптический кабель

Беспроводные технологии

Беспроводные технологии служат для передачи информации на расстояние между двумя и более точками, не требуя связи их проводами. Носителем информации при этом являются электромагнитные волны, которые распространяются в атмосфере или в вакууме. Для передачи информации может использоваться инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое или лазерное излучение с различными диапазонами частот.

В настоящее время существует множество беспроводных технологий. Наиболее известны технологии по их маркетинговым названиям, таким как Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth.

Каждая технология обладает определёнными характеристиками, которые определяют её область применения:

□ *Wi-Fi (Wireless Fidelity, беспроводная точность)* — технология обеспечивающая подключение мобильных пользователей к Интернету. Объединяет несколько стандартов на основе спецификации IEEE 802.11 (a, b, g). В пределах Wi-Fi зоны в сеть Интернет могут выходить несколько пользователей с компьютеров, ноутбуков, телефонов и т. д., но характеризуется невысокой дальностью передачи данных. Излучение от Wi-Fi устройств в момент передачи данных на порядок (в 10 раз) меньше, чем у сотового телефона.

□ *WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)* — это коммерческое название стандарта беспроводной связи 802.16, принятого в январе 2003 года и поддержанного промышленной группой. Технология разработана с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Максимальное расстояние между устройствами может достигать 50 км. К тому же между источником и приемником может отсутствовать прямая видимость. Мощность сигнала и большая устойчивость к отражениям позволяют WiMAX работать даже там, где Wi-Fi бессилён.

Bluetooth (от слов англ. blue — синий и tooth — зуб) — производственная спецификация беспроводных персональных сетей (Wireless personal area network, WPAN). Создан в Швеции, 1994 г. Bluetooth обеспечивает обмен информацией между такими устройствами, как персональные компьютеры (настольные, карманные, ноутбуки), мобильные

телефоны, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры на надёжной, бесплатной, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи. Bluetooth позволяет этим устройствам общаться, когда они находятся в радиусе до 10 м друг от друга (дальность сильно зависит от преград и помех), даже в разных помещениях.

Преимущества беспроводных технологий:

- ☐ возможность создания в труднодоступных местах;
- ☐ не требуют поддержки и обслуживания.

Недостатки беспроводных технологий:

- ☐ не являются помехоустойчивыми;
- ☐ менее защищены от прослушивания, чем проводные сети

Подключение компьютеров к передающей среде осуществляется с помощью интерфейсных плат – сетевых адаптеров (сетевая карта). Для передачи информации из ЭВМ в коммуникационную среду необходимо согласовать на физическом и кодовом уровнях сигналы внутреннего интерфейса ЭВМ с сигналами, передаваемыми по каналам связи.

Сетевой адаптер (Network Interface Card, NIC) – устройство, выполняющее функции сопряжения ЭВМ с каналами связи; реализует ввод-вывод данных с оконечного оборудования в сеть (рис. 1.4).

Для передачи цифровой информации по каналу связи необходимо преобразовать ее в аналоговые сигналы (модуляция данных), а при приеме информации из канала связи выполнить обратное действие – преобразовать ее в поток битов (демодуляция данных). Для этого используется модем – специальное устройство, выполняющее модуляцию и демодуляцию информационных сигналов ЭВМ при их передаче в канал связи и их приеме из канала связи.



Рис. 1.4 Сетевой адаптер

Топология вычислительной сети

Способ соединения друг с другом сетевых устройств и кабельной инфраструктуры называется топологией сети. Распространенными базовыми сетевыми топологиями являются: шина, звезда и кольцо.

Топология «шина» (Bus)

Среда передачи данных представляется в форме коммуникационного пути, доступного для всех рабочих станций, подключенных к нему. Каждая из них может вступать в контакт с любой рабочей станцией сети (рис. 1.5)

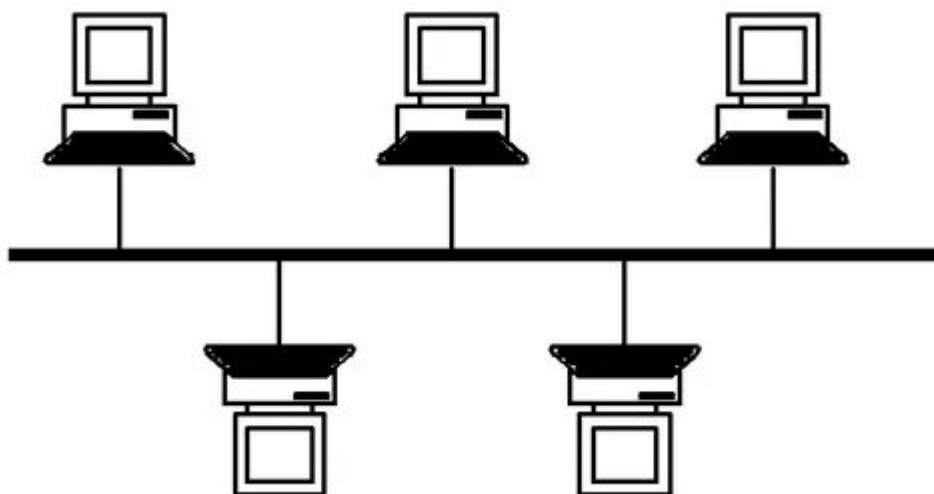


Рис. 1.5 Топология «шина»

Если компьютеры расположены близко друг к другу, то организация сети с шинной топологией недорога и проста. Для ее создания надо проложить кабель от одного компьютера к другому, а затем установить на обоих концах оконечные нагрузки (терминаторы).

Достоинства топологии «шина»:

- ☐ Простая и дешевая технология;
- ☐ Сеть легко можно развивать, добавляя новые разветвления;
- ☐ Функционирование сети не зависит от состояния отдельной рабочей станции, поэтому рабочие станции в любое время, без прерывания работы всей сети, могут быть отключены или подключены к ней.

Недостатки:

- ☐ При разрыве центрального кабеля вся сеть теряет свою работоспособность;
- ☐ Ограничение на число компьютеров, подключаемых к сети, так как при продвижении по кабелю сигнал ослабляется (для предотвращения этого используется специальное сетевое оборудование, усиливающее сигнал на определенных участках шины);
- ☐ в каждый момент времени передачу может вести только один из компьютеров.

Если передачу одновременно начинают два или больше компьютеров, то возникают коллизии, ведущие к тому, что данные приходится передавать вновь. Производительность такой сети при большом объеме передаваемой информации и числе компьютеров снижается.

Топология «звезда» (Star)

Между компьютерами нет прямых соединений. Вместо этого они все объединены друг с другом через концентратор (или хаб), каждый – с помощью своего кабеля (рис. 1.6).

Концентратор (англ. Hub) - разветвительное устройство, служащее центральным звеном в локальных сетях, имеющих топологию "звезда". Концентратор имеет несколько портов для подключения отдельных компьютеров и для соединения с другими хабами.

Пакеты данных передаются от каждого узла концентратору, который в свою очередь пересылает пакеты адресату. Концентратор обычно обеспечивает соединение от 5 до 48 входов, что определяет число компьютеров, которые можно к нему подключить. В зависимости от числа соединяемых компьютеров может потребоваться несколько концентраторов.

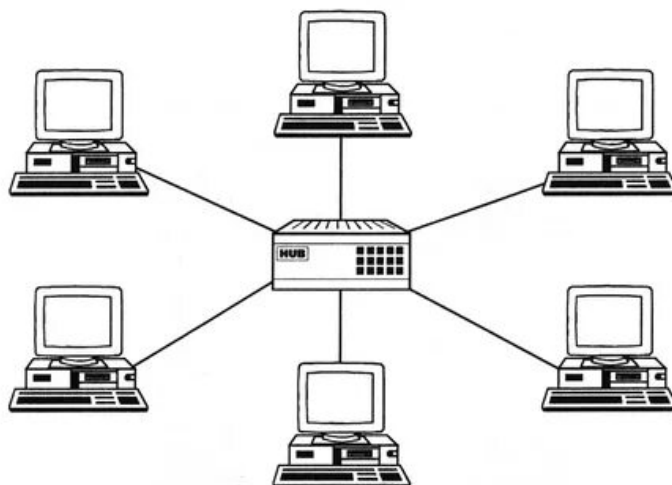


Рис.1.6 Топология «Звезда»

Достоинства:

- ☐ наиболее быстродействующая из всех топологий, поскольку передача данных между рабочими станциями происходит через центральный узел по отдельным линиям, используемым только этими рабочими станциями;
- ☐ нарушение соединения между любым компьютером и концентратором не влияет на остальные узлы сети, так как каждый из них имеет собственное соединение с концентратором;
- ☐ функционирование сети не зависит от состояния отдельной рабочей станции, поэтому РС в любое время, без прерывания работы всей сети, могут быть отключены или подключены к ней.

Недостатки:

- ☐ высокие затраты на прокладку кабелей (расходуется больше кабеля, чем при шинной топологии), особенно когда концентратор географически расположен не в центре. Концентратор также представляет собой дополнительную статью расходов;
- ☐ в случае выхода из строя концентратора нарушается работа всей сети.

Топология «кольцо» (Ring)

Рабочие станции связаны последовательно одна с другой, образуя замкнутый контур (кольцо). Информация по кольцу передается от узла к узлу в одном направлении (Рис. 1.7). Каждый узел принимает сигнал данных, анализирует информацию и, если сообщение адресовано другому узлу, передает его по кольцу следующему узлу.

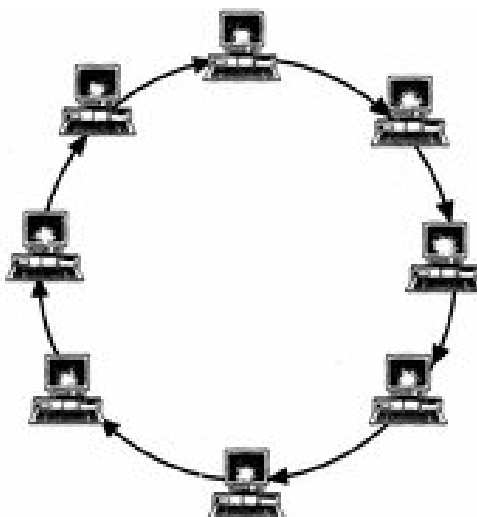


Рис. 1.7 Топология «Кольцо»

Достоинства:

- ☐ легко локализируются неисправности в кабельных соединениях;
- ☐ можно присоединить к сети большое количество узлов, чем при использовании других топологий, так как при просмотре данных каждым узлом происходит усиление сигнала, а затем отправка следующему компьютеру. В этом случае потери сигнала меньше, чем при других топологиях;
- ☐ не существует ограничений на протяженность сети, поэтому кольцо используется для создания сетей, охватывающих большое географическое пространство;
- ☐ Из-за отсутствия коллизий сети обладает устойчивостью к перегрузкам.

Недостатки:

- ☐ Прокладка кабелей может быть довольно сложной и дорогостоящей, особенно если географическое расположение рабочих станций далеко от формы кольца (например, в линию);
- ☐ Последовательная дисциплина обслуживания узлов сети снижает ее быстродействие;
- ☐ выход из строя одного из узлов или разрыв кабеля нарушает целостность кольца и требует специальных мер для сохранения тракта передачи данных (для предотвращения этого иногда используется резервный кабель);
- ☐ Подключение новой РС требует выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто.

Для сравнения достоинства и недостатки рассмотренных технологий объединены в таблице 1.

Таблица 1 Характеристики сетевых технологий

Особенности	Шина	Звезда	Кольцо
Типичные затраты	низкие	средние	Высокие
Доступность компонентов	хорошая	отличная	хорошая
Надежность	Хорошая	отличная	отличная
Возможность охвата большой области	слабая	хорошая	отличная
Простота поиска неисправностей	затруднен	отличный	хороший
Легкость перемещения узла	затруднено	хорошо	хорошо
Пропускная способность узла	низкая	средняя	высокая

Реальные сети постоянно расширяются и модернизируются, поэтому обычно топология сети представляет собой комбинацию нескольких базовых топологий.

Методы доступа к среде

Передающая среда является общим ресурсом для всех узлов сети. Чтобы получить возможность доступа к этому ресурсу, необходимы специальные механизмы – методы доступа, определяющие как компьютеры должны отправлять и принимать данные по сети.

Метод доступа к передающей среде – метод, обеспечивающий выполнение совокупности правил, по которым узлы получают доступ к ресурсу сети (способ "захвата" передающей среды).

Каждый метод доступа определяется набором правил (алгоритмом), используемым сетевым оборудованием, чтобы направлять поток сообщений (данных) через сеть. Метод доступа является одним из основных признаков, по которым различают сетевое оборудование.

Приведем примеры методов доступа.

Метод опроса

Рабочая станция осуществляет передачу только после получения разрешения, которое направляется каждой рабочей станции (вторичный узел) по очереди центральным управляющим органом сети.

Если подготовленных данных нет, выдается короткий пакет данных типа «данных нет», хотя в современных системах, как правило, реакцией в таких случаях является «молчание». Последовательное обращение к каждому вторичному узлу в порядке очередности, определяемой списком опроса. Цикл завершается после опроса всех вторичных узлов из списка. Для сокращения потерь времени, связанных с опросом неактивных вторичных узлов (т.е. узлов, по той или иной причине не готовых к передаче данных), применяются специальные варианты процедуры опроса: наиболее активные вторичные узлы опрашиваются несколько раз в течение цикла; наименее активные узлы – один раз в течение нескольких циклов; частота, с которой опрашиваются отдельные узлы, меняется динамически в соответствии с изменением активности узлов.

Метод запроса на передачу

При использовании этого метода инициатива в подаче запроса на обслуживание принадлежит рабочей станции (вторичный узел), причем запрос подается центральному узлу (первичный узел), если действительно имеется необходимость в передаче данных или в получении данных от другого узла. Эффективность этого метода по сравнению с методом опроса будет тем выше, чем в большей степени вторичные узлы отличаются друг от друга по своей активности, т.е. по частоте подачи запросов на обслуживание. При одних и тех же исходных данных и при условии, когда все абоненты сети являются активными, в сетях без опроса максимальное время реакции на запрос почти в 2 раза меньше, чем в сетях с опросами, а максимально допустимое число активных абонентов при ограничении времени реакции на запрос – почти в 2 раза больше.

Метод передачи маркера (метод передачи права)

Этот метод широко используется в сетях с магистральной (шинной), звездообразной и кольцевой топологией. Право на передачу данных станции получают в определенном порядке, задаваемом с помощью маркера, который представляет собой сообщение определенного формата, в которое абоненты сети могут помещать свои информационные пакеты. Магистральные сети, использующие этот метод, называются сетями типа "маркерная шина", а кольцевые сети – сетями типа "маркерное кольцо".

Метод множественного доступа с прослушиванием несущей и разрешением коллизий (метод соперничества) (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD)

Этот метод применяется, в основном, в локальных сетях. Все станции сети, будучи равноправными, перед началом передачи работают в режиме прослушивания канала. Если канал свободен, станция начинает передачу; если занят, – станция ожидает завершения передачи. Через некоторое случайное время она снова обращается к каналу. В результате соперничества за канал могут возникнуть коллизии: станция В может передать свой кадр, не зная, что станция А уже захватила канал, поскольку от станции А к станции В сигнал распространяется за конечное время. В результате станция В, начав передачу, вошла в конфликт со станцией А (коллизия со станцией А).

Для разрешения коллизий используется так называемое «окно коллизий», представляющее собой интервал времени, необходимый для распространения сигнала по каналу и обнаружения его любой станцией сети.

Системы с доступом в режиме соперничества реализуются достаточно просто и при малой загрузке обеспечивают быстрый доступ к передающей среде, а также позволяют легко подключать и отключать станции. Они обладают высокой живучестью, поскольку большинство ошибочных и неблагоприятных условий приводит либо к молчанию, либо к конфликту, а обе эти ситуации поддаются обработке. Кроме того, нет необходимости в центральном управляющем органе сети.

Их основной недостаток: при больших нагрузках время ожидания доступа к передающей среде становится большим и меняется непредсказуемо, следовательно, не гарантируется обеспечение предельно допустимого времени доставки кадров. Такие системы применяются в незагруженных локальных сетях с небольшим числом абонентских станций (с увеличением числа станций увеличивается вероятность возникновения конфликтных ситуаций).

Методы резервирования времени

Методы, основанные на резервировании времени, принадлежат к числу наиболее ранних и простых. Любая рабочая станция осуществляет передачу только в течение временных интервалов (слотов), заранее для нее зарезервированных. Все слоты распределяются между станциями либо поровну (в неприоритетных системах), либо с учетом

приоритетов, когда некоторые рабочие станции за фиксированные интервал времени получают большее число слотов. Станция, владеющая слотом, получает канал в свое полное распоряжение. Такие методы целесообразно применять в сетях с малым числом абонентских систем, так как канал используется неэффективно.

Сеть Internet

Рождение и развитие сети Internet (Интернет) стало началом новой компьютерной эпохи [32].

Интернет перевернул все представления о средствах массовой информации. Он ликвидировал границы между государствами и сделал людей намного ближе друг к другу. Название InterNet произошло от объединения двух слов Interconnected Networks (связанные сети).

Интернет (англ. Internet) – это мировая компьютерная сеть, состоящая из множества соединенных друг с другом больших и малых сетей. Это сеть сетей, дающая возможность общения и передачи информации между любыми компьютерами по всему миру вне зависимости от того, кому они принадлежат и каким программным обеспечением оснащены.

История развития сети Интернет

История компьютерных сетей уходит в начало 60-х гг. XX в. Тогда Министерство обороны США посчитало, что на случай войны Америке нужна надежная система передачи информации.

Опасения были связаны с возможным ударом по национальному коммуникационному центру США, который обеспечивал связь военного руководства страны с американскими стратегическими силами. Решение этой задачи было возложено на департамент Министерства обороны США – Агентство перспективных исследовательских проектов (Advanced Research Projects Agency – ARPA), которое предложило разработать для этого компьютерную децентрализованную сеть, состоящую из отдельных независимых сегментов.

Эта задача была поручена Калифорнийскому университету, Стэнфордскому исследовательскому центру, Университету штата Юта и Университету штата Калифорния, причем все работы финансировались за счет Министерства обороны США. В рамках этого проекта в 1969 г. была создана компьютерная сеть ARPANet, объединяющая четыре указанных научных учреждения.

В основу информационного обмена была заложена оригинальная идея расщепления информационных данных на малые порции — «пакеты», которые достигали цели назначения различными путями. Эта экспериментальная сеть передачи пакетов первоначально предназначалась для изучения методов обеспечения надежной связи между компьютерами различных типов. Сеть ARPANet явилась прообразом сети InterNet (многие методы передачи данных через модемы были разработаны именно в ARPANet). Это была первая в мире сеть, перешедшая на маршрутизацию пакетов (1 января 1983 г.).

Компьютерная сеть ARPANet была построена с учетом обеспечения ее функционирования в период военных действий, что отражалось в высокой надежности доставки сообщений при повреждении части узлов или их полном физическом уничтожении. В случае поражения отдельных участков сети действующие узлы автоматически переадресовывали данные по функционирующим каналам связи. Такая надежность обеспечивала управление военным потенциалом США в любых условиях. Сеть была предназначена для связи различных военных учреждений и оборонных предприятий, а также важных исследовательских центров.

За шесть лет до построения в США сети ARPANet в СССР существовал план создания Государственной сети вычислительных центров (ГСВЦ), однако он не был реализован на практике, что лишило нашу страну возможного приоритета в данной области.

В начале 1970-х гг. среди пользователей ARPANet стало распространяться объективное мнение, что передать письмо по компьютерной сети намного удобнее, быстрее и дешевле, чем традиционным методом. Рей Томплинсон¹ предложил концепцию работы с электронными сообщениями в распределенных сетях. Так начала зарождаться электронная почта.

¹н (англ. Ray Samuel Tomlinson; 1941, Амстердам, Нью-Йорк — 5 марта 2016) — американский инженер компьютерной компании BBN Technologies. Разработал аналого-цифровые гибридные синтезаторы речи. Является изобретателем электронной почты, соединившей в 1971 году пользователей удаленных компьютеров сети ARPANET. Добавил поддержку сервиса e-mail к функциональным возможностям сети, выбрав символ @ (at-sign), чтобы обозначить принадлежность почтовых адресов определенным хостам. Разработал программное обеспечение TENEX, позволяющее компьютерам обмениваться текстовыми сообщениями. Кроме того, он разработал программу CPYNET, которая позволяла пересылать файлы и обеспечивала их сохранность

Эксперимент с ARPANet явился настолько успешным, что многие организации захотели войти в состав сети с целью ее использования для ежедневной передачи данных.

Сеть начала активно расти и развиваться, ее начали использовать ученые из разных областей науки. Так, в 1973 г. к ARPANet подключилась сеть CSNet (Computer Science Network — сеть факультетов информатики), объединяющая несколько университетов.

В связи с возникновением принципиально новых задач и методов их решения у организаций появилась новая потребность — связать воедино свои локальные сети и иметь возможность выходить в локальные сети других организаций.

Также в 1973 г. сеть стала международной — к ней были подключены первые иностранные организации из Великобритании и Норвегии.

В 1983 г. из ARPANet выделилась сеть MilNet (от англ. Military Network; с англ. — «Военная сеть»), которая стала относиться к DDN (Defense Data Network — сеть оборонных данных) Министерства обороны США. Таким образом, сеть MilNet обслуживала исключительно военные интересы, а сеть ARPANet стала доступной для разностороннего использования, преимущественно научного.

Началом становления InterNet принято считать создание в 1984 г. сети Национального научного фонда США (National Science Foundation — NSF11), который начал строительство пяти огромных суперкомпьютерных центров. А сеть NSFNet (от англ. National Science Foundation Network — компьютерная сеть Национального фонда науки США) должна была соединить эти центры с научно-исследовательскими организациями для того, чтобы специалисты, занятые в фундаментальных исследованиях, могли использовать вычислительные мощности существующих компьютерных центров.

Первоначально сеть NSFNet соединяла Национальный центр суперкомпьютерных приложений (National Center for Supercomputing Applications — NCSA) при Университете штата Иллинойс и Центр теории Корнельского университета. Но за первый же год работы к NSFNet подключились около 10 тыс. компьютеров. Она стала обширной меж-университетской сетью, которая включала более мелкие сети.

Вскоре за NSFNet стало закрепляться название «Интернет» — она служила каркасом Интернета в начале 1990-х гг.

Можно выделить *пять основных этапов развития сети InterNet* (они являются условными, но позволяют наглядно проследить динамику развития и распространения информационно-коммуникационных (сетевых) технологий):

- 1969-1973 гг. – зарождение сети ARPANet на территории США и ее использование исключительно в военных целях;

- 1973-1983 гг. – переориентация на использование сети в других целях, в том числе исследовательских (подключение университетской сети CSNet);

- 1983-1986 гг. – объединение разрозненных сетей в единую сеть (ARPANet и NSFNet);

- 1986-1990 гг. – распространение единой компьютерной сети (ARPANet прекратила свое существование, уступив место InterNet);

- 1990 г. наши дни полноценное развитие глобальной компьютерной сети.

Для современного этапа развития глобальной сети Интернет характерно постоянное увеличение ее размера и расширение сферы ее применения. Первоначально сетью пользовались исключительно для передачи файлов и сообщений электронной почты, в настоящее время с ее помощью решаются более сложные задачи распределенного доступа к ресурсам. Сегодня Интернет – это:

Самое прогрессивное средство общения и коммуникации;

- Самое благоприятное пространство для бизнеса (например, электронной торговли);

- Идеальный инструмент для рекламы;

- Крупнейший в мире источник развлечений и простор для творчества.

- Самый массовый и оперативный источник информации;

Интернет в России

В России Интернет появился с задержкой в несколько лет от всего мира. Сначала подавляющее большинство пользователей могло лишь отправлять и получать электронные письма, но не могло полноценно подключаться к сети и использовать все ее возможности.

Перечислим несколько важных фактов из истории Интернет в России:

20 Августа 1990 г.- Научная сеть Института атомной энергии им. И. В. Курчатова и ИПК Минавтопрома впервые подключилась к Интернету.

Август, 1990 г.- Основана компьютерная сеть RELCOM (RELIable COMmunication – надежная связь).

19 сентября 1990 г.- Официально зарегистрирован домен .SU (Soviet Union – Советский Союз) в международной базе данных (в InterNIC).

Октябрь, 1992 г.- Впервые в русскоязычном Интернете было организовано распространение электронной версии газеты «Известия»

7 апреля 1994 г. - Официально зарегистрирован домен .RU (Russia – Россия) в международной базе данных

Ноябрь, 1994 г.- Появилась первая русскоязычная электронная «библиотека Максима Мошкова» <http://lib.ru/>

Весна, 1995 г.-В сети заработала первая интернет-версия печатного издания («Учительская газета»)

Май, 1995 г.-РИА (Российское информационное Агентство) «РосБизнесКонсалтинг» запускает собственный сервер в Интернете.

Октябрь–декабрь, 1995 г.- В сети осуществляется проект «Россия: Выборы-95» (в реальном времени публикуется информация о ходе выборов).

Март, 1996 г.- Зарегистрирован первый сайт политической партии «Яблоко»

Осень 1996 г.- В Рунете (Российский сегмент Интернета) создали первый поисковик rambler.ru

1996г.-Началось осуществление межведомственной программы «Создание национальной сети компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы. Программа проводилась Министерством образования, Министерством науки и технологии, РАН и РФФИ, Госкомсвязи России.

1997 г.- Запущена поисковая система Yandex, позволяющая осуществлять поиск в Рунете с полным учетом морфологии русского языка. Открыт сервер Фонда эффективной политики.

1998 г.- Открылась бесплатная служба mail.ru.

Юридические аспекты и общие свойства сети Интернет

1. У Интернета нет собственника, так как он является совокупностью сетей, которые имеют различную географическую принадлежность.

2. Интернет нельзя выключить целиком, поскольку маршрутизаторы сетей не имеют единого внешнего управления.

3. Интернет стал достоянием всего человечества.

4. У Интернета имеется много полезных и вредных свойств, эксплуатируемых заинтересованными лицами.

5. Интернет является, прежде всего, средством открытого хранения и распространения информации. По маршруту транспортировки незашифрованная информация может быть перехвачена и прочитана.

6. Интернет может связать каждый компьютер с любым другим, подключённым к Сети, так же, как и телефонная сеть.

7. Спам-серверы и «зомби-сети» распространяют информацию по инициативе отправителя и забивают почтовые ящики пользователей электронной почты спамом точно так же, как забивают реальные почтовые ящики распространители рекламных листовок и брошюр.

8. Распространение информации в Интернете имеет ту же природу, что и слухи в социальной среде. Если к информации есть большой интерес, она распространяется быстро и широко, нет интереса — нет распространения.

9. Чтение информации, полученной из Интернета или любой другой сети ЭВМ, относится, как правило, к непубличному воспроизведению произведения. За распространение информации в Интернете (разглашение), если это государственная или иная тайна, клевета, другие запрещённые законом к распространению сведения, предусмотрена юридическая ответственность по законам того места, откуда информация введена.

10. 3 июня 2011 года была принята резолюция ООН, признающая доступ в Интернет базовым правом человека. Таким образом, отключение тех или иных регионов от Интернета является нарушением прав человека.

Протоколы TCP/IP

Всякий раз, когда мы говорим о вычислительной технике, надо иметь в виду принцип единства аппаратного и программного обеспе-

чения. Пока глобальное расширение ARPANet происходило за счет механического подключения все новых и новых аппаратных средств (узлов и сетей), до Интернета в современном понимании этого слова было еще очень далеко. Рождение Интернета в современном понимании произошло в 1983 году, когда была решена проблема устойчивости глобальной сети. Это произошло благодаря внедрению протоколов TCP/IP [29].

Слово «протокол» в сетевых технологиях имеет смысл, близкий, но несколько отличный от значения, такого, как «документ с записью всего происходящего», приводимого в словаре Ожегова/

Протокол – это набор правил, определяющий характер взаимодействия пользователей и последовательность выполняемых действий при обмене информацией. Сетевые протоколы управляют потоком информации (пакетами данных) между двумя клиентами (программами), работающими на одном или разных компьютерах.

По мере продвижения пакета данных по сети на каждом этапе его взаимодействия с другими сетевыми элементами обрабатывают протоколы разных уровней. Полную совокупность таких протоколов, необходимых для успешного взаимодействия разных элементов в рамках сети, принято называть семейством или стеком протоколов. Функционирование сети Интернет основано на семействе протоколов TCP/IP. Интернет часто называют TCP/IP-сетью, так как эти два протокола¹⁸ являются самыми важными. В этой паре:

- ☐ TCP – Transmission Control Protocol – протокол управления передачей данных,

- ☐ IP – Internet Protocol – протокол Internet, адресный протокол.

Стек протоколов TCP/IP имеет пять уровней:

- ☐ прикладной (верхний уровень),
- ☐ транспортный,
- ☐ сетевой,
- ☐ канальный,
- ☐ физический (нижний уровень).

Физический уровень соответствует уровню доступа к сети, отвечает за физический интерфейс между устройством и средой передачи данных. На нем идет работа с характеристиками передающей среды, природой сигналов, скоростью передачи данных и т.п. Поддерживает

основные технологии локальных сетей — Ethernet, Wi-Fi, Token Ring, Bluetooth и т.д.

Канальный уровень организует передачу данных в имеющейся физической среде.

Сетевой уровень — это уровень межсетевого взаимодействия, отвечает за маршрутизацию сообщений при прохождении по сети. Обеспечивает передачу пакетов данных из одной подсети в другую. В качестве протокола используется адресный протокол IP.

Протокол IP управляет адресацией пакетов, направляя их по различным маршрутам между узлами сети, и позволяет объединять различные сети.

Транспортный уровень отвечает за надежность передачи данных между приложениями.

Поддерживает два протокола:

□ Transmission Control Protocol, TCP, протокол управления передачей. Согласно этому протоколу отправляемые данные «нарезаются» на небольшие пакеты, после чего каждый пакет маркируется таким образом, чтобы в нем было все необходимое для правильной сборки документа на компьютере получателя. Протокол обеспечивает гарантированную доставку пакетов в нужном порядке и без ошибок. Используется в тех приложениях, где важно обеспечить целостность передачи данных;

Протокол TCP преобразует сообщения в поток пакетов на передающей стороне и собирает пакеты обратно в сообщения на принимающей стороне.

User Datagram Protocol, UDP, протокол пользовательских датаграмм (массивы данных). В отличие от TCP не гарантирует доставки пакетов. Используется там, где обеспечение доставки информации не особенно важно по сравнению со скоростью передачи данных.

Прикладной — обеспечивает работу приложений пользователя. К протоколам прикладного уровня относятся: FTP (File Transfer Protocol — протокол копирования файлов; HTTP (HyperTextTransferProtocol — протокол передачи гипертекста; SMTP (SimpleMail Transport Protocol) — протокол для передачи почты.

Когда программы одного компьютера передают данные на другой компьютер в сети, то данные (сообщение) последовательно передаются на самый нижний уровень (рис. 1.8). Задача каждого уровня:

принять данные, добавить свою информацию, передать данные дальше. Только дойдя до самого нижнего, физического уровня сетевой модели, данные попадают в среду передачи и достигают компьютера-получателя. В нем они проходят сквозь все уровни в обратном порядке, пока не достигнут уровня программы адресата на удаленном компьютере.

Семейство протоколов TCP/IP



Рис. 1.8 Уровни стека протоколов TCP/IP

Система адресации сети Интернет

Каждый подключенный к сети компьютер (хост) имеет свой адрес, по которому его может найти абонент из любой точки мира. Сеть интернет самостоятельно осуществляет передачу данных, при этом к адресам станций предъявляются специальные требования. Адрес должен нести определенную информацию о своем владельце и иметь формат, позволяющий автоматически вести его обработку. С этой целью для каждого компьютера устанавливаются два адреса, которые могут применяться равноценно:

- *IP-адрес* – уникальный цифровой адрес компьютера, подключенного к сети;
- *Доменный адрес* – символьное имя, используется для удобства обращения к ресурсам сети.

IP-адрес имеет длину 32 бита (4 байта). Его можно представить несколькими способами, но более привычна точечно-десятичная

форма записи, при которой IP-адрес для удобства разделяется на четыре блока по 8 бит (1 байт), каждый из которых записывается в десятичном виде (числом от 0 до 255) и отделяется от других точкой. Например, следующие записи являются эквивалентными представлениями одного и того же IP-адреса:

Точечно-десятичная запись 172.20.3.240

Десятичное число 2 886 992 880

Двоичное число 10101100 00010100 00000011 11110000

Шестнадцатичное число AC 14 03 F0

32-разрядный IP-адрес кодирует номер сети и номер хоста в сети, т.е. содержит полную информацию, необходимую для идентификации компьютера.

Интернет состоит из тысяч взаимосвязанных сетей. Чтобы отличить одну сеть от другой, центр сетевой информации Интернет (Internet Network Information Center - InterNIC) гарантирует, что каждая сеть имеет свой уникальный идентификатор.

Для обеспечения максимальной гибкости IP-адреса подразделяются на классы A, B, C, D, E. В зависимости от класса полный 32-битный адрес по-разному разбивается на 8-битные составляющие. При этом первые от 1 до 5 битов в начале IP-адреса идентифицируют соответствующий класс адреса, который определяет, сколько байт используется для идентификатора сети (классов A-C). IP-адреса имеют следующую структуру:

1. Адреса класса А

0	Идентификатор сети (7 битов)	Идентификатор хоста (24 бита)

2. Адреса класса В

1	0	Идентификатор сети (14 бит)	Идентификатор хоста (16 бит)

3. Адреса класса С

1	1	0	Идентификатор сети (21 бит)	Идентификатор хоста (8 бит)

По первому числу IP-адреса можно определить тип класса:

Адреса класса А - Числа от 0 до 127

Адреса класса В -Числа от 128 до 191

Адреса класса С -Числа от 192 до 223

Адрес сети класса А позволяет идентифицировать более 16 млн. компьютеров в локальной сети организации, но при этом может существовать не более 128 локальных сетей данного класса. Адрес сети класса В позволяет выделить большее количество локальных сетей, но с меньшим количеством компьютеров в сети. И, наконец, сети класса С могут иметь максимум 254 компьютера, но таких сетей может быть свыше 2 млн. InterNIC использует класс D для групповых адресов, которые обозначают группы серверов Интернет. Передача с использованием группового адреса доставляет сообщения нескольким главным компьютерам. Адреса класса Е зарезервированы для будущего использования.

Самому пользователю сети неудобно использовать числовые IP-адреса по причине отсутствия смысловой характеристики хоста и их трудной запоминаемости. Именно поэтому в соответствии таким адресам стали применять символьные имена. В сети используется система доменных имен (Domain Name System – DNS), которой управляет межсетевая корпорация по присваиванию имен и чисел (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers – ICANN).

Как и IP-адрес, DNS-имя также должно однозначно идентифицировать компьютер в сети. Система DNS рассматривается как механизм, используемый для получения по имени компьютера его IP-адреса.

Для обработки доменных имен используются специальные DNS-серверы, которые осуществляют перевод доменных имен в связанные с ними IP-адреса.

По своей организации и внутренней структуре доменные имена напоминают полный путь к файлу в дереве каталогов.

В доменной системе имен имя делится на несколько уровней, которые называются доменами, домены в именах отделяются друг от друга точками, например, petrsu.karelia.ru — это доменное имя сервера университета.

В отличие от цифрового кода доменный адрес читается в обратном порядке. Самый левый домен — это имя компьютера, имеющего IP-адрес, затем имя сети, в которой он находится (домен более высокого уровня). Так в адресе pmik.karelia.ru:

pmik - имя компьютера (сервер кафедры прикладной математики и кибернетики);

karelia.ru - имя сети

Самый правый домен – домен верхнего уровня, который включает в себя домен второго уровня и т.д. В имени может быть различное количество доменов, но практически их не больше пяти.

В доменной системе имен ключевым является понятие «полное имя домена», которое включает все домены более высокого уровня. Структуру DNS можно представить в виде дерева, каждый узел которого имеет свое название. Для каждого конкретного узла полное имя домена будет состоять из его имени и имени всех узлов, связывающих его с корнем дерева. Все домены, расположенные в адресе левее домена верхнего уровня, последовательно уточняют положение адреса внутри этого домена.

Принято считать, что все серверы в сети – равноправны. Но для удобства их объединяют в логические группы, которые называются «доменными зонами». Зоны могут быть как географическими, так и тематическими. Принадлежность сервера к той или иной зоне легко установить по его адресу, а точнее, по домену верхнего (первого) уровня.

1) *Географическая доменная зона* (используется территориальный принцип адресации) включает домены первого уровня, выделяемые странам, подключенным к сети, посредством своих компьютеров

Имена домена	Страна
ru	Россия
su	Бывший СССР
us	Соединенные Штаты Америки
uk	Великобритания, Ирландия
de	Германия
jp	Япония
tv	Тайвань
tr	Турция
ch	Китай

2) «Тематическая» доменная зона включает домены первого уровня для компьютеров, группируемых по типу организаций, которые ими владеют:

Имена домена	Обозначает
gov	Правительственное учреждение
com	Любая коммерческая организация
net	Организация, имеющая отношение к сетевым услугам
mil	Военное учреждение
int	Международное учреждение
edu	Образовательное учреждение
shop	Сетевой магазин
pro	Профессиональное учреждение
museum	музей
coop	Объединение, корпорация
biz	Бизнес-проект
info	Ресурс информационной направленности
aero	Организация, относящаяся к авиаиндустрии

Смысловые значения доменов верхнего уровня зафиксированы международной организацией ICANN. Распределением адресов занимается корпорация ICANN, а регистрация осуществляется ее региональными представительствами. В странах СНГ этими вопросами занимается специальная служба сети РЕЛКОМ. На сайте корпорации ICANN <https://www.icann.org> можно найти полный список доменных зон первого уровня.

Технологии подключения к Internet

Подключение к интернету организуется по принципу присоединения. То есть, чтобы подключить свой компьютер к Интернету, следует на договорной основе подключить его к другому компьютеру или локальной сети, ранее подключенной к интернету. Для этого существует несколько альтернативных технологий. Различаются они в первую очередь доступностью канала связи и стоимостью его эксплуатации.

Помимо физического подключения к одному из узлов Всемирной сети для работы в Интернете необходимо:

☐ Получить IP-адрес на постоянной основе или временной основе;

☐ Установить и настроить программное обеспечение – программы-клиенты тех служб интернета, услугами которых предлагается пользоваться.

Организации, предоставляющие возможность подключения к своему узлу и передающие в аренду свои IP-адреса, называются поставщиками услуг Интернета (сервиспровайдер, провайдер, оператор связи). Провайдерами, например, являются:

- ☐ Ростелеком (<http://www.rt.ru/>);
- ☐ Мегафон, Билайн, МТС;
- ☐ Компании - Ситилинк, Sampo.ru

IP-адрес называют *статическим* (постоянным, неизменяемым), если он назначается автоматически при подключении устройства к сети и не может быть присвоен другому устройству.

IP-адрес называют *динамическим* (непостоянным, изменяемым), если он назначается автоматически при подключении устройства к сети и используется в течение ограниченного промежутка времени (сессии).

Физическое подключение может быть выделенным и коммутируемым. Для выделенного соединения необходимо, как правило, проложить новую или арендовать готовую физическую линию связи (кабельную, оптоволоконную, радиоканал, спутниковый канал и т.п.). От линии связи зависит ее пропускная способность (измеряется в единицах бит в секунду).

Сетевое подключение

Наиболее распространенной технологией построения локальных вычислительных сетей является технология Ethernet. Согласно этой технологии, компьютер абонента напрямую подключается к локальной сети провайдера и становится ее частью. Для подключения к сети компьютер должен иметь стандартный адаптер локальной сети или материнскую плату со встроенным адаптером. В качестве среды, несущей сигналы, используется коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель или провод «витая пара».

Обычно оператор связи заранее устанавливает свои маршрутизаторы в местах предполагаемого подключения абонентов: в зданиях, сооружениях, подъездах жилых домов.

Для подключения абонента от его компьютера до ближайшего маршрутизатора прокладывается проводная или беспроводная линия связи. Достоинства: высокая надежность, производительность и функциональность соединения.

Кабельное подключение

Этот вид подключения основан на использовании кабельных сетей телевизионного вещания.

Он находит основное применение в населенных пунктах с развитой инфраструктурой средств связи.

Компьютер сопрягается с кабельной сетью через специальный адаптер, который называют кабельным модемом. Со стороны сети к нему подходит телевизионный кабель, а со стороны ПК – кабель локальной сети Ethernet. Основное достоинство кабельного соединения: высокая производительность и надежность. Основной недостаток – потребность в специальном оборудовании и наличии развернутой инфраструктуры связи. Обычно этот вид подключения осуществляется как дополнительная услуга для абонентов услуг кабельного телевидения.

Соединение GPRS

GPRS (General Packet Radio Service — «пакетная радиосвязь общего пользования») – это технология пакетной передачи данных в сетях мобильной телефонии GSM. При установлении GPRS-соединения оператор мобильной связи выделяет радиотелефону абонента постоянный или временный IP-адрес.

Основными недостатками GPRS-технологии являются:

- ☐ малая пропускная способность соединения
- ☐ недостаточная надежность;
- ☐ недостаточная доступность (связь действует на расстоянии не более 2-3 км от базовой станции сети).

Технологии GSM-связи постоянно развиваются, поэтому сегодня абонентам, желающим использовать для доступа в Интернет средства сотовых сетей, может быть доступен не только GPRS, но и более современные, скоростные и надежные технологии:

- ☐ 3G (от англ. third generation — третье поколение), технологии мобильной связи поколения — набор услуг, который объединяет как высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет, так и технологию радиосвязи, которая создаёт канал передачи данных.

□ 4G (от англ. fourth generation — четвертое поколение) — поколение мобильной связи с повышенными требованиями. К четвертому поколению принято относить перспективные технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с - подвижным и 1 Гбит/с — стационарным абонентам.

Соединение Wi-Fi

Технология Wi-Fi (Wireless Fidelity) основана на семействе стандартов беспроводной передачи данных по радиоканалу. Радиус действия соединения 30-40 м в помещении и до 100 м на открытой местности.

Достоинства технологии Wi-Fi:

□ доступность - точки доступа Wi-Fi, к которым возможно простое подключение, широко доступны в местах массового пребывания людей: гостиницах, библиотеках, кафе, барах, на вокзалах и т.д.;

□ экономичность и удобство подключения для малых офисов и личных домохозяйств: нет необходимости прокладывать проводную линию связи, выполнять ремонтно-строительные работы, нарушать интерьер и дизайн помещений.

Основные недостатки:

□ сравнительно невысокий радиус действия соединения,
□ необходимость обеспечения сетевой безопасности для защиты соединения от подключения посторонних лиц.

Соединение WiMAX

Телекоммуникационная технология WiMAX (Wireless Interoperability for Microwave Access) предназначена для беспроводного подключения к интернету широкого спектра устройств от стационарных до мобильных. Она призвана преодолеть основной недостаток технологии Wi-Fi: ограниченный радиус действия соединения. Технология WiMAX особенно эффективна, когда решается не частная задача подключения отдельного абонента к Интернету, а необходимо оперативно развернуть опорную сеть для создания инфраструктуры связи в целом регионе.

Узлы опорной сети WiMAX располагаются на вышках или на крышах сооружений таким образом, чтобы обеспечивалось условие прямой видимости между соседними станциями. При этом расстояние между ними может достигать десятков километров, а скорость обмена данными — 120 Мбит/с.

Сервисы и услуги сети Internet

В настоящее время в интернете существует достаточно большое количество сервисов, обеспечивающих работу со всем спектром ресурсов. Наиболее известными среди них являются:

- сервис DNS (англ. Domain Name System — система доменных имён), обеспечивающий возможность использования для адресации узлов сети мнемонических имен вместо числовых адресов;

- электронная почта (E-mail), обеспечивающая возможность обмена сообщениями

- одного человека с одним или несколькими абонентами;

- сервис IRC (англ. Internet Relay Chat), предназначенный для поддержки текстового общения в реальном времени (chat);

- телеконференции, обеспечивающие возможность коллективного обмена сообщениями;

- сервис FTP (англ. File Transfer Protocol — протокол передачи файлов)— система файловых архивов, обеспечивающая хранение и пересылку файлов различных типов;

- World Wide Web (WWW, W3, «Всемирная паутина») — гипертекстовая (гипермедиа) система, предназначенная для интеграции различных сетевых ресурсов в единое информационное пространство.

Перечисленные выше сервисы относятся к стандартным. Это означает, что принципы построения клиентского и серверного программного обеспечения, а также протоколы взаимодействия сформулированы в виде международных стандартов. Следовательно, разработчики программного обеспечения при практической реализации обязаны выдерживать общие технические требования.

Сеть Internet предоставляет пользователям огромный набор различных услуг.

Наиболее широко представлены услуги, связанные с обменом информацией между абонентами сети. Сейчас наиболее популярные услуги интернета — это:

- Всемирная паутина:

- Веб-форумы,

- Блоги,

- Вики-проекты (и, в частности, Википедия),

- Интернет-магазины,

- Интернет-аукционы,

- Социальные сети;

☐ Электронная почта и списки рассылки;

☐ Группы новостей (в основном, Usenet);

☐ Файлообменные сети;

☐ Электронные платёжные системы;

☐ Интернет-радио;

☐ Интернет-телевидение IPTV;

☐ IP-телефония;

☐ Мессенджеры (Instant Messenger, IM) - это программа, мобильное приложение или веб-сервис для мгновенного обмена сообщениями. Наиболее популярные

мессенджеры - это WhatsApp, Viber, FacebookMessenger, Skype, ICQ, GoogleHangouts);

☐ FTP-серверы;

☐ Поисковые системы;

☐ Интернет-реклама;

☐ Удалённые терминалы;

☐ и др.

Всемирная паутина WWW

Word Wide Web (Всемирная паутина) представляет собой самое современное средство организации сетевых ресурсов.

Всемирная паутина (англ. *World Wide Web*) — распределённая система, предоставляющая доступ к связанным между собой документам, расположенным на различных компьютерах, подключённых к Интернет.

Для обозначения Всемирной паутины также используют слово веб (англ. web «паутина») и аббревиатуру WWW.

Проект WWW возник в начале 1989 г. в Европейской Лаборатории физики элементарных частиц (European Laboratory for Particle Physics (CERN) в Женеве, Швейцария).

Основное назначение проекта – предоставить пользователям не профессионалам «on-line» доступ к информационным ресурсам. В 1992 году началось практическое применение технологии WWW за пределами CERN.

Организованное службой WWW информационное пространство состоит из множества взаимосвязанных электронных документов, хранящихся на веб-серверах. Всемирную паутину образуют сотни миллионов веб-серверов.

Большинство ресурсов Всемирной паутины основаны на технологии гипертекста.

Гипертекстовую систему разработал в 1989 году Тим Бернерс-Ли²

Гипертекст – это текст, содержащий ссылки на другие части данного документа, на другие документы, на объекты нетекстовой природы (звук, изображение, видео), а также система, позволяющая читать текст, отслеживать ссылки, отображать картинки и проигрывать звуковые и видеовставки. Гипертекст с нетекстовыми компонентами (звук, видео) называется гипермедиа.

Конечной целью WWW является объединение всех ресурсов сети (файлов, текстов).

Гипертекстовые документы, размещаемые во Всемирной паутине, называются веб-страницами. Несколько веб-страниц, объединённых общей темой, дизайном, а также связанных между собой ссылками и обычно находящихся на одном и том же веб-сервере, называются веб-сайтом (веб-узлом).

Группы сайтов с необходимыми пользователю услугами, доступ к которым можно получить с единой для всех титульной страницы называют *порталом* (рис. 1.9).

Для загрузки и просмотра веб-страниц используются специальные программы — браузеры (англ. browser). Браузер является клиентской программой службы WWW. Основными функциями браузеров являются:

- ☐ Установление связи с веб-сервером, на котором хранится документ, и загрузка всех компонентов комбинированного документа;
- ☐ Отображение веб-страницы в соответствии с возможностями компьютера, на котором браузер работает;

² Сэр Тимоти Джон Бернерс-Ли (англ. Sir Timothy John «Tim» Berners-Lee; род. 8 июня 1955 года) — британский учёный, изобретатель URI, URL, HTTP, HTML, создатель Всемирной паутины (совместно с Робертом Кайо) и действующий глава Консорциума Всемирной паутины. Автор концепции семантической паутины.

Автор множества других разработок в области информационных технологий

□ Предоставление средств для отображения мультимедийных и других объектов, входящих в состав веб-страниц, а также механизма расширения, позволяющего настраивать программу на работу с новыми типами объектов;

□ Обеспечение автоматизации поиска веб-страниц и упрощение доступа к веб-страницам, посещенным ранее;

□ Предоставление доступа к встроенным или автономным средствам для работы с другими службами Интернета.

Примеры широко используемых браузеров

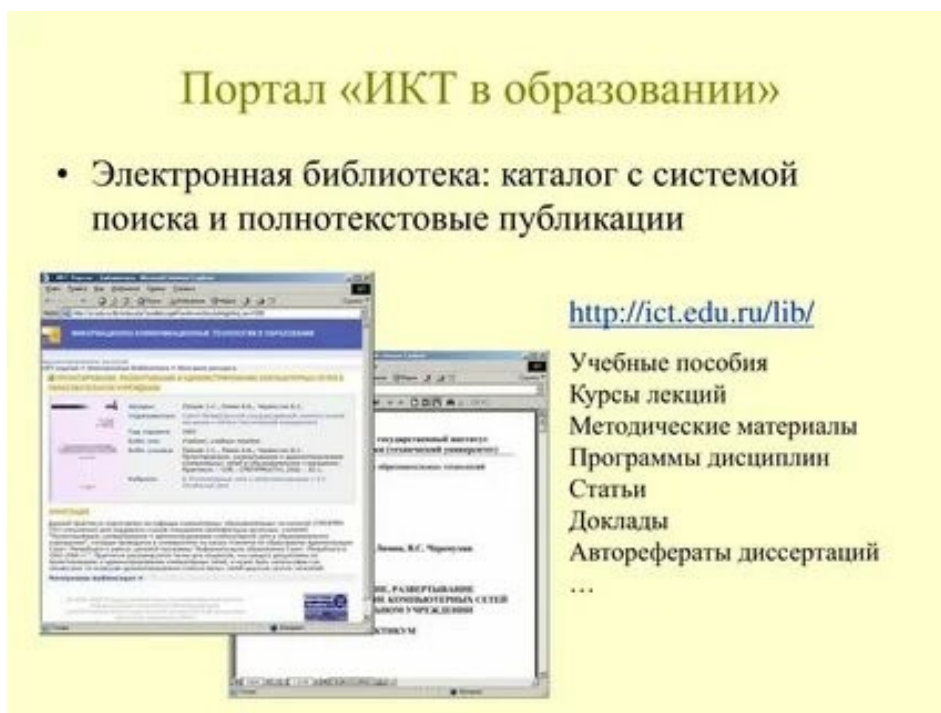


Рис. 1.9 Титульная страница портала «ИКТ в образовании»

К основным компонентам технологии WWW относятся:

- язык гипертекстовой разметки документов HTML (HyperText Markup Language);
- универсальный способ адресации ресурсов в сети URL (Uniform ResourceLocator);
- протокол обмена гипертекстовой информацией HTTP (Hyper Text Transfer Protocol – протокол передачи гипертекста).

В отличие от обычных текстов, документы в сети содержат команды, задающие их структуру, включая ссылки на другие документы. Такие команды называются тегами. В тексте документа команды заключаются в скобки $\langle \rangle$. Тэги позволяют браузеру отформатировать документ для его отображения на экране в соответствии с возможностями конкретного компьютера. Правила записи тегов содержатся в спецификации особого языка разметки, близкого к языкам программирования. Он называется языком разметки гипертекста – HTML (HyperText Markup Language). Таким образом веб-документ представляет собой обычный текст, размеченный тегами HTML. Такие документы также называют HTML-документами или документами в формате HTML.

В состав HTML входит набор команд, используемых для описания структуры документа. С помощью HTML документ разбивается на соответствующие логические компоненты: абзацы, заголовки, списки и т.д. Конкретные атрибуты форматирования документа (основного текста и выделенных компонентов) при его просмотре определяются используемым браузером.

Пример HTML документа

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="ru">
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Привет, мир!</title>
  </head>
  <body>
    <h1>Привет, мир!</h1>
    <p>Это веб-страница.</p>
  </body>
</html>
```

Гипертекстовые связи между миллиардами документов, хранящихся на физических серверах Интернета, являются основой существования информационного пространства WWW. А для того чтобы такие связи могли существовать, каждый документ в этом пространстве должен обладать уникальным адресом. Адрес любого файла во всемирном масштабе определяется унифицированным указателем ресурса – URL (Uniform ResourceLocator).

Адрес URL состоит из трех частей: указания службы, предназначенной для доступа к данному ресурсу; указания доменного имени компьютера (сервера), на котором хранится данный ресурс, а также указания полного пути к файлу на указанном компьютере.

Служба, которая осуществляет доступ к данному ресурсу, обозначается именем своего прикладного протокола с последующим знаком «двоеточие» и двумя знаками «косая черта».

http:// Ресурс является документом гипертекстовой системы (web-сервер) и программа должна использовать протокол передачи гипертекста

ftp:// Указывает на файлы, доступные по протоколу передачи файлов

mailto:// Обозначает адреса электронной почты

file:// Обозначает файлы на собственном компьютере

Пример:

http://pmik.karelia.ru/user/semenova/informatika/index.html

Клиент, которым обычно является веб-браузер, передаёт веб-серверу запросы на получение ресурсов, обозначенных URL-адресами. Ресурсы — это HTML-страницы, изображения, файлы, медиа-потoki или другие данные, которые необходимы клиенту. В ответ веб-сервер передаёт клиенту запрошенные данные. Этот обмен происходит по протоколуHTTP.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое компьютерная сеть?
2. Чем отличается локальная и глобальная сеть?
3. Что такое топология сети?
4. Перечислите основные способы объединения компьютеров в сеть.
5. Перечислите методы доступа к среде передачи данных.

6. Какие технические средства необходимы для организации локальной сети?
7. Какие функции сервера и рабочей станции в локальной сети?
8. Какое оборудование и программное обеспечение необходимо для выхода в Internet?
9. Что такое IP и доменный адрес?
10. Дайте определение понятия адрес ресурса (URL). Какова структура URL?
11. Примеры адресаций в Internet: почтового адреса человека, адреса компьютера, URLадреса, адреса Web-страницы.
12. Что такое web-сервер?
13. Что такое почтовый сервер?
14. Перечислите основные сервисы Internet.
15. Что такое Всемирная паутина (WorldWideWeb)?
16. Что такое web-страница и web-сайт?
17. Назовите способы поиска информации в сети.

Тема 4. Службы Интернета

Современные службы интернета: определение и классификация. Основные службы современного интернета. Технология гипертекста. WWW-страницы: структура и принципы работы. Электронная почта.

Интернет играет важную роль в жизни современного человека, являясь:

- 1) средством доступа к общим информационным ресурсам;
- 2) средством коммуникации (общения) между удалёнными пользователями.

Благодаря Интернету, ставшему в наше время мобильным, пользователь, где бы он ни находился, всегда имеет доступ к важным документам, почте, может получить информацию по любому интересующему его вопросу.

Средства обеспечения определённых услуг для пользователей сети Интернет принято называть службами (сервисами) [14].

Для каждой службы Интернета существует своя программа-сервер, клиентская программа и свой протокол, обеспечивающий взаимодействие программы-клиента с сервером. Воспользоваться какой-либо службой Интернета можно только в том случае, если на компьютере установлено соответствующее программное обеспечение (клиентская программа).

Информационные службы

Информационные службы предоставляют пользователям возможность доступа к разнообразным информационным ресурсам (файлам, документам), хранящимся в Интернете. Основными информационными службами Интернета являются Всемирная паутина, служба передачи файлов, служба файлообменников.

Всемирная паутина (англ. World Wide Web, WWW) представляет собой распределённую по всему миру информационную систему, состоящую из миллиардов взаимосвязанных электронных документов — веб-страниц. Каждый ресурс (страница, документ, файл) в Интернете имеет свой уникальный адрес или URL (англ. Universal Resource Locator — универсальный указатель ресурсов).

WWW позволяет не только путешествовать по всему свету, наслаждаясь достоинствами мультимедийных технологий, удобно использовать все средства Сети, но и, что особенно важно, углубленно погружаться в избранную проблему с помощью технологии гипертекста. Функции, частично аналогичные WWW, выполняет технология Gopher, но в ней применена концепция меню. В меню перечисляется информация по различным темам, подобно тому, как это делается в оглавлении. Строка меню представляет либо тематические подменю, либо файлы. Таким образом, пользователи могут легко найти, а выбрав строку меню, и прочитать, файлы, имеющиеся на серверах сети, где бы они не находились. Gopher поддерживает разные типы файлов — текстовые, звуковые, программные и т. д.

World Wide Web (WWW) — Всемирная паутина — является одной из самых популярных информационных служб Интернета.

Долгое время Интернет представлял собой лабиринт различных компьютерных сетей, по которым в основном передавались электронные сообщения. Новичок, не искушенный в тонкостях использования компьютерных команд и программ, чувствовал себя в этом лабиринте достаточно скованно и неуверенно. Новая технология, созданная по принципу «указал — нажал», в простой и наглядной форме научила пользователя четко формулировать свои запросы к сети и выбирать именно то, что ему нужно. Эта технология и реализуется World Wide Web.

Активный интерес большинства пользователей к средствам передачи информации в режиме реального времени возник с появлением именно этой технологии. За короткое время WWW превратила Интернет в информационную супермагистраль или «мировую информационную паутину». WWW — новая и сравнительно недорогая технология, которая позволила миллионам людей общаться между собой в режиме прямого диалога. По сети стали успешно передавать не только текстовые файлы, но и звук, графику и видеоизображения. Владельцы компьютерных баз данных и коммерческих сетей увидели в Интернете безграничный потребительский рынок и основной канал для распространения деловой информации, позволяющий им эффективно делать свой бизнес в виртуальном пространстве Сети.

Три «кита» технологии WWW:

- универсальный способ адресации ресурсов в сети URL;
- язык гипертекстовой разметки документов HTML (Hypertext Markup Language);
- протокол обмена гипертекстовой информацией HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

Гипертекстовые технологии Интернета

Web-серверы содержат информационные страницы, которые обычно называют web-страницами.

Особенность информации, представленной на web-страницах, состоит в том, что:

она может быть представлена в различных вариантах — в виде форматированного текста, графических, возможно, анимированных, изображений;

она снабжена перекрестными ссылками для вызова нового текущего сервера, текущей страницы, текущего абзаца на странице.

Иными словами: страницы web-сервера условно могут быть разделены на два класса:

собственно содержательные;

страницы-посредники, служащие для обеспечения гипертекстовой связи.

Передвижение в поиске нужной информации осуществляется с использованием гипертекстовых ссылок.

Hypertext Transfer Protocol

В основе организации таких ссылок лежит протокол передачи гипертекста (Hypertext Transfer Protocol).

Гипертекст — это документ, имеющий ссылки на другие документы. Говоря более точно, гипертекст (гипертекстовый документ) — это текстовый документ, содержащий ссылки на другие части данного документа, на другие документы, на объекты нетекстового формата (звук, графика, видео), в совокупности с системой, позволяющей такой текст читать, отслеживать ссылки, отображать графику, воспроизводить аудио- и видеовставки. Гипертекст с мультимедийными компонентами (аудио, видео) часто называют системами гипермедиа (hypermedia).

Внутри гипертекстового документа некоторые фрагменты текста должны быть четко выделены. Указание на них с помощью мыши, например, позволяет автоматически перейти в соответствии с тематикой выделенного текста на другую часть этого же документа, на другой документ в этом же компьютере или на документы на любом другом компьютере, подключенном к Интернету. Связь между гипертекстовыми документами осуществляется с помощью ключевых слов. Найдя ключевое слово, пользователь может перейти в другой документ, чтобы получить дополнительную информацию. Новый документ также будет иметь гипертекстовые ссылки.

Структурно гипертекстовые документы представляют собой текстовые файлы, в которые встроены специальные HTML-команды. Все современные офисные программы-приложения (Word, Excel, Access, Power Point, Outlook и другие) имеют удобный инструмент для почти автоматического создания гипертекста. При этом используется специальный язык разметки гипертекстов — Hypertext Markup Language.

Hypertext Markup Language

Предшественником языка HTML был язык SGML (Standard Generalized Markup Language — стандартный обобщенный язык разметки). Этот язык с 30-летним возрастом, одобренный в 1986 году ISO, позволял лишь формировать сам текст, указывать границы и соподчинение составных частей документа. Но в нем отсутствовали какие-либо возможности по форматированию (оформлению) документа (выбора типа, размера и цвета шрифта, включения произвольных графических фрагментов и т. д.), что свойственно всем современным текстовым редакторам.

Язык HTML, первая версия которого появилась в 1991 году, большинство своих функций ориентировал именно на оформление документов, и документы, создаваемые с его использованием, ожили. В настоящее время web-страницы создаются с помощью именно этого языка, то есть информационная среда WWW полностью «закодирована» на языке HTML.

Действительно, информационное пространство World Wide Web состоит из сотен миллионов взаимосвязанных документов, хранящихся на web-серверах. А отдельные документы как раз и называются

web-страницами. Группы тематически объединенных web-страниц называют web-сайтами (сайтами, web-узлами).

Средства просмотра информации в WWW

Доступ к WWW обеспечивается как клиентам, использующим только буквенно-цифровую технологию (текстовый поиск по адресам поисковых объектов), так и клиентам, предпочитающим работу в режиме графики (отображенный на экране гипертекст представляет собой сочетание текстовой информации в различных форматах и стилях и некоторых графических изображений — картинок). Второе, безусловно, удобнее и потому предпочтительнее.

Теоретически гипертекстовая технология WWW обеспечивает нахождение любой информации в процессе целенаправленного продвижения по ссылкам. Однако, согласно последним оценкам, объем информации в Интернете составляет 550 миллиардов страниц (по 100 страниц на каждого жителя Земли), объединенных в сотни миллионов документов, и найти нужный в этом множестве, продвигаясь от ссылки к ссылке, практически невозможно. (По данным фирмы Alexa Internet (www.alexa.com), объем все тех же web-страниц составил в 1998 году около 12 Тбайт, а также в Интернете ежедневно появлялось полтора миллиона новых web-страниц — около 20 в секунду.)

Обычно пользователь достаточно быстро обзаводится набором любимых и часто посещаемых им узлов (web-серверов) и формирует массив закладок (bookmarks), позволяющих мгновенно выйти на интересующий его web-сервер и документ. Но как быть, если нужно решить какую-либо новую проблему, найти информацию по новой тематике?

Для этой цели предусмотрены специальные программы, системы и технологии поиска.

Обозреватели Интернета и поисковые системы

Для доступа к web-объекту с известным адресом используются программы-обозреватели, называемые браузерами (browser).

Браузер — это, по существу, «клиент», выполняющий функции грамотного, эрудированного проводника, помогающего пользователю отобразить нужную информацию. Программ-браузеров разработано очень много: это и патриархи данной группы программ — текстовый браузер Lynx (общение с помощью адресов) и графический Mosaic (общение по текстам и картинкам меню), и отечественный графический

браузер с таким романтическим названием Ariadna (разработка московской фирмы Advanced Multimedia System Design), и многие другие. Н

Основная задача любого браузера — сделать наше общение с Сетью удобным и приятным. Чаще всего это наше взаимодействие сводится к путешествию по Всемирной паутине и просмотру ее «узелков», отправке и чтению электронных писем, публикации и получению новостей, пересылке файлов. Все эти возможности есть у всех «уважающих себя» браузеров (соответствующие инструменты входят как вспомогательные в состав программных пакетов). Конечно, по сравнению со специализированными средствами (почтовыми клиентами, например) соответствующие функциональные возможности браузеров слабее, но они вполне удовлетворяют большинство разумных потребностей. Например, в Internet Explorer и Netscape Navigator письма посылаются по протоколу SMTP и компонуется в формате MIME. Но существенно более важно то, что оба эти браузера поддерживают все расширения стандарта HTML.

Средства поиска информации в WWW

Поиск нужной информации в Интернете (определение адресов тех документов, которые содержат интересующую вас информацию) представляет собой весьма трудоемкую задачу для новичка.

Возможные варианты поиска:

- заимствование адресов необходимых документов из бумажных справочников, сборников наподобие «Желтых страниц» и т. п.;
- использование справочно-поисковых систем.

Все существующие типы справочно-поисковых систем обрабатывают массивы неоднородной информации, содержащейся в Сети, но в их основе лежат различные механизмы поиска и отображения информации. Их можно условно разделить на группы:

- поисковые машины;
- поисковые каталоги;
- базы данных адресов электронной почты;
- системы поиска в архивах Gopher;
- системы поиска на FTP-серверах;
- системы поиска в USENET.

Для WWW наиболее характерны поисковые машины и поисковые каталоги [13].

Поисковые машины постоянно автоматически исследуют Сеть с целью пополнения своих баз данных документов. Обычно это не требует никаких усилий со стороны человека. Сетевой агент — автоматический робот («паук» — spider) обходит все заданные ему web-серверы и собирает у себя индекс — информацию о том, что и на какой странице найдено. Но индексация выполняется чисто формально, проверяется наличие заданных ключевых слов в текстах документов, и по этим подчас случайным совпадениям делаются содержательные выводы. Поэтому никакой осмысленной классификации в поисковых машинах не выполняется. Такие системы часто называют индексаторами. Поисковые машины часто привлекают для поиска фрагменты классификаторов, заимствованные в каталогах, поскольку последние выполняют более содержательный отбор информации.

Работу поискового указателя можно условно разделить на три этапа:

1) *сбор первичной базы данных*. Для сканирования информационного пространства WWW используются специальные агентские программы — черви, задача которых состоит в поиске неизвестных ресурсов и регистрация их в базе данных;

2) *индексация базы данных* — первичная обработка с целью оптимизации поиска. На этапе индексации создаются специализированные документы — собственно поисковые указатели;

3) *рафинирование результирующего списка*. На этом этапе создается список ссылок, который будет передан пользователю в качестве результирующего. Рафинирование результирующего списка заключается в фильтрации и ранжировании результатов поиска.

Под фильтрацией понимается отсев ссылок, которые нецелесообразно выдавать пользователю (например, проверяется наличие дубликатов). Ранжирование заключается в создании специального порядка представления результирующего списка (по количеству ключевых слов, сопутствующих слов и др.).

Каталоги в отличие от поисковых машин пополняют свою информацию по инициативе человека. Добавляемая страница должна быть жестко привязана к принятым в каталоге тематическим разделам. Каталог представляет собой упорядоченную по темам коллекцию ссылок на многочисленные web-страницы и сайты. Каталог, как правило,

составляется, обслуживается и поддерживается специалистами разного профиля, которые по заявкам владельцев сайтов или самостоятельно пополняют перечень ссылок и составляют обзоры web-страниц, содержащие краткое описание информационного ресурса, его сетевой адрес и определенные ключевые слова. Каталоги часто называют классификаторами, поскольку они представляют собой иерархические структуры, где все информационные ресурсы расклассифицированы по темам. Классификацию выполняют либо нанятые специалисты, и тогда она бывает качественной (например, каталог «Желтые страницы Internet* — <http://yp.piter.com>), либо владельцы каталога — тогда она весьма специфична и качественна не всегда.

Наиболее мощные и популярные международные поисковые системы: Google, Alta Vista, Yahoo, InfoSeek, WebCrawler, Asc Jeeves, Excite и т. д. Но поиск в них информации по русским наименованиям тем (ключевым словам) часто бывает затруднительным, а иногда и невозможным. Поэтому для русскоязычного поиска более удобными являются отечественные поисковые системы Rambler (www.rambler.ru), Yandex (www.yandex.ru) и Aport (www.aport.ru), а также русскоязычные версии Lycos (www.lycos.ru) и Google (www.google.com.ru)

Поиск информации

При наличии первичных сведений по теме поиска, документы можно разыскивать в поисковых системах. При этом следует различать приемы простого, расширенного, контекстного и специального поиска.

Под *простым поиском* понимается поиск Web-ресурсов по одному или нескольким ключевым словам. Недостаток простого поиска заключается в том, что обычно он выдает слишком много документов, среди которых трудно выбрать наиболее подходящие.

При использовании расширенного поиска ключевые слова связывают между собой операторами логических отношений. *Расширенный поиск* применяют в тех случаях, когда приемы простого поиска дают слишком много результатов. С помощью логических отношений поисковое задание формируют так, чтобы более точно детализировать задание и ограничить область отбора, например по дате публикации или типу данных.

Контекстный поиск — это поиск по точной фразе. Он удобен для реферативного поиска информации, но доступен далеко не во всех по-

исковых системах. Прежде всего, чтобы обеспечивать такую возможность, система должна работать не только индексированными файлами, но и с полноценными образами Web-страниц. Эта операция достаточно медленная, и ее выполняют не все поисковые системы.

Специальный поиск применяют при розыске Web-страниц, содержащих ссылки на заданные адреса URL, содержащих заданные данные в служебных полях, например в поле заголовка и т.п.

Для поиска интересующей вас информации необходимо указать браузеру адрес Web-страницы, на которой она находится. Это самый быстрый и надежный вид поиска.

Для быстрого доступа к ресурсу достаточно запустить браузер и набрать адрес страницы в строке адреса.

Адреса Web-страниц приводятся в специальных справочниках, печатных изданиях, звучат в эфире популярных радиостанций и с экранов телевизора. Если вы не знаете адреса, то для поиска информации в сети Интернет существуют поисковые системы, которые содержат информацию о ресурсах Интернета.

Каждая поисковая система – это большая база ключевых слов, связанных с Web-страницами, на которых они встретились. Для поиска адреса сервера с интересующей вас информацией надо ввести в поле поисковой системы ключевое слово, несколько слов или фразу. Тем самым вы посылаете поисковой системе запрос. Результаты поиска выдаются в виде списка адресов Web-страниц, на которых встретились эти слова.

Как правило, поисковые системы состоят из трех частей: робота, индекса и программы обработки запроса.

Робот (Spider, Robot или Bot) - это программа, которая посещает веб-страницы и считывает (полностью или частично) их содержимое.

Роботы поисковых систем различаются индивидуальной схемой анализа содержимого веб-страницы.

Индекс - это хранилище данных, в котором сосредоточены копии всех посещенных роботами страниц.

Индексы в каждой поисковой системе различаются по объему и способу организации хранимой информации. Базы данных ведущих поисковых машин хранят сведения о десятках миллионов документов, а объемы их индекса составляют сотни гигабайт.

Индексы периодически обновляются и дополняются, поэтому результаты работы одной поисковой машины с одним и тем же запросом могут различаться, если поиск производился в разное время.

Программа обработки запроса - это программа, которая в соответствии с запросом пользователя «просматривает» индекс на предмет наличия нужной информации и возвращает ссылки на найденные документы.

Множество ссылок на выходе системы распределяется программой в порядке убывания от наибольшей степени соответствия ссылки запросу к наименьшей.

Передача файлов с помощью протокола FTP

Протокол передачи файлов File Transfer Protocol (FTP) позволяет пересылать файлы с одного компьютера на другой [34]. С помощью этого протокола можно осуществлять процесс обмена массивами данных: текстовыми и программными файлами. Например, можно, и часто бесплатно, получать новейшие компьютерные программы; на сервере библиотеки Ватикана доступен любой из более 200 файлов с рукописями, картинами, книгами и многое, многое другое.

Посредством FTP-соединения компьютер пользователя получает доступ ко многим файлам и программам, хранящимся на других компьютерах, подключенных к сети, в частности на FTP-серверах.

FTP-сервер — компьютер, на котором содержатся файлы, предназначенные для открытого доступа. FTP-серверы предлагают доступ либо анонимным пользователям — всем, кто обращается в Интернет, либо исключительно клиентам, имеющим полномочия доступа.

Программа FTP-клиента не только реализует протокол передачи данных, но и поддерживает набор команд, которые используются для просмотра каталога FTP-сервера, поиска файлов и управления перемещением данных.

Функции доступа к FTP-серверам реализованы и в обычном прикладном ПО (например, Windows Commander или веб-браузеры). Для установки связи с FTP-сервером пользователь должен включить в URL префикс ftp, а затем IP-адрес или доменный адрес этого сервера. Если связь установлена, появится приглашение ввести имя пользователя. Пользователь, не зарегистрированный на сервере (не имеющий на нем специальных прав доступа), вправе представиться под именем

anonymous, и он получит доступ к определенным файлам и программам. Если будет запрошен пароль, можно ввести адрес своей электронной почты.

Итак, существует универсальное соглашение: если вы не претендуете ни на что, кроме общедоступных файлов, следует:

- на запрос login ввести anonymous;
- на запрос password ввести свой электронный адрес.

Поступившее после выполнения этих процедур приглашение позволяет работать с FTP-сервером.

Telnet — программа работы с удаленным компьютером

Программа Telnet, разработанная для UNIX (но поддерживаемая всеми современными версиями Windows), позволяет установить связь с удаленным компьютером и использовать его в интерактивном режиме. Если доступ к этому компьютеру разрешен, то вы можете работать с ним, как если бы находились непосредственно перед его экраном. То есть программа Telnet позволяет в некоторых случаях пользователю общаться с удаленным компьютером, как со «своим», и временно получить в свое распоряжение все его ресурсы. Тысячи компьютеров доступны для выполнения самых разнообразных задач абсолютно всем и в любое время, а для доступа на тысячи других компьютеров нужно заранее договориться о получении права на вход (имени и пароля).

Telnet и более современная программа Remote Access эффективно используются при организации «домашних офисов», то есть для домашней работы специалистов.

Работать с удаленным компьютером следует в обычной последовательности. Для установления соединения с нужным компьютером-сервером нужно вызвать на исполнение программу Telnet (ввести команду Telnet) и указать в командной строке адрес этого компьютера. В процессе соединения хост-компьютер запрашивает имя пользователя. Для работы в удаленной системе пользователь должен иметь там права доступа. Если вам предоставлены права доступа к этому компьютеру, в ответ на запрос «login:» следует ввести свое имя, а затем на запрос «password:» ввести известный вам пароль. Если таких прав нет, то вы все равно сможете работать с общедоступными программами. Например, в электронном справочнике по библиотечным информационным

системам вы найдете указания типа telnet to такой-то адрес, login=library и т. п.

После успешного подключения к компьютеру пользователь должен указать тип терминала. В свою очередь, компьютер-сервер обычно предписывает пользователю способ вызова справочной информации. Работа с удаленным доступом может вестись в «прозрачном» режиме, когда программы на сервере и у клиента только обеспечивают протокол соединения (вы используете команды своего компьютера, а программа Telnet становится как бы невидимой или «прозрачной»), и в командном, когда клиент получает в свое распоряжение набор команд сервера. Следует заметить, что из соображений безопасности намечается тенденция сокращения числа узлов Интернета, позволяющих использовать Telnet для подключения к ним. Чаще всего доступны для работы программы Telnet серверы, содержащие:

- библиотечные каталоги;
- электронные доски объявлений.

Электронные доски объявлений

Электронные доски объявлений (Bulletin Board System — BBS) часто существуют и независимо от Интернета — это компьютеры, к которым можно подсоединиться с помощью модемов через телефонную сеть. Подобно настоящей доске объявлений, BBS является местом, куда стекается вся подлежащая обмену информация. С помощью BBS можно опубликовывать объявления для общего ознакомления, отправлять сообщения отдельным лицам или оставлять на «доске» информацию, которую адресат может забрать в любое удобное для него время.

BBS содержат доступные для копирования файлы, позволяют проводить дискуссии, участвовать в различных играх и имеют свою систему электронной почты. Самой крупной и известной системой электронных досок объявлений является система CompuServe. Она насчитывает около двух миллионов пользователей. Для расширения своих возможностей CompuServe подключается к Интернету и предоставляет своим пользователям право доступа к службам Интернета.

Телеконференции USENET

Дальнейшим развитием электронной почты является «электронная газета», подписчики которой одновременно могут являться и ее корреспондентами. Такая «газета» получила широкое распространение в Интернете под названием системы телеконференций.

В системе телеконференций, в отличие от электронной почты, основным режимом является посылка сообщения не конкретному абоненту, а целой группе лиц (всем желающим). Механизм передачи сообщения в этом варианте похож на распространение слухов: каждый узел сети, узнавший что-то новое (получивший новое сообщение), передает новость всем «знакомым» узлам — всем тем узлам, с которыми он обменивается новостями. Таким образом, отправленное сообщение распространяется, многократно дублируясь, по Сети и достигает за довольно короткий срок всех участников системы телеконференций во всем мире.

Информация телеконференции (группы новостей) формируется из новостей, сообщений-статей, посылаемых абонентами сети. Первоначально система USENET (User's Network) была автономной системой, разработанной для перемещения новостей между компьютерами по всему миру. В дальнейшем она полностью интегрировалась в сеть Интернет, и теперь Интернет обеспечивает распространение всех ее сообщений. Для реализации этой технологии в сети имеется служба USENET. Телеконференции — это дистанционное общение групп специалистов, обсуждающих ту или иную проблему. Телеконференции разделяются по тематическим разделам. В системе телеконференций USENET есть группы новостей, посвященные практически любой области человеческой деятельности. В настоящее время число тем телеконференций, распространяемых по всему миру, превысило 5000. Новостные группы организованы по иерархическому принципу и для верхнего уровня выбраны семь основных рубрик. В свою очередь каждая из них охватывает сотни подгрупп. Образуется древовидная структура, напоминающая организацию файловой системы. Из числа основных рубрик следует выделить:

- `comp` — темы, связанные с компьютерами;
- `sci` — темы из области научных исследований;
- `news` — информация и новости USENET;
- `soc` — социальная тематика;
- `talk` — дискуссии.

Существуют, кроме того, специальные рубрики и региональное разделение телеконференций.

Управляет работой службы USENET специальная программа, позволяющая выбирать телеконференции, работать с цепочками сообщений и читать сообщения и ответы на них. В настоящее время средства работы с телеконференциями встроены во многие почтовые клиенты, например в Outlook Express.

Аудио- и видеоконференции позволяют непосредственно обмениваться по сети звуковой и визуальной информацией. Вы можете разговаривать с любым пользователем Сети, передавая не только скупые текстовые сообщения, но и голос, изображение. Для этого нужно иметь соответствующие программы и технику. Для голосовой связи нужна звуковая карта (sound card), микрофон, звуковые колонки или наушники; для видеообщения требуются плата видеозахвата и видеокамера. Можно использовать, например, программы: Net2Phone (фирмы Netscape) — аудиотелефон, NetMeeting (корпорации Microsoft) — поддерживает общение голосом, видео-, текстовыми и графическими файлами. Коммуникатор NetMeeting позволяет общаться в сети (не только в сети Интернет, но и в ЛВС, например, под управлением Windows) сразу с несколькими пользователями, совместно разделять некоторые ресурсы компьютера, в том числе общими усилиями создавать сложный графический документ.

Службы прямого общения пользователей

Служба *Web Chat* (веб-чат, чат — комната для бесед) обеспечивает прямое общение пользователей в режиме реального времени в специальных чатах Интернета. Можно открыть страницу по адресу чата (например, <http://www.chat.ru>), выбрать себе раздел для общения (спорт, «тусовка» и т. д.) и зарегистрировать в этом разделе имя (nickname — псевдоним), под которым вы будете фигурировать в чате. Можно завести еще и пароль, чтобы никто не посмел войти в чат под вашим именем. После регистрации вы попадаете на страницу чата с репликами присутствующих в «беседке» и полем для ввода своих текстов. То есть на этой странице вы можете читать, что пишут другие участники чата, и набирать свои тексты. Сообщения допускается отправлять всем участникам или конкретному пользователю так, что прочитать информацию будет способен только он. Для контактов на английском языке общения можно выбирать весьма удобные и эффективные интерфейсы, для русскоязычного общения существующие на сего-

дняшний день средства интерфейса существенно проще. Никаких программ, кроме браузера, запускать на своем компьютере не нужно. Именно поэтому эта технология общения пользуется очень большой популярностью.

Принцип работы электронной почты. Преимущества.

Электронная почта (e-mail) — это самостоятельная служба Интернета, предназначенная для пересылки и получения электронных сообщений. Датой рождения электронной почты принято считать 1971 год, однако по-настоящему массовым явлением она стала только в начале XXI века, сильно потеснив обычную почту.

Широкую популярность электронная почта завоевала потому, что имеет несколько серьезных преимуществ перед обычной почтой. Наиболее важное из них — это скорость пересылки сообщений. Если письмо по обычной почте может идти до адресата дни и недели, то письмо, посланное по электронной почте, сокращает время передачи до нескольких десятков секунд или, в худшем случае, до нескольких часов.

Электронная почта позволяет:

посылать сообщение сразу нескольким абонентам;

- пересылать письма на другие адреса;
- включить автоответчик, на все входящие письма будет автоматически отсылаться ответ;
- создать правила для выполнения определенных действий с однотипными сообщениями (например, удалять рекламные сообщения, входящие от определенных адресов) и так далее.

Так же у электронной почты есть преимущества перед телефонной связью. Телефонный этикет очень строг. Есть множество случаев, когда нельзя позвонить человеку по соображениям этикета. У электронной почты требования намного мягче. По электронной почте можно обратиться к малознакомому человеку или очень занятому человеку. Если он сможет, то ответит.

Для работы с электронной почтой необходимы специальные почтовые программы, причем для любой компьютерной платформы существует большое количество почтовых программ. Можно выделить пару программ - почтовый сервер и почтовый клиент.

Электронная почта основана на принципе эстафеты. С помощью почтовой программы создается почтовое сообщение на локальном

компьютере. На этом этапе кроме написания текста сообщения необходимо указать адрес получателя сообщения, тему сообщения и вложить в сообщение при необходимости файлы. Затем, после подключения к Интернет, оно передается на почтовый сервер, а далее движется по цепочке почтовых серверов, пока не достигнет сервера адресата. Как только адресат подключится к своему почтовому серверу, чтобы что-то отправить или принять, он автоматически получит все, что накопилось в его «почтовом ящике». Если по каким-то причинам сообщение не дойдет до адресата (например, при неверно указанном адресе), отправителю возвращается сообщение о невозможности доставки.

Почтовые программы

Почтовые программы обычно предоставляют пользователю также многочисленные дополнительные сервисы по работе с почтой (выбор адресов из адресной книги, автоматическую рассылку сообщений по указанным адресам и др.). Примеры почтовых программ:

☐ Microsoft Outlook

Mailbird.

☐ eMClient.

☐ ClawsMail.

☐ TouchMail.

☐ Thunderbird.

☐ TheBat!

Почтовые сервера

Любой пользователь Интернета может получить свой «почтовый ящик» на одном из почтовых серверов Интернета (обычно на почтовом сервере провайдера), в котором будут храниться передаваемые и получаемые электронные письма.

Mail.ru

Данная служба предлагает почтовый ящик размером 10 Гбайт. По мере его заполнения, когда в ящике останется менее 100 Мбайт свободного места, ящик можно увеличить еще на 2 Гбайт и так до бесконечности. Отличительная особенность сервиса

Mail.ru — возможность работы со своим почтовым ящиком посредством программы «Mail.Ru Агент». Данная программа имеет множество функций, например уведомление о приходе новой почты, быстрый ответ и др. Существуют версии программы для мобильных устройств.

Яндекс. Почта

Кроме поискового сервера, «Яндекс» предлагает еще много разных услуг, в числе которых служба электронной почты. При регистрации почтового ящика на «Яндексе» (www.mail.yandex.ru) пользователь получает адрес `name@yandex.ru`. Кроме того, у такого адреса будут существовать синонимы в зонах `@narod.ru`, `@yandex.ua` и `@ya.ru`. Это означает, что почта, посланная на любой из этих адресов, придет на один и тот же ящик.

Каждый домен имеет свое преимущество: `@yandex` очень известен; `@narod` удобен; (если у пользователя есть сайт в зоне `narod.ru` (размещение сайтов — это еще одна услуга «Яндекса»), то имя сайта и адрес почты практически совпадают); а `@ya.ru` — короткий, легко запоминающийся и намекающий на пользовательское «я». «Яндексом» задекларирован неограниченный размер почтового ящика, который можно увеличивать порциями по 1 Гбайт по мере использования уже имеющегося пространства.

Rambler-почта

Компания Rambler предлагает своим пользователям почтовый ящик размером 50 Мбайт в зоне `@rambler.ru`. В дальнейшем можно увеличить ящик вплоть до 1000 Мбайт.

Почтовая служба не главный профиль работы компании, поэтому предлагаемые услуги довольно скудны и стандартны. Можно отметить лишь отправку уведомлений о приходе почты посредством СМС-сообщений. Кроме того, зарегистрировавшись в почтовой службе Rambler (www.mail.rambler.ru), пользователь получает доступ ко всем услугам компании, требующим регистрации.

GMail

Название этого сервиса происходит от Google Mail (www.mail.google.com). Несмотря на то, что Google — американская компания, свои сервисы она стремится распространить по всему миру, поэтому они доступны на многих языках, в том числе и на русском. Пользовательский интерфейс почтового ящика несколько необычен. В нем использованы специальные технологии, позволяющие применять такие возможности, как прием команд с клавиатуры, обновление страницы без перезагрузки, раскрывающиеся списки выбора адресатов и др.

Адрес электронной почты. Для того чтобы электронное письмо дошло до адресата, оно, кроме самого сообщения, обязательно должно содержать адрес электронной почты получателя письма.

Адрес электронной почты записывается по определенной форме и состоит из двух частей: имя_пользователя@имя_сервера

В электронном адресе имя и домен отделены друг от друга символом @, который теперь по праву стал считаться символом электронной почты.

В русском языке данный символ принято называть «собака» или «собачка».

Официальное название символа — «коммерческое at», иногда говорят просто at. Происхождение символа @ неизвестно. Общепринятая гипотеза, что это сокращение латинского «ad». Кроме того, достоверно неизвестно и происхождение русскоязычного названия «собака», на этот счет есть несколько разных версий. Любопытно, что в разных языках данный символ чаще всего называют именами животных: улитка, обезьянка, кошачий хвостик, мышка, червяк, слон и др. Имя_пользователя имеет произвольный характер и задается самим пользователем; имя_сервера жестко связано с выбором пользователем сервера, на котором он разместил свой почтовый ящик.

Пример, ivanov@kyaksa.net, petrov@yandex.ru, sidorov@mail.ru.

Адрес электронной почты записывается только латинскими буквами и не должен содержать пробелов.

Отправление сообщений по электронной почте состоит из следующих процедур:

- ☐ установление связи с компьютером, сетью или системой электронной почты;
- ☐ указание адреса получателя сообщения;
- ☐ подготовка сообщения;
- ☐ отправление сообщения.

Протоколы электронной почты.

У каждой сетевой службы должен быть свой протокол. Он определяет порядок взаимодействия клиентской и серверной программ. От него зависит, что может запросить та или иная сторона, а что — не может; на что может ответить сторона, а на что — не должна. Он же определяет, в какой форме должен быть сделан запрос и как должен быть представлен ответ.

В электронной почте e-mail используют не один прикладной протокол, как в других службах Интернета, а два. По одному протоколу происходит отправка почты, а по другому — ее прием. Необходимость в двух протоколах связана с требованиями безопасности. Так, например, при отправке сообщений можно не проверять личность отправителя — это аналогично тому, что письмо брошено в уличный почтовый ящик.

Другое дело — получение сообщений. Здесь надо предъявить свои права и пройти идентификацию. Так, например, при получении заказных писем в почтовом отделении всегда необходимо предъявить паспорт или заменяющий его документ. Кому попало чужую почту в руки не отдадут.

Для отправки на сервер и для пересылки между серверами используют протокол, который называется SMTP (Simple Mail Transfer Protocol — простейший протокол передачи сообщений). Он не требует идентификации личности.

Для получения поступившей почты используется протокол POP3 (Post Office Protocol 3 — протокол почтового отделения, версия 3). Он требует идентификации личности, то есть должно быть предъявлено регистрационное имя (Login) и пароль (Password), который подтверждает правомочность использования имени.

Поиск информации задается введением ключевого слова в специальную рамку и нажатием кнопки «Найти», справа от рамки.

Результаты поиска появляются в течение нескольких секунд, причем ранжированные по значимости — наиболее важные документы размещаются в начале списка. При этом ранг найденного документа определяется тем, в каком месте документа находится ключевое слово (в заглавии документа важнее, чем в любом другом месте) и числом упоминаний ключевого слова (чем больше упоминаний, тем ранг выше).

Поиск по рубрикатору поисковой системы

Поисковые каталоги представляют собой систематизированную коллекцию (подборку) ссылок на другие ресурсы Интернета. Ссылки организованы в виде тематического рубрикатора, представляющего собой иерархическую структуру, перемещаясь по которой, можно найти нужную информацию.

Приведем в качестве примера структуру поискового интернет-каталога Яндекс (рис. 1.10)

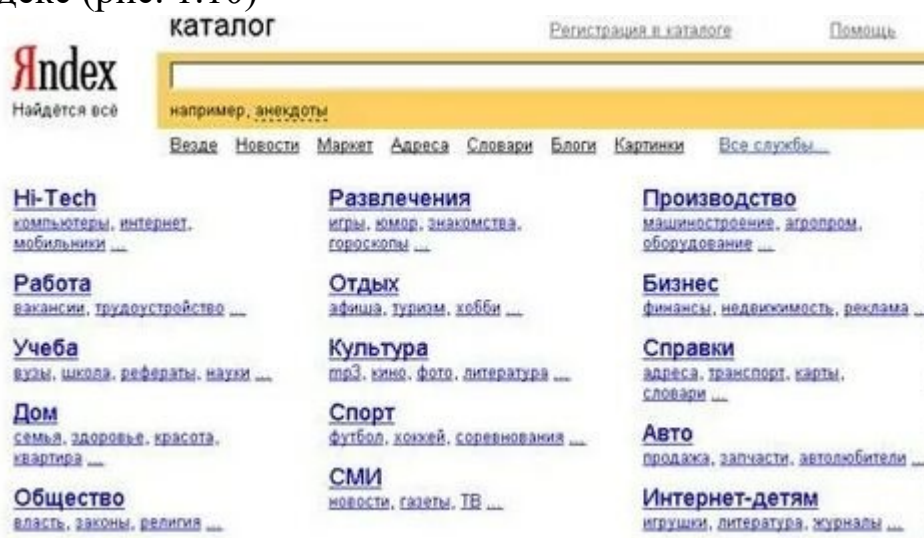


Рис. 1.10 Структура поискового интернет-каталога Яндекс

Это каталог общего назначения, так как в нем представлены ссылки на ресурсы

Интернета практически по всем возможным направлениям. В этом каталоге выделены

следующие темы:

- ☐ Бизнес и экономика;
- ☐ Общество и политика;
- ☐ Наука и образование;
- ☐ Компьютеры и связь;
- ☐ Справочники и ссылки;
- ☐ Дом и семья;
- ☐ Развлечения и отдых;
- ☐ Культура и искусство.

Каждая тема включает множество подразделов, а они, в свою очередь, содержат рубрики и т. д.

Предположим, вы собираетесь приобрести мобильный телефон и хотите сравнить характеристики аппаратов разных фирм. Поиск мог бы вестись по следующим рубрикам каталога:

Яндекс > Каталог > Компьютеры и связь > Мобильная связь > Мобильные телефоны

Получив ограниченное количество ссылок, можно достаточно оперативно их просмотреть и выбрать телефон, исследовав характеристики по фирмам и модификациям аппаратов.

Поиск по ключевым словам

Большинство поисковых машин имеют возможность поиска по ключевым словам. Это один из самых распространенных видов поиска.

Для поиска по ключевым словам необходимо ввести в специальном окне слово или несколько слов, которые следует искать, и щелкнуть на кнопке Найти.

Имея определенный набор наиболее употребительных терминов в нужной области, можно использовать расширенный поиск. На рис.1.11 показано окно расширенного поиска в поисковой системе Яндекс. В этом режиме возможности языка запросов реализованы в виде формы.

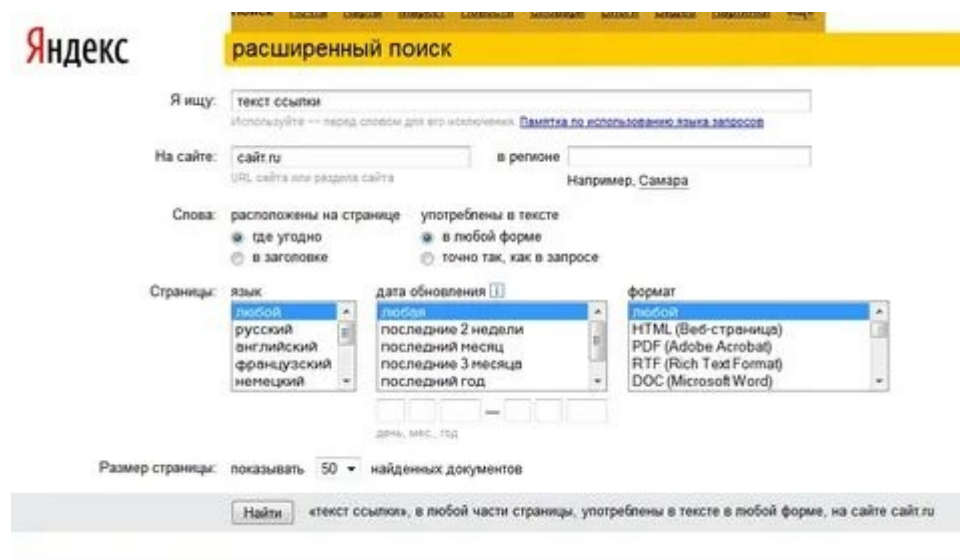


Рис. 1.11 Окно расширенного поиска в поисковой системе Яндекс

Подобный сервис, включающий словарные фильтры, предлагается почти всеми поисковыми системами.

Для того чтобы сделать поиск более продуктивным, во всех поисковых системах существует специальный язык формирования запросов со своим синтаксисом. Эти языки во многом похожи. Изучить их все достаточно сложно, но любая поисковая машина имеет справочную систему, которая позволит вам освоить нужный язык.

Правила формирования запросов в поисковой системе Яндекс

Приведем несколько простых правил формирования запроса в поисковой системе Яндекс.

Ключевые слова в запросе следует писать строчными (маленькими) буквами. Это обеспечит поиск всех ключевых слов, а не только тех, которые начинаются с прописной буквы.

При поиске учитываются все формы слова по правилам русского языка, независимо от формы слова в запросе.

Например, если в запросе было указано слово «знаю», то условию поиска будут удовлетворять и слова «знаем», «знаете» и т. п.

Для поиска устойчивого словосочетания следует заключить слова в кавычки. Например, «фарфоровая посуда».

Для поиска по точной словоформе перед словом надо поставить восклицательный знак.

Например, для поиска слова «сентябрь» в родительном падеже следует написать «!сентября».

Для поиска внутри одного предложения слова в запросе разделяют пробелом или знаком &

Например, «приключенческий роман» или «приключенческий&роман». Несколько набранных в запросе слов, разделенных пробелами, означают, что все они должны входить в одно предложение искомого документа.

Если вы хотите, чтобы были отобраны только те документы, в которых встретилось каждое слово, указанное в запросе, поставьте перед каждым из них знак плюс «+».

Если вы, наоборот, хотите исключить какие-либо слова из результата поиска, поставьте перед этим словом минус «-». Знаки «+» и «-» надо писать через пробел от предыдущего и слитно со следующим словом.

Например, по запросу «Волга -автомобиль» будут найдены документы, в которых есть слово «Волга» и нет слова «автомобиль».

При поиске синонимов или близких по значению слов между словами можно поставить вертикальную черту «|».

Например, по запросу «ребенок | малыш | младенец» будут найдены документы с любым из этих слов.

Вместо одного слова в запросе можно подставить целое выражение. Для этого его надо взять в скобки

Например, «(ребенок | малыш | дети | младенец) +(уход | воспитание)».

Знак «~» (тильда) позволяет найти документы с предложением, содержащим первое слово, но не содержащим второе.

Например, по запросу «книги ~ магазин» будут найдены все документы, содержащие слово «книги», рядом с которым (в пределах предложения) нет слова «магазин».

Если оператор повторяется один раз (например, & или ~), поиск производится в пределах предложения. Двойной оператор (&&,~~) задает поиск в пределах документа.

Например, по запросу «рак ~~ астрология» будут найдены документы со словом «рак», не относящиеся к астрологии.

Вернемся к примеру с аквариумными рыбками. После прочтения нескольких предлагаемых поисковой системой документов становится понятно, что поиск информации в Интернете следует начинать не с выбора аквариумных рыбок. Аквариум -сложная биологическая система, создание и поддержание которой требует специальных знаний, времени и серьезных капиталовложений.

На основании полученной информации человек, производящий поиск в Интернете, может кардинально изменить стратегию дальнейшего поиска, приняв решение изучить специальную литературу, относящуюся к исследуемому вопросу.

Для поиска литературы или полнотекстовых документов возможен следующий запрос:

«+(аквариум | аквариумист | аквариумистика) +начинающим +(советы | литература) +(статья | тезис | полнотекстовый) - (цена | магазин | доставка | каталог)».

После обработки запроса поисковой машиной результат оказался весьма успешным. Уже первые ссылки приводят к искомым документам.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое электронная почта?
2. Какими преимуществами обладает электронная почта по сравнению с обычной бумажной почтой?
3. Что такое почтовый сервер?
4. Что такое почтовый клиент?
5. Перечислите средства поиска в Интернете
6. В чем состоит отличие поисковых каталогов от поисковых машин?
7. Что такое телеконференция?
8. Опишите технологию гипертекста.

Тема 5. Цифровой контент и персональные данные

Понятие цифрового контента. Использование цифрового контента. Устройства доступа. Создание цифрового контента. Цифровые данные: понятие и правовая природа. Цифровые технологии и электронные документы в социальной сфере. Цифровая среда. Основные правила безопасности в цифровой среде.

Цифровой контент — это совокупность развлекательных, информационных материалов, которые распространяются в электронном виде по специальным каналам для эксплуатации на цифровых устройствах: компьютерах, планшетах, смартфонах. Основные виды современного цифрового контента – это текст, игры, видео- и аудиоматериалы [37].

Чтобы понять, что такое цифровой контент, достаточно зайти на любой интернет-ресурс или включить телевизор. Все что вы видите: передачи, сериалы, музыкальные композиции, изображения — это и есть цифровой контент. Жизнь современного человека неразрывно связана с ним, и каждый день мы получаем огромный поток цифрового контента.

Понятие цифрового контента

Сегодня данный термин используется для описания различных направлений современного рынка мультимедийных товаров и продуктов:

- Это контент, который представлен в цифровом или электронном виде.
- Это деятельность, направленная на распространение контента, то есть каких-либо мультимедийных продуктов в цифровой среде.
- Действия, направленные на потребление и дальнейшее использование контента, созданного в электронной форме.

Помимо вышеописанных понятий используются другие определения:

- Операторы связи, например, провайдеры интернета или операторы сотовой связи, понимают цифровой контент как разновидность данных, которая обладает особыми запросами к качеству самого процесса передачи.

- Производители мультимедиа продуктов используют термин «цифровой контент» для обозначения совокупности материалов, произвести которые невозможно без использования цифровых технологий, а представление — без цифрового формата

Использование цифрового контента

Использование напрямую связано с доставкой и потреблением. Доставляются материалы с помощью интернета, либо на физических носителях, посредством цифрового телевидения. Современный интернет обеспечивает высокую скорость передачи и расширенные сетевые полосы пропускания. Сегодня большая часть трафика представлена «тяжелыми» мультимедийными продуктами. В 2016 г. более 15% всемирного интернет-трафика приходилось на просмотр интернет-видео. Сюда входит просмотр через ПК, смартфоны, планшеты и современные телевизоры. Потребление осуществляется через устройства доступа к цифровому контенту, о котором мы поговорим ниже.

Использовать цифровой контент можно для самых различных целей: бизнеса (продвижение товаров и услуг), образования, развлечения и организации досуга, общения и т.д. Если вы хотите успешно развивать бизнес и использовать эффективные рекламные средства, простых сообщений и предложений недостаточно. Современный пользователь более чем сыт разнообразным контентом, и хочет чего-то свежего, креативного.

Согласно последним проведенным исследованиям, наибольшей популярностью среди цифрового контента пользуются видеоматериалы, а значит, они приносят наибольший доход своим создателям. В видео-сегмент входит цифровое телевидение, спектр услуг VOD (видео по запросам) и онлайн-видео. 72% от всего дохода, получаемого на рынке электронного контента приходится на видео-сегмент. 14% — на мобильный контент, 10% на онлайн-игры, 3% — аудиоматериалы, 1% — электронные книги [36].

Больше всего цифрового контента производится и используется в США. Далее в рейтинге идут европейские страны, государства Азии и РФ. В странах Юго-Восточной Азии популярность обусловлена качественным интернетом и развитой инфраструктурой. В странах Западной Европы отмечается уверенный рост объемов потребления, однако в течение последних 5 лет сокращаются продажи видео- и аудиоконтента на физических носителях, аудитория предпочитает совершать

цифровые покупки продуктов. В нашей стране сегодня цифровой контент преимущественно развивается в направлении мобильного контента.

Устройства доступа

Для создания, распространения и использования цифрового контента необходима инфраструктура. Увеличению объемов потребления мультимедийных продуктов способствует развитие и доступность терминалов для приема контента. Это цифровые устройства, которые мы используем ежедневно. С каждым днем появляются новые технологии, расширяется ассортимент цифровых устройств, их стоимость становится все доступнее для потребителей. Сегодня сложно найти человека, который никогда не слышал о смартфоне или планшете. Даже в отдаленной сельской местности практически у каждого есть смартфон, телевизор, компьютер.

До 2012 года мобильные устройства не оценивались как канал потребления контента, так как медиа передавались через интернет, физические носители, телевидение, но не сотовые сети. Сегодня рынок делает ставку именно на мобильном сегменте, его аудитория вливается в поток потребления интернет-контента.

Также создаются мультиплатформы для доступа к цифровому контенту, например, SmartTV. С его помощью можно выходить в интернет и одновременно смотреть видео через аналоговое или цифровое телевидение. Большую популярность сегодня набирают игровые приставки, через которые можно заходить в интернет и играть с физических носителей или онлайн.

Создание цифрового контента

Это сложный процесс, начинающийся с идеи продукта до его реализации и дальнейшей доставки пользователю. Создать цифровой контент посредственного качества может каждый, программ и приложений для этого сегодня немало. Это различные видеоредакторы (Windows Movie Maker видеоредактора, SONY Vegas Pro, Pinnacle Video, Editor JahShaka и прочие), сервисы для разработки электронных книг и анимационных рассказов (StoryBird, UtellStory, ACMI Storyboard Generator и т.д.).



Рис. 1.12. Пример видеоредактора Windows Movie Maker

Виды цифрового контента

1. **Посты для блогов**—Это один из самых распространенных типов цифрового контента.

2. **Видео**— Они могут быть более длинными или короткими видео (такие как TikTok, Instagram Reels, YouTube Shorts и другие).

3. **Подкасты**— Аудиоконтент, который может варьироваться от коротких (<5 минут) до длинных. В наши дни подкасты также выпускаются в видеоформатах.

4. **Фотографии, изображения и GIF-файлы**— Один из самых распространенных типов цифрового контента в социальных сетях. Они могут быть реальными или сгенерированными ИИ. В эту категорию также входят пользовательские иллюстрации, диаграммы, графики, инфографика, мемы и многое другое.

5. **Сообщения в социальных сетях**— это контент, опубликованный на популярных платформах, таких как Instagram, Twitter, LinkedIn, Reddit и других. Для каждой платформы могут быть определенные форматы (например, карусели в LinkedIn, темы в Twitter и т. д.).

6. **Рассылки**– электронные письма, отправляемые аудитории с определенной частотой. Это могут быть развернутые эссе, кураторские ссылки (например, наши "Мы, граждане").

7. **Курсы**– структурированная серия видеороликов (иногда вместе с текстом и рабочими листами), предназначенных для обучения предмету. Понятие цифровых данных, их юридическая природа и соотношение с иными видами данных.

Современные общественные отношения претерпевают процессы стремительного развития на фоне эволюции информационных технологий, которые создают новые возможности для масштабного создания и обмена цифровой информацией.

В условиях стремительно развивающейся и набирающей обороты цифровизации XXI века стали не менее активно развиваться гражданско-правовые отношения. Круг объектов гражданского права уже давно не ограничивается классическими категориями вещей, денег, имущества или привычных нам результатов интеллектуальной деятельности в формате художественных, литературных или музыкальных произведений [38].

Цифровые данные претерпевают всесторонние изменения, в связи с чем стремительно развиваются различные межотраслевые цифровые технологии: технологии Больших данных, Интернета вещей, блокчейна, искусственного интеллекта, когнитивных систем и другие, которые, тесно взаимодействуя друг с другом, позволяют производить новые цифровые данные и обмениваться ими. Тем самым в оборот вовлекаются принципиально новые информационные объекты, представленные в цифровой форме, имеющие нематериальную (бестелесную) природу. Однако правовой режим таких объектов долгое время остаётся неопределённым, что создает ряд правоприменительных проблем при том условии, что указанные объекты уже приобретают действительную или потенциальную коммерческую ценность, участвуют в экономическом обороте, являются предметами наследования или долей в составе имущества.

К таким объектам можно отнести: *цифровую валюту, цифровой аккаунт, доменные имена, трехмерные модели вещей, данные цифровых аккаунтов и учетных записей, объекты виртуальной реальности* –

персонажи (аватары), их снаряжение, криптовалюту, токены, существующие на основе технологий распределенных реестров, персональные и большие пользовательские данные в цифровой форме и другие.

С учётом сказанного нельзя игнорировать тот факт, что новые цифровые объекты относимы к категории закодированной информации, выраженной в числовой компьютерной форме.

По своей сущности цифровые данные представляют собой любую информацию в классическом понимании. Принципиальное отличие заключается в способе её выражения, а именно, в компьютерном коде. С развитием технологического прогресса информация стала передаваться не только от человека к человеку в устной или письменной форме, но и от человека к машине или даже между машинами, приобретая всё более сложные формы.

К цифровым данным может быть отнесена только информация, обладающая совокупностью определённых признаков [12]:

- а) нематериальная цифровая форма;
- б) действительная или потенциальная коммерческая ценность;
- в) способность лица осуществлять исключительный контроль над доступом третьих лиц к такой информации и наличие для этого основания.

Таким образом, *цифровые данные* могут быть определены как информация, представленная в цифровой форме в виде числового кода, который обеспечивает возможность ее обработки компьютером.

В свою очередь правовое значение выделения данного понятия состоит в том, чтобы различные данные на основании общих критериев могли быть объединены с целью поиска закономерностей и потребностей в выработке универсального оптимального подхода к их правовому регулированию.

Систематизация цифровых данных осуществляется в зависимости от выполняемых ими функций и заложенного программного кода. На этой основе принято выделять следующие группы:

- 1) цифровое обозначение и закрепление имущественных прав (токены);
- 2) средство идентификации субъекта или объекта правоотношений (доменное имя, идентификатор электронной почты и др.);
- 3) обозначение расчётной единицы (электронная валюта, электронные бонусы/баллы, торговые валюты компьютерных игр и др.);

4) обозначения объектов «идеального» содержания (персональные данные, виртуальная реальность, фотографии, видео и др.).

Каждая из этих групп имеет свою специфику обращения и функционирования, что должно учитываться при последующей разработке доктринальных и нормативных положений, регулирующих их правовой статус.

Таким образом, понятие «цифровых данных» является видовым по отношению к информации. При этом, чтобы получить представление о месте цифровых данных в системе информации, будем использовать следующую классификацию уровней информации:

- 1) уровень контента - семантическая информация (имеющая определенное значение);
- 2) уровень кода - синтаксическая информация (абстрагированная от какого-либо конкретного смысла: набор знаков – тексты, изображения, и др., закодированные для машинной обработки информации);
- 3) физический уровень - структурная информация (структура физических носителей)

Следуя данной классификации, цифровые данные представляют собой синтаксическую информацию, то есть закодированную для машинной обработки информацию.

Цифровые данные в зависимости от содержания закодированной информации делятся на *персональные и не персональные*. В настоящее время появляются различные разновидности данных, целью выделения которых является разграничение с персональными данными как не позволяющих идентифицировать определенное физическое лицо - обезличенные, псевдонимизированные, большие пользовательские данные.

В отечественной и зарубежной научной литературе [11,13] выделяются различные подходы к определению содержания прав на цифровые данные: право производителя данных, право собственности на цифровые объекты, цифровые имущественные права. При этом цифровые объекты существуют в рамках отдельной информационной системы на уровне программного кода, ввиду данного фактора какие-либо действия с таким объектом можно производить исключительно с разрешения администратора системы. В свою очередь в зависимости

от уровня и типа администрирования такие системы делятся на: централизованные (управление осуществляется центральным администратором самостоятельно); децентрализованный (управление осуществляется на базе заложенных в программном обеспечении алгоритмов, а именно, технологии блокчейн (Blockchain)).

Кроме того, следует отличать цифровые данные от документов на бумажных носителях и от электронных документов, которые представляют собой лишь форму носителя информации, но не сами закодированные данные. Для цифровых данных принято выделять следующие свойства: *обособляемость, непотребляемость, неистощаемость, количественная определенность, воспроизводимость закодированной в них информации и сходство копий с оригиналом цифровых данных*, которые иллюстрируют возможность их самостоятельного участия в имущественном обороте, оборотоспособность без посредства каких-либо носителей.

Современные формирующиеся цифровые экономические отношения требуют нормативного закрепления объективных и адекватных новых правовых понятий и институтов, обеспечивающих оптимальные правовые условия для формирования электронного гражданского оборота. Появление новых объектов права – это закономерное следствие развития информационных технологий.

Цифровые технологии и электронные документы в социальной сфере

Развитие информационных технологий в значительной мере оказывает влияние на жизнь граждан, её уровень и комфорт. Современные электронные ресурсы предоставляют каждому гражданину широкие возможности доступа к информации, обмена ей, а также получения и оказания услуг в дистанционном формате с использованием сети «Интернет».

С распространением цифровизации и автоматизации многих процессов особую актуальность приобретает правовое обеспечение удалённой идентификации и аутентификации граждан. Каждый день электронные сервисы от Вконтакте до Госуслуг используют наши персональные или биометрические данные, собирают и обрабатывают их для предоставления нам удобных услуг и оптимизации взаимодействия с клиентами. При этом хранение данных граждан в цифровой форме у

сторонних серверов создаёт дополнительные риски их незаконного распространения и грозит нарушением их прав.

Особую актуальность приобрёл порядок сборки, обработки и распространения персональных данных с распространением цифровизации. Условия обработки данного вида данных включаются в пользовательские соглашения при установке приложений на телефон, при регистрации в той или иной социальной сети, авторизации на сайте и многих других случаях. В процессе электронного сбора данных о человеке они автоматически приобретают цифровую форму и в дальнейшем хранятся на серверах администраторов информационной сети.

Кроме того, к работе с персональными данными можно отнести использование электронными сервисами cookie-файлов, которые предназначены для сбора информации о логинах, паролях и активности пользователей на сайте. К примеру, сохранение корзины покупок в приложении осуществляется за счёт работы данного типа файлов. В Европе обработка персональных данных, полученных с помощью автоматизированных технологий, регулируется Регламентом № 2016/679 Европейского парламента и Совета Европейского Союза «О защите физических лиц при обработке персональных данных». Стоит отметить, что Россия не ратифицировала данный Регламент, однако российские компании, работающие в данной сфере, обязаны учитывать его нормы и запреты.

Статья 11 ФЗ «О персональных данных» выделяет биометрические данные как особый вид сведений, характеризующих физиологические и биологические особенности человека, на основании которых можно установить его личность [39].

К ним принято относить отпечаток пальца, изображение лица, голос, радужная оболочка глаз, ДНК, манера ходьбы и др. Однако на данный момент в российском и зарубежном законодательстве не существует однозначной позиции по вопросу целесообразности выделения биометрической информации в отдельную категорию персональных данных.

При этом Россия стала одной из первых мировых держав, где понятие «биометрических данных» было обособлено от общего спектра персональных данных с установлением совокупности соответствующих специальных норм.

Биометрические методы идентификации получили широкое распространение и позволяют автоматически распознавать человека на основе его физических, биологических или поведенческих характеристик.

Биометрические данные субъекта хранятся и обрабатываются в формате цифровых данных, хранящихся в Единой биометрической системе (ЕБС).

Цифровая среда

Зарождение цифровой [11] среды берет свое начало в середине XX века с появлением первых электронных вычислительных машин и развитием информационных технологий. Ключевыми вехами в становлении цифровой среды можно считать:

- **Создание первых компьютеров.** В 1940-х годах были разработаны первые электронные вычислительные машины, такие как ENIAC, UNIVAC I и другие. Эти громоздкие устройства положили начало цифровой революции.
- **Развитие микропроцессорной технологии.** В 1970-х годах произошел прорыв в области микроэлектроники с изобретением микропроцессора. Это позволило создавать более компактные и доступные компьютеры.
- **Появление персональных компьютеров.** В 1970-80-х годах началось массовое производство и распространение персональных компьютеров, таких как Apple II, IBM PC и другие. Это сделало вычислительную технику доступной для широкого круга пользователей.
- **Развитие сетевых технологий.** В 1960-70-х годах были разработаны первые сетевые протоколы и технологии, такие как ARPANET, которые в дальнейшем привели к созданию Интернета.
- **Появление Всемирной паутины.** В 1990-х годах была разработана технология Всемирной паутины (World Wide Web), что дало мощный импульс развитию цифровой среды и ее распространению по всему миру.
- **Мобильные технологии и Интернет вещей.** В 2000-х годах произошел взрывной рост мобильных устройств и технологий, а также развитие Интернета вещей, что значительно расширило возможности цифровой среды.

Таким образом, на протяжении последних десятилетий цифровая среда претерпела значительные изменения и трансформации, превратившись в неотъемлемую часть современного мира, оказывающую влияние на все сферы жизни общества.

Текущие тренды в цифровой среде

Современная цифровая среда характеризуется рядом ключевых тенденций, которые определяют ее развитие и влияют на различные аспекты жизни общества.

Среди основных трендов можно выделить:

- **Искусственный интеллект и машинное обучение.** Активное развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет создавать все более совершенные системы, способные к самообучению и принятию решений. Это находит применение в различных областях, от персонализированных рекомендаций до автоматизации производственных процессов [3,7].

- **Интернет вещей (IoT).** Стремительное распространение подключенных к Интернету устройств, от бытовой техники до промышленного оборудования, создает новые возможности для сбора и анализа данных, а также для удаленного управления и автоматизации.

- **Большие данные и аналитика.** Накопление огромных объемов цифровых данных, генерируемых различными источниками, и развитие методов их обработки и анализа позволяют получать ценные insights, которые используются для принятия решений и оптимизации бизнес-процессов.

- **Облачные технологии.** Облачные вычисления, предоставляющие удаленный доступ к вычислительным ресурсам и хранилищам данных, становятся все более распространенными, обеспечивая гибкость, масштабируемость и снижение затрат на ИТ-инфраструктуру.

- **Мобильные технологии и конвергенция устройств.** Повсеместное использование смартфонов, планшетов и других мобильных устройств, а также их интеграция с другими гаджетами и системами, трансформирует способы взаимодействия и потребления контента.

- **Цифровая трансформация бизнеса.** Компании активно внедряют цифровые технологии в свои бизнес-процессы, стремясь

повысить эффективность, гибкость и конкурентоспособность в быстро меняющейся среде.

- **Кибербезопасность и защита данных.** Растущие угрозы кибератак и необходимость обеспечения конфиденциальности и целостности данных становятся ключевыми приоритетами в цифровой среде.

Эти и другие тенденции определяют вектор развития цифровой среды, открывая новые возможности, но также создавая новые вызовы и потребность в адаптации к быстро меняющимся условиям.

Влияние цифровой среды на различные отрасли

Цифровая трансформация оказывает значительное влияние на многие отрасли и сферы деятельности.

Рассмотрим некоторые примеры:

- **Финансовый сектор:**

- Развитие финтех-решений, таких как мобильные платежи, онлайн-банкинг, криптовалюты и блокчейн.
- Использование больших данных и аналитики для персонализации продуктов и услуг, оценки рисков и принятия решений.
- Автоматизация рутинных операций и внедрение роботизированного консультирования.

- **Розничная торговля:**

- Рост электронной коммерции и омниканальных продаж.
- Применение технологий дополненной реальности, персонализации и геолокации для улучшения клиентского опыта.
- Использование больших данных для прогнозирования спроса и оптимизации цепочек поставок.

- **Здравоохранение:**

- Развитие телемедицины и удаленного мониторинга пациентов.
- Внедрение систем поддержки принятия решений, основанных на искусственном интеллекте.
- Использование больших данных и аналитики для персонализации лечения и улучшения результатов.

- **Производство:**

- Внедрение концепции "Индустрия 4.0", включающей использование IoT, роботизации, дополненной реальности и больших данных.
- Оптимизация производственных процессов и цепочек поставок за счет применения цифровых технологий.
- Переход к гибким, адаптивным и персонализированным производственным моделям.

- **Образование:**

- Развитие онлайн-обучения, виртуальных классов и образовательных платформ.
- Использование технологий виртуальной и дополненной реальности для создания интерактивных учебных сред.
- Применение больших данных и аналитики для персонализации обучения и оценки эффективности.

- **Государственный сектор:**

- Внедрение электронного правительства и цифровых государственных услуг.
- Использование больших данных и аналитики для принятия более обоснованных управленческих решений.
- Развитие "умных городов" с применением IoT-технологий для повышения эффективности городской инфраструктуры.

Эти примеры демонстрируют, что цифровая трансформация затрагивает практически все сферы человеческой деятельности, открывая новые возможности, повышая эффективность и меняя устоявшиеся модели.

Вызовы и перспективы развития цифровой среды

Развитие цифровой среды сопряжено с рядом вызовов и открывает новые перспективы[8]. Рассмотрим некоторые из них:

Вызовы:

- **Кибербезопасность:**

- Рост числа кибератак и необходимость защиты данных и систем от взломов, утечек и других угроз.
- Необходимость разработки эффективных методов и технологий кибербезопасности.

- **Конфиденциальность и защита данных:**
 - Обеспечение конфиденциальности персональных данных и их защита от несанкционированного доступа.
 - Соблюдение законодательных требований в области защиты данных (например, GDPR).
- **Цифровое неравенство:**
 - Разрыв в доступе к цифровым технологиям и услугам между различными социальными группами и регионами.
 - Необходимость обеспечения равного доступа к цифровым возможностям.
- **Этические аспекты:**
 - Вопросы, связанные с использованием искусственного интеллекта, алгоритмической предвзятости и влиянием технологий на общество.
 - Необходимость разработки этических принципов и норм для цифровой среды.
- **Трансформация рынка труда:**
 - Автоматизация и роботизация рабочих процессов, приводящие к изменению структуры занятости.
 - Необходимость переподготовки и адаптации работников к новым требованиям рынка труда.

Перспективы:

- **Повышение эффективности и производительности:**
 - Оптимизация бизнес-процессов, снижение издержек и повышение скорости принятия решений.
 - Создание новых продуктов, услуг и бизнес-моделей, основанных на цифровых технологиях.
- **Улучшение качества жизни:**
 - Развитие "умных" городов, систем здравоохранения, образования и других социальных сфер.
 - Повышение доступности и качества услуг для населения.
- **Развитие инноваций:**
 - Создание благоприятной среды для развития стартапов и внедрения новых технологий.
 - Ускорение темпов технологического прогресса и появление прорывных инноваций.

- **Глобальная интеграция:**
 - Расширение возможностей для международного сотрудничества и обмена информацией.
 - Формирование глобальных цифровых экосистем и рынков.
- **Устойчивое развитие:**
 - Использование цифровых технологий для решения экологических проблем и достижения целей устойчивого развития.
 - Повышение энергоэффективности и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Успешное преодоление вызовов и реализация перспектив развития цифровой среды требует комплексного подхода, включающего совершенствование нормативно-правовой базы, развитие инфраструктуры, повышение цифровой грамотности населения и активное сотрудничество всех заинтересованных сторон [27,28].

Развитие цифровой среды является одним из ключевых трендов современного мира, открывающим широкие возможности для повышения эффективности, качества жизни и инновационного развития. Однако этот процесс сопряжен с рядом серьезных вызовов, требующих комплексного подхода к их решению.

Обеспечение кибербезопасности, защита конфиденциальности данных, преодоление цифрового неравенства, решение этических вопросов, а также адаптация рынка труда к цифровой трансформации - все это ставит перед обществом и государством сложные задачи, требующие скоординированных усилий.

В то же время, дальнейшее развитие цифровой среды несет в себе огромный потенциал. Повышение эффективности и производительности, улучшение качества жизни, ускорение инноваций, глобальная интеграция и устойчивое развитие - вот лишь некоторые из перспектив, открывающихся перед нами.

Для реализации этого потенциала необходимо продолжать работу по совершенствованию нормативно-правовой базы, развитию цифровой инфраструктуры, повышению цифровой грамотности населения и укреплению международного сотрудничества. Только комплексный и системный подход позволит использовать все возможности цифровой трансформации и обеспечить устойчивое развитие общества в долгосрочной перспективе.

Основные правила безопасности в цифровой среде [29]

1. Не пересылайте ваши персональные данные, содержащиеся в паспорте, банковской карте и других личных документах адресатам, в которых вы не уверены. При необходимости направления скан-копий документов пересылайте их в архивах, защищенных паролями. Только адресат такого сообщения сможет получить доступ к его содержимому.

2. Никому и никогда не сообщайте коды для подтверждения банковских операций и CVV / SVC-коды. С помощью этой информации неизвестные лица могут списать с ваших счетов денежные средства. Если вы сообщили такую информацию, срочно уведомите об этом сотрудников банка и заблокируйте карту.

3. Используйте для онлайн-платежей банковскую карту, на которой храните небольшие суммы денежных средств.

4. При регистрации личного кабинета устанавливайте, где это возможно, двухфакторную идентификацию. На портале Госуслуг это сделать особенно важно, поскольку в результате взлома личного кабинета в этом приложении злоумышленник от вашего имени может совершать действия, которые будут иметь юридически значимые последствия, в том числе оформить на ваше имя кредит.

5. Если двухфакторная идентификация невозможна, используйте сложные пароли с применением букв различного регистра, цифр и символов. Не используйте пароли, содержащие ваше имя, дату рождения и иную известную о вас информацию. Использование простого пароля увеличивает риски взлома, входа в ваш личный кабинет и утечки ваших данных.

6. Перед регистрацией и использованием интернет-ресурса не забудьте ознакомиться с текстами Согласия на обработку персональных данных, Пользовательским соглашением и Политикой конфиденциальности, а также иными документами, размещенными на сайте. Так вы сможете понять, кому ваши персональные данные могут быть переданы.

7. Если вы заходите в личный кабинет из социальной сети, электронной почты или с чужого компьютера, не забудьте выйти из своей учетной записи, чтобы ей не воспользовался злоумышленник. Пользуйтесь режимом «инкогнито», установив его в своем браузере, а также функцией «чужой компьютер» на посещаемых вами сайтах (если такая функция имеется).

8. Изучайте отзывы о компании в Интернете, рейтинг сайта, при необходимости проверяйте наличие лицензии у компании и иные документы. Это позволит вам избежать входа на фишинговые сайты, не столкнуться с фирмами-однодневками и иными недобросовестными источниками информации.

9. Не переходите по подозрительным ссылкам. Злоумышленники копируют дизайны известных сайтов для получения ваших персональных данных и использования их в противоправных целях. Обман достигается путем введения в заблуждение о подлинности интернет-ресурса вследствие сходства доменных имен, оформления или содержания информации. Отличительным признаком такого сайта может быть, например, малозаметная ошибка в доменном имени (yandax вместо yandex; vkontakte.ru и vkonlakte.ru и т. п.).

10. Установите и обновляйте антивирусные программы, сканируйте компьютер на наличие вредоносного программного обеспечения. Устаревшие версии антивирусных программ не могут гарантировать защиту устройства, поскольку новые угрозы информации появляются ежедневно.

11. Не скачивайте файлы, в происхождении которых вы не уверены, не устанавливайте и не запускайте неизвестные вам приложения. Они могут как «троянский конь» содержать вредоносные и шпионские программы.

12. Избирательно подходите к предоставлению доступа приложениям к хранящимся на ваших устройствах документам, фотографиям и видео, а также микрофону и камере. Используйте для этого в вашем устройстве функцию «Настройки».

13. Не отвечайте на спам-сообщения, не переходите по ссылкам, указанным в таких сообщениях, не скачивайте приложенные файлы. При поступлении подозрительного сообщения удалите его со всех устройств.

14. Не откликайтесь на слишком выгодные предложения, скидки, бесплатные услуги, взамен на которые вы сначала должны сообщить телефон, отправить сообщение, перевести незначительную сумму денег. Так с вашего счета могут списать внушительную сумму, номер телефона станет общедоступным, а данные вашей банковской карты станут известны мошенникам.

15. ПОМНИТЕ! Банки, магазины и иные добросовестные сервисы никогда не рассылают письма с просьбой перейти по ссылке, изменить свой пароль, ввести номер банковской карты и секретный код подтверждения, а также другие личные данные. Такие письма приходят от мошенников!

16. С периодичностью запрашивайте выписки из бюро кредитных историй через портал Госуслуги.

17. Проверьте, какие устройства подключены к вашим мессенджерам, при обнаружении не принадлежащих вам устройств, отключите их.

18. Не используйте бесплатный Wi-Fi при передаче личной информации.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте понятие цифрового контента.
2. Где и как применяется цифровой контент?
3. Перечислите устройства доступа к цифровому контенту.
4. Как создается цифровой контент?
5. Что относится к цифровым данным?
6. Каким документом регулируется обработка персональных данных, полученных с помощью автоматизированных технологий?
7. Какими трендами характеризуется цифровая среда в настоящее время?
8. Опишите влияние цифровой среды на отрасли и сферы деятельности человека?
9. Перечислите основные правила безопасности в цифровой среде.

Модуль 2. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Тема 1. Модели и этапы моделирования

Информация и моделирование. Основные понятия и задачи компьютерного моделирования. Представление о компьютерных моделях. Понятие модели. Свойства моделей. Классификация моделей (виды моделей). Адекватность модели. Основные этапы компьютерного моделирования

Одно из ключевых понятий современной науки — это понятие модели.

Моделью называют упрощенное подобие некоторого объекта, воспроизводящее существенные с точки зрения цели моделирования свойства исходного объекта. Исходные объекты моделирования могут быть самой разной природы — это предметы или явления материального мира, проекты, представления людей. В качестве объекта моделирования может восприниматься и сложная система.

Моделирование — это деятельность по созданию и использованию моделей [1].

Более точное определение принадлежит А. А. Ляпунову: «Моделирование — это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель):

- 1) находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;
- 2) способная замещать его в определенных отношениях;
- 3) дающая при ее исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте».

Для решения любой задачи (производственной или научной) информатика использует следующую цепочку: объект → модель → алгоритм → программа результат → реальный объект. В ней стоит уделить особое внимание понятию «модель».

Моделирование в информатике – это составление образа какого-либо реально существующего объекта, который отражает все существенные признаки и свойства. Модель для решения задачи необходима, так как она, собственно, и используется в процессе решения.

Понятие модели:

- Уменьшенная копия реального объекта;
- Схема явления или процесса;
- Изображение явления или процесса;
- Описание явления или процесса;
- Физический аналог объекта;
- Информационный аналог;
- Объект-заменитель, отражающий свойства реального объекта.

Модель – это очень широкое понятие.

Более полное определение звучит так:

Модель - это объект-заменитель, который в определенных условиях может заменять объект-оригинал. Модель воспроизводит интересные нас свойства и характеристики оригинала.

Все модели принято делить на группы: материальные; идеальные.

Под материальной моделью понимают предмет, основанный на реально существующем объекте. Это может быть какое-либо тело или процесс. Данную группу принято подразделять еще на два вида: физические; аналоговые. Такая классификация носит условный характер, ведь четкую границу между двумя этими подвидами провести очень трудно.

Идеальную модель охарактеризовать еще труднее. Она связана с: мышлением; воображением; восприятием.

Все представленные группы моделей, кроме материальных, можно назвать информационными моделями.

Под информационной моделью будем понимать описание объекта моделирования на каком-либо формализованном языке с тем, чтобы в дальнейшем исследовать полученную модель с использованием компьютера. Иногда используют термин «модель», поскольку в информатике инструмент исследования моделей — компьютер. Для информатики важно, каким образом модель описана, в зависимости от этого выбирают способы исследования модели.

Деятельность по моделированию является основной для информатики, поскольку в информатике как научной области изучаются общие методы и средства создания и использования информационных моделей.

Создание моделей позволяет:

- 1) описывать характеристики реальных объектов, их взаимосвязь. Описав эти характеристики, мы, в частности, получаем возможность их кому-либо передать;
- 2) исследовать поведение объекта как поведение его характеристик, исключив несущественные факторы;
- 3) предсказать поведение моделируемого объекта, причем предсказать его и для возможных вариантов развития событий.

В целом ряде случаев модель — единственная возможность провести исследование и изучение объектов без нанесения существенного вреда или неприемлемых затрат. Например, устойчивость здания явно безопаснее проверять на математической модели, без попыток его построить.

Построение математической модели здания или механизма позволяет заранее узнать поведение исходного объекта в критических условиях, например, состояние здания атомной электростанции после того, как в нее врежется самолет. Или, что более реалистично, поведение высотного здания в условиях сильного ветра.

Очевидно, что проверять такие вещи на практике нерационально.

По целям создания модели можно разделить на два вида.

1. *Описательные модели.* Это представление наших знаний о действительности и как можно более точное ее описание. Такие модели называют моделями «As Is» («Как есть»).

Примеры таких моделей: отчет о деятельности организации или план города.

2. *Нормативные*, т. е. предписывающие модели. Эти модели строятся для описания еще не существующих объектов и становятся основой для их создания. Такие модели можно назвать «как должно быть».

В частности, примеры таких моделей: алгоритм, который можно назвать моделью будущих действий; база знаний как описание правил

действий для различных ситуаций; запрос к базе данных как описание желательного набора данных.

При построении описательной модели всегда реализуется одна общая схема.

1 Наблюдение за объектом. По своей сути наблюдение — процесс получения необходимого описания, выделения характеристик и конкретных значений. Перед началом наблюдения нам, таким образом, необходимо знать, что именно подлежит выделению и фиксации.

2 Формализация (кодирование) наблюдений. Полученные в результате наблюдений характеристики необходимо перевести в другую форму, пригодную для хранения и последующей обработки. Такой формой могут быть слова, числа, специальные символы для описания.

3 Фиксация результатов формализации (кодирования). Закодированные наблюдения необходимо сохранить.

Полный сохраненный комплекс закодированных наблюдений и будет информационной (описательной) моделью исходного объекта.

Построение нормативной модели, т. е. модели предписывающей, имеет свои особенности. Выстраивая эту модель, необходимо учесть ее будущее воплощение. Прежде всего, необходимо учитывать возможности исполнителей и той среды, в которой модель предполагается реализовывать.

Как и любая другая, предписывающая модель — это идеализированный образ, в чем-то упрощающий реальную ситуацию. Такая модель — это образ желаемого будущего, к которому во время исполнения необходимо приблизиться насколько возможно.

Классический пример нормативной модели — нотная запись мелодии. Она полностью отражает образ идеального, желаемого воспроизведения мелодии. Реальное исполнение всегда будет немного отличаться от этого образа, так как исполнитель не сможет абсолютно точно соблюдать длительности и каждый музыкальный инструмент имеет свои особенности. Но эта модель точно описывает, что и как именно должно быть получено.

Все такие модели (и компьютерные программы в том числе) опираются на возможности исполнителя, т. е. того, кто в состоянии эту модель воплотить в реальность. В приведенном примере исполнитель — это музыкант, обладающий навыками игры на музыкальном инструменте и знанием нотной грамоты.

Цели моделирования.

- Познание действительности
- Проведение экспериментов
- Проектирование и управление
- Прогнозирование поведения объектов
- Тренировка и обучения специалистов
- Обработка информации

Вводя определение информации, мы не один раз упомянули, что информация — это содержательное отражение действительности. Построенные модели всегда отражают некоторые особенности исходных объектов. Таким образом, моделирование всегда связано с некоторыми информационными процессами, т. е. содержание отображения действительности, — конечная цель моделирования.

Моделирование в информатике – это очень важный этап, так как он преследует массу целей.

В первую очередь моделирование помогает познать окружающий нас мир.

Например, испокон веков люди накапливали полученные знания и передавали их своим потомкам. Таким образом, появилась модель нашей планеты - глобус.

В прошлые века осуществлялось моделирование несуществующих объектов, которые сейчас прочно закрепились в нашей жизни (зонт, мельница и так далее). В настоящее время моделирование направлено на:

- выявление последствий какого-либо процесса (увеличения стоимости проезда или утилизации химических отходов под землей);
- обеспечение эффективности принимаемых решений.

Предметом изучения информатики являются информационные модели.

В информационной модели отражаются знания человека об объекте моделирования. *Информационная модель*— это описание в той или иной форме объекта моделирования.

Под информационной моделью [3] будем понимать описание объекта моделирования на каком-либо формализованном языке с тем, чтобы в дальнейшем исследовать полученную модель с использованием компьютера. Иногда используют термин «модель», поскольку в информатике инструмент исследования моделей — компьютер. Для

информатики важно, каким образом модель описана, в зависимости от этого выбирают способы исследования модели.

Объектом информационного моделирования может быть всё, что угодно: отдельные предметы (дерево, стол); физические, химические, биологические процессы (течение воды в трубе, получение серной кислоты, фотосинтез в листьях растений); метеорологические явления (гроза, смерч); экономические и социальные процессы (динамика цен акций на бирже, миграция населения).

Можно сказать, что информационным моделированием занимается любая наука, поскольку задача науки состоит в получении знаний, а наши знания о действительности всегда носят приближенный, т.е. модельный, характер. С развитием науки эти знания уточняются, углубляются, но всё равно остаются приближенными. Старые модели заменяются на новые, более точные, и этот процесс бесконечен.

Физика создает модели физических объектов, химия - химических, экономика и социология - социально-экономических и т. д.

Информатика занимается общими методами и средствами создания и использования информационных моделей.

Компьютерная информационная модель.

Основным инструментом современной информатики является компьютер. Поэтому информационное моделирование в информатике - это компьютерное моделирование, применимое к объектам различных предметных областей.

Компьютер позволил ученым работать с такими информационными моделями, исследование которых было невозможно или затруднено в докомпьютерные времена. Например, метеорологи могли и 100 лет назад написать уравнения для расчета прогноза погоды на завтра. Но на решение их «ручным способом» потребовалось бы много лет. И лишь с помощью компьютера появилась возможность рассчитать прогноз погоды прежде, чем наступит завтрашний день.

Чаще всего информационное моделирование используется для прогнозирования поведения объекта моделирования, для принятия управляющих решений. Характерной особенностью компьютерных информационных моделей является возможность их использования в режиме реального времени, т. е. с соблюдением временных ограничений на получение результата. В самом деле, какой смысл имеет полу-

чение через неделю прогноза на завтра или расчет управляющего решения через час, если его принятие требуется через пять минут? Высокое быстродействие современных компьютеров снимает эти проблемы.

Этапы моделирования (рис.2.1). Построение информационной модели начинается с системного анализа объекта моделирования. Представим себе быстро растущую фирму, руководство которой столкнулось с проблемой снижения эффективности работы фирмы по мере ее роста (что является обычной ситуацией) и решило упорядочить управленческую деятельность. Первое, что будет сделано на этом пути, -системный анализ деятельности фирмы, т.е. анализ объекта моделирования как системы в соответствии с системным подходом. Системный аналитик, приглашенный в фирму, должен изучить ее деятельность, выделить участников процесса управления и их деловые взаимоотношения. Далее полученное теоретическое описание моделируемой системы преобразуется в компьютерную модель. Для этого либо используется готовое программное обеспечение, либо привлекаются программисты для его разработки. В конечном итоге получается компьютерная информационная модель, которая будет использоваться по своему назначению.

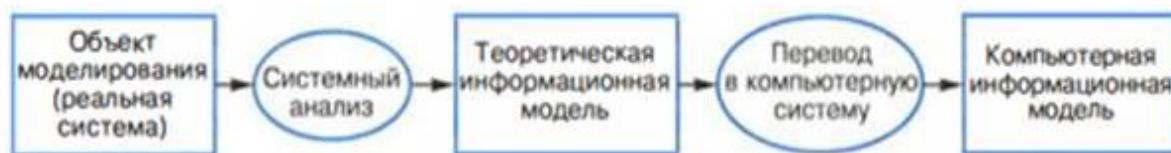


Рис. 2.1 Этапы разработки информационной модели

Для нашего примера с фирмой компьютерная информационная модель поможет найти оптимальный вариант управления, при котором будет достигнута наивысшая эффективность работы фирмы согласно заложенному в модель критерию (например, это может быть максимум прибыли на единицу вложенных средств) .

Информационная модель базируется на данных, т.е. на информации об объекте моделирования. Любой реальный объект обладает бесконечным множеством различных свойств. Для создания его информационной модели требуется выделить лишь те свойства, которые необходимы с точки зрения цели моделирования; четко сформулировать эту цель необходимо до начала моделирования. Например, если

вы хотите создать модель учебного процесса в вашей группе, то вам потребуются данные об изучаемых предметах, расписании занятий, оценках учеников, преподавателях. А если вы захотите смоделировать процесс летнего отдыха (например, коллективной поездки на юг), то вам потребуются совсем другие данные: сроки поездки, маршрут поезда, стоимость билетов, стоимость расходов на питание и пр.

Возможно, что единственными общими данными для этих двух моделей будет список студентов группы.

Основные свойства моделей и принципы моделирования

Модели обладают рядом свойств, от которых зависит успех их применения.

1°. Конечность. Модель отражает оригинал лишь в конечном числе его отношений.

2°. Упрощенность. Модель отражает только существенные стороны объекта, и кроме того модель должна быть проста для исследования или воспроизведения.

3°. Приблизительность. Действительность отображается моделью грубо или приблизительно.

4°. Адекватность. Модель должна успешно описывать моделируемую систему.

5°. Наглядность, обозримость основных свойств и отношений.

6°. Доступность и технологичность для исследования и воспроизведения.

7°. Информативность. Модель должна содержать достаточную информацию о системе и давать возможность получить новую информацию.

8°. Сохранение информации, содержащейся в оригинале.

9°. Полнота. В модели должны быть учтены все основные связи и отношения необходимые для обеспечения цели моделирования.

10°. Устойчивость. Модель должна описывать и обеспечивать устойчивость поведения системы, даже если она в начале является не устойчивой.

11°. Замкнутость. Модель учитывает и отображает замкнутую систему необходимых основных гипотез, связей и отношений.

Разберем некоторые из них, наиболее важные более подробно.

Адекватность - это степень соответствия модели исследуемому реальному объекту. Она никогда не может быть полной. На практике

модель считают адекватной, если она с удовлетворительной точностью позволяет достичь целей исследования.

Простота (сложность) также является одной из характеристик модели. Чем большее количество свойств объекта описывает модель, тем более сложной она оказывается. Не всегда чем сложнее модель, тем выше ее адекватность. Надо стремиться найти наиболее простую модель, позволяющую достичь требуемые результаты изучения.

Потенциальность (предсказательность) - способность модели дать новые знания об исследуемом объекте, спрогнозировать его поведение или свойства. На основе изучения математических моделей, описывающих движение планет Солнечной системы с учетом закона всемирного тяготения, теоретически были предсказаны существование и орбиты планет Нептун и Плутон.

Моделирование базируется на нескольких основополагающих принципах. Рассмотрим их [4].

Принцип информационной достаточности

При полном отсутствии информации об исследуемом объекте построение его модели невозможно. С другой стороны, при наличии полной информации об объекте построение его модели не имеет смысла. Существует некоторый уровень априорной информации об объекте, при достижении которой может быть построена его адекватная модель.

Принцип осуществимости

Создаваемая модель должна обеспечивать достижение поставленной цели исследования с вероятностью, существенно отличающейся от нуля.

Принцип множественности моделей

Данный принцип является ключевым. Речь идет о том, что создаваемая модель должна отражать в первую очередь те свойства реальной системы, которые интересуют исследователя. Соответственно при использовании любой конкретной модели, познаются лишь некоторые стороны реальности. Для более полного ее исследования необходим ряд моделей, позволяющий с разных сторон и с разной степенью детализации рассмотреть исследуемый объект.

Принцип агрегирования

В большинстве случаев сложную систему можно представить состоящей из агрегатов (подсистем), для адекватного математического

описания которых оказываются пригодными некоторые стандартные математические схемы.

Принцип параметризации

Этот принцип означает, что модель строится в виде известной системы, параметры которой неизвестны.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое модель? Приведите примеры материальных моделей.
2. Что такое информационная модель?
3. Перечислите свойства моделей.
4. Каковы этапы моделирования?
5. Что является целями моделирования?
5. Раскройте основные принципы моделирования.
6. Какие виды моделей вы можете назвать?
7. Можно ли карту города назвать информационной моделью? Обоснуйте ответ.
8. Почему многие научные знания можно отнести к информационным моделям?
9. Какова роль информатики в информационном моделировании?
10. В чем преимущество компьютерных информационных моделей перед теоретическими?
11. Какие данные вы бы включили в информационные модели следующих объектов и процессов:
 - обед в столовой;
 - ремонт квартиры;
 - пассажир поезда;
 - дом, в котором вы живете?

Тема 2. Классификация видов моделирования систем

Понятие системы. Признаки существования системы. Содержательная часть системы. Виды моделей систем

Система является основным понятием системного анализа [7]. Существует много определений системы, и поскольку определение – это модель вербальная, то различия целей и требований к модели приводят к разным формулировкам одного и того же понятия.

Понятие «система» означает «целое, составленное из частей». Но такого понимания системы недостаточно, так как целое обладает свойствами, которые отличаются от свойств частей, из которых она состоит.

Системой называется некоторая совокупность частей (элементов и подсистем), объединенных общими ресурсами, функциональными связями между элементами, целью существования; обладающая свойствами, отсутствующими у отдельных ее частей. Система выделена в окружающей среде как единое целое и взаимодействует через ее входы и выходы, поэтому все объекты любого происхождения можно рассматривать как системы. Солнечная система, гидросфера, компьютер, автомобиль, торговый комплекс – все это примеры естественных и искусственных систем.

Любая система предназначена для достижения некоторой цели. Прежде чем ответить на вопрос «что такое цель системы?», необходимо отметить, что все системы возникают вследствие возникновения некоторой эмпирической ситуации, расплывчатой и сложной, которая называется проблемной ситуацией. Необходимость разрешения проблемной ситуации определяет потребность построения системы.

Субъективный или объективный результат, разрешающий проблему, является целью системы. Человек определяет субъективные цели, а природа – объективные. Без цели ни одна система не имеет смысла существования. Будущее состояние системы и окружающей среды, которое реально состоится в результате осуществления объективных закономерностей, представляет собой объективную цель.

Образ желаемого, но неосуществимого будущего состояния системы и окружающей среды называется субъективной целью. Например, полет на другие планеты является пока целью субъективной.

Субъективные цели могут быть достижимыми или недостижимыми. Если цель противоречит законам природы, то она является недостижимой. Например, создание вечного двигателя – недостижимая субъективная цель.

Признаки существования системы

Объективно понять, что рассматриваемый объект представляет собой систему, а не множество разрозненных элементов, можно по некоторым критериям (признакам).

1. Любая система должна обладать целостностью и выделяться из окружающей среды, быть обособленной от нее. Свойство целостности системы не предполагает неделимости или однородности. В системе всегда различают составные части. Части в системе не изолированы друг от друга, они взаимосвязаны функциональными связями и образуют целое благодаря этим связям.

2. В целом система имеет свойства, которых нет у ее структурных частей. Это свойство появляется тогда, когда система как целое начинает взаимодействие с внешней средой через входы и выходы.

3. Поскольку все части системы имеют функциональные взаимосвязи, то воздействие на какую-либо ее часть неизменно повлечет за собой изменение свойств других элементов этой системы. То же самое произойдет, если изъять часть из системы или, наоборот, добавить. Именно в этом проявляется внутренняя целостность систем. Без нарушения свойства целостности системы нельзя рассматривать структурные ее части вне их взаимодействия друг с другом.

4. Все системы открыты, так как они существуют в среде, взаимодействуют с ней, обмениваются со средой веществом, энергией, информацией. Поэтому не существует изолированных (замкнутых) от среды систем.

Доказать существование замкнутых (изолированных) систем невозможно.

Ясных и объективных доказательств их существования нет, так как такие системы не обмениваются со средой веществом и энергией. Обмен может происходить только в виде информации. Поэтому изолированные системы являются абстракцией.

5. Открытые системы, связанные со средой, всегда являются частью другой большей системы. И наоборот, любая открытая система может включать в себя более мелкие системы (подсистемы).

6. Любая система имеет цель своего существования. Цель всегда диктует структуру и функцию системы. Целеустремленность системы определяется функцией системы, а ее структура является вариантом реализации цели.

7. Все системы динамичны, так как в результате внутренних и внешних взаимодействий они изменяются. Цель может изменяться, система адаптируется (подстраивается) под ее достижение. В том случае, если система не адаптируется к достижению новой видоизмененной цели, то такая система перестанет существовать. Ярким примером такой адаптации является эволюция живых организмов на земле. Поэтому структурную адаптацию систем можно назвать эволюцией.

Определение содержательной части системы

Внутреннее строение объектов неоднородно (если это не монолитный, неделимый объект). Объект может быть разделен на части, в которых, в свою очередь, могут быть выделены составные части и т. д. В связи с этим возникает необходимость структурирования системы.

Поэтому различают элементарные (неделимые части) и сложные части (подсистемы). Простыми, элементарными частями (элементами) системы считаются условно неделимые (монолитные). Например, деревья – элементы системы «лес», обучающиеся в вузе – элементы системы «вуз». Однако неделимость систем весьма условна.

Сложными частями (подсистемами) системы считают совокупность элементов, которые объединены функциональными отношениями и ресурсами. Малые планеты в Солнечной системе, устройства в компьютер можно назвать подсистемами.

Объединение элементов в системе порождает новое, системное свойство, характеризующее не каждый отдельный элемент, а всю систему в целом. Количественные показатели системного свойства называются интегральными характеристиками систем. Когда говорится об элементарном объекте, то нужно понимать, что элементарность – понятие относительное. То, что с одной стороны является элементом, с другой оказывается под системой, которая может быть разделена на части. Зависит «элементарность» структурных частей системы от целей. Одна и та же система может агрегировать разные элементы в зависимости от того, какая преследуется цель.

Состав системы в общем виде представлен на рис. 2.2.

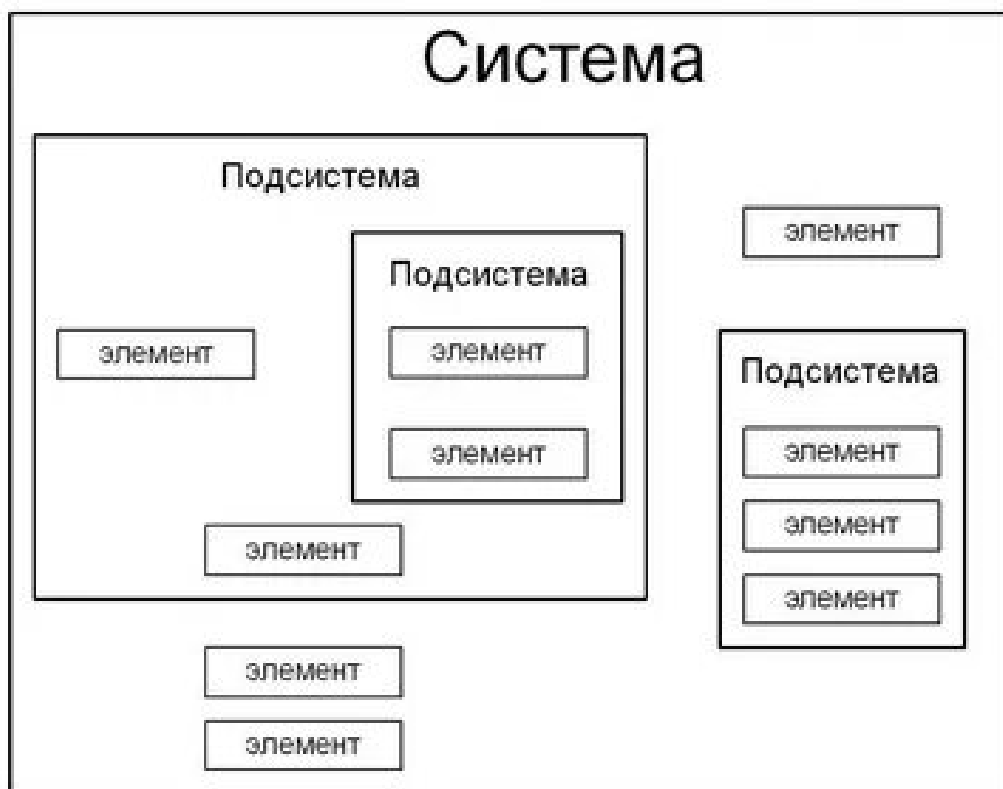


Рис. 2.2 Состав системы

Системное свойство (свойство, присущее системе в целом), которое отсутствует у каждого элемента в отдельности, называют свойством *эмерджентности* (системообразующим свойством). Этим свойством элементы системы в отдельности не обладают. Оно проявляется в результате взаимодействия системы с окружающей средой и путем взаимодействия друг с другом. Это и есть тот результат, для которого существует система.

Например, свойством эмерджентности высшего учебного заведения служит то, что все элементы (факультеты), входящие в систему, рассматриваются относительно других вузов как самостоятельный, неделимый объект, основной целью которого является подготовка специалистов высшей квалификации.

Особенность в определении состава системы (т. е. того, из чего она состоит) заключается в том, что границы между подсистемами условны и разделение целостной системы на части является относительным. Так же относительны и границы между системой и окружающей средой, т. е. форма системы.

Если система утрачивает какой-то элемент, то система теряет не только свойства этого элемента, но и часть системных свойств. Элемент, изъятый из системы, тоже теряет свойства, которые проявлялись в результате его взаимодействия с другими элементами в рамках системы. В связи с этим, изучая каждый элемент в отдельности, невозможно познать все свойства системы в целом.

Устанавливая функции взаимосвязи (отношения) между элементарными объектами, можно найти информацию, описывающую объект в целом. Множество связей (отношений) между элементарными объектами, необходимых и достаточных для достижения цели, называется структурой объекта.

Распределение функций между частями объекта между собой и внешней средой определяют понятие структуры системы. Реальные объекты могут иметь огромное количество отношений между собой, однако существенными для достижения цели являются лишь некоторые. Поэтому в структуре системы учитывается только количество связей, существенных для достижения цели.

Устройство объекта полностью определяют состав и структура системы. Сущность организации системы, которая проявляется в агрегировании элементов и приводит к возникновению новых свойств, отличных от свойств элементов, называется принципом организации. Разные принципы организации приводят к созданию систем, отличающихся своими структурами, но тождественных по функциональному назначению. Разнообразие структур определяется сложностью объекта. Самыми распространенными структурами являются линейные, иерархические (древовидные), сетевые и матричные структуры, изображенные на рис. 2.2–2.5.

Линейная структура устанавливает связь между элементарными объектами в линейную зависимость, т. е. подчиненность последующего элемента предшествующему элементу (см. рис. 2.3).

Примерами линейных структур являются: схема линейного алгоритма, список обучающихся в алфавитном порядке.

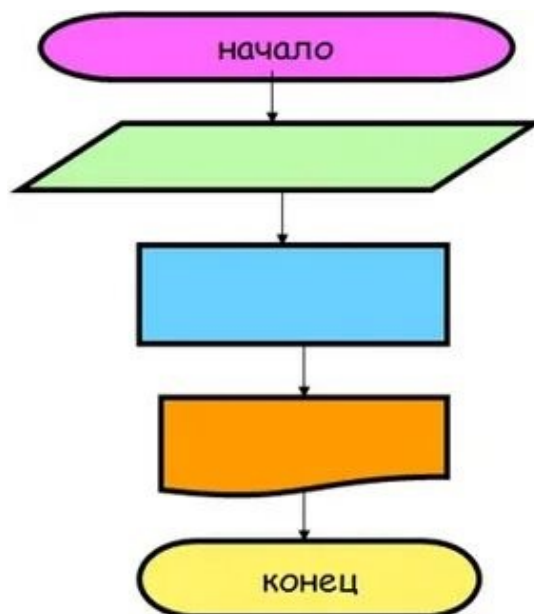


Рис. 2.3. Блок-схема алгоритма линейной структуры

В иерархических (древовидных) структурах существует строгая подчиненность элементов последующего уровня элементам вышестоящего уровня (рис. 2.4). При этом связи между элементарными объектами одного уровня, как правило, запрещены, хотя допускаются и исключения.

В этом случае иерархическая структура превращается в сетевую.

Ярким примером иерархической структуры является структура власти, генеалогическое древо, файловая структура и т. д.



Рис. 2.4. Иерархическая (древовидная) структура на примере файловой системы

Сетевые структуры представляют собой объединение иерархических структур. В них связи между элементарными объектами определяются произвольно, где каждый элементарный объект может быть связан с любым другим элементом системы (рис. 2.5).

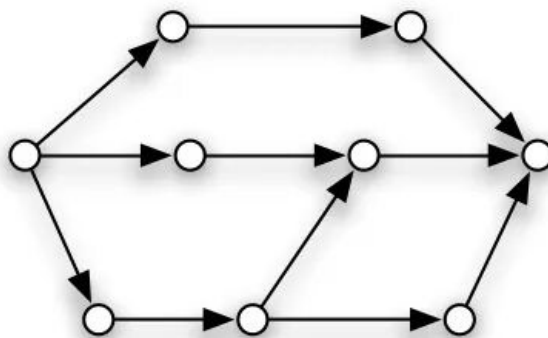


Рис. 2.5 Сетевая структура

Примером сетевой структуры является принцип соединения компьютеров в сети.

Матричные структуры обычно представлены двумерными таблицами и отображают отношения между элементарными объектами, где каждый элемент располагается на пересечении строк и столбцов (рис. 2.6).

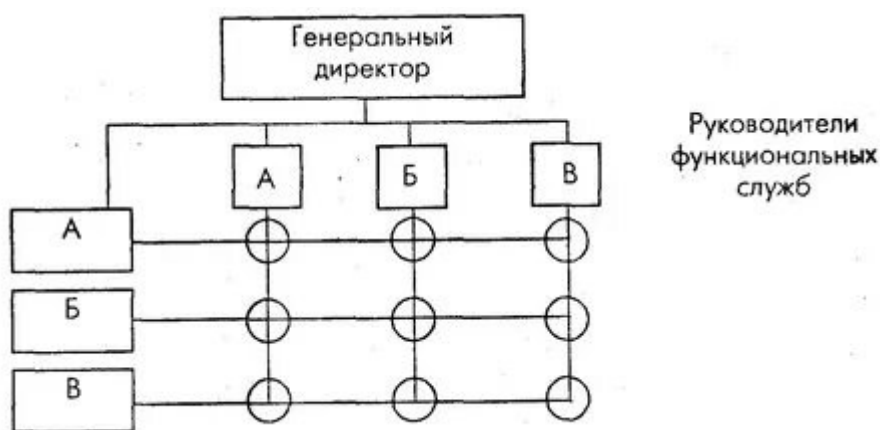


Рис. 2.6. Пример матричной структуры организации

Система образует целое благодаря связям между ее элементами. Связи определяют правила функционирования системы. По характеру связи бывают прямыми и обратными, а по виду проявления (описания) — детерминированными и вероятностными.

Для передачи вещества, энергии, информации от одного элемента к другому в рамках одного процесса существуют прямые связи.

Обратные связи отражают изменение состояния системы в результате управляющего воздействия на нее. Без использования обратных связей процессы управления, адаптации, саморегулирования, самоорганизации, развития невозможны

Классификация видов моделирования систем

Классификация всегда основана на распознавании образов [17]. Процесс классификации напрямую зависит от целей моделирования. Элементы системы подбирают по признакам (характеристикам), необходимым для достижения целей моделирования системы. На рис. 2.7 приведена классификация, основанная на четырех признаках, определяющих целенаправленное содержание системы.

Детерминированное и стохастическое моделирование основаны на характере процессов, учитываемых в модели системы.

В детерминированных моделях систем поведение объекта определяется конкретными значениями начальных условий и входных переменных.

В них отсутствуют любые случайные изменения, например, влияние внешних воздействий, внутренних процессов. В таких моделях все точно определено и предсказуемо.

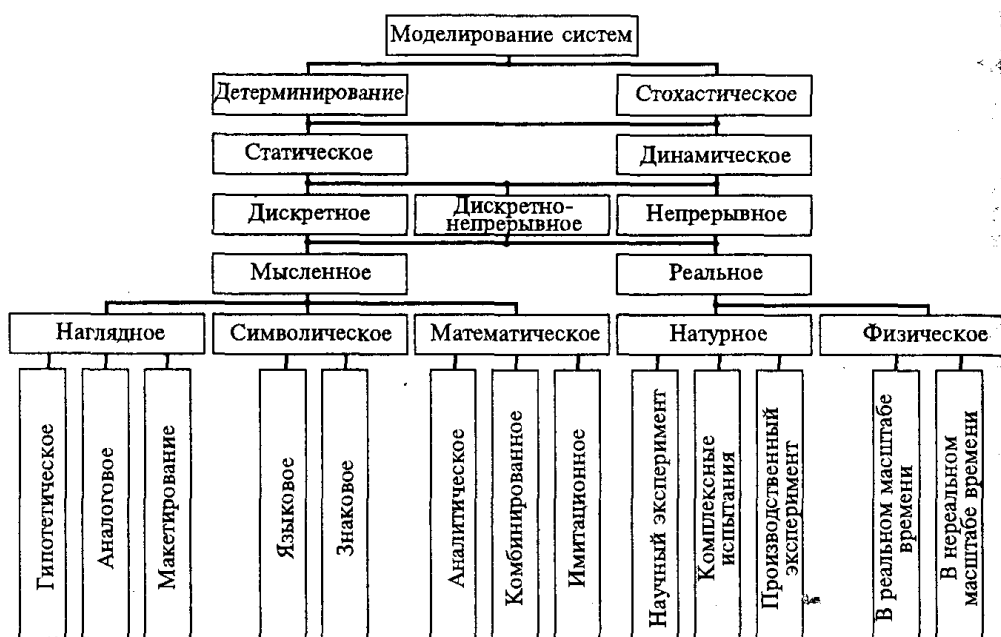


Рис. 2.7 Классификация видов моделирования систем

В *стохастических моделях* присутствуют случайные процессы, а независимой переменной служит время. Подобные модели характеризуются плотностями или функциями распределения вероятностей и средними значениями смещения и распределения, например, математическим ожиданием и дисперсией.

По *фактору времени* выделяют статические и динамические модели систем.

Статические модели систем предназначены для описания состояния объекта в дискретные моменты времени. Динамическое же моделирование отражает поведение объекта во времени. Примеры статических моделей: карта местности, схема персонального компьютера и т. д.

Динамические модели – модели, в которых все процессы в системах рассматриваются в зависимости от фактора времени. Функционирование динамических моделей происходит так же, как и в статических, но с явным указанием роли времени.

Дискретное моделирование служит для описания процессов, которые предполагаются дискретными, т. е. конечными относительно какой-либо шкалы, например, времени.

Непрерывное моделирование позволяет отразить непрерывные процессы в системах. Дискретно-непрерывное моделирование позволяет выделить наличие как дискретных, так и непрерывных процессов. Пример: определение состояний объекта в дискретные моменты времени на непрерывной временной оси.

В дискретном моделировании определены значения функции в определенные (дискретные) моменты времени. В промежутках между дискретными значениями функция не определена.

Мысленное и реальное моделирование подразделяет модели в зависимости от формы представления объекта. Зачастую мысленное моделирование является единственным способом моделирования объектов, которые либо практически невозможно реализовать, либо в настоящее время нет условий, при которых была бы возможность их физического создания.

Например, с помощью мысленного моделирования могут быть проанализированы процессы, происходящие на других планетах, не поддающиеся физическому эксперименту.

Мысленное моделирование может быть классифицировано в виде наглядного, символического и математического. Наглядные модели создаются на основе представлений человека о реальных объектах и воспроизводят существенные для достижения цели свойства изучаемого объекта, что позволяет создать объект-«заместитель» для его изучения.

Процесс создания объекта, в котором все свойства объекта заменены определенными символами, представляет собой символическое моделирование. Примером может служить текст, формула, алгоритмические языки программирования, совокупность знаков, обозначающих правила дорожного движения, и т. д.

Математическая модель служит для исследования процесса функционирования любой системы формальными, математическими методами.

Замена реального объекта математическим представляет собой математическое моделирование. А объект-аналог, свойства которого представлены математическими соотношениями, – математическую модель. Необходимо заметить, что математическая модель, как и всякая другая, описывает реальный объект лишь с некоторой степенью приближения к действительности. Математическая модель является абстрактной моделью.

Реальное моделирование дает возможность исследования различных характеристик на реальном объекте. Оно является наиболее адекватным, однако некоторые его возможности ограничены с учетом особенностей реальных объектов.

Пример: проведение реального моделирования – землетрясения, что в большинстве случаев невозможно.

В свою очередь, реальное моделирование делится на натурное и физическое.

Проведение исследований на реальном объекте с последующей обработкой результатов эксперимента на основе теории подобия называется натурным моделированием. При функционировании объекта в соответствии с поставленной целью выявляются закономерности протекания реального процесса. Пример натуральных моделей: манекен, кукла, игрушка и т. д.

Физическое моделирование представляет собой другой вид реального моделирования и отличается от натурального тем, что проводится

на физических установках, отображающих природу явлений и обладающих физическим подобием. На физических установках воспроизводятся свойства реального объекта, функции взаимодействия его с окружающей средой.

Примерами физической модели могут служить материальная точка, абсолютно твердое тело, математический маятник или идеальный газ.

Физическое моделирование включает моделирование в реальном масштабе времени и в нереальном (измененном) масштабе времени. При реальном моделировании исследования могут выполняться на самом объекте, на его части или на его модели. В последнем случае изучению подлежат так называемые замороженные процессы, которые фиксируются в некоторый момент времени. Пример: идеальный газ, идеальная жидкость.

Наибольший интерес представляет физическое моделирование в реальном масштабе времени. Например, модель организационного управления цехами и участками или управления технологическими процессами выпуска различных изделий.

Другая классификация моделирования систем по способу отображения объектов делит модели на два класса: 1-й класс – изобразительные, аналоговые и символьные; 2-й класс – познавательные и прагматические.

Изобразительная модель – простейший из типов моделей. Это подобие оригинала, которое отображает лишь внешние свойства объектов.

Пример: фотографии, картины, скульптуры и пр.

Аналоговые модели имеют природу, отличную от природы реального объекта. В основе своей это вспомогательные объекты-заместители. Проще говоря, это модели, в которых совокупность одних свойств представляется в виде совокупности других свойств.

Пример: лекарства, разные по названию, но обладающие одним и тем же действием при абсолютно разном ингредиентном составе.

Модели, в которых объекты описываются на формальном языке, состоящем из конечного набора символов, правил, отношений между ними и правил интерпретации этих символов, являются символьными моделями.

Формы организации и представления знаний посредством соединения новых знаний с имеющимися представляют собой познавательные модели. В таких моделях всегда отображается реальность, т. е. модель «подгоняется» под реальность. Примерами познавательных моделей являются схема развития Вселенной, механизм эволюции организмов.

Способ представления образцово-правильных действий или их нормативный характер и играют роль стандарта. В прагматических моделях действительность всегда «подгоняется» под модель. Примеры прагматических моделей: план мероприятия, список покупок, список учеников в классе.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте понятие системы.
2. Приведите пример систем в природе, социуме, науке, управлении.
3. Опишите критерии существования системы.
4. Что такое эмерджентность системы?
5. Какие виды структур систем существуют?
6. Как выделяют модели по фактору времени?
7. В чем различие между детерминированными и стохастическими моделями?
8. Для чего предназначены статические модели?
9. Какие процессы могут быть проанализированы с помощью мысленного моделирования?
10. Чем отличается физическое моделирование от натурного?
11. Для чего служит математическая модель?
12. Дайте классификацию моделирования систем по способу отображения объектов.
13. Что такое познавательные модели?

Тема 3. Базы данных и базы знаний. Информационное моделирование предметной области

Базы данных и информационные системы. Основные понятия. Централизованные и распределенные базы данных. Классификация БД по способу доступа к данным. Модели данных

Базы данных и информационные системы. Основные понятия

В основе решения многих задач лежит обработка информации. Для облегчения обработки информации создаются информационные системы (ИС). Автоматизированными называют ИС, в которых применяют технические средства, в частности ЭВМ [15].

Информационная система (ИС) — это система, предназначенная для хранения, поиска и обработки информации, и соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т. д.), которые обеспечивают и распространяют информацию.

Информационная система предназначена для своевременного обеспечения надлежащих людей надлежащей информацией, то есть для удовлетворения конкретных информационных потребностей в рамках определенной предметной области.

Под предметной областью информационной системы понимается совокупность реальных процессов и объектов (сущностей) в некоторой области деятельности для организации управления и, в конечном счете, автоматизации, например, предприятие, вуз и т.д.

По области применения ИС можно разделить на системы, используемые в производстве, образовании, здравоохранении, науке, военном деле, социальной сфере, торговле и других отраслях. По целевой функции ИС можно условно разделить на следующие основные категории: управляющие, информационно-справочные, поддержки принятия решений.

Заметим, что иногда используется более узкая трактовка понятия ИС как совокупности аппаратно-программных средств, задействованных для решения некоторой прикладной задачи. В организации, например, могут существовать информационные системы, на которых соответственно возложены следующие задачи: учет кадров и материально-технических средств, расчет с поставщиками и заказчиками, бухгалтерский учет и т. п.

Неотъемлемой частью любой информационной системы является база данных.

База данных (БД)—это совокупность сведений о конкретных объектах реального мира в какой-либо предметной области.

Создавая базу данных, пользователь стремится упорядочить информацию по различным признакам и быстро извлекать данные, при необходимости делая выборку с произвольным сочетанием признаков. Пользователями БД могут быть различные прикладные программы, программные комплексы, а также специалисты предметной области, выступающие в роли потребителей и (или) источников данных, называемые конечными пользователями.

Однако для быстрого нахождения требуемой информации необходимо, чтобы хранящиеся данные были структурированы.

Структурирование – это соглашение о способах представления данных.

Неструктурированными называют, например, данные, записанные в текстовом файле.

Чтобы автоматизировать поиск и систематизировать эти данные, необходимо выработать определенные соглашения о способах представления данных. Так, например, дату рождения каждого студента нужно записывать одинаково в соответствии с заданным форматом. Эти же замечания справедливы и для других элементов данных.

После проведения несложной структуризации информации она будет выглядеть, например, так, как показано на рис. 2.8



Неструктурированные данные
Счет № 16493, Сергеев Петр Михайлович,
дата рождения 1 января 1936г.; Сч. № 16593,
Петрова Анна Владимировна, дата рожд. 15
марта 1955г.; № сч. 16693, Анохин Андрей
Борисович, д/р 14/04/76.

Структурированные данные

№счета	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения
16493	Сергеев	Петр	Михайлович	01/01/36
16593	Петрова	Анна	Владимировна	15/03/55
16693	Анохин	Андрей	Борисович	14/04/76

Рис. 2.8 –Пример структурирования данных

Таким образом, дадим более точное определение базе данных.

База данных представляет собой поименованную совокупность структурированных данных, хранимых в памяти вычислительной системы и отображающих, состояние объектов и их взаимосвязей в рассматриваемой предметной области.

С точки зрения функционирования любой информационной системы БД должна удовлетворять следующим общесистемным требованиям.

Данные, хранящиеся в системе, отражают часть реального мира, объекты которого находятся в сложном взаимодействии между собой. Системность, взаимосвязанность этих объектов приводит к взаимосвязанности отражающих их информационных объектов (элементов информации). Для того чтобы обеспечить непротиворечивость отображения объектов реального мира, БД должна представлять собой некоторое единое взаимоувязанное целое.

Поэтому важнейшим требованием к БД является обеспечение адекватности отображения предметной области.

Информационные потребности конечных пользователей, как правило, пересекаются. Создание же локальных массивов, кроме случаев, когда в этом есть реальная необходимость, приводит к значительному дублированию информации и, как следствие, к повышению возможности нарушения целостности и непротиворечивости данных. Поэтому БД, как единое информационное поле, должна обеспечивать многократное обращение к одним и тем же данным, т. е. возможность взаимодействия с пользователями разных категорий и в различных режимах.

Следующим требованием, в известной мере дополняющим предыдущее, является требование нахождения в БД минимально необходимых сведений о предметной области: ни минимальных, а именно минимально необходимых сведений. Данные должны быть организованы таким образом, чтобы имелась возможность получения на их основе дополнительной информации, которая непосредственно не содержится в БД, но которую можно получить, используя средства манипулирования данными.

Наконец, последние из общесистемных требований заключается в том, что любая БД потенциально должна обладать способностью развития (эволюции), т.е. обладать в этом смысле открытостью. Очевидно,

что объекты предметной области находятся в движении, т. е. подвержены различного рода изменениям, что, естественно, может придавать им новые важные свойства. Вследствие этого, и сама предметная область не статична. Поэтому в БД должно своевременно отражаться любое существенное изменение структуры свойств информационных объектов.

В современной технологии БД предполагается, что создание БД, ее поддержка и обеспечение доступа пользователей к ней осуществляется централизованно с помощью специального инструментария – систем управления базами данных.

Система управления базами данных (СУБД)— этот совокупность программных и лингвистических средств общего или специального назначения, обеспечивающих управление созданием и использованием баз данных.

Для работы с БД зачастую достаточно средств СУБД. Однако если требуется обеспечить удобство работы с БД неквалифицированным пользователям или интерфейс СУБД не устраивает пользователей, то могут быть разработаны приложения. Их создание требует программирования.

Приложение представляет собой программу или комплекс программ, обеспечивающих автоматизацию решения какой-либо прикладной задачи.

Приложения могут создаваться в среде или вне среды СУБД — с помощью системы программирования, использующей средства доступа к БД, к примеру, Delphi или C++ Builder. Приложения, разработанные в среде СУБД, часто называют приложениями СУБД, а приложения, разработанные вне СУБД, — внешними приложениями.

Централизованные и распределенные базы данных

С появлением и развитием корпоративных и иных сетей появилась возможность организации доступа к одним и тем же данным из различных структурных подразделений предприятия или из других регионов. При этом разработаны два вида баз данных — централизованные и распределенные [25].

Централизованная база данных характеризуется тем, что полностью находится на центральном компьютере (сервере), к которому пользователи (клиенты) обращаются за информацией с помощью своих компьютеров.

Управление базой данных (ее корректировка и прочие процедуры, поддерживающие ее целостность, безопасность и др.) осуществляется централизованно.

Недостатки централизованной БД: необходимость передачи большого потока данных, низкая надежность и низкая производительность.

Преимущества: минимальные затраты на корректировку.

Для снижения остроты перечисленных недостатков создают распределенные базы данных.

Распределенная база данных состоит из нескольких, возможно пересекающихся или даже дублирующих друг друга частей, хранимых в различных ЭВМ вычислительной сети.

Главный критерий распределения данных в сети состоит в следующем: данные должны находиться там, где существует наибольшая частота обращения к ним.

Фактически распределенная БД есть виртуальный объект, составные части которого хранятся в разных узлах сети. Для пользователя они находятся в одной логической модели базы данных.

По технологии обработки данных базы данных подразделяются на централизованные и распределенные.

Классификация БД по способу доступа к данным

Классификация баз данных по способу доступа предполагают архитектуры (рис. 2.9, рис.2.10):

- файл-сервер;
- клиент-сервер.

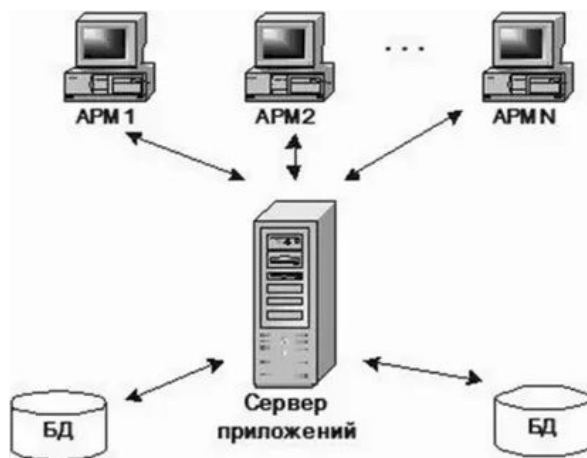


Рис. 2.9 Файл-сервер

Файл-сервер. Такая архитектура предполагает выделение одной из машин сети в качестве центральной (сервер файлов). На такой машине хранится совместно используемая централизованная БД. Все другие машины сети выполняют функции рабочих станций, с помощью которых поддерживается доступ пользователей системы к централизованной БД. Файлы БД в соответствии с пользовательскими запросами передаются на рабочие станции, где в основном и производится обработка. Очевидно, что при большой интенсивности доступа к одним и тем же данным производительность такой системы падает.

Применение архитектуры «файл-сервер» привлекает своей простотой, удобством использования и доступностью. Она представляет интерес для малых рабочих групп и используется и в информационных системах масштаба небольшого предприятия.

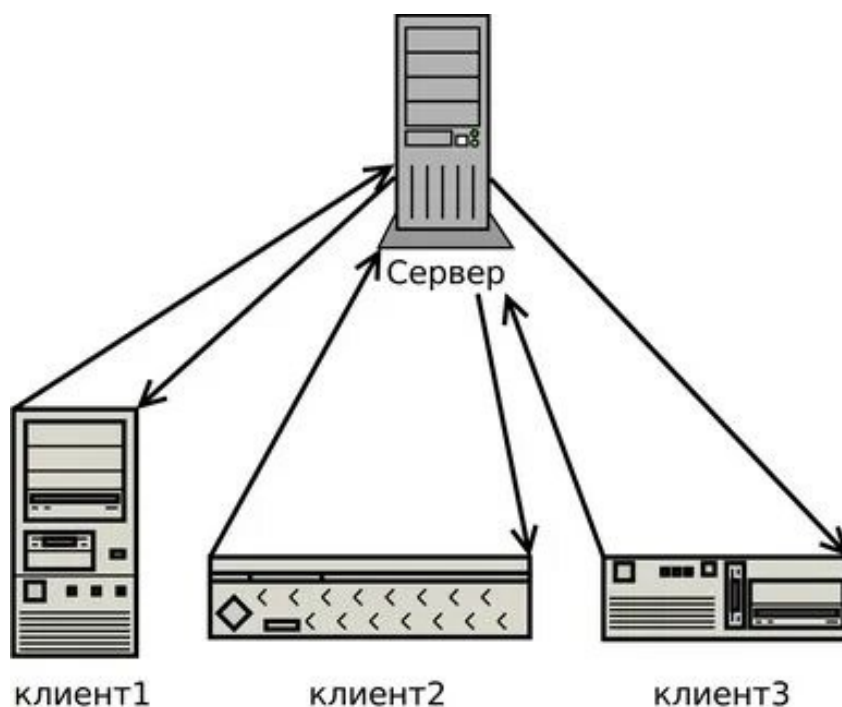


Рис. 2.10 клиент-сервер

Клиент-сервер. В этой концепции подразумевается, что помимо хранения централизованной БД центральная машина (сервер БД) должна обеспечивать выполнение основного объема обработки данных. Клиентское приложение формирует запросы к серверу базы данных, как правило, в виде инструкций языка SQL. Сервер извлекает из базы запрошенные данные и передает на компьютер клиента. Главное

достоинство такого подхода — значительно меньший объем передаваемых данных.

Совершенно очевидно, что перенос программ управления данными с рабочих станций на сервер способствует высвобождению ресурсов рабочих станций, предоставляет возможность увеличить число частных, локально решаемых задач. Данная архитектура позволяет также централизовать ряд самых важных функций управления данными, такие, как защита информации баз данных, обеспечение целостности данных, управление совместным использованием ресурсов.

Модели данных

1. Трехуровневая архитектура базы данных

Современная технология баз данных основана на концепции трехуровневой архитектуры СУБД, сформулированной американским комитетом по стандартизации SPARC (Standards Planning and Requirements Committee)

Американского национального института стандартов ANSI (American National Standards Institute). Архитектура включает 3 уровня описания данных (концептуальный, внешний и внутренний), различающиеся степенью абстракции (рис.2.11).

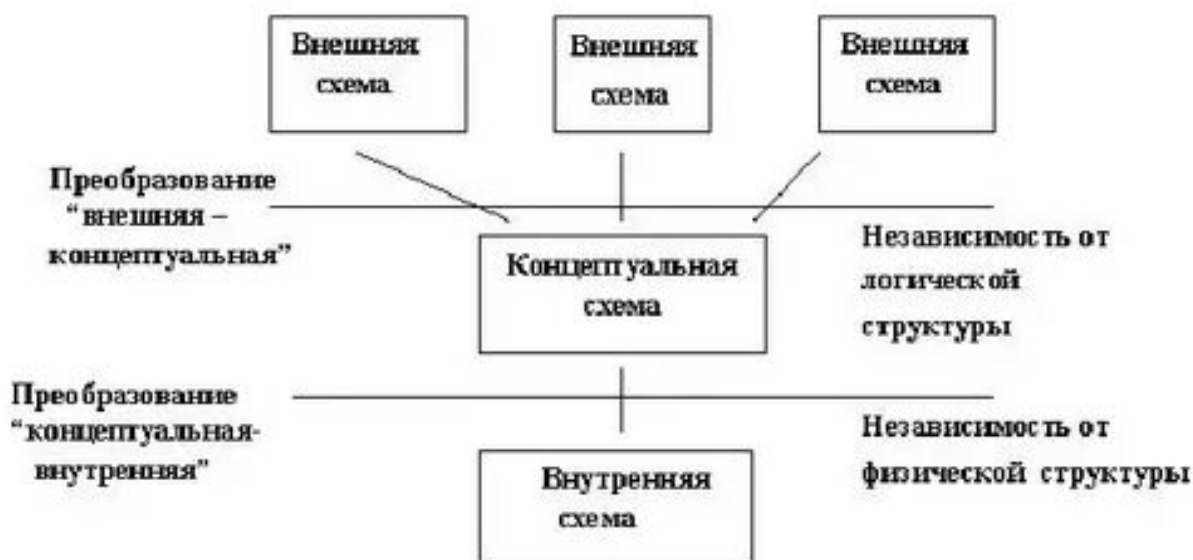


Рис.2.11 Трехуровневая модель СУБД

1. На внешнем (пользовательском) уровне описываются различные подмножества элементов концептуального уровня для представлений данных различным пользовательским программам. Каждый пользователь получает в свое распоряжение часть представлений о данных, но полная концепция скрыта. Например, система распределения работ использует сведения о квалификации сотрудника, но ее не интересуют сведения об окладе, домашнем адресе и телефоне сотрудника, и наоборот, именно эти сведения используются в подсистеме отдела кадров. Отделение внешнего уровня от концептуального обеспечивает логическую независимость данных.

2. Концептуальный уровень лежит в основе архитектуры ANSI SPARC. Он описывает объекты и их взаимосвязи без указания способов их физического хранения, объединяя данные, используемые всеми приложениями, работающими с данной БД. Фактически концептуальный уровень отражает обобщенную модель предметной области (объектов реального мира), для которой создавалась база данных.

3. Внутренний (физический) уровень — позволяет скрыть подробности физического хранения данных (носители, файлы, таблицы, триггеры) от концептуального уровня. Он содержит детальное описание структур данных и физической организации файлов с данными, описание вспомогательных структур (индексов), используемых для ускорения поиска, сведения о распределении дискового пространства для хранения данных и индексов, сведения о сжатии данных и выбранных методах их шифрования и т.д.

Отделение внутреннего уровня от концептуального обеспечивает так называемую физическую независимость данных.

Эта архитектура позволяет обеспечить логическую (между уровнями 1 и 2) и физическую (между уровнями 2 и 3) независимость при работе с данными. Логическая независимость предполагает возможность изменения одного приложения без корректировки других приложений, работающих с этой же базой данных. Физическая независимость предполагает возможность переноса хранимой информации с одних носителей на другие при сохранении работоспособности всех приложений, работающих с данной базой данных.

Как показывает изучение трехуровневой архитектуры БД, концептуальная схема является самым важным уровнем представления базы данных.

Она поддерживает все внешние представления, а сама поддерживается средствами внутренней схемы. Внутренняя схема является всего лишь физическим воплощением концептуальной схемы. Именно концептуальная схема призвана быть полным и точным представлением требований к данным в рамках некоторой предметной области.

Классификация моделей данных согласно архитектуре ANSISPARC

Одними из основополагающих в концепции баз данных являются обобщенные категории "данные" и "модель данных".

Понятие "данные" в концепции баз данных — это набор конкретных значений, параметров, характеризующих объект, условие, ситуацию или любые другие факторы. Примеры данных: Петров Николай Степанович, \$30 и т.д.

Данные не обладают определенной структурой, данные становятся информацией тогда, когда пользователь задает им определенную структуру, то есть осознает их смысловое содержание. Поэтому центральным понятием в области баз данных является понятие модели. Не существует однозначного определения этого термина, у разных авторов эта абстракция определяется с некоторыми различиями, но, тем не менее, можно выделить нечто общее в этих определениях.

Модель данных – это некоторая абстракция, которая, будучи приближенной к конкретным данным, позволяет пользователям и разработчикам трактовать их уже как информацию, то есть сведения, содержащие не только данные, но и взаимосвязь между ними.

На рис. 2.12 представлена классификация моделей данных в соответствии с трехуровневой архитектурой, предложенной ANSI-SPARC. Так, модели данных, обозначенные на рисунках как физические, соответствуют первому (нижнему) уровню архитектуры ANSI-SPARC, даталогические модели можно отнести ко второму, внутреннему уровню архитектуры, а инфологические модели соответствуют концептуальному уровню архитектуры, изображенной на рис.2.12



Рис. 2.12. Классификация моделей данных

Инфологическая (информационно-логическая) или семантическая модель данных – это модель отображения предметной области в виде информационных объектов и связей между ними. При этом под информационным объектом понимается абстрактные объект, информацию о свойствах которого предполагается хранить в БД. Такими информационными объектами, например, могут быть: СТУДЕНТ, ГРУППА, ФАКУЛЬТЕТ и др.

Такая модель создаётся без ориентации на какую-либо конкретную СУБД. Термины «инфологическая модель», «семантическая модель» и «концептуальная модель» являются синонимами. Кроме того, в этом контексте равноправно могут использоваться слова «модель базы данных» и «модель предметной области» (например, «концептуальная модель базы данных» и «концептуальная модель предметной области»), поскольку такая модель является как образом реальности, так и образом проектируемой базы данных для этой реальности.

Конкретный вид и содержание концептуальной модели базы данных определяется выбранным для этого формальным аппаратом. Обычно используются графические нотации, подобные ER-диаграммам.

Чаще всего концептуальная модель базы данных включает в себя:

- описание информационных объектов или понятий предметной области, ограничений целостности, т.е. требований к допустимым значениям данных и к связям между ними.

Инфологическая модель строится безотносительно к физической реализации БД. Следовательно, она является наиболее стабильной среди всех моделей, показанных на рис. 2.12. Поэтому к этой модели предъявляются следующие требования:

- адекватное отображение предметной области;
- полнота модели (модель должна содержать информацию, достаточную для создания БД);
- однозначность модели.

Даталогическая или логическая модель данных – это модель, ориентированная на реализацию БД в конкретной СУБД, т.е. это инфологическая модель, трансформированная с учетом требований и ограничений конкретной СУБД (тип модели данных, поддерживаемой СУБД, формат данных, возможности по обеспечению целостности данных и т.д.).

Логическая модель отражает логические связи между элементами данных вне зависимости от их содержания и среды хранения.

Логическая модель данных может быть иерархической, сетевой или реляционной.

Физическая модель данных используется для привязки даталогической модели к среде хранения в данной операционной среде. Эта модель определяет используемые запоминающие устройства, способы расположения элементов данных в памяти, способы физической реализации логических отношений между элементами данных. Модель физического уровня строится с учетом ограничений СУБД и операционной системы.

Модель каждого последующего уровня строится на основе фиксированных характеристик моделей предшествующих уровней. Модели имеют разный уровень абстракции.

Выделение моделей разных уровней абстракции позволяет:

- разделить сложный процесс отображения «предметная область – база данных» на несколько итеративных более простых отображений;
- обеспечить специализацию разработчиков баз данных; возможность работать разным категориям пользователей с моделью соответствующего уровня;

- предоставить возможность активного и конструктивного участия в разработке баз данных лицам, не имеющим профессиональных навыков в области обработки данных;
- создать предпосылки автоматизации проектирования баз данных путем формализованного перехода с одного уровня моделей на другой.

Модели представления данных, поддерживаемые СУБД

Логическую структуру данных, хранимых в базе, называют моделью представления данных [35]. Вид модели и используемые в ней типы структур данных отражают концепцию логической организации данных и их обработки, используемую в СУБД. Вид модели данных, поддерживаемой СУБД, является одним из важнейших признаков классификации СУБД — иерархические, сетевые, реляционные, объектно-ориентированные, семантические и др.

Иерархическая модель представляет совокупность элементов, связанных между собой по принципу «дерева» (связного ациклического графа) (рис. 2,13)

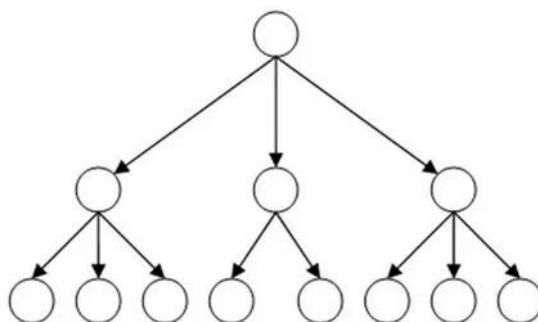


Рис. 2.13 – Иерархическая модель данных

Отличительными признаками иерархической структуры являются:

- каждый элемент является либо управляющим, либо подчиненным, либо и тем и другим одновременно;
- существует один и только один только управляющий элемент;
- существует, по крайней мере, один только подчиненный элемент;
- любой подчиненный элемент непосредственно взаимодействует с одним и только одним управляющим элементом;
- связи между элементами на одном уровне отсутствуют;

- к каждому элементу существует только один путь от корневого элемента.

Сетевая модель позволяет отображать разнообразные взаимосвязи элементов данных в виде произвольного графа (рис. 2.14).

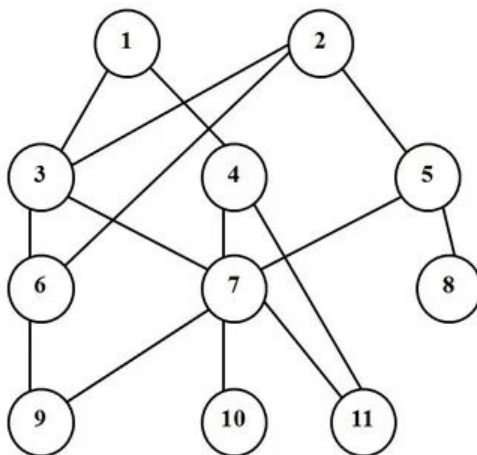


Рис. 2.14—Сетевая модель данных

Реляционная модель получила название от английского термина relation (отношение). Ее предложил в 70-х годах прошлого века известный американский специалист фирмы IBM Эдгар Кодд.

Реляционные модели характеризуются простотой структуры данных, удобным для пользователя табличным представлением и возможностью использования формального аппарата реляционной алгебры и реляционного исчисления.

Реляционная модель ориентирована на представление данных в виде плоских (двумерных) таблиц (отношений).

Объектно-ориентированная модель представляет собой синтез сетевой и реляционной моделей. Она ориентирована на использование методов объектно-ориентированного программирования, в котором существенными являются понятия инкапсуляции, наследования и полиморфизма.

Семантическая модель данных ориентирована на отражение семантики (смысла) данных и их взаимодействия.

Ключевыми понятиями семантической модели являются сущность (Entity), атрибут (Attribute) и связь (Relationship).

Семантическая модель данных используется в настоящее время, как правило, на начальных стадиях создания информационных систем

вообще и их баз данных в частности. Поэтому именно эта модель реализована в большинстве CASE-средств разработки информационных систем.

Информационное моделирование предметной области

Структурная модель предметной области

В основе проектирования ИС лежит моделирование предметной области [26]. Для того чтобы получить адекватный предметной области проект ИС в виде системы правильно работающих программ, необходимо иметь целостное, системное представление модели, которое отражает все аспекты функционирования будущей информационной системы. При этом под моделью предметной области понимается некоторая система, имитирующая структуру или функционирование исследуемой предметной области и отвечающая основному требованию – быть адекватной этой области.

Предварительное моделирование предметной области позволяет сократить время и сроки проведения проектировочных работ и получить более эффективный и качественный проект.

Без проведения моделирования предметной области велика вероятность допущения большого количества ошибок в решении стратегических вопросов, приводящих к экономическим потерям и высоким затратам на последующее перепроектирование системы. Вследствие этого все современные технологии проектирования ИС основываются на использовании методологии моделирования предметной области.

К моделям предметных областей предъявляются следующие требования:

- формализация, обеспечивающая однозначное описание структуры предметной области;
- понятность для заказчиков и разработчиков на основе применения графических средств отображения модели;
- реализуемость, подразумевающая наличие средств физической реализации модели предметной области в ИС;
- обеспечение оценки эффективности реализации модели предметной области на основе определенных методов и вычисляемых показателей.

Для реализации перечисленных требований, как правило, строится система моделей, которая отражает структурный и оценочный аспекты функционирования предметной области.

Структурный аспект предполагает построение:

- объектной структуры, отражающей состав взаимодействующих в процессах материальных и информационных объектов предметной области;
- функциональной структуры, отражающей взаимосвязь функций (действий) по преобразованию объектов в процессах;
- структуры управления, отражающей события и бизнес-правила, которые воздействуют на выполнение процессов;
- организационной структуры, отражающей взаимодействие организационных единиц предприятия и персонала в процессах;
- технической структуры, описывающей топологию расположения и способы коммуникации комплекса технических средств.

Для отображения структурного аспекта моделей предметных областей в основном используются графические методы, которые должны гарантировать представление информации о компонентах системы. Главное требование к графическим методам документирования — простота. Графические методы должны обеспечивать возможность структурной декомпозиции спецификаций системы с максимальной степенью детализации и согласований описаний на смежных уровнях декомпозиции.

С моделированием непосредственно связана проблема выбора языка представления проектных решений, позволяющего как можно больше привлекать будущих пользователей системы к ее разработке.

Язык моделирования – это нотация, в основном графическая, которая используется для описания проектов. *Нотация* представляет собой совокупность графических объектов, используемых в модели. Нотация является синтаксисом языка моделирования.

Язык моделирования, с одной стороны, должен делать решения проектировщиков понятными пользователю, с другой стороны, предоставлять проектировщикам средства достаточно формализованного и однозначного определения проектных решений, подлежащих реализации в виде программных комплексов, образующих целостную систему программного обеспечения. Графическое изображение нередко оказывается наиболее емкой формой представления информации. При этом проектировщики должны учитывать, что графические методы документирования не могут полностью обеспечить декомпозицию проектных решений от постановки задачи проектирования до реализации

программ ЭВМ. Трудности возникают при переходе от этапа анализа системы к этапу проектирования и в особенности к программированию.

Главный критерий адекватности структурной модели предметной области заключается в функциональной полноте разрабатываемой ИС.

Оценочные аспекты моделирования предметной области связаны с разрабатываемыми показателями эффективности автоматизируемых процессов, к которым относятся:

- время решения задач;
- стоимостные затраты на обработку данных;
- надежность процессов;
- косвенные показатели эффективности, такие, как объемы производства, производительность труда, оборачиваемость капитала, рентабельность и т.д.

Для расчета показателей эффективности, как правило, используются статические методы функционально-стоимостного анализа (АВС) и динамические методы имитационного моделирования.

Информационные объекты и связи

Информационные модели во многих случаях опираются на математические модели, так как при решении задач математическая модель исследуемого объекта, процесса или явления неизбежно преобразуется в информационную для ее реализации на компьютере. Определим основные понятия информационной модели.

Информационным объектом называется описание реального объекта, процесса или явления в виде совокупности его характеристик (информационных элементов), называемых реквизитами. Информационный объект определенной структуры (реквизитного состава) образует тип (класс), которому присваивают уникальное имя. Информационный объект с конкретными характеристиками называют экземпляром. Каждый экземпляр идентифицируется заданием ключевого реквизита (ключа). Одни и те же реквизиты в различных информационных объектах могут быть как ключевыми, так и описательными. Информационный объект может иметь несколько ключей.

Пример. Информационный объект СТУДЕНТ имеет реквизитный состав: номер (номер зачетной книжки - ключевой реквизит), фамилия, имя, отчество, дата рождения, код места обучения.

Информационный объект ЛИЧНОЕ ДЕЛО: номер студента, домашний адрес, номер аттестата о среднем образовании, семейное положение, дети.

Информационный объект МЕСТО ОБУЧЕНИЯ включает реквизиты: код (ключевой реквизит), наименование вуза, факультет, группа.

Информационный объект ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: код (ключевой реквизит), кафедра, фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность.

Отношения, существующие между реальными объектами, определяются в информационных моделях, как связи. Существует три вида связей: один к одному (1:1), один ко многим (1:?) и многие ко многим (?:?).

Связь один к одному определяет соответствие одному экземпляру информационного объекта X не более одного экземпляра информационного объекта Y , и наоборот.

Пример. Информационные объекты СТУДЕНТ и ЛИЧНОЕ ДЕЛО будут связаны отношением один к одному. Каждый студент имеет определенные уникальные данные в личном деле.

При связи один ко многим одному экземпляру информационного объекта X может соответствовать любое количество экземпляров информационного объекта Y , но каждый экземпляр объекта Y связан не более чем с одним экземпляром объекта X .

Пример. Между информационными объектами МЕСТО ОБУЧЕНИЯ и СТУДЕНТ необходимо установить связь один ко многим. Одно и то же место обучения может многократно повторяться для различных студентов.

Связь многие ко многим предполагает соответствие одному экземпляру информационного объекта X любое количество экземпляров объекта Y , и наоборот.

Пример. Информационные объекты СТУДЕНТ и ПРЕПОДАВАТЕЛЬ имеют связь многие ко многим. Каждый студент обучается у множества преподавателей, а каждый преподаватель учит множество студентов.

Примеры информационных моделей

Определим информационную модель как связанную совокупность информационных объектов, описывающих информационные

процессы в исследуемой предметной области. Существующие информационные модели разделим на универсальные и специализированные. Универсальные модели предназначены для использования в различных предметных областях, к ним относятся: базы данных и системы управления базами данных, автоматизированные системы управления, базы знаний, экспертные системы. Специализированные модели предназначены для описания конкретных систем, являются уникальными по своим возможностям, более дорогостоящими.

Рассмотрим некоторые универсальные модели.

Базы данных

Базы данных представляют связанную совокупность структурированных данных, относящихся к определенному процессу или явлению конкретной предметной области.

Система управления базами данных представляет собой программный комплекс для создания, организации необходимой обработки, хранения и передачи баз данных.

Ядром любой БД является модель представления данных. Модель данных представляет множество структур данных и взаимосвязи между ними.

Различают иерархическую, сетевую и реляционную модели данных. Иерархическая модель представляет связи между объектами (данными) в виде дерева.

К основным понятиям иерархической модели относятся:

- узел - набор атрибутов данных, описывающих объект;
- связь - линия, связывающая узлы нижнего уровня с одним узлом вышележащего уровня. При этом узел вышележащего уровня называют предком для соответствующих ему узлов нижнего уровня, в свою очередь, узлы нижнего уровня называют потомками связанного с ними вышележащего узла.
- уровень - номер слоя узлов, отсчитанный от корня.

Количество деревьев в БД определяется числом корневых записей.

К каждому узлу существует единственный путь от корня.

Сетевая структура имеет те же составляющие, что и иерархическая, но каждый узел может быть связан с любым другим узлом.

Сетевой подход к организации данных является расширением иерархического. В иерархических моделях запись-потомок должна иметь только одного предка; в сетевых – потомок может иметь любое число предков.

Обе эти модели не получили широкого распространения из-за сложности реализации графов в виде машинных структур данных, кроме того, в них сложно осуществить операции поиска информации.

Наибольшее распространение получила третья модель данных – реляционная, она может так же описывать иерархическую и сетевую модель. Реляционная модель ориентирована на организацию данных в виде двумерных таблиц.

Искусственный интеллект

Идеи моделирования человеческого разума известны с древнейших времен. Впервые об этом упоминается в сочинении философа и теолога Раймунда Луллия (ок.1235 - ок.1315) «Великое искусство», который не только высказал идею логической машины для решения разнообразных задач, исходя из всеобщей классификации понятий (XIV в.), но и попытался ее реализовать. Рене Декарт (1596-1650) и Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1716) независимо друг от друга развивали учение о прирожденной способности ума к познанию и всеобщих и необходимых истин логики и математики, работали над созданием универсального языка классификации всех знаний. Именно на этих идеях базируются теоретические основы создания искусственного интеллекта. Толчком к дальнейшему развитию модели человеческого мышления стало появление в 40-х гг. XX в. ЭВМ. В 1948 г. американский ученый Норберт Винер (1894-1964) сформулировал основные положения новой науки - кибернетики. В 1956 г. в Стенфордском университете (США) на семинаре под названием «Artificial intelligence» (искусственный интеллект), посвященном решению логических задач, признано новое научное направление, связанное с машинным моделированием человеческих интеллектуальных функций и названное искусственный интеллект. Вскоре эта отрасль разделилась на два основных направления: нейрокибернетику и кибернетику «черного ящика».

Нейрокибернетика обратилась к структуре человеческого мозга как единственно мыслящему объекту и занялась его аппаратным моделированием. Физиологи давно выявили нейроны - связанные друг с

другом нервные клетки как основу мозга. Нейрокибернетика занимается созданием элементов, аналогичных нейронам, и их объединением в функционирующие системы, эти системы называют нейросетями. В середине 80-х п. XX в. в Японии был создан первый нейрокомпьютер, моделирующий структуру человеческого мозга. Его основная область применения - распознавание образов.

Кибернетика «черного ящика» использует другие принципы, структура модели не главное, важна ее реакция на заданные входные данные, на выходе модель должна реагировать как человеческий мозг. Ученые этого направления занимаются разработкой алгоритмов решения интеллектуальных задач для имеющихся вычислительных систем. Наиболее значимые результаты:

- Модель лабиринтного поиска (конец 50-х г.г.), в которой рассматривается граф состояний объекта и в нем происходит поиск оптимального пути от входных данных к результирующим. На практике эта модель не нашла широкого применения.
- Эвристическое программирование (начало 60-х г.г.) разрабатывало стратегии действий на основе заранее известных заданных правил (эвристик). Эвристика - теоретически не обоснованное правило, позволяющее уменьшить количество переборов в поиске оптимального пути.
- Методы математической логики. Метод резолюций, позволяющий на основе определенных аксиом автоматически доказывать теоремы. В 1973 г. создан язык логического программирования Пролог, позволяющий обрабатывать символьную информацию.

С середины 70-х г.г. реализуется идея моделирования конкретных знаний специалистов-экспертов. В США появляются первые экспертные системы. Возникает новая технология искусственного интеллекта, основанная на представлении и использовании знаний. С середины 80-х гг. искусственный интеллект коммерциализируется. Растут капиталовложения в эту отрасль, появляются промышленные экспертные системы, повышается интерес к самообучающимся системам.

Базы знаний

При изучении интеллектуальных систем необходимо выяснить, что представляют собой знания и в чем их отличие от данных. Понятие

знания определяют по-разному, но какого-либо исчерпывающего определения нет.

Приведем некоторые из определений:

Знания - выявленные закономерности предметной области (принципы, связи, законы), позволяющие решать задачи в этой области.

Знания – хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные.

Знания – совокупность сведений, образующих целостное описание, соответствующее некоторому уровню осведомленности об описываемом вопросе, объекте и т.д.

С точки зрения искусственного интеллекта знания определяют как формализованную информацию, на которую ссылаются в процессе логического вывода. Для хранения знаний используют базы знаний. База знаний - основа любой интеллектуальной системы.

С точки зрения решения задач в некоторой предметной области знания удобно разделить на две категории - факты и эвристику. Первая категория описывает известные в данной области обстоятельства, знания этой категории иногда называют текстовыми, подчеркивая их достаточное описание в литературе. Вторая категория знаний опирается на практический опыт специалиста-эксперта данной предметной области.

Кроме того, знания делят на процедурные и декларативные. Исторически первыми появились процедурные знания, «рассыпанные» в алгоритмах. Они управляли данными. Для их изменения требовалось вносить изменения в программы. С развитием искусственного интеллекта все большая часть знаний формировалась в структурах данных: таблицах, списках, абстрактных типах данных, знания все больше становились декларативными.

Декларативные знания - это совокупность сведений о характеристиках свойств конкретных объектов, явлений или процессов, представленных в виде фактов и эвристик. Исторически такие знания накапливались в виде разнообразных справочников, с появлением ЭВМ приобрели форму баз данных. Декларативные знания часто называют просто данными, они хранятся в памяти информационной системы (ИС) так, что имеют непосредственный доступ для использования.

Процедурные знания хранятся в памяти ИС в виде описаний процедур, с помощью которых их можно получить. В виде процедурных знаний обычно описывают способы решения задач предметной области, различные инструкции, методики и т. п. Процедурные знания - это методы, алгоритмы, программы решения различных задач в выбранной предметной области, они составляют ядро базы знаний. Процедурные знания образуются в результате осуществления процедур над фактами как исходными данными.

Одной из наиболее важных проблем, характерных для систем искусственного интеллекта, является представление знаний. Форма представления знаний существенно влияет на характеристики и свойства системы. Для манипуляции различными знаниями реального мира на компьютере необходимо провести их моделирование. Существует множество моделей представления знаний для различных предметных областей, но большинство из них относятся к следующим классам: логические модели; продукционные модели; семантические сети; фрейм-модели.

Традиционно в представлении знаний выделяют формальные логические модели, основанные на классическом исчислении предикатов первого порядка, когда предметная область описывается в виде набора аксиом. Вся информация, необходимая для решения задач, рассматривается как совокупность правил и утверждений, которые представляются как формулы в некоторой логике предикатов. Знания отражают совокупность таких формул, а получение новых знаний сводится к реализации процедур логического вывода. Эта логическая модель применима в основном в исследовательских «идеальных» системах, так как предъявляет высокие требования и ограничения предметной области. В промышленных экспертных системах используются ее различные модификации и расширения.

Исследования процессов принятия решений человеком показали, что рассуждая и принимая решение, человек использует продукционные правила (от англ. production - правило вывода, порождающее правило). Продукционная модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений: ЕСЛИ (список условие), ТО (следует выполнить перечень действий). Условие - это предложение, по которому происходит поиск в базе знаний, а действие есть некото-

рая операция, выполняемая при успешно осуществленном поиске. Действия могут быть как промежуточными, выступающими далее, как условия, так и целевыми, завершающими работу ИС. В продукционной модели база знаний состоит из совокупности правил. Программа, управляющая перебором правил, называется машиной вывода. Механизм выводов связывает знания и создает из их последовательности заключение. Вывод бывает прямой (метод сопоставления, от данных к поиску цели) или обратный (метод генерации гипотезы и ее проверки, от цели - к данным).

Пример. Имеется фрагмент базы знаний, состоящий из двух правил:

Пр. 1: ЕСЛИ «ведение бизнеса» и «знакомство с Интернет», ТО «электронная коммерция».

Пр. 2: ЕСЛИ «владеет компьютером», ТО «знакомство с Интернет».

В систему поступили данные: «ведение бизнеса» и «владеет компьютером».

ПРЯМОЙ ВЫВОД: На основе имеющихся данных получить заключение.

1-й проход:

Шаг1. Проверяем Пр. 1, не работает - не хватает данных «знакомство с Интернет».

Шаг2. Проверяем Пр. 2, работает, база дополняется фактом «знакомство с Интернет».

2-й проход

Шаг3. Проверяем Пр. 1, работает, система дает заключение «электронная коммерция».

ОБРАТНЫЙ ВЫВОД: Подтвердить выбранную цель с помощью имеющихся правил и данных.

1-й проход:

Шаг1. Цель - «электронная коммерция»:

Проверяем Пр. 1, данных «знакомство с Интернет» нет, они становятся новой целью, и есть правило, где она в правой части.

Шаг2. Цель - «знакомство с Интернет»:

Пр. 2 подтверждает цель и активизирует ее.

2-й проход:

Шаг3. Пр. 1 подтверждает искомую цель.

Продукционная модель привлекает разработчиков наглядностью, модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений, простотой механизма логического вывода, чаще всего используется в промышленных экспертных системах.

Семантика - это наука, исследующая свойства знаков и знаковых систем, их смысловую связь с реальными объектами. Семантическая сеть - это ориентированный граф, вершины которого есть понятия, а дуги - отношения между ними (рис. 2.15). Это наиболее общая модель знаний, так как в ней имеются средства всех характерных для знаний свойств: внутренней интерпретации, структурированности, семантической метрики и активности.



Рис. 2.15 Семантическая сеть

Достоинствами сетевых моделей являются: большие выразительные возможности; наглядность системы знаний, представленной графически; близость структуры сети, представляющей систему знаний, семантической структуре фраз на естественном языке; соответствие современным представлениям об организации долговременной памяти человека.

К недостаткам отнесем то, что сетевая модель не содержит ясного представления о структуре предметной области, которая ей соответствует, поэтому ее формирование и модификация затруднительны; сетевые модели представляют собой пассивные структуры, для их обработки используется специальный аппарат формального вывода.

Проблема поиска решения в базе знаний типа семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего некоторой подсети поставленной задачи, что, в свою очередь, говорит еще об одном недостатке модели - сложность поиска вывода на семантических сетях.

Сетевые модели являются наглядным и достаточно универсальным средством представления знаний. Однако их формализация в конкретных моделях представления, использования и модификации знаний представляет достаточно трудоемкий процесс, особенно при наличии множественных отношений между понятиями.

Термин *фрейм* (от англ. frame - каркас, рамка) предложен для обозначения структуры единицы знаний, которую можно описать некоторой совокупностью понятий, для ее пространственного восприятия. Фрейм имеет определенную внутреннюю структуру, состоящую из совокупности элементов, называемых слотами. Каждый слот, в свою очередь, представляется определенной структурой данных; процедурой, или может быть связан с другим фреймом. Фреймовая модель представляет собой систематизированную в виде единой теории технологическую модель памяти человека и его сознания. В отличие от других моделей, во фреймах фиксируется жесткая структура. В общем случае фрейм определяется следующим образом:

{ИМЯ ФРЕЙМА: (имя 1-го слота: значение 1-го слота);
(имя 2-го слота: значение 2-го слота);
.....
(имя N-го слота: значение N-го слота)}.

Важным свойством фреймов является наследование свойств, заимствованное из теории семантических сетей. Наследование происходит по АКО-связям (от A Kind Of, что означает «эт.е.»). Слот АКО указывает на фрейм более высокого уровня иерархии, откуда неявно наследуется, т.е. переносятся значения аналогичных слотов.

Например, в сети фреймов на рис. 2.16 «конструктор» наследует свойства фреймов «инженер» и «человек», которые стоят на более высоком уровне иерархии.

Экспертные системы - это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Предметные области: медицина, фармакология, химия, геология, экономика, юриспруденция и др., в которых большая часть знаний является личным опытом специалистов высокого уровня (экспертов), нуждаются в экспертных системах. Те области, где большая часть знаний представлена в виде коллективного опыта (например, высшая математика), не нуждаются в них.

Экспертная система определяется набором логически взаимосвязанных правил, формирующих знания и опыт специалиста данной предметной области, и механизмом решения, позволяющим распознавать ситуацию, давать рекомендации к действию, ставить диагноз.

Современные экспертные системы способны:

- по совокупности признаков заболевания установить диагноз, назначить лечение, дозировать медикаменты, выработать программу курса лечения;
- выполнять задачи диагностических систем в исследовании явлений и процессов (например, для анализа крови; управления производством; изучения состояния недр земли, нефтяных полей, залежей угля и т.п.);
- распознавать речь, на данном этапе в ограниченной области применения
- распознавать человеческие лица, отпечатки пальцев и др.

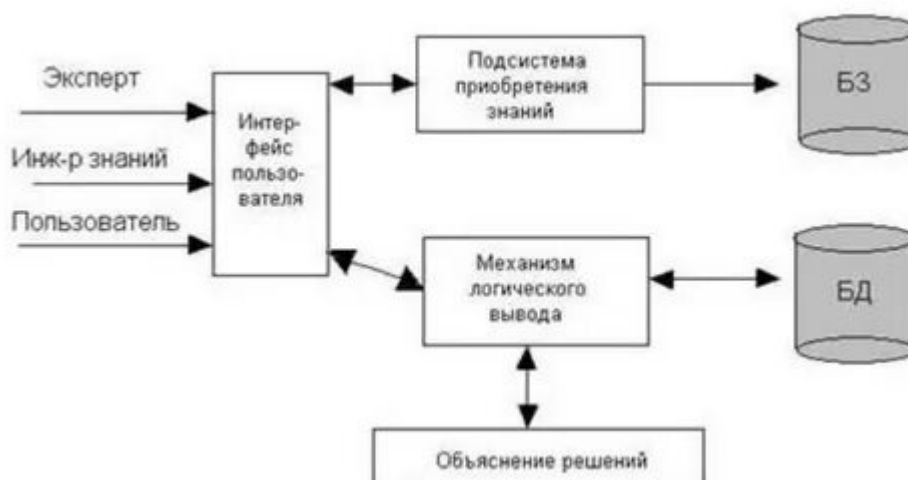


Рис. 2.17 Структура модели экспертной системы

На рис. 2.17 изображены основные компоненты модели экспертной системы: пользователь (специалист предметной области, для которого данная система предназначена), инженер по знаниям (специалист по искусственному интеллекту - промежуточное звено между экспертом и базой знаний), интерфейс пользователя (приложение, реализующее диалог пользователя и системы), база знаний - ядро экспертной системы, решатель (приложение, моделирующее рассуждения эксперта на основе имеющихся в базе знаний), подсистема разъяснения (приложение, позволяющее разъяснять на основании чего экспертная система дает рекомендации, делает выводы, какие знания при этом используются), интеллектуальный редактор базы знаний (приложение, дающее инженеру по знаниям возможность создания базы знаний в диалоговом режиме).

Характерной особенностью любой экспертной системы является способность к саморазвитию. Исходные данные хранятся в базе знаний в виде фактов, между которыми установлены определенные логические связи. Если при тестировании выявлены некорректные рекомендации или заключения по конкретным вопросам, либо заключение не может быть сформулировано, это означает, или отсутствие важных фактов в ее базе, или нарушения в логической системе связей. В любом случае система сама может сформировать достаточный набор вопросов к эксперту и автоматически повысить свое качество.

Система управления

Представляет совокупность взаимосвязанных структурных моделей подсистем, осуществляющих следующие функции:

- планирование (стратегическое, тактическое, оперативное);
- учет - отображает состояние объекта управления в результате выполнения производственных процессов;
- контроль - определяет отклонение учетных данных от плановых целей и нормативов;
- оперативное управление - осуществляет регулирование всех процессов с целью исключения возникающих отклонений от плановых и учетных данных;
- анализ - определяет тенденцию в работе системы и резервы, которые учитываются при планировании на следующий временной период.

Использование моделей в составе информационных систем началось с применения статистических методов и методов финансового анализа, которые реализовывались командами обычных алгоритмических языков. Позже были созданы специальные языки, позволяющие моделировать различные ситуации. Такие языки дают возможность построения моделей определенного типа, обеспечивающих нахождение решения при гибком изменении переменных.

Моделирование информационных процессов

В традиционных инженерных дисциплинах всегда использовались последние достижения прикладной математики, гарантирующие, что проект будет отвечать поставленным требованиям. Основываясь на оценках, полученных с помощью математической модели, можно достаточно уверенно приступать, например, к конструированию здания. Однако применительно к программному обеспечению (ПО) проектирование оказывается преимущественно неформальным процессом, для которого зачастую нет моделей и методов прогнозирования результата. С этой точки зрения можно сравнить эволюцию программного и аппаратного обеспечения на протяжении нескольких последних десятилетий. Если аппаратные устройства со временем становились миниатюрнее, быстрее и дешевле, то программы, напротив, оказывались все более объемными, медленными, дорогими и менее надежными. Одна из причин такого положения состоит в том, что в основе проектирования современной аппаратуры лежит использование прогностических моделей.

Отсутствие фундаментальных инженерных принципов в практике разработки ПО можно отчасти объяснить изменчивой, хаотичной природой программ, что сильно затрудняет математическое моделирование. Тем не менее, имеется немало полезных аналитических методик. Любое ПО имеет свой жизненный цикл - период от начала проектирования и до его модернизации или замены более современной версией. В конце 60-х гг. появился термин *software engineering* (инженерное проектирование программ), которым обозначали совокупность административных и технических методов, процедур и инструментальных средств, необходимых для эффективного написания крупных программных систем. Были разработаны разные

подходы для проектирования алгоритмов и программ, которые появлялись и развивались под влиянием увеличивающейся потребности в скорости и качестве разработки ПО.

Модели разработки программного обеспечения

Для инженерного подхода к проектированию ПО были предложены модели процесса его разработки. Первым по времени и наиболее популярным можно считать метод «водопада». Эта модель идеализирует процесс проектирования, предполагая, что каждый этап проекта завершается до начала следующего и не осуществляется возврата к предыдущему этапу (рис. 2.18). Учитывая важность для дальнейшей разработки первых этапов проектирования, а стоимость исправления допущенных на этих этапах ошибок наиболее высокой, метод «водопада» был улучшен введением временных прототипов (см. рис. 2.19). Например, прототипов интерфейса, анализ которых пользователем может дать дополнительные сведения до разработки основных программных конструкций следующих этапов.

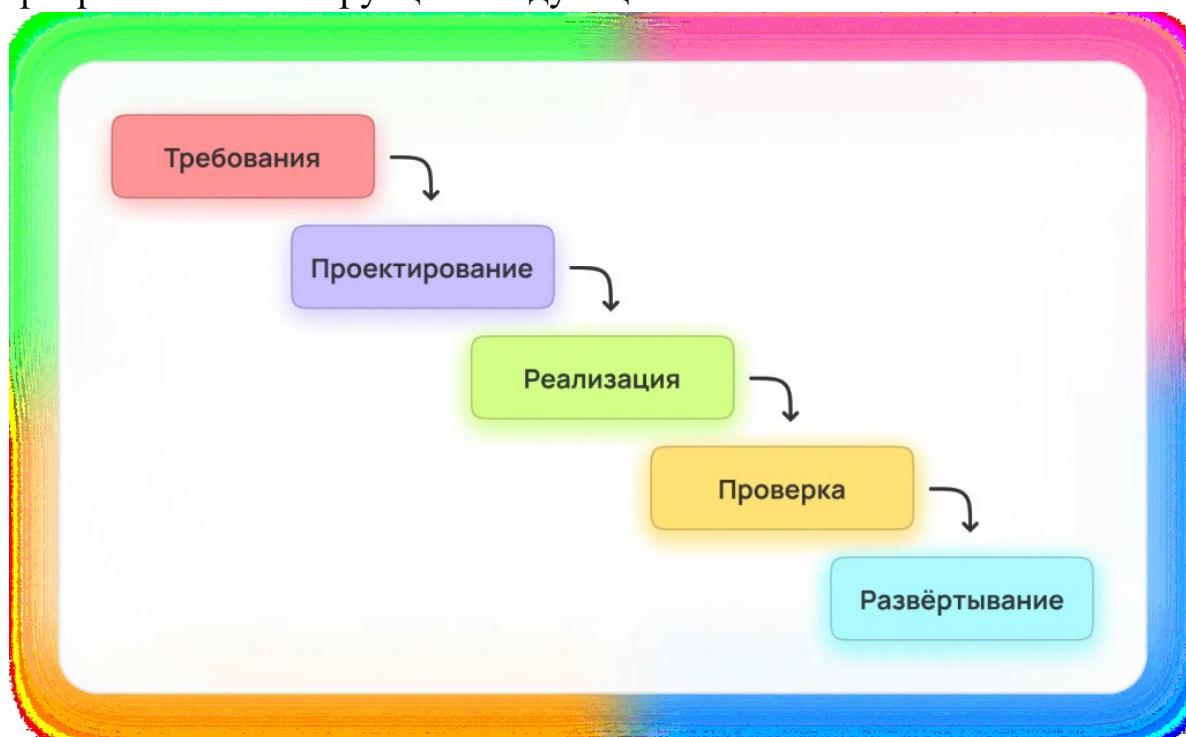


Рис. 2.18 Моделирование методом «водопада»

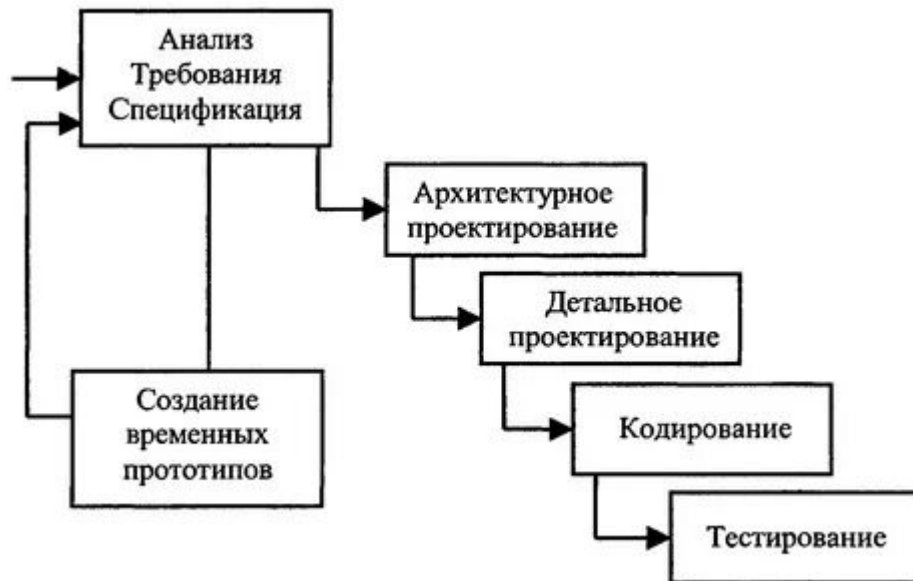


Рис. 2.19 Метод «водопада» с введением временных прототипов

Еще одна модель жизненного цикла - спиральная модель управления рисками (рис. 2.20). В этой модели жизненный цикл ПО не заканчивается, а продолжается его модернизация, на что и указывает спираль. Анализ рисков состоит в определении затрат, в случае ошибок, допущенных на первом этапе. Для снижения рисков предлагаются дополнительные работы, например, создание временных прототипов.

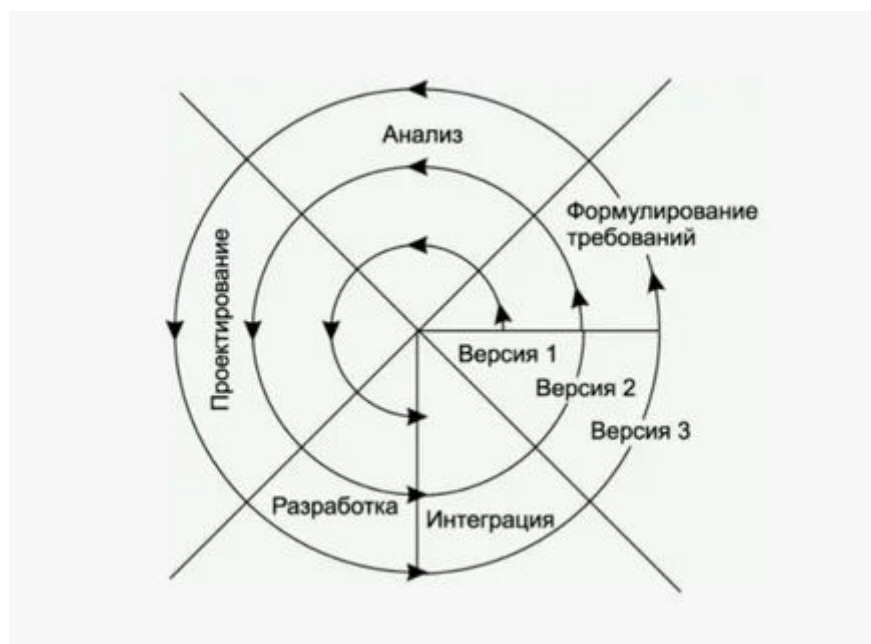


Рис. 2.20 Спиральная модель

Методы проектирования программного обеспечения

Один из наиболее популярных методов проектирования ПО – метод нисходящего проектирования. Он предполагает последовательное разложение общей функции обработки данных на простые (для данного уровня) функциональные элементы. В результате получается иерархическая модель, отражающая состав и взаимоподчиненность отдельных функций. Эта схема носит название функциональной структуры алгоритма (ФСА) приложения. Недостатком ФСА является то, что каждый ее уровень является единым целым и не может разрабатываться параллельно группой разработчиков.

Следующий метод - модульное проектирование. Этот метод предполагает разбиение исходной функции обработки данных на ряд программных модулей, которые характеризуются следующими параметрами:

- один входной и один выходной поток данных;
- все операции, необходимые для преобразования входного потока в выходной, выполняются внутри модуля;
- результат работы модуля зависит только от входного потока и не зависит от работы других модулей.

Состав и вид программных модулей в значительной мере определяется инструментальными средствами разработки, например, для Access набор модулей может быть таким: экранные формы, отчеты, меню и т.д.

Оба эти метода относятся к стратегии проектирования ПО, получившей название структурное проектирование или проектирование на основе потоков данных. В этой стратегии не учитывались сущность и связи объектов предметной области. Для нее характерно преобразование входной информации в выходную способами, не учитывающими физическую сущность модели предметной области.

В начале 80-х г. г. появился новый подход, который был основан на моделировании реального мира изнутри наружу, т.е., моделируя все элементы системы и связи между ними, получаем модель предметной области, преобразование информации в которой происходит

так же, как и в реальной моделируемой системе. Этот подход был назван методом объектно-ориентированного проектирования (ООП). При ООП на первом этапе выявляются объекты реального мира, их свойства и действия, на следующих - эти объекты и их поведение отображаются на объекты программы.

Для любого метода проектирования ПО очень важным являются документирование и нотация, т.е. запись операций условным стандартизованным способом. Для структурного проектирования наиболее часто использовалась нотация схем алгоритмов. для ООП в настоящее время используется нотация UML (Unified Modeling Language) - унифицированный язык моделирования, используя который в качестве нотации, мы будем моделировать информационные системы с помощью современных средств автоматизации программирования.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под предметной областью?
2. Что такое база данных?
3. Каким общесистемным требованиям должна удовлетворять база данных?
4. Что такое система управления базами данных?
5. В чем различие между централизованной и распределенной базой данных?
6. Дайте классификацию БД по способу доступа к данным.
7. Опишите трехуровневую архитектуру базы данных.
8. Что такое модель данных?
9. Приведите классификацию моделей данных в соответствии с трехуровневой архитектурой, предложенной ANSI-SPARC.
10. Что такое инфологическая модель данных?
11. Что такое даталогическая модель данных?
12. Опишите модели представления данных, поддерживаемые СУБД.

13. Что понимается под моделью предметной области? Какие требования к ним предъявляются?
14. Что выражают структурный и оценочный аспекты функционирования предметной области?
15. Дайте понятие нотации и языка моделирования.
16. Приведите примеры информационных моделей.
17. Что такое семантика и семантическая сеть?
18. Для чего предназначены экспертные системы? Перечислите их компоненты.
19. Что такое инженерный подход к разработке программного обеспечения?
20. Какие модели разработки программного обеспечения вы можете назвать? В чем их сущность?

Тема 4. Инструментальные средства. Языки моделирования

Алгоритмические языки. Языки программирования. Машинно-ориентированные языки. Процедурно-ориентированные языки.

Алгоритмические языки при моделировании систем служат вспомогательным аппаратом разработки, машинной реализации и анализа характеристик моделей [18]. При выборе конкретного языка для решения задачи моделирования процесса функционирования системы исследователь получает тщательно разработанную систему абстракций, предоставляющую ему основу для формализации процесса функционирования исследуемой системы S. Высокий уровень проблемной ориентации языка моделирования значительно упрощает программирование моделей, а специально предусмотренные в нем возможности сбора, обработки и вывода результатов моделирования позволяют быстро и подробно анализировать возможные исходы имитационного эксперимента с моделью ММ.

Качество языков моделирования определяется:

- удобством описания процесса функционирования системы S;
- удобством ввода исходных данных моделирования и варьирования;
- структуры, алгоритмов и параметров модели; реализуемостью статистического моделирования;
- эффективностью анализа и вывода результатов моделирования;
- простотой отладки и контроля работы моделирующей программы;
- доступностью восприятия и использования языка.

Язык программирования представляет собой набор символов, распознаваемых компьютером и обозначающих операции, которые можно реализовать с его помощью.

Машинно-ориентированные языки (машинные коды, ассемблер) всегда отражают специфику конкретного процессора и, следовательно, могут быть применены только на той платформе, для которой они предназначены. Машинно-ориентированные языки описывают элементарные действия процессора (инструкции) и не обладают проблемной ориентацией.

Процедурно-ориентированные языки являются аппаратно-независимыми (на уровне текста программы) и предназначены для определенного класса задач. Языки такого типа включают в себя инструкции, удобные для формулировки способов решения типичных задач.

Языком моделирования может быть любой искусственный язык, который можно использовать для выражения информации и знаний или системы в структуре, которая определена последовательным набором правил. Правила используются для интерпретации значений компонентов в структуре.

По форме представления язык моделирования может быть графическим или текстовым.

Языки графического моделирования используют технику диаграмм с именованными символами, которые представляют собой концепции и связи, показывающие их соотношения. Рассмотрим языки графического моделирования в области информатики, управления проектами и системной инженерии.

Behavior Trees – это формальный язык графического моделирования, используемый в основном в системной и программной инженерии. Обычно используется для однозначного представления сотен или даже тысяч требований к естественному языку, которые обычно используются для выражения потребностей заинтересованных сторон в крупномасштабной системе.

BPMN и XML-форма BPML – пример языка моделирования бизнес-процессов.

Блок-схема – это схематическое представление алгоритма или пошагового процесса.

IDEF – это семейство нотаций, представляющих собой графические языки моделирования. Данное семейство языков включает в себя IDEF0 для функционального моделирования, IDEF1X для информационного моделирования, IDEF3 для моделирования бизнес-процессов, IDEF4 для объектно-ориентированного проектирования и IDEF5 для моделирования онтологий.

Объектно-ролевое моделирование (ORM) в области разработки программного обеспечения – это метод концептуального моделирования, который может использоваться как инструмент для анализа информации правил.

FORML (FormalObject-RoleModelingLanguage) – формальный язык моделирования «объект – роль». Основан на концепциях ORM и поддерживает систематический и строгий подход к моделированию бизнес-концепций. Концептуальный моделер FORML позволяет вербализовать данные, представить их в символической или диаграммной форме, ограничить концептуальную модель фактами, иллюстрирующими утверждения, и проверить правильность модели.

DRAKON – это язык алгоритмического моделирования общего назначения для описания систем с интенсивным использованием программного обеспечения, схематического представления алгоритма или пошагового процесса, а также семейства языков программирования.

Язык EXPRESS (EXPRESS-G) – это международный стандартный язык моделирования данных общего назначения. Отдельное внимание стоит уделить унифицированному языку моделирования UML. Unified Modeling Language (UML) – это язык моделирования общего назначения, являющийся отраслевым стандартом для описания систем с интенсивным использованием программного обеспечения.

Диаграммы UML являются результатом работы языка унифицированного моделирования. Это графическое представление классов, объектов и отношений между ними. UML-диаграмма – это модель, которая описывает часть системы. Она используется для определения функциональности или дизайна системы. Диаграмма должна быть четкой и лаконичной, чтобы зритель мог легко ее понять. UML-диаграммы делятся на три категории:

- структурная схема;
- поведенческая диаграмма;
- диаграмма взаимодействия.

Структурные диаграммы.

Структурные диаграммы используются для статического представления системы. Они представляют собой часть системы, которая составляет структуру системы. Структурная схема показывает различные объекты в системе. Ниже приведены различные структурные схемы в UML:

- диаграмма классов;–
- диаграмма объектов;–
- схема упаковки;–
- диаграмма компонентов;–

диаграмма развертывания.—

Поведенческие диаграммы.

Любая реальная система может быть представлена в статической или динамической форме. Система считается полной, если она выражается как статическим, так и динамическим способом. Диаграмма поведения представляет собой функционирование системы.

Диаграммы UML, которые имеют дело со статической частью системы, называются структурными диаграммами. Диаграммы UML, которые имеют дело с движущимися или динамическими частями системы, называются диаграммами поведения. Ниже приведены различные поведенческие диаграммы в UML:

- диаграмма деятельности;
- диаграмма вариантов использования;
- схема конечного автомата.

Диаграммы взаимодействия. Диаграмма взаимодействия — это не что иное, как подмножество поведенческих диаграмм. Оно используется для визуализации потока между различными вариантами использования системы. Диаграммы взаимодействия используются, чтобы показать взаимодействие между двумя объектами и то, какие потоки данных содержатся внутри них. Ниже приведены различные диаграммы взаимодействия в UML:

- временная диаграмма;
- диаграмма последовательности;
- диаграмма сотрудничества.

Языки текстового моделирования могут использовать стандартизированные ключевые слова, сопровождаемые параметрами или терминами и комментариями на естественном языке. Информационные модели могут быть выражены с использованием формализованных естественных языков. Наиболее распространенным языком текстового моделирования является язык Gellish. Он имеет варианты естественного языка, такие как GellishFormalEnglish и GellishFormalDutch и т. д.

Основой языка Gellish выступают выражения в форме «таксономия — онтология». Он подходит не только для выражения знаний, требований и словарей, таксономий и онтологий, но и для передачи информации об отдельных объектах.

Также в области информационных технологий широко используются более специфические, проблемно-ориентированные типы языков моделирования.

Языки алгебраического моделирования (AML) представляют собой класс языков программирования высокого уровня, предназначенных для описания и решения проблем высокой сложности. Они применяются в крупномасштабных математических вычислениях (то есть задач крупномасштабного типа оптимизации). Одним из особых преимуществ AML является сходство их синтаксиса с математической записью задач оптимизации. Это позволяет дать очень краткое и удобочитаемое определение проблем в области оптимизации, которое поддерживается определенными языковыми элементами, такими как наборы, индексы, алгебраические выражения, ограничения с произвольными именами. Особенностью алгебраического языка моделирования является то, что алгебраическая формулировка модели не содержит подсказок, как ее обрабатывать.

Поведенческие языки моделирования предназначены для описания наблюдаемого поведения сложных систем, состоящих из компонентов, которые выполняются одновременно. Эти языки сосредоточены на описании таких ключевых понятий, как параллелизм, недетерминизм, синхронизация и коммуникация. Семантические основы поведенческих языков – это исчисление процессов или алгебра процессов.

Дисциплинарно-ориентированные языки моделирования направлены на результаты, связанные с этапом жизненного цикла разработки конкретных программ. Следовательно, такой язык предлагает отдельный словарь, синтаксис и обозначения для каждого этапа, такого как открытие, анализ, дизайн, архитектура, сокращение и т. д. Например, на этапе анализа проекта разработчик моделей использует определенные обозначения анализа для предоставления диаграммы предложения анализа. Однако на этапе проектирования используется логическая нотация проектирования для описания взаимосвязи между программными объектами. Кроме того, передовые практики языка моделирования для конкретных дисциплин не мешают практикам комбинировать различные обозначения в одной диаграмме.

Доменно-ориентированные языки моделирования (DSM) основаны на методологии разработки программного обеспечения для про-

ектирования и разработки таких ИТ-систем, как компьютерное программное обеспечение. Эта методология предполагает систематическое использование графического предметно-ориентированного языка (DSL) для представления различных аспектов системы. Языки DSL, как правило, поддерживают абстракции более высокого уровня, чем языки моделирования общего назначения, поэтому для определения данной системы требуется меньше усилий и меньше деталей низкого уровня.

Предметно-ориентированные языки моделирования (FSML) предназначены для применения в рамках объектно-ориентированного программирования. FSML определяют абстракции, предоставляемые структурой, как концепции FSML и разлагают абстракции на функции. Конфигурация концепции описывает, как должна быть завершена структура, чтобы создать реализацию концепции.

Объектно-ориентированный язык моделирования – это язык моделирования, основанный на стандартизированном наборе символов и способах их упорядочения для моделирования (части) объектно-ориентированного проектирования программного обеспечения или системного проектирования. Некоторые организации широко используют их в сочетании с методологией разработки программного обеспечения для перехода от начальной спецификации к плану реализации и для передачи этого плана всей группе разработчиков и заинтересованных сторон. Поскольку язык моделирования является визуальным и находится на более высоком уровне абстракции, чем код, использование моделей способствует формированию общего видения, которое может предотвратить проблемы различной интерпретации на более позднем этапе разработки. Часто для построения этих моделей используются программные инструменты моделирования, которые затем могут быть автоматически переведены в код.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем определяется качество языков моделирования?
2. Что отражают машинно-ориентированные языки?
3. Что описывают машинно-ориентированные языки?
4. Какие существуют формы представления языков моделирования?

5. Какие языки графического моделирования вы можете назвать?
6. Что такое объектно-ролевое моделирование?
7. Перечислите языки объектно-ролевого моделирования.
8. Какие категории UML-диаграммы выделяют?
9. Для чего применяются структурные диаграммы?
10. Как называются диаграммы, которые имеют дело с движущимися или динамическими частями системы?
11. Что такое диаграмма взаимодействия?
12. Какие виды диаграмм взаимодействия в UML вы знаете?
13. Какие языки текстового моделирования можете назвать?
14. Что собой представляют языки алгебраического моделирования (AML)?
15. На что направлены дисциплинарно-ориентированные языки моделирования?
16. На чем основаны доменно-ориентированные языки моделирования (DSM)?
17. Что представляет собой объектно-ориентированный язык моделирования?

Тема 5. Имитационное моделирование

Основные этапы построения имитационных моделей. Методологические подходы в имитационном моделировании

Имитационное моделирование (статистическое моделирование на ЭВМ) – это способ исследования поведения вероятностных систем (экономических, технических и т.п.) в условиях, когда не известны в полной мере внутренние взаимодействия в этих системах [7].

Этот метод заключается в воспроизведении (имитации) исследуемого процесса при помощи вероятностной математической модели и вычислении характеристик этого процесса. Одно такое воспроизведение функционирования системы называют реализацией или испытанием. После каждого испытания регистрируют совокупность параметров, характеризующих случайный исход реализации. Метод основан на многократных испытаниях построенной модели с последующей статистической обработкой полученных данных с целью определения числовых характеристик исследуемого процесса в виде статистических оценок его параметров. Процесс моделирования функционирования экономической системы сводится к машинной имитации процесса.

Имитационное моделирование не решает оптимизационных задач, а представляет собой технику оценки значений функциональных характеристик моделируемой системы.

Результаты исследования имитационной модели представляют собой оценки значений операционных характеристик той системы, поведение которой моделируется. Например, при имитационном моделировании любой системы массового обслуживания практический интерес могут представлять такие характеристики, как средняя продолжительность обслуживания клиента, средняя длина очереди, доля времени простоя системы и др.

Имитационное моделирование является эффективным средством для решения сложных проблем. Имитационное моделирование применяется в различных областях науки, техники, экономики и т.д. С помощью имитационного моделирования можно решать следующие задачи:

1. Задачи в различных областях естественных наук (математика, физика, химия):

а) вычисление площадей фигур, ограниченных кривыми, вычисление кратных интегралов;

б) вычисление констант (например, числа π);

в) обращение матриц;

г) изучение диффузных процессов.

2. Практические задачи:

а) производственно-технологические задачи, возникающие в процессе создания систем массового обслуживания, систем связи, в сфере управления запасами, при анализе химических процессов;

б) экономические и коммерческие задачи, включая оценки поведения потребителя, определение цен, экономическое прогнозирование деятельности фирм.

в) социальные и социально-психометрические задачи, например, проблемы динамики народонаселения, влияния экологии на здоровье, эпидемиологических исследований, а также прогнозирование группового поведения;

г) задачи биомедицинских систем, например, баланса жидкости в организме человека, размножения клеток крови, деятельности мозга;

д) задачи анализа той или иной военной стратегии и тактики.

Вычисление результатов имитации базируется на случайной выборке, т.е. любой результат, полученный путём имитационного моделирования, подвержен экспериментальным ошибкам, поэтому, как и в любом статистическом эксперименте, должен основываться на результатах статистических проверок.

Основные этапы построения имитационных моделей

Имитационное моделирование является эффективным инструментом для решения сложных проблем. На предварительном этапе построения имитационной модели необходимо:

1. Исследовать границы и структуру рассматриваемой системы с целью решения конкретных проблем. На этом этапе используются методы системного анализа, например, строится граф целей и задач, который имеет иерархическую структуру. На каждом уровне расположены некоторые задачи, которые необходимо решить для достижения целей более высокого уровня. Построение такого графа начинается с верхнего уровня – формулировки конечных целей. Далее формируется

уровень задач, которые необходимо решить для достижения этих целей. Постепенно формулируется проблема, для решения которой строится имитационная модель.

Этот этап завершается построением концептуальной модели исследуемой системы или процесса. Степень формализации концептуальной модели зависит от сложности системы.

2. На этом этапе определяются и анализируются критические элементы, компоненты, точки в исследуемой системе или процессе, а также определяются оценки предполагаемых решений.

При имитационном моделировании кроме основной модели строится блок упрощённых моделей, предназначенных для предварительного грубого анализа проблемы в целом. Методы упрощения моделей основаны на теории агрегирования, которая позволяет уменьшить число переменных и соотношений. Большую роль при этом играют асимптотические методы, которые позволяют выделить переменные, влияющие на общий ход процесса. На этом этапе осуществляется прогнозирование и планирование будущего развития исследуемой системы или процесса.

Принятие решений в имитационном моделировании основано на последовательном сжатии множества рассматриваемых вариантов путём отбрасывания неконкурентоспособных или неосуществимых альтернатив.

Таким образом, для оценки и прогноза развития исследуемой системы предполагается: построить концептуальную модель; построить математическую модель; разработать математическое обеспечение для расчётов на ЭВМ; провести эксперименты на ЭВМ и определить применимость модели.

Известно, модель – это некоторое описание системы или процесса.

В фундаментальных науках модели разрабатываются на основе теоретических законов:

- иконические модели – это масштабированные объекты;
- абстрактные (математические) модели представляются совокупностью математических соотношений;
- визуальные модели представляют системы графическим материалом.

Разработка модели существенно упрощается, если:

- известны законы, описывающие функционирование системы;
- может быть разработано графическое представление системы;

- можно управлять входами и выходами системы.

Процесс построения модели можно разбить на этапы:

Этап 1.

На этом этапе предполагается осуществление таких шагов:

- определение цели построения модели;
- определение границ системы;
- определение необходимого уровня детализации процессов, этот уровень должен позволять абстрагироваться от неточно определённых аспектов функционирования реальной системы.

Этап 2.

На этом этапе строится модель, в которую включаются критерии эффективности функционирования системы и оцениваемые альтернативные решения, которые рассматриваются как часть модели.

Этап 3.

На этом этапе необходимо получить оценки для альтернативных решений. Обычно оценки альтернатив требуют внесения изменений в описание системы, а следовательно, перестройки модели. На практике процесс построения модели является итеративным.

Этап 4.

Реализация построенной модели. После того как на основе полученных оценок альтернатив выработаны рекомендации, результаты моделирования можно внедрять в практику.

Изложенный общий подход к построению модели полностью можно перенести и на имитационное моделирование.

Процесс последовательной разработки имитационной модели начинается с создания простой модели, которая затем постепенно усложняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми решаемой проблемой.

В процессе построения имитационной модели можно выделить такие этапы:

1. Формулирование проблемы: описание исследуемой проблемы и определение целей исследования.

2. Разработка модели: логико-математическое описание моделируемой системы.
3. Подготовка данных: идентификация, спецификация, сбор данных.
4. Трансляция модели: перевод модели на язык, приемлемый для ЭВМ.
5. Верификация модели: установление правильности программных продуктов для реализации модели на ЭВМ.
6. Валидация: оценка требуемой точности и соответствия имитационной модели реальной системе.
7. Стратегическое и тактическое планирование: определение условий проведения машинного эксперимента с имитационной моделью.
8. Экспериментирование: прогон имитационной модели на ЭВМ для получения требуемой информации.
9. Анализ результатов: изучение результатов имитационного моделирования для подготовки выводов и рекомендаций по решению проблемы.
10. Реализация и документирование: реализация рекомендаций, полученных на основе имитации, составление документации по модели и её использованию.

Методологические подходы в имитационном моделировании

При разработке имитационной модели необходимо выбрать методологический подход, в рамках которого описываются функциональные взаимосвязи моделируемой системы. Этот подход позволяет разработчику чётко описать поведение исследуемой системы.

Понятие системы можно трактовать, например, таким образом: система – это совокупность элементов, принадлежащих ограниченной части реального мира. Совокупность элементов может рассматриваться как часть более сложной системы, т.е. в качестве подсистемы, а в другом случае может рассматриваться как система. Сфера действия любой системы определяется целью исследования, для достижения которой она выделяется и идентифицируется. Сфера действия любой имитационной модели определяется особенностями той проблемы, для решения которой она разработана.

Для определения сферы действия системы надо выявить границы системы и её структуру. При установлении границ системы выявляются все взаимосвязи между её элементами. На систему могут воздействовать некоторые внешние факторы. Если они существенно влияют на систему, то систему следует переопределить. Если внешние факторы несущественно воздействуют на систему, то можно расширить определение системы, включив в неё эти факторы; пренебречь ими; трактовать их как входы в систему.

Внешние факторы трактуются как входы в систему, если они задаются определёнными значениями, таблицами, уравнениями. Например, при разработке модели производственной системы фирмы сбыт продукции рассматривается как вход в систему, если в модель не включаются взаимосвязи, относящиеся к процессу сбыта. Такая модель будет содержать только статистическое описание предшествующих и предполагаемых продаж, используемое в качестве входа, т.е. организация сбыта находится за границей системы. В системной терминологии объекты, находящиеся за границами системы, но оказывающие влияние на неё, формируют окружающую среду этой системы.

Таким образом, система представляет собой совокупность взаимодействующих элементов, которые подвергаются воздействию внешней среды.

Имитационная модель обычно связана с исследованием реально существующей системы, поведение которой является функцией времени.

Существует три типа имитационных моделей.

1. Непрерывные модели. Непрерывные модели используются для систем, поведение которых изменяется непрерывно во времени. Цель имитационного эксперимента – определить реакцию переменной состояния в зависимости от имитационного времени. Модели непрерывных систем определяются в терминах производных функций, так как иногда легче задать выражение для определения скорости изменения переменной состояния, чем это сделать непосредственно для самой переменной состояния, то есть они описываются дифференциальными уравнениями. Типичным примером непрерывной имитационной модели является изучение динамики народонаселения мира. Непрерывные имитационные модели обычно представляются в виде разностно-

дифференциальных уравнений, которые описывают взаимодействие между различными элементами системы.

2. Дискретные модели. В этих моделях описываются системы, поведение которых изменяется лишь в заданные моменты времени. Типичным примером такой модели является очередь, когда задача моделирования состоит в оценивании операционных характеристик системы массового обслуживания таких, например, как среднее время ожидания или средняя длина очереди.

Те моменты времени, когда в системе происходят изменения, определяют события модели, например, приход или выбытие клиента. Эти события происходят в дискретные моменты времени, поэтому имеет место процесс с дискретным временем, а соответствующая имитационная модель - дискретная.

3. Комбинированные дискретно-непрерывные модели. В комбинированных моделях независимые переменные могут изменяться как дискретно, так и непрерывно. Исследуемая система в таких ситуациях описывается с помощью элементов и переменных состояния. Поведение системы имитируется путём вычисления значений переменных состояния через небольшие отрезки времени.

В комбинированных моделях рассматриваются два типа событий: временные события (события, свершение которых планируется в определённые моменты времени) и события состояния (эти события не планируются, а происходят тогда, когда система достигает определённого состояния). Понятие «событие состояния» аналогично понятию «сканирование активностей», в котором событие также не планируется, а определяется состоянием системы. Возможность возникновения события состояния должна проверяться при каждом продвижении имитационного времени.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое имитационное моделирование?
2. В чем заключается метод имитационного моделирования?
3. Какие практические задачи можно решать с помощью имитационного моделирования?
4. Опишите основные этапы построения имитационной модели.
5. Какие типы имитационных моделей можно выделить?

Тема 6. Планирование имитационных экспериментов с моделями

Имитационные модели: структура, требования, процесс имитации

Имитационное моделирование – процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы [17].

По предложению Л. Дж. Роува, удобно представлять имитационные модели в виде непрерывного спектра, простирающегося от точных моделей или макетов реальных объектов до совершенно абстрактных математических моделей.

Недостатки имитационного экспериментирования:

1. Может нарушить установленный порядок работы.
2. Если составной частью системы являются люди, то на результаты экспериментов может повлиять так называемый хауторнский эффект, проявляющийся в том, что люди, чувствуя, что за ними наблюдают, могут изменить свое поведение.
3. Может оказаться сложным поддержание одних и тех же рабочих условий при каждом повторении эксперимента или в течение всего времени проведения серии экспериментов.
4. Для получения одной и той же величины выборки (и, следовательно, статистической значимости результатов экспериментирования) могут потребоваться чрезмерные затраты времени и средств.
5. При экспериментировании с реальными системами может оказаться невозможным исследование множества альтернативных вариантов.

По этим причинам необходимо рассмотреть целесообразность применения имитационного моделирования при наличии любого из следующих условий:

1. Не существует законченной математической постановки данной задачи, либо еще не разработаны аналитические методы решения сформулированной математической модели.

2. Аналитические методы имеются, но математические процедуры столь сложны и трудоемки, что имитационное моделирование дает более простой способ решения задачи.

3. Аналитические решения существуют, но их реализация невозможна вследствие недостаточной математической подготовки имеющегося персонала. В этом случае следует сопоставить затраты на проектирование, испытания и работу на имитационной модели с затратами, связанными с приглашением специалистов со стороны.

4. Кроме оценки определенных параметров, желательно осуществить на имитационной модели наблюдение за ходом процесса в течение определенного периода.

5. Имитационное моделирование может оказаться единственной возможностью вследствие трудностей постановки экспериментов и наблюдения явлений в реальных условиях; соответствующим примером может служить изучение поведения космических кораблей в условиях межпланетных полетов.

6. Для длительного действия систем или процессов может понадобиться сжатие временной шкалы. Имитационное моделирование дает возможность полностью контролировать время изучаемого процесса, поскольку явление может быть замедлено или ускорено по желанию.

Дополнительным преимуществом имитационного моделирования можно считать широчайшие возможности его применения в сфере образования и профессиональной подготовки. Разработка и использование имитационной модели позволяют экспериментатору видеть и «разыгрывать» на модели реальные процессы и ситуации. Это в свою очередь должно в значительной мере помочь ему понять и прочувствовать проблему, что стимулирует процесс поиска нововведений.

Структура имитационных моделей

В самом общем виде структуру модели можно представить математически в виде

$$E = f(x_i, y_j)$$

где E – результат действия системы;

x_i — переменные и параметры, которыми мы можем управлять;

y_j — переменные и параметры, которыми мы управлять не можем;

f — функциональная зависимость между x_i и y_j , которая определяет величину E .

Такое упрощение полезно тем, что оно показывает зависимость функционирования системы как от контролируемых, так и от неконтролируемых переменных. Каждая модель представляет собой, вообще говоря, некоторую комбинацию таких составляющих, как

- компоненты,
- переменные,
- параметры,
- функциональные зависимости,
- ограничения,
- целевые функции.

Под компонентами мы понимаем составные части, которые при соответствующем объединении образуют систему. Иногда компонентами считаются также элементы системы или ее подсистемы.

Система определяется как группа, или совокупность объектов, объединенных некоторой формой регулярного взаимодействия или взаимозависимости для выполнения заданной функции. Компоненты суть объекты, образующие изучаемую систему.

Параметры – величины, которые оператор, работающий на модели, может выбирать произвольно, в отличие от переменных, которые могут принимать только значения, определяемые видом данной функции. Можно сказать, что параметры, после того как они установлены, являются постоянными величинами, не подлежащими изменению.

В модели системы различают переменные двух видов -экзогенные и эндогенные.

Экзогенные переменные называются также входными; это значит, что они порождаются вне системы или являются результатом воздействия внешних причин.

Эндогенными переменными называются переменные, возникающие в системе или в результате воздействия внутренних причин. Эндогенные переменные также называются переменными состояния (когда они характеризуют состояние или условия, имеющие место в системе) либо выходными переменными (когда речь идет о выходах системы).

Статистики иногда называют экзогенные переменные независимыми, а эндогенные зависимыми.

Функциональные зависимости описывают поведение переменных и параметров в пределах компонента или выражают соотношения

между компонентами системы. Эти соотношения, или операционные характеристики, по своей природе являются либо детерминистскими, либо стохастическими.

Детерминистские соотношения— это тождества или определения, которые устанавливают зависимость между определенными переменными или параметрами в тех случаях, когда процесс на выходе системы однозначно определяется заданной информацией на входе.

В отличие от этого *стохастические соотношения* представляют собой такие зависимости, которые при заданной входной информации дают на выходе неопределенный результат.

Оба типа соотношений обычно выражаются в форме математического уравнения, которое устанавливает зависимость между эндогенными переменными (переменными состояния) и экзогенными переменными. Обычно эти соотношения можно строить лишь на основе гипотез или выводить с помощью статистического или математического анализа.

Ограничения представляют собой устанавливаемые пределы изменения значений переменных или ограничивающие условия распределения и расходования тех или иных средств (энергии, запасов, времени и т. п.). Они могут вводиться либо разработчиком (искусственные ограничения), либо самой системой вследствие присущих ей свойств (естественные ограничения).

Целевая функция, или функция критерия, — это точное отображение целей или задач системы и необходимых правил оценки их выполнения.

Акоф и Сасненн указывают на два типа целей: сохранение и приобретение.

Цели сохранения связаны с сохранением или поддержанием каких-либо ресурсов (временных, энергетических, творческих и т. д.) или состояний (комфорта, безопасности, уровня занятости и т. д.).

Цели приобретения связаны с приобретением новых ресурсов (прибыли, персонала, заказчиков и т. п.) или достижением определенных состояний, к которым стремится организация или руководитель (захват части рынка, достижение состояния утешения и т.п.).

Выражение для целевой функции должно быть однозначным определением целей и задач, с которыми должны соразмеряться принимаемые решения. Словарь Вебстера определяет понятие «критерий»

как «мерило оценки, правило или вид проверки, при помощи которых составляется правильное суждение о чем-либо». Это четкое и однозначное определение критерия очень важно по двум причинам. Во-первых, оно оказывает большое влияние на процесс создания модели и манипулирования с ней. Во-вторых, неправильное определение критерия обычно ведет к неправильным заключениям. Функция критерия (целевая функция) обычно является органической составной частью модели, и весь процесс манипулирования с моделью направлен на оптимизацию или удовлетворение заданного критерия.

Можно теперь сформулировать конкретные критерии, которым должна удовлетворять хорошая модель. Такая модель должна быть:

- простой и понятной пользователю,
- целенаправленной,
- надежной (в смысле гарантии от абсурдных ответов),
- удобной в управлении и обращении,
- полной с точки зрения возможностей решения главных задач,
- адаптивной, позволяющей легко переходить к другим модификациям или обновлять данные,
- допускающей постепенные изменения в том смысле, что, будучи вначале простой, она может во взаимодействии с пользователем становиться все более сложной.

Процесс имитации

Исходя из того что имитация должна применяться для исследования реальных систем, можно выделить следующие этапы этого процесса:

1. Определение системы — установление границ, ограничений и измерителей
2. Формулирование модели — переход от реальной системы к некоторой логической схеме (абстрагирование).
3. Подготовка данных — отбор данных, необходимых для построения модели, и представление их в соответствующей форме.
4. Трансляция модели — описание модели на языке, приемлемом для используемой вычислительной платформы.
5. Оценка адекватности — повышение до приемлемого уровня степени уверенности, с которой можно судить относительно корректности выводов о реальной системе, полученных на основании обращения к модели.

6. Стратегическое планирование — планирование эксперимента, который должен дать необходимую информацию.

7. Тактическое планирование — определение способа проведения каждой серии испытаний, предусмотренных планом эксперимента.

8. Экспериментирование — процесс осуществления имитации с целью получения желаемых данных и анализа чувствительности.

9. Интерпретация — построение выводов по данным, полученным путем имитации.

10. Реализация — практическое использование модели и (или) результатов моделирования.

11. Документирование — регистрация хода осуществления проекта и его результатов, а также документирование процесса создания и использования модели.

Этапы, или элементы, процесса имитации в их взаимосвязи показаны на рис. 2.21

Проектирование модели начинается обычно с того, что какой-либо сотрудник организации приходит к выводу о возникновении проблемы, которая нуждается в изучении. Для проведения предварительных исследований выделяется соответствующий работник (обычно из группы, связанной с данной проблемой). На некотором этапе признается, что для изучения проблемы могут быть полезны количественные методы исследования, и тогда на сцене появляется математик.

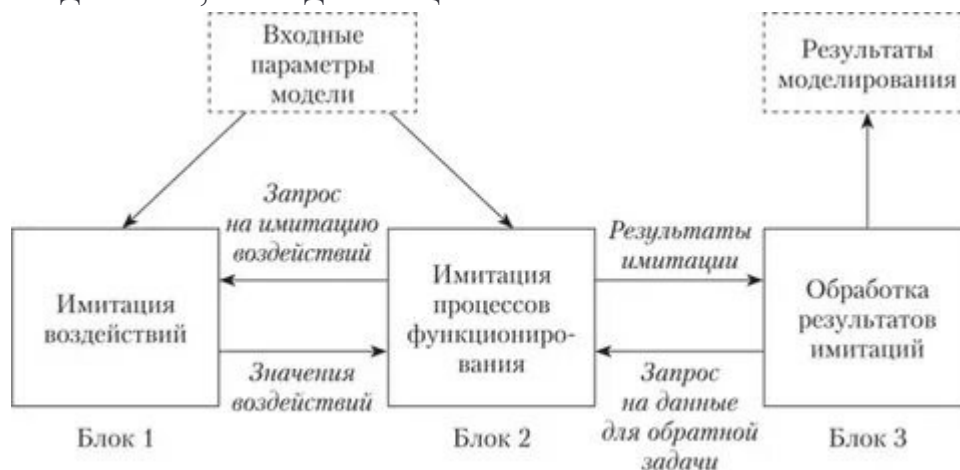


Рис. 2.21 Процесс имитации

Так начинается этап определения и постановки задачи.

Стратегическое и тактическое планирование

Имитационное моделирование определено выше, как экспериментирование с помощью модели с целью получения информации о реально действующей системе.

Отсюда следует, что необходимо позаботиться о *стратегическом планировании*, т.е. о том, как планировать эксперимент, который дает желаемую информацию. Планирование экспериментов широко применяется в биологических и физических науках, а теперь и в моделировании систем. Цель использования планируемых экспериментов двоякая:

- 1) они обеспечивают экономию точек зрения уменьшения числа требуемых экспериментальных проверок и
- 2) они задают структурную основу обучения самого исследователя.

Цель любого экспериментального исследования, включая моделирование, заключается в том, чтобы больше узнать об изучаемой системе. Эксперимент представляет собой процесс наблюдения и анализа, который позволяет получить информацию, необходимую; для принятия решений. План эксперимента дает возможность выбрать метод сбора исходной информации, содержащей необходимые сведения о явлении или системе, которые позволяют сделать важные выводы о поведении изучаемого объекта. В экспериментальном исследовании можно выделить *два типа задач*:

- 1) определение сочетания параметров, которое оптимизирует переменную отклика, и(или) 2) объяснение соотношения между переменной отклика и контролируемыми в системе факторами. Для обеих этих задач разработано и доступно для использования множество планов постановки экспериментов.

Далее, чтобы обучение было успешным, требуется полное использование накопленных ранее знаний, что в свою очередь необходимо при выдвижении возможных гипотез, подлежащих проверке, и стратегий, подлежащих оценке. Хороший план эксперимента позволяет разработать стратегию сбора исходных данных, полезных для такого синтеза и выдвижения гипотез. Существующие в настоящее время методы планирования экспериментов и аналитические методы хорошо удовлетворяют этим потребностям. Математические описания, сопут-

ствующие планированию эксперимента, предоставляют много возможных альтернатив. Методы извлечения информации, содержащейся в планах эксперимента, хорошо описаны и обычно легко осуществимы.

Таким образом, планирование эксперимента может в значительной мере облегчить синтез новых сведений и выдвижение новых идей и в то же время уменьшить затраты времени, усилий и денежных средств.

Тактическое планирование, вообще говоря, связано с вопросами эффективности и определением способов проведения испытаний, намеченных планом эксперимента.

Тактическое планирование прежде всего связано с решением задач двух типов: 1) определением начальных условий в той мере, в какой они влияют на достижение установившегося режима, и 2) возможно большим уменьшением дисперсии решений при одновременном сокращении необходимых размеров выборки.

Первая задача (т.е. определение начальных условий и их влияния на достижение установившегося режима) возникает вследствие искусственного характера функционирования модели. В отличие от реального объекта, который представлен моделью, сама имитационная модель работает эпизодически. Это значит, что экспериментатор запускает модель, делает свои наблюдения и останавливает ее доследующего прогона. Всякий раз, когда начинается прогон, модели требуется определенное время для достижения условий равновесия, которые соответствуют условиям функционирования реальной системы. Таким образом, начальный период работы модели искажается из-за действия начальных условий. Для решения задачи, во-первых, необходимо исключить из рассмотрения данные, относящиеся к некоторой части начального периода, и, во-вторых, следует выбрать такие начальные условия, которые уменьшают время, необходимое для достижения установившегося режима. Разумно выбранные начальные условия могут уменьшить, но не полностью свести к нулю, время переходного процесса.

Вторая задача тактического планирования связана с необходимостью оценить точность результатов эксперимента и степень надежности заключений и выводов. Это ставит перед исследователем вопросы изменяемости условий, размера выборки и повторяемости результатов. Использование больших выборок может в принципе решить

все тактические проблемы имитационного моделирования, но обычно ценой больших затрат машинного времени и времени последующего анализа результатов. Чем сложнее имитационная модель, тем более важен этап тактического планирования, выполняемого перед проведением экспериментов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое имитационное моделирование?
2. Как можно представлять имитационные модели?
3. Опишите недостатки имитационного экспериментирования.
4. Что такое хауторнский эффект?
5. При каких условиях применение имитационного моделирования целесообразно?
6. Приведите обобщенную формулу структуры имитационной модели.
7. Какие компоненты входят в структуру имитационной модели?
8. Какие переменные различают в структуре имитационной модели?
9. Что такое детерминистские соотношения?
10. Что такое целевая функция?
11. Что такое ограничения и кем они могут вводиться?
12. Что такое стохастические соотношения?
13. Какие виды целей существуют?
14. Каким критериям должно соответствовать имитационная модель?
15. Перечислите этапы процесса имитации.
16. Опишите разницу между стратегическим и тактическим планированием.

Модуль 3. СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. ПОНЯТИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Тема 1. Понятие системы искусственного интеллекта. Место и значение интеллектуальных систем и технологий для реализации трудноформализуемых задач

Понятие системы искусственного интеллекта. Направления исследований в области систем искусственного интеллекта. Значение систем искусственного интеллекта

Понятие системы искусственного интеллекта

Термин «искусственный интеллект» (artificial intelligence) был предложен в 1956 году. Слово intelligence означает «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект», для которого есть термин intellect.

Искусственный интеллект (ИИ) – это одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными, задачи, общаясь с компьютером на ограниченном подмножестве естественного языка [2].

К области ИИ принято относить ряд алгоритмов и программных систем, которые могут решать некоторые задачи так, как это делает человек.

Первый шаг в исследованиях по ИИ был сделан в направлении изучения естественного интеллекта. При изучении этого вопроса был сделан ряд открытий в различных областях знаний. Так, в 1962 году Фрэнком Розенблаттом были предложены модели мозга, имитирующие биофизические процессы, которые протекают в головном мозге и которые были названы *персептронами*. *Персептроны* представляют собой различного вида сети из искусственных нейронов, в основе которых лежат модели, разработанные еще в 1943 году Уильямом Маккалоком и Уолтером Питтсом.

Первоначально, изучение персептронов было связано с задачей распознавания образов, однако, в настоящее время нейронные сети широко используются для решения задач аппроксимации, классификации

и распознавания образов, прогнозирования, идентификации и оценивания, ассоциативного управления. Нейронные сети представляют собой низкоуровневые модели мозговой деятельности человека

Первая научная статья по искусственному интеллекту была опубликована в 1950 А. Тьюрингом. Первые исследования в области ИИ были направлены на решение проблем и разработку систем символьных вычислений. В 60-х годах это направление привлекло интерес Министерства обороны США: американские военные начали обучать 10 компьютеры имитировать мыслительную деятельность человека. Например, Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) выполнило в 70-х годах ряд проектов по созданию виртуальных уличных карт. И специалистам DARPA удалось создать интеллектуальных личных помощников в 2003 году.

Эти работы стали основой для принципов автоматизации и формальной логики рассуждений, которые используются в современных компьютерах, в частности, в системах для поддержки принятия решений и умных поисковых системах, призванных дополнять и приумножать возможности человека.

Направления исследований в области систем искусственного интеллекта

Первое направление. Разработка систем, основанных на знаниях. Целью этого направления является имитация способностей человека в области анализа неструктурированных и слабоструктурированных задач (трудноформализуемых задач). В данной области исследований осуществляется разработка моделей представления. Необходимыми этапами исследований в этом направлении являются построение моделей интеллектуальной деятельности на основе психофизиологических данных.

Второе направление в качестве объекта исследования рассматривает искусственную интеллектуальную систему. Здесь речь идет о моделировании интеллектуальной деятельности с помощью вычислительных машин. Целью работ в этом направлении является создание программного обеспечения, позволяющего решать некоторые виды интеллектуальных задач так же, как их решил бы человек.

Третье направление ориентировано на создание человеко-машинных, или, как еще говорят – интерактивных, интеллектуальных систем. Важнейшими проблемами в этих исследованиях является организация семантически безупречного диалога между человеком и такой системой.

Значение систем искусственного интеллекта

ИИ позволяет автоматизировать повторяющиеся процессы обучения и поиска за счет использования данных. Однако, ИИ отличается от роботизации, в основе которой лежит применение аппаратных средств. Цель ИИ — не автоматизация ручного труда, а надежное и непрерывное выполнение многочисленных крупномасштабных компьютеризированных задач. Такая автоматизация требует участия человека для первоначальной настройки системы и правильной постановки вопросов.

ИИ делает существующие продукты интеллектуальными. Как правило, технология ИИ не реализуется как отдельное приложение. Функционал ИИ интегрируется в имеющиеся продукты, позволяя усовершенствовать их. Автоматизация, платформы для общения, боты и «умные» компьютеры в сочетании с большими объемами данных могут улучшить различные технологии, которые используются дома и в офисах: от систем анализа данных о безопасности до инструментов инвестиционного анализа.

ИИ адаптируется благодаря алгоритмам прогрессивного обучения, чтобы дальнейшее программирование осуществлялось на основе данных. ИИ обнаруживает в данных структуры и закономерности, которые позволяют алгоритму освоить определенный навык: алгоритм становится классификатором или предикатором. Таким образом, по тому же принципу, по которому алгоритм осваивает игру в шахматы, он может научиться предлагать подходящие продукты онлайн. При этом модели адаптируются по мере поступления новых данных. Обратное распространение — это метод, который обеспечивает корректировку модели посредством обучения на базе новых данных, если первоначальный ответ оказывается неверным.

ИИ осуществляет более глубокий анализ больших объемов данных с помощью нейросетей со множеством скрытых уровней. Несколько лет назад создание системы обнаружения мошенничества с пя-

тью скрытыми уровнями было практически невозможным. Все изменилось с колоссальным ростом вычислительных мощностей и появлением «больших данных». Для моделей глубокого обучения необходимо огромное количество данных, так как именно на их основе они и обучаются. Поэтому чем больше данных, тем точнее модели.

Глубинные нейросети позволяют ИИ достичь беспрецедентного уровня точности. В области здравоохранения диагностика раковых опухолей на снимках МРТ с помощью технологий ИИ (глубокое обучение, классификация изображений, распознавание объектов) по точности не уступает заключениям высококвалифицированных рентгенологов.

ИИ позволяет извлечь максимальную пользу из данных. С появлением самообучающихся алгоритмов сами данные становятся объектом интеллектуальной собственности. Данные содержат в себе нужные ответы — нужно лишь найти их при помощи технологий ИИ. Поскольку сейчас данные играют гораздо более важную роль, чем когда-либо ранее, они могут обеспечить конкурентное преимущество. При использовании одинаковых технологий в конкурентной среде выигрывает тот, у кого наиболее точные данные.

Вопросы для самоконтроля

1. Когда был предложен термин «искусственный интеллект»?
2. Понятие искусственного интеллекта.
3. Что относят к области ИИ?
4. Что такое персептрон?
5. С чем было первоначально связано изучение персептронов?
6. Когда вышла первая научная статья по искусственному интеллекту? Кто ее автор?
7. На что были направлены первые исследования в области ИИ?
8. Перечислите и охарактеризуйте направления исследований в области систем искусственного интеллекта.
9. В чем заключается значение систем искусственного интеллекта в области обработки данных?

Тема 2. Классификация систем искусственного интеллекта

Интеллектуальных информационных систем (ИИС), системы с коммуникативными способностями, классификация интеллектуальных информационных систем по типам систем, адаптивная информационная система

Для интеллектуальных информационных систем (ИИС) характерны следующие признаки:

- развитые коммуникативные способности;
- умение решать сложные плохо формализуемые задачи;
- способность к самообучению;
- адаптивность.

Коммуникативные способности ИИС характеризуют способ взаимодействия (интерфейса) конечного пользователя с системой, в частности возможность формулирования произвольного запроса в диалоге с СИИ на языке, максимально приближенном к естественному [5,8,13].

Сложные плохо формализуемые задачи – это задачи, которые требуют построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации, для которой могут быть характерны неопределенность и динамичность исходных данных и знаний.

Способность к самообучению – это возможность автоматического извлечения знаний для решения задач из накопленного опыта конкретных ситуаций.

Адаптивность – способность к развитию системы в соответствии с объективными изменениями модели проблемной области.

В соответствии с перечисленными признаками ИИС делятся на (данная классификация – одна из возможных) (рис. 1.1): – системы с коммуникативными способностями (с интеллектуальным интерфейсом); – экспертные системы (системы для решения сложных задач); – самообучающиеся системы (системы, способные к самообучению); адаптивные системы (адаптивные информационные системы).

Системы с коммуникативными способностями (интеллектуальные базы данных) отличаются от обычных баз данных возможностью выборки по запросу необходимой информации, которая может

явно не храниться, а выводиться из имеющейся в базе данных. К ним относятся:



Рис. 3 1 Классификация интеллектуальных информационных систем по типам систем

1. *Естественно-языковой интерфейс* предполагает трансляцию естественно-языковых конструкций на внутримашинный уровень представления знаний. Для этого необходимо решать задачи морфологического, синтаксического и семантического анализа и синтеза высказываний на естественном языке. Естественно-языковой интерфейс используется для:

- ☐ доступа к интеллектуальным базам данных;
- ☐ контекстного поиска документальной текстовой информации;
- ☐ голосового ввода команд в системах управления;
- ☐ машинного перевода с иностранных языков

3. *Гипертекстовые системы* предназначены для реализации поиска по ключевым словам в базах текстовой информации. Интеллектуальные гипертекстовые системы отличаются возможностью более сложной семантической организации ключевых слов, которая отра-

жает различные смысловые отношения терминов. Таким образом, механизм поиска работает прежде всего, с базой знаний ключевых слов, а уже затем непосредственно с текстом.

4. *Системы контекстной помощи* можно рассматривать как частный случай интеллектуальных гипертекстовых и естественно-языковых систем. В отличие от обычных систем помощи, навязывающих пользователю схему поиска требуемой информации, в системах контекстной помощи пользователь описывает проблему (ситуацию), а система с помощью дополнительного диалога ее конкретизирует, и сама выполняет поиск относящихся к ситуации рекомендаций. Такие системы относятся к классу систем распространения знаний (Knowledge Publishing) и создаются как приложение к системам документации (например, технической документации по эксплуатации товаров).

5. *Системы когнитивной графики* позволяют осуществлять интерфейс пользователя с ИИС с помощью графических образов, которые генерируются в соответствии с происходящими событиями. Такие системы генерируются в соответствии с происходящими событиями. Такие системы используются в мониторинге и управлении оперативными процессами. Графические образы в наглядном и интегрированном виде описывают множество параметров изучаемой ситуации. Например, состояние сложного управляемого объекта отображается в виде человеческого лица, на котором каждая черта отвечает за какой-либо параметр, а общее выражение лица дает интегрированную характеристику ситуации.

Системы когнитивной графики широко используются также в обучающих и тренажерных системах на основе использования принципов виртуальной реальности, когда графические образы моделируют ситуации, в которых обучаемому, необходимо принимать решения и выполнять определенные действия.

Экспертные системы предназначены для решения задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области [22].

В основе **самообучающихся систем** лежат методы автоматической классификации примеров ситуаций реальной практики. Характерными признаками самообучающихся систем являются:

□ самообучающиеся системы «с учителем», когда для каждого примера задается в явном виде значение признака его принадлежности некоторому классу ситуаций (классообразующего признака);

□ самообучающиеся системы «без учителя», когда по степени близости значений признаков классификации система сама выделяет классы ситуаций.

Адаптивная информационная система – это информационная система, которая изменяет свою структуру в соответствии с изменением модели проблемной области. При этом:

□ адаптивная информационная система должна в каждый момент времени адекватно поддерживать организацию бизнес-процессов;

□ адаптивная информационная система должна проводить адаптацию всякий раз, как возникает потребность в реорганизации бизнес-процессов;

□ реконструкция информационной системы должна проводиться быстро и с минимальными затратами.

Так как нет общепринятого определения, четкую единую классификацию интеллектуальных информационных систем дать затруднительно.

Возможны и другие классификации, например, выделяют системы общего назначения и специализированные системы (рисунок 1.2).

Кроме того, эта схема отражает еще один вариант классификации по методам: системы, использующие методы представления знаний, самоорганизующиеся системы и системы, созданные с помощью эвристического программирования. Также в этой классификации системы генерации музыки отнесены к системам общения



Рис. 3.2 Классификация интеллектуальных информационных систем по назначению

Отсутствие четкой классификации также объясняется многообразием интеллектуальных задач и интеллектуальных методов, кроме того, искусственный интеллект – активно развивающаяся наука, в которой новые прикладные области осваиваются ежедневно.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие признаки характерны для интеллектуальных информационных систем (ИИС)? Раскройте каждый из них.
2. Приведите классификацию интеллектуальных информационных систем по типам систем.
3. Приведите классификацию ИИС по назначению систем.

Тема 3. Модели и методы представления знаний

Характеристики знаний. Внутренняя интерпретируемость знаний. Структурированность знаний. Семантическая метрика. Модели представления знаний. Виды моделей

Основной проблемой, решаемой во всех системах ИИ, является проблема представления знаний. Информация представляется в компьютере в процедурной и декларативной форме. В процедурной форме представлены *программы*, в декларативной – *данные*. В системах искусственного интеллекта возникла концепция новой формы представления информации – знания, которая объединила в себе черты как процедурной, так и декларативной информации. Перечислим основные характеристики знаний [9,19,28, 30, 31]:

1. *Внутренняя интерпретируемость*. Каждая информационная единица должна иметь уникальное имя, по которому система находит ее, а также отвечает на запросы, в которых это имя упомянуто. Данные в памяти лишены имен и могут идентифицироваться только программой, извлекающей их из памяти. При переходе к знаниям в память вводится информация о некоторой протоструктуре информационных единиц и словари имен данных. Каждая единица информации будет экземпляром протоструктуры. СУБД обеспечивают реализацию внутренней интерпретируемости информации, хранимой в базе данных.

2. *Структурированность*. Информационные единицы должны соответствовать «принципу матрешки», то есть рекурсивной вложенности одних информационных единиц в другие. Другими словами, должна существовать возможность произвольного установления между отдельными информационными единицами отношений типа «часть – целое», «род – вид» или «элемент – класс».

3. *Связность*. Между информационными единицами должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа, характеризующих отношения между информационными единицами.

Семантика отношений может носить как декларативный характер, например, в отношениях «одновременно» и «причина – следствие», так и процедурный характер, например, в отношении «аргу-

мент – функция». Все отношения можно разделить на четыре категории: отношения структуризации (задают иерархию информационных единиц), функциональные отношения (несут процедурную информацию, позволяющую вычислять одни информационные единицы через другие), каузальные отношения (задают причинно-следственные связи) и семантические отношения (все остальные отношения).

4. *Семантическая метрика.* Между информационными единицами задают отношения релевантности, которые характеризуют ситуационную близость информационных единиц, то есть силу ассоциативной связи между информационными единицами (например, «покупка» или «регулирование движения на перекрестке»). Отношение релевантности позволяет находить знания, близкие к найденным ранее знаниям.

5. *Активность.* Выполнение программ в информационных системах должно инициализироваться не командами, а состоянием информационной базы, например, появлением в базе фактов или описаний событий или установление связей между информационными единицами.

Перечисленные характеристики определяют разницу между *данными* и *знаниями*, при этом *базы данных* перерастают в *базы знаний*.

Модели представления знаний

В интеллектуальных системах используются четыре основных типа моделей знаний:

1. *Логические модели.* В основе моделей такого типа лежит формальная система, задаваемая четверкой вида $M = \langle T, S, A, B \rangle$. Множество T есть множество базовых элементов, например слов из некоторого словаря, или деталей из некоторого набора. Для множества T существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к данному множеству. Процедура такой проверки может быть любой, но она должна давать ответ на вопрос, является ли x элементом множества T за конечное число шагов.

Для знаний, входящих в базу знаний, можно считать, что множество A образуют все информационные единицы, которые введены в базу знаний извне, а с помощью правил вывода из них выводятся новые производные знания. Другими словами, формальная система представляет собой генератор порождения новых знаний, образующих множество выводимых в данной системе знаний. Это свойство логических

моделей позволяет хранить в базе лишь те знания, которые образуют множество A , а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

2. *Сетевые модели.* Сетевые модели формально можно описать в виде $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, G \rangle$. Здесь I есть множество информационных единиц; $C_1, C_2, \dots, C_n$ - множество типов связей между ними. Отображение G задает связи из заданного набора типов связей между информационными единицами, входящими в I .

В зависимости от типов связей, используемых в модели, различают классифицирующие сети, функциональные сети и сценарии, нейронные сети. В классифицирующих сетях используются отношения структуризации. Такие сети позволяют в базах вводить иерархические отношения между информационными единицами. Функциональные сети характеризуются наличием функциональных отношений. Их часто называют вычислительными моделями, так как они позволяют описывать процедуры «вычислений» одних информационных единиц через другие. Нейронные сети можно отнести к классу функциональных сетей, однако нечеткие продукционные нейронные сети представляют собой гибридную модель, соединяющую в себе черты логической, продукционной и сетевой моделей. В сценариях используются каузальные отношения, а также отношения типа «средство – результат». Если в сетевой модели допускаются связи различного типа, то ее называют семантической сетью.

3. *Продукционные модели.* В моделях этого типа используются некоторые элементы логических и сетевых моделей. Из логических моделей заимствована идея правил вывода, которые здесь называются продукциями, а из сетевых моделей – описание знаний в виде семантической сети. В результате применения правил вывода к фрагментам сетевого описания происходит трансформация семантической сети за счет смены ее фрагментов, наращивания сети и исключения из нее ненужных фрагментов. Таким образом, в продукционных моделях процедурная информация явно выделена и описывается иными средствами, чем декларативная информация. Вместо логического вывода, характерного для логических моделей, в продукционных моделях появляется вывод на знаниях.

4. *Фреймовые модели.* В отличие от моделей других типов во фреймовых моделях фиксируется жесткая структура информационных

единиц, которая называется протофреймом. В общем виде она выглядит следующим образом:

(Имя фрейма:

Имя слота 1 (значение слота 1)

Имя слота 2 (значение слота 2)

.....

Имя слота K (значение слота K)).

Значением слота может быть все, что угодно: числа, математические соотношения, тексты на естественном языке, программы, правила вывода, ссылки на другие слоты данного фрейма или других фреймов. В качестве значения слота может выступать набор слотов более низкого уровня, что позволяет реализовать во фреймовых представлениях «принцип матрешки». При конкретизации фрейма ему и слотам присваиваются имена, и происходит заполнение слотов. Таким образом, из протофреймов получаются фреймы-экземпляры. Переход от исходного протофрейма к фрейму-экземпляру может быть многошаговым, за счет постепенного уточнения значений слотов. Связи между фреймами задаются значениями специального слота с именем «Связь». Некоторые специалисты по ИС не выделяют фреймовые модели в отдельный класс, так как в ней объединены все основные особенности моделей остальных типов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что является основной проблемой построения систем ИИ?
2. Какие существуют основные формы представления информации?
3. В каком виде представлена информация в системах ИИ?
4. Перечислите и опишите основные характеристики знаний.
5. Какие типы моделей знаний используются в интеллектуальных системах?
6. Дайте характеристику логической модели знаний.
7. Дайте характеристику сетевой модели знаний.
8. Дайте характеристику продукционной модели знаний.
9. Дайте характеристику фреймовой модели знаний.

Модуль 4. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Тема 1. Нейробионика и нейрокомпьютеры

Нейробионика, нейрон, нейрокомпьютер, нейрокомпьютинг, нейронная сеть

Нейробионика – научное направление, изучающее возможность использования принципов строения и функционирования мозга с целью создания более совершенных технических устройств и технологических процессов [24].

Так как *основная задача* искусственного интеллекта – моделирование рассуждений, а природное «устройство, способное думать» – это мозг, то очевидной задачей является создание «искусственного мозга» «по образу и подобию» человеческого. Исследованием этого вопроса стали заниматься в рамках направления искусственного интеллекта «нейрокибернетика».

Устройства мозга изучают такие науки, как психология, нейрофизиология, нейробиология, обладающие достаточным объемом знаний. Основной идеей нейрокибернетики стало воссоздание «в железе» клетки мозга – нейрона.

Нейроны – специализированные клетки, способные принимать, обрабатывать, кодировать, передавать и хранить информацию, организовывать реакции на раздражения, устанавливать контакты с другими нейронами, клетками органов. Уникальной особенностью нейрона является способность генерировать электрические разряды и передавать информацию с помощью специализированных окончаний – синапсов. Число нейронов мозга человека приближается к 10^{11} . На одном нейроне может быть до 10 000 синапсов. Если только эти элементы считать ячейками хранения информации, то можно прийти к выводу, что нервная система может хранить 10^{19} ед. информации, то есть способна вместить практически все знания, накопленные человечеством. На рисунке 4.1 приведена схема строения «типичного» нейрона.

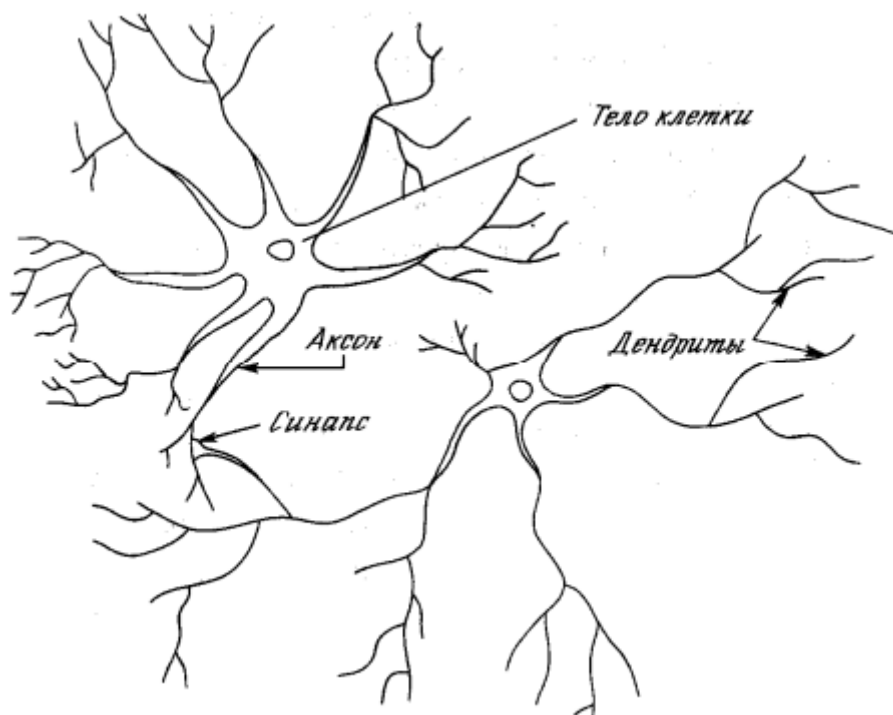


Рис.4.1 Общая схема строения биологического нейрона

Тело клетки содержит множество ветвящихся отростков двух типов. Отростки первого типа, называемые дендритами за их сходство с кроной раскидистого дерева, служат в качестве входных каналов для нервных импульсов от других нейронов. Эти импульсы поступают в сому, или тело, клетки размером от 3 до 100 микрон, вызывая ее специфическое возбуждение, которое затем распространяется по выводному отростку второго типа – аксону. Длина аксонов обычно заметно превосходит размеры дендритов, в отдельных случаях достигая десятков сантиметров и даже метров. Нейрон может находиться в двух состояниях: возбужденном или невозбужденном.

Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС) – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети У. Маккалока и У. Питтса. После разработки алгоритмов обучения получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др. (рис. 4.2)



Рис. 4.2 – История развития искусственных нейронных сетей

ИНС представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие по отдельности простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

С точки зрения *машинного обучения*, нейронная сеть представляет собой частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и т. п.

С точки зрения *математики*, обучение нейронных сетей – это многопараметрическая задача нелинейной оптимизации.

С точки зрения *кибернетики*, нейронная сеть используется в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники.

С точки зрения *развития вычислительной техники и программирования*, нейронная сеть – способ решения проблемы эффективного параллелизма.

С точки зрения *искусственного интеллекта*, ИНС является основой философского течения коннекционизма и основным направлением в структурном подходе по изучению возможности построения (моделирования) естественного интеллекта с помощью компьютерных алгоритмов.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность *обучения* — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искажённых данных.

Нейрокомпьютинг — это научное направление, занимающееся разработкой вычислительных систем шестого поколения - нейрокомпьютеров, которые состоят из большого числа параллельно работающих простых вычислительных элементов (нейронов). Элементы связаны между собой, образуя нейронную сеть. Они выполняют единообразные вычислительные действия и не требуют внешнего управления. Большое число параллельно работающих вычислительных элементов обеспечивают высокое быстродействие.

В настоящее время разработка нейрокомпьютеров ведется в большинстве промышленно развитых стран [16]. Нейрокомпьютеры позволяют с высокой эффективностью решать целый ряд интеллектуальных задач. Это задачи распознавания образов, адаптивного управления, прогнозирования, диагностики и т.д. Нейрокомпьютеры отличаются от компьютеров предыдущих поколений не просто большими возможностями.

Принципиально меняется способ использования машины. Место программирования занимает обучение, нейрокомпьютер учится решать задачи. *Обучение* — корректировка весов связей, в результате которой каждое входное воздействие приводит к формированию соответствующего выходного сигнала. После обучения сеть может применять полученные навыки к новым входным сигналам. При переходе от программирования к обучению повышается эффективность решения интеллектуальных задач. Вычисления в нейронных сетях существенно отличаются от традиционных, в силу высокой параллельности их можно рассматривать как коллективное явление. В нейронной сети нет локальных областей, в которых запоминается конкретная информация. Вся информация запоминается во всей сети. Толчком к развитию

нейрокомпьютинга послужили биологические исследования. По данным нейробиологии нервная система человека и животных состоит из отдельных клеток - нейронов. В мозге человека их число достигает 1.0×10^{10} - 1.0×10^{12} . Каждый нейрон связан с 1.0×10^3 - 1.0×10^4 другими нейронами и выполняет сравнительно простые действия. Время срабатывания нейрона - 2-5 мс. Совокупная работа всех нейронов обуславливает сложную работу мозга, который в реальном времени решает сложнейшие задачи. Отличия нейрокомпьютеров от вычислительных устройств предыдущих поколений:

- параллельная работа очень большого числа простых вычислительных устройств обеспечивает огромное быстроедействие;
- нейронная сеть способна к обучению, которое осуществляется путем настройки параметров сети;
- высокая помехо- и отказоустойчивость нейронных сетей;
- простое строение отдельных нейронов позволяет использовать новые физические принципы обработки информации для аппаратных реализаций нейронных сетей.

Разработки в области нейрокомпьютеров поддерживаются целым рядом международных и национальных программ. В настоящее время эксплуатируется не менее 50 нейросистем в самых различных областях - от финансовых прогнозов до экспертизы. В настоящее время наиболее массовым направлением нейрокомпьютинга является моделирование нейронных сетей на обычных компьютерах, прежде всего персональных. Моделирование сетей выполняется для их научного исследования, для решения практических задач, а также при определении значений параметров электронных и оптоэлектронных нейрокомпьютеров. Многолетние усилия многих исследовательских групп привели к тому, что к настоящему моменту накоплено большое число различных «правил обучения» и архитектур нейронных сетей, их аппаратных реализаций и приёмов использования нейронных сетей для решения прикладных задач. Эти интеллектуальные изобретения существуют в виде «зоопарка» нейронных сетей. Каждая сеть из зоопарка имеет свою архитектуру, правило обучения и решает конкретный набор задач. В последнее десятилетие прилагаются серьёзные усилия для стандартизации структурных элементов и превращений этого «зоопарка» в «технопарк»: каждая нейронная сеть из зоопарка реализована на идеальном

универсальном нейрокомпьютере, имеющем заданную структуру. Основные правила выделения функциональных компонентов идеального нейрокомпьютера (по Миркесу):

1. Относительная функциональная обособленность: каждый компонент имеет чёткий набор функций. Его взаимодействие с другим компонентами может быть описано в виде небольшого числа запросов.

2. Возможность взаимозамены различных реализаций любого компонента без изменения других компонентов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое нейробионика?
2. В чем заключается основная задача искусственного интеллекта?
3. Что такое нейроны?
4. Приведите общую схему строения биологического нейрона
5. Что такое нейронная сеть? Выделите основные подходы к ее определению.
6. Что такое нейрокомпьютинг?
7. Перечислите отличия нейрокомпьютеров от вычислительных устройств предыдущих поколений.
8. Каковы основные правила выделения функциональных компонентов идеального нейрокомпьютера (по Миркесу)?

Тема 2. Искусственные нейронные сети

Формальный нейрон, активационная функция, нелинейный преобразователь

Теория искусственных нейронных сетей родилась в 1943 году. В этом году Дж. Маккалок и У. Питт предложили модель формального нейрона Ими, также были сформулированы основные принципы построения нейронных сетей (рис. 4.3). Разберем данную схему поэлементно [24].

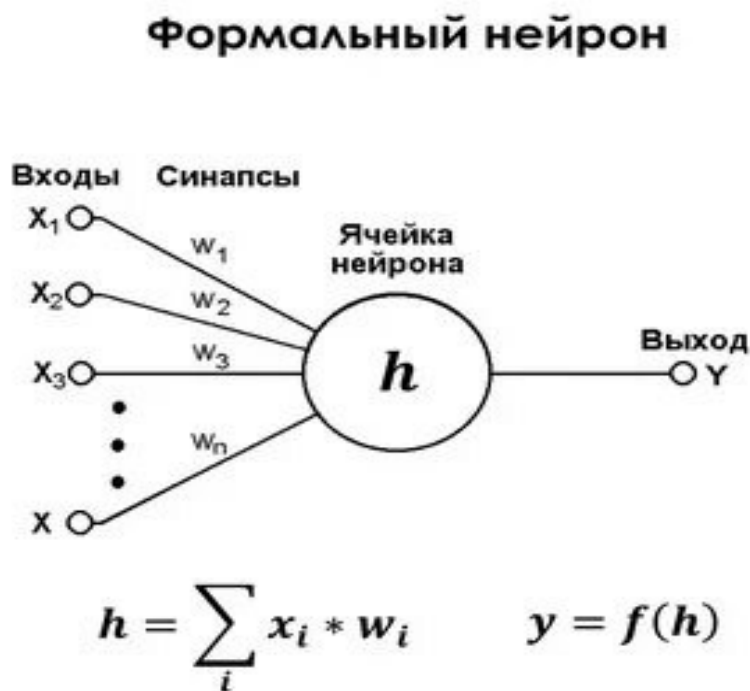


Рис. 4.3 Формальный нейрон

Искусственный или формальный нейрон – элемент искусственных нейронных сетей, моделирующий некоторые функции биологического нейрона.

Главная функция искусственного нейрона - формировать выходной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его входы. В самой распространенной конфигурации входные сигналы обрабаты-

ются адаптивным сумматором, затем выходной сигнал сумматора поступает в нелинейный преобразователь, где преобразуется функцией активации, и результат подается на выход (в точку ветвления).

Нейрон характеризуется текущим состоянием и обладает группой *синапсов* - однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов. Нейрон имеет *аксон* - выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов.

Каждый синапс характеризуется величиной синаптической связи (ее весом W_i). Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входов:

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

Выход нейрона есть функция его состояния, так называемая **активационная** или **характеристическая** является нелинейной функцией, которая вычисляет выходной сигнал формального нейрона.

$$Y = f(s).$$

Наиболее часто применяемыми активационными функциями являются:

- Сигмоидальная функция,
- Жесткая пороговая функция,
- Линейный порог.

Выбор активационной функции зависит либо от условий поставленной задачи, либо ограничениями, которые накладывают некоторые алгоритмы обучения.

Следующим элементом общей схемы формального нейрона является *нелинейный преобразователь*. Он преобразует текущее состояние нейрона в выходной сигнал нейрона по некоторому нелинейному закону, определяемому видом активационной функции.

Точка ветвления или выход – это элемент формального нейрона, который посылает выходной сигнал по нескольким адресам. Он имеет один вход и несколько выходов.

Как работает искусственный нейрон

Искусственный нейрон получает входные сигналы (исходные данные либо выходные сигналы других нейронов нейронной сети) через несколько входных каналов. Каждый входной сигнал проходит через соединение, имеющее определенную интенсивность (или вес); этот вес соответствует синаптической активности биологического нейрона.

С каждым нейроном связано определенное пороговое значение. Вычисляется взвешенная сумма входов, из нее вычитается пороговое значение и в результате получается величина *активации нейрона* (она также называется *пост-синаптическим потенциалом нейрона - PSP*).

Сигнал активации преобразуется с помощью функции активации (или передаточной функции) и в результате получается выходной сигнал нейрона.

Нейроны регулярным образом организованы в слои. Входной слой служит просто для ввода значений входных переменных. Каждый из скрытых и выходных нейронов соединен со всеми элементами предыдущего слоя. Для большинства приложений предпочтительнее сети с полной системой связей, так называемые *многослойные*. При работе (использовании) таких сетей во входные элементы подаются значения входных переменных, затем последовательно отрабатывают нейроны промежуточных и выходного слоев. Каждый из них вычисляется свое значение активации, беря взвешенную сумму выходов элементов предыдущего слоя и вычитая из нее пороговое значение. Затем значение активации преобразуются с помощью функции активации, и в результате получается выход нейрона. После того, как вся сеть отрабатает, выходные значения элементов выходного слоя принимаются за выход всей сети в целом.

Нейронные сети могут реализовываться как программно, так и аппаратно. Постепенно направление нейрокибернетики преобразовалось в *нейрокомпьютинг* – шестое поколение компьютеров, базирующееся на нейронных сетях, имеющее свои достоинства и недостатки. Сравнительный анализ машины фон Неймана, идеи которой воплощены в первых 4-х поколениях компьютеров, и биологической нейронной системы, являющейся прообразом нейрокомпьютера, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1

	Машина фон Неймана	Биологическая нейронная система
Процессор	Сложный	Простой
	Высокоскоростной	Низкоскоростной
	Один или несколько	Большое количества
Память	Отделена от процессора	Интегрирована в процессор
	Локализована	Распределенная
	Адресация не по содержанию	Адресация по содержанию
Вычисления	Централизованные	Распределенные
	Последовательные	Параллельные
	Хранимые программы	Самообучение
Надежность	Высокая уязвимость	Живучесть
Специализация	Численные и символьные операции	Проблемы восприятия
Среда функционирования	Строго определенная	Плохо определенная
	Строго ограниченная	Без ограничений

Классификация искусственных нейронных сетей

По топологии (рисунки 4.4, 4.5):

- *полносвязные* (каждый нейрон связан со всеми остальным и нейронами, в том числе и сам с собой)
- *многослойные* (нейроны располагаются слоями, и каждый нейрон последующего слоя связан со всеми нейронами текущего слоя)

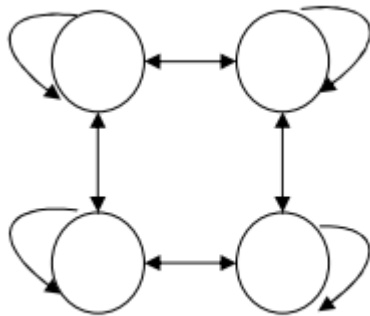


Рис. 4.4 Полносвязная нейронная сеть

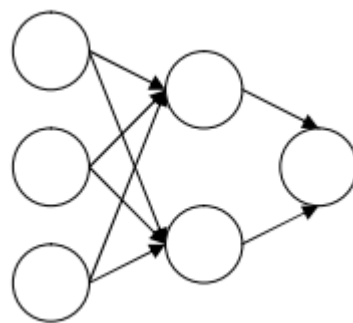


Рис. 4.5 Слоистая нейронная сеть

По организации обучения:

- *с учителем* (нейронную сеть обучают, подавая на вход значения обучающей выборки и предоставляя требуемые выходные значения);

- *без учителя* (на входы нейронной сети подают множество объектов, и нейронная сеть сама делит их на кластеры или классы).

По типам структур:

- *нейроны с одним типом* функции активации (все нейроны сети имеют одну функцию активации $f(x)$, например, линейную);

- *нейроны с несколькими типами функций* активации (нейроны сети имеют различные функции активации (рис. 4.6))



Рис. 4.6 Активационные функции

По типу связей:

- *прямого распространения* (без обратных связей между нейронами; к таким сетям относятся однослойный и многослойный персептроны, сеть радиальных базисных функций);

- *рекуррентные* (с обратной связью, от выходов нейронов к входам; к таким сетям относятся соревновательные сети и сеть Хопфилда).

По типу сигнала:

- *бинарные* (на входы подаются только нули и единицы);

- *аналоговые* (на входы нейронов подаются значения непрерывных функций).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое искусственный или формальный нейрон?
2. В чем заключается главная функция искусственного нейрона?
3. Опишите модель формального нейрона.

4. Изобразите схему формального нейрона.
5. Перечислите наиболее часто применяемые активационные функции, проиллюстрируйте ответ схемами.
6. От чего зависит выбор активационной функции?
7. Как работает искусственный нейрон?
8. Приведите сравнительный анализ машины фон Неймана биологической нейронной системы.
9. Дайте классификацию искусственных нейронных сетей.

Тема 3. Нейронные сети глубокого обучения

Контролируемое и неконтролируемое обучение. Глубокое обучение. Обучение глубокой сети

Контролируемое обучение (обучение с учителем, supervised learning) подразумевает использование помеченных наборов данных, содержащих входные данные и ожидаемые выходные результаты. Когда вы обучаете нейронную сеть с помощью контролируемого обучения, вы подаете как входные данные, так и ожидаемые выходные результаты.

Если результат, генерируемый нейронной сетью, неверен, она скорректирует свои вычисления. Это итерационный процесс, оканчивающийся тогда, когда сеть перестает совершать ошибки. Примером задачи с контролируемым обучением является предсказание погоды. Нейросеть учится делать прогноз погоды с использованием исторических данных. Обучающие данные включают в себя входные данные (давление, влажность, скорость ветра) и выходные результаты (температура).

Неконтролируемое обучение (обучение без учителя, unsupervised learning) — это машинное обучение с использованием наборов данных без определенной структуры. Когда вы обучаете нейросеть неконтролируемо, она самостоятельно проводит логическую классификацию данных. Примером задачи с неконтролируемым обучением является предсказание поведения посетителей интернет-магазинов. В этом случае сеть не обучается на размеченных данных. Вместо этого она самостоятельно классифицирует входные данные и отвечает на вопрос, какие пользователи чаще всего покупают различные товары [13].

Глубокое обучение

Глубокое обучение – это метод машинного обучения. Глубокое обучение позволяет обучать модель предсказывать результат по набору входных данных. Для обучения сети можно использовать как контролируемое, так и неконтролируемое обучение (рис. 4.7).

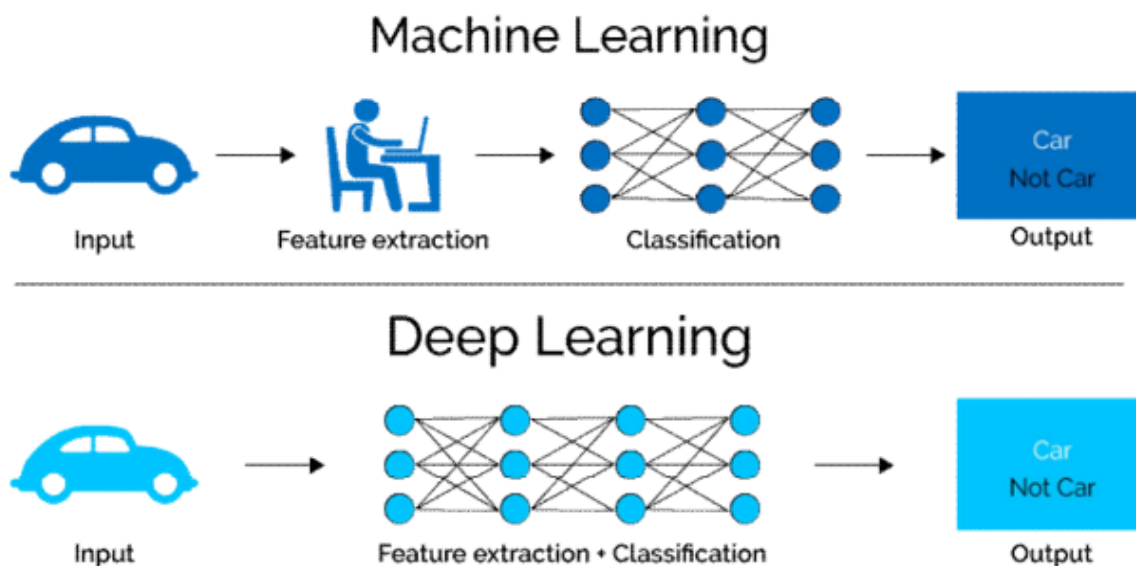


Рис. 4.7 Разница между машинным и глубоким обучением

Рассмотрим, как работает глубокое обучение, на примере сервиса по оценке стоимости авиабилета. Мы будем обучать его контролируемым образом.

Мы хотим, чтобы наш сервис предсказывал цену на авиабилет по следующим входным данным:

- ☐ аэропорт вылета;
- ☐ аэропорт назначения;
- ☐ дата отбытия;
- ☐ авиакомпания.

Давайте заглянем внутрь нашей модели. Как и у животных, искусственная нейронная сеть содержит взаимосвязанные нейроны. На диаграмме они представлены кругами (рис. 4.8)

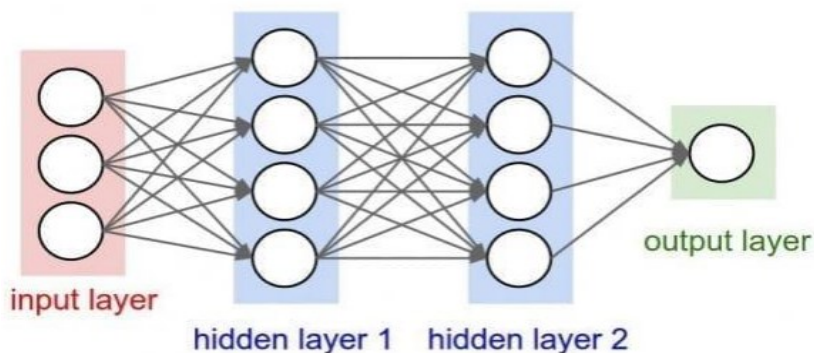


Рис. 4.8 Глубокая нейронная сеть (с двумя скрытыми слоями)

Нейроны сгруппированы в три различных типа слоев:

- ☐ входной слой;
- ☐ скрытый слой (слои);
- ☐ выходной слой.

Входной слой принимает входные данные. В нашем случае имеется четыре нейрона на входном слое: аэропорт вылета, аэропорт назначения, дата вылета и авиакомпания.

Входной уровень передает эти данные в первый скрытый слой. Скрытые слои выполняют математические вычисления со входными данными. Одна из задач при создании нейронных сетей — определении количества скрытых слоев и нейронов на каждом слое. Слово «глубина» в термине «глубокое обучение» означает наличие более чем одного скрытого слоя.

Выходной слой выдает результат. В нашем случае это прогноз цены на билет (рис. 4.9)

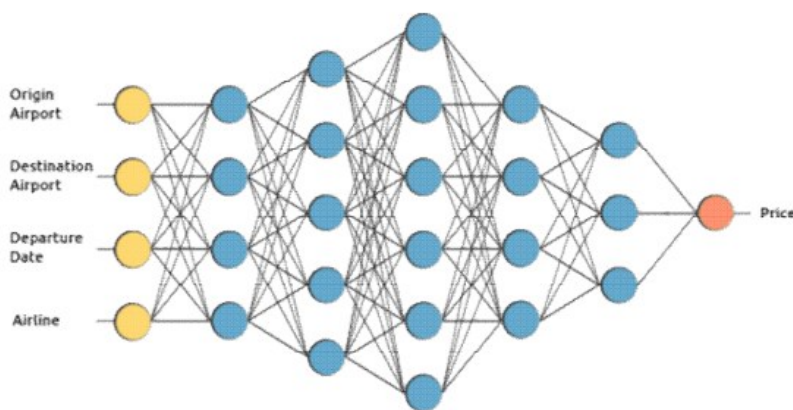


Рис. 4.9 Глубокая нейронная сеть вычисления цены билета

Цена вычисляется следующим образом. Нейроны связаны между собой с определенным весом. Вес определяет важность элемента входных данных. Исходные веса задаются случайным образом.

При прогнозировании цены на билет дата вылета является одним из наиболее важных факторов. Следовательно, связи нейрона времени вылета будут иметь большой вес (рис. 4.10)

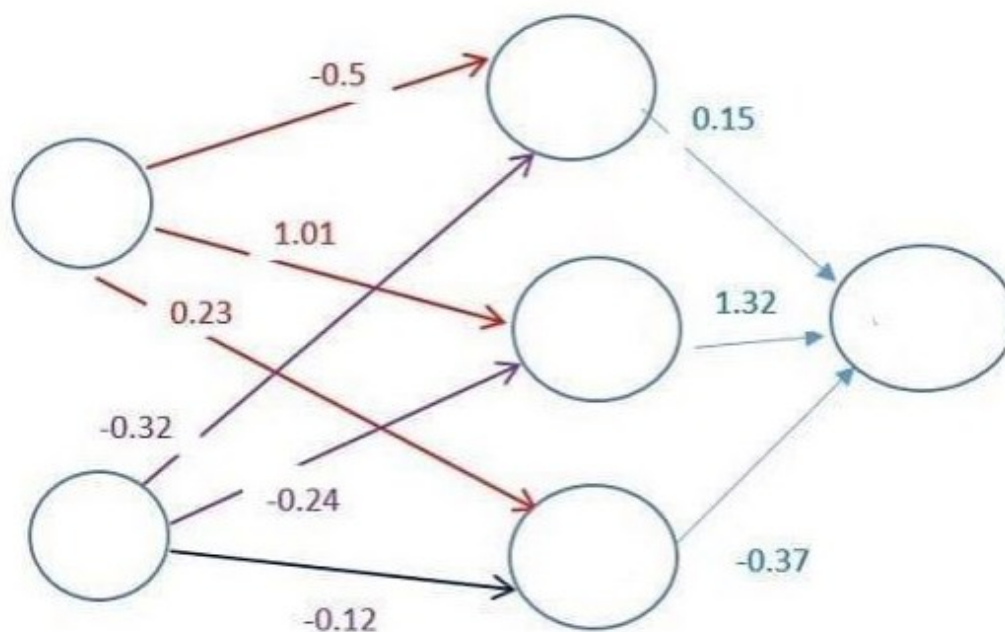


Рис. 4.10 Глубокая нейронная сеть с проставленными весами

Каждый нейрон имеет функцию активации. Ее смысл трудно понять без привлечения математических рассуждений. Одной из ее целей является «стандартизация» данных на выходе из нейрона. После того, как набор входных данных прошел через все слои нейронной сети, функция активации возвращает выходные результаты через выходной уровень

Обучение глубокой сети

Обучение нейросети – самая сложная часть глубокого обучения, поскольку требует большого набора данных и большого количества вычислительной мощности.

Для оценки стоимости билета нужно найти исторические данные о ценах на билеты. Из-за большого количества возможных комбинаций аэропортов и дат вылета нам нужен очень большой список цен на билеты.

Для обучения сети нужно подать в нее подготовленные данные и сравнить сгенерированные ей выходные результаты с результатами из нашего тестового набора данных. Поскольку сеть еще не обучена, результаты будут неверными.

После пропуска всех данных можно определить функцию, которая будет показывать нам, насколько результаты работы алгоритма отличаются от реальных данных. Эта функция называется функцией потерь.

В идеале функция потерь должна быть равна нулю. В идеале функция потерь должна быть равна нулю. В этом случае выходные результаты работы сети полностью совпадают с результатами тестового набора данных.

Для уменьшения значения функции потерь необходимо менять веса между нейронами. Можно делать это случайным образом до тех пор, пока функция потерь не станет равной нулю, но это не очень эффективным.

Вместо этого мы будем использовать метод градиентного спуска.

Градиентный спуск – это метод, который позволяет найти минимум функции. В нашем случае мы ищем минимум функции потерь.

Суть метода состоит в небольшом изменении весов после каждой итерации. Вычисляя производную (или градиент) функции потерь при определенном наборе весов, можно определить, в каком направлении находится минимум (рис. 4.11)

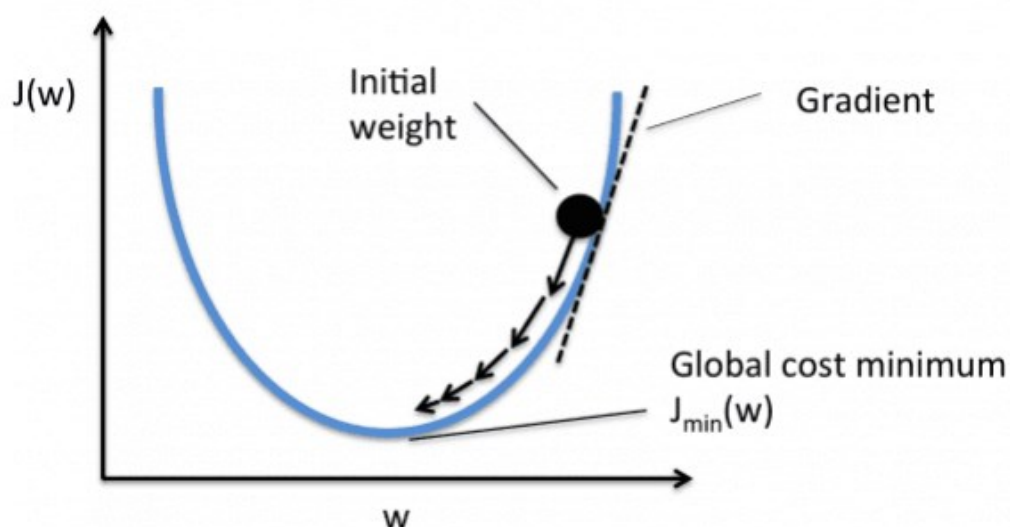


Рис. 4.11 Градиентный спуск

Для минимизации функции потерь нужно многократно перебирать данные. Именно поэтому нам требуется большая вычислительная мощность. Уточнение весов с помощью градиентного спуска выполняется автоматически. В этом и состоит магия глубокого обучения! После обучения можно использовать разработанный нами сервис для прогнозирования цен на авиабилеты.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое контролируемое обучение?
2. Что такое неконтролируемое обучение?
3. Что такое глубокое обучение? Приведите примеры работы глубокого обучения.
4. В чем суть метода градиентного спуска?

Тема 4. Системы распознавания образов и машинного зрения

Основные принципы и целостность восприятия. Укрупненная схема работы системы распознавания образов. Распознавание символов. Шаблонные системы. Структурные системы. Распознавание рукописных текстов

В основе фонетического преобразования лежит *принцип целостности*. В соответствии с ним любой воспринимаемый объект рассматривается как целое, состоящее из частей, связанных между собой определенными отношениями. Так, например, печатная страница состоит из статей, статья – из заголовка и колонок, колонка – из абзацев, абзацы – из строк, строки – из слов, слова – из букв. При этом все перечисленные элементы текста связаны между собой определенными пространствами и языковыми отношениями. [4]

Для выделения целого требуется определить его части. Части же, в свою очередь, можно рассматривать только в составе целого. Поэтому целостный процесс восприятия может происходить только в рамках гипотезы о воспринимаемом объекте – целом. После того как выдвинуто предположение о воспринимаемом объекте, выделяются и интерпретируются его части. Затем предпринимается попытка "собрать" из них целое, чтобы проверить правильность исходной гипотезы. Разумеется, воспринимаемый объект может интерпретироваться в рамках более крупного целого.

В технических системах любое решение при распознавании текста принимается неоднозначно, а путем последовательного выдвижения и проверки гипотез и привлечения как знаний о самом исследуемом объекте, так и общего контекста. *Целостное описание класса объектов восприятия отвечает двум условиям:* во - первых, все объекты данного класса удовлетворяют этому описанию, а во- вторых, ни один объект другого класса не удовлетворяют ему.

Например, класс изображений буквы "К" должен быть описан так, чтобы любое изображение буквы "К" в него попадало, а изображение всех других букв - нет. Такое описание обладает свойством *отображаемости*, то есть обеспечивает воспроизведение описываемых

объектов: эталон буквы для системы сканирования и оптического распознавания символов (OCR) позволяет визуально воспроизвести букву, эталон слова для распознавания речи позволяет произнести слово, а описание структуры предложения в синтаксическом анализаторе позволяет синтезировать правильное предложение. С практической точки зрения *отображаемость* играет огромную роль, поскольку позволяет эффективно контролировать качество описаний.

Существует два вида целостного описания: *шаблонное и структурное*.

В первом случае описание представляет собой изображение в растровом или векторном представлении, и задан класс преобразований (например, повтор, масштабирование и пр.).

Во втором случае описание представляется в виде графа, узлами которого являются составляющие элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними.

В свою очередь элементы могут оказаться сложными (то есть иметь свое описание). Конечно, шаблонное описание проще в реализации, чем структурное. Однако оно не может использоваться для описания объектов с высокой степенью изменчивости.

Шаблонное описание, к примеру, может приниматься для распознавания только печатных символов, а структурное - еще и для рукописных.

Целостность восприятия предлагает два важных архитектурных решения (рисунок 4.12). *Во-первых*, все источники знания должны работать по возможности одновременно. Нельзя, например, сначала распознать страницу, а затем подвергнуть ее словарной и контекстной обработке, поскольку в этом случае невозможно будет осуществить обратную связь от контекстной обработки к распознаванию. *Во-вторых*, исследуемый объект должен представляться и обрабатываться по возможности целиком.

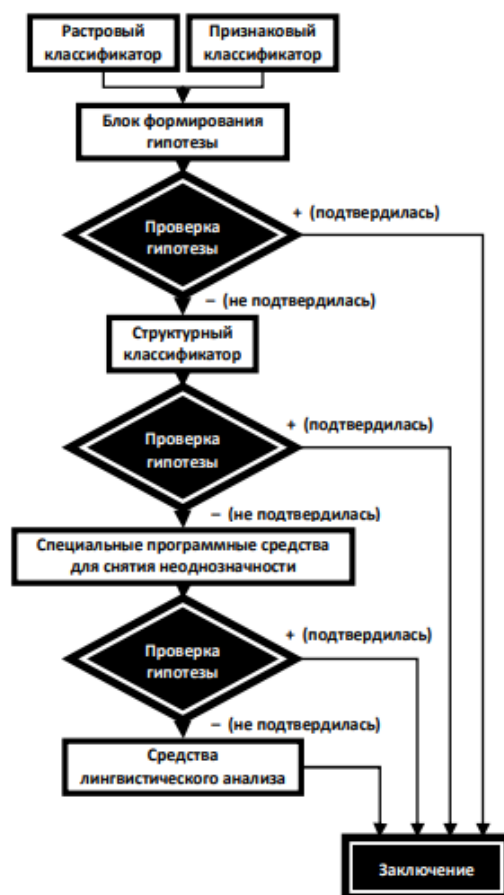


Рис. 4.12 Укрупненная схема работы системы распознавания образов

Первый шаг восприятие – это формирование гипотезы о воспринимаемом объекте. Гипотеза может формироваться как на основе априорной модели объекта, контекста и результатов проверки предыдущих гипотез (процесс "сверху - вниз"), так и на основе предварительного анализа объекта ("снизу - вверх").

Второй шаг - уточнение восприятия (проверка гипотезы), при котором производится дополнительный анализ объекта в рамках выдвинутой гипотезы и в полную силу привлекается контекст. Для удобства восприятия необходимо провести предварительную обработку объекта, не потеряв при этом существенной информации о нем. Обычно предварительная обработка сводится к преобразованию входного объекта в представление, удобное для дальнейшей работы (например, векторизация изображения), или получение всевозможных вариантов сегментации входного объекта, из которого путем выдвижения и проверки гипотез выбирается правильный.

Процесс выдвижения и проверки гипотез должен быть явно отражен в архитектуре программы. Каждая гипотеза должна быть объектом, который можно было бы оценить или сравнить с другими. Поэтому обычно гипотезы выдвигаются последовательно, а затем объединяются в список и сортируются на основе предварительной оценки. Для окончательного же выбора гипотезы активно используется контекст и другие дополнительные источники знаний.

Распознавание символов

Оптическое распознавание символов (англ. optical character recognition, OCR) — механический или электронный перевод изображений рукописного, машинописного или печатного текста в текстовые данные — последовательность кодов, использующихся для представления символов в компьютере (например, в текстовом редакторе). Распознавание широко используется для конвертации книг и документов в электронный вид, для автоматизации систем учёта в бизнесе или для публикации текста на веб-странице. Оптическое распознавание текста позволяет редактировать текст, осуществлять поиск слова или фразы, хранить его в более компактной форме, демонстрировать или распечатывать материал, не теряя качества, анализировать информацию, а также применять к тексту электронный перевод, форматирование или преобразование в речь. Оптическое распознавание текста является исследуемой проблемой в областях распознавания образов, искусственного интеллекта и компьютерного зрения.

В настоящее время больше всего распространены так называемые «интеллектуальные» системы, с высокой степенью точности распознающие большинство шрифтов (рисунок 4.13).

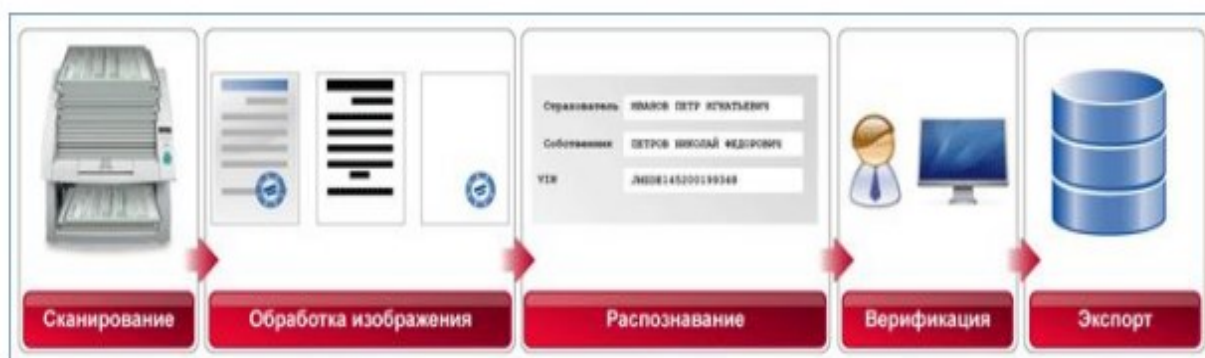


Рис.4.13 Шесть основных стадий обработки документа в системе распознавания

Сегодня известно три подхода к распознаванию символов - шаблонный, структурный и признаковый. Но принципу целостности отвечает лишь первые два.

Шаблонное описание проще в реализации, однако, в отличие от структурного, оно не позволяет описывать сложные объекты с большим разнообразием форм. Именно поэтому шаблонное описание применяется для распознавания лишь печатных символов, в то время как структурное - для рукописных, имеющих, естественно, гораздо больше вариантов начертания.

Шаблонные системы

Такие системы преобразуют изображение отдельного символа в растровое, сравнивают его со всеми шаблонами, имеющимися в базе и выбирают шаблон с наименьшим количеством точек, отличных от входного изображения. Шаблонные системы довольно устойчивы к дефектам изображения и имеют высокую скорость обработки входных данных, но надежно распознают только те шрифты, шаблоны которых им "известны". И если распознаваемый шрифт хоть немного отличается от эталонного, шаблонные системы могут делать ошибки даже при обработке очень качественных изображений!

Структурные системы

В таких системах объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами - пространственные отношения между ними. Системы реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями. Структурными элементами являются составляющие символ линии. Так, для буквы "р" - это вертикальный отрезок и дуга. К недостаткам структурных систем следует отнести их высокую чувствительность к дефектам изображения, нарушающим составляющие элементы. Также векторизация может добавить дополнительные дефекты. Кроме того, для этих систем, в отличие от шаблонных и признаковых, до сих пор не созданы эффективные автоматизированные процедуры обучения. Поэтому для FineReader структурные описания пришлось создать вручную.

Признаковые системы В них усредненное изображение каждого символа представляется как объект в n -мерном пространстве признаков. Здесь выбирается алфавит признаков, значения которых вычисляются при распознавании входного изображения. Полученный n -мерный вектор сравнивается с эталонными, и изображение относится к

наиболее подходящему из них. Признаковые системы не отвечают принципу целостности. Необходимое, но недостаточное условие целостности описания класса объектов (в нашем случае это класс изображений, представляющих один символ) состоит в том, что описанию должны удовлетворять все объекты данного класса и ни один из объектов других классов. Но поскольку, при вычислении признаков теряется существенная часть информации, трудно гарантировать, что к данному классу удастся отнести только объекты.

Распознавание рукописных текстов

Проблема распознавания рукописного текста значительно сложнее, чем в случае с текстом печатным. Если в последнем случае мы имеем дело с ограниченным числом вариаций изображений шрифтов (шаблонов), то в случае рукописного текста число шаблонов неизмеримо больше. Дополнительные сложности вносят также иные соотношения линейных размеров элементов изображений и т.п. И все же сегодня мы можем признать, что основные этапы разработки технологии распознавания рукописных (отдельные символы, написанные от руки) символов уже пройдены. В настоящее время существуют технологии распознавания всех основных типов текстов: стилизованных цифр, печатных символов и рукопечатных символов. Но технологии ввода рукопечатных символов потребуется еще пройти стадию адаптации, после чего можно будет заявить, что инструментарий для потокового ввода документов в архивы действительно реализован полностью. Динамичное развитие новых компьютерных технологий (сетевые технологии, технологии клиент-сервер, и т. д.) нашли свое отражение и в состоянии сектора электронного документооборота. Если раньше в продвижении технологий бесклавиатурного ввода делался упор на преимущества их персонального использования, то сегодня на первый план выходят преимущества коллективного и рационального использования технологий ввода и обработки документов. Иметь одну, обособленную систему распознавания сегодня уже явно недостаточно. С распознанными текстовыми файлами (как бы хорошо они распознаны ни были) нужно что-то делать: хранить в базе данных, осуществлять их поиск, передавать по локальной сети, и т. д. Словом, требуется взаимодействие с архивной или иной системой работы с документами. Таким образом, система распознавания превращается в утилиту для архивных и иных систем работы с документами.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой принцип лежит в основе фонтанного преобразования? Раскройте его.
2. Каким условиям отвечает целостное описание класса объектов восприятия?
3. В чем состоит свойство отображаемости?
4. Какие виды целостного описания существуют?
5. Что представляет собой шаблонное описание?
6. Чем характеризуется структурное описание?
7. Изобразите укрупненную схему работы системы распознавания образов.
8. Какие существуют подходы к распознаванию символов?

Модуль 5. НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тема 1. Разработка текстовой и графической информации с помощью нейросетей

Нейросети в обработке текстовой и графической информации. Нейронная сеть сверточного типа. Рекуррентная нейронная сеть. Модели нейросетей. Возможности нейросетей для обработки графической информации. Нейронная сеть GigaChat для генерации текста и изображения.

Одним из ключевых инструментов нейросетей для обработки текстов является *нейронная сеть сверточного типа* (Convolutional Neural Network, CNN). CNN позволяет автоматически извлекать признаки из текста, улавливать локальные зависимости и идентифицировать важные аспекты. Другим важным инструментом является *рекуррентная нейронная сеть* (Recurrent Neural Network, RNN), которая обладает способностью запоминать контекст в процессе анализа текста. Это позволяет учесть последовательность слов и связанный с ней смысл [6].

Одной из главных задач нейросетей в обработке текстовой информации является автоматическое понимание ее содержания. Это может включать в себя различные аспекты, такие как определение тональности текста, выделение ключевых слов, классификация текста, анализ эмоциональной окраски и многое другое. Нейросети позволяют осуществить эти задачи с высокой степенью точности и эффективности. Благодаря своей структуре и способности к самообучению, они могут обрабатывать огромные объемы текстовой информации и извлекать из нее полезные данные. Такой подход значительно сокращает время и усилия, которые требуются для анализа текста вручную.

Нейросети также могут использоваться для создания новой текстовой информации. Они способны генерировать тексты на основе уже имеющихся данных и обучения на большом количестве текстовых материалов.

Нейросеть *ChatGPT* активно используется при подготовке заданий, сочинений, изложений и рефератов. Этот чат-бот был основан в конце ноября 2022 года компанией OpenAI, одним из основателей которой был Илон Маск.

Существуют и другие инструменты для генерации текстов, например, <https://maxtext.ru/> (см. рис. 5.1). При регистрации доступны 30 генераций. Эти инструменты с каждым месяцем совершенствуются и изменяются, достаточно в поисковой строке браузера набрать «обработка текста с помощью генератора нейросетей» и появятся несколько десятков подобных инструментов

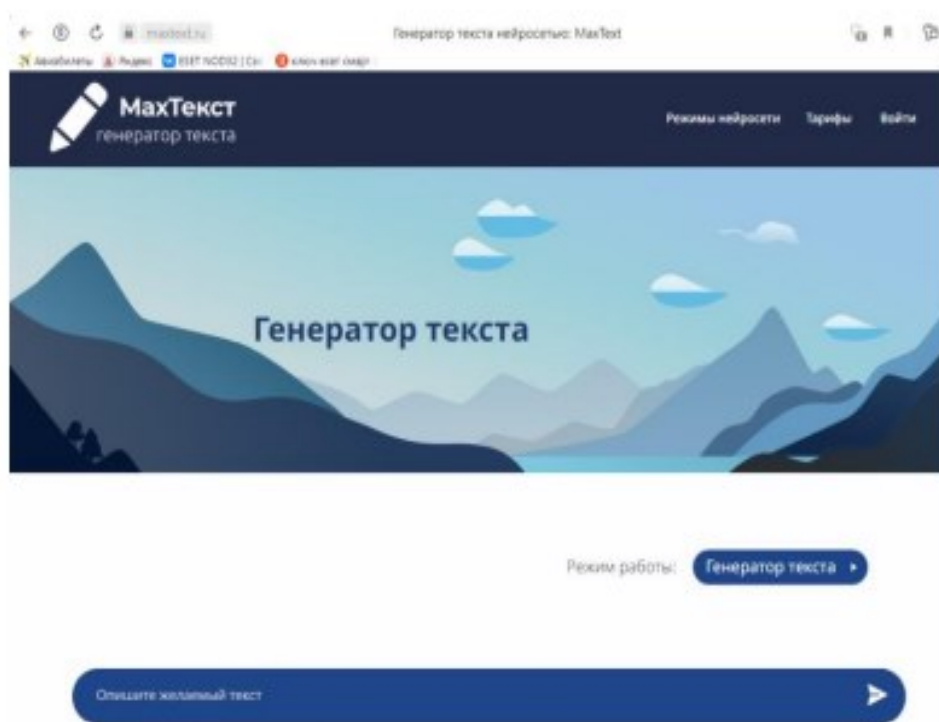


Рис. 5.1 Генератор текста «МахТекст»

Нейросеть GigaChat – русскоязычная нейросеть от Сбера. Зарегистрироваться можно через браузер по ссылке <https://developers.sber.ru/gigachat/login> через Сбер ID и принять условия пользовательского соглашения (см. рис. 5.2) или подключив чат-бота telegram по ссылке https://t.me/gigachat_bot

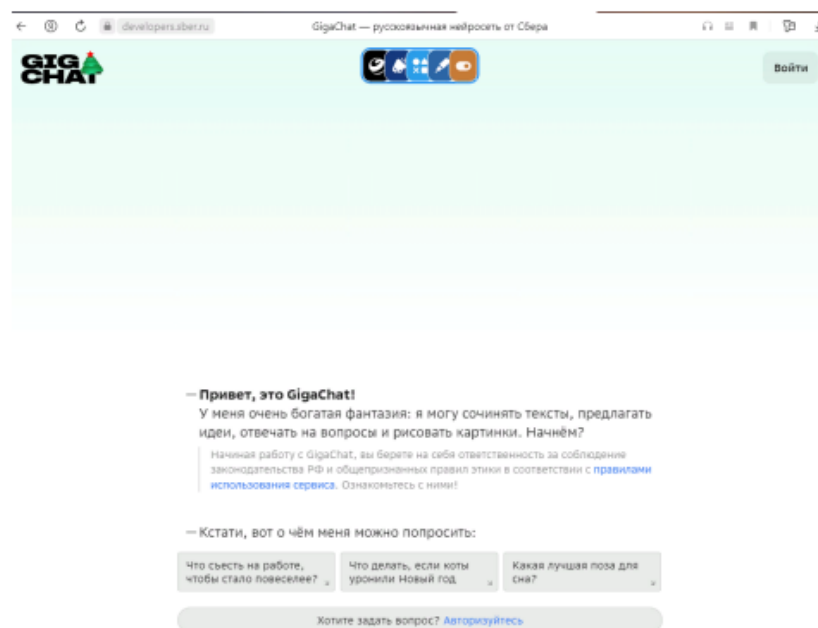


Рис.5.2 Сервис нейросети GigaChat

Для обработки графической информации наряду с информационными технологиями все больше пользователей применяют модели нейросетей не только зарубежных компаний, таких OpenAI, Google, Tesla, DeepMind, Microsoft, но и российских - Сбер, Яндекс.

Модели нейросетей можно разделить на две категории:

1. Мультимодальные (Flamingo, OFA).
2. Мультизадачные (Glide, DALL-E 2, Imagen).

Вторая категория генерирует изображения. В основе лежит диффузионный процесс, построены на базе сильных языковых моделей.

Рассмотрим возможности нейросетей для обработки графической информации:

- создать изображение (портрет персонажа для викторины или картинки для обучающих комиксов);

- дорисовать изображение (GenerativeFill/Генеративная заливка — это новый инструмент, позволяющий работать с нейросетями прямо из AdobePhotoshop);

- способность генерировать новые изображения (для развития искусств и для обучения студентов, например, в области дизайна);

- улучшить качество изображений (исправлять дефекты, шум и другие недостатки на цифровых изображениях, полезно при работе с

-распознавать и классифицировать изображения (автоматически определять объекты, лица, места и многое другое на изображениях).

Практическая работа № 1. Нейронная сеть GigaChat
для генерации текста и изображения

10 августа 2023 года «Сбер» запустил свой аналог ChatGPT — нейросетевую модель GigaChat.

Задание 1. Сгенерировать текст и изображение по теме «Цифровая парта ученика школы будущего. Сенсорные устройства»

1.Открыть через любой браузер <https://developers.sber.ru/gigachat/login>

2. Войти в систему по Сбер ID
3. Принять пользовательское соглашение.
4. Если регистрация прошла успешно - появится окно (см рис.5.3.)

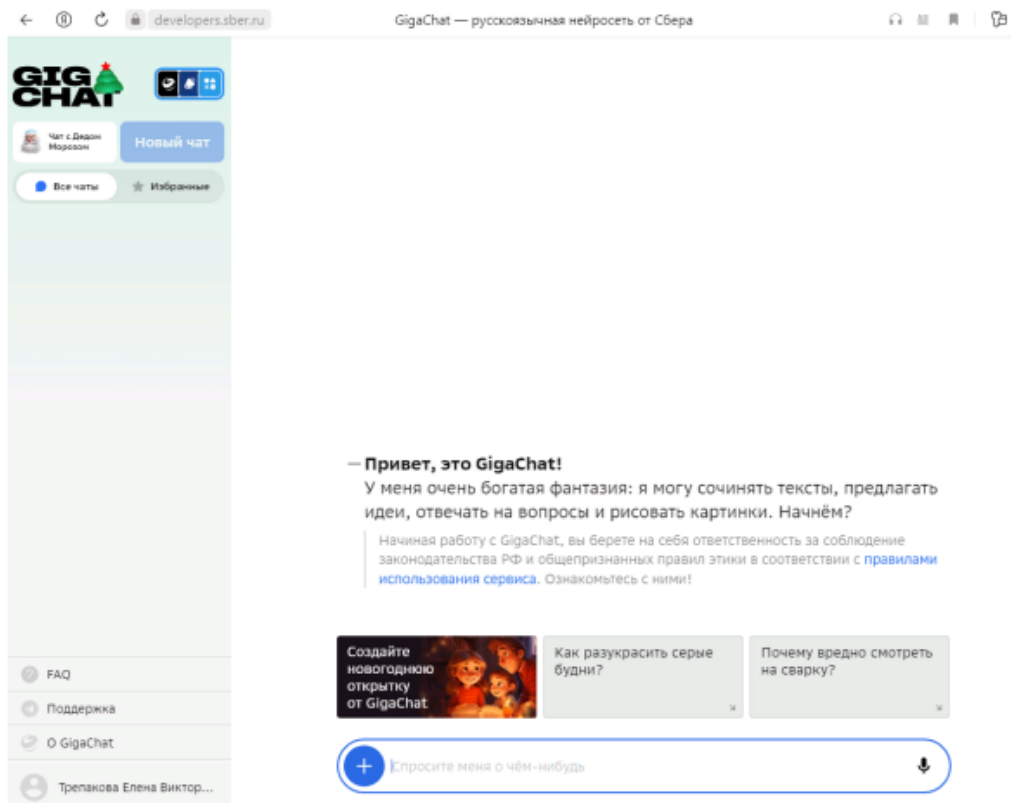


Рис. 5.3 Окно GigaChat

5. Написать промт – цифровая парта ученика школы будущего (см. рис 5.4.)

— цифровая парта ученика школы будущего. 22 декабря в 22:36

— Цифровая парта ученика школы будущего — это инновационное учебное устройство, которое позволяет ученикам получать знания и навыки в интерактивном формате. Она оснащена сенсорным экраном, компьютерной клавиатурой и мышью, а также различными образовательными приложениями и программами.

Цифровая парта помогает ученикам учиться более эффективно и интересно, используя современные технологии. Она может быть использована для изучения различных предметов, таких как математика, науки, языки и т.д. Ученики могут работать с различными интерактивными заданиями, играть в образовательные игры и получать обратную связь от учителей и родителей.

Рис. 5.4 Сгенерированный ответ нейросетью GigaChat

6. Изменить промт - конструкция сенсорного экрана на школьной парте.

7. Сгенерировать рисунок по теме цифровой парты ученика, придумать промт, наиболее точно описывающий эту конструкцию

8. Составить план урока по теме "Сенсорные устройства".

9. Составить структуру презентации по теме «Сенсорные устройства»

10. Изменить текст, созданный нейросетью самостоятельно, найти неточности.

Задание 2. Сгенерировать творческие задания

Ход работы

1. Придумать стихотворение о школе.

2. Написать эссе о возможностях цифрового кабинета.

3. Придумать идею оформления школьного кабинета

4. Сочинить сказку о школе будущего.

Все выполненные задания оформить в облачном сервисе, прислать ссылку на выполненное задание преподавателю.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие задачи может решать нейросеть GigaChat?

2. Когда была создана нейросеть GigaChat?

3. Можно ли сгенерировать изображение в GigaChat?

4. Можно ли пользоваться GigaChat в браузере или на смартфоне? Что для этого нужно сделать?

Тема 2. Применение нейросетей для создания и обработки аудио- и видеoinформации

Нейронная сеть для генерации видеороликов. Нейронная сеть для генерации аудио и видеофайлов. Нейронная сеть для генерации презентаций

Инструменты редактирования звука с помощью нейросетей обеспечивают высокое качество звучания, позволяя очищать, обрабатывать и улучшать аудиофайлы быстро и эффективно. С их помощью можно убирать шумы, создавать звуковые эффекты, создавать фоновую музыку, озвучивать персонажей и ролики, настраивать звук под конкретные потребности. Инструменты редактирования видео также позволяют повысить качество видеоролика. С их помощью можно создавать яркие видеоэффекты, улучшить качество видеороликов.

Звук — это волна, создается механическими колебаниями в воздухе, жидкостях или твёрдых телах. На компьютерах звук хранится в виде набора амплитуд, меняющихся тысячи раз в секунду. Но для нейросетей так звук не используется, а в основном используются мел-спектрограммы — это графическое представление спектра звука на основе мелового анализа. Преобразование Фурье — это техника, которая используется для определения частотного состава звука. В спектрограмме мела время располагается на горизонтальной оси, а частота — на вертикальной. Каждая точка на спектрограмме соответствует определённой частоте звука в определённый момент времени.

Существуют несколько архитектур нейронных сетей: сверточные нейронные сети (имеют специальные слои) и рекуррентные нейронные сети (учитывают последовательность кадров в видео и использовать информацию из предыдущих кадров для принятия решений).

Использование нейронных сетей в обработке видео имеет ряд преимуществ:

- способны автоматически извлекать и анализировать информацию из видео, что может значительно упростить процесс обработки,
- могут обрабатывать видео в режиме реального времени, что позволяет использовать их во многих приложениях, где требуется быстрая обработка видео.

Нейронная сеть для генерации видеофайлов - это сложная модель искусственного интеллекта, которая может создавать видео на основе заданных параметров и входных данных. Она использует алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения для анализа и синтеза видео. Обработка видео с использованием нейронных сетей требует больших вычислительных ресурсов, так как видеоролики имеют большой объем данных. Кроме этого нейронные сети могут быть чувствительны к качеству видео и шумам, что может привести к неправильным результатам обработки.

Для генерации видеофайлов нейронная сеть может использовать различные методы, включая генеративно-сопоставительные сети (GAN), рекуррентные нейронные сети (RNN) или сверточные нейронные сети (CNN). Эти модели могут обучаться на больших наборах данных, чтобы научиться создавать реалистичные и качественные видео.

Большинство инструментов с ИИ англоязычны, поэтому для быстрого перевода рекомендуется установить Яндекс-браузер с автоматическим переводом. Для работы с аудио и видео подходят следующие инструменты:

Gen-2 - изменить фон видеоролика, удалить лишние объекты
<https://research.runwayml.com/gen2>

SynthesiaCreate - превратить сценарий в видеокурс
<https://www.synthesia.io/homepage>

Cleanvoice AI для улучшения качества звукозаписи позволяет проанализировать звукозапись и удалить паузы, шум, слова-паразиты
<https://app.cleanvoice.ai/>

Descript создана для редактирования видеороликов. Пробная бесплатная версия предоставляет пользователям возможность обработки аудио длительностью до 10 минут, использование хромакея, 1 часа в месяц. Регистрироваться можно через gmail.com. Для работы требуется Windows 10 и новее. <https://www.descript.com/>

Pictory применяется для создания видеороликов на основе текстовых материалов и изображений. Есть бесплатный тариф, позволяет создать 3 видеоролика, выполнить 1 транскрипцию и использовать 1 таймплейт <https://pictory.ai/>

Topazlabs позволяет редактировать сцены в уже снятом видеоролике, например, убрать черные полосы или мерцание света, увеличить

разрешение видео до 8K. Данный инструмент требует регистрации через электронную почту <https://www.topazlabs.com/>

Visper сервис, представленный командой Сбербанк, для создания эффектных видео с цифровыми персонажами <https://visper.tech>

Animaker- онлайн-платформа, которая предлагает широкий выбор шаблонов и инструментов для создания анимации, презентаций, рекламных видео и других видеоматериалов.

Сервис предоставляет возможность создания видео с помощью готовых элементов и персонажей, а также позволяет загружать собственные изображения и аудиофайлы <https://www.animaker.ru/>

Canva - сервис для дизайна, который также предлагает возможность создания видео. С помощью Canva вы можете создавать короткие видеоролики, анимированные презентации, логотипы и другие видеоматериалы, используя готовые шаблоны и инструменты.

Powtoon: Это облачная платформа для создания анимированных видео и презентаций.

Powtoon предлагает широкий выбор персонажей, фонов, объектов и других элементов, которые можно использовать для создания видео. Сервис также предоставляет возможность добавления текста, озвучивания и редактирования видео.

AdobePremiereRush - инструмент для редактирования видео, которое позволяет создавать и редактировать видеофайлы на компьютере или мобильном устройстве. AdobePremiereRush предлагает широкий выбор инструментов для монтажа, цветокоррекции, добавления эффектов и других функций.

Cinema 4D – инструмент для создания трехмерной графики и анимации. Cinema 4D позволяет создавать сложные анимации, визуальные эффекты и другие видеоматериалы. Сервис широко используется в киноиндустрии и других областях, где требуется высококачественная анимация.

Практическая работа № 2. Нейронная сеть для генерации видеороликов

Цель: научиться создавать видеоролики с помощью нейронной сети

Lumen5 появилась в марте 2023 года, отредактирована к ноябрю 2023 года.

Предназначена для создания видео из текста. Искусственный интеллект подбирает изображения и видеоряд по тексту и генерирует видеоролик. Можно выбрать способ создания ролика: на основе текста, с помощью веб-камеры или «с нуля».

Задание 1. Сгенерировать видео с помощью lumen5

Ход работы:

1. Зарегистрироваться на <https://lumen5.com/>, для этого ввести почту и пароль
2. Выбрать Newvideo.

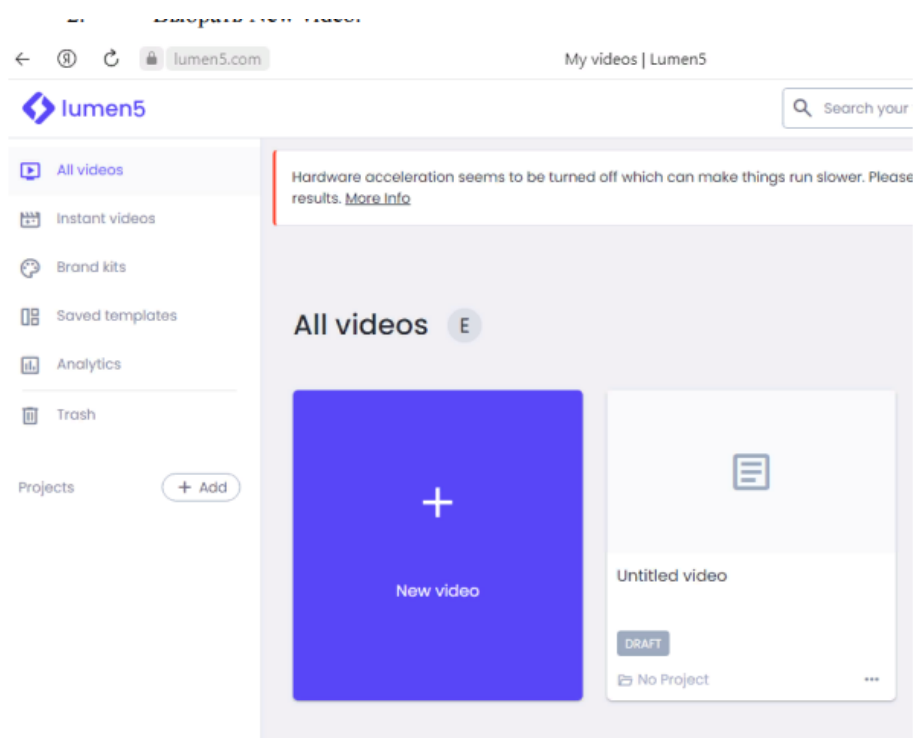
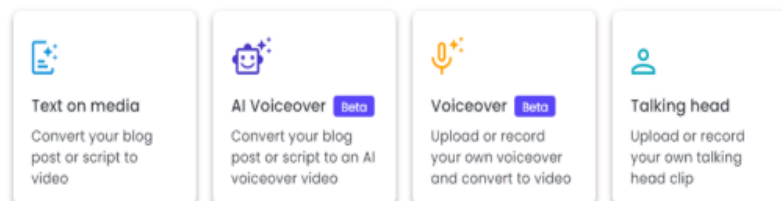


Рис. 5.5. Вход в lumen5

3. Выбрать шаблон. Выбрать способ создания ролика. Выбрать видео на основе текста или медиа Textonmedia (см. рис. 5.6.)

Choose how to get started



+ Or start from scratch

Рис. 5.6. Выбор способа создания ролика

3. Ввести в поисковую строку ссылку по теме «Компьютерная арифметика» и нажать Import (см. рис. 5.7).

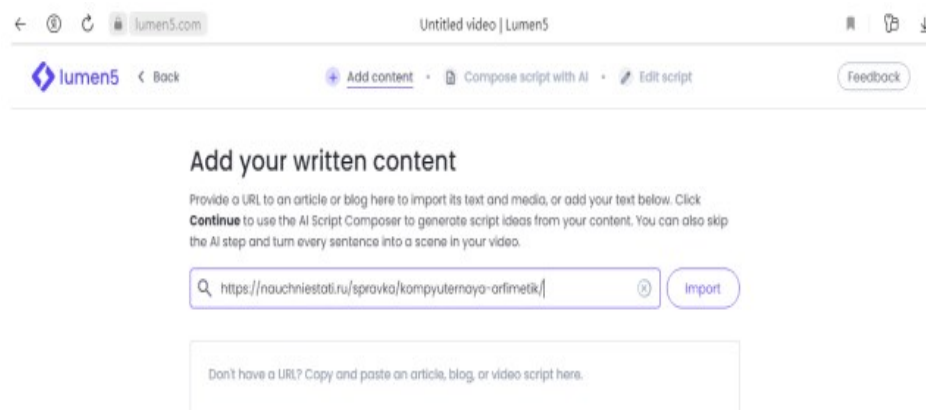


Рис. 5.7. Создание видео на основе текста и медиа, Continue, Converttovideo

В итоге появятся слайды (рис. 5.8)

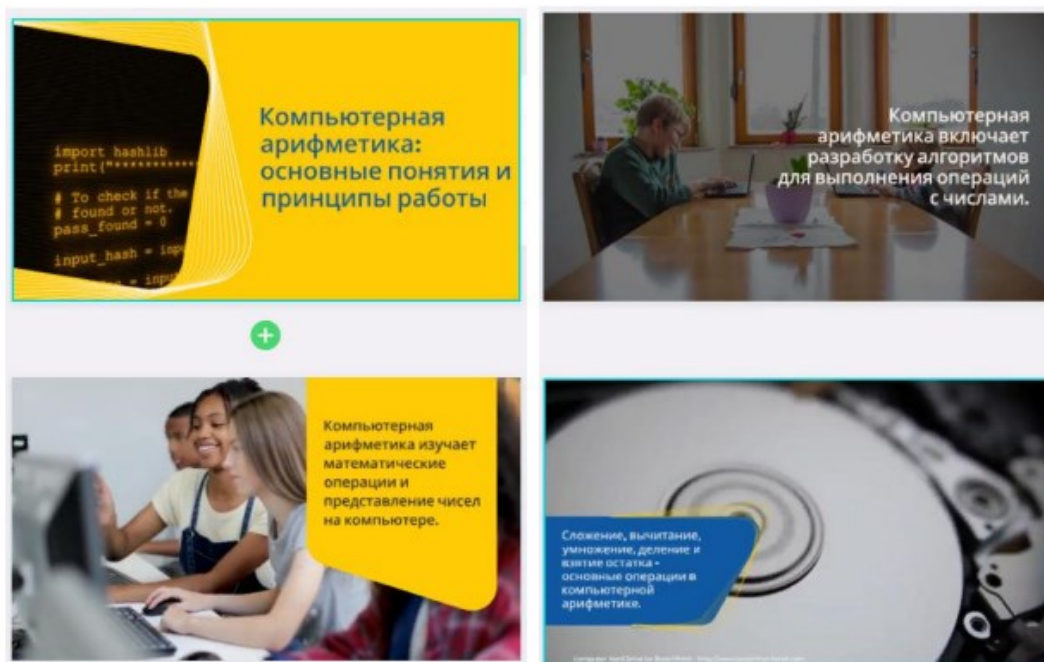


Рис. 5.8. Создание слайдов в lumen5

6. Выбрать Uploads, Uploadsmedia, скаченное или созданное заранее изображение по теме «Компьютерная арифметика». Изменить на 2 слайде фон на сохраненное ранее изображение.

7. Нажать Publisher. Файл будет автоматически сохранен.

Практическая работа № 3. Нейронная сеть для генерации аудио- и видеофайлов

Цель: научиться генерировать аудио и видеофайлы по текстовому описанию или аудиозаписи с помощью нейросети

Краткие теоретические сведения

Murf (мёрф) - поддерживает использование реалистичных голосов искусственного интеллекта для генерации речи, которую можно использовать в подкастах, видео и презентациях.

Голосовые тоны, которые можно выбрать в мёрф:

- ☐ promo,
- ☐ диалоговый,
- ☐ выпуск новостей,
- ☐ печальный,
- ☐ гневный.

Boomy - генератор музыки создает трек, музыкальный эффект. Можно использовать для пополнения копилки своих звуков, которые затем можно демонстрировать в роликах, видеозаписей уроков и других мероприятий.

Adobe Подкаст – нейросеть, позволяющая улучшить звучание голоса без профессионального оборудования. Имеет бесплатный 30 дневный период. Записывает в 16-битном формате 48k WAV.

Cleanvoice AI (с пробным периодом) — нейросеть для удаления шума, долгих пауз и слов-паразитов из аудио. Сервис анализирует записи, избавляет от раздражающих звуков (щелчки, хруст, причмокивания губами), сохранит естественность подачи контента.

Задание 1. Сгенерировать музыку с помощью нейросети boomy.com

Ход работы

1. Создать аудиофайл в boomy.com. Для этого нужно зарегистрироваться (например, через аккаунт gmail.com). Выбрать пользовательский стиль (см. рис.5.9.)
2. Выбрать эффекты: стиль, инструменты, барабаны, эффекты, звуки.
3. Далее нажать на кнопку «Создать песню»

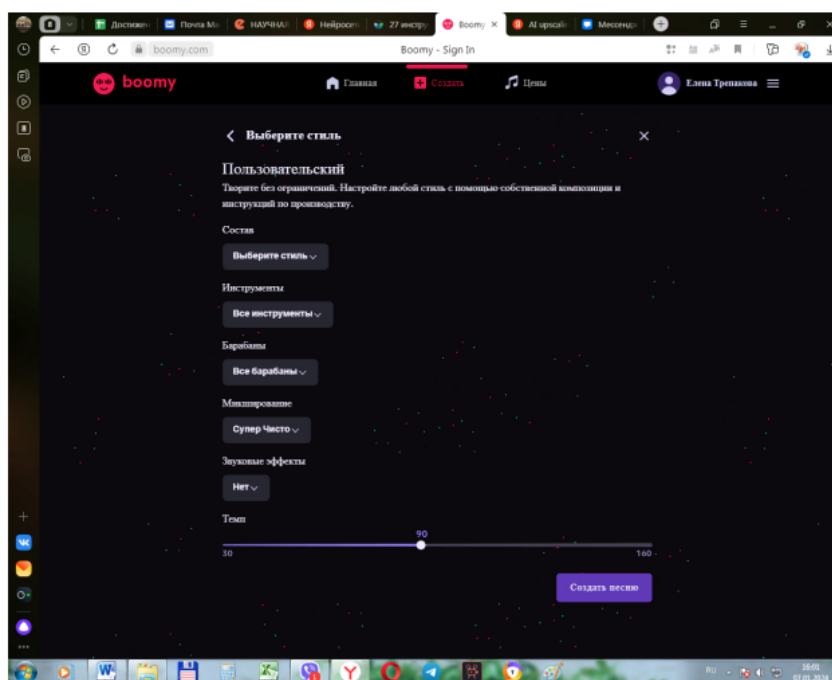


Рис. 5.9. Создание аудиофайла в boomy

Задание 2. Сгенерировать видеофайл в мёрф.

Ход работы

1. Войти в <https://murf.ai> через аккаунт gmail.com.
2. Создать новый проект CreateProject (см. рис 6.10.).
3. Написать название проекта вместо My Awesome Project, например, «Neural networks for audio and video»

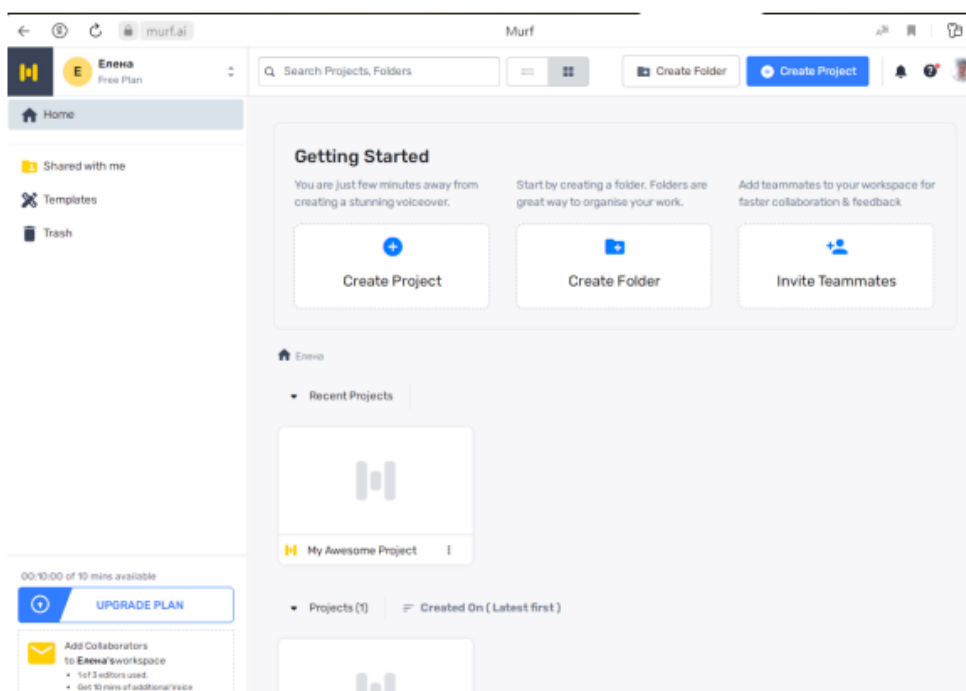


Рис. 5.10. Создание видеофайла в murf

4. Выбрать тип проекта. Для этого начнем с чистого листа StartBlank. В верхнем левом углу Explore AI voices (изучить все голоса). Выбрать русский язык. Выбрать рассказчика: мужчину (Male), женщину (Female) (рис. 5.11).

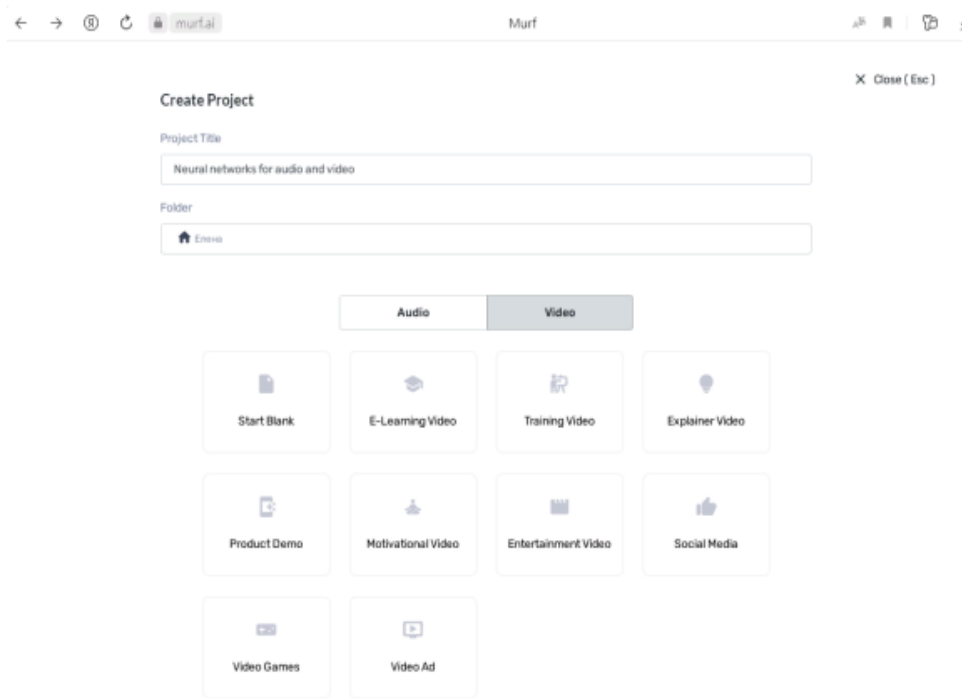


Рис. 5.11. Выбор типа проекта

5. В верхнем поле Enter your text here ввести текст для озвучивания и нажать на кнопку Paste Script (см. рис. 5.13.) Через некоторое время появится аудиозапись. Голос звучит не так естественно, как человеческая речь, но понятно. Сохранить, нажав на кнопку, Export.

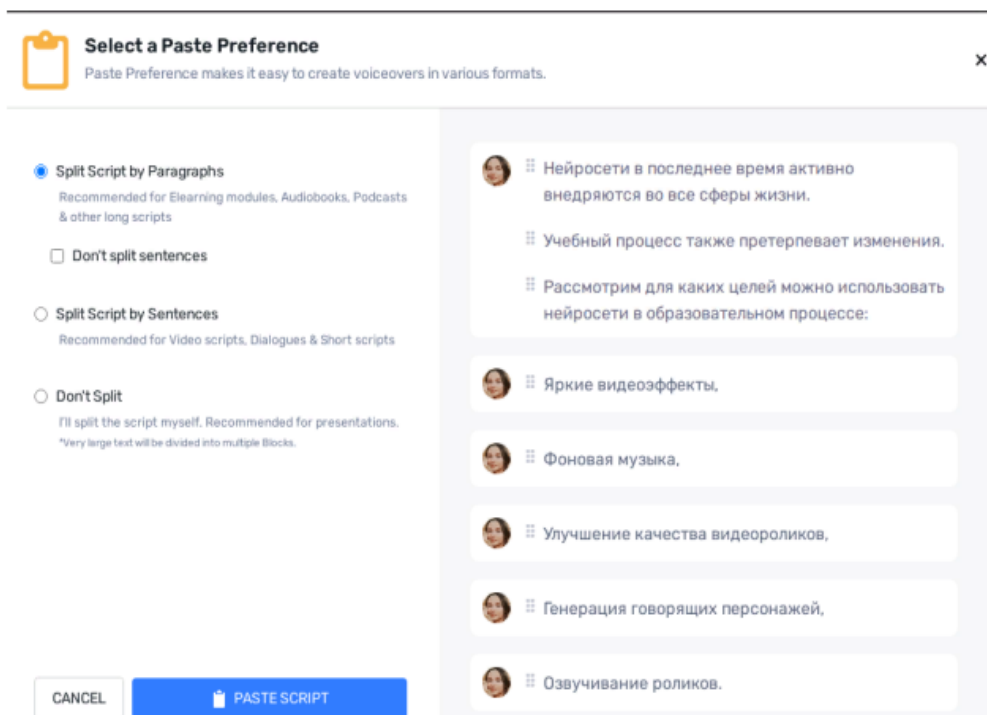


Рис. 5.12. Создание аудиофайла

Практическая работа № 4. Нейронная сеть для генерации презентаций

Цель: научиться создавать презентацию с использованием возможностей нейросети

Краткие теоретические сведения

В последнее время появилось большое количество инструментов с ИИ, позволяющих создавать презентации: MagicSlides, SlidesAI, Gamma, PresentationsAI, Tome, Prezo.

Рассмотрим более подробно некоторые из них.

Гамма – нейросеть для создания презентаций. В бесплатной версии 400 кредитов, которые тратятся на разные операции. Для создания одной презентации требуется 20 кредитов. Если кредиты закончились, то требуется оформить подписку.

SlidesAI– расширение для гугл-презентации с ИИ. Позволяет осуществлять поиск текстовой и графической информации и создания презентаций с ИИ.

Задание 1. Создать презентацию в гамма по теме «Компьютерная арифметика»

Ход работы

1. Открыть gamma.app
2. Пройти регистрацию, рисунок 5.13

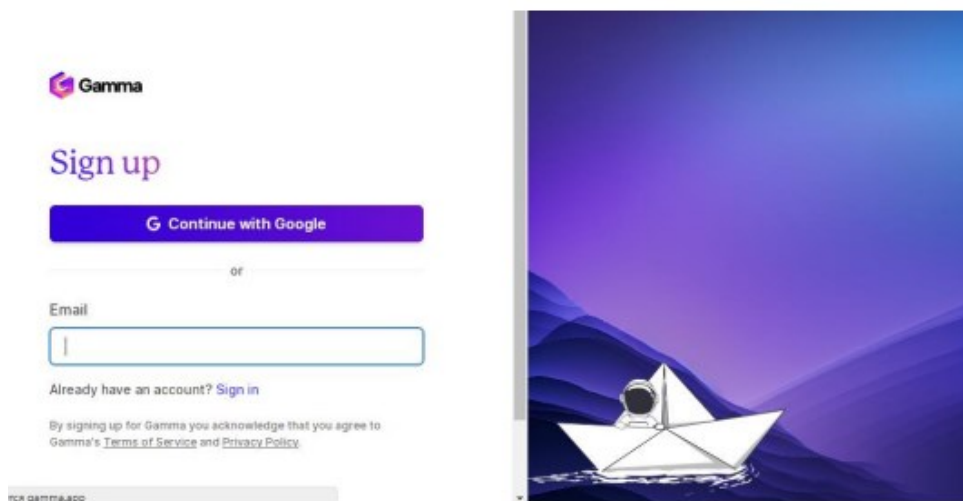


Рис 5.13. Регистрация в гамме

Проверить почтовый ящик, в присланном письме перейти по ссылке на gamma. При переходе по этой ссылке откроется форма для

регистрации, в которой нужно заполнить все поля, язык указать русский, что представлено на рисунке 5.14

Рис 5.14. Заполнение данных при регистрации в Гамме

4. Заполнить «Расскажи о себе».
5. После заполнения всех форм перейти на страницу (см. рис 5.15.)

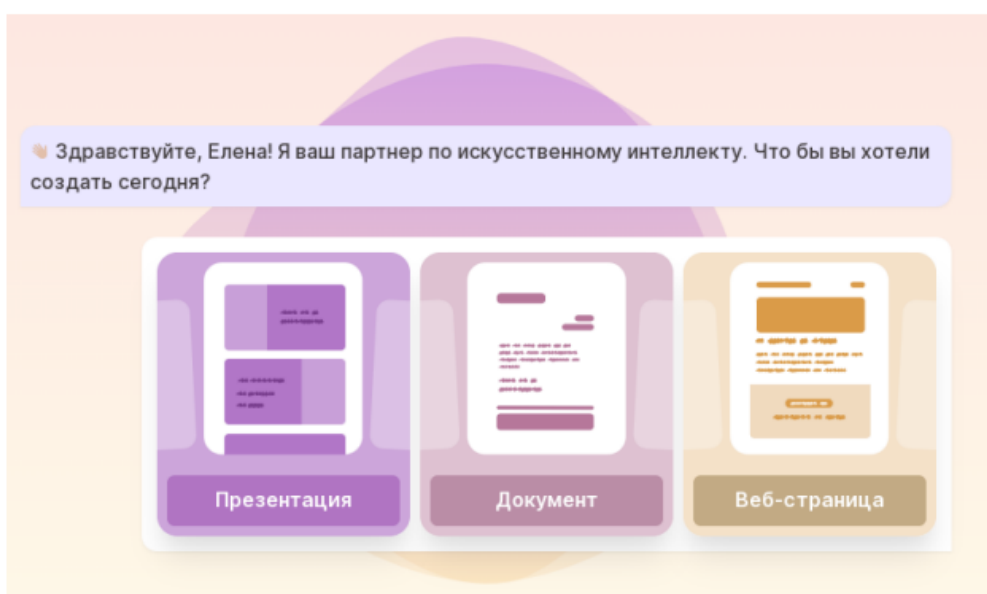


Рис. 5.15. Выбор продукта

6. Создать презентацию по любой теме из области школьной информатики, например, тема для 10 класса «Компьютерная арифметика» (см. рис. 5.16.)

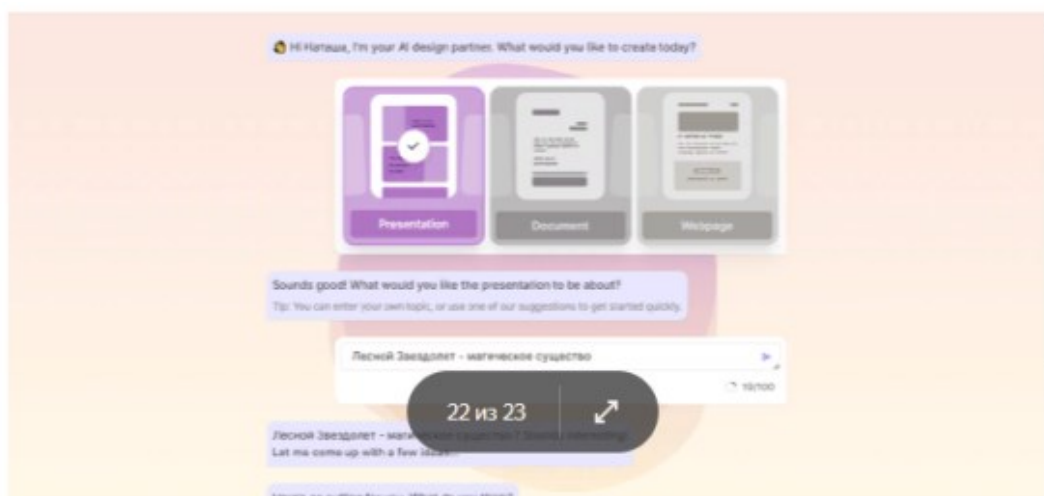


Рис. 5.16. Выбор презентации

7. Генератор по введенной теме предложит план, представленный на рисунке 5.17

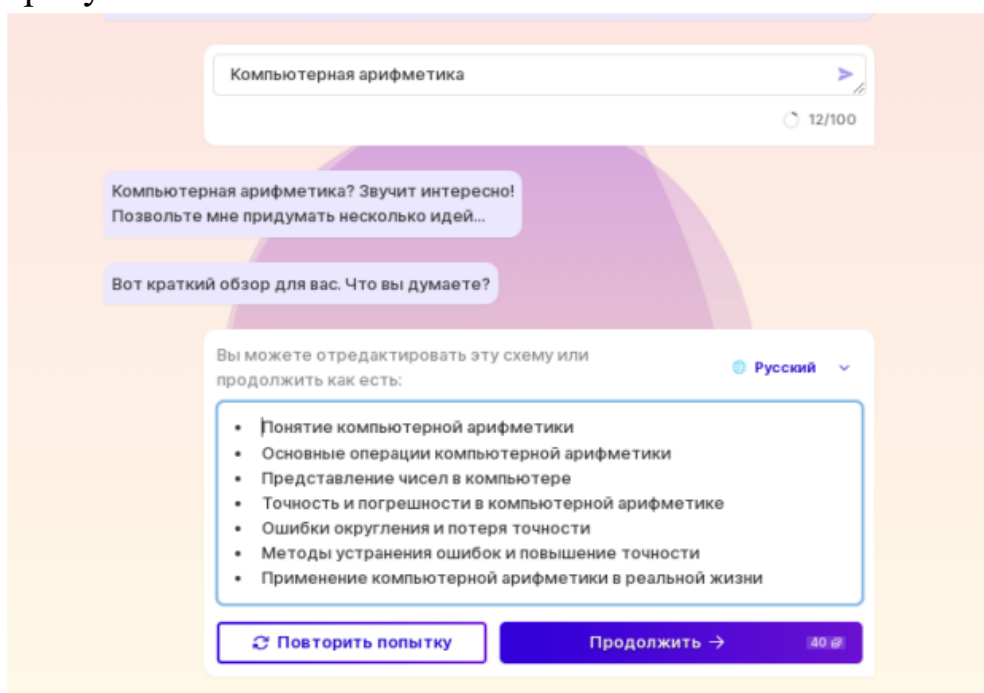


Рис. 5.17. План по теме «Компьютерная арифметика»

8. Сервис предложит тему, но можно ее изменить. После каждого шага нажимать на кнопку «Продолжить».

9. После создания презентации нужно ее скачать. Для этого перейти по кнопке Поделиться. Выбрать - Экспорт в PowerPoint (см. рис 6.18)

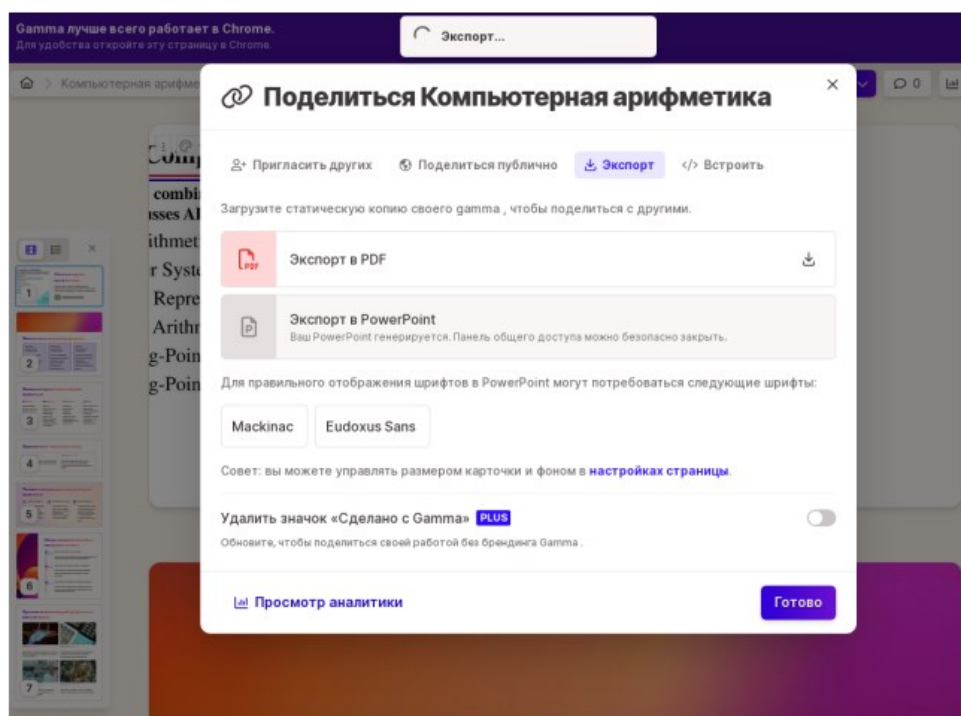


Рис. 5.18. Экспорт презентации

10. Скаченную презентацию, можно посмотреть на рисунке 5.19 необходимо редактировать.

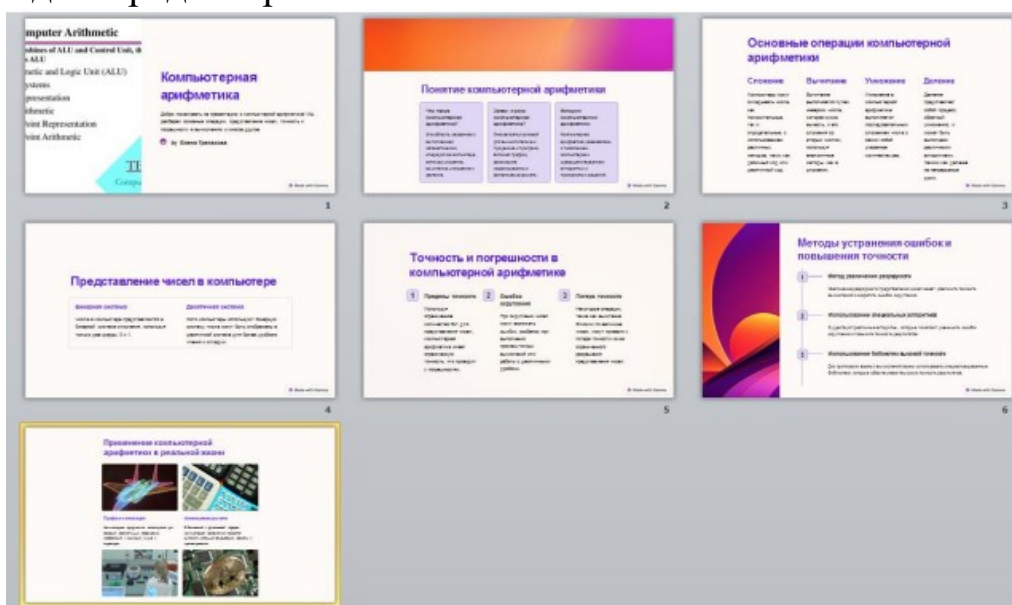


Рис.5.19. Просмотр слайдов

11. Все слайды можно оставить без изменений, за исключением первого (см. рис 5.20.).

12. На первом слайде необходимо изменить изображение, написать правильно данные: ФИО, при необходимости должность, можно исправить как на рисунке 5.20

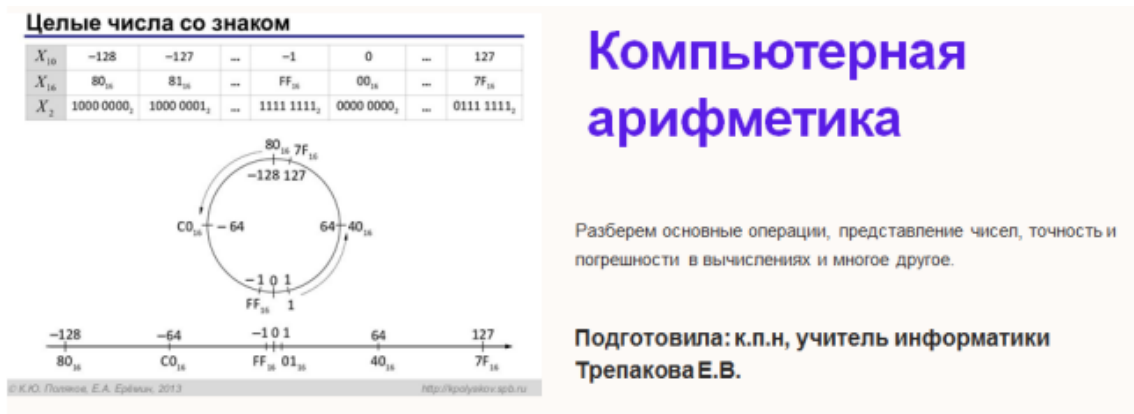


Рис. 5.20. Редактирование слайда

13. Сохранить презентацию на яндекс или гугл диске.

Вопросы для самоконтроля

1. С помощью каких инструментов можно сгенерировать видеоролики?
2. В чем особенность инструмента lumen5?
3. Как изменить фон на слайде?
4. Как облегчить создание учебной презентации?
5. Какие инструменты в этом могут помочь?
6. В чем особенность инструмента Гамма?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Модуль 1. Информация и информационная деятельность человека

1. Что изучает информатика?
А) конструкцию компьютера;
Б) способы представления, накопления, обработки информации с помощью технических средств;
В) компьютерные программы;
Г) общешкольные дисциплины.
2. На каком свойстве информации отразится ее преднамеренное искажение?
А) понятность;
Б) актуальность;
В) достоверность;
Г) полнота.
3. Выберите события, которые можно отнести к информационным процессам:
А) упражнение на спортивном снаряде;
Б) переключки присутствующих на уроке;
В) водопад;
Г) катание на карусели.
4. Что из ниже перечисленного имеет свойство передавать информацию?
А) камень;
Б) вода;
В) папирус;
Г) световой луч.
5. Что из нижеперечисленного вовлечено в информационный процесс?
А) песок;
Б) дом;
В) камень;
Г) человек.

6. Каким свойством обладают объекты: колокол, речь, костер, радио, электронная почта?
- А) хранят информацию;
 - Б) обрабатывают информацию;
 - В) передают информацию;
 - Г) создают информацию.
7. Что такое информационный взрыв?
- А) ежедневные новости из горячих точек;
 - Б) возросшее количество газет и журналов;
 - В) бурный рост потоков и объемов информации;
 - Г) общение через Интернет.
8. Какой объект не может служить носителем информации при ее хранении?
- А) ткань;
 - Б) бумага;
 - В) магнитные материалы;
 - Г) луч света.
9. Человек принимает информацию:
- А) магнитным полем;
 - Б) органами чувств;
 - В) внутренними органами;
 - Г) инструментальными средствами.
10. Информационная культура общества предполагает:
- А) знание современных программ,
 - Б) знание иностранных языков и их применение;
 - В) умение работать с информацией при помощи технических средств;
 - Г) умение запомнить большой объем информации.
11. Данные – это:
- А) отдельные факты, характеризующие объекты, процессы, явления;
 - Б) выявление закономерности в определенной предметной области;
 - В) совокупность сведений, необходимых для организации деятельности предприятия;
 - Г) зарегистрированные сигналы.

12. Что является графической формой представления математической информации?

- А) математическое уравнение;
- Б) график функции;
- В) таблица значений функции;
- Г) математическое выражение.

13. При возникновении пожара в компьютерном классе, какое действие недопустимо?

- А) отключение электропитания
- Б) эвакуация из помещения людей
- В) тушение огня водой при включенном электропитании
- Г) оповещение всех находящихся в здании о возникновении пожара

14. Во избежание перегрева компьютерного оборудования запрещается...

- А) перекрывать вентиляционные отверстия
- Б) держать монитор подальше от источников тепла
- В) выключать компьютер во время длительных перерывов
- Г) работать на компьютере более двух часов

15. Что такое компьютерные преступления. Какие виды компьютерных преступлений вы знаете?

1. Что является объектом изучения информатики?

- А) компьютер;
- Б) информационные процессы;
- В) компьютерные программы;
- Г) общешкольные дисциплины.

16. Каким должен быть любой сигнал, несущий информацию?

- А) меняющимся;
- Б) непрерывным;
- В) световым;
- Г) электрическим.

17. Как человек передает информацию?

- А) магнитным полем;

- Б) речью, жестами;
- В) световыми сигналами;
- Г) рентгеновским излучением.

18. Какой из перечисленных процессов нельзя назвать информационным процессом?

- А) взвешивание информации;
- Б) кодирование информации;
- В) хранение информации;
- Г) обработка информации.

19. Что из ниже перечисленного не имеет свойства сохранять информацию?

- А) бумага;
- Б) электрический ток;
- В) магнитная дискета;
- Г) папирус.

20. Слово «информация» в переводе с латинского означает:

- А) информативность;
- Б) сведения;
- В) последние новости;
- Г) уменьшение неопределенности.

21. Информатизация общества – это:

- А) процесс повсеместного распространения ПК;
- Б) социально-экономический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей граждан;
- В) процесс внедрения новых информационных технологий;
- Г) процесс формирования информационной культуры человека.

22. Что такое наука?

- А) приобретение знаний в школе;
- Б) использование знаний по работе с компьютером на практике;
- В) приобретение знаний об окружающем мире, ранее не известных человеку;

Г) приобретение знаний о способах представления, обработки, накопления информации с помощью ЭВМ.

23. Как называется информация, отражающая истинное положение дел?

- А) полная;
- Б) актуальная;
- В) доступная;
- Г) достоверная

24. На рынке информационных услуг подлежат обмену и продаже:

- А) лицензии, информационные технологии;
- Б) оборудование, помещения;
- В) бланки первичных документов, вычислительная техника;
- Г) книги, журналы, литература.

24. Какое понятие объединяет камень, папирус, бересту, книгу и дискету?

- А) природное происхождение;
- Б) историческая ценность;
- В) хранение информации;
- Г) вес.

25. Во избежание поражения электрическим током запрещается...

- А) работать на компьютере в темное время суток;
- Б) включать и выключать компьютер;
- В) прикасаться к компьютеру руками;
- Г) прикасаться к компьютеру влажными руками.

26. Что разрешено в компьютерном классе?

- А) прикасаться к клавиатуре;
- Б) прикасаться к задним стенкам работающих устройств;
- В) прикасаться к включенному монитору;
- Г) включать и выключать питание.

27. При появлении необычных признаков работы компьютера нужно ...

- А) срочно покинуть помещение
- Б) сообщить о случившемся преподавателю
- В) обесточить компьютерный класс
- Г) вытащить вилку компьютера из розетки

Ключ

№№	Вариант ответа	№№	Вариант ответа
1.	Б)	15.	Б)
2.	В)	16.	А)
3.	Б)	17.	Б)
4.	Г)	18.	А)
5.	Г)	19.	Б)
6.	В)	20.	Б)
7.	В)	21.	Б)
8.	Г)	22.	В)
9.	Б)	23.	Г)
10.	В)	24.	А)
11.	Г)	25.	В)
12.	Б)	26.	Г)
13.	В)	27.	А)
14.	А)		

Модуль 2. Информационное моделирование

1. Верно ли, что моделирование - всегда целенаправленная деятельность? а) Нет б) Да
2. Вставьте в предложение наиболее точный термин из предложенного ниже списка.
3. Если материальная модель объекта - это его физическое подобие, то информационная модель объекта - это его.... а) описание б) точное воспроизведение в) схематическое представление г) преобразование
4. Вставьте пропущенные слова, выбрав их из предложенного ниже списка.
Компьютерная модель - это ... модель, выполненная с помощью компьютерных
а) информационная б) схематичная в) электронная г) устройств д) технологий е) сетей
5. Какие из утверждений верны?
а) Объект, который используется в качестве «заместителя», представителя другого объекта с определённой целью, называется моделью.
б) Модель обладает всеми признаками объекта-оригинала.
в) Модель имеет существенные признаки объекта-оригинала.
г) Модель содержит меньше информации, чем объект оригинал.
д) Модель содержит столько же информации, что и объект-оригинал.
е) Можно создавать и использовать разные модели объекта.
ж) Можно создавать и использовать единственную модель объекта.
з) Можно создавать и использовать только натурные модели объекта.
6. Могут ли у разных объектов быть одинаковыми модели?
а) Нет. б) Да. в) Да, но только для конструктивных (искусственных, созданных людьми) объектов.

7. Какие из приведённых ниже моделей являются динамическими?

- а) Карта местности.
- б) Дружеский шарж.
- в) Программа, имитирующая движение стрелок циферблата на экране дисплея.
- г) План сочинения
- д) График изменения температуры воздуха в течение дня.

8. Построение любой модели начинается ...

- а) с выделения свойств и признаков объекта - оригинала;
- б) с определения цели моделирования; в) с выбора вида будущей модели.

9. Укажите ложное (ые) утверждение(я):

- а) статическая модель системы описывает ее состояние, а динамическая - поведение.
- б) динамическая модель системы описывает ее состояние, а статическая - поведение
- в) динамическая модель системы всегда представляется в виде формул или графиков.
- г) статическая модель системы всегда представляется в виде формул или графиков.

10. Какое из утверждений верно?

- а) Информационные модели одного и того же объекта, предназначенные для разных целей, могут быть совершенно разными.
- б) Информационные модели одного и того же объекта, пусть даже предназначенные для разных целей, должны быть во многом сходны.

11. Укажите пары объектов, о которых можно сказать, что они находятся в отношении «объект – модель»:

- а) компьютер – процессор;
- б) город – путеводитель по городу; в) слякоть – насморк;
- г) автомобиль – техническое описание автомобиля;
- д) самолёт – радиоуправляемая модель самолёта.

12. Какие из приведённых ниже определений понятия «модель» верные?

- а) модель - это некоторое вспомогательное средство, объект, который в определённой ситуации заменяет другой объект.
- б) Модель - это новый объект, который отражает некоторые стороны изучаемого объекта или явления, существенные с точки зрения цели моделирования.
- в) Модель - это физический или информационный аналог объекта, функционирование которого - по определённым параметрам - подобно функционированию реального объекта.
- г) Модель некоторого объекта - это другой объект (реальный, знаковый или воображаемый), отличный от исходного, который обладает существенными для целей моделирования свойствами и в рамках этих целей полностью заменяет исходный объект.

13. Математическая модель объекта — это:

- а) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;
- б) описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;
- в) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;
- г) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение;
- д) последовательность электрических сигналов.

13.К информационным моделям, описывающим организацию учебного процесса в школе, можно отнести:

- а) классный журнал;
- б) расписание уроков;
- в) перечень школьных учебников;
- г) перечень наглядных учебных пособий.

Ключ

№ вопроса	Ответ
1	б
2	а
3	а, д
4	а, в, г, е
5	б
6	в, д
7	б
8	б, г
9	а
10	б, г, д
11	б, в, г
12	г
13	а, б

Модуль 3. Системы и технологии искусственного интеллекта.

Понятие и классификация

1. Искусственный интеллект это -

- a) направление, которое позволяет решать сложные математические задачи на языках программирования;
- b) направление, которое позволяет решать интеллектуальные задачи на подмножестве естественного языка; *
- c) направление, которое позволяет решать статистические задачи на языках программирования;
- d) направление, которое позволяет решать сложные математические задачи на языках представления знаний;

2 Кто создал основополагающие работы в области искусственного интеллекта - кибернетике?

- a) Раймонд Луллий
- b) Норберт Винер *
- c) Лейбниц
- d) Декарт

3 Какие системы искусственного интеллекта (СИИ) входят в состав систем, основанных на языках?

- a) экспертные системы
- b) нейросистемы *
- c) интеллектуальные ППП
- d) системы общения
- e) игровые системы
- f) системы распознавания

4 Какие системы искусственного интеллекта (СИИ) входят в состав систем эвристического поиска?

- a) нейросистемы
- b) игровые системы *
- c) системы распознавания *
- d) экспертные системы

5 Какими характерными особенностями обладают системы искусственного интеллекта?

- a) обработка данных в символьной форме *
- b) обработка данных в числовом формате
- c) присутствие четкого алгоритма
- d) необходимость выбора между многими вариантами *

6 Научное направление, связанное с попытками формализовать мышление человека называется ...

- a) представлением знаний
- b) нейронной сетью
- c) экспертной системой
- d) искусственным интеллектом *

7 Как называется область информационной технологии, изучающая методы превращения знаний в объект обработки на компьютере?

- a) теория автоматизированных систем управления
- b) теория систем управления базами данных
- c) инженерия знаний *

8 Как называются программы для ЭВМ, обладающие компетентностью, символьными рассуждениями, глубиной и самосознанием ...

- a) решатели задач
- b) системы управления базами данных
- c) экспертные системы *

9 Как называется искусственная система, имитирующая решение человеком сложных задач в процессе его жизнедеятельности ...

- a) механизмом логического вывода *
- b) системой управления базами данных
- c) искусственным интеллектом

10 Укажите основные концепции развития СИИ?

- a) Интеллект - умение решать сложные задачи
- b) Интеллект - способность систем к обучению *
- c) Интеллект - возможность взаимодействия с внешним миром

d) Интеллект - умение решать сложные задачи и интеллект – способность систем к обучению

11 Состав базы знаний?

- a) Объекты и правила
- b) Правила и атрибуты
- c) Факты и правила
- d) Объекты, правила и атрибуты *

12 Какие операции можно проводить с нечеткими знаниями?

- a) Операции умножения, сложения, вычитания и деления
- b) Эвристические с использованием логических операций ИЛИ, И, НЕ и др. *
- c) Все логические операции ИЛИ, И, НЕ и др.
- d) Рекурсивные и рекуррентные соотношения

13 Укажите основные направления исследований СИИ?

- a) Медицина и информатика
- b) Медицина, биология и информатика *
- c) Кибернетика
- d) Биология и информатика

14 Безымянная функция для связывания формальных и фактических параметров на время вычислений - это?

- a) Выражение Черча
- b) S - выражение
- c) Гамма выражение
- d) Лямбда выражение *

15. Сколько и какие точки зрения существуют на развитие СИИ?

- a) Одна. Строгое задание результатов функционирования
- b) Одна. Моделирование внутренней структуры системы
- c) Одна. Совпадение поведения СИИ с реально существующими
- d) Две. Строгое задание результатов функционирования и моделирование внутренней структуры системы *

16 Укажите основные элементы нейропроцессора?

- а) Рабочая матрица, теневая маска и векторное АЛУ с буферами
- б) Рабочая матрица, теневая маска, векторное АЛУ со стандартным набором арифметических и логических операций над парами 64-разрядных слов с буфером весовых коэффициентов (WFIFO) и буфером накопления результатов (AFIFO) *
- с) Рабочая матрица в виде операционного узла и векторное АЛУ
- д) Рабочая матрица в виде операционного узла и теневая маска

Ключ

№ вопроса	Правильный ответ
1.	b
2.	b
3.	b
4.	b, c
5.	a
6.	d
7.	c
8.	c
9.	a
10.	b
11.	d
12.	b
13.	b
14.	d
15.	d
16.	b

Модуль 4. Нейросетевые технологии

1. Нейросетью называют:

- а) модель машинного обучения, которая имитирует структуру и функционирование нервных систем в живых организмах
- б) систему, состоящую из компьютеров и других устройств, соединённых между собой для обмена данными и ресурсами.
- в) науку о методах и процессах сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и оценки информации с применением компьютерных технологий.

2. Из каких слоев состоят нейроны?

- а) входных слоёв
- б) выходных слоёв
- в) скрытых слоёв
- г) внутренних слоёв
- д) средних слоёв

3. С помощью чего обучаются нейросети?

- а) с помощью алгоритмов обучения машин, адаптируя веса внутри сети, чтобы она могла выполнять определенную задачу
- б) с помощью искусственного интеллекта
- в) с помощью процесса создания виртуальной версии физических ресурсов (компьютеров, серверов, сетей, хранилищ данных и операционных систем)

4. В каких сферах используются (применяются) нейросети?

- а) анализе изображений
- б) распознавании речи
- в) переводе языков
- г) в играх
- д) программировании приложений

5. Что является одной из ключевых вещей в работе с нейросетями?

- а) правильный выбор архитектуры сети и параметров обучения
- б) правильный выбор процессора и частоты обработки данных

в) правильно выбранный искусственный интеллект

6. Какие виды нейронных сетей используются для анализа изображений?

а) свёрточные

б) рекуррентные

в) графовые

г) аналитические

7. Какие нейронные сети позволяют анализировать последовательные данные, такие как тексты или временные ряды?

а) сверточные

б) рекуррентные

в) графовые

8. Как называются нейронные сети, в которых имеются ещё несколько скрытых промежуточных слоёв? Впишите на русском языке во множественном числе

9. Какие нейронные сети предназначены для анализа графических данных? Впишите

10. Простые линейные модели, которые использовались в первые годы развития нейронных сетей, укажите их название. Впишите название на русском языке с маленькой буквы во множественном числе.

Ключ

№ вопроса	Правильный ответ
1.	а
2.	а,б,в
3.	а
4.	а,б,в,г,д
5.	а
6.	а,б
7.	а,б
8.	Многослойные нейронные сети
9.	свёрточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, генеративно-состязательные сети, графовые нейронные сети
10.	Персептроны(перцептроны)

Модуль 5. Нейросети для создания и обработки цифровых материалов

1. Какие условия соответствуют второй теореме Розенблатта?
 - a. Персептроны - однослойные, объекты классификации обладают свойством нелинейной разделимости
 - b. Должно иметься некоторое поле сенсоров (матрица) и некая классификация
 - c. Персептроны - элементарные, объекты классификации обладают свойством линейной разделимости
 - d. Персептроны - произвольные, объекты классификации обладают свойством разделимости
 - e. Решение задачи классификации должно достигаться в течение конечного промежутка времени
 - f. Персептроны - многослойные, объекты классификации обладают свойством линейной разделимости

2. Какие типы элементов входят в состав персептрона (по Розенблатту)?
 - a. Входы, ассоциативные элементы и выходы
 - b. Сенсоры, ассоциативные и реагирующие элементы
 - c. Входные элементы, или сенсоры; весовые элементы, или синапсы; ассоциативный элемент, или сумматор
 - d. Датчики, элемент сравнения, выходы, элементы обратной связи
 - e. Входы, синапсы, сумматор, функция активации и выходы

3. Каковы недостатки нейронных сетей?
 - a. Неспособность решать вычислительные задачи
 - b. Невозможность адаптации к изменениям
 - c. Чувствительность к шумам во входных данных
 - d. Низкое быстродействие
 - e. Неспособность нормально функционировать даже при малейших повреждениях

4.Какую из перечисленных задач следует решать с помощью нейронных сетей?

- a. Расчет прочности конструкции
- b. Коррекция пластики фигуры
- c. Приближенное решение дифференциальных уравнений
- d. Распознавание голоса
- e. Построение графика нелинейной функции

5.Обучение без учителя - это...

- a. вид обучения сети, при котором сеть классифицирует входные сигналы; правильные (эталонные) выходные сигналы при этом не демонстрируются
- b. вид обучения сети, при котором ее веса меняются так, чтобы ответы сети минимально отличались от уже готовых правильных ответов
- c. вид обучения сети, при котором функции активации каждого нейрона меняются так, чтобы ответы сети минимально отличались от уже готовых правильных ответов
- d. вид обучения сети, при котором обучающая выборка состоит из набора входных сигналов и сеть начинает выделять классы подаваемых на вход сигналов в соответствии с эталонами выходов

6.К решению каких типов задач привлекаются нейронные сети?

- a. Алгоритмы решения частично известны
- b. Алгоритмы решения не известны
- c. Алгоритмы решения полностью известны

7.Какие составляющие входят в биологический нейрон?

- a. 1) Ядро; 2) Митохондрии; 3) Дендриты; 4) Синапсы; 5) Аксон
- b. 1) Синаптические веса; 2) Функция преобразования; 3) Скрытые слои; 4) Аксон
- c. 1) Входы; 2) Синапсы; 3) Сумматор; 4) Функция активации; 5) Выходы
- d. 1) Синапсы; 2) Функция преобразования; 3) Скрытые слои; 4) Функция активации; 5) Аксон

8. Какие нейросети имеют свойство кратковременной памяти (как у человека)?

- a. Многослойные
- b. Однослойные
- c. Прямого распространения
- d. С обратными связями
- e. Персептроны

9. В чем заключается проблема мертвых нейронов?

- a. Каждый мертвый нейрон увеличивает общую погрешность распознавания данных
- b. Проблемы нет: мертвый нейрон - хороший нейрон
- c. Мертвые нейроны приводят к неустойчивой работе сети
- d. Мертвые нейроны тормозят процесс обучения в целом
- e. Требуются дополнительные затраты на то, чтобы избавиться от них, т.е. «похоронить»

10. Кто впервые предложил архитектуру сверточных НС?

- a. Билл Гейтс
- b. Ян Лекун
- c. Станислав Осовски
- d. Стив Джобс

Ключ

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
c	b	a	d	a	b	a	d	a	b

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для оптимизации работы преподавателя и для самостоятельной работы студентов.

Изучение актуальных разделов информатики – информационного моделирования, систем искусственного интеллекта и нейросетевых технологий – призвано обеспечить как базовые, так и профильные знания обучающихся, т. е. сформировать представления о сущности информации и информационных процессов, выработать навыки информационной деятельности в профессиональной сфере, овладеть методами построения информационных моделей, являющихся основой формирования профессиональных компетенций.

Для достижения этих целей в пособии представлены следующие модули:

Модуль 1. Информация и информационная деятельность человека.

Модуль 2. Информационное моделирование.

Модуль 3. Системы и технологии искусственного интеллекта.
Понятие и классификация

Модуль 4. Нейросетевые технологии.

Модуль 5. Нейросети для создания и обработки цифровых материалов.

К каждому модулю даются контрольные вопросы, тестовые задания, приведен библиографический список литературы, представлен общий глоссарий.

Пособие можно использовать для подготовки к лекциям, проведения практических занятий, а также для самостоятельного изучения студентами изложенных в пособии тем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афонин, В.В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие / В.В. Афонин, С.А. Федосин. - М.: Интуит, 2018. - 231 с.
2. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. – Москва: Юрайт, 2024. – 243 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01042-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/537001> (дата обращения: 05.06.2024).
3. Боев В.Д. Имитационное моделирование систем: учеб. пособие для прикладного бакалавриата / В. Д. Боев. М. : Издательство Юрайт, 2019. 253 с. (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). ISBN 978-5-534-04734-9.
4. Бусленко, В. Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 2020. - 2 с.
5. Бруссард, М. Искусственный интеллект: пределы возможного / М. Бруссард; пер. с англ. – Москва : Альпина нон-фикшн, 2020. – 362 с. – ISBN 978- 5-00139-080-0. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1220958> (дата обращения: 05.06.2024).
6. Вакуленко С.А., Жихарева А.А. Практический курс по нейронным сетям – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 71 с.
7. Вьюненко, Л.Ф. Имитационное моделирование: Учебник и практикум для академического бакалавриата / Л.Ф. Вьюненко, М.В. Михайлов, Т.Н. Первозванская. - Люберцы: Юрайт, 2018. - 283 с.
8. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 268 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-17032-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/544161> (дата обращения: 05.06.2024).
9. Гаршина, Н. Г. Использование искусственного интеллекта в подборе персонала / Н. Г. Гаршина, М. А. Миронова // Управление развитием персонала. – 2023. – № 4. – С. 308-314. – URL: <https://grebennikon.ru/article-ijkq.html> (дата обращения: 05.06.2024).
10. Гаспарян, Д. Э. Этические ограничения применимости искусственного интеллекта: культурфилософский анализ / Д. Э. Гаспарян, Д.

С. Турко, Е. В. Бессчетнова // Вопросы философии. – 2023. – № 9. – С. 93-102. – URL: <https://eivis.ru/browse/doc/87705358> (дата обращения: 05.06.2024).

11. Гуриков С. Р. Информатика. М.: Инфра-М, 2023. 566 с.

12. Гусева Е. Н. Информатика. Учебное пособие. М.: Флинта, 2023. 208 с.

13. Григоров, А. А. Предпосылки применения искусственного интеллекта в справочных правовых системах / А. А. Григоров // Вестник науки. – 2024. – № 1 (70). – С. 68-77. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-spravochnyh-pravovyh-sistemah> (дата обращения: 05.06.2024).

14. Гумерова, Г. И. Электронное правительство: учебник для вузов / Г. И. Гумерова, Э. Ш. Шаймиева. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 254 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-18791-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/545785> (дата обращения: 05.06.2024).

15. Давыдова, Е. М. Базы данных Учеб. пособие для вузов / Е. М. Давыдова, Н. А. Новгородова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2012. - 128 с.: ил., табл.

16. Долженко, Е. Р. Искусственный интеллект и нейронные сети в управлении персоналом / Е. Р. Долженко // Управление развитием персонала. – 2023. – № 3. – С. 170-178. – URL: <https://grebennikon.ru/article-cdxf.html> (дата обращения: 05.06.2024).

17. Емельянов А.А., Емельянова Н.З., Булыгина О.В. Имитационное моделирование в системном анализе, экономике и бизнесе: учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2019. – 268 с. ISBN 978-5-7046-2095-2.

18. Ефромеева Е.В. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic : учебное пособие / Ефромеева Е.В., Ефромеев Н.М.. Саратов : Вузовское образование, 2020. 120 с. ISBN 978-5-4487-0586-1.

19. Загорулько, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний: учебное пособие для вузов / Ю. А. Загорулько, Г. Б. Загорулько. – Москва: Юрайт, 2024. – 93 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07198-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/540987> (дата обращения: 05.06.2024).

20.Замятина, О. М. Инфокоммуникационные системы и сети. Основы моделирования: учеб. пособие для СПО / О. М. Замятина. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 159 с.

21.Зубова Е. Д. Информатика и ИКТ. М.: Лань, 2023. 180 с.

22.Иванов, В. М. Интеллектуальные системы: учебное пособие для вузов / В. М. Иванов; под науч. ред. А. Н. Сесекина. — Москва: Юрайт, 2024. — 91 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00551-6. — URL: <https://urait.ru/bcode/538844> (дата обращения: 05.06.2024).

23. Иопа Н. И. Информатика (для технических направлений). М.: КноРус, 2022. 470 с.

24.Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. — 121 с.

25.Кузин, А. В. Базы данных. Учеб. пособие для вузов / А. В. Кузин, С. В. Левонисова. - 5-е изд., испр. - М. : Академия, 2012. - 316 с. : рис., табл. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат)

26.Марков А.С., Лисовский К.Ю. Базы данных. Введение в теорию и методологию: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 512 с.: ил

27. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 2024. 1008 с.

28. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта: Монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176662> (дата обращения: 13.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

29.Симонович С. В. Информатика. Базовый курс: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2023. 640 с.

30.Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине в LMS Moodle / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. И. В. Лёзина. - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2012. — 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

31.Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / Николаев Е.И. — Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2024. — 93 с.

32.Сети и телекоммуникации: учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и др.]; под ред. К. Е. Самуйлова, И. А. Шалимова, Д. С. Кулябова. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 363 с.

33.Троицкая, Е. А. Информатика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. А. Троицкая, Л. А. Артюшина; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. — Изд. 2-е, доп. — Владимир: Изд-во ВлГУ, 2022. — 159 с. — ISBN 978-5-9984-1360-5.

34.Халимон, В.И. Базы данных: учебное пособие / В.И. Халимон, Г.А. Мамаева, А.Ю. Рогов, В.Н. Чепикова - С-Пб.: СПбГТИ(ТУ), 2017. — 118 с.

35.Христинич И.В. Информационная безопасность в сети Интернет // Законность. 2022. N 4. С. 20 — 23.

36.Чернова Е. В. Информационная безопасность человека. М.: Юрайт. 2023. 328 с.

37.Швечкова О. Г., Бабаев С. И. Информационная безопасность. Часть 1. Теоретические основы. Учебник. М.: КУРС. 2022. 144 с.

38.Швечкова О. Г., Бабаев С. И. Информационная безопасность. Часть 2. Стандарты и документы. Учебник. М.: КУРС. 2022. 144 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейникова, Д. В. К проблеме общения человека с искусственным интеллектом / Д. В. Алейникова // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Образование и педагогические науки. – 2023. – Вып. 3 (848). – С. 9-15. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-problemeobscheniya-cheloveka-s-iskusstvennym-intellektom> (дата обращения: 05.06.2024).
2. Аммуни Бишкис Сознание человека и искусственный интеллект машин / Аммуни Бишкис // Научный журнал. – 2022. – № 2 (64). – С. 31-39. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soznanie-cheloveka-i-iskusstvennyy-intellekt-mashin> (дата обращения: 05.06.2024).
3. Баканов, Б. А. Нейросети и брендинг. Искусственный интеллект как тест на человечность / Б. А. Баканов // Бренд-менеджмент. – 2023. – № 3. – С.170-177. – URL: <https://grebennikon.ru/article-xbu4.html> (дата обращения: 05.06.2024).
4. Баррат, Д. Последнее изобретение человечества: Искусственный интеллект и конец эры Homo sapiens: Научно-популярное / Баррат Д., Лисова Н. – Москва: Альпина нон-фикшн, 2016. – 304 с. – ISBN 978-5-91671-436-4. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/916060> (дата обращения: 05.06.2024).
5. Барышников, П. Н. Человек и системы искусственного интеллекта / П. Н. Барышников. – Вопросы философии. – 2023. – № 7. – С. 214-218. – URL: <https://eivis.ru/browse/doc/86692595> (дата обращения: 05.06.2024).
6. Бекоева, Д. Д. Нейропсихология мышления и искусственный интеллект / Д. Д. Бекоева // Педагогика и психология образования. – 2022. – № 3. – С. 175-184. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyropsihologiya-myshleniya-i-iskusstvennyy-intellekt> (дата обращения: 05.06.2024).
7. Беликова, Е. К. Основные вопросы философии искусственного интеллекта / Е. К. Беликова // Философия и культура. – 2024. – № 1. – С. 1-11. – DOI 10.7256/2454-0757.2024.1.69543. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=69543 (дата обращения: 05.06.2024).

8. Беликова, Е. К. Проблема отнесения искусственного интеллекта к числу современных феноменов культуры / Е. К. Беликова // Общество: философия, история, культура. – 2024. – № 2(118). – С. 60-65. – DOI 10.24158/fik.2024.2.7. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60785965> (дата обращения: 05.06.2024)
9. Бутл, Р. Искусственный интеллект и экономика: Работа, богатство и благополучие в эпоху мыслящих машин: научно-популярное издание / Р. Бутл. – Москва: Альпина ПРО, 2023. – 424 с. – ISBN 978-5-206-00065-8. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2141006> (дата обращения: 05.06.2024).
10. Варламов, О. Перспективы искусственного интеллекта / О. Варламов // Знание-сила. – 2020. – № 3. – С. 36-44. – URL: <https://eivis.ru/browse/doc/57847242> (дата обращения: 05.06.2024).
11. Веров, Я. Искусственный интеллект – не то, чем он кажется / Я. Веров // Наука и жизнь. – 2018. – № 6. – С. 70-71. – URL: <https://eivis.ru/browse/doc/51364555> (дата обращения: 05.06.2024).
12. Вершинина, И. А. Трансформация повседневности современного человека под влиянием технологий искусственного интеллекта / И. А. Вершинина, А. В. Лядова // Теория и практика общественного развития. – 2023. – № 6. – С. 73-78. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-povsednevnoysovremennogo-cheloveka-pod-vliyaniem-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 05.06.2024).
13. Девятко, И. Ф. Проблема ориентации искусственного интеллекта на человеческие ценности (AI VALUE ALIGNMENT) и социология морали / И. Ф. Девятко // Социологические исследования. – 2023. – № 9. – С. 16-28. – URL: <https://eivis.ru/browse/doc/88551047> (дата обращения: 05.06.2024).
14. Дзялошинский, И. М. Искусственный интеллект: гуманитарная перспектива / И. М. Дзялошинский // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология. – 2022. – Т. 21, № 6. – С. 20-29. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-gumanitarnaya-perspektiva> (дата обращения: 05.06.2024).
15. Долженко, Е. Р. Искусственный интеллект и нейронные сети в управлении персоналом / Е. Р. Долженко // Управление развитием персонала. – 2023. – № 3. – С. 170-178. – URL: <https://grebennikon.ru/article-cdxf.html> (дата обращения: 05.06.2024).

16. Елсакова, Р. З. Искусственный vs естественный интеллект в образовательном процессе вуза / Р. З. Елсакова, Н. Н. Кузьмина, Д. В. Кочкина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 90-101. – DOI 10.14529/ped240109. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=61090133> (дата обращения: 05.06.2024).

17. Ивлев, Д. В. Искусственный интеллект и проблемы этики / Д. В. Ивлев // Право и практика. – 2023. – № 4. – С. 263-267. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-problemy-etiki> (дата обращения: 05.06.2024).

18. Использование возможностей искусственного интеллекта в рекламе / Д. А. Шевченко, Е. М. Крюкова, В. В. Зеленов, В. В. Галстян // Практический маркетинг. – 2024. – № 1. – С. 60-64. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-vozmozhnostey-iskusstvennogo-intellekta-v-reklame> (дата обращения: 05.06.2024).

19. Канакова, А. Е. Человек есть цифровая личность, или у человека есть цифровая личность? / А. Е. Канакова // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. – 2024. – Т. 8, № 1(29). – С. 126-135. – DOI 10.21603/2542-1840-2024-8-1-126-135. – URL <https://elibrary.ru/item.asp?id=62746620> (дата обращения: 05.06.2024).

20. Сысоев П. В. Искусственный интеллект в образовании: осведомлённость, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности = ArtificialIntelligenceinEducation: Awareness, ReadinessandPracticeofUsingArtificialIntelligenceTechnologiesinProfessionalActivitiesbyUniversityFaculty / П. В. Сысоев // Высшее образование в России. - 2023. -№ 10. - С.9-33.

21. Чапкин, Н. С. Разум и искусственный интеллект в аспекте новых возможностей / Н. С. Чапкин // Власть истории – История власти. – 2023 – № 47– С. 151-154. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razum-i-iskusstvennyy--v-aspekte-novyh-vozmozhnostey> (дата обращения: 05.06.2024).

22. Черешнев, Е. Форма жизни № 4: Как остаться человеком в эпоху расцвета искусственного интеллекта: научно-популярное издание /Е. Черешнев. –Москва: Альпина Паблишер, 2022 – 484 с. – ISBN

978-5-9614-7366-7. – URL:<https://znanium.ru/catalog/product/2138150> (дата обращения: 05.06.2024).

23. Чубаров, И. М. Цифровой Другой: проблемы идентичности в парадигме искусственного интеллекта / И. М. Чубаров, Т. А. Попова, К. А. Сенцова //Международный научно-исследовательский журнал. – 2024 – № 3(141). – DOI10.23670/IRJ.2024.141.54. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=63639507> (дата обращения: 05.06.2024)

ГЛОССАРИЙ

AGI (Artificial General Intelligence, Искусственный Общий Интеллект) — это форма ИИ, которая имеет потенциал обучаться и функционировать в любой области человеческой деятельности. По сути это компьютер, который может «думать» и действовать так же, как человек. Ни одна из существующих систем не имеет таких способностей, но основатель Open AI Сэм Альтман предсказал появление AGI к 2030 году.

API (Application Programming Interface) — это способ, с помощью которого разные программы могут «разговаривать» друг с другом. Представьте, что API — это официант в кафе. Вы (программа) говорите официанту, чего хотите — например, чашку кофе. Официант (API) передаёт ваш заказ на кухню (нейросети или другой сервис), а потом приносит вам результат — готовый кофе. С помощью API можно подключить нейросети (например, ChatGPT, переводчики, генераторы изображений) к сайтам, приложениям или ботам, чтобы они работали автоматически — без участия человека. Например, вы используете голосового помощника в телефоне, а тот, через API, обращается к нейросети и возвращает вам

Fine-tuning (дообучение) — это процесс, при котором нейросеть дополнительно обучают на новых данных, чтобы она стала «умнее» именно в нужной области. Например, если взять ChatGPT и дообучить его на медицинских текстах — он будет лучше отвечать на вопросы про здоровье. Это отличается от простого «загрузить файлы в чат» — потому что загрузка файлов помогает в рамках одной сессии, а fine-tuning меняет саму модель, делает её новой версией.

GPT (Generative Pre-trained Transformer, генеративный предварительно обученный трансформер) — это вид языковой модели разработанной компанией OpenAI, которая очень хорошо понимает естественную речь и способна генерировать тексты высокого качества. Такие тексты трудно отличить от написанных человеком. Именно эта аббревиатура используется в названии самой популярной нейросети — ChatGPT, а цифры в конце GPT-3, GPT-4, означают разные поколения этой модели.

LoRA (Low-Rank Adaptation) — лёгкий способ дообучить большую модель без гигантских видеокарт и многомиллионных бюджетов. Вместо того чтобы переписывать все параметры, к основной сети добавляют крошечные «дополнительные слои». Например, энтузиасты добавляют в языковую модель LoRA-слой на кулинарных рецептах и получают шеф-бота, который знает редкие блюда русской кухни.

Open-source модель (модель с открытым исходным кодом) — это нейросеть, которую любой может скачать в интернете и установить на свой локальный компьютер, а затем изменить как угодно. Популярные модели: Mistral, LLaMA, или Stable Diffusion. Это как рецепт Медовика доступен всем, и вы можете добавить свои ингредиенты и печь по-своему.

RAG (Retrieval-Augmented Generation) — подход «достань + сгенерируй»: модель сначала ищет свежую информацию в базе данных, а потом формирует ответ, опираясь на найденное. Это снижает риск «галлюцинаций» и позволяет давать актуальные ответы даже без полного переобучения модели. Например, корпоративный чат-бот с RAG может быстро подтянуть последний регламент компании и объяснить сотруднику, как оформить отпуск.

Аватар / Цифровой двойник — это виртуальное изображение или видео, созданное на основе настоящего человека. Аватары могут двигаться, говорить голосом человека, повторять его мимику и жесты. Например, с помощью нейросетей можно создать видео, где вы произносите любой текст на любом языке, который в реальности вы не произносили и это будет выглядеть очень реалистично.

Аксон — выходная связь нейрона: при помощи аксона нейрон передает собственный выходной сигнал.

Алгоритм — это набор правил предоставленных компьютерной программе для выполнения задачи или решения проблем. Например, алгоритм в фото пленке iPhone, следует определенной инструкции, распознает фотографии и сортирует их по разным тематическим папкам.

База знаний — ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, записанных на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному). Параллельно такому «человеческому» представлению существует БЗ во внутреннем «машинном» представлении.

Большая языковая модель (Large Language Model) — это тип искусственного интеллекта в подразделе машинного обучения, который обучен на большом количестве текстовых данных. Большие языковые модели могут переводить текст, суммировать текст, отвечать на вопросы и генерировать новый контент. Например, GPT-4 — это большая языковая модель, обученная на 1,76 триллионов параметров.

В отличие от диффузионных моделей, которые создают изображение, начиная с шума и постепенно уточняя его, GPT-4o применяет **автогрессивный подход**: изображение создаётся последовательно, как будто рисуется по частям. Это позволяет модели лучше соблюдать инструкции пользователя, точно передавать детали и корректно отображать текст на изображениях. Теперь пользователи могут просто описать желаемую картинку, и GPT-4o сгенерирует её прямо в чате, без необходимости использовать сложные промпты.

Витрина данных, секция данных (Data Mart) – база данных, функционально-ориентированная и, как правило, содержащая данные по одному из направлений деятельности организации. Она отвечает тем же требованиям, что и хранилище данных, но, в отличие от хранилища, нейтрального к приложениям, в витрине данных информация хранится оптимизированно с точки зрения решения конкретных задач

Галлюцинации нейросети — это ситуация, когда нейросеть придумывает информацию, которой на самом деле не существует. Например, может выдумать «факт», несуществующую книгу или придуманный закон. Это не ошибка компьютера, а скорее результат того, что нейросеть пытается угадать, что звучит «правдоподобно», даже если этого нет в реальности.

Ген (Gene) в генетических алгоритмах представляет собой основную единицу информации, определяющую характеристику особи. Например, если мы используем генетический алгоритм для обучения нейронной сети, то тогда в качестве генов мы будем использовать веса связей между нейронами. Гены в реализации генетических алгоритмов обычно представляют собой битовые строки фиксированной длины.

Генеративная модель — это общий класс моделей в машинном обучении, который включает в себя и языковые модели вроде GPT, а также модели для создания изображений, музыки, видео и других ви-

дов контента. Например, нейросети Midjourney и Syno — это генеративные модели, которые генерируют изображения и музыку на основе текстовых запросов.

Генетические алгоритмы (как метод) – адаптивные методы поиска, которые используются для решения задач функциональной оптимизации.

Генетический алгоритм (Genetic algorithm, как направление исследований) – раздел эволюционного моделирования, заимствующий методические приемы из теоретических положений популяционной генетики. Представляет собой своего рода модель машинного исследования поискового пространства, построенную на эволюционной метафоре. Характерные особенности: использование строк фиксированной длины для представления генетической информации, работа с популяцией строк, использование генетических операторов для формирования будущих поколений. Генетические алгоритмы, являясь одной из парадигм эволюционных вычислений, представляют собой алгоритмы случайного направленного поиска для построения (суб)оптимального решения данной проблемы, который моделирует процесс естественной эволюции.

Генотип (Genotype) – представление особи в терминах генетического алгоритма.

Глубинные знания – абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и природу процессов, протекающих в предметной области. Эти знания объясняют явления и могут использоваться для прогнозирования поведения объектов.

Глубокое обучение (Deep Learning) — это особый способ обучения нейросетей, при котором используется много уровней (или «слоёв») анализа данных. Каждый слой в такой сети отвечает за свой этап понимания информации. Представьте себе это как конвейер:

- первый слой смотрит на картинку и замечает просто точки и линии,
- второй слой замечает, что линии складываются в формы — например, круг или прямоугольник,
- третий слой распознаёт, что это — лицо, чашка или буква,
- четвёртый слой уже может понять настроение на лице или прочитать слово.

Чем больше таких слоёв, тем более сложные задачи может решать нейросеть. Поэтому и говорят — «глубокое» обучение: оно проходит через много уровней понимания, прежде чем дать результат.

Данные — это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства; сведения, полученные путем измерения, наблюдения, логических или арифметических операций, представленные в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и (автоматизированной) обработки.

Декларативными знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных, к естественному и понятных неспециалистам.

Диагностика - процесс соотнесения объекта с некоторым классом объектов и/или обнаружение неисправности в некоторой системе. Неисправность — это отклонение от нормы. Такая трактовка позволяет с единых теоретических позиций рассматривать и неисправность оборудования в технических системах, и заболевания живых организмов, и всевозможные природные аномалии. Важной спецификой является здесь необходимость понимания функциональной структуры («анатомии») диагностирующей системы.

Диффузионная модель — это тип нейросети, который учится создавать изображения, начиная с шума (помех) и постепенно превращая его в картинку. Это, как если бы вы сначала нарисовали случайные точки на листе, а нейросеть шаг за шагом превращала их в красивую фотографию. Такие модели используются, например, в Midjourney и Stable Diffusion для генерации картинок по описанию.

Естественный язык — в лингвистике любой язык общения между людьми. Под естественностью некоторого языка понимается наличие синонимии и омонимии слов и словосочетаний, а также свободный порядок слов в предложении.

Задача классификации (Classification problem) заключается в разбиении объектов на классы, когда основой разбиения служит вектор параметров объекта. Объекты в пределах одного класса считаются эквивалентными с точки зрения критерия разбиения. Сами классы часто бывают неизвестными заранее и формируются динамически (как, например, в сетях Кохонена). Классы зависят от предъявляемых объектов, и поэтому добавление нового объекта требует корректирования системы классов.

Знания – это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области; это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные.

Инженер по знаниям – специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Синонимы: *когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик*.

Интеллектуальная система – система или устройство с программным обеспечением, имеющие возможность с помощью встроенного процессора настраивать свои параметры в зависимости от состояния внешней среды.

Интеллектуальный редактор базы знаний – программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок и других сервисных средств, облегчающих работу с базой.

Интерпретация данных - это одна из традиционных задач для экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс определения смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными. Обычно предусматривается многовариантный анализ данных.

Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и при получении результатов.

Искусственная нейронная сеть (Artificial neural network) – это система, состоящая из многих простых вычислительных элементов, работающих параллельно, функция которых определяется структурой сети, силой взаимных связей, а вычисления производятся в самих элементах или узлах.

Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) – научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными (представление знаний, обучение, общение и т.п.).

Искусственный интеллект (ИИ, AI) — это область компьютерных наук, которая занимается созданием систем, способных имитировать человеческий интеллект. Например, такие системы могут общаться на человеческом языке, самостоятельно обучаться, делать выводы и принимать решения.

Кибернетика — наука об управлении, связи и переработке информации. Основным объектом исследования кибернетики являются абстрактные кибернетические системы — от компьютеров до человеческого мозга и человеческого общества.

Кластеризация (Clustering) — это один из методов анализа данных, позволяющих классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором переменных $X_1, X_2, \dots, X_n$. Целью кластеризации является образование групп схожих между собой объектов.

Когнитивная психология — направление в психологической науке, изучающее зависимость поведения субъекта от познавательных процессов. Главное в когнитивной психологии — выделение некоторых общих компонентов, структур, процессов, характерных для познания в целом. В этом плане когнитивная психология — это современная психология познавательных процессов.

Компьютерная лингвистика (computational linguistics) — область использования компьютеров для моделирования функционирования языка в тех или иных условиях или проблемных областях, а также сфера применения компьютерных моделей языка в лингвистике и др. дисциплинах.

Контекст — это совокупность информации вокруг каждого слова или фразы. В нейросетях контекст используется для лучшего понимания смысла текста. Например, слово "лук" может иметь разные значения в разных контекстах: в фразе "Я ел лук" оно означает овощ, а в "Я стрелял из лука" — это оружие. Контекст помогает нейросети определить, в каком смысле используется слово.

Кроссовер, скрещивание (Crossover) — процедура или оператор в генетических алгоритмах, используемые для получения разнообразия в процессе воспроизводства. При одноточечном кроссовере берутся две хромосомы потомка, на них случайным образом выбирается точка,

и для этой точки происходит обмен генетического материала потомков. При двухточечном кроссовере происходит то же самое, только выбираются случайным образом две точки.

Машинное обучение (Machine Learning) — это подраздел ИИ, цель которого разрабатывать алгоритмы и модели, помогающие машинам учиться на данных и прогнозировать тенденции и поведение без помощи человека. Например, популярный сервис Shazam определяет название трека и исполнителя по короткому отрывку благодаря машинному обучению.

Мониторинг. Основная задача мониторинга – непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы. Главные проблемы – «пропуск» тревожной ситуации и инверсная задача «ложного» срабатывания. Сложность этих проблем – в размытости симптомов тревожных ситуаций и необходимости учета временного контекста.

Мультимодальная модель — нейросеть, которая умеет одновременно понимать разные типы данных: текст, изображения, аудио, а иногда и видео. Она может «прочитать» снимок и объяснить, что на нём, или наоборот — сгенерировать картинку по вашему описанию. Пример: GPT-4o позволяет сфотографировать страницу меню и сразу получить перевод с комментариями о блюдах, а Gemini 2.5 Pro понимает, что на видео происходит, и отвечает на вопросы о сюжете.

Мутация (Mutation) – оператор в генетических алгоритмах, предназначенный для внесения разнообразия в процесс размножения; с очень малой вероятностью двоичная мутация заменяет биты в хромосоме случайными битами, значение этой вероятности является параметром генетического алгоритма.

Нейрокибернетика – научное направление, изучающее основные закономерности организации и функционирования нейронов и нейронных образований. Основным методом нейрокибернетики является математическое моделирование, при этом данные физиологического эксперимента используются в качестве исходного материала для создания моделей.

Нейрокомпьютер – это вычислительная система с архитектурой аппаратного и программного обеспечения, адекватной выполнению алгоритмов, представленных в нейросетевом логическом базисе.

Нейрокомпьютеры – это системы, в которых алгоритм решения задачи представлен логической сетью элементов частного вида – нейронов с полным отказом от булевских элементов типа *и*, *или*, *не*. Как следствие этого, введены специфические связи между элементами, которые являются предметом отдельного рассмотрения.

Нейрокомпьютинг – скоро развивающаяся область вычислительных технологий, стимулированная исследованиями мозга. Вычислительные операции выполняются огромным числом сравнимо обычных, нередко адаптивных процессорных частей. Нейрокомпьютинг, по собственному происхождению, совершенно приспособлен для сравнения образов, определения образов и синтеза систем управления.

Нейрон (биологический) – клетка мозга, способная генерировать электрический импульс в случае, когда суммарный потенциал превысит критическую величину. Соединяясь друг с другом, нейроны образуют сеть, по которой путешествуют электрические импульсы; именно нейронные сети мозга обрабатывают информацию. При этом «обучение» сети и запоминание информации базируется на настройке значений весов связей между нейронами.

Нейронная сеть – это процессор с массивным распараллеливанием операций, обладающий естественной способностью сохранять экспериментальные знания и делать их доступными для последующего использования. Он похож на мозг в двух отношениях: сеть приобретает знания в результате процесса обучения и для хранения информации используются величины интенсивности межнейронных соединений, которые называются синаптическими весами.

Нейронная сеть (нейросеть) — это технология в рамках машинного обучения, напоминающая по структуре человеческий мозг. Нейросеть обучается на большой базе данных, анализирует их, классифицирует их, делает выводы и принимает автономные решения. Например, когда вы вводите поисковый запрос в Google или Yandex, нейросеть анализирует слова и предлагает вам готовые варианты запросов.

Нейронные сети – класс моделей, основанных на биологической аналогии с мозгом человека и предназначенных после прохождения этапа так называемого обучения на имеющихся данных для решения разнообразных задач анализа данных.

Обучение без учителя, или самообучение, или обучение неконтролируемое, или обучение неуправляемое (Unsupervised learning, Self-organization). Алгоритм обучения без учителя подстраивает веса сети так, чтобы получались согласованные выходные векторы, то есть чтобы предъявление достаточно близких входных векторов давало одинаковые выходы. Процесс обучения выделяет статистические свойства обучающего множества и группирует сходные векторы в классы.

Обучение нейронной сети (Training) – целенаправленный процесс изменения межслойных синаптических связей, итеративно повторяемый до тех пор, пока сеть не приобретет необходимые свойства.

Обучение с учителем, или обучение контролируемое, или обучение управляемое (Supervised learning, Associative learning). Обучение с учителем предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представляющий собой требуемый выход. Вместе они называются обучающей парой. Предъявляется выходной вектор, вычисляется выход сети и сравнивается с соответствующим целевым вектором, разность (ошибка) с помощью обратной связи подается в сеть, и веса изменяются в соответствии с алгоритмом, стремящимся минимизировать ошибку. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки, и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемо низкого уровня.

Обучение. Под обучением понимается использование компьютера для обучения какой-то дисциплине или предмету. Системы обучения диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины с помощью ЭВМ и подсказывают правильные решения. Они аккумулируют знания о гипотетическом «ученике» и его характерных ошибках, затем в работе они способны диагностировать слабости в познаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их ликвидации. Кроме того, они планируют акт общения с учеником в зависимости от успехов ученика с целью передачи знаний.

Оптимизация – нахождение решения, удовлетворяющего системе ограничений и максимизирующего или минимизирующего целевую функцию.

Переобучение сети (Over training, Overfitting). Если в результате обучения нейронная сеть хорошо распознает примеры из обучающего множества, но не приобретает свойство обобщения, то есть не распознает или плохо распознает любые другие примеры, кроме обучающих, то говорят, что сеть переобучена. Переобучение – это результат чрезмерной подгонки сети к обучающим примерам.

Планирование. Под планированием понимается нахождение планов действий, относящихся к объектам, способным выполнять некоторые функции. В таких ЭС используются модели поведения реальных объектов с тем, чтобы логически вывести последствия планируемой деятельности.

Поверхностные знания – знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области.

Подсистема объяснений – программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» – это трассировка всего процесса получения решения с указанием использованных фрагментов БЗ, то есть всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему» – ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, то есть отход на один шаг назад. Развитые подсистемы объяснений поддерживают и другие типы вопросов.

Поле знаний – поле, в котором содержатся основные понятия, используемые при описании предметной области, и свойства всех отношений, используемых для установления связей между понятиями. Поле знаний связано с концептуальной моделью проблемной области, в которой еще не учтены ограничения, которые неизбежно возникают при формальном представлении знаний в базе знаний.

Пользователь – специалист предметной области, для которого предназначена система. Обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны экспертной системы.

Популяция (Population) – совокупность особей, участвующих в генетических операциях. В классических реализациях алгоритма ее размер постоянен.

Предметную область можно характеризовать описанием области в терминах пользователя, а задачи – их типом. С точки зрения разработчика, выделяются статические и динамические предметные области. Предметная область называется статической, если описывающие ее исходные данные не изменяются во времени. При этом производные данные (выводимые из исходных) могут появляться заново и изменяться (не изменяя при этом исходных данных). Если исходные данные, описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи, то предметную область называют динамической.

Принятие решения – это особый вид человеческой деятельности, направленный на выбор лучшей из имеющихся альтернатив. Главной задачей, которую приходится разрешать при принятии решения, является выбор альтернативы, наилучшей для достижения некоторой цели, или ранжирование множества возможных альтернатив по степени их влияния на достижение этой цели.

Приобретением знаний называется выявление знаний из источников и преобразование их в нужную форму, а также перенос в базу знаний ИС. Источниками знаний могут быть книги, архивные документы, содержимое других баз знаний и т.п., то есть некоторые *объективизированные знания*, переведенные в форму, которая делает их доступными для потребителя.

Приспособленность, фитнес (Fitness) – параметр, определяющий, насколько хорошо данная особь отвечает требованиям. Приспособленность рассчитывается для каждой особи на основе данных, закодированных в генотипе, и используется для выбора наиболее приспособленных особей.

Проблемная область интеллектуальной системы определяется предметной областью и решаемыми в ней задачами.

Прогнозирование. Прогнозирование позволяет предсказывать последствия некоторых событий или явлений на основании анализа

имеющихся данных. Прогнозирующие системы логически выводят вероятные следствия из заданных ситуаций. В прогнозирующей системе обычно используется параметрическая динамическая модель, в которой значения параметров «подгоняются» под заданную ситуацию. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов с вероятностными оценками.

Проектирование. Проектирование состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определенными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов: чертеж, пояснительная записка и т.д. Основные проблемы здесь – получение четкого структурного описания знаний об объекте и проблема «следа». Для организации эффективного проектирования и в еще большей степени перепроектирования необходимо формировать не только сами проектные решения, но и мотивы их принятия. Таким образом, в задачах проектирования тесно связываются два основных процесса, выполняемых в рамках соответствующей ЭС: *процесс вывода решения и процесс объяснения*.

Промпт (Prompt) — это вводные данные или запрос, который пользователь предоставляет нейросети, чтобы инициировать задачу или получить ответ. Например, когда пользователь пишет в ChatGPT: «Придумай мне стих про золотую осень», это и есть промпт.

Промпт-инжиниринг — это навык составления запросов к нейросети так, чтобы получить максимально точный, полезный или креативный результат. Проще говоря, вы учитесь «разговаривать» с моделью на её языке.

Процедурные знания – знания, «растворенные» в алгоритмах.

Процесс принятия решений – получение и выбор наиболее оптимальной альтернативы с учетом просчета всех последствий. Необходимо выбирать ту альтернативу, которая наиболее полно отвечает поставленной цели, но при этом приходится учитывать большое количество противоречивых требований и, следовательно, оценивать выбранный вариант решения по многим критериям.

Распознавание образов (Pattern recognition) – разделение образов в некоем пространстве на классы. Образ традиционно представляется в виде вектора измеренных величин.

Распознавание речи (Speech recognition) – автоматическое разложение звукового вида на фонемы и слова.

Решатель – программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ. Синонимы: *дедуктивная машина, машина вывода, блок логического вывода*.

Решение – процесс и результат выбора способа и цели действий из ряда альтернатив в условиях неопределенности.

Робот – автоматическое устройство с антропоморфным действием, которое частично или полностью заменяет человека при выполнении работ в опасных для жизни условиях или при относительной недоступности объекта. Робот может управляться оператором либо работать по заранее составленной программе. Использование роботов позволяет облегчить или вовсе заменить человеческий труд на производстве, в строительстве, при работе с тяжелыми грузами, вредными материалами, а также в других тяжелых или небезопасных для человека условиях.

Семантическая сеть – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними.

Синапс (вес, синаптический вес) – межнейронное соединение, однонаправленная входная связь нейрона, соединенная с выходом другого нейрона.

Системы поддержки принятия решений (DSS, Decision Support System) являются человеко-машинными объектами, которые позволяют лицам, принимающим решения, использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабо структурированных и неструктурированных проблем.

Сходимость процесса обучения (Coincidence of the learning algorithm). Целью процедуры минимизации является отыскание глобального минимума, достижение его называется сходимостью процесса обучения.

Теория игр – математическая теория предсказания результатов игр, в которых участники не имеют полной информации о намерениях друг друга. Теория игр используется для описания процессов, происходящих на олигополистических рынках, и в теории фирм.

Теория принятия решений – область исследования, изучающая закономерности выбора людьми путей решения разного рода задач и исследующая способы поиска наиболее выгодных из возможных решений.

Токен — это символ или знак препинания. С помощью токенов нейросети понимают и анализируют текст. Например, в предложении "Я люблю кофе!", каждый символ является отдельным токеном. Некоторые нейросети имеют ограничения на количество токенов, которые они могут запоминать в одном диалоге.

Управление - функция организованной системы, поддерживающая определенный режим деятельности. Такого рода ЭС осуществляют управление поведением сложных систем в соответствии с заданными спецификациями.

Фенотип (Phenotype) – представление особи в виде, имеющемся в реальном мире.

Формализация. Процесс формализации знаний, полученных у эксперта, состоит из следующих шагов: выбор метода измерения нечеткости, получение исходных данных посредством опроса эксперта, реализация алгоритма построения функции принадлежности.

Фрейм – это абстрактный образ для представления некоего стереотипа восприятия.

Хранилище данных – предметно-ориентированный, интегрированный, неизменяемый, поддерживающий хронологию набор данных, организованный для целей поддержки принятия решений.

Хромосома, особь (Chromosome) – базовый элемент генетического алгоритма. Она представляет собой набор генов, описывающих параметры особи и однозначно определяющих ее. Например, в задаче обучения нейронной сети хромосома будет содержать в себе полно-

стью все настраиваемые параметры. Обычно при реализации генетического алгоритма размер хромосом от эпохи к эпохе не изменяется, хотя встречаются и исключения.

Чат-бот — это программа, предназначенная для имитации человеческого разговора с помощью текстовых или голосовых команд. Чат-боты могут управляться как полностью вручную, так и с помощью искусственного интеллекта. Например, самый популярный чат-бот с ИИ — ChatGPT.

Эволюционное моделирование — направление в математическом моделировании, объединяющее компьютерные методы моделирования эволюции, а также близкородственные по источнику заимствования идей другие направления в эвристическом программировании. Включает в себя как разделы генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, эволюционное программирование, искусственные нейронные сети, нечеткую логику.

Экспертные знания — знания, которые имеются у специалистов, но не зафиксированы во внешних по отношению к нему хранилищах. Экспертные знания являются *субъективными*.

Экспертные системы — это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие эти знания для консультации менее квалифицированных специалистов.

Эмпирические знания — знания, которые могут добываться ИС путем наблюдения за окружающей средой.

Эпоха (Epoch) — один этап функционирования генетического алгоритма. На нем осуществляется вычисление приспособленности каждой особи популяции. Затем на основании приспособленности отбираются хромосомы, участвующие в формировании следующей эпохи. Затем к ним применяются генетические операции, такие как скрещивание, мутация и т.д.

Учебное электронное издание

ИНФОРМАТИКА И ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Учебное пособие

Авторы-составители:

ТРОИЦКАЯ Елена Анатольевна

АРТЮШИНА Лариса Андреевна

Издается в авторской редакции

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader; дисковод CD-ROM.

Тираж 8 экз.

Издательство Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.