

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

До друку і в світ дозволяю
Заступник ректора

_____ І.П. Гладкий

Шевченко В.О.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни "**Сучасні комп'ютерні технології**"
за напрямом підготовки 6.010104

Усі цитати, цифровий, фактичний
матеріал і бібліографічні відомості
перевірені, написання

одиниць відповідає стандартам

Затверджено
Радою Факультету МТЗ
протокол № ____ від

Укладач

В.О. Шевченко

Відповідальний за випуск

Харків 2015

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Шевченко В.О.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни "**Сучасні комп'ютерні технології**"
за напрямом підготовки 6.010104

Харків 2015

Содержание

Лекция 1. Основные понятия компьютерных информационных технологий	3
Лекция 2. Обработка текстовой информации	10
Лекция 3. Электронные издания.....	17
Лекция 4. Технология разработки электронных учебников	24
Лекция 5. Мультимедийные технологии	30
Лекция 6. Обработка данных	40
Лекция 7. Представление знаний.....	47
Лекция 8. Искусственный интеллект. Экспертные системы	54
Лекция 9. Системы с нечеткой логикой.....	59
Лекция 10. Искусственные нейронные сети.....	63
Лекция 11. Генетические алгоритмы	71
Лекция 12. Обзор современных компьютерных технологий для инженерных и научных расчетов	78
Литература	84

Лекция 1. Основные понятия компьютерных информационных технологий

Информационная технология (ИТ) является обязательной составной частью большинства видов интеллектуальной, управленческой и производственной деятельности человека и общества.

Информационная технология – это процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления.

Цель информационной технологии – производство информации для ее анализа человеком и принятия на основе проведенного анализа решения по выполнению какого-либо действия.

Компьютерные информационные технологии – это комплекс областей деятельности, которые относятся к технологиям создания, хранения и обработки информационных данных с применением компьютерной техники. Техническими средствами компьютерных информационных технологий является инструментарий, в который входят компьютеры, программное обеспечение, Интернет и сеть. Они позволяют создавать, хранить, обрабатывать, передавать и распространять, а также, устанавливать ограничения к передаче и получению информационных ресурсов.

1. Направления развития информационных технологий

Информационная технология является наиболее важной составляющей процесса использования информационных ресурсов общества. К настоящему времени информационная технология прошла несколько эволюционных этапов, смена которых определялась, главным образом, появлением новых технических средств переработки и передачи информации.

Основными направлениями развития информационных технологий являются:

- усложнение и интеграция информационных продуктов (услуг);
- обеспечение совместимости;
- ликвидация промежуточных звеньев;
- глобализация и конвергенция.

Главная информационная тенденция – **усложнение и интеграция** всех видов информационных продуктов подразумевает слияние информации и средств развлечений.

Обеспечение совместимости – это возможность использовать в одном комплексе различные устройства и программные продукты, способные свободно обмениваться информацией

Ликвидация промежуточных звеньев достигается разработкой новых методов преобразования информации в формы, удобные и доступные для немедленного использования потребителем

Глобализация позволяет человеку в любой точке мира пользоваться теми же возможностями, как в своем офисе. По мере развития средств информатики

рабочим местом (офисом) делового человека становятся борт самолета, и палуба теплохода, и салон автомашины благодаря использованию мобильного телефона, планшета, ноутбука и др.

Конвергенция (схождение, сближение) ведет к увеличению возможностей оборудования и программного обеспечения, добавлению новых функций, свойств и возможностей (конвергенция фиксированной и мобильной интернет-связи и т.д.).

2. Классификация информационных технологий

1. *В зависимости от степени использования вычислительной техники и связанных с нею методов и средств автоматизации информационных процессов*

- традиционная;
- современная или новая.

Новая информационная технология – информационная технология с "дружественным" интерфейсом работы пользователя, использующая персональные компьютеры и телекоммуникационные средства.

Телекоммуникация – дистанционная передача данных на базе компьютерных сетей и современных технических средств связи.

Основные принципы новой компьютерной технологии:

- 1) интерактивный (диалоговый) режим работы с компьютером;
- 2) интегрированность (стыковка, взаимосвязь) с другими программными продуктами;
- 3) гибкость процесса изменения как данных, так и постановок задач.

2. *По типу пользовательского интерфейса*

- пакетные (решение задачи формализовано, задана периодичность решения, пользователь не может влиять на решение задачи);
- диалоговые (пользователь может влиять на решение задачи);
- сетевые (предоставляет пользователю телекоммуникационные средства доступа к информационным ресурсам).

3. *По способам построения компьютерной сети*

- Локальные (несколько компьютеров связаны между собой).
- Многоуровневые. Уровни образуют иерархию, то есть имеются вышележащие и нижележащие уровни. Множество модулей, составляющих каждый уровень, сформировано таким образом, что для выполнения своих задач они обращаются с запросами только к модулям непосредственно примыкающего нижележащего уровня. С другой стороны, результаты работы всех модулей, принадлежащих некоторому уровню, могут быть переданы только модулям соседнего вышележащего уровня.

- Распределенные, в которых наличие многочисленных автономных компьютеров незаметно для пользователя. Например, Всемирную паутину (World Wide Web) с точки зрения пользователя можно рассматривать как один большой документ (веб-страница). Это достигается с помощью специального программно-

го обеспечения, надстраиваемого над операционной системой и называемого связующим программным обеспечением.

4. По назначению и области применения

- Обеспечивающие (используются как инструменты в различных предметных областях для решения разных задач);
- Функциональные (представляют собой готовый программный продукт, предназначенный для автоматизации задач в определенной предметной области).

5. По виду обрабатываемой информации

- Текстовая обработка.
- Обработка данных (системы управления базами данных, электронные таблицы, алгоритмические языки, системы программирования и т.д.).
- Обработка графической и звуковой информации.

3. Виды информационных технологий

Основные **виды информационных технологий**: геоинформационные системы, системы искусственного интеллекта, системы виртуальной реальности.

- Геоинформационные системы (комплекс программных, информационных и технических средств, ориентированных на поддержку, обработку и выдачу картографических и связанных с ними данных, другими словами, ГИС собирают, запасают, преобразуют и анализируют данные, пространственно привязанные к Земле).

- Системы искусственного интеллекта (автоматизированные системы, обладающие свойствами брать на себя отдельные функции человеческого интеллекта, т. е. выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних условий).

- Системы виртуальной реальности (искусственно созданный мир путем подмены окружающей действительности информацией, генерируемой компьютером, в котором в интерактивном режиме обеспечивается связь человека с воспроизводимым миром и происходящими в нем процессами).

4. Применение информационных технологий

Применение информационных технологий позволило представить в формализованном виде, пригодном для практического использования, концентрированное выражение научных знаний и практического опыта для реализации и организации социальных процессов.

Социальный процесс – серия явлений или взаимодействий, происходящих в организации, структуре групп и меняющих отношения между людьми или между составными элементами сообщества.

При этом происходит:

- 1) экономия затрат труда, времени, энергии, материальных ресурсов, необходимых для осуществления социальных процессов;

- 2) активизация и эффективное использование информационных ресурсов общества;
- 3) реализация наиболее важных, интеллектуальных функций социальных процессов;
- 4) оптимизация и автоматизация информационных процессов в период становления информационного общества;
- 5) информационное взаимодействие людей, что способствует распространению массовой информации;
- 6) ассимиляция культуры общества, способствующая решению многих социальных, бытовых и производственных проблем;
- 7) расширение внутренних и международных экономических и культурных связей, влияющих на миграцию населения.

5. Информатизация общества

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

Информатизация означает широкое использование информационных технологий во всех сферах деятельности, глобализацию. Идет формирование баз знаний по всем отраслям человеческой деятельности. Формируются базы данных по всем интересующим человека вопросам, включая быт, коммерцию, образование. Если в индустриальном обществе стратегическим ресурсом был капитал, то в информационном обществе – информация, знание, творчество.

Информационное общество – это такое общество, в котором производство и потребление информации является важнейшим видом деятельности, а информация признается наиболее значимым ресурсом; новые информационные и телекоммуникационные технологии и техника становятся базовыми технологиями и техникой, а информационная среда наряду с социальной и экологической – новой средой обитания человека.

Основными **отличительными признаками** информационного общества являются:

- информационная экономика;
- высокий уровень информационных потребностей всех членов общества и фактическое их удовлетворение для основной массы населения;
- высокая информационная культура;
- свободный доступ каждого члена общества к информации, ограниченный только информационной безопасностью личности, общественных групп и всего общества.

Информационному обществу присущи:

- единое информационное пространство;

- доминирование в экономике новых технологических укладов, базирующихся на массовом использовании сетевых информационных технологий, перспективных средств вычислительной техники и телекоммуникаций;
- ведущая роль информационных ресурсов в обеспечении устойчивого поступательного развития общества;
- возрастание роли инфраструктуры в системе общественного производства и усиление тенденций к совместному функционированию в экономике информационных и денежных потоков;
- фактическое удовлетворение потребностей общества в информационных продуктах и услугах;
- высокий уровень образования, обусловленный расширением возможностей систем информационного обмена на международном, национальном и региональном уровнях и соответственно – повышенная роль квалификации, профессионализма и способностей к творчеству как важнейших характеристик труда;
- высокая значимость проблем обеспечения информационной безопасности личности, общества и государства, наличие эффективной системы обеспечения прав граждан и социальных институтов на свободное получение, распространение и использование информации.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является информатизация образования – внедрение средств новых информационных технологий в систему образования. Это сделает возможным:

- совершенствование механизмов управления системой образования на основе использования автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей;
- совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, соответствующих задачам развития личности обучаемого в современных условиях информатизации общества;
- создание методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно–учебную, экспериментально – исследовательскую деятельность, разнообразные виды самостоятельной деятельности по обработке информации;
- создание и использование компьютерных тестирующих, диагностирующих, контролирующих и оценивающих систем.

Современный технологический прогресс, повышение роли, качества и объемов информации как автономного ресурса человеческого бытия, с одной стороны, и формирование теории информационного общества, с другой – создают условия для создания, обоснования и реализации национальных стратегий и тактик перехода к информационному обществу. Каждая страна разрабатывает свою концепцию вхождения в информационное общество, исходя из своих собственных конкретных условий.

Построение информационного общества в Украине рассматривается в качестве одной из приоритетных задач национального развития. Общенациональная

стратегия перехода к информационному обществу нашла свое отражение в Государственной программе информатизации Украины. Программа «Электронная Украина» определяет основные направления электронной стратегии развития информационного общества, основанного на широком распространении и обмене информацией, а также на подлинном участии всех заинтересованных сторон в процессах включения страны в мировое информационное пространство.

6. Электронное правительство

Развитие информационного общества подталкивает многие организации к принятию концепции электронного правительства.

Электронное правительство – система государственного управления, основанная на автоматизации всей совокупности управленческих процессов в масштабах страны и служащая цели существенного повышения эффективности государственного управления и снижения издержек социальных коммуникаций для каждого члена общества. Создание электронного правительства предполагает построение общегосударственной распределенной системы общественного управления, реализующей решение полного спектра задач, связанных с управлением документами и процессами их обработки.

Электронное правительство Украины составляют web-сайты Президента Украины, правительства Украины, министерств и других органов власти. Использование возможностей электронного правительства рассматривается органами управления Украины как стратегически важное направление повышения эффективности государственной власти.

Одним из основных условий перехода к информационному обществу является обеспечение свободного и равноправного доступа к информации, главным образом, к той, что находится в государственных информационных ресурсах публичных организаций. Организация в Украине доступа к этой информации демонстрирует признание его одной из важнейших ценностей современной цивилизации. Развитая инфраструктура сетей электросвязи в Украине позволяет обеспечить и совершенствовать подключение к Интернету школ, вузов, учреждений здравоохранения, библиотек, почтовых отделений и других доступных для населения учреждений, что приводит к развитию электронной информационной среды.

Лекция 2. Обработка текстовой информации

1. Этапы обработки текстовой информации.

Процесс обработки текстовой информации можно условно разделить на несколько этапов:

- 1) ввод текста;
- 2) редактирование;
- 3) сохранение документа;
- 4) публикация;
- 5) поиск и открытие созданного документа;
- 6) перевод.

2. Ввод текста

Ввод текста может осуществляться несколькими разными способами:

- набором текста при помощи клавиатуры;
- переводом бумажных документов в электронную форму;
- голосовым вводом;
- рукописным вводом.

Набор текста при помощи клавиатуры в настоящее время является самым распространенным. Для ручного набора текста используют различные текстовые редакторы и издательские системы.

Текстовый редактор – это прикладная программа, позволяющая создавать текстовые документы, редактировать их, просматривать содержимое документов на экране, изменять формат и распечатывать их. Наиболее известен среди пользователей IBM-совместимых компьютеров текстовый редактор Microsoft Word, который входит в состав самого популярного офисного пакета Microsoft Office. Существуют и др. аналогичные ТР: OpenOffice.org Writer, StarOffice Writer, Corel WordPerfect, Apple Pages.

Мощные ТР с широкими возможностями по форматированию текста, с включением графики и проверки правописания часто называют текстовыми процессорами.

Компьютерные издательские системы – это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для компьютерного набора, верстки и издания текстовых и иллюстративных материалов. Главным отличием настольных издательских систем от текстовых редакторов является то, что они предназначены, в первую очередь, для оформления документов, а не для ввода и редактирования. Процесс верстки состоит в оформлении текста и задании условий взаимного расположения текста и иллюстраций. Целью верстки является создание оригинал-макета, пригодного для размножения документа полиграфическим способом. К наиболее распространенным издательским системам относятся: Adobe InDesign, Adobe PageMaker, Corel Ventura Publisher, QuarkXPress.

Перевод бумажных документов в электронную форму производится при помощи специальных устройств – сканеров. Непосредственным результатом работы сканеров является так называемый графический образ информации. Таким образом, в случае работы с текстами мы на выходе процесса сканирования получаем не структурированные данные, логически разбивающиеся на фразы, слова и символы, несущие самостоятельную смысловую нагрузку, а всего лишь переведенную в электронную форму информацию о внешнем виде отсканированного текстового фрагмента.

Для решения задачи восстановления смыслового содержания текста по его изображению предназначен специальный класс программного обеспечения, получивший название **программ распознавания образов** – OCR (от англ. optical character recognizer). Программное обеспечение в современных системах OCR выполняет анализ форм букв и создание текстового файла, в который распознаваемый текст записывается посимвольно с последовательным формированием слов и предложений. Примеры программ OCR: FineReader, CuneiForm, Intuitia.

Голосовой и рукописный способы пока не получили широкого применения, хотя изобретены и прошли первые испытания уже около 30 лет назад и имеют ряд специфических преимуществ. Основной причиной этого явилась дороговизна их разработки и реализации.

Голосовой ввод используется довольно давно в специализированных, в основном технических областях: управляющие системы, робототехника, телефония. Так, многие сотовые телефоны сейчас управляются голосом.

Примеры программ с голосовым вводом:

1) Система автоматического распознавания русской речи "Горыныч". Данная программа позволяет осуществлять голосовой ввод текстов в компьютер в любом редакторе, работающем под операционными системами Windows, а также осуществлять голосовое управление компьютером. Скорость голосового набора текстов зависит от производительности вашего компьютера и может достигать 500-700 печатных знаков в минуту, что значительно превышает скорость "слепого" метода печати. При этом система "Горыныч" осуществляет автоматический контроль правописания: в текстах, введенных с ее помощью, исключены орфографические ошибки.

2) Переводчик Google Translate. Основные возможности программы: поиск в словаре, преобразование текста в речь, голосовой ввод и др.

3) Приложения для iPhone, iPad и iPod touch Dragon Dictation, позволяющее диктовать тексты SMS, писем электронной почты и т.д., и Dragon Search, позволяющее задавать голосом поисковые запросы.

Рукописный ввод коммерчески внедряется всего лишь последние 2-3 года и реализуется, как правило, в небольших портативных компьютерах, по размеру схожих с записной книжкой, где ввод данных организован с помощью устройства, называемого электронным пером. Примером системы ввода и распознавания рукописных текстов является программа PenO'Man for Windows.

Сейчас технологии голосового и рукописного ввода активно развиваются, и, по-видимому, в ближайшем будущем рынок будет перераспределяться в пользу ввода без помощи клавиатуры или с минимальным использованием.

3. Редактирование текста

Редактирование текста – это изменение набранного текста и придание ему надлежащего вида, будь то простое удаление ошибочных символов, вставка текстовых массивов либо так называемое форматирование, связанное в основном с изменением параметров шрифта и абзацев (цвет, начертание, размер и т.д.). Выполнение операций по редактированию текста рассматривают относительно конкретного текстового процессора.

4. Сохранение документа

Сохранение документа является завершающей стадией основной работы по подготовке текстового документа. При сохранении документа необходимо ответственно относиться к выбору формата сохраняемого документа, который зависит от того, где и как мы собираемся дальше работать с этим документом.

Основные особенности наиболее часто употребляемых форматов:

Формат **ASCII** (American Standard Code for Information Interchange - американский стандартный код для обмена информацией) – универсальный формат, предназначенный для обмена текстовой информацией между компьютерами, работающими под управлением разных операционных систем (Windows → UNIX → Linux).

Формат **RTF** (Rich Text Format) – формат обмена документов между текстовыми процессорами. Главное его достоинство в том, что предусматривается передача всех элементов форматирования: размера и параметров шрифта, параметров абзацев и т. д.

Формат **DOC** является внутренним форматом MS Word. При сохранении документа MS Word предлагает по умолчанию именно формат DOC, однако, следует учитывать, что документы формата DOC, созданные в более поздних версиях MS Word будут не всегда совместимы с программой более ранней версии.

Формат **HTML** (Hypertext Markup Language) – формат на основе универсального языка разметки гипертекста для размещения документа в Интернете в виде Web-страниц.

5. Публикация

Публикация – это представление документа в его окончательном, готовом виде. В зависимости от типа представления документа условно выделяют три вида публикации:

- печать документа;
- электронная публикация;
- Web-документы.

Печать документа – это создание его твердой копии на бумаге или прозрачных пленках.

Электронная публикация – это окончательное представление документа в электронном виде с возможностью чтения с экрана и отправки его к другим пользователям. Отправить созданный документ другому пользователю или заказчику можно разными способами:

- на сменных носителях, например на flash-накопителях;
- по электронной почте;
- выложить его в Интернет как Web-страницу;
- сохранить в SharePoint;
- опубликовать как запись блога.

При транспортировке документа **на сменных носителях** могут возникнуть различные неприятности, связанные с тем, что у получателя документа не тот текстовый процессор, в котором создавался документ, не та версия операционной системы, не такая установка шрифтов и т. д. Рассмотренный выше формат RTF обеспечивает лишь передачу элементов форматирования, но не средств и команд, которыми они создавались. При этом графические объекты, таблицы, особенно в цвете, распознаются плохо. Попыткой найти выход из положения явилась разработка фирмой Adobe формата PDF (Portable Document Format – переносимый формат документов), чтобы дать возможность сохранять точное форматирование страниц при обмене электронными файлами. Изначально PDF задумывался как альтернатива печатным документам: инструмент для "безбумажного офиса", который позволял бы просматривать на экране полностью отформатированные документы без помощи создавшего их приложения или установки дополнительных шрифтов. Для оперирования с PDF-файлами Adobe предложила пакет Acrobat. В версии пакета Microsoft Office 2010 имеется встроенный инструмент для конвертирования документа в формат PDF. Для этого следует просто сохранить документ в формате PDF.

Если в состав установленной на компьютере версии пакета Microsoft Office входит приложение Outlook, документы можно отправлять **по электронной почте** непосредственно из TP Word. В пакете Microsoft Office 2010 поддерживаются следующие варианты отправки документа из TP Word:

- отправить как вложение;
- отправить ссылку;
- отправить как PDF;
- отправить как XPS;
- отправить как факс через Интернет.

При отправке документа **как вложение** каждый адресат получает отдельную копию этого документа.

Отправка **ссылки** подразумевает создание сообщения электронной почты, которое содержит ссылку на документ. В результате все получатели такого письма работают с одной и той же копией документа. При этом документ необходимо предварительно сохранить в общем распоряжении.

При отправке документа как **XPS** в сообщение электронной почты вкладывается копия этого документа в формате XPS. **XPS** (XML Paper Specification) – это формат документа, который можно использовать для просмотра, сохранения,

подписывания и защиты содержимого документа. XPS-документ похож на электронный лист бумаги, изменить содержимое которого нельзя. Создать XPS-документ в Microsoft Office 2010 можно путем сохранения документа в формате XPS. Просматривать документ формата XPS можно с помощью средства просмотра XPS. Средство просмотра XPS – это программа, используемая для просмотра, поиска, цифрового подписывания и установки разрешения для XPS-документов, которая встроена в операционную систему Windows и запускается при открытии документа XPS.

Цифровая подпись – это электронная метка безопасности, удостоверяющая подлинность цифровых данных, таких как сообщения электронной почты или электронные документы. Для создания цифровой подписи необходим сертификат подписи, удостоверяющий личность. Сертификаты выпускаются центром сертификации и, аналогично водительскому удостоверению, могут быть отозваны. Как правило, сертификат действителен в течение года, по истечении которого подписывающий должен обновить имеющийся сертификат или получить новый для удостоверения своей личности. Цифровая подпись формируется в результате криптографического преобразования информации с использованием закрытого ключа подписи и позволяет установить отсутствие искажения информации в электронном документе с момента формирования подписи и проверить принадлежность подписи владельцу сертификата ключа подписи.

Использование электронной подписи позволяет осуществить:

1. Контроль целостности передаваемого документа: при любом случайном или преднамеренном изменении документа подпись станет недействительной, потому что вычислена она на основании исходного состояния документа и соответствует лишь ему.

2. Защиту от изменений (подделки) документа: гарантия выявления подделки при контроле целостности делает подделывание нецелесообразным в большинстве случаев.

3. Невозможность отказа от авторства. Так как создать корректную подпись можно, лишь зная закрытый ключ, а он известен только владельцу, он не может отказаться от своей подписи под документом.

4. Доказательное подтверждение авторства документа: Так как создать корректную подпись можно, лишь зная закрытый ключ, а он известен только владельцу, он может доказать своё авторство подписи под документом.

Цифровая подпись не гарантирует, что содержимое файла является безопасным. Для проверки цифровой подписи нужно нажать левой кнопкой мыши на меню **Подписи**, а затем выбрать команду **Просмотр подписей**.

При помощи меню **Разрешения** средства просмотра XPS появилась возможность решать, кто может просматривать, распечатывать, копировать или подписывать цифровой подписью документы XPS. Для повышения безопасности, можно также решить, сколько времени каждый человек может просматривать и вносить изменения в документ. Для того чтобы можно было задавать разрешения для XPS-документов, необходимо загрузить и установить сертификат учетной записи службы управления правами Windows (RAC).

Отправка документов **как факс через Интернет** позволяет производить отправку факсов без факсимильного аппарата. Для отправки факса по Интернет необходимо предварительно зарегистрироваться у поставщика службы факсов.

Чтобы опубликовать документ в как **Web-страницу** следует сохранить его в формате **Веб-страница** или **Веб-страница в одном файле** на веб-сервере. Все web-страницы загружаются в Интернет с помощью специальной программы (например, FileZilla) на сервер хостинг провайдера компании, предоставляющей место для вашего сайта в интернете. Хостинг провайдеры обеспечивают своим пользователям ресурсы, необходимые для размещения информации на сервере. В основную функцию хостинга входит сохранение сайта на серверах и обеспечение посетителям постоянной доступности к нему. В нынешнее время существует множество провайдеров. Они могут быть отечественными или заграничными. Каждый хостинг-провайдер предлагает свои тарифные планы, по которым можно подобрать пакет услуг. Неизменно основное условие – предоставление дискового пространства. Правильный выбор провайдера позволит сайту работать стабильно, а благодаря хорошему оборудованию можно достичь отличных результатов. При этом должна обеспечиваться качественная и оперативная техподдержка. Одни из лучших хостинг-провайдеров Украины: MiroHost, Ukraine, VPS. Можно опубликовать свой веб-документ на бесплатном хостинге, однако следует иметь в виду, что бесплатный хостинг предоставляет ограниченное дисковое пространство с ограниченными возможностями и предполагает размещение на сайте рекламы со стороны хостинг-провайдера, которая "немного" искажает дизайн вашего сайта.

Публикация документа на сайте **SharePoint** целесообразна, когда над одним документом предполагается одновременная работа нескольких пользователей. При сохранении документа в библиотеке SharePoint предоставляется общий доступ к этому документу. Чтобы открыть общий доступ, документ не нужно пересылать, достаточно отправить ссылку на него. Таким образом, работа идет над единственной копией документа. Если требуется внести исправления, это делается в той же копии, без необходимости согласования нескольких версий и копий документа.

Для публикации документа как **запись блога** следует выполнить команду **Файл → Создать → Запись блога**.

Блог (англ. blog, от web log – интернет-журнал событий, интернет-дневник, онлайн-дневник) – веб-сайт, основное содержимое которого – регулярно добавляемые записи, содержащие текст, изображения или мультимедиа. Для блогов характерны недлинные записи временной значимости, упорядоченные в обратном хронологическом порядке (последняя запись сверху). Отличия блога от традиционного дневника обуславливаются средой: блоги обычно публичны и предполагают сторонних читателей, которые могут вступить в публичную полемику с автором (в комментарии к блогзаписи или своих блогах).

Если Интернет подключен, на вкладке **Запись блога** в группе команд **Блог** зарегистрировать подключение к блогу. Если Регистрация выполнена, можно писать заголовок и текст нового (!) сообщения. Проверить **орфографию**. Потом **Опубликовать**.

6. Поиск и открытие созданного документа

Для того чтобы возобновить работу с созданным и сохраненным документом, прежде всего необходимо его найти и открыть. В зависимости от того, был документ опубликован, как Web-страница, или сохранен в файловой системе, его можно искать разными способами: либо средствами Интернета, либо средствами, операционной системы (**Пуск → Найти файлы и папки**).

7. Перевод текста

В настоящее время в связи с быстрым развитием Интернета как средства обмена большими объемами текстовой информации, а также в связи с необходимостью все оперативнее обрабатывать эту информацию чрезвычайную значимость и ценность приобретает возможность межъязыковой коммуникации. Сегодня на рынке имеется много инструментария, который поможет пользователям, во-первых, понимать получаемую информацию, а во-вторых, поставлять свои документы на максимально большом числе языков. Это, например, программы проверки орфографии и грамматики, программы автоматического перевода, системы диктовки, пакеты информационного поиска.

Системы МП различают по трем аспектам:

- по рабочим языкам (различают двуязычные и многоязычные системы МП);
- по типам текстов (для перевода письменного текста и устного диалога);
- по ограничениям по предметной области (обусловлены поддержкой в них лексики, соответствующей той или иной области знаний: медицины, информатики, математики и пр.).

Автоматический перевод часто вызывает нарекания по поводу "глупостей", которые пишет программа, как то: перевод имен собственных, неправильная структура предложения, отсутствие связи существительного с прилагательным и т. д. К числу неоспоримых преимуществ относятся быстрота и сравнительная, относительно ручного перевода, дешевизна обработки текста. Автоматизированными переводчиками надо пользоваться, в определенном смысле, как словарями-подсказчиками, то есть для создания чернового варианта текста, подлежащего в дальнейшем корректированию пользователем-специалистом в данной области.

Лекция 3. Электронные издания

Электронное издание – это электронный документ, прошедший редакционно-издательскую обработку, предназначенный для распространения в неизменном виде и имеющий выходные сведения.

1. Электронные книги

Книги сегодня все чаще приобретают электронную форму. **Электронные книги** – это книги, представленные в цифровых форматах.

93% вновь создаваемой информации является уже цифровой. Множество специалистов занято сегодня переводом различных видов информации в цифровую форму. Возникли даже издательства, которые занимаются исключительно электронными книгами.

Цифровые книги являются важным элементом компьютерной культуры. Они не только выполняют культурные функции обучения и развлечения, значительно расширяя доступ к культурному наследию человечества, но и позволяют создавать пользователям свои новые произведения, а также участвовать в коллективном творчестве. Кроме текста, цифровые книги могут содержать иллюстрации, звуковое сопровождение и другие элементы, обеспечивающие читателю наиболее эффективное восприятие представленного материала.

Чаще всего сегодня электронные книги подразделяют на **аудиокниги** и **визуальные**, т.е. электронные книги, которые слушают и электронные книги, которые читают.

Аудиокнигой принято называть фонограмму, содержащую прочитанное диктором, профессиональными актерами или авторами литературное произведение, текст которого слово в слово соответствует бумажному изданию.

Электронные книги бывают **сетевыми** (расположенными в сети) и **изолированными** (расположенными на компакт-дисках).

Сетевые электронные книги в свою очередь делятся на книги, обеспечивающие:

- только чтение;
- чтение с комментариями;
- чтение/письмо.

Чтение с комментарием – наиболее часто встречающийся вид размещения произведений в Интернете. Читателю/зрителю предоставляется возможность в специальной «гостевой книге» выразить свое восхищение, несогласие и прочие чувства.

Популярные сегодня «гостевые книги» некоторые специалисты склонны рассматривать в качестве нового вида искусства сетературы, т.е. **сетевой литературы**.

Чтение/письмо – это постоянно развивающиеся сетевые проекты. Они делятся на:

- проекты одного автора;
- проекты с возможностью коллективного творчества.

Проект одного автора реализуется в том случае, когда доступ к тексту, расположенному на сайте, защищен и дозволен только самому автору или с его разрешения. Доступ к «многоавторным» проектам доступен всем желающим.

Преимущества электронных книг: наличие поисковых систем, возможность персональных изданий, компактность, доступность и оперативность, возможность построения собственной канвы повествования, экономичность, легкость работы с содержанием.

Недостатки электронных книг: проблемы защиты авторского права, отсутствие единых стандартов на форматы электронных книг, неудобство чтения с экрана, быстрое старение компьютерных технологий, зависимость от электричества и Интернета.

2. Электронные библиотеки

Электронная библиотека – это управляемая коллекция информации, хранящаяся в цифровых форматах и доступная по сети в совокупности с соответствующими сервисами.

Современные электронные библиотеки являются прежде всего новым классом сложных информационных систем, возможности которых рассчитаны не на дублирование функций обычных библиотек, а на новое качество работы с неоднородной информацией.

Электронные библиотеки обладают следующими потенциальными **преимуществами:**

- «доставляют» библиотеку к пользователю, т.е. информация поступает непосредственно на «рабочий стол» пользователя, где есть компьютер, подключенный к сети;
- в электронных документах удобнее, чем в их бумажных аналогах, искать и анализировать нужную информацию;
- отсутствуют проблемы, связанные с невозможностью получить книги, занятые другими читателями;
- предоставляют доступ к самым труднодоступным текстам;
- экономят значительные финансовые средства.

В то же время создание и развитие электронных библиотек наталкивается на целый ряд **проблем:**

- быстрое старение компьютерных технологий;
- недолговечность веб-сайтов и расположенных на них электронных ресурсов;
- недолговечность современных машинных носителей информации;
- все еще дорогостоящая инфраструктура;
- зависимость от электричества и Интернета.

Тем не менее, электронные библиотеки уже стали реальностью современной жизни, т.е. преимущества электронных библиотек значительнее их недостатков. В то же время печатные документы все еще остаются важной частью цивилизации, и их роль в хранении и передаче информации может снижаться лишь постепенно. Поэтому наиболее распространенной формой современной библиотеки является

так называемая **гибридная библиотека**, сочетающая в себе как фонды на бумажных носителях, так и цифровые документы. Большинство крупных современных библиотек во всем мире являются гибридными.

3. Электронные образовательные ресурсы

Электронные образовательные ресурсы – это электронные ресурсы, содержащие информацию образовательного характера, а именно информационные образовательные ресурсы и сервисные ресурсы, предназначенные для обеспечения образовательного процесса.

Сервисные ресурсы представляют собой системы тестирования и контроля знаний, коммуникативные и интерактивные среды, системы онлайн-консультаций и т.д.

Информационные образовательные ресурсы – это учебная, методическая, справочная, организационная и др. информация. Различают следующие виды электронных учебных информационных ресурсов:

- электронные обучающие системы (учебные издания);
- электронные копии авторских курсов лекций, учебников, справочников и учебных пособий;
- электронные сборники задач, тесты, учебно-методические пособия, лабораторные работы, справочники;
- электронные дидактические демонстрационные материалы для сопровождения занятий;
- нормативно-правовые документы в области организации образовательного процесса;
- компьютерные программы.

Электронные обучающие системы (учебные издания) в зависимости от полноты представления учебного материала дисциплины делятся на электронные учебники и электронные учебные пособия.

Электронный учебник – основное учебное электронное издание по образовательной дисциплине, созданное на высоком научно-методическом и техническом уровне, полностью соответствующее требованиям и основным дидактическим единицам государственного образовательного стандарта специальности.

Электронное учебное пособие – учебное электронное издание, созданное на высоком научно-методическом и техническом уровне, частично (полностью) заменяющее или дополняющее электронный учебник.

Электронные копии авторских курсов лекций, учебников, сборников задач, учебно-методических пособий, справочников и учебных пособий являются точными электронными копиями соответствующих изданий в бумажном виде.

Электронные тесты представляют собой электронные материалы для тестирования с использованием программных средств и оценки знаний студентов по определенным предметам, либо разделам с возможностями статистической оценки качества знаний.

Электронные лабораторные работы – это компьютерные модели реальных лабораторных установок, выполненные с помощью специализированных аппаратно-программных средств.

Электронные дидактические демонстрационные материалы для сопровождения занятий представляют собой электронные материалы для сопровождения лекций (презентации, картинки, схемы, видео- и аудиозаписи и др.), демонстрируемые с помощью аппаратных средств (мультимедиа проекторов, телеаппаратуры и т.д.) и подготовленные с помощью инструментальных программных средств.

Электронный справочник представляет собой базу данных справочного материала с инструментальной средой доступа к информации в диалоговом режиме.

Нормативно-правовые и методические документы – это электронные версии нормативных документов, а также методики и педагогические сценарии проведения занятий.

Компьютерные программы представляют собой авторские программные средства, предназначенные для создания электронных ресурсов, организации их хранения и доступа к ним, а также статистической и иной обработки материалов.

4. Электронные учебники

Электронный учебник (ЭУ) представляет собой интегрированное средство, включающее теорию, справочники, задачки, лабораторный практикум, систему диагностики и другие подобные компоненты. В учебниках обучаемому предлагаются и видеофрагменты, иллюстрирующие те или иные процессы, и традиционное изложение текста со статичными рисунками и схемами.

Электронный учебник должен максимально облегчить понимание и запоминание (причем активное, а не пассивное) наиболее существенных понятий, утверждений и примеров, вовлекая в процесс обучения иные, нежели обычный учебник, возможности человеческого мозга, в частности, слуховую, зрительную и эмоциональную память.

Электронный учебник или курс обычно содержит три составляющих:

1 – презентационная часть, в которой излагается основная информация по курсу;

2 – обучающая часть в виде упражнений, заданий и других обучающих форм, с помощью которых информация переходит в разряд знаний;

3 – контролирующая часть (тесты, видеозадачи и др.).

Требования к ЭУ:

- учебный материал излагается из определенной области знаний;
- учебный материал освещается на современном уровне достижений науки, техники и технологии;
- учебный материал излагается систематически, т.е. представляет собой целое завершённое произведение, состоящее из многих элементов, имеющих смысловые отношения и связи между собой, которые обеспечивают целостность учебника;

- ЭУ должен обеспечивать творческое и активное овладение учащимися знаниями, умениями и навыками в изучаемой области знаний;
- ЭУ должен отличаться высоким уровнем исполнения и художественного оформления.

Преимущества электронного учебника по сравнению с печатным:

Электронный учебник может содержать материал нескольких уровней сложности, что позволяет учесть индивидуальные особенности учеников.

Наглядность в электронном учебнике значительно выше, чем в печатном. Наглядность обеспечивается использованием мультимедийных технологий: анимации, звукового сопровождения, гиперссылок, видеосюжетов и т.п.

Электронный учебник обеспечивает разнообразие проверочных заданий и тестов, позволяет давать задания и тесты в обучающем режиме.

Электронный учебник обладает более удобной навигацией и функциями поиска по учебнику.

При создании и тиражировании электронного учебника выпадают стадии типографской работы. Электронные учебники можно дополнять, корректировать, модифицировать в процессе эксплуатации.

Доступность электронного учебника выше, чем у печатного. Электронный учебник можно переслать посредством сети Internet в любую точку мира за считанные минуты.

Недостатки электронного учебника:

- большой поток передаваемой информации, что может привести к снижению усвояемости материала и повышенной утомляемости;
- не сможет объяснить лучше, чем это сделает преподаватель, не поможет разобраться с непонятным, потому что лучше всего объяснит человеку другой человек, а не электронное устройство;
- не научит думать и решать нестандартные творческие задачи;
- не научит студентов общаться и взаимодействовать между собой, не обеспечит необходимую социализацию учеников.

Вывод: электронный учебник не сможет заменить хорошего педагога, но сможет упростить ему работу, сделать её более эффективной.

5. Принципы разработки ЭУ

1. Принцип приоритетности педагогического подхода. Реализуется через постановку образовательной цели и разработку содержания образовательной деятельности на основе одного или комбинации нескольких дидактических подходов: системного, синергетического, проблемного, алгоритмического, программированного, проектного, эвристического, компетентностного и других подходов.

Системный подход означает, что целесообразно разрабатывать комплексные пособия, включающие как лекционный материал, семинарские занятия, так и комбинированные уроки (практики, для гуманитарных и общеспециальных дисциплин). Т. е. пособие должно охватить дисциплинарную систему.

Синергетический подход основывается на доминировании в образовательной деятельности самообразования, самоорганизации, самоуправления и заключа-

ется в стимулирующем или побуждающем воздействии на субъект с целью его самораскрытия и самосовершенствования, самоактуализации в процессе сотрудничества с другими людьми и с самим собой.

Проблемный подход предполагает организацию самостоятельной поисковой деятельности обучающихся по решению учебных проблем, в ходе которых у обучающихся формируются новые компетенции, развиваются способности, познавательная активность, любознательность, эрудиция, творческое мышление и другие лично значимые качества. При проблемном обучении преподаватель не сообщает знания в готовом виде, а ставит перед учеником задачу (проблему), заинтересовывает его, пробуждает у него желание найти способ ее разрешения.

Алгоритмический подход – это обусловленная принципами обучения система регулятивных правил организации учителем процесса усвоения новых знаний и способов действий путем предписаний и показа алгоритмов выполнения заданий.

Программированный подход – это обусловленная принципами обучения система регулятивных правил структурирования учебного материала и управления самостоятельной работой учащихся по его изучению с помощью программных педагогических средств.

Проектный подход предусматривает решение образовательных задач, которые можно рассматривать как образовательные проекты. Проектный подход предполагает определенную совокупность учебно-познавательных приемов, которые позволяют решить ту или иную проблему путем самостоятельных действий учащихся с обязательной презентацией результатов. Основой проектного подхода является его практическая направленность на результат, который обязательно должен быть таким, чтобы его можно было увидеть, осмыслить, реально применить в практической деятельности.

Эвристический подход – это обусловленная принципами обучения система регулятивных правил подготовки учебного материала и проведения эвристической беседы с решением познавательных задач. Эвристика – отрасль знания, изучающая творческое, неосознанное мышление человека.

Компетентностный подход – это подход, акцентирующий внимание на результате образования, причем в качестве результата рассматривается не сумма усвоенной информации, а способность человека эффективно действовать в различных проблемных ситуациях.

2. Принцип модуля. Разбиение материала на разделы, состоящие из модулей, минимальных по объему, но замкнутых по содержанию.

3. Принцип полноты. Каждый модуль должен иметь следующие компоненты: теоретическое ядро, контрольные вопросы по теории, примеры, задачи и упражнения для самостоятельного решения, контрольные вопросы по модулю с ответами, контрольные тесты по всему курсу, контекстную справку, комментариев.

4. Принцип наглядности. В основе принципа создания ЭУ лежит теория мультисенсорного обучения. Каждый модуль должен состоять из коллекции кадров с минимумом текста и визуализацией, облегчающей понимание и запоминание.

ние новых понятий, утверждений и методов. При подготовке иллюстраций выбирают такие, которые выполняют не рекламную и развлекательную роль, а обучающую функцию. Лишь на обложке пособия или титульном листе раздела (модуля) возможно использование иллюстраций, украшающих интерфейс.

5. Принцип ветвления. Каждый модуль должен быть связан гипертекстными ссылками с другими модулями так, чтобы у пользователя был выбор перехода в любой другой модуль. Принцип ветвления предполагает наличие рекомендуемых переходов, реализующих последовательное изучение предмета. Принцип ветвления позволяет регулярно повторять пройденный материал, при этом процесс запоминания основывается на возникновении взаимосвязи между процессом и объектом, между пройденным и новым материалом. С принципом ветвления неразрывно связано понятие о словаре терминов – глоссарии. В электронных пособиях глоссарий не просто список терминов и их разъяснение, даваемое в конце учебника – это своеобразная динамичная система справки. Пользователь должен иметь возможность, встретив в тексте незнакомый или малопонятный термин, тут же обратиться к его толкованию. Наилучшим образом такая система может быть реализована с помощью гиперссылок.

6. Принцип регулирования. Учащийся самостоятельно управляет сменой кадров. Не следует забывать, что пользователь должен чувствовать себя при работе с ЭУ комфортно. Для этого необходимо предусмотреть всевозможные элементы управления, представить, что обучающийся понятия не имеет, как пользоваться интернет-браузером, и реализовать на каждой страничке учебника все возможные элементы навигации с подсказками.

7. Принцип адаптивности. Электронный учебник должен допускать адаптацию к нуждам конкретного пользователя в процессе учебы, позволять варьировать глубину и сложность изучаемого материала и его прикладную направленность в зависимости от будущей специальности учащегося, применительно к нуждам пользователя генерировать дополнительный иллюстративный материал, предоставлять графические и геометрические интерпретации изучаемых понятий и решений задач.

Лекция 4. Технология разработки ЭУ

1. Основные этапы разработки ЭУ:

1. Выбор источников.
2. Разработка оглавления.
3. Переработка текстов в модули по разделам и создание справки.
4. Реализация гипертекста в электронной форме.
5. Разработка компьютерной поддержки.
6. Отбор материала для мультимедийного воплощения.
7. Разработка и реализация звукового сопровождения.
8. Визуализация материала.

2. Выбор источников.

Целесообразно подобрать в качестве источников такие печатные и электронные издания, которые

- наиболее полно соответствуют стандартной программе;
- лаконичны и удобны для создания гипертекстов;
- содержат большое количество примеров и задач;
- имеются в удобных форматах (принцип собираемости).

Наилучшим вариантом является использование в качестве источника уже изданного тем же преподавателем и соответственно проверенного редактором печатного учебного пособия, то есть уже адаптированного под специфику преподавания определенным педагогом и особенности вуза и специальности.

3. Разработка оглавления.

Производится разбиение материала на разделы, состоящие из модулей, минимальных по объему, но замкнутых по содержанию, а также составляется перечень понятий, которые необходимы и достаточны для овладения предметом.

Под **модулем** понимается совокупность знаний и умений, которые позволяют обучаемому выполнять отдельные профессиональные функции.

4. Переработка текстов в модули по разделам и создание справки.

Перерабатываются тексты источников в соответствии с оглавлением и структурой модулей; исключаются тексты, не вошедшие в перечни, и пишутся те, которых нет в первоисточниках; разрабатывается система контекстных справок; определяются связи между модулями и другие гипертекстные связи. Текст ЭУ разделяется на параграфы, соответствующие темам изучаемого содержания предмета, одному или нескольким урокам в соответствии с программой обучения. Текст параграфов структурируется с помощью заголовков, подзаголовков, списков, таблиц.

5. Реализация гипертекста в электронной форме.

Подготавливается проект гипертекста для компьютерной реализации и выполняется реализация в электронной форме. В результате создается примитивное

электронное издание, которое уже может быть использовано в учебных целях. Довольно часто ошибочно именно такое примитивное электронное издание называют электронным учебником.

Гипертекст – это способ организации текста, который дает возможность читателю, работающему с одним текстом, мгновенно получить на экране другой, чаще всего, поясняющий, раскрывающий смысл некоторого понятия глубже, чем текст первоначальный, а затем вернуться обратно и продолжить чтение основного текста. Глубина "вложенности" текстов формально не ограничивается. Связь текстов между собой организуется с помощью гиперссылок.

Гиперссылка (англ. *hyperlink*) – часть гипертекстового документа, ссылающаяся на другой фрагмент текста в этом же документе или на другой документ или файл, расположенный на данном компьютере или в компьютерной сети. Гиперссылка может быть добавлена к любому элементу гипертекстового документа.

Компоновка текста ЭУ должна обеспечивать возможность его комфортного просмотра: необходимо избегать излишнего использования полос прокрутки или перелистывания страниц, желательно обеспечивать возможность просмотра всего смыслового блока на одном экране.

Содержательная часть компьютерного учебного пособия (контент) должна быть очень хорошо структурирована. На первом уровне располагается основная учебная информация. Четкая структуризация текста на первом уровне (дробление учебного материала на небольшие порции информации) позволит сделать его легким для восприятия. Хорошо продуманные заголовки должны создавать интерес и мотивацию к изучению материала. Сложные смысловые места и понятия следует снабжать примерами в форме анимаций или иллюстраций. Однако этого бывает недостаточно для глубокого понимания обучаемым, который к тому же изучает предмет самостоятельно в отрыве от преподавателя и сокурсников. Поэтому в компьютерных продуктах учебного назначения, чтобы не загружать основной текст, организуют информацию второго плана. Это по своей сути дополнительная информация, которая помогает более глубоко осветить излагаемый вопрос, дополнить его, расширить, изложить полярные точки зрения и т.п. Часто информация второго плана содержит справочные данные. Дополнительный материал в ЭУ может располагаться вместе с основным учебным материалом в виде гипертекстовых (гипермедийных) врезок или всплывающих окон.

При изложении самого учебного материала в тексте всегда встречаются новые термины, понятия незнакомые учащемуся. Для того, чтобы восприятие учебного материала не вызывало затруднений по этой причине, используют динамические подсказки объясняющие смысл незнакомых слов, встречающихся в тексте. Пояснительные тексты могут быть реализованы в форме всплывающих подсказок, появляющихся при активизации соответствующего слова (словосочетания) или изображения.

ЭУ должны обеспечивать обучаемому возможность работы в интерактивном режиме, легкость и простоту навигации по структуре электронного учебного издания.

Под **навигацией** понимается возможность быстро перейти от одной темы к другой, получить необходимую справку, комментарий, просмотреть иллюстрацию (в том числе, видеофильмы, интерактивные анимации, виртуальные модели), быстро найти необходимую информацию, выйти в Интернет, обменяться по электронной почте сообщениями с преподавателем-консультантом. Рекомендуется использовать следующие общепринятые методы навигации по учебному материалу любого курса:

– **постраничный доступ к материалу** – используется при получении знаний по какой-либо дисциплине во всех случаях, когда важна последовательность в изложении материала, при этом происходит продвижение по тексту с демонстрацией всех связанных элементов мультимедиа;

– **возможность доступа по разделам, темам и подтемам** материала важна для понимания логики курса в целом и часто применяется для повторного обращения к информации и при пользовании справочниками;

– **поиск по ключевому слову, словосочетанию, строке** дает возможность находить требуемые сведения по нужным понятиям, даже не имея представления о логике изложения информации в данной дисциплине;

– **возможность навигации в текстах по «горячим» словам и связанным темам** означает, что при чтении текста пользователь может выяснить значение выделенных понятий, переместиться в связанный с изложением фрагмент другой темы, в конце текста перейти к одной из тем, логически продолжающих прочитанную;

– **доступ по элементам мультимедиа**, содержащимся в обучающей системе, облегчает поиск нужной информации, поскольку для памяти человека удобнее оперировать со зрительными и звуковыми образами, а не с абстрактными понятиями. В зависимости от организации материала такими медиаэлементами могут быть таблицы, графики, схемы, рисунки, картографические изображения, анимация, звуковые и музыкальные фрагменты, фотографии, кино- и видеоматериалы, интерактивные элементы.

6. Разработка компьютерной поддержки.

На этом этапе создания ЭУ разрабатывается общий сценарий создания компьютерного продукта. Определяется, какие математические действия в каждом конкретном случае поручаются компьютеру, и в какой форме должен быть представлен ответ компьютера; выбирается платформа, на базе которой будут реализованы определенные выше действия. Разрабатываются инструкции для пользователей по использованию ЭУ. Кроме того, выбирается среда, в которой будет вестись разработка, определяется общий стиль графического оформления, основные контуры пользовательского интерфейса. В результате создается работающий электронный учебник, который обладает свойствами, делающими его необходимым для студентов, полезным для аудиторных занятий и удобным для преподавателей. Теперь электронный учебник далек от совершенства, но готов к дальнейшему совершенствованию (озвучиванию и визуализации) с помощью мультимедийных средств.

Примеры бесплатных редакторов для создания ЭУ:

eBooksWriter LITE –довольно простая в эксплуатации программа с достаточным количеством функций. С её помощью создают книги не только для ПК, но и для мобильных устройств. eBooksWriter LITE имеет простой визуальный редактор, подходящий как для начинающего, так и для продвинутого пользователя. Продукт даёт возможность не только создавать пособия с нуля, но и импортировать уже готовые книги в формате *.rtf или *.doc. Кроме текстовых данных, книга, созданная с помощью eBooksWriter LITE, может содержать аудио и видео файлы и таблицы.

Достоинства:

- Учебник, созданный с помощью данного продукта, представляет собой самораспаковывающийся файл небольшого размера.
- Можно защитить паролем отдельные части книги или всё пособие целиком.
- Есть возможность защиты от копирования или печати.
- Книги сохраняются в формате .exe.
- Есть подключаемые модули.

Недостаток:

Бесплатная версия может создавать электронные учебники только размером до 1 мб, что соответствует примерно 20 страницам. В версиях pro и gold допустимый размер книг гораздо больший: до 260000 страниц.

eBook Maestro – универсальное средство создания электронных журналов, пособий, отчётов, презентаций, опросников, книг и т.п. С помощью данного продукта в пособие могут быть включены файлы разных типов: HTML страницы, VB и Java скрипты, звуковые, графические и видео файлы и многие другие. С помощью eBook Maestro можно вставлять в книгу ссылки на ваш ресурс в Интернете, публиковать адрес электронной почты, а также создавать инконки.

Достоинства:

- Поддержка HTML, WSH (компонент Microsoft Windows, предназначенный для запуска сценариев на скриптовых языках).
- Обработка и сохранение данных, введённых пользователем в проект.
- Защита от плагиатчиков.
- Преобразование текста в речь.
- Быстрый и удобный поиск.

Недостатки:

- В бесплатной версии можно создавать проекты только для некоммерческих целей, то есть, нет возможности настроить функцию покупки.
- Максимальное число файлов для одной книги в бесплатной версии – 500, в то время как в версиях STANDARD и PRO их неограниченное количество.

ChmBookCreator – простой в использовании продукт, который из обычных файлов htm, txt, doc и rtf создаст электронное пособие, которое будет выглядеть как обычная раскрытая книга на бумажном носителе. С помощью

ChmBookCreator можно создать хорошо структурированный учебник с биографией автора и оглавлением.

Достоинства:

- Можно не только создавать книги, но и конвертировать их из других форматов.
- Есть возможность создавать собственный уникальный дизайн для пособия.
- Удобен для рядового пользователя.
- Есть подробная встроенная справка.

Недостатки:

- В файлах нет ни скроллинга (прокрутка содержимого окна при помощи колесика мыши), ни закладок (ссылки на страницы, с помощью которых можно легко перейти в нужное место).
- Медленная обработка файлов .doc.

Основные виды Web-технологий для создания ЭУ:

- технология HTML (язык разметки сайтов, позволяет получать практически полный аналог статического традиционного издания, включая текст, рисунки и систему гипертекстовой навигации);

- технология JAVA (язык программирования, с помощью которого можно придать своей странице элементы интерактивности, формировать, компоновать и полностью контролировать формат всплывающих окон и встроенных фреймов, организовывать такие активные элементы, как "часы", "бегущие строки" и иную анимацию, создать чат);

- технология CGI (серверная технология, используемая для организации обмена данными между web-сервером и другими программами, работающими на сервере);

- технология PHP (язык программирования, который позволяет автоматизировать задачи веб-мастера);

- технология Macromedia Flash (средство создания анимированных проектов на основе векторной графики с встроенной поддержкой интерактивности).

7. Отбор материала для мультимедийного воплощения.

Изменяются способы объяснения отдельных понятий и утверждений и отбираются тексты для замены мультимедийными материалами. Рекомендуется использовать тот или иной вид иллюстраций в местах, трудных для понимания учебного текста, требующих дополнительного наглядного разъяснения, для обобщений и систематизации тематических смысловых блоков, для общего оживления всего учебного материала.

Мультимедийные материалы – это комбинация текста, изображений, аудио- и видеоматериалов, а также графики.

Мультимедиа материалы могут как полностью воспроизводиться на странице ЭУ, так и открываться в отдельном окне по клику на соответствующий элемент

на странице ЭУ. Подпись к мультимедиа или обозначающему его элементу должна ясно сообщать пользователю о типе и назначении данного ресурса.

8. Разработка и реализация звукового сопровождения

Разрабатываются тексты звукового сопровождения отдельных модулей с целью разгрузки экрана от текстовой информации и использования слуховой памяти обучаемого для облегчения понимания и запоминания изучаемого материала.

9. Визуализация материала

Разрабатываются и реализовываются сценарии визуализации модулей для достижения наибольшей наглядности, максимальной разгрузки экрана от текстовой информации и использования эмоциональной памяти учащегося для облегчения и запоминания изучаемого материала.

Визуализация – это компьютерное воплощение разработанных сценариев с использованием таблиц, схем, рисунков, графиков, видео и анимации.

Вставлять видеофайлы на страницы электронного учебника можно двумя способами. Первый способ – это разместить свои видео файлы на бесплатных серверах, например, на YouTube.

Преимуществом такого способа является то, что можно не заботиться о форматах ваших видео файлов, так как, например, YouTube поддерживает почти все форматы. Кроме того созданный вами электронный учебник будет небольшого объема, ввиду того, что ваши видео файлы находятся на стороннем хранилище информации и не входят в ваш учебник.

Недостатком данного способа следует считать то, что эти бесплатные средства поместят на ваше видео ссылки на рекламные материалы и посторонние видео. Главный же недостаток такого способа – это то, что ваш электронный учебник теряет автономность. Его можно просматривать только на компьютерах, подключенных к Internet, да и качество просмотра электронного учебника будет зависеть от скорости вашего Internet-подключения.

Поэтому следует предпочесть способ, при котором видеофайлы входят в состав вашего учебника. Но здесь следует позаботиться о том, чтобы созданный вами учебник был небольшого размера. Для этого следует все видеофайлы конвертировать в формат FLV, который чаще всего используется в Internet. Для конвертации файлов можно использовать многочисленные программные средства, бесплатные версии которых можно скачать в Internet.

Лекция 5. Мультимедийные технологии

Мультимедиа (multimedia) – это современная компьютерная информационная технология, позволяющая объединить в компьютерной системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию (мультипликацию).

Сегодня сложилось три различных понимания слова мультимедиа.

1. Первое – объединение многокомпонентной информационной среды (текста, звука, графики, фото, видео) в однородном цифровом представлении.

2. Второе – оборудование, которое позволяет работать с информацией различной природы. Это мультимедиа-платы, мультимедиа-комплексы и мультимедиа-центры.

3. Третье – это "мультимедиа-продукт", составленный из данных всевозможных типов, как каталог или энциклопедия. Чаще всего такой продукт ассоциируется с CD-ROM и DVD-ROM. Мультимедиа-продукт может содержать не меньше информации, чем довольно большой музей или библиотека, а поскольку в принципе он доступен любому, значит, он должен быть организован так, чтобы в нем можно было разобраться без специального образования. Для этого создается система меню и ссылок, которая служит путеводителем в море данных. По главному меню можно оценить структуру материала и быстро отыскать нужный раздел, при желании легко можно пропустить неинтересное, получить справку, если вдруг встретилось непонятное слово или углубится в детали. Есть также докторские энциклопедии, в которых можно узнать все болезни, о первой помощи и т.д. Есть анатомические атласы, состоящие из статей, видеофрагментов, поясняющие деятельность отдельных органов, а также в виде толкового словаря. Есть также географические энциклопедии, например "Великие города мира" дает полную информацию о большинстве крупных городов.

Различают следующие мультимедиа-технологии:

– **гипермедиа** – расширение понятия "гипертекст" на мультимедийные виды организации данных;

– **интерактивное мультимедиа** – мультимедийная система, обеспечивающая возможность произвольного управления видеоизображением и звуком в режиме диалога;

– **"реальное/живое видео"** – мультимедийная система, способная работать в режиме реального времени.

По способу представления информации мультимедиа-приложения можно разделить на линейные и нелинейные.

Примером **линейного способа** представления является видео. Человек, просматривающий видеофайл, никаким образом не может повлиять на его вывод. **Нелинейный способ** представления информации позволяет человеку участвовать в выводе информации, взаимодействуя каким-либо образом со средством отображения мультимедийных данных. Участие человека в данном процессе также называется интерактивностью. Нелинейный способ представления мультимедийных данных иногда называют гипермедиа.

Для работы с мультимедиа существуют бесплатные пакеты мультимедийных приложений. Например, программа **Free Studio** – набор полезных инструментов, состоящий из 43 программ и утилит а свободном распространении.

Возможности Free Studio:

- загрузка видео с YouTube;
- просмотр изображений;
- проигрывания аудио- и видеозаписей;
- создание скриншотов и видеозахват;
- извлечение аудиодорожек из видео в отдельный файл;
- конвертер (поддержка всех популярных форматов, в том числе для iPhone, iPod, PSP, BlackBerry, современных смартфонов);
- запись на диски;
- быстрая публикация видео на YouTube и Facebook.

Скриншот или **снѐмок экранѐа** (англ. *screenshot*) – изображение, полученное компьютером и показывающее в точности то, что видит пользователь на экране монитора или другого визуального устройства вывода. Обычно это цифровое изображение получается операционной системой или другой программой по команде пользователя. Намного реже снимки экрана получают с помощью внешнего устройства, такого, как фото-/видеокамера, или путѐм перехвата видеосигнала от компьютера к монитору.

Простейший способ получения снимка экрана для операционных систем Microsoft Windows – использование клавиши **PrtScr** для всего экрана или сочетания клавиш **Alt+PrtScr** для текущего окна. При этом снимок копируется в буфер обмена операционной системы и может быть затем вставлен в любое приложение Windows. Начиная с Windows Vista, снимок экрана можно сделать и с помощью программы **Ножницы**, которая входит в состав стандартных программ системы.

Видеозахват экрана или **скринкаст** (англ. *screencast*) – это цифровая аудио и видеозапись (видеоролик), которая производится непосредственно с монитора компьютера. Для создания скринкастов используют не web- или видеокамеры, а специальное программное обеспечение, например, сервис Screeng – самый быстрый и простой способ для записи скринкастов.

Многокомпонентную мультимедиа-среду разделяют на три группы: аудио-ряд, видеоряд и текстовая информация.

1. Звук в мультимедиа

В мультимедиа используются следующие типы аудиоданных:

- фоновый звук;
- основной звук;
- специальный звук;
- озвучивание;
- озвучивание событий.

Тексты звукового сопровождения записываются в звуковые файлы. **Звуковые файлы** – это файлы, содержащие цифровую запись аудиоданных. Существуют

ет два основных типа звуковых файлов: **с оцифрованным звуком** и **с нотной записью**.

Файлы с оцифрованным звуком – это звуковые файлы, в которых исходная непрерывная форма сигнала записана в виде последовательности коротких дискретных значений амплитуд звукового сигнала через одинаковые промежутки времени и имеющих между собой весьма малый интервал. Файлы с оцифрованным звуком бывают двух видов: **с заголовком** и **без заголовка**. В заголовке указываются параметры, которые характеризуют оцифрованный звук.

Наиболее распространенные форматы файлов с заголовком: .wav, .aif, .au, .mp3; без заголовка: .pcm, .sb, .ul.

Файлы с нотной записью – это звуковые файлы, которые содержат последовательность команд, сообщающих какую ноту, каким инструментом и как долго нужно воспроизводить в тот или иной момент времени.

Форматы файлов с нотной записью: .mid, .amf, .far, .mod и др.

Соответственно, в современных компьютерах можно выделить две наиболее популярные технологии, имеющие отношение к звуку и музыке:

- **Audio (аудио)** – наиболее универсальная технология, представляющая произвольный звук как он есть – в виде цифрового представления исходного звукового колебания или звуковой волны (wave), отчего в ряде случаев она именуется wave-технологией. Позволяет работать со звуками любого вида, любой формы и длительности. Звуковая информация обычно хранится в файлах с расширением WAV.

- **MIDI** – нотно-музыкальная технология, основанная на регистрации событий, происходящих при игре на электронном инструменте. Позволяет весьма точно записать достаточно сложное музыкальное произведение, а затем любое число раз исполнить его в точном соответствии с программой. Информация обычно хранится в файлах с расширением MID.

Для применения аудио-технологии достаточно простейшего звукового адаптера, содержащего аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Для кодирования непрерывного звукового сигнала производится его **дискретизация** по времени (**оцифровка**). Непрерывная звуковая волна разбивается на отдельные короткие временные участки, причем для каждого такого участка устанавливается определенная величина амплитуды. Это выполняется устройством, называемым аналогово-цифровым преобразователем (АЦП), который измеряет напряжение поступающего с микрофона звукового сигнала через равные промежутки времени и записывает полученные значения (в виде многозначных двоичных чисел) в память компьютера. В результате, непрерывная зависимость амплитуды сигнала от времени заменяется на дискретную последовательность значений уровней громкости.

Для того чтобы воспроизвести закодированный таким образом звук, нужно выполнить обратное преобразование, для которого служит цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

Для использования MIDI-технологии прежде всего нужен электронный музыкальный инструмент, преобразующий последовательность нот и команд управления в звук – обычный или сразу цифровой.

В Windows каждая технология представлена своим типом звукового устройства. Устройства могут быть реальными и виртуальными (программы-имитаторы). Общение программ с устройствами происходит посредством аудио- и MIDI-портов, которые появляются в системе после установки соответствующих устройств.

Для редактирования звуковой информации в цифровом представлении используются специальные программы – **аудиоредакторы**. Аудиоредакторы используются для записи музыкальных композиций, подготовки фонограмм для радио, теле и интернет-вещания, озвучивания фильмов и компьютерных игр, реставрации старых оцифрованных фонограмм, акустического анализа речи (изучение характеристик, определяемых анатомическими, физиологическими и психофизиологическими особенностями индивидуума).

Функции аудиоредакторов могут отличаться в зависимости от их предназначения. Самые простые из них, зачастую свободно распространяемые, имеют ограниченные возможности по редактированию звука и минимальное количество поддерживаемых аудиоформатов. Профессиональные пакеты могут включать многодорожечную запись, поддержку профессиональных звуковых плат, синхронизацию с видео, расширенный набор кодеков, огромное количество эффектов как внутренних, так и подключаемых – плагинов.

Кодек (англ. *codec*, от *coder/decoder* – шифратор/дешифратор – кодировщик/декодировщик) – устройство или программа, способная выполнять преобразование данных или сигнала. Кодеки могут как кодировать поток/сигнал (часто для передачи, хранения или шифрования), так и раскодировать – для просмотра или изменения в формате, более подходящем для этих операций. Большинство кодеков для звуковых и визуальных данных используют сжатие с потерями, чтобы получать приемлемый размер готового (сжатого) файла.

Плагин (англ. *plug-in*, от *plug in* "подключать") – программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения её возможностей. В программах обработки звука плагины выполняют обработку и создание звуковых эффектов, изменяют технические характеристики звука и прочее.

Программы для редактирования аудио

Sony Vegas – профессиональная программа для редактирования и монтажа аудио и видео данных. Имеет удобный и понятный интерфейс, поддерживает работу практически со всеми видео форматами. Программа условно бесплатная, имеет бесплатный период на 30 дней.

Audacity – бесплатная программа для работы с аудио. Имеет ряд профессиональных функций: удаление шума, импорт и экспорт файлов в различных форматах, базовые операции редактирования аудио – вырезание, вставка, сведение дорожек и т.д.

Reaper – мощная программа для редактирования аудио. Позволяет по отдельности редактировать отдельные треки, сводить их и сохранять в необходимом формате и качестве. Программа условно бесплатная, имеет 30-ти дневный пробный период.

2. Компьютерная графика.

Компьютерная графика – область деятельности, в которой компьютеры используются как инструмент для создания изображений, а также для обработки визуальной информации, полученной из реального мира. Компьютерной графикой называют также и результат такой деятельности.

Для передачи и хранения цвета в компьютерной графике используются различные формы его представления. В общем случае цвет представляет собой набор чисел-координат в некоторой цветовой системе. Способы хранения и обработки цвета в компьютере обусловлены свойствами человеческого зрения.

В связи с необходимостью описания различных физических процессов воспроизведения цвета были разработаны различные цветовые модели. Цветовые модели описывают цветовые оттенки с помощью смешивания нескольких основных цветов. Основные цвета разбиваются на оттенки по яркости (от темного к светлому), и каждой градации яркости присваивается цифровое значение (например, самой темной – 0, самой светлой – 255). Считается, что в среднем человек способен воспринимать около 256 оттенков одного цвета. Таким образом, любой цвет можно разложить на оттенки основных цветов и обозначить его набором цифр – цветовых координат.

Различают аддитивные и субтрактивные модели. В **аддитивных** моделях при сложении всех базовых цветов получается более светлый цвет, в **субтрактивных** – более темный. Рассмотрим наиболее распространенные модели.

Цветовая модель RGB. В основе одной из наиболее распространенных цветовых моделей, называемой RGB моделью, лежит воспроизведение любого цвета путем сложения трех основных цветов: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Например: (255, 64, 23) – цвет, содержащий сильный красный компонент, немного зелёного и совсем немного синего. Поскольку в RGB модели происходит сложение цветов, то она является аддитивной. Модель RGB хорошо подходит для описания цветов, отображаемых мониторами и сканерами, а также на страницах Интернет. При печати изображения в модели RGB могут возникнуть значительные цветовые искажения.

Цветовые модели CMYK. CMYK – субтрактивная модель. В модели CMYK цвета смешиваются как краски: при отсутствии красок виден белый лист, после смешения всех красок максимальной интенсивности получается черный цвет. Цвета в CMYK не такие чистые, как в RGB. Базовые цвета модели CMYK: Cyan (голубой), Magenta (светло-пурпурный) и Yellow (желтый). Модель CMYK используется, когда изображение предназначено для печати.

Цветовая модель HSB. Модель HSB основывается не на базовых цветах, а на понятиях оттенок (Hue), насыщенность (Saturation) и яркость (Brightness). Снижение насыщенности аналогично добавлению белой краски на палитру, сни-

жение яркости – добавлению черной. Значение цвета выбирается как вектор, исходящий из центра окружности. Точка в центре соответствует белому цвету, а точки по периметру окружности — чистым спектральным цветам. Направление вектора задается в градусах и определяет цветовой оттенок. Длина вектора определяет насыщенность цвета. На отдельной оси, называемой ахроматической, задается яркость, при этом нулевая точка соответствует черному цвету. Цветовой охват модели HSB перекрывает все известные значения реальных цветов. При работе в графических программах с помощью модели HSB очень удобно подбирать цвет, так как представление в этой модели цвета согласуется с его восприятием человеком. Модель HSB принято использовать при создании изображений на компьютере с имитацией приемов работы и инструментария художников. После создания изображения его рекомендуется преобразовать в другую цветовую модель, в зависимости от предполагаемого способа публикации.

Профессиональные графические программы обычно позволяют оперировать с несколькими цветовыми моделями, большинство из которых создано для специальных целей или особых типов красок.

Компьютерную графику разделяют на векторную, растровую, трехмерную и фрактальную.

Растровая графика – это прямоугольная матрица, состоящая из множества очень мелких, неделимых точек (пикселей). Каждый такой пиксель может быть окрашен в какой-нибудь один цвет. Так как пиксели имеют очень маленький размер, то такая мозаика сливается в единое целое, и при хорошем качестве изображения (высокой разрешающей способности) человеческий глаз не видит пикселизацию изображения. Растровые изображения невозможно увеличивать для уточнения деталей. Так как изображение состоит из точек, то увеличение приводит к тому, что точки становятся крупнее, что визуально искажает иллюстрацию. Этот эффект называется пикселизацией.

Растровые редакторы являются наилучшим средством обработки фотографий и рисунков, т.к. обеспечивают высокую точность передачи градаций цветов и полутонов.

Изображения, создаваемые в растровых программах, всегда занимают много памяти. Размер файла, хранящего растровое изображение, зависит от двух факторов:

- от размера изображения;
- от глубины цвета изображения (чем больше цветов представлено на изображении, тем больше размер файла).

Форматы файлов растровой графики: .BMP, .GIF, .PNG, .TIFF, .JPEG.

Растровая графика используется в графических редакторах Paint, PhotoShop и др.

Adobe Photoshop (Фотошоп) – это многофункциональный графический редактор, который был разработан фирмой Adobe Systems. Данная программа является лидером рынка в области редактирования растровых изображений.

Векторная графика представляет изображение как набор элементарных геометрических объектов, таких как: точки, прямые, окружности, прямоугольники и т.д. Объекты векторной графики являются графическими изображениями математических функций. Объектам присваиваются некоторые атрибуты, например толщина линий, цвет заполнения. Рисунок хранится как набор координат, векторов и других чисел, характеризующих набор примитивов. Изображение в векторном формате можно без потерь в качестве масштабировать, поворачивать, деформировать. Редакторы векторной графики: CorelDRAW, Adobe Illustrator, Adobe Fireworks. Форматы файлов векторной графики: .WMF, .CDR, .EPS.

CorelDRAW – это программный комплекс, который включает в себя:

- редактор векторной графики CorelDRAW;
- редактор растровой графики CorelPhotoPaint;
- программу для захвата изображения с экрана компьютера CorelCapture;
- программу для перевода растровой картинке в векторное изображение CorelTrace и др.

По возможностям создания и редактирования векторных изображений CorelDRAW является одним из самых лучших редакторов в мире.

Трёхмерная (3D) графика – это область компьютерной графики, позволяющая описывать объёмные объекты с помощью компьютера. Все объекты обычно представляются как набор поверхностей или частиц. Минимальную поверхность называют полигоном. В качестве полигона обычно выбирают треугольники. Любые трёхмерные объекты описаны тремя координатными прямыми: x , y , z . Создание трёхмерных объектов делится на два основных этапа:

Моделирование – создание трёхмерного объекта в редакторе 3D графики.

Визуализация (рендеринг) – построение изображения в соответствии с моделью объекта. Стоит понимать, что трёхмерная модель остается таковой лишь условно, так как любое изображения на дисплее является двумерным.

Трёхмерная графика нашла широкое применение в таких областях, как научные расчеты, инженерное проектирование, компьютерное моделирование физических объектов.

Программные средства обработки трёхмерной графики:

3D Studio Max. Этот пакет считается "полупрофессиональным". Однако его средств вполне хватает для разработки качественных трёхмерных изображений объектов неживой природы. Отличительными особенностями пакета являются поддержка большого числа аппаратных ускорителей трёхмерной графики, мощные световые эффекты.

Blender – пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки видео, а также создания интерактивных игр. Особенности пакета являются малый размер, высокая скорость рендеринга, наличие версий для множества операционных систем.

Фрактальная графика генерируется с помощью математических расчетов, но в отличие от векторной графики базовым элементом фрактальной графики является сама математическая формула – это означает, что никаких объектов в памяти компьютера не хранится, и изображение (как бы ни было оно замысловато) строится исключительно на основе уравнений. Создание фрактальной художественной композиции состоит не в рисовании или оформлении, а в программировании. Математической основой фрактальной графики является фрактальная геометрия.

Фрактал – геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком.

С использованием фракталов могут строиться не только ирреальные изображения, но и вполне реалистичные (например, фракталы нередко используются при создании облаков, снега, береговых линий, деревьев и кустов и др.). Поэтому применять фрактальные изображения можно в самых разных сферах, начиная от создания обычных текстур и фоновых изображений и кончая фантастическими ландшафтами для компьютерных игр или книжных иллюстраций.

Примеры программ для генерации фракталов:

Программа Art Dabbler – сочетает в себе мощные средства для рисования и редактирования изображений. С Art Dabbler пользователи всех возрастов и способностей могут рисовать с прекрасными, реалистичными результатами, а также создавать анимированные флипбуки (flipbooks) и экспортировать их в качестве цифровых фильмов.

Флипбук – это небольшая книжка, на каждой странице которой изображен кадр. Если быстро листать, то получается эффект видео.

Программа Ultra Fractal. Ultra Fractal – лучшее решение для создания уникальных фрактальных изображений профессионального качества. Пакет отличается дружелюбным интерфейсом, многие элементы которого напоминают интерфейс Photoshop (что упрощает изучение), и сопровождается подробной и прекрасно иллюстрированной документацией. Ultra Fractal представлен двумя редакциями: Standard Edition и расширенной Animation Edition, возможности которой позволяют не только генерировать фрактальные изображения, но и создавать анимацию на их основе. Для создания фрактальных изображений можно воспользоваться прилагаемыми в поставке формулами, которые при необходимости можно отредактировать. Есть возможность скачивания новых формул с сайта программы. Подготовленные пользователи могут создать собственную формулу, для чего в пакете имеется встроенный текстовый редактор с поддержкой базовых шаблонов, основанных на стандартных конструкциях языка программирования фрактальных формул.

3. Компьютерное видео

Компьютерное видео представляет собой последовательность цифровых изображений и связанный с ними звук.

Цифровое видео характеризуется четырьмя основными факторами: частота кадра (стандартная скорость воспроизведения видеосигнала – 30 кадров/с), экранное разрешение (количество точек, из которых состоит изображение на экране), глубина цвета (показатель определяет количество цветов, одновременно отображаемых на экране) и качество изображения (размер четкой картинке на экране).

Наиболее распространенные форматы видеофайлов:

AVI (Audio-Video Interleaved) – контейнер разработанный корпорацией Microsoft. Это один из самых распространенных форматов видео файлов. В этом формате можно использовать различные кодеки.

WMV (Windows Media Video) – Windows Media, разработанный корпорацией Microsoft. Для проигрывания не требуется установка дополнительных кодеков.

FLV (Flash Video) – видеоформат, созданный для передачи видео через Интернет.

MKV (Matroska) – контейнер, который может содержать видео, аудио, субтитры и прочее. Этот формат может содержать различные типы субтитров и поддерживает добавление нескольких звуковых дорожек в видео файл.

MPEG-1 (Moving Picture Experts Group 1) – это наиболее совместимый формат для проигрывания на компьютерах с CD/DVD оптическими приводами.

MPEG-2 (Moving Picture Experts Group 2) – этот стандарт используется в DVD и цифровом телевидении DBV. В этом формате снимают видео в различных устройствах для съемки видео.

MPEG-3 (Moving Picture Experts Group 3) – этот стандарт был разработан для телевидения высокой четкости HDTV.

MPEG-4 (Moving Picture Experts Group 4) – этот стандарт состоит из нескольких стандартов, включает в себя многие возможности MPEG-1 и MPEG-2.

MOV – контейнер, разработанный корпорацией Apple. В этом формате может содержаться несколько видео и аудио дорожек, субтитры, анимация и панорамные изображения. Этот формат удобен для редактирования.

MP4 – видео файл одной из спецификаций стандарта MPEG-4. Этот формат очень близок к формату MOV и обладает почти такими же возможностями.

Программное обеспечение:

Adobe Premiere – наиболее распространенная программа редактирования цифрового видео. Обладает удобным интуитивно понятным интерфейсом. Поддерживает несколько видео- и звуковых каналов, содержит набор переходов между кадрами, позволяет синхронизировать звук и изображение.

4. Компьютерная анимация

Компьютерная анимация – вид мультипликации, создаваемый при помощи компьютера, другими словами, последовательный показ заранее подготовленных графических файлов, а также компьютерная имитация движения с помощью изменения и перерисовки формы объектов или показа последовательных изображений с фазами движения. Анимация представляет практически неограниченные

возможности по имитации ситуаций и демонстрации движения объектов и позволяет представить в динамике:

- процесс "порционной" подачи текстовой информации;
- процесс имитации движения частей иллюстрации;
- имитацию движения рисунка;
- физические, химические, технологические и др. процессы;
- техническое конструирование;
- процессы природных явлений и т.д.

В настоящее время анимация создается в основном с помощью специальных компьютерных программ. Эта технология заменила использовавшуюся ранее покадровую съемку на киноплёнку. Различают двумерную и трехмерную компьютерную анимацию.

Двумерная (2D) анимация отражает действие на плоскости. Объекты представлены плоскими фигурами, тени отсутствуют или представлены однотонными очертаниями. Перемещение объектов в плане может имитироваться изменением их масштаба и удалением невидимых (перекрываемых другими объектами) частей.

Трёхмерная анимация (3D) характеризуется объемным представлением объектов, наличием виртуальных источников освещения, теней, учетом законов распространения, отражения и преломления света. При создании трёхмерной компьютерной анимации сначала создаются каркасные модели объектов из кривых Безье или сплайнов.

Кривые Безье были разработаны в 60-х годах XX века французским инженером Пьером Безье для компьютерного проектирования автомобильных кузовов.

Сплайн (от англ. *Spline* – гибкое лекало для черчения кривых линий) – функция, область определения которой разбита на конечное число отрезков, на каждом из которых сплайн совпадает с некоторым алгебраическим многочленом.

Затем модели "обтягиваются" виртуальными материалами, имитирующими отражение света поверхностью реальных объектов, определяются источники света и виртуальные кинокамеры. Для создания сколько-нибудь сложной трёхмерной анимации необходимы специально подготовленные специалисты.

В последнее время на персональных компьютерах появились технологии, позволяющие использовать для визуализации моделей трёхмерной анимации специализированный процессор графической карты Direct3D. В результате появилась возможность визуализации в реальном времени довольно сложных сцен. Это открывает путь для создания интерактивной трёхмерной анимации, необходимой для получения "виртуальной реальности". Создание такой анимации очень трудоёмко и практикуется в настоящее время в основном в высокобюджетных компьютерных играх и тренажерах.

Виртуальная реальность (англ. *virtual reality*) – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие.

Лекция 6. Обработка данных

Данными называется информация, представленная в удобном для обработки виде. Преобразование и обработка данных позволяет получить новую информацию.

1. Обработка табличных данных

Множество задач, которые предстоит решать фирмам и предприятиям, носят учетно-аналитический характер и требуют табличной компоновки данных с подведением итогов по различным группам и разделам данных, например при составлении баланса, справок, финансовых отчетов и т.п. Для хранения и обработки информации, представленной в табличной форме, используют электронные таблицы (ЭТ).

Электронной называется таблица, создаваемая в компьютере как универсальное программное средство для автоматизации расчётов над табличными данными.

Любая ЭТ состоит из следующих элементов: заголовка таблицы; заголовка столбцов (шапки таблицы); информационной части (исходных и выходных данных, расположенных в соответствующих ячейках).

Процесс проектирования ЭТ состоит из следующих этапов:

- формирования заголовка ЭТ;
- ввода названий граф документа;
- ввода исходных данных;
- ввода расчетных формул;
- форматирования ЭТ с целью придания ей профессионального вида;
- подготовки к печати и ее печать.

При необходимости ЭТ могут сопровождаться различными пояснительными комментариями и диаграммами.

Программные средства для проектирования ЭТ называют **табличными процессорами**. Они позволяют не только создавать таблицы, но и автоматизировать обработку табличных данных. Кроме того, с помощью ТП можно выполнять различные экономические, бухгалтерские и инженерные расчеты, а также строить разного рода диаграммы, проводить сложный экономический анализ, моделировать и оптимизировать решение различных хозяйственных ситуаций и многое другое.

Функции табличных процессоров весьма разнообразны и включают:

- создание и редактирование ЭТ;
- оформление и печать ЭТ;
- создание многотабличных документов, объединенных формулами;
- построение диаграмм, их модификацию и решение экономических задач графическими методами;
- работу с электронными таблицами как с базами данных (сортировка таблиц, выборка данных по запросам);
- создание итоговых и сводных таблиц;

- использование при построении таблиц информации из внешних баз данных;
- решение экономических задач типа "что – если" путем подбора параметров;
- решение оптимизационных задач;
- статистическую обработку данных;
- разработку макрокоманд, настройку среды под потребности пользователя и т.д.

Табличные процессоры различаются в основном набором выполняемых функций и удобством интерфейса. Одним из самых популярных табличных процессоров сегодня является *MS Excel*, входящий в состав пакета *Microsoft Office*. Главные конкуренты – *OpenOffice.org Calc*, *StarOffice Calc* и *Corel Quattro Pro*.

2. Обработка баз данных

В настоящее время успешное функционирование различных фирм, организаций и предприятий просто невозможно без развитой информационной системы, которая позволяет автоматизировать сбор и обработку данных. Обычно для хранения и доступа к данным, содержащим сведения о некоторой предметной области, создается база данных.

База данных (БД) – это поименованная совокупность структурированных данных, относящихся к определенной предметной области.

Под предметной областью принято понимать некоторую область человеческой деятельности или область реального мира, подлежащих изучению для организации управления и автоматизации, например, предприятие, ВУЗ и т.д.

Ядром любой базы данных является модель данных. **Модель данных** – это совокупность структур данных и операций их обработки. С помощью модели данных могут быть представлены информационные объекты и взаимосвязи между ними. В зависимости от вида организации данных различают следующие модели БД:

- иерархическую;
- сетевую;
- реляционную;
- объектно-ориентированную;
- объектно-реляционную.

Иерархическая модель данных представляет собой совокупность элементов данных, расположенных в порядке их подчинения и образующих по структуре перевернутое дерево. К основным понятиям иерархической модели данных относятся: уровень, узел и связь. Узел – это совокупность атрибутов данных, описывающих информационный объект.

Иерархическая структура должна удовлетворять следующим требованиям:

- каждый узел на более низком уровне связан только с одним узлом, находящимся на более высоком уровне;
- существует только один корневой узел на самом верхнем уровне, не подчиненный никакому другому узлу;

- к каждому узлу существует ровно один путь от корневого узла.

Сетевая модель данных основана на тех же основных понятиях (уровень, узел, связь), что и иерархическая модель, но в сетевой модели каждый узел может быть связан с любым другим узлом.

Реляционная БД получила свое название от английского термина relation (отношение). Реляционная БД представляет собой совокупность двумерных таблиц, связанных отношениями. Каждая такая таблица, называемая реляционной таблицей, представляет собой двумерный массив и обладает следующими свойствами:

- все столбцы в таблице однородные, т.е. все элементы в одном столбце имеют одинаковый тип и максимально допустимый размер;
- каждый столбец имеет уникальное имя;
- одинаковые строки в таблице отсутствуют;
- порядок следования строк и столбцов в таблице не имеет значения.

Большинство современных БД для персональных компьютеров являются реляционными.

Объектно-ориентированные и **объектно-реляционные** БД объединяют возможностей реляционного и объектно-ориентированного подхода к управлению данными и используются для создания крупных БД с данными сложной структуры.

В современной технологии баз данных предполагается, что создание базы данных, ее поддержка и обеспечение доступа пользователей к ней осуществляется централизованно с помощью специального программного инструментария - системы управления базами данных (СУБД).

Система управления базами данных (СУБД) – совокупность языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и совместного использования базы данных многими пользователями.

В современных СУБД обычно поддерживается единый интегрированный язык, содержащий все необходимые средства для работы с БД, начиная от ее создания, и обеспечивающий базовый пользовательский интерфейс с базами данных. Стандартным языком наиболее распространенных в настоящее время реляционных СУБД является язык SQL (Structured Query Language).

По способу доступа к БД СУБД делятся на:

- клиент-серверные;
- файл-серверные;
- встраиваемые.

В клиент-серверных СУБД (Microsoft SQL Server, Oracle, Firebird, PostgreSQL, InterBase, MySQL и др.) вся обработка данных ведётся в одном месте, на сервере, в том же месте, где хранятся (обычно) данные, при этом к файлам данных имеет доступ только один сервер, одна система – это сама СУБД. Все промышленные СУБД на данный момент являются именно клиент-серверными.

В файл-серверных СУБД (Paradox, Microsoft Access, FoxPro, dBase и др.), наоборот, приложения имеют общий доступ ко всем файлам базы данных (хранящимся обычно в каком-то разделяемом файловом хранилище) и совместно обра-

батывают эти данные. Каждое приложение самостоятельно обрабатывает данные. На данный момент файл-серверная технология считается устаревшей, а её использование в крупных информационных системах – недостатком.

Встраиваемые СУБД (SQLite, Firebird Embedded, Microsoft SQL Server Compact и др.) поставляются в составе готового программного продукта, не требуя процедуры самостоятельной установки. Встраиваемые СУБД предназначены для локального хранения данных приложения и не рассчитаны на коллективное использование в сети. К примеру, встраиваемая бесплатная СУБД SQLite широко используется в известной мобильной ОС Android, разработанной в компании Google, и во многих мобильных приложениях.

3. Геоинформационные технологии

Геоинформационные технологии (ГИТ) – это информационные технологии обработки географически организованной информации.

Геоинформационные системы (ГИС) – это многофункциональная информационная система, предназначенная для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, их отображения и использования при решении расчетных задач, подготовке и принятии решений. Основное назначение ГИС заключается в формировании знаний о Земле, отдельных территориях, местности, а также своевременном доведении необходимых и достаточных пространственных данных до пользователей с целью достижения наибольшей эффективности их работы.

Основной особенностью ГИС является наличие геоинформационной основы, т.е. цифровых карт (ЦК), дающих необходимую информацию о земной поверхности. При этом ЦК должны обеспечивать:

- точную привязку, систематизацию, отбор и интеграцию всей поступающей и хранимой информации (единое адресное пространство);
- комплексность и наглядность информации для принятия решений;
- возможность динамического моделирования процессов и явлений;
- возможность автоматизированного решения задач, связанных с анализом особенностей территории;
- возможность оперативного анализа ситуации в экстренных случаях.

Цифровая карта организована в виде множества слоев (покрытий или карт подложек). Слои в ГИС представляют набор цифровых картографических моделей, построенных на основе объединения (типизации) пространственных объектов, имеющих общие функциональные признаки. При этом данные организованы по типу объекта (точка, линия, полигон), так и далее по содержательной информации. К примеру, одним слоем могут быть реки, другим – дороги, третьим – границы стран. Это свойство во многом определяет возможность анализа и обработки различных типов данных. Совокупность слоев образует интегрированную основу графической части ГИС. Работая в ГИС, мы можем подключать и отключать интересующие нас слои, или менять порядок их отображения.

К основным компонентам ГИС относят: техническое, программное, информационное обеспечение.

Техническое обеспечение – это комплекс аппаратных средств, применяемых при функционировании ГИС: рабочая станция или персональный компьютер (ПК), устройства ввода-вывода информации, устройства обработки и хранения данных, средства телекоммуникации.

Программное обеспечение – совокупность программных средств, реализующих функциональные возможности ГИС, и программных документов, необходимых при их эксплуатации.

Информационное обеспечение составляют реализованные решения по видам, объемам, размещению и формам организации информации, включая поиск и оценку источников данных, набор методов ввода данных, проектирование баз данных, их ведение и сопровождение.

Объекты реального мира, рассматриваемые в геоинформатике, отличаются пространственными, временными и тематическими характеристиками.

Пространственные характеристики определяют положение объекта в заранее определенной системе координат, основное требование к таким данным – точность.

Временные характеристики фиксируют время исследования объекта и важны для оценки изменений свойств объекта с течением времени. Основное требование к таким данным – актуальность, что означает возможность их использования для обработки, неактуальные данные – это устаревшие данные.

Тематические характеристики описывают разные свойства объекта, включая экономические, статистические, технические и другие свойства, основное требование – полнота.

Для представления пространственных объектов в ГИС используют пространственные и атрибутивные типы данных.

Пространственные данные – сведения, которые характеризуют местоположение объектов в пространстве относительно друг друга и их геометрию. Пространственные объекты представляют с помощью точек, линий, областей и поверхностей. Описание объектов осуществляется путем указания координат объектов и составляющих их частей.

Атрибутивные данные – это качественные или количественные характеристики пространственных объектов, выражающиеся, как правило, в алфавитно-цифровом виде. Примеры таких данных: географическое название, видовой состав растительности, характеристики почв и т.п.

Другими словами, ГИТ связывает с картографическими объектами некоторую описательную информацию, в первую очередь, алфавитно-цифровую. Как правило, алфавитно-цифровая информация организуется в виде таблиц реляционной БД. В простейшем случае каждому графическому объекту ставится в соответствие строка таблицы – запись в БД. Использование такой связи дает возможность ГИТ ответить на вопросы "что это?" указанием объекта на карте и "где это находится?" выделением на карте объектов, отображенных по некоторому условию в БД, а также "что рядом?".

Для представления пространственных данных в ГИС применяют векторные и растровые структуры данных.

Векторная структура – это представление пространственных объектов в виде набора координатных пар (векторов), описывающих геометрию объектов.

Растровая структура данных предполагает представления данных в виде двухмерной сетки, каждая ячейка которой содержит только одно значение, характеризующее объект, соответствующий ячейке растра на местности или на изображении. В качестве такой характеристики может быть код объекта (лес, луг и т.д.) высота или оптическая плотность.

Большинство современных ГИС осуществляет комплексную обработку информации:

- сбор первичных данных;
- накопление и хранение информации;
- различные виды моделирования (семантическое, имитационное, геометрическое, эвристическое);
- автоматизированное проектирование;
- документационное обеспечение.

Семантическое моделирование представляет собой моделирование структуры данных, опираясь на смысл этих данных. В таких моделях считается, что информация хранится в форме слов, понятий или предложений как независимых единиц, объединённых определёнными связями или отношениями. Например, предполагается, что слово "кот" представлено такими связями, как "имеет мех", "является домашним", "млекопитающее" и т.п. Сеть образуется центральным узлом и всеми его связями, выражающимися представлениями понятия "кот".

Имитационное моделирование – это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.

Геометрическая модель представляет собой численное описание формы пространственного объекта и описание связей элементов модели.

При **эвристическом моделировании** происходит процесс создания модели в виде описания либо схемы цепи действий, применяется при необходимости экспертных решений и осуществляется путем общения пользователя с ЭВМ на основе сценария, учитывающего, с одной стороны, технологические особенности программного обеспечения, с другой – особенности и опыт обработки данной категории объектов.

Основные области использования ГИС:

- электронные карты;
- городское хозяйство;
- транспортные системы;
- государственный земельный кадастр (земельный кадастр – систематизированный свод документированных сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель);
- экология;
- дистанционное зондирование;
- экономика;

- специальные системы военного назначения.

Наиболее компактными и привычным способом представления географической информации являются электронные карты и атласы.

Электронная карта (ЭК) – картографическое изображение, визуализированное на мониторе, на основе цифровых карт или баз данных ГИС.

Электронный атлас (ЭА) – система визуализации в форме электронных карт. Помимо картографического изображения и легенд электронные атласы обычно включают обширные текстовые комментарии, табличные данные, а мультимедийные электронные атласы – анимацию, видеоряды и звуковое сопровождение.

Наиболее распространенные ГИС:

ArcGIS ArcInfo. Обеспечивает создание геоинформационных систем, создание и ведение земельных, лесных, геологических и других кадастров, проектирование транспортных сетей, оценку природных ресурсов.

AutoCad Map 3d. Система автоматизированного проектирования, которая предоставляет возможности прямого доступа к разным форматам данных САПР и ГИС, их редактирования, визуализации и анализа в среде AutoCAD.

MapInfo Professional Реализованы поиск географических объектов; работа с базами данных; геометрические функции: расчеты площадей, длин, периметров, объемов, заключенных между поверхностями; построение буферных зон вокруг любого объекта или группы объектов; расширенный язык запросов SQL; компьютерный дизайн и подготовку к изданию картографических документов.

Лекция 7. Представление знаний

1. Методы представления знаний

Знания – это совокупность фактов, закономерностей, отношений и эвристических правил, отображающая уровень осведомленности о проблемах некоторой предметной области. Знания описывают не только отдельные факты, но и взаимосвязи между ними.

Знания могут быть получены:

- а) на основе обработки экспериментальных данных (данных эксперимента);
- б) в результате мысленной деятельности человека.

Для обработки на ЭВМ знания представляют в виде баз знаний.

База знаний – упорядоченная совокупность правил, фактов и программных средств, описывающая некоторую предметную область и предназначенная для представления накопленных в ней знаний.

Представление знаний – это определение на некотором формальном языке свойств различных объектов и закономерностей, используемых для решения прикладных задач и организации взаимодействия пользователя с ЭВМ.

По степени формализации различают **логические** и **эвристические** методы представления знаний.

Формализация (от лат. *forma* – вид, образ) – описание результатов мышления (теорий, осмысленных предложений и т. п.) точными понятиями и утверждениями, прежде всего символами математики и математической логики.

Логика (др.-греч. *Λογική* – наука о правильном мышлении, искусство рассуждения).

Эвристика (от др.-греч. *εὐρίσκω (heuristiko)*, лат. *evrica* – "отыскиваю", "открываю") – отрасль знания, изучающая творческое, неосознанное мышление человека.

Логические методы могут быть описаны в виде формальной теории или системы. Примеры логических методов представления знаний: логика высказываний и логика предикатов.

Эвристические методы представления знаний основаны на применении ряда приемов, принципов или подходов для описания знаний в удобном виде для понимания человеком или обработки компьютером. Примерами таких методов являются: продукционные модели представления знаний, семантические сети, фреймы.

2. Логика (исчисление) высказываний

Под высказыванием понимают повествовательное предложение, которое имеет то свойство, что оно может быть классифицировано либо как истинное, либо как ложное, но не как то и другое вместе.

Логика высказываний является развитием алгебры логики. Основопологающими понятиями алгебры логики являются понятие булевой переменной, которая может принимать лишь два различных значения: 1 – истина (true) и 0 – ложь (false). Отношения между булевыми переменными рассматриваются как логиче-

ские операции и представляются булевыми функциями (названы по фамилии математика Джорджа Буля). Фундаментальным понятием в алгебре логики является понятие формулы, которую можно строить исходя из простейших функций.

В логике высказываний каждое высказывание рассматривается как двоичная переменная, которая удовлетворяет закону исключения третьего: каждое высказывание может быть истинным или ложным, третьего не дано. При этом считают, что высказывание не может быть одновременно и истинным и ложным (закон противоречия). В логике высказываний используют сентенциональные связки "не", "и", "или", "если ..., то" и др., с помощью которых в обычном языке из простых предложений образуются сложные.

Сентенция (от лат. *sententia*, буквально *мнение, суждение*) – изречение нравоучительного характера.

Высказывания представляют собой константы или переменные и обозначаются, как правило, прописными буквами, а для операций используются те же символы, что и в алгебре логики. Например:

"Студенты на занятиях обучают преподавателя" – отрицание \bar{P} .

"Преподаватель создал электронные средства обучения и использует их в педагогической практике" – конъюнкция $P \wedge Q$. P – "Преподаватель создал электронные средства обучения"; Q – "Преподаватель использует электронные средства обучения в педагогической практике".

"Преподаватель способен провести занятие традиционным методом (P) или инновационным методом (Q)" – дизъюнкция $P \vee Q$.

"Если студент хорошо подготовился к экзамену (P), то студент обязательно получит положительную оценку (Q)" – импликация $P \rightarrow Q$.

"Лабораторное занятие достигнет своей цели (P) тогда и только тогда, когда студенты готовы к проведению исследований (Q)" – эквиваленция $P \sim Q$.

Таким образом, всякое сложное предложение, которое состоит из простых предложений, связанных сентенциональными связками, можно представить в символической форме. Такие символические записи называются высказывательные формулы. Следовательно:

1) константы или переменные, которыми обозначены высказывания, есть формулы;

2) если A и B – формулы, то $A \wedge B$, $A \vee B$, $A \rightarrow B$, $A \sim B$ и \bar{A} – тоже формулы, что позволяет из элементарных формул образовывать новые, более сложные формулы.

Например:

A = "Войтенко – студент ХНАДУ"

B = "Войтенко – студент первого курса"

$A \wedge B$ = "Войтенко – студент первого курса ХНАДУ"

3. Логика (исчисление) предикатов

Предикат представляет логическую функцию $P(x)$, которая как и булева функция принимает значение 0 (ложь, false) или 1 (истина, true), но при этом значения аргумента x задаются элементами некоторого множества объектов ($x \in M$).

В общем случае такая функция может зависеть от многих аргументов x_1, x_2, \dots, x_n , принимающих значения из одного и того же или различных множеств. Формально такую функцию записывают $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и называют n -местным предикатом. Например:

" x – студент" – одноместный предикат $P(x)$;

" x учится в группе y " – двуместный предикат $P(x, y)$;

" x имеет отличные знания по дисциплине y , которую преподает z " – трехместный предикат $P(x, y, z)$ и т.д.

В случае если аргументы (предметные переменные) замещены конкретными значениями (предметными постоянными), например, фамилия студента, фамилия преподавателя, название учебной дисциплины и другими, то предикат вырождается в высказывание, которое рассматривается как 0-местный предикат.

Предметные переменные и предметные постоянные образуют класс логических понятий, которые называют термами.

Предикаты, как и булевы переменные, можно связывать логическими операциями и получать более сложные предикаты. Кроме того, в исчисление предикатов введены операции, которые называются кванторами. Они отражают отношение общности ($\forall x$) и существования ($\exists x$). Кванторы общности и существования превращают одноместный предикат в высказывание. Например:

Предикат $P(x) = "x$ – студент отличник ХНАДУ" определен на множестве студентов ХНАДУ. Подставляя вместо x фамилии отличников, получим множество высказываний типа $P(x) = "Петренко – отличник ХНАДУ"$, $P(x) = "Войтенко – отличник ХНАДУ"$ и др., которые являются истинными. Высказывание $\forall x P(x) = "все студенты являются отличниками ХНАДУ"$ – ложно, а $\exists x P(x) = "некоторые студенты являются отличниками ХНАДУ"$ – истинно.

Выражения, которые можно записать с применением к предикатам сентенциональных связок и кванторов, представляют собой формулы логики предикатов.

4. Продукционные модели

Продукционные модели являются наиболее распространенными моделями представления знаний. **Продукционная модель** – это модель, основанная на правилах, позволяющая представить знание в виде предложений типа:

"ЕСЛИ условие, ТО действие"

Любое продукционное правило, содержащееся в базе знаний, состоит из двух частей: атрибута и значения. Атрибут представляет собой условную часть правила и состоит из элементарных предложений, соединенных логическими связками "и", "или". Значение (заключение) включает одно или несколько предложений, которые выражают либо некоторый факт, либо указание на определенное действие, подлежащее исполнению. Продукционные правила принято записывать в виде атрибут-значение.

Пример продукционных правил:

ЕСЛИ "двигатель не заводится"

И "стартер двигателя не работает"

ТО "неполадки в системе электропитания стартера"

Системы обработки знаний, использующие продукционную модель, получили название продукционных систем.

Любое правило состоит из одной или нескольких пар "атрибут-значение". В базе знаний систем, основанных на продукционных моделях, хранятся пары атрибут-значение, истинность которых установлена в процессе решения конкретной задачи к некоторому текущему моменту времени. Содержимое базы знаний изменяется в процессе решения задачи. Это происходит по мере срабатывания правил. Правило срабатывает, если при сопоставлении фактов, содержащихся в базе знаний, с атрибутом анализируемого правила имеет место совпадение, при этом заключение сработавшего правила заносится в базу знаний. Поэтому объем фактов в базе знаний, как правило, увеличивается

В общем случае продукционную модель можно представить в следующем виде:

$$N = \langle Q, U, A \rightarrow B, I, R \rangle,$$

где N – имя продукции – идентификатор, с помощью которого данная продукция выделяется из всего множества продукций. Имя может отражать суть данной продукции (например, "покупка книги" или "набор кода замка"), или порядковый номер продукции в их множестве, хранящемся в памяти системы.

Q – сфера применения продукции. Разделение знаний на отдельные сферы позволяет экономить время при поиске решения задачи.

U – условие применимости продукции.

$A \rightarrow B$ (импликация) – ядро продукции. A – основание импликации (антецедент); B – заключение (консенквент). Когда условие U принимает значение "истина", ядро продукции активизируется. Если U ложно, то ядро продукции не может быть использовано.

I – постусловия продукции, актуализирующиеся при положительной реализации продукции. Постусловия описывают действия и процедуры, которые необходимо выполнить после реализации B .

R – комментарий.

Достоинства продукционной модели знаний:

1. Подавляющая часть человеческих знаний может быть записана в виде продукций.
2. Простота создания и понимания отдельных правил.
3. Простота пополнения и модификации базы знаний.
4. Разбиение системы продукций на сферы применения позволяет эффективно использовать ресурсы и сократить время поиска решения.

Недостатки продукционной модели знаний:

1. Отсутствует теоретическое обоснование в построении продукционных систем. В основном при их построении используются эвристические приемы.
2. При большом числе продукций процедура проверки непротиворечивости правил и корректности работы системы становится крайне сложной. Именно поэтому число продукций, с которыми работают реальные информационные системы, не превышает тысячи.

3. Возможность легкого внесения серьезных искажений в базу знаний, приводящих к неправильному функционированию системы (если в системе нет развитых средств проверки целостности базы знаний).

5. Семантические сети

Семантика – раздел языкознания, изучающий значение единиц языка, прежде всего его слов и словосочетаний. В более общем смысле, семантика определяет смысл знаков (обозначений) и их сочетаний.

Семантическая сеть – модель представления знаний посредством сети узлов, связанных дугами, где узлы соответствуют понятиям или объектам, а дуги – отношениям между узлами. Научными основами представления знаний семантическими сетями являются методы теории графов.

В семантических сетях используются следующие отношения:

- функциональные связи (определяемые обычно глаголами "производит", "влияет" и др.);
- количественные (больше, меньше, равно);
- пространственные (далеко от, близко к, за, под, над);
- временные (раньше, позже, в течение);
- атрибутивные (иметь свойство, иметь значение);
- логические (и, или, не);
- лингвистические (словообразование; лингвистика – наука о языках).

Для всех семантических сетей справедливо разделение по арности и количеству типов отношений.

По количеству типов отношений, сети могут быть однородными и неоднородными. Однородные сети обладают только одним типом отношений. В неоднородных сетях количество отношений больше двух.

По арности, типичными являются сети с бинарными отношениями (связывающими ровно два понятия). Бинарные отношения просты и удобны в применении. На практике, однако, могут понадобиться отношения, связывающие более двух объектов – N-арные.

Достоинства семантических сетей:

- универсальность, достигаемая за счет выбора соответствующего набора отношений (с помощью семантической сети можно описать сколь угодно сложную ситуацию, факт или предметную область);
- наглядность системы знаний, представленной графически;
- близость структуры сети, представляющей систему знаний, семантической структуре фраз на естественном языке.

Недостатки семантических сетей:

- сетевая модель не дает ясного представления о структуре предметной области, поэтому формирование и модификация такой модели затруднительны;
- проблема поиска решения в семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, что обуславливает сложность поиска решения в семантических сетях;

- представление, использование и модификация знаний оказывается трудоемкой процедурой при наличии множественных отношений между ее понятиями.

6. Фреймы

Фрейм – модель представления знаний, которая при заполнении ее элементов-слотов определенными значениями превращается в описание конкретного факта, события, процесса.

Слот – составная часть фрейма, которая заполняется элементом данных определенного типа.

Фреймовая структура данных предназначена для представления некоторой стандартной ситуации с классификационной иерархической структурой. Особенность заключается в том, что информация, которую содержит фрейм верхнего уровня, совместно используется всеми фреймами нижнего уровня.

В общем виде фрейм можно описать как структуру, состоящую из имени фрейма, множества слотов, характеризующихся именами и значениями, и множества присоединенных процедур, связанных с фреймом или со слотами.

Имя фрейма служит для идентификации фрейма в системе и должно быть уникальным.

Имя слота должно быть уникальным в пределах фрейма. Обычно имя слота представляет собой идентификатор, который наделен определенной семантикой. В качестве имени слота может выступать произвольный текст.

Каждый слот может быть представлен определенной структурой, в которую входят:

Указатель наследования – используется только во фреймовых системах иерархического типа, показывает, какую информацию об атрибутах во фрейме верхнего уровня наследуют слоты с такими же именами во фрейме нижнего уровня.

Указатель типа данных – показывает, какой тип данных имеет слот (численные значения, текст, присоединенная процедура, имя другого фрейма и др.)

Значение слота содержит конкретные данные и должно соответствовать указанному типу данных и условию наследования. В качестве значения слота может выступать имя другого фрейма; так образуют сети фреймов.

Демоном называется процедура, автоматически запускаемая при выполнении определенных условий. Демоны запускаются при обращении к соответствующему слоту и являются разновидностью присоединенной процедуры.

Присоединенная процедура является программой процедурного типа, которая является значением слота и запускается по сообщению, переданному из другого фрейма. Наиболее часто используются:

1. Процедура на событие "если добавлено" (IF-ADDED). Выполняется, когда новая информация записывается в слот.

2. Процедура на событие "если удалено" (IF-REMOVED). Выполняется, когда информация удаляется из слота.

3. Процедура на событие "по требованию" (IF-NEEDED). Выполняется, когда запрашивается информация из пустого слота.

Различают **фреймы-образцы**, или **прототипы**, хранящиеся в базе знаний, и **фреймы-экземпляры**, которые создаются для отображения реальных ситуаций на основе поступающих данных.

Преимуществом фреймового представления знаний является естественность описания предметной области и многообразие возможных ситуаций. Однако при организации больших баз знаний со сложными взаимосвязями возникают трудности описательного характера.

Лекция 8. Искусственный интеллект. Экспертные системы

1. Системы искусственного интеллекта

Интеллект происходит от латинского *intellectus*, что означает ум, рассудок, разум; мыслительные способности человека. Интеллектом можно называть способность мозга решать интеллектуальные задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

Отдельные интеллектуальные способности человека могут быть воспроизведены в технических средствах путем создания систем искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) – совокупность научных дисциплин, изучающих методы решения задач интеллектуального (творческого) характера с использованием ЭВМ.

Системы искусственного интеллекта (СИИ) – это системы, созданные на базе ЭВМ, которые имитируют решение человеком сложных интеллектуальных задач.

Системы искусственного интеллекта реализуются на базе следующих интеллектуальных алгоритмов:

- экспертные системы;
- нейронные сети;
- нечёткая логика;
- генетические алгоритмы.

2. Экспертные системы. Обобщенная структура

Экспертная система – программа, которая использует знания специалистов-экспертов о некоторой конкретной узкоспециализированной предметной области и в пределах этой области способна принимать решения на уровне эксперта-профессионала.

В основе функционирования ЭС лежит использование знаний, а манипулирование ими осуществляется на базе эвристических правил, сформулированных экспертами. ЭС выдают советы, проводят анализ, выполняют классификацию, дают консультации и ставят диагноз. Они ориентированы на решение задач, обычно требующих проведения экспертизы человеком-специалистом.

Обобщенная структура экспертной системы представлена на рис.8.1

Следует учесть, что реальные ЭС могут иметь более сложную структуру, однако блоки, изображенные на рисунке, непременно присутствуют в любой действительно экспертной системе.

Экспертные системы имеют две категории пользователей:

- 1 – пользователь, которому требуется консультация, т.е. диалоговый сеанс работы с ЭС, в процессе которого система решает некоторую экспертную задачу;
- 2 – экспертная группа инженерии знаний, состоящая из экспертов в предметной области и инженеров знаний. В функции этой группы входит заполнение

базы знаний, осуществляемое с помощью подсистемы приобретения знаний, которая позволяет частично автоматизировать этот процесс.

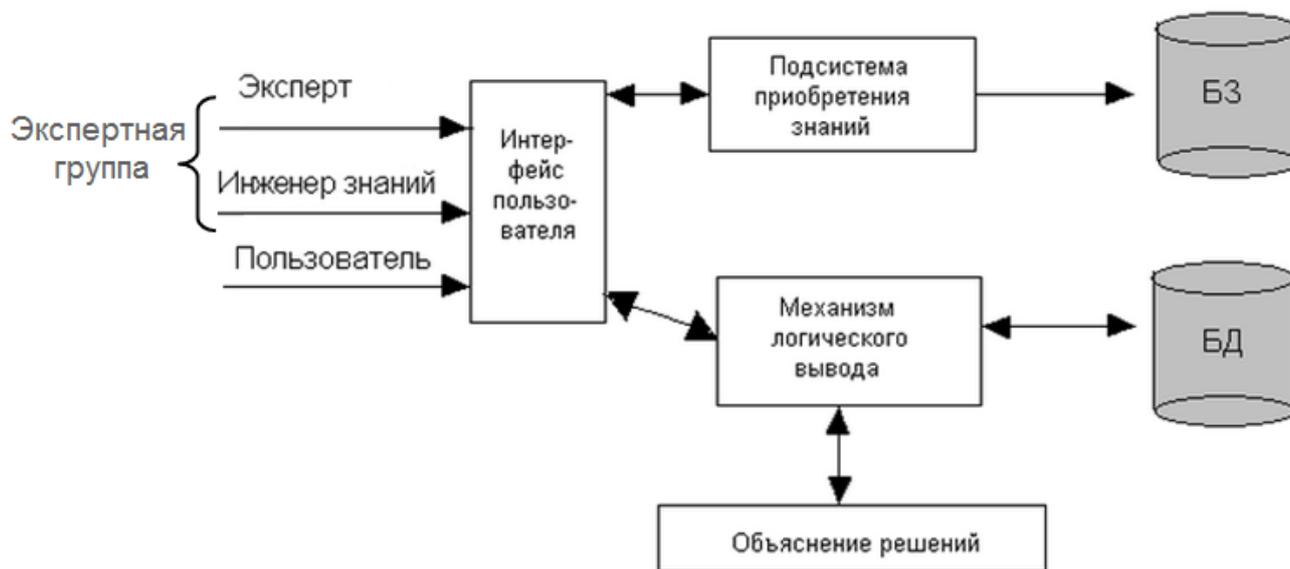


Рисунок 8.1 – Обобщенная структура экспертной системы

Интерфейс пользователя – это система программных и аппаратных средств, обеспечивающих использование компьютера для решения задач.

Подсистема приобретения знаний предназначена для добавления в базу знаний новых правил и модификации имеющихся. В ее задачу входит приведение правила к виду, позволяющему подсистеме вывода применять это правило в процессе работы, и проверка вводимых или модифицируемых правил на непротиворечивость с имеющимися правилами.

База знаний предназначена для хранения долгосрочных данных (фактов), описывающих рассматриваемую предметную область, и правил, по которым из имеющихся фактов могут быть выведены новые. База знаний может пополняться и модифицироваться инженерами знаний на основе опыта использования ЭС. Существует несколько способов представления знаний в ЭС, однако общим для всех них является то, что знания представлены в символьной форме (компонентами представления знаний являются тексты, списки и другие символьные структуры). Тем самым, в ЭС реализуется принцип символьной природы рассуждений, который заключается в том, что процесс рассуждения представляется как последовательность символьных преобразований.

База данных – это рабочая память, предназначенная для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

3. Подсистема логического вывода

Подсистема логического вывода (цикл работы экспертной системы) генерирует рекомендации по решению искомой задачи, используя информацию из базы знаний. Чаще всего для представления знаний в ЭС используются системы продукции и семантические сети. Допустим, БЗ состоит из фактов и правил (ЕС-

ЛИ <атрибут> ТО <заключение>). Если ЭС определяет, что атрибут истинен, то правило признается подходящим для данной консультации и запускается в действие. Запуск правила означает принятие заключения данного правила в качестве составной части процесса консультации. Цель ЭС – вывести некоторый заданный факт, который называется целевым утверждением, либо опровергнуть этот факт. Целевое утверждение может быть либо "заложено" заранее в базу знаний системы, либо извлекается системой из диалога с пользователем. Если система не может вывести некоторый факт, истинность или ложность которого требуется установить, то система спрашивает о нем пользователя. Например:

ЕСЛИ небо покрыто тучами И барометр падает

ТО скоро пойдет дождь. (правило 1)

Запрос системы: ВЕРНО ЛИ, ЧТО небо покрыто тучами?

Действия, входящие в состав правил, могут содержать новые факты. При применении таких правил эти факты становятся известны системе, т.е. включаются в множество фактов, которое называется рабочим множеством. Например, если факты "Небо покрыто тучами" и "Барометр падает" уже имеются в рабочем множестве, то после применения приведенного выше правила в него также включается факт "Скоро пойдет дождь".

В целом работа ЭС представляет собой последовательность шагов, на каждом из которых из базы выбирается некоторое правило, которое применяется к текущему содержимому рабочего множества. Цикл работы экспертной системы заканчивается, когда выведено либо опровергнуто целевое утверждение.

Логический вывод может происходить многими способами, из которых наиболее распространенные – прямой порядок вывода и обратный порядок вывода. Прямой порядок вывода представляет собой переход от фактов, которые находятся в рабочем множестве, к заключению. Если такое заключение удастся найти, то оно заносится в рабочее множество. Прямой вывод часто называют выводом, управляемым данными. Для иллюстрации добавим к нашему примеру базы знаний о погоде еще одно правило:

ЕСЛИ скоро пойдет дождь

ТО нужно взять с собой зонтик. (правило 2)

Предположим также, что факты "Небо покрыто тучами" и "Барометр падает" имеются в рабочем множестве, а целью системы является ответ на вопрос пользователя: "Нужно взять с собой зонтик?"

При прямом выводе работа системы будет протекать следующим образом:

Шаг 1. Рассматривается правило 1. Его условие истинно, так как оба элемента конъюнкции имеются в рабочем множестве. Применяем правило 1; добавляем к рабочему множеству факт "Скоро пойдет дождь".

Шаг 2. Рассматривается правило 2. Его условие истинно, т.к. утверждение из условия имеется в рабочем множестве. Применяем правило 2; добавляем к рабочему множеству факт "Нужно взять с собой зонтик". Целевое утверждение выведено.

При обратном порядке вывода заключения просматриваются до тех пор, пока не будет обнаружены в рабочей памяти или получены от пользователя факты,

подтверждающие одно из них. В системах с обратным выводом вначале выдвигается некоторая гипотеза, а затем механизм вывода в процессе работы как бы возвращается назад, переходя от гипотезы к фактам, и пытается найти среди них те, которые подтверждают эту гипотезу. Если она оказалась правильной, то выбирается следующая гипотеза, являющаяся подцелью. Далее отыскиваются факты, подтверждающие истинность подчиненной гипотезы. Вывод такого типа называется управляемым целями. Обратный поиск применяется в тех случаях, когда цели известны и их сравнительно немного.

В рассматриваемом примере вывод целевого утверждения "Нужно взять с собой зонтик" обратной цепочкой рассуждений выполняется следующим образом:

Шаг 1. Рассматривается правило 1. Оно не содержит цели в правой части. Переходим к правилу 2.

Шаг 2. Рассматривается правило 2. Оно содержит цель в правой части правила. Переходим к правой части правила и рассматриваем в качестве текущей цели утверждения "Скоро пойдет дождь".

Шаг 3. Текущей цели нет в рабочем множестве. Рассмотрим правило 1, которое содержит цель в правой части. Обе компоненты его условия имеются в рабочем множестве, так что условие истинно. Применяем правило 1 и в результате выводим утверждение "Скоро пойдет дождь", которое было нашей предыдущей целью.

Шаг 4. Применяем правило 2, условием которого является данное утверждение. Получаем вывод исходного утверждения.

Эффективность той или иной стратегии вывода зависит от характера задачи и содержимого базы знаний. В системах диагностики чаще применяется прямой вывод, в то время как в планирующих системах более эффективным оказывается обратный вывод. В некоторых системах вывод основывается на сочетании обратного и ограниченно-прямого. Такой комбинированный метод получил название циклического.

4. Область применения ЭС

Медицинская диагностика. Медицинские ЭС предназначены для диагностики и наблюдения за состоянием больного и способны ставить диагноз на уровне врача-специалиста.

Прогнозирование. Прогнозирующие системы предсказывают возможные результаты или события на основе данных о текущем состоянии объекта. ЭС может проанализировать конъюнктуру рынка и с помощью статистических методов алгоритмов разработать для вас план капиталовложений на перспективу. ЭС сегодня могут предсказывать погоду, урожайность и поток пассажиров и т.д.

Планирование. Планирующие системы предназначены для достижения конкретных целей при решении задач с большим числом переменных, например: помочь покупателям выбрать товар, в наибольшей степени отвечающий их потребностям и бюджету; компания Boeing применяет ЭС для проектирования космических станций, а также для выявления причин отказов самолетных двигателей и ремонта вертолетов.

Интерпретация. Интерпретирующие системы обладают способностью получать определенные заключения на основе результатов наблюдения. Например, используя сочетания девяти методов экспертизы, ЭС удалось обнаружить залежи руды стоимостью в миллион долларов, причем наличие этих залежей не предполагал ни один из девяти экспертов. Другая интерпретирующая ЭС может определяет местоположение и типы судов в тихом океане по данным акустических систем слежения.

Контроль и управление. ЭС могут применяться в качестве интеллектуальных систем контроля и принимать решения, анализируя данные, поступающие от нескольких источников. Такие системы уже работают на атомных электростанциях, управляют воздушным движением, регулируют финансовую деятельность предприятия и оказывают помощь при выработке решений в критических ситуациях.

Диагностика неисправностей. ЭС незаменимы как при ремонте механических и электрических машин (автомобилей, дизельных локомотивов и т.д.), так и при устранении неисправностей и ошибок в аппаратном и программном обеспечении компьютеров.

Обучение. ЭС могут входить составной частью в компьютерные системы обучения. Система получает информацию о деятельности некоторого объекта (например, студента) и анализирует его поведение. База знаний изменяется в соответствии с поведением объекта.

Большинство ЭС включают знания, по содержанию которых их можно отнести одновременно к нескольким типам. Например, обучающая система может также обладать знаниями, позволяющими выполнять диагностику и планирование. Она определяет способности обучаемого по основным направлениям курса, а затем с учетом полученных данных составляет учебный план. Система, обеспечивающая сохранность жилища, может следить за окружающей обстановкой, распознавать происходящие события (например, открылось окно), выдавать прогноз происходящим событиям (вор-взломщик намеревается проникнуть в дом) и составлять план действий (вызвать полицию).

Лекция 9. Системы с нечеткой логикой

1. Нечеткие множества и нечеткая логика.

Эксперты при формировании оценок тех или иных признаков, симптомов или ситуаций, как правило, используют знания, основанные не на информации о конкретных объектах или данных, а оперируют понятиями классов объектов, отношений между объектами, гипотез и пр. Методы решений задач, таким образом, должны включать этап классификации данных или знаний. То есть конкретные объекты рассматриваются как представители более общих классов, категорий. Но в реальных ситуациях редко встречаются объекты, которые точно соответствуют той или иной категории или классу. У конкретного объекта часть признаков, по которым объект может быть соотнесен к определенному классу, может присутствовать, а другая часть отсутствовать. Таким образом, принадлежность этого объекта к какому-либо классу является неопределенной. Для формирования суждений о подобных категориях и принадлежащих к ним объектах предложен формализм теории **нечетких множеств**. Эта теория легла в основу **нечеткой логики**, позволяющей использовать понятие неопределенности в логических вычислениях.

Для представления нечетких понятий и оперирования с ними американский ученый Лотфи Заде в 60-х годах придумал теорию нечетких множеств, а затем – нечеткую логику, базирующуюся на ней. Исследования такого рода было вызвано возрастающим неудовольствием экспертными системами. Хваленый "искусственный интеллект", который легко справлялся с задачами управления сложными техническими комплексами, был беспомощным при простейших высказываниях повседневной жизни, типа "Если в машине перед тобой сидит неопытный водитель – держись от нее подальше". Для создания действительно интеллектуальных систем, способных адекватно взаимодействовать с человеком, был необходим новый математический аппарат, который переводит неоднозначные жизненные утверждения в язык четких и формальных математических формул.

В основе теории нечетких множеств лежит интерпретация факта принадлежности элемента a множеству A как факта, который может быть истинным или ложным с некоторой оценкой истинности $\mu_A(a)$, пробегающей значения от 0 до 1. Эта оценка истинности называется функцией принадлежности элемента a множеству A .

Суть теории нечетких множеств лучше всего рассмотреть на примере. Возьмем в качестве нечеткой категории понятие "быстрый". Если применить его к автомобилям, то тогда возникает вопрос: какой автомобиль можно считать быстрым? Пусть множество A – есть множество "быстрых автомобилей". В классической теории множество "быстрых автомобилей" можно сформировать либо перечислением конкретных представителей данного класса, либо введя в рассмотрение характеристическую функцию f , такую, что для любого объекта X

$$f(X) = \text{ИСТИНА тогда и только тогда, когда } X \text{ принадлежит } A.$$

Например, эта функция может отбирать только те автомобили, которые могут развивать скорость более 150 км в час:

$$V_{150}(X) = \begin{cases} \text{ИСТИНА, если } CAR(X) \text{ и } MaxSpeed(X) > 150; \\ \text{ЛОЖЬ в противном случае.} \end{cases}$$

Эта формула утверждает, что элементами нового множества являются только те элементы множества CAR, для которых максимальная скорость превышает 150 км в час.

Представляя все множество "быстрых" автомобилей, логично предположить, что границы этого множества должны быть размыты, а принадлежность элементов этому множеству может быть каким либо образом ранжирована как на рис. 9.1.

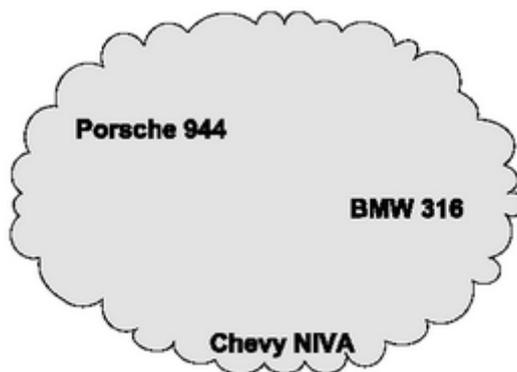


Рисунок 9.1 – Нечеткое множество быстрых автомобилей.

Можно говорить, что каждый элемент (автомобиль) множества "быстрых" автомобилей более или менее типичен для данной категории. Следовательно, с помощью некоторой функции можно выразить степень принадлежности элемента к множеству. Пусть функция $f(X)$ определена на интервале $[0, 1]$. Тогда, если для объекта X функция $f(X) = 1$, то этот объект **определенно является членом множества**, а если для него $f(X) = 0$, то он **определенно не является членом множества**. Все промежуточные значения $f(X)$ выражают **степень принадлежности** к множеству. В примере с автомобилями требуется функция, оперирующая со скоростью. Ее можно определить таким образом, что $f V(80) = 0$ и $f V(180) = 1$, а все промежуточные значения представляются некоторой монотонной кривой, имеющей значения в интервале $[0, 1]$:

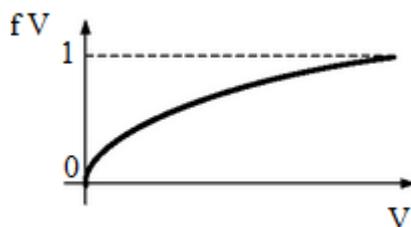


Рисунок 9.2 – Функция от скорости для понятия "быстрый"

Для определения множества БЫСТРЫЙ_CAR "быстрых" автомобилей, на основании приведенной выше функции можно ввести новую характеристическую функцию, определенную на множестве всех автомобилей:

$$f \text{ БЫСТРЫЙ_CAR}(X) = f V(\text{MAX_SPEED}(X)).$$

Членами этого множества, таким образом, становятся пары (**объект, степень**), например:

$$\text{БЫСТРЫЙ_CAR} = \{(\text{Porsche 944}; 0,9), (\text{BMW 316}; 0,6), (\text{Chevy NIVA}; 0,1)\}.$$

Для вычисления значений сложных выражений принадлежности элементов к множеству в классической теории множеств используется булева логика. Для нечетких множеств, принадлежность к которым выражается функцией, принимающей значения от 0 до 1, была создана **нечеткая логика**. Аппарат этой логики включает операции отрицания, конъюнкции, дизъюнкции и пр., учитывающие концепцию неопределенности.

Кроме "быстрых" автомобилей существуют также "медленные" и "средние". Выражение $f \text{ БЫСТРЫЙ_CAR}(\text{Porsche-944}) = 0,9$ означает, что можно только с 90% уверенностью отнести этот автомобиль к категории "быстрый", так как существуют еще, например, и более быстрые автомобили, принимающие участия в соревнованиях Формулы 1. Поэтому значение 0,1 ($1 - 0,9 = 0,1$) говорит о том, что Porsche-944 принадлежит также и категории "среднескоростных" автомобилей, которые в чем-то близки к "быстрым", а в чем-то к "медленным".

Одним из направлений в нечеткой логике является **теория возможности**, рассматривающая точно поставленные вопросы на нечетко сформулированных знаниях. Примером такого вопроса является утверждение "Вероятно, что X связан с Y". Существование объектов X и Y не вызывает сомнений, а вот наличие между ними связи ставится под вопрос.

Рассмотрим пример. Предположим, что в ящике находится 10 шаров, но известно, что только несколько из них являются красными. Какова вероятность того, что из ящика будет извлечен красный шар? Непосредственно вычислить эту вероятность невозможно, так как нам известно, что красных шаров несколько, а сколько именно не задано. Тем не менее, для каждого значения вероятности $P(\text{КРАСНЫЙ})$ того, что шар является красным можно определить некоторое значение в диапазоне $[0, 1]$. Для этого следует определить понятие "несколько", как нечеткое множество, например:

$$f \text{ КРАСНЫЙ} = \{(2, 0.1), (3, 0.2), (4, 0.6), (5, 1.0), (6, 1.0), (7, 0.6), (8, 0.3), (9, 0.1)\}.$$

Из этого определения следует, что 3 из 10 с небольшой вероятностью можно считать синонимом "несколько", так как $f \text{ КРАСНЫЙ}(3) = 0.2$. Числа 5, 6 полностью согласуются с термином "несколько", а числа 1 и 10 не рассматриваются

вовсе, как соответствующие этому понятию. Нечеткое множество, определенное на множестве чисел, получило название **нечеткие числа**. Аналогичным образом можно определить нечеткие множества для понятий "мало", "почти" и пр.

Распределение возможностей теперь можно вычислить по формуле:

$$f_{P(\text{КРАСНЫЙ})} = \frac{f_{\text{НЕСКОЛЬКО}}}{10}.$$

Подставляя в данную формулу множество, определенное выше получается новое множество:

$$f_{P(\text{КРАСНЫЙ})} = \{(0.2,0.1), (0.3,0.2), (0.4,0.6), (0.5,1.0), (0.6,1.0), (0.7,0.6), (0.8,0.3), (0.9,0.1)\}.$$

Таким образом, возможность того, что $P(\text{КРАСНЫЙ}) = 0.3$ составляет 20%. Множество $f_{P(\text{КРАСНЫЙ})}$ также называют **нечеткой вероятностью**.

2. Область применения нечеткой логики

С конца 80-х годов и до сих пор продолжается бум практического применения теории нечеткой логики в разных сферах науки и техники: от систем оценки глобального загрязнения атмосферы и предвидения землетрясений до АСУ заводских цехов. В настоящее время создан целый ряд микрочипов, базирующихся на нечеткой логике. Сегодня их можно найти в стиральных машинах и видеокамерах, в моторных отсеках автомобилей, в системах управления складскими роботами и боевыми вертолетами. Также нечеткая логика применяется при анализе новых рынков, биржевой игре, оценки политических рейтингов, выборе оптимальной ценовой стратегии и т.п.

Электронная таблица Fuzi Calc. Быстрые вычисления нечетких данных. Пакет Fuzi Calc фирмы FuziWare - сравнительно недорогой инструмент, позволяющий проводить быстрые (прикидочные) расчеты в различных областях бизнеса и получать результаты с приемлемой степенью точности.

Лекция 10. Искусственные нейронные сети

Нейронные сети – математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

1. Биологический нейрон

Теория нейронных сетей возникла из исследований в области искусственного интеллекта и связана с попытками воспроизведения способности нервных биологических систем обучаться и исправлять ошибки, моделируя низкоуровневую структуру мозга.

Элементом клеточной структуры мозга является нервная клетка – нейрон.

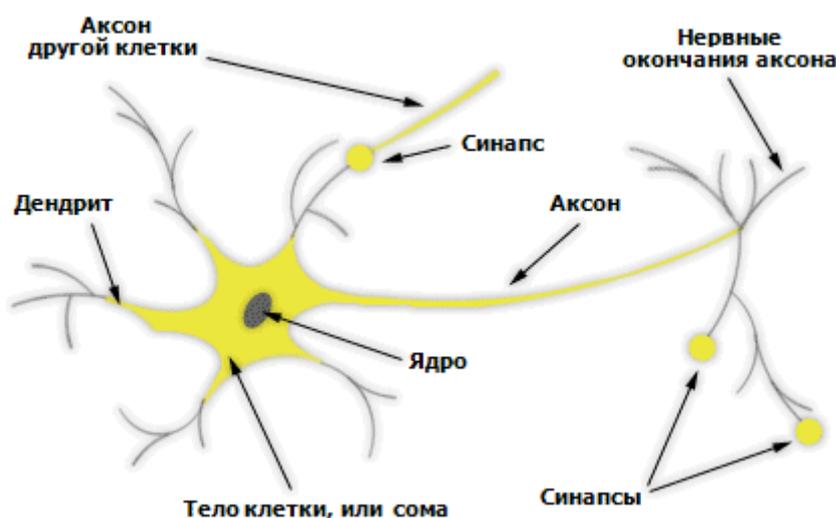


Рис. 10.1 – Общая схема строения биологического нейрона

Нейрон выполняет прием, элементарное преобразование и дальнейшую передачу информации другим нейронам. Информация переносится в виде импульсов нервной активности, имеющих электрохимическую природу.

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 в виде нервного импульса, называемого спайком, распространяется по выводному отростку второго типа – **аксону**. Длина аксона обычно заметно превосходит размеры дендритов, в отдельных случаях достигая десятков сантиметров и даже метров. Спайк через аксон передается другим нейронам, которые таким образом объединены в проводящую нервными импульсами нейронную сеть. Участки на аксоне, где размещаются области контакта аксона данного нейрона с дендритами другими нейронами, называются **синапсами**. В области синапса, имеющего сложное строение, происходит обмен информацией между нейронами. Механизмы синаптической

передачи могут иметь химическую и электрическую природу. Общее число нейронов в центральной нервной системе человека достигает $10^{10} - 10^{11}$, при этом каждая нервная клетка связана в среднем с $10^3 - 10^4$ других нейронов.

Структура основных типов нейронных сетей генетически predetermined. Однако детерминированные нейронные структуры демонстрируют свойства изменчивости, обуславливающие их адаптацию к конкретным условиям функционирования. В процессе развития возможно локальное видоизменение нейронных сетей с формированием новых соединений между нейронами.

2. Формальный нейрон

Исторически первой работой, заложившей теоретический фундамент для создания искусственных моделей нейронов и нейронных сетей, принято считать опубликованную в 1943 г. статью Уоррена Маккаллока (16.11.1898 – 24.09.1969) – американский нейропсихолог, нейрофизиолог, теоретик искусственных нейронных сетей и один из отцов кибернетики) и Вальтера Питтса (23.04.1923 – 14.05.1969 математик, предложил формализацию нейронной активности) "Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности". Главный принцип теории Маккаллока и Питтса заключается в том, что произвольные явления, относящиеся к высшей нервной деятельности, могут быть проанализированы и поняты, как некоторая активность в сети, состоящей из логических элементов, принимающих только два состояния ("все или ничего"). При этом для всякого логического выражения, удовлетворяющего указанным авторами условиям, может быть найдена сеть логических элементов, имеющая описываемое этим выражением поведение. В качестве модели такого логического элемента, получившего в дальнейшем название "формальный нейрон", была предложена схема, приведенная на рис. 10.2.

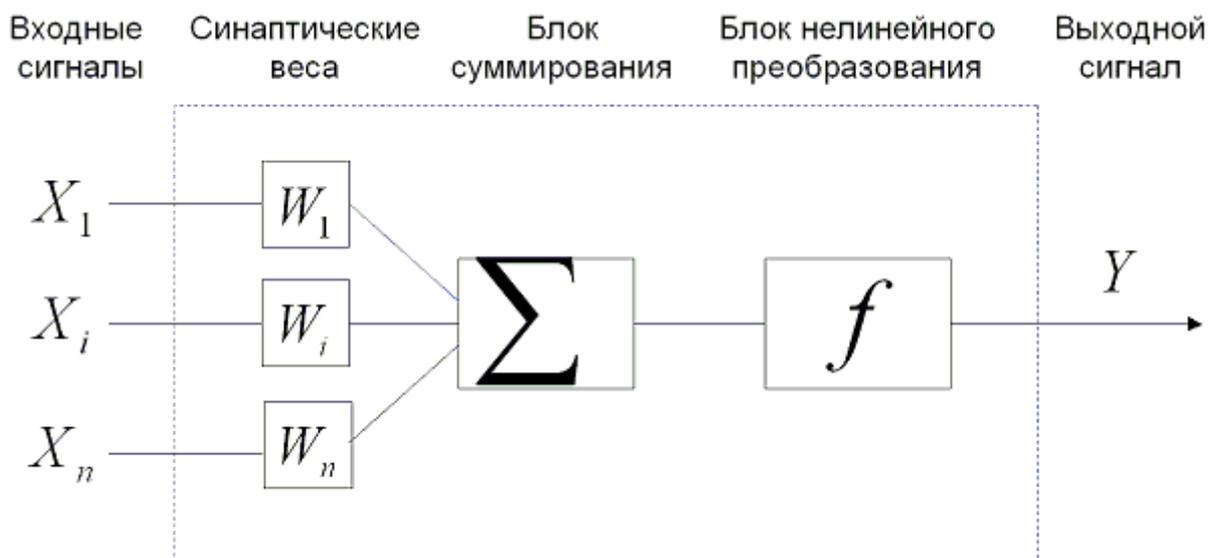


Рисунок 10.2 – Модель формального нейрона

С современной точки зрения, формальный нейрон представляет собой математическую модель простого процессора, имеющего несколько входов и один выход. Вектор входных сигналов (поступающих через "дендридты") преобразуется нейроном в выходной сигнал (распространяющийся по "аксону") с использованием трех функциональных блоков: локальной памяти, блока суммирования и блока нелинейного преобразования.

Вектор локальной памяти содержит информацию о весовых множителях, с которыми входные сигналы будут интерпретироваться нейроном. Эти переменные веса являются аналогом чувствительности пластических синаптических контактов. Выбором весов достигается та или иная интегральная функция нейрона.

В блоке суммирования происходит накопление общего входного сигнала (обычно обозначаемого символом *net*), равного взвешенной сумме входов:

$$net = \sum_{i=1}^n W_i x_i$$

Блок нелинейного преобразования представляет передаточную функцию или функцию активации нейрона.

Функция активации – это функция, вычисляющая выходной сигнал искусственного нейрона. Функции активации нейрона могут иметь самый разнообразный вид. Наиболее часто используются следующие функции активации:

1. Единичный скачок или жесткая пороговая функция. Если входное значение меньше порогового, то значение функции активации равно минимальному допустимому, иначе – максимально допустимому.

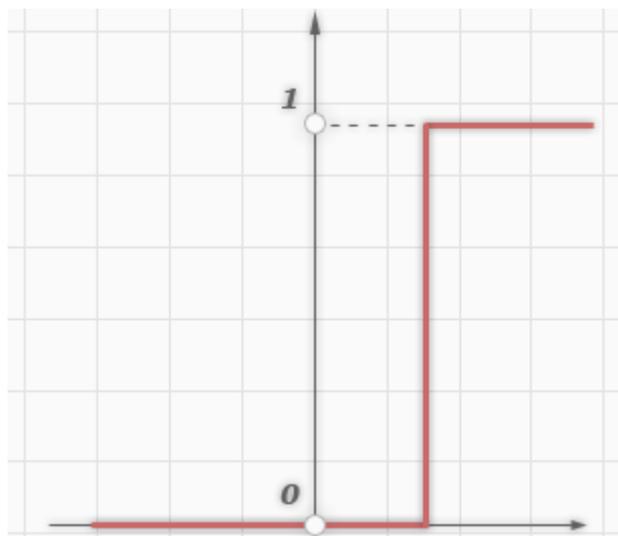


Рисунок 10.3 – Жесткая пороговая функция

2. Линейный порог или гистерезис. Имеет два линейных участка, где функция активации тождественно равна минимально допустимому и максимально допустимому значению и есть участок, на котором функция строго монотонно возрастает.

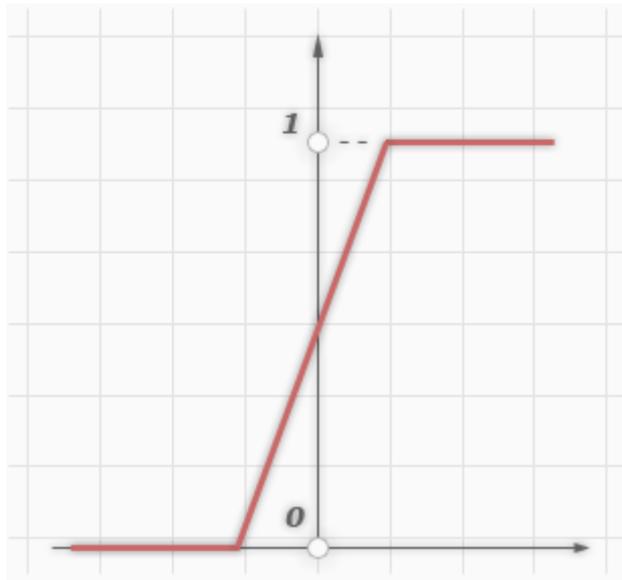


Рисунок 10.4 – Функция "линейный порог"

3. Сигмоидальная функция или сигмоид. Монотонно возрастающая S-образная нелинейная функция.

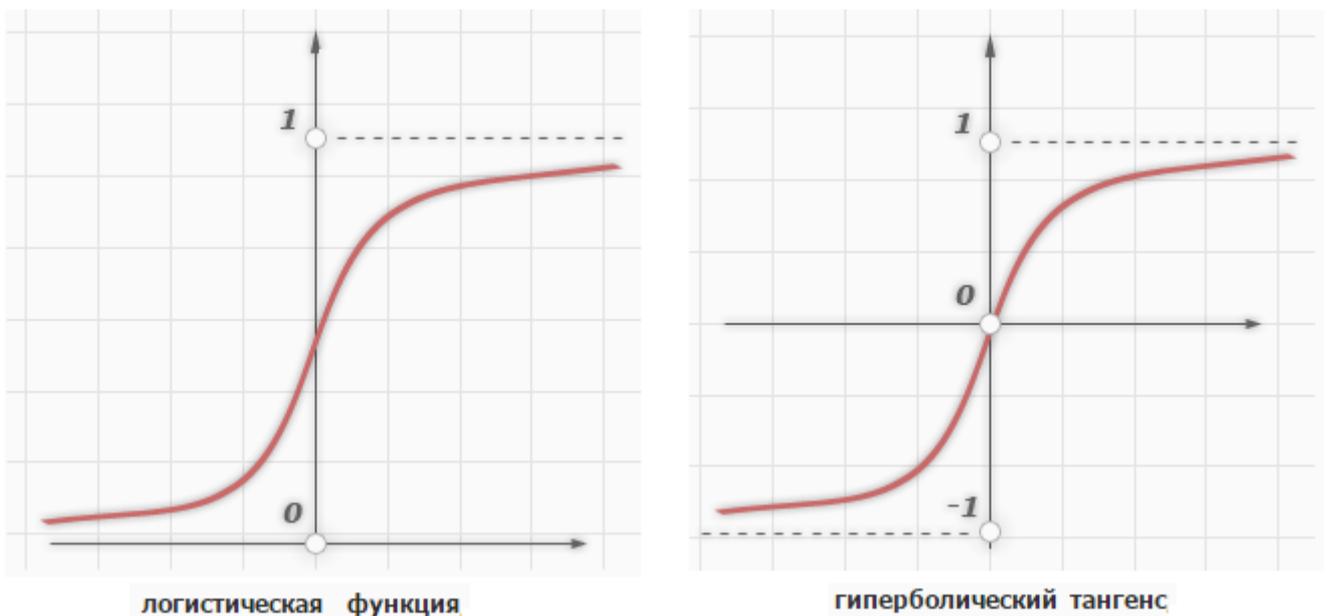


Рисунок 10.5 – Сигмоидальная функция

В модели Маккалока и Питтса отсутствуют временные задержки входных сигналов, поэтому значение *net* определяет полное внешнее возбуждение, принятое нейроном. Отклик нейрон далее описывается по принципу "все или ничего", т. е. переменная подвергается нелинейному пороговому преобразованию, при котором выход (состояние активации нейрона) Y устанавливается равным единице, если $net > \Theta$, и $Y = 0$ в обратном случае. Значение порога Θ (часто полагаемое равным нулю) также хранится в локальной памяти.

Формальные нейроны могут быть объединены в сети путем замыкания выходов одних нейронов на входы других, и по мысли авторов модели, такая кибернетическая система с надлежаще выбранными весами может представлять произвольную логическую функцию. Для теоретического описания получаемых нейронных сетей предлагался математический язык исчисления логических предикатов.

3. Обучение нейронных сетей

Самым важным свойством нейронных сетей является их способность обучаться на основе данных окружающей среды и в результате обучения повышать свою производительность. Способность формального нейрона к обучению проявляется в возможности изменения значений вектора весов W , соответствующей пластичности синапсов биологических нейронов.

Обучение – это процесс, в котором свободные параметры нейронной сети настраиваются посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена. Тип обучения определяется способом подстройки этих параметров.

Существуют два концептуальных подхода к обучению нейронных сетей: обучение с учителем и обучение без учителя.

Обучение нейронной сети с учителем предполагает, что для каждого входного вектора из обучающего множества существует требуемое значение выходного вектора, называемого целевым. Эти вектора образуют обучающую пару. Веса сети изменяют до тех пор, пока для каждого входного вектора не будет получен приемлемый уровень отклонения выходного вектора от целевого.

При обучении нейронной сети без учителя обучающее множество состоит лишь из входных векторов. Алгоритм обучения нейронной сети подстраивает веса сети так, чтобы получались согласованные выходные векторы, т.е. чтобы предъявление достаточно близких входных векторов давало одинаковые выходы.

Рассмотрим обучение формального нейрона на примере простейшей задачи детектирования границы. Пусть имеется образ, составленный из одномерной цепочки черных и белых клеток. Зачерненные клетки соответствуют единичному сигналу, а белые клетки – нулевому. Сигнал на входах формального нейрона устанавливается равным значениям пар примыкающих клеток рассматриваемого образа. Нейрон обучается всякий раз возбуждаться и выдавать единичный выходной сигнал, если его первый вход (левый) – соединен с белой клеткой, а второй (правый) – с черной. Таким образом, нейрон должен служить детектором границы перехода от светлого к темному тону образа.



Рисунок 10.6 – Формальный нейрон с двумя входами, занятый обработкой образа в виде одномерной цепочки черных и белых клеток

Функция, выполняемая нейроном, определяется следующей таблицей:

Вход 1	Вход 2	Требуемый выход
1	1	0
1	0	0
0	1	1
0	0	0

Для данной задачи значения весов и порога нейрона могут быть предъявлены и без специальной процедуры обучения. Легко убедиться, что нужным требованиям удовлетворяет набор $\Theta = 0$, $W_1 = -1$, $W_2 = +1$. В случае задачи детектирования границы перехода от темного к светлому веса нужно поменять местами.

Хотя отдельные нейроны и способны после некоторой процедуры обучения решать ряд задач искусственного интеллекта, все же для эффективного решения сложных задач по распознаванию образов, идентификации и классификации объектов, распознаванию и синтезу речи, оптимальному управлению применяют достаточно большие группы нейронов, образуя из них искусственные нейронные сети в виде связанных между собой слоёв, напоминающие биологические нейронные (нервные) сети человека и животных.

4. Архитектура нейронных сетей

Существует множество способов организации искусственных нейронных сетей, которые могут содержать различное число слоёв нейронов. Нейроны могут быть связаны между собой как внутри отдельных слоёв, так и между слоями. В зависимости от направления передачи сигнала эти связи могут быть прямыми или обратными. Слой нейронов, непосредственно принимающий информацию из внешней среды, называется входным слоем, а слой, передающий информацию во внешнюю среду, – выходным слоем. Остальные слои, если они имеются в сети, называются промежуточными, или скрытыми. В ряде случаев такого функционального распределения слоёв сети не производится, так что входы и выходы могут присоединяться к любым слоям и иметь произвольное число компонент.

Структура или архитектура сети искусственных нейронов зависит от той конкретной задачи, которую должна решать сеть. Описание архитектуры искусственной нейронной сети помимо указания числа слоёв и связей между ними должно включать сведения о количестве нейронов в каждом слое, виде функций активации в каждом слое, наличии смещений для каждого слоя, наличии компонент входных, выходных и целевых векторов, а в ряде случаев и характеристики топологии слоёв.

Графически искусственная нейронная сеть изображается в виде функциональной или структурной схемы. На функциональной схеме сети с помощью гео-

метрических фигур изображаются её функциональные блоки, а стрелками показываються входы, выходы и связи. В блоках и на стрелках указываются необходимые обозначения и параметры.

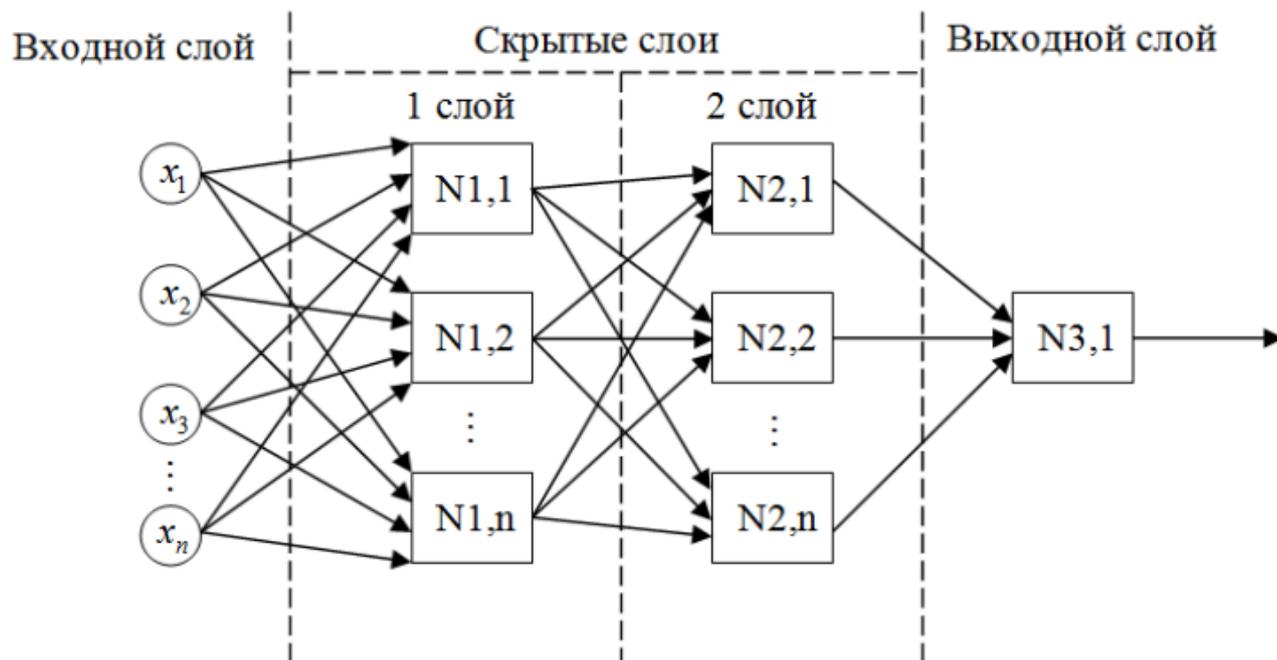


Рисунок 10.7 – Функциональная схема нейронной сети

5. Область применения нейронных сетей

За последние пятнадцать лет нейронные сети нашли широкое практическое применение.

Экономика и бизнес: прогнозирование временных рядов (курсов валют, цен на сырьё, объемов продаж), оценка рисков невозврата кредитов, предсказание банкротств, оценка стоимости недвижимости, выявление переоцененных и недооцененных компаний, рейтингование, оптимизация товарных и денежных потоков, считывание и распознавание чеков и документов, безопасность транзакций по пластиковым картам.

Медицина: постановка диагноза, обработка медицинских изображений, мониторинг состояния пациента, анализ эффективности лечения, очистка показаний приборов от шумов.

Авионика: обучаемые автопилоты, распознавание сигналов радаров, адаптивное пилотирование сильно поврежденного самолета, беспилотные летательные аппараты.

Связь: сжатие видеoinформации, быстрое кодирование-декодирование, оптимизация сотовых сетей и схем маршрутизации пакетов.

Интернет: ассоциативный поиск информации, электронные секретари, фильтрация информации, блокировка спама, автоматическая рубрикация сообщений из новостевых лент, адресные реклама и маркетинг для электронной торговли.

Автоматизация производства: оптимизация режимов производственного процесса, контроль качества продукции, мониторинг и визуализация многомер-

ной диспетчерской информации, предупреждение аварийных ситуаций, робототехника.

Политологические и социологические технологии: предсказание результатов выборов, анализ опросов, предсказание динамики рейтингов, выявление значимых факторов, кластеризация электората, исследование и визуализация социальной динамики населения.

Безопасность и охранные системы: распознавание лиц; идентификация личности по отпечаткам пальцев, голосу, подписи или лицу; распознавание автомобильных номеров, анализ аэрокосмических снимков, мониторинг информационных потоков в компьютерной сети и обнаружение вторжений, обнаружение подделок.

Ввод и обработка информации: распознавание рукописных текстов, отсканированных почтовых, платежных, финансовых и бухгалтерских документов.

Геологоразведка: анализ сейсмических данных, ассоциативные методики поиска полезных ископаемых, оценка ресурсов месторождений.

Такой успех нейронных сетей объясняется тем, что была создана необходимая элементная база для реализации нейронных сетей, а также разработаны мощные инструментальные средства для их моделирования в виде пакетов прикладных программ. К числу подобных пакетов относится пакет Neural Networks Toolbox (NNT) системы математического моделирования MATLAB.

Лекция 11. Генетические алгоритмы

1. Эволюционные вычисления

В настоящее время оформилось и успешно развивается новое направление в теории и практике искусственного интеллекта – эволюционные вычисления (ЭВ). Этот термин обычно используется для общего описания алгоритмов поиска, оптимизации или обучения, основанных на некоторых формализованных принципах естественного эволюционного отбора. Идеи эволюции и самоорганизации в настоящее время с успехом используются при разработке многих технических и, в особенности, программных систем.

Разновидностью эволюционных вычислений является **генетический алгоритм (ГА)** (англ. *genetic algorithm*) – эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе.

Основы теории генетических алгоритмов сформулированы Дж. Г. Холландом в основополагающей работе "Адаптация в естественных и искусственных системах", в которой был предложен генетический алгоритм, исследованный в дальнейшем учениками и коллегами Дж. Холланда в Мичиганском университете.

ГА используют принципы и терминологию, заимствованные у биологической науки – генетики. В ГА каждая особь представляет потенциальное решение некоторой проблемы. В классическом ГА особь кодируется строкой двоичных символов – хромосомой, каждый бит которой называется геном. Множество особей – потенциальных решений составляет популяцию. Поиск оптимального или субоптимального решения проблемы выполняется в процессе эволюции популяции, т.е. последовательного преобразования одного конечного множества решений в другое с помощью генетических операторов репродукции, кроссинговера и мутации. Эволюционные вычисления используют механизмы естественной эволюции, основанные на следующих принципах:

1. Первый принцип основан на концепции выживания сильнейших и естественного отбора по Дарвину, который был сформулирован им в 1859 году в книге "Происхождение видов путем естественного отбора". Согласно Дарвину особи, которые лучше способны решать задачи в своей среде, чаще выживают и чаще размножаются (репродуцируют). В генетических алгоритмах каждая особь представляет собой решение некоторой проблемы. По аналогии с этим принципом особи с лучшими значениями целевой или фитнес-функции имеют большие шансы выжить и репродуцировать. Формализацию этого принципа, как мы увидим далее, реализует оператор репродукции.

2. Второй принцип обусловлен тем фактом, что хромосома потомка состоит из частей, полученных из хромосом родителей. Этот принцип был открыт в 1865 году Г. Менделем. Его формализация дает основу для оператора скрещивания (кроссинговера).

3. Третий принцип основан на концепции мутации, открытой в 1900 году Хуго Де Фризом. Первоначально этот термин использовался для описания суще-

ственных (резких) изменений свойств потомков и приобретение ими свойств, отсутствующих у родителей. По аналогии с этим принципом генетические алгоритмы используют подобный механизм для резкого изменения свойств потомков и, тем самым, повышают разнообразие (изменчивость) особей в популяции (множестве решений).

Эти три принципа составляют ядро ЭВ. Используя их, популяция (множество решений данной проблемы) эволюционирует от поколения к поколению.

Эволюцию искусственной популяции – поиск множества решений некоторой проблемы, формально можно описать в виде алгоритма, который представлен на рис. 11.1.

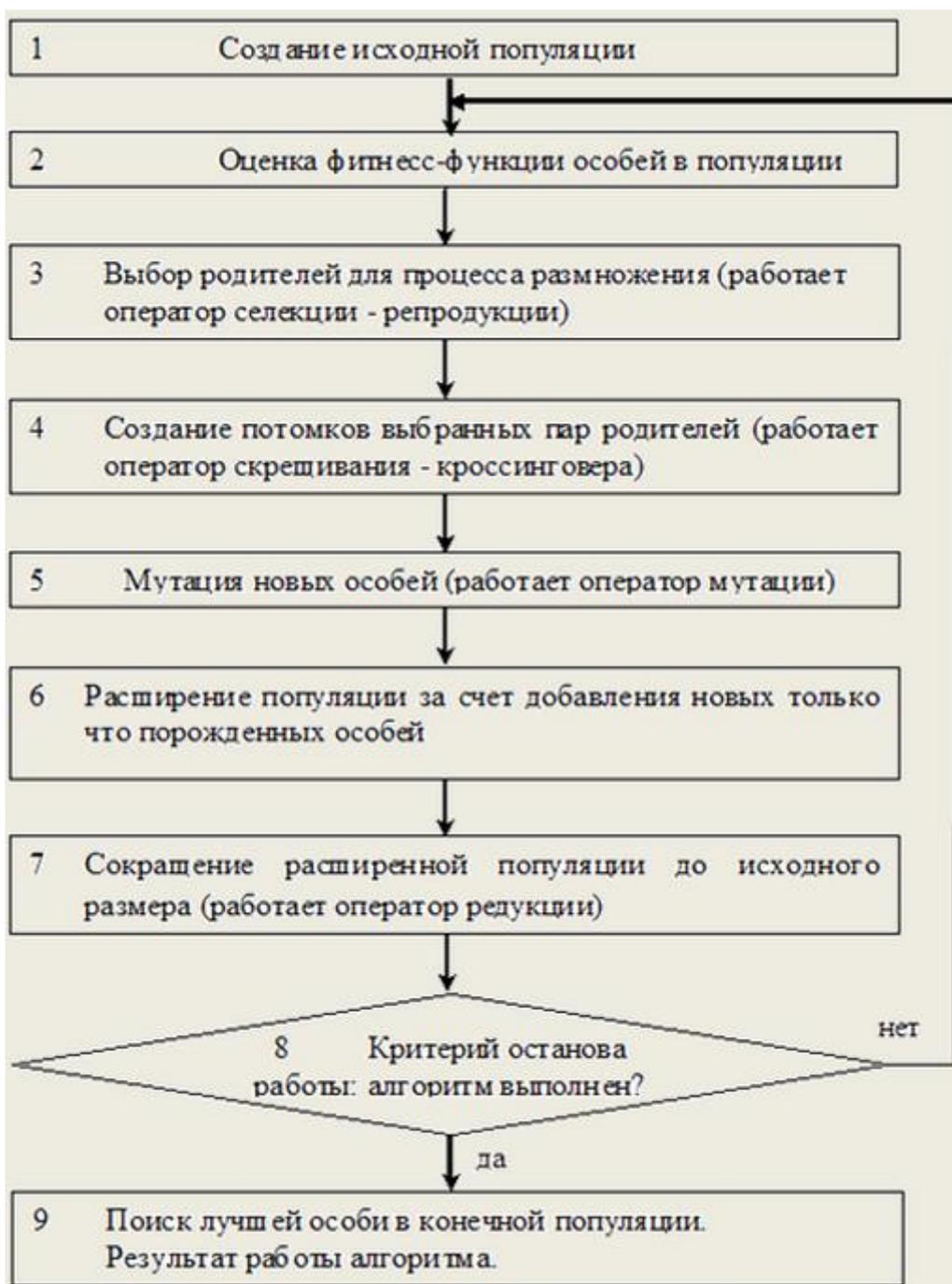


Рисунок 11.1 – Эволюционный алгоритм

ГА получает множество параметров оптимизационной проблемы и кодирует их последовательностями конечной длины в некотором конечном алфавите (в простейшем случае в двоичном алфавите "0" и "1").

Предварительно простой ГА случайным образом генерирует начальную популяцию хромосом (стрингов). Затем алгоритм генерирует следующее поколение (популяцию) с помощью трех следующих основных генетических операторов:

1. оператора репродукции (ОР);
2. оператора скрещивания (кроссинговера, ОК);
3. оператора мутации (ОМ).

Генетические алгоритмы – это не просто случайный поиск, они эффективно используют информацию, накопленную в процессе эволюции.

В процессе поиска решения необходимо соблюдать баланс между "эксплуатацией" полученных на текущий момент лучших решений и расширением пространства поиска. В ГА операторы репродукции и кроссинговера делают поиск направленным. Широту поиска обеспечивает то, что процесс ведется на множестве решений – популяции и используется оператор мутации.

2. Генетические операторы

Рассмотрим пример. Необходимо найти целочисленное значение x на отрезке от $[0, 31]$, при котором функция $y = x^2$ принимает максимальное значение.

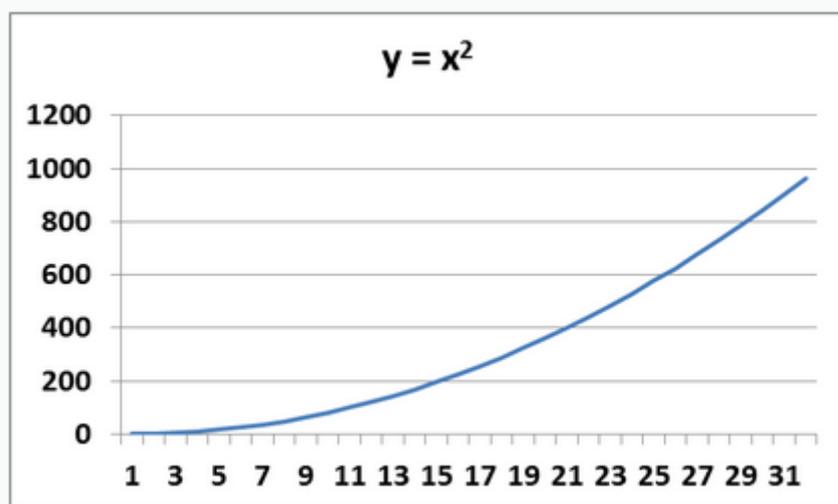


Рисунок 11.2 – График функции $y = x^2$

Начальный этап работы ГА для данного примера приведен в таблице репродукция. Здесь особи начальной популяции (двоичные коды значений переменных x – столбец 2) сгенерированы случайным образом. Двоичный код значения x называется хромосомой (она представляет генотип). Популяция образует множество потенциальных решений данной проблемы. В третьем столбце представлены их десятичные значения (фенотип). Далее на этом примере проиллюстрируем работу трех основных генетических операторов.

Репродукция						
№ хромосомы	Начальная популяция особей	Десятичное значение x	Значение $f(x)$	$\frac{f(x_i)}{\sum f(x_j)}$	Среднее значение $\overline{f(x)}$	Максимальное значение $f_{\max}(x)$
1	01101	13	169	0,14	293	576
2	11000	24	576	0,49		
3	01000	8	64	0,06		
4	10011	19	361	0,31		

↓

Кроссинговер						
№ хромосомы	Популяция после репродукции	Пары хромосом для кроссинговера	Популяция после кроссинговера	Значение $f(x)$	Среднее значение $\overline{f(x)}$	Максимальное значение $f_{\max}(x)$
1	0 1 1 0,1	1-2	01100	144	439	729
2	1 1 0 0;0	1-2	11001	625		
3	1 1 0 0;0	3-4	11011	729		
4	1 0;0 1 1	3-4	10000	256		

↓

Мутация						
№ хромосомы	Популяция после кроссинговера	Новая популяция после мутации	Десятичное значение x	Значение $f(x)$	Среднее значение $\overline{f(x)}$	Максимальное значение $f_{\max}(x)$
1	01100	01100	12	144	496.5	961
2	11001	11001	25	625		
3	11011	11111	31	961		
4	10000	10000	16	256		

1. Оператор репродукции

Репродукция – это процесс, в котором хромосомы копируются в промежуточную популяцию для дальнейшего "размножения" согласно их значениям целевой фитнес-функции. При этом хромосомы с лучшими значениями целевой функции имеют большую вероятность попадания одного или более потомков в следующее поколение.

Очевидно, оператор репродукции (ОР) является искусственной версией естественной селекции – выживания сильнейших по Ч. Дарвину. Этот оператор представляется в алгоритмической форме различными способами (подробнее различные варианты ОР будут рассмотрены далее). Самый простой (и популярный) метод реализации ОР – построение колеса рулетки, в которой каждая хромосома имеет сектор, пропорциональный по площади значению ее целевой функции. Для нашего примера "колесо рулетки" имеет вид, представленный на рис. 11.3.

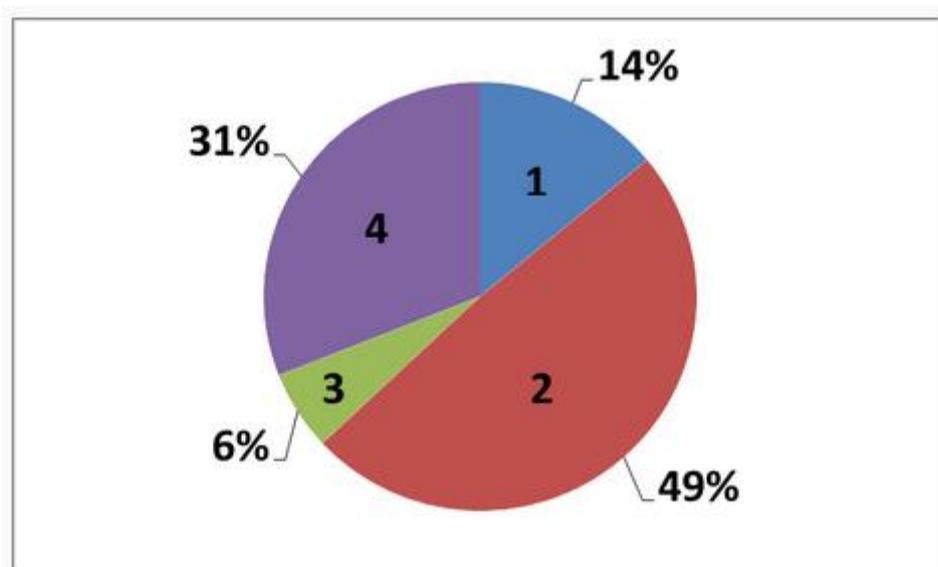


Рисунок 11.3 – "Колесо рулетки" оператора репродукции

Для селекции хромосом используется случайный поиск на основе колеса рулетки. При этом колесо рулетки вращается и после останова ее указатель определяет хромосому для селекции в промежуточную популяцию (родительский пул).

Очевидно, что хромосома, которой соответствует больший сектор рулетки, имеет большую вероятность попасть в следующее поколение. В результате выполнения оператора репродукции формируется промежуточная популяция, хромосомы которой будут использованы для построения поколения с помощью операторов скрещивания.

В нашем примере выбираем хромосомы для промежуточной популяции, вращая колесо рулетки 4 раза, что соответствует мощности начальной популяции.

Величину $\frac{f(x_i)}{\sum f(x_j)}$ обозначим как $P(x_i)$, тогда ожидаемое количество копий i -ой хромосомы определяется значением $M = P(x_i) * N$, где N – мощность популяции. Число копий хромосомы, переходящих в следующее поколение, иногда определя-

ется и так: $\tilde{M} = \frac{f(x_i)}{\bar{f}(x)}$, где $\bar{f}(x)$ – среднее значение хромосомы в популяции.

Расчетные числа копий хромосом по приведенной формуле следующие: хромосома 1 – 0,57; хромосома 2 – 1,97; хромосома 3 – 0,22; хромосома 4 – 1,23. В результате, в промежуточную популяцию 1-я хромосома попадает в одном экземпляре, 2-я – в двух, 3-я – совсем не попадает, 4-я – в одном экземпляре. Полученная промежуточная популяция является исходной для дальнейшего выполнения операторов кроссинговера и мутации.

2 Оператор кроссинговера (скрещивания)

Одноточечный или простой оператор кроссинговера (ОК) с заданной вероятностью P_c выполняется в два этапа:

1-й этап. Две хромосомы (родители) выбираются случайно (или одним из методов, рассмотренных далее) из промежуточной популяции, сформированной при помощи оператора репродукции (ОР).

$$\begin{array}{l}
 A = a_1 a_2 \dots a_k \quad a_{k+1} \dots a_L \\
 B = b_1 b_2 \dots b_k \quad b_{k+1} \dots b_L
 \end{array}$$

Точка кроссинговера

2-й этап. Случайно выбирается точка скрещивания – число k из диапазона $[1, n - 1]$, где n – длина хромосомы (число бит в двоичном коде).

Две новых хромосомы A' , B' (потомки) формируются из A и B путем обмена подстрок после точки скрещивания:

$$\begin{array}{l}
 A' = a_1 a_2 \dots a_k b_{k+1} \dots b_L; \\
 B' = b_1 b_2 \dots b_k a_{k+1} \dots a_L.
 \end{array}$$

Например, рассмотрим выполнение кроссинговера для хромосом 1 и 2 из промежуточной популяции:

$$\begin{array}{l}
 A = 01101; \\
 B = 11000; \\
 1 \leq k \leq 4; \\
 k = 4; \\
 A' = 01100; \\
 B' = 11001.
 \end{array}$$

Следует отметить, что ОК выполняется с заданной вероятностью P_c (отобранные два родителя не обязательно производят потомков). Обычно величина вероятности полагается равной $P_c \approx 0,5$.

Таким образом, операторы репродукции и скрещивания очень просты – они выполняют копирование особей и частичный обмен частей хромосом. Продолжение нашего примера представлено во второй таблице (кроссинговер).

Сравнение с предыдущей таблицей показывает, что в промежуточной популяции после скрещивания улучшились все показатели популяции (среднее и максимальные значения целевой функции).

3. Мутация

Далее согласно схеме классического ГА с заданной вероятностью P_M выполняется оператор мутации. Иногда этот оператор играет вторичную роль. Обычно вероятность мутации мала – $P_M = 0,001$.

Оператор мутации (ОМ) выполняется в два этапа:

1-й этап. В хромосоме $A' = a_1 a_2 \dots a_L$ случайным образом выбирается k -ая позиция (бит) ($1 \leq k \leq n$).

2-й этап. Производится инверсия значения гена в k -й позиции: $a'_k = \bar{a}_k$.

Например, для хромосомы 11011 выбирается $k = 3$ и после инверсии значения третьего бита получается новая хромосома – 11111. Продолжение нашего примера представлено в третьей таблице (мутация).

Таким образом, в результате применения генетических операторов найдено оптимальное решение $x = 31$.

В данном случае, поскольку пример искусственно подобран, мы нашли оптимальное решение за одну итерацию. В общем случае ГА работает до тех пор, пока не будет выполнен критерий окончания процесса поиска и в последнем полученном поколении определяется лучшая особь, которая и принимается в качестве решения задачи.

3. Область применения

Генетические алгоритмы были созданы и широко используются решения сложнейших оптимизационных задач в бизнесе и финансах (GeneHunter, Auto2Fit). Кроме того, ГА применяются при исследовании разнообразных научных и технических проблем. К примеру, инженеры компании General Electric с успехом используют генетические алгоритмы для создания реактивных двигателей, а военно-морские силы США - для повышения эффективности обслуживания самолетов авианосцами. ГА используются также для создания вычислительных структур, применяются при обучении нейронных сетей и при управлении роботами. Кроме этого, они приносят неоценимую помощь при моделировании процессов развития в биологических, социальных и других системах.

Лекция 12. Обзор современных компьютерных технологий для инженерных и научных расчетов

1. Системы компьютерной математики

В процессе работы как инженера, ученого, так и студента, приходится прибегать к математическим расчетам. Иногда эти расчеты носят простой характер, а иногда и достаточно сложный. Для сложных расчетов можно применять ряд математических пакетов: MathCad, Mathematica, MatLab.

Современные математические пакеты можно использовать и как обычный калькулятор, и как средства для упрощения выражений при решении каких-либо задач, и как генератор графики или звука. Современные программы математического моделирования имеют средства взаимодействия с Интернетом, и генерацию HTML-страниц можно выполнять прямо в процессе вычислений, т.е. можно решать задачу и одновременно публиковать для коллег ход ее решения на своей странице в Интернете.

Как правило, многие научные и инженерные исследования требуют проведения сложных математических расчетов или построения математических моделей для проведения экспериментов, например, вычисление сложных интегралов или производных. Но ведь главной целью исследований является не вычисления, а решение каких-либо проблем, а проведение вычислений в среде математических пакетов позволяет сэкономить массу времени и избежать многих ошибок.

Спектр задач, решаемых математическими пакетами:

- проведение математических исследований, требующих вычислений и аналитических выкладок;
- разработка и анализ алгоритмов;
- математическое моделирование и компьютерный эксперимент;
- анализ и обработка данных;
- визуализация, научная и инженерная графика;
- разработка графических и расчетных приложений.

Ранее эти системы считались сугубо профессиональными, но середина 90-х годов стала переломным моментом для мирового рынка математических систем массового применения. Тогда, впервые за долгое время, пакеты для параметрического моделирования с промышленными возможностями стали доступны пользователям персональных компьютеров. Создатели подобных систем учли требования широкого круга пользователей и таким образом дали возможность десяткам тысяч инженеров и математиков использовать на своих персональных рабочих местах новейшие достижения науки в области технологий инженерного проектирования.

2. Пакет Mathematica

Система компьютерной математики Mathematica, разработанная компанией Wolfram Research, Inc., повсеместно применяется при расчетах в современных научных исследованиях и получила широкую известность в научной и образовательной среде. Несмотря на свою направленность на серьезные математические

вычисления, системы класса Mathematica просты в освоении и могут использоваться довольно широкой категорией пользователей – студентами и преподавателями вузов, инженерами, аспирантами, научными работниками и даже учащимся математических классов общеобразовательных и специальных школ.

Система Mathematica сегодня рассматривается как мировой лидер среди компьютерных систем символьной математики для ПК, обеспечивающих не только возможности выполнения сложных численных расчетов с выводом их результатов в самом изысканном графическом виде, но и проведение особо трудоемких аналитических преобразований и вычислений. Версии системы под Windows имеют современный пользовательский интерфейс и позволяют готовить документы в форме Notebooks (записных книжек). Они объединяют исходные данные, описания алгоритмов решения задач, программ и результатов решения в самой разнообразной форме (математические формулы, числа, векторы, матрицы, таблицы и графики). В Mathematica большое внимание уделяется графике, в том числе динамической, а также возможностям мультимедиа – воспроизведению динамической анимации и синтезу звуков, что обеспечивает пакету лидерство среди систем компьютерной математики. При этом система обеспечивает динамическую связь между ячейками документов в стиле электронных таблиц даже при решении символьных задач, что принципиально и выгодно отличает ее от других подобных систем.

Центральное место в системах класса Mathematica занимает машинно-независимое ядро математических операций, которое позволяет переносить систему на различные компьютерные платформы. Ядро сделано достаточно компактным для того, чтобы можно было очень быстро вызвать из него любую функцию. Для расширения набора функций служат библиотека (Library) и набор пакетов расширения (Add-on Packages). Пакеты расширений готовятся на собственном языке программирования систем Mathematica и являются главным средством для развития возможностей системы и их адаптации к решению конкретных классов задач пользователя. Кроме того, системы имеют встроенную электронную справочную систему – Help, которая содержит электронные книги с реальными примерами.

Таким образом, Mathematica – это, с одной стороны, типичная система программирования на базе одного из самых мощных проблемно-ориентированных языков функционального программирования высокого уровня, предназначенная для решения различных задач (в том числе и математических), а с другой – интерактивная система для решения большинства математических задач в диалоговом режиме без традиционного программирования. Mathematica как система программирования имеет все возможности для разработки и создания практически любых управляющих структур, организации ввода-вывода, работы с системными функциями и обслуживания любых периферийных устройств, а с помощью пакетов расширения (Add-ons) появляется возможность подстраиваться под запросы любого пользователя, хотя рядовому пользователю эти средства программирования могут и не понадобиться – он вполне обойдется встроенными математическими

функциями системы, поражающими своим обилием и многообразием даже опытных математиков.

К недостаткам системы Mathematica следует отнести разве что весьма необычный язык программирования, обращение к которому, впрочем, облегчает подробная система помощи.

3. Программа MathCad

Программа MathCad – это продвинутый редактор математических текстов с широкими возможностями символьных вычислений и прекрасным интерфейсом. MathCad не имеет языка программирования как такового, зато интерфейс программы MathCad очень простой, а возможности визуализации богатые. Все вычисления здесь осуществляются на уровне визуальной записи выражений в общепотребительной математической форме. Пакет имеет хорошие подсказки, подробную документацию, функцию обучения использованию, целый ряд дополнительных модулей и приличную техническую поддержку производителя.

Сегодня эта система стала буквально международным стандартом для технических вычислений и даже многие школьники осваивают и используют MathCad. Для небольшого объема вычислений MathCad идеален – здесь все можно проделать очень быстро и эффективно, а затем оформить работу в привычном виде (MathCad предоставляет широкие возможности для оформления результатов, вплоть до публикации в Интернете). Пакет имеет удобные возможности импорта/экспорта данных. Например, можно работать с электронными таблицами Microsoft Excel прямо внутри MathCad-документа. В общем, MathCad – это очень простая и удобная программа, которую можно рекомендовать широкому кругу пользователей, в том числе не очень сведущих в математике, а особенно тем, кто только постигает ее азы.

4. Система MatLab

Система MatLab – одна из старейших, тщательно проработанных и проверенных временем систем автоматизации математических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций. Это нашло отражение и в самом названии системы – MATrix LABoratory, то есть матричная лаборатория. Однако синтаксис языка программирования системы продуман настолько тщательно, что данная ориентация почти не ощущается теми пользователями, которых не интересуют непосредственно матричные вычисления.

Несмотря на то что изначально MatLab предназначалась исключительно для вычислений, в процессе эволюции для MatLab было приобретено ядро символьных преобразований, а также появились библиотеки, которые обеспечивают в MatLab уникальные для математических пакетов функции. Например, широко известная библиотека Simulink, реализуя принцип визуального программирования, позволяет построить логическую схему сложной системы управления из одних только стандартных блоков, не написав при этом ни строчки кода. После конструирования такой схемы можно детально проанализировать ее работу.

В системе MatLab также существуют широкие возможности для программирования. Ее библиотека C Math является объектной и содержит свыше 300 процедур обработки данных на языке C. Внутри пакета можно использовать как процедуры самой MatLab, так и стандартные процедуры языка C, что делает этот инструмент мощнейшим подспорьем при разработке приложений.

При этом все библиотеки MatLab отличаются высокой скоростью численных вычислений. Однако матрицы широко применяются не только в таких математических расчетах, как решение задач линейной алгебры и математического моделирования, обсчета статических и динамических систем и объектов. Они являются основой автоматического составления и решения уравнений состояния динамических объектов и систем. Именно универсальность аппарата матричного исчисления значительно повышает интерес к системе MatLab, вобравшей в себя лучшие достижения в области быстрого решения матричных задач. Поэтому MatLab давно уже вышла за рамки специализированной матричной системы, превратившись в одну из наиболее мощных универсальных интегрированных систем компьютерной математики.

Для визуализации моделирования система MatLab имеет библиотеку Image Processing Toolbox, которая обеспечивает широкий спектр функций, поддерживающих визуализацию проводимых вычислений непосредственно из среды MatLab, увеличение и анализ, а также возможность построения алгоритмов обработки изображений. Усовершенствованные методы графической библиотеки в соединении с языком программирования MatLab обеспечивают открытую расширяемую систему, которая может быть использована для создания специальных приложений, пригодных для обработки графики.

Таким образом, систему MatLab можно использовать для обработки изображений, сконструировав собственные алгоритмы, которые будут работать с массивами графики как с матрицами данных. Поскольку язык MatLab оптимизирован для работы с матрицами, в результате обеспечивается простота использования, высокая скорость и экономичность проведения операций над изображениями.

Таким образом, программу MatLab можно использовать для восстановления испорченных изображений, шаблонного распознавания объектов на изображениях или же для разработки каких-либо собственных оригинальных алгоритмов обработки изображений. Библиотека Image Processing Toolbox упрощает разработку высокоточных алгоритмов, поскольку каждая из функций, включенных в эту библиотеку, оптимизирована для максимального быстродействия, эффективности и достоверности вычислений. Кроме того, библиотека обеспечивает разработчика многочисленным инструментарием для создания собственных решений и для реализаций сложных приложений обработки графики. А при анализе изображений использование мгновенного доступа к мощным средствам визуализации помогает моментально увидеть эффекты увеличения, восстановления и фильтрации.

Среди других библиотек системы MatLab можно также отметить пакет Neural Networks Toolbox (NNT). Пакет прикладных программ NNT содержит средства для построения нейронных сетей, базирующихся на поведении математического аналога нейрона. Пакет обеспечивает эффективную поддержку проек-

тирования, обучения, анализа и моделирования множества известных типов сетей – от базовых моделей до самых современных самоорганизующихся сетей. В пакете имеется более 15 таких типов. Для каждого типа архитектуры и обучающих правил имеются функции инициализации, обучения, адаптации, создания, моделирования, отображения, оценки и демонстрации, а также примеры применения.

А что касается математических вычислений, то MatLab предоставляет доступ к огромному количеству подпрограмм, содержащихся в библиотеке NAG Foundation Library компании Numerical Algorithms Group Ltd (инструментарий имеет сотни функций из различных областей математики, и многие из этих программ были разработаны широко известными в мире специалистами). Это уникальная коллекция реализаций современных численных методов компьютерной математики, созданных за последние три десятка лет. Таким образом, MatLab вобрала и опыт, и правила, и методы математических вычислений, накопленные за тысячи лет развития математики. Одну только прилагаемую к системе обширную документацию вполне можно рассматривать как фундаментальный многотомный электронный справочник по математическому обеспечению.

Из недостатков системы MatLab можно отметить невысокую интегрированность среды (очень много окон, с которыми лучше работать на двух мониторах), не очень внятную справочную систему (а между тем объем фирменной документации достигает почти 5 тыс. страниц, что делает ее трудно обозримой) и специфический редактор кода MatLab-программ. Сегодня система MatLab широко используется в технике, науке и образовании, но все-таки она больше подходит для анализа данных и организации вычислений, нежели для чисто математических выкладок. Тем не менее, математический пакет MatLab – интеллектуальный лидер в своем классе, определяющий развитие компьютерной математики.

5. Бесплатные аналоги MatLab

После того, как производители математического пакета MatLab захотели много тысяч долларов за каждую лицензию, математическое сообщество стало искать возможные пути решения проблемы. Одно из решений – пакет FreeMat. FreeMat распространяется под свободной лицензией GPL (General Public License – переводят как Открытое лицензионное соглашение) и бесплатно предоставляет часть функциональности MatLab (порядка 95%).

Возможности FreeMat:

- работа с N-мерными массивами (по умолчанию стоит ограничение $N < 7$, но его можно изменить);
- поддержка 8-, 16-, 32-битных переменных типа integer, 32- и 64-битных типа float, 64- и 128-битных комплексных чисел;
- встроенные арифметические действия над данными всех типов;
- решение линейных систем уравнений;
- поддержка языка программирования MatLab;
- построение 2D- и 3D-графиков;
- и многое-многое другое.

Другой вариант бесплатного аналога MatLab пакет прикладных математических программ Scilab (читается Сайлэб), предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов. Это самая полная общедоступная альтернатива MATLAB. Scilab содержит сотни математических функций, и есть возможность добавления новых, написанных на различных языках.

Scilab имеет схожий с MATLAB язык программирования. В состав пакета входит утилита, позволяющая конвертировать документы Matlab в Scilab. Scilab позволяет работать с элементарными и большим числом специальных функций (Бесселя, Неймана, интегральные функции), имеет мощные средства работы с матрицами, полиномами (в том числе и символично), производить численные вычисления (например, численное интегрирование) и решение задач линейной алгебры, оптимизации и симуляции, мощные статистические функции, а также средство для построения и работы с графиками. В состав пакета также входит Scicos – инструмент для редактирования блочных диаграмм и симуляции (аналог simulink в пакете MATLAB).

Литература

1. Хомоненко А.Д. Основы современных компьютерных технологий: Учебник – М.: Корона-Принт, 2009. – 672 с.
2. Жарких Ю.С., Лисоченко С.В. та ін. Комп'ютерні технології в освіті: Навчальний посібник – К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. – 239 с.
3. Спірін О.М. Початки штучного інтелекту: Навчальний посібник – Житомир: ЖДУ, 2004. – 172 с.
4. Костікова М.В., Левтеров А.І., Копьонкіна О.В. MATLAB + Simulink: Навчальний посібник – Х.: ХНАДУ, 2005. – 222 с.