

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
"Тамбовский государственный технический университет"

А. В. МАЙСТРЕНКО, Н. В. МАЙСТРЕНКО, И. В. ДИДРИХ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ИНЖЕНЕРНОЙ И НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по университетскому
политехническому образованию в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлениям подготовки 230400 "Информационные системы
и технологии", 230100 "Информатика и вычислительная техника"



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО "ТГТУ"
2014

УДК 378(076)
ББК з 973я73 + Ч481я73
М14

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой прикладной информатики
Тамбовского филиала ФГБОУ ВПО
"Московский государственный университет культуры и искусств"
В.Н. Точка

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой "Автоматизированное проектирование
технологического оборудования" ФГБОУ ВПО "ТГТУ"
В.А. Немтинов

Майстренко, А. В.

М14 Информационные технологии поддержки инженерной и научно-образовательной деятельности : учебное пособие / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко, И. В. Дидрих. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2014. – 80 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-1373-6.

Рассматриваются основные теоретические положения информационных технологий, применяемых при автоматизации экспериментов и построении систем поддержки принятия решений, раскрываются особенности использования информационных технологий при разработке электронных образовательных ресурсов и презентационных материалов, освещаются вопросы организации поиска информации в автоматизированных информационных системах.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 230400 "Информационные системы и технологии", 230100 "Информатика и вычислительная техника" всех форм обучения, изучающих особенности использования информационных технологий в инженерной и научно-образовательной деятельности, может быть полезно для студентов и магистрантов других специальностей и направлений, аспирантов и преподавателей, осваивающих современные компьютерные технологии.

УДК 378(076)
ББК з 973я73 + Ч481я73

ISBN 978-5-8265-1373-6

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тамбовский государственный технический университет" (ФГБОУ ВПО "ТГТУ"), 2014

ВВЕДЕНИЕ

Особенности современного этапа развития инженерного образования в мире связаны с рядом факторов: со сменой традиционной научной парадигмы, интенсификацией всемирных социальных отношений, процессами развития "свободного рынка", интеграционными процессами современного производства и чрезвычайно высокими темпами развития новых информационных и коммуникационных технологий.

Кроме того, интеграционные процессы в современной образовательной системе, близость и доступность мирового опыта благодаря стремительно развивающимся, преимущественно компьютерным технологиям, заставляют отходить от традиционных методов подготовки инженерных кадров, разрабатывать новые образовательные стандарты, которые ориентированы на принятые в современном мире подходы, учитывающие требования глобального рынка труда.

В соответствии с требованиями современного производства будущий инженер должен иметь не только специальные технические знания и умения, но и ряд нетрадиционных для инженерного образования навыков: умение использовать новые информационные технологии (ИТ) в профессиональной деятельности, понимание профессиональной и этической ответственности при принятии инженерных решений, способность к анализу и критике принятых решений, знания о существующих методах и средствах поддержки принятия решений, а также должен уметь применять этот инструментарий на практике.

В данном учебном пособии, предназначенном для студентов и магистрантов, изучающих особенности применения информационных технологий в инженерной и научно-образовательной деятельности, рассматриваются основные теоретические положения информационных технологий, применяемых при автоматизации экспериментов и построении систем поддержки принятия решений, при разработке электронных образовательных ресурсов и презентационных материалов, а также освещаются вопросы организации поиска информации в автоматизированных информационных системах.

1. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ И ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА

Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС) предназначены для ввода, обработки, хранения и поиска семантической информации. Поиск семантической информации предполагает сравнение смыслового содержания запроса со смысловым содержанием хранящихся в АИПС документов. Такая операция возможна только в том случае, когда существует некоторый язык представления информации, позволяющий однозначно описывать смысловое содержание документов и запросов.

Естественный язык для этой цели не подходит в силу своей многозначности и высокой сложности. При наличии такого языка, который носит название информационно-поискового языка (ИПЯ), процесс функционирования АИПС состоит в следующем:

1. Перевод содержания документа и/или запроса с естественного языка на ИПЯ (процесс индексирования текстов). В результате индексирования полный текст документа (запроса) заменяется некоторой характеристикой, кратко отражающей его смысловое содержание. Эта характеристика носит название поискового образа документа (ПОД) и/или поискового образа запроса (ПОЗ), который иногда называют поисковым предписанием (ПП).

2. Представление ПОД и ПОЗ в машинных кодах (кодирование). Часто этот этап выполняют совместно с предыдущим. Организация массивов ПОД и ПОЗ. Обработка элементов этих массивов и представление их в виде, наиболее удобном для поиска.

3. Поиск информации, т.е. выделение из поискового массива тех документов, содержание которых соответствует поисковому предписанию. Эта операция осуществляется в соответствии с некоторым критерием смыслового соответствия (КСС) поискового образа документа поисковому образу запроса (критерий выдачи).

4. Выдача пользователю информации, соответствующей отобранным ПОД.

5. Корректировка запросов или ПП и повторение предыдущих этапов. Эта операция выполняется в том случае, если потребитель не удовлетворён работой АИПС, и может производиться либо в пакетном режиме, либо в режиме диалога.

Состав и структура АИПС, так же как и любая АИС, является весьма сложной системой, представление которой линейным текстом весьма затруднительно.

Можно выделить несколько различных декомпозиций и, соответственно, представлений АИПС, каждая из которых описывает систему с определённой точки зрения и на различных уровнях детализации. Наиболее необходимы для изучения АИПС следующие пять декомпозиций:

- 1) функциональная, т.е. разбиение АИПС на функциональные составляющие (подсистемы);
- 2) покомпонентная, т.е. разбиение АИПС, позволяющее выделить её информационные, программные, технические и трудовые компоненты;
- 3) на обеспечивающие составляющие, т.е. разбиение АИПС на обеспечивающие подсистемы;
- 4) организационная – декомпозиция АИПС на организационные составляющие;
- 5) методологическая – декомпозиция логико-семантических средств, обеспечивающих создание и функционирование АИПС.

Рассмотрим каждую из предложенных декомпозиций АИПС.

Функциональная декомпозиция – декомпозиция на функциональные подсистемы. При такой декомпозиции наиболее рационально выделять следующие функциональные подсистемы АИПС: отбора информации из внешней среды, предмашинной обработки и ввода информации, обработки и хранения информации, поиска и выдачи информации, информационного обслуживания потребителей информации.

Покомпонентная декомпозиция вызвана необходимостью самостоятельного рассмотрения информационной, программной и технической среды АИПС. В этом случае в составе АИПС целесообразно выделить: информационную базу (базу данных, словари и т.д.); программные средства (СУБД/ПС, пользовательские программы – software АИПС); технические средства (hardware АИПС), организационные средства.

Большинство функций предыдущей (функциональной) декомпозиции реализуется соответствующими техническими программными и информационными средствами покомпонентной декомпозиции. Например, база данных используется всеми подсистемами функциональной декомпозиции, но для реализации различных функций: подсистема ввода и хранения обеспечивает ввод и ведение информации в БД; наоборот, подсистема поиска обеспечивает поиск в БД нужной информации. При этом почти все функциональные подсистемы (кроме подсистемы отбора) используют соответствующие программные и технические средства. Обе рассмотренные декомпозиции описывают один и тот же объект – АИПС, но с различных точек зрения.

Декомпозиция на обеспечивающие составляющие. Обеспечивающими составляющими или подсистемами АИПС называют элементы, которые обеспечивают реализацию заданных функций АИПС. В АИПС обычно выделяют следующие обеспечивающие подсистемы: информационного обеспечения, лингвистического обеспечения, математического и

программного обеспечения; технического обеспечения, организационного обеспечения.

Подсистема информационного обеспечения включает совокупность средств и методов сбора, обработки, хранения и выдачи информации (в том числе и информации о пользователе АИПС) и обеспечивает формирование, ведение (обновление, актуализацию) и использование информационной базы АИПС.

Подсистема лингвистического обеспечения включает совокупность словарей, справочников, положений и инструкций предмашиной и машинной обработки и поиска информации.

Подсистема математического и программного обеспечения включает совокупность методов, алгоритмов и программ ввода, обработки, поиска и выдачи информации.

Подсистема технического обеспечения включает комплекс ЭВМ, технических средств сбора, ввода, передачи, отображения, хранения, диспетчеризации, телекоммуникации, поиска и выдачи информации.

Подсистема организационного обеспечения включает совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы.

Организационная декомпозиция АИПС соответствует организационной структуре информационного института, центра или иной организации, в структуру которой входит АИПС. Среди элементов организационной декомпозиции могут быть: вычислительный центр, отделы или лаборатории.

Декомпозиция на обеспечивающие подсистемы, в чём-то перекрывающаяся с покомпонентной декомпозицией, тем не менее, представляет новую точку зрения на состав и структуру АИПС.

Логико-семантический комплекс АИПС. Логико-семантический комплекс (ЛСК) – комплекс языковых логических и математических средств формализованного представления семантической информации с целью её автоматизированной обработки и поиска. ЛСК представляет собой теоретическую и практическую базу создания и функционирования как каждой составляющей всех ранее рассмотренных декомпозиций АИПС, так и АИПС в целом.

Структура и свойства информационно-поисковых языков. В последние годы создаются самые разнообразные искусственные языки, ориентированные на определённый аспект решаемых задач. Это языки описания данных, информационно-поисковые языки, языки моделирования, управления заданиями, автоматизации проектирования, языки манипулирования данными и т.д. Описать всё разнообразие существующих языков или тем более дать их исчерпывающую классификацию не представляется возможным. Среди множества классов искусственных языков нас интересуют только информационно-поисковые языки (ИПЯ).

Для определения роли и места ИПЯ рассмотрим основные понятия языков, тесно связанных с информационно-поисковыми языками.

Язык – это знаковая система любой физической природы, выполняющая познавательную и коммуникативную функции в процессе человеческой деятельности. Естественный язык (ЕЯ) есть особого рода преобразователь заданных смыслов в тексты и наоборот.

Информационный язык – формальная семантическая система, включающая алфавит, правила образования конструкций, их преобразования и интерпретации и предназначенная для описания, обработки, логической переработки и поиска информации.

Информационно-поисковый язык – специализированный искусственный язык, предназначенный для описания основного содержания (центральной темы) и формальных характеристик документов с целью информационного поиска.

Алгоритмический язык – язык, предназначенный для записи информации и алгоритмов её обработки в форме, воспринимаемой ЭВМ. Каждый из названных языков предназначен для описания языковых объектов и, следовательно, в той или иной мере обладает смысловыразительной способностью, т.е. способностью выражать смысловое содержание текстов. Указанная способность зависит от того, на каких уровнях представляются языковые объекты средствами данного языка.

Различают следующие уровни представления языковых объектов.

Семантика – основные закономерности строения внутренней (смысловой) стороны языковых объектов. Семантический уровень представления языковых объектов позволяет отобразить их смысловое содержание, выразить связь смыслов отдельных знаков со смыслом текста (связь смысла языковых объектов между собой и со смыслом образуемого ими более сложного языкового объекта).

Синтаксис – основные закономерности, определяющие отношения между единицами языка в пределах конкретных текстов. Синтаксический уровень представления языковых объектов позволяет выразить их структуру, отношения знаков в тексте, закономерности построения текстов.

Морфология – основные закономерности построения слов языка, т.е. система грамматических категорий и способов их выражения.

Правописание – система правил, устанавливающая единообразные способы передачи речи на письме.

Фонетика – основные закономерности поведения речевого аппарата и способы их использования.

Указанные уровни представления языковых объектов позволяют описать преобразование: звук – фонема – морфема – слово – текст – смысл.

ИПЯ представляют языковые объекты на 1, 2, 3, 4 уровнях. Однако арсенал средств ИПЯ для представления языковых объектов на семантическом уровне менее развит по сравнению с естественным языком.

Основными элементами ИПЯ являются: алфавит, лексика и грамматика.

Алфавит ИПЯ – система знаков, используемых для записи слов и выражений ИПЯ. Это могут быть буквы русского и/или английского языка, знаки препинания, арабские цифры, любые иные символы.

Лексика, или словарный состав ИПЯ – совокупность слов, словосочетаний и выражений, используемых для построения текстов ИПЯ. В качестве лексических единиц ИПЯ могут быть использованы:

- слова, фрагменты слов, словосочетания и выражения любого естественного языка;
- коды и шифры (цифровые, буквенные, буквенно-цифровые) словосочетаний, слов и выражений, выступающие в роли имён соответствующих классов;
- шифры и коды в сочетании со словами, словосочетаниями и выражениями.

Существуют различные способы задания словарного состава ИПЯ, в том числе:

- 1) перечисление всех лексических единиц ИПЯ;
- 2) перечисление части лексических единиц и задание правил формирования из них других лексических единиц;
- 3) задание правил построения лексических единиц, слов и выражений естественного языка.

Первый способ задания лексики не требует больших интеллектуальных усилий, а процесс построения лексики нельзя автоматизировать. Лексика ИПЯ оказывается жёстко фиксированной и в ряде случаев не позволяет достаточно точно выразить смысловое содержание текстов.

Второй способ поддаётся полной автоматизации, хотя и требует больших интеллектуальных затрат на определение правил формирования лексики. Однако научный подход к формированию словарного состава делает его более совершенным, обеспечивает единообразие и уменьшает субъективизм при построении лексики.

Третий способ занимает промежуточное положение и в отношении интеллектуальных усилий, и в отношении автоматизации процессов.

Грамматика ИПЯ – совокупность средств и способов построения, изменения и сочетания лексических единиц. Грамматика включает морфологию и синтаксис. *Морфология* – совокупность средств и способов построения и изменения слов. *Синтаксис* – совокупность средств и способов соединения слов в выражения и фразы.

Требования к ИПЯ:

1. ИПЯ должен располагать лексико-грамматическими средствами для точного выражения основного содержания (центральной темы или предмета) текста. Это связано с необходимостью представления текстов на семантическом уровне и является обязательной предпосылкой обеспечения смысловыразительной способности ИПЯ.

2. ИПЯ не должен быть двусмысленным. Любое выражение ИПЯ должно пониматься вполне однозначно, что связано с необходимостью устранения многозначности, присущей естественному языку и недопустимой для ИПЯ в силу того, что приёмником текстов ИПЯ является ЭВМ, а не человек.

3. ИПЯ должен быть удобным для алгоритмизации.

В основе построения дескрипторных ИПЯ лежит принцип координатного индексирования, который предполагает, что основное смысловое содержание документа может быть выражено списком ключевых слов.

Основными элементами дескрипторных ИПЯ являются:

1) словарь лексических единиц, обеспечивающий выделение определённых частей текста и их замену на коды лексических единиц;

2) правила применения ИПЯ (грамматика), определяющие процедуру перевода текстов документов и запросов (слов и словосочетаний – морфология; фраз, текстов в целом – синтаксис) с естественного языка на ИПЯ;

3) правила построения и ведения ИПЯ, определяющие процедуру изменения и совершенствования ИПЯ, т.е. его словаря и правил применения.

Словари лексических единиц делятся на две группы: а) основные лексические словари, составляющие лексику ИПЯ; б) морфологические словари, обеспечивающие морфологический анализ и нормализацию слов.

В качестве лексических единиц основных словарей используются ключевые слова, словосочетания и дескрипторы. Соответствующие им словари носят названия: "Словарь ключевых слов", "Словарь словосочетаний" и "Словарь дескрипторов".

Под *ключевым словом* (КС) понимается полнозначное слово естественного языка, выражающее смысловое содержание фрагмента документа или запроса самостоятельно или в наборе с другими КС.

Словосочетание – последовательность нескольких слов (обычно 2 – 5) естественного языка, выражающая основное смысловое содержание фрагмента документа или запроса. Словосочетание может использоваться и в роли ключевого слова. Обычно словарь КС включает и отдельные слова и словосочетания. Однако число словосочетаний в словаре КС мало по сравнению с числом отдельных слов. И наоборот, словарь словосочетаний в основном состоит из словосочетаний.

Дескриптор – понятие, обозначающее группу эквивалентных или близких по смыслу ключевых слов, т.е. это имя класса синонимов. В качестве дескрипторов могут быть использованы код, слово или словосочетание.

Словарь дескрипторов с заданными парадигматическими отношениями между его элементами носит название *тезауруса*. Тезаурус является основным типом словарей современных ИПС.

Информационно-поисковый тезаурус (ИПТ) по сути, представляет собой нормативный словарь-справочник, в котором зафиксирована часть знаний человечества, относящихся к данной предметной области.

ИПТ можно представить как мультиграф, узлы которого соответствуют понятиям предметной области, а дуги – существующим парадигматическим отношениям между ними.

Наиболее важными парадигматическими отношениями ИПТ являются:

- соподчинение;
- вид–род (род–вид);
- часть–целое (целое–часть);
- причина–следствие (следствие–причина);
- функциональное сходство.

Данные отношения выражаются в ИПТ четырьмя способами:

- 1) лексикографически, т.е. с помощью указательных помет, ссылок;
- 2) таблично (с помощью таблиц связи слов);
- 3) аналитически, т.е. с помощью шифров и кодов;
- 4) графически (с помощью деревьев, графов).

Системы индексирования. Индексирование – процесс перевода текстов естественного языка на ИПЯ. Индексирование базируется на совокупности инструкций, детально описывающих процесс индексирования и представляющих собой комплекс правил, включающих и правила применения ИПЯ.

Система индексирования (СИ) – совокупность методов и средств перевода текстов с ЕЯ на ИПЯ в соответствии с заданным набором словарей лексических единиц и с правилами применения ИПЯ. Помимо правил применения ИПЯ, система индексирования может включать большое разнообразие инструкций, положений, методов, регламентирующих те или иные этапы процесса индексирования. Существующие системы индексирования сильно отличаются друг от друга, и описать их общий состав и структуру не представляется возможным. Однако наличие общих признаков позволяет дать системное представление о классах систем индексирования.

Типы систем индексирования. Рассмотрим типологию систем индексирования по пяти наиболее важным основаниям.

1. По степени автоматизации процесса индексирования можно различать системы:

- а) ручного индексирования;
- б) автоматического индексирования;
- в) автоматизированного индексирования.

2. По степени контролируемости различают СИ:

а) без словаря (может быть факультативное использование словарей);

- б) с жёстким словарём;
- в) со свободным словарём.

3. По характеру алгоритма отбора слов текста могут быть СИ:

- а) с последовательным просмотром текста;

- б) с эвристическими процедурами выбора слов текста;
- в) со статистическими процедурами выбора слов.

В случае (а) отбираются все полнозначные слова, в случае (в) – только информативные слова в соответствии с распределением частот их употребления, в случае (б) слова отбираются интуитивно или по заданной процедуре.

4. По характеру лексикографического контроля существуют системы:
- а) без лексикографического контроля;
 - б) с полным контролем;
 - в) с промежуточным контролем.

Лексикографический контроль предусматривает:

- устранение синонимии, полисемии и омонимии на основе нормативных словарей лексических единиц с парадигматическими отношениями между ними;
- приведение всех слов к нормальному виду на основе морфологических нормативных словарей.

В системах с полным контролем реализуются обе функции лексикографического контроля. В СИ с промежуточным контролем эти функции реализуются частично.

5. По характеру морфологического анализа слов различают СИ с морфологическим анализом с использованием:

- а) морфологических словарей;
- б) основных лексических словарей;
- в) морфологического анализа с усечением слов.

Возможны системы индексирования без морфологического анализа.

Примеры систем индексирования.

Системы свободного индексирования. Процесс индексирования состоит в следующем. Индексатор выписывает слова или словосочетания, которые, по его мнению, отражают содержание текста. Он может брать слова, отсутствующие в тексте, но важные, с его точки зрения, для выражения смысла текста. Такие слова он может брать из своей памяти, любых словарей, энциклопедий, вообще любых текстов. Отобранный список слов является поисковым образом текста. Это СИ с ручным индексированием, без словаря, с эвристическими процедурами отбора слов, без лексикографического контроля и морфологического анализа.

Системы полусвободного индексирования. Процесс индексирования аналогичен вышеописанному, но слова сформированного списка сравниваются со словарём, несовпадающие слова отбрасываются и в ПОД не включаются.

Системы жёсткого индексирования. Слова выписываются только из текста. В ПОД включаются только те слова, которые есть в словаре. Перед включением термина в словарь проводится его морфологическая нормализация на основе основных лексических словарей.

Системы статистического автокодирования. Слова выбираются из текста по заданным статистическим процедурам, после чего проводится их статистическое кодирование путём усечения слов по алгоритмам позиционной статистики.

Морфологический анализ и нормализация понятий. Основные этапы процесса индексирования состоят в выборе понятий текста, отражающих его основное смысловое содержание, в морфологическом анализе и лексикографическом контроле отобранных понятий и их кодировании.

Процедура отбора информативных понятий текста аналогична процессам выбора понятий при построении словарей основных лексических единиц. Рассмотрим суть процедур морфологического анализа, лексикографического контроля и кодирования понятий при использовании различных видов словарей.

Процедура морфологического анализа по морфологическим словарям состоит:

- 1) в определении обобщённого грамматического класса слова и его членении на основу и окончание (по словарям основ и окончаний);
- 2) в идентификации рода существительных (по основам слов);
- 3) в выявлении номера флексивного класса слов (по обобщённому грамматическому классу, признаку рода, окончанию, конечным буквосочетаниям основы);

- 4) в определении номера набора грамматической информации к слову. Результатом такого анализа является нормализованное слово и номер набора его грамматической информации.

Кодирование нормализованных слов осуществляется путём их замены буквенными кодами или кодами слов. В первом случае оно состоит в замене каждой буквы слова соответствующим кодом данной буквы (по словарю кодов букв). Во втором случае – в отождествлении слов по словарю лексических единиц и замене их номерами или кодами словаря.

Декодирование слов, осуществляемое при выдаче результатов поиска, состоит в формировании буквенного кода слова (а затем и самого слова) по номеру или коду его нормализованной части и по номеру соответствующей грамматической информации.

При использовании словосочетаний процедура морфологического анализа существенно усложняется и состоит в следующем:

1. Отождествление слов словосочетания с элементами словаря слов, замена их номерами по словарю, сопровождение грамматической информацией.

2. Выявление грамматической структуры словосочетания в целом – синтаксический анализ (по грамматической информации слов словосочетания).

3. Поиск по словарю номера словосочетания, соответствующего данному сочетанию номеров слов и грамматической структуре кодируемого словосочетания.

4. Выбор из словаря по номеру словосочетания соответствующего ему номера грамматической структуры и самой структуры, сравнение выбранной грамматической структуры с грамматической структурой кодируемого словосочетания, полученной на втором этапе. Если структуры совпадают, то понятия тождественны. Анализируемое словосочетание заменяется соответствующим ему номером или кодом.

Два последних этапа являются этапами семантического анализа.

Декодирование словосочетаний представляет собой:

- выбор из словаря по номеру словосочетания соответствующего ему набора номеров слов и номера грамматической структуры;
- извлечение информации о формах слов и их связях, восстановление порядка слов в словосочетании (по грамматической структуре);
- формирование буквенного кода словосочетания и самого словосочетания.

Морфологический анализ по словарям основных лексических единиц включает два этапа: а) сравнение слова со словарём (идентификация и определение номера совпадающего понятия); б) выявление номера набора грамматической информации понятия. Кодирование понятий осуществляется буквенным кодом или кодами понятий (по словарю).

В современных ИПС широко применяется морфологический анализ путём усечения слов. При этом используются различные процедуры усечения:

- а) с использованием словарей (основ, окончаний и т.д.);
- б) без использования словарей (по простейшим заданным правилам);
- в) статическое усечение слов с использованием аппарата позиционной статистики.

В случае (а) процедуры морфологического анализа, кодирования и декодирования те же, что и при использовании морфологических словарей. В случае (б) начала и/или окончания слов усекаются по определённым правилам. Усечённые части слов кодируются буквенными кодами. Декодирование отсутствует. В случае (в) при усечении слов используется аппарат и словари позиционной статистики. Слова кодируются буквенными кодами, а декодирование отсутствует.

При усечении слов проводится только их нормализация и неморфологический анализ. Однако в целях единства описания систем индексирования целесообразно говорить о морфологическом анализе, имея в виду самую низшую (нулевую) степень такого анализа.

Информационный анализ/синтез. Цель научной деятельности – переработка информации для создания новой научной информации. Частью научной деятельности является информационная деятельность как совокупность операций по восприятию, переработке и выдаче информации в рамках системы научных коммуникаций. Эти операции не отделимы от научного творчества специалистов.

Информационное обслуживание – область профессиональной информационной деятельности, направленной на удовлетворение различных информационных потребностей. Информационное обслуживание включает операции оформления, сбора, аналитико-синтетической переработки, хранения, поиска и распространения информации, выполняемые профессиональными отрядами информационных работников с целью повышения эффективности творческой деятельности специалистов науки и техники. Перечисленные операции в большинстве случаев могут быть отделены от творческой деятельности специалистов и в силу специализации более квалифицированно выполняться информационными работниками.

По способу удовлетворения информационных потребностей информационное обслуживание разделяется на три вида:

1) документальное, в процессе которого специалистам предоставляются первичные документы (необходимые факты и концепции из которых специалисты извлекают самостоятельно);

2) фактографическое – путём непосредственного (минуя первичные документы) предоставления им фактов и концепций;

3) концептографическое – путём представления им развернутой или интерпретированной информации.

Информационное обеспечение – это комплекс методов и средств документального, фактографического и концептографического обслуживания, используемых для удовлетворения информационных потребностей в конкретной научно-технической ситуации.

Анализ научный – это метод исследования, состоящий в том, что изучаемый предмет расчленяется на составные элементы, каждый из которых рассматривается в отдельности как часть расчленённого целого. Анализ обычно осуществляется для того, чтобы выделенные в ходе его элементы с помощью синтеза соединить в единое целое с одновременным получением новых знаний.

Синтез научный есть метод исследования, состоящий в соединении частей предмета, расчленённого в ходе анализа, в установлении взаимодействия и связей частей, в познании предмета как единого целого. Таким образом, анализ осуществляется в интересах синтеза, который невозможен без анализа. Именно поэтому в названии нашего курса анализ и синтез пишутся вместе через косую черту.

В сфере информационного обслуживания применяются *информационные* анализ и синтез. Первый предполагает преобразование документа с целью извлечения из него наиболее существенных, релевантных задач анализа, сведений (компонентов текста) – слов, фраз, фрагментов; второй – обобщение, объединение этих сведений (иногда с их оценкой, интерпретацией) с целью получения так называемых вторичных документов различного функционального назначения – от наиболее простых (библиографические описания, аннотации, отдельные факты) до более сложных (обзоры, систематизированные подборки фактов, дайджесты и др.).

Сущность и виды информационного свёртывания. Под свёртыванием (развёртыванием) информации понимается изменение физического объёма сообщения (документа) в результате его аналитико-синтетической переработки, сопровождающееся уменьшением (или увеличением) его информативности. Наиболее распространённые виды свёртывания (развёртывания) – аннотирование, реферирование, конспектирование, фактографический анализ, рецензирование, обзорная деятельность и др. При этом под развёртыванием понимают увеличение физического объёма текста за счёт внесения в него необходимых дополнений, уточнений, пояснений, комментариев, обеспечивающих лучшее его восприятие, понимание и формирующих у потребителя определённое отношение к сообщению. Подобно анализу и синтезу, свёртывание и развёртывание – операции взаимозависимые и взаимопереходящие.

Термин "свёртывание" имеет широкое распространение в различных областях знания – философии, математической теории информации, физике, лингвистике, информатике, библиографоведении и др. Во многих из этих областей он нередко имеет различное значение, но во всех случаях обозначает ограничение, уменьшение определённых объектов или величин, выделение и концентрацию каких-то признаков, свойств.

В науке со "свёртками" мы сталкиваемся постоянно; в их качестве выступают законы, теоремы, постулаты, положения, формулы и тому подобные "сгустки" знаний, концентрирующие в себе наиболее существенное, необходимое, являющиеся результатом обобщения, "свёртывания" подчас огромного фактического материала. С другой стороны, доказательство тех или иных положений, выведение следствий, интерпретация данных и тому подобных есть процедура развёртывания информации, содержащейся в этих "сгустках".

Частным, но наиболее сложным случаем информационного свёртывания/развёртывания является автоматизация процессов аналитико-синтетической переработки информации (компьютерное свёртывание/развёртывание), к числу которых относятся индексирование, аннотирование, реферирование, конспектирование, фрагментирование, перевод и другие формы информационного анализа и синтеза. Трудности, обусловлены, прежде всего, сложностью, а иногда и невозможностью формализации и алгоритмизации мыслительных процессов, сопровождающих указанные разновидности анализа и синтеза в их "ручном", традиционном, вариантах.

Работы в области автоматизации семантических процессов ведутся уже более полувека, практически с появлением первых же ЭВМ, и за это время пережили несколько периодов бурных надежд и горьких разочарований.

Особую эйфорию пережили работы в области машинного перевода, но "упершись" в метафоричность полисемичных языков, специалисты

поняли всю сложность скорого решения этой проблемы. Большой популярностью пользуется электронный переводчик Promt, разработанный петербургской фирмой ПРОМТ, однако качество этих переводов пока ещё не сопоставимо с качеством интеллектуальных переводов. Это – значительное достижение: хотя качество любых семантических процессов, достигнутое с помощью ЭВМ, "всегда хуже", тем не менее автоматизация избавляет от огромных затрат человеческого труда, времени и нервов.

Большие успехи достигнуты в области индексирования (и соответственно – информационного поиска, поскольку это ключевая операция поискового процесса). Но эпоха дескрипторных языков, на которые возлагались большие надежды как на наиболее семантически сильные ИПЯ, постепенно сходит "на нет". Рождённые для обслуживания автоматизированных ИПС дескрипторные языки по мере совершенствования и развития средств компьютерной техники и программного обеспечения уступили своё лидирующее место языкам ключевых слов (по сути, естественным языкам), поскольку оказались менее конкурентоспособны из-за плохой их тематической совместности. Однако недоучёт в языке ключевых слов парадигматических отношений приводит при поиске к резкому снижению качественных показателей работы АИПС.

К третьему направлению автоматизированного свёртывания относятся работы по автоматическому реферированию. Это направление занимает как бы промежуточное положение между минимальным уровнем свёртывания – переводом и максимальным – индексированием, однако оно по своему характеру очень специфично, поскольку сводится к экстрагированию (извлечению) из документов минимальных релевантных фрагментов, некоторая совокупность которых и образует широкий спектр вторичных документов – различные виды аннотаций, рефератов, реферативных аннотаций, самостоятельных фрагментов, конспектов и их синтезированных производных – реферативных указателей, дайджестов, реферативных обзоров, квазихрестоматий и пр. Все эти вторичные документы, являющиеся результатом аналитико-синтетической переработки первичного документального потока, рассчитаны на удовлетворение как частных (индивидуальных), так и типовых (потенциальных) информационных потребностей различных категорий специалистов науки, техники и производства.

Эффективность поиска в АИПС. Оценка эффективности АИПС связана с анализом как затрат АИПС на информационное обеспечение основной деятельности, так и эффекта, получаемого в основной деятельности в результате использования предоставляемой АИПС информации. Однако "полезность" результатов основной деятельности в большинстве своём не может быть выражена количественно, в особенности, если такие результаты носят юридический, моральный, психологический и другой характер. Ещё большие сложности возникают при оценке той доли

эффекта основной деятельности, которая получена в результате использования информации.

В силу сложности оценки экономической эффективности АИПС при анализе их функционирования приходится ограничиваться оценкой лишь функциональной эффективности. Под функциональной эффективностью системы понимают меру соответствия системы своему целевому назначению. Цель функционирования АИПС состоит в информационном обеспечении её пользователей, т.е. в оперативном поиске необходимой им информации.

В связи с этим основными показателями функциональной эффективности АИПС являются:

- 1) полнота поиска;
- 2) точность поиска;
- 3) специфичность поиска;
- 4) оперативность поиска.

Оценка любого показателя функциональной эффективности связана с определением неформальной релевантности выданной информации информационному запросу.

Различают два понятия релевантности – действительная релевантность и формальная релевантность.

Понятие действительной релевантности связано со смысловым соответствием сообщения (документа) тексту информационного запроса на естественном языке. Релевантность сообщения запросу в таком понимании может оценить только человек. Критерий, которым он при этом пользуется при принятии решения о релевантности, сформулировать невозможно.

Формальная релевантность – соответствие ПОД и ПОЗ. Поскольку ПОД и ПОЗ представляют собой формализованные структуры, оценку такой релевантности может дать компьютер. Однако для этого необходимо задать ему формальное выражение критерия релевантности.

При переводе информационной потребности в информационный запрос, а запрос в ПОЗ, так же как и при переводе сообщения в ПОД, возникают определённые семантические искажения. В связи с этим формальная релевантность весьма существенно отличается от действительной релевантности. Документ, признанный системой формально релевантным, может не оказаться таковым с точки зрения потребителя. Однако альтернативы нет, АИПС может пользоваться только понятием формальной релевантности.

Релевантность выданных документов (сообщений) запросу может оценить либо сам потребитель информации, либо группа экспертов. Будем считать, что такая оценка проведена и базе данных АИПС известны все сообщения, релевантные каждому запросу, т.е. множество документов БД по отношению к заданному запросу разделено на два подмножества:

- 1) подмножество релевантных документов;
- 2) подмножество нерелевантных документов.

Суть работы АИПС состоит в разбиении множества документов БД тоже на два подмножества:

- 1) подмножество формально релевантных запросу документов (выдаваемых документов);
- 2) подмножество формально нерелевантных запросу документов (не выдаваемых документов).

Полнота поиска определяется отношением числа выданных релевантных документов (P_B) к общему числу релевантных документов массива ($P = P_B + P_H$): $\Pi = P_B / (P_B + P_H)$.

Точность поиска – отношение числа выданных релевантных документов (P_B) к общему числу выданных документов ($O = P_B + H_B$): $T = P_B / (P_B + H_B)$.

Специфичность поиска – отношение числа невыданных нерелевантных документов (H_H) к общему числу нерелевантных документов ($H = H_H + H_B$): $C = H_H / (H_H + H_B)$.

Показатели полноты и точности поиска находятся в обратно пропорциональной зависимости, т.е. повышение полноты поиска в рамках заданной ИПС всегда сопровождается снижением точности поиска и наоборот.

Для определения релевантности документов в исходной базе данных используются различные методы, позволяющие оценить число релевантных документов в БД, не прибегая к анализу всей БД.

1. Случайная выборка некоторой части документов. Определение доли релевантных документов в выборке и аппроксимация полученных данных на всю БД.

2. Использование запросов, ориентированных на поиск заранее заданных документов и определение в выдаче доли заданных документов. Этим методом можно непосредственно оценить полноту поиска.

3. Проведение серии поисков по последовательно модифицируемому запросу и определение накапливаемых в процессе модификации запроса релевантных документов выдачи.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Современный инженер имеет дело со сложными техническими системами. Таким системам присуще свойство системности, которое заключается в наличии у систем в целом свойств и характеристик, не присущих отдельным её составляющим. При изучении закономерностей функционирования сложных систем приходится прибегать к защите от избыточной информации. В практике исследования технических систем и протекающих в них процессов традиционно применялся метод расчленения их на части и изучения каждой из них в отдельности. Это зачастую приводило к потере существенной информации о поведении систем в целом и утрате представлений об их системности. В настоящее время всеобщим методологическим инструментом изучения систем, в том числе технических, стал системный подход.

Основное требование системного подхода заключается в необходимости комплексного исследования сложных систем в совокупности с параметрами внешней среды, в которую встроены эти системы. При этом изучать системы необходимо как единое целое, т.е. с учётом функционирования всех её элементов и частей.

Необходимость учёта системности, с одной стороны, и принятия обоснованных упрощений, с другой, обусловили введение промежуточных вспомогательных объектов при изучении любых сложных объектов, в том числе сложных технических систем. Таким промежуточным вспомогательным объектом при изучении сложных, а также любых систем является модель.

В современной науке и в практике изучения сложных систем модель – это всегда искусственный или естественный объект, который находится в определённом соответствии с изучаемым объектом и способен замещать его на определённых этапах исследования. Одни и те же аспекты изучаемой системы можно описывать различными моделями, одновременно имеющими право на существование. В настоящее время, при наличии современной вычислительной техники, языком большинства технических моделей является язык математики.

Математическое моделирование является важнейшим разделом кибернетики – науки об оптимальном управлении сложными системами. Кибернетика рассматривает общие закономерности управления, объективно действующее в сложных, в том числе технических, системах при достижении ими своих целей. Кибернетика дала толчок бурному развитию информационных технологий. Современные информационные техно-

логии содержат широчайший арсенал методов моделирования. При этом математическое моделирование – это универсальная методология, позволяющая обеспечить эффективность управления.

Говоря о методах реализации принципов кибернетики, её родоначальник Н. Винер высказывался категорично: "Кибернетика – ничто, если математика не служит ей опорой" [1]. Математическая формулировка стоящих задач, т.е. математическое моделирование процессов, – первоочередная задача. Там, где не используются математические (или информационные) модели решаемых задач, как правило, принимаются неоптимальные решения по двум причинам. Во-первых, возникающие задачи обычно чрезвычайно сложны, всевозможные варианты предусмотреть невозможно. Во-вторых, невозможно проанализировать результаты до того, как работа выполнена. Значит, невозможно предотвратить ошибки.

Для синтеза математических моделей необходимо наличие двух видов информации об изучаемой системе – априорной и апостериорной. Апостериорная информация о функционировании и свойствах изучаемой системы может быть получена только в результате наблюдений или эксперимента.

Наблюдение было первым методом познания окружающего мира. По мере повышения уровня интеллектуальной деятельности и в ходе его развития пассивное наблюдение превращалось в активное, направленное на установление связей между явлениями.

Основным методом эмпирического познания стал эксперимент, т.е. совокупность операций и, в случае необходимости, воздействий на изучаемый объект, выполняемых для получения информации о нём на основе результатов опытов.

Опыт – это осуществление определённого воздействия на объект и регистрация получаемого результата. Независимые переменные, т.е. входы изучаемого объекта X , – факторы. Они могут принимать определённые значения, которые называют их уровнями, и оказывают влияние на выходы изучаемого объекта Y . Величина изучаемого выходного параметра Y является результатом воздействия факторов на моделируемый объект. Задачу исследования необходимо сформулировать так, чтобы Y оценивался числом.

Сложилось представление о стратегиях так называемых пассивного и активного экспериментов. При пассивном эксперименте значения факторов в каждом опыте регистрируются, но не задаются; т.е., пассивный эксперимент предполагает наблюдение за опытами и регистрацию значений входов и выходов изучаемого объекта без вмешательства в течение происходящих в них процессов.

Пассивный эксперимент может быть однофакторным либо многофакторным. При однофакторном эксперименте изучают влияние на объект только одного фактора X либо поочередно изучают влияние каждого

из k факторов ($X_1, X_2 \dots X_k$) при стабилизации значений всех остальных $(k - 1)$ независимых переменных на определённых уровнях. Многофакторный эксперимент предполагает изменение в каждой серии опытов всех изучаемых факторов и регистрацию результатов влияния их значений на выходной параметр Y . При этом удаётся установить взаимодействие факторов и повысить эффективность эксперимента при большом количестве независимых переменных.

Что понимают под эффективностью эксперимента? *Эффективным* признаётся такой эксперимент, в результате которого удаётся решить поставленную задачу с требуемой точностью, выполнив для этого наименьшее необходимое и достаточное количество опытов. Наиболее эффективным является стратегия активного эксперимента, который всегда является многофакторным (т.е. число факторов $k \geq 2$) и поддаётся планированию. Однако и при пассивном экспериментировании многофакторный эксперимент бывает более эффективным по сравнению с однофакторным.

Рассмотрим простой пример – взвешивание трёх объектов A, B, C на аналитических весах [2]. Традиционная схема взвешивания представлена в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	A	B	C	Результат взвешивания
1	0	0	0	y_0
2	1	0	0	y_1
3	0	1	0	y_2
4	0	0	1	y_3

Примечание: 1 – указывает, что объект взвешивания положен на весы; 0 – указывает на отсутствие объекта на весах.

Согласно приведённой в табл. 1 схеме, сначала осуществляют холостое взвешивание для определения нулевой точки весов, затем поочерёдно взвешивают каждый из объектов. Масса каждого объекта оценивается по результатам двух опытов.

Масса объекта A : $A = y_1 - y_0$.

Масса объекта B : $B = y_2 - y_0$.

Масса объекта C : $C = y_3 - y_0$.

Тот же эксперимент может быть проведён по иной схеме, как показано в табл. 2.

Таблица 2

№ опыта	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	Результат взвешивания
1	1	0	0	y_0
2	0	1	0	y_1
3	0	0	1	y_2
4	1	1	1	y_3

Холостое взвешивание не производят. Масса объектов *A*, *B*, *C* будет определяться соотношениями

$$A = \frac{y_1 - y_2 - y_3 + y_4}{2}; \quad B = \frac{-y_1 + y_2 - y_3 + y_4}{2}; \quad C = \frac{-y_1 - y_2 + y_3 + y_4}{2}.$$

Здесь при расчёте массы объектов руководствовались следующим. Масса объекта *A* не искажена массами объектов *B* и *C*, так как масса каждого из них входит в формулу для массы *A* дважды и с разными знаками. То же имеет место при определении массы каждого из объектов *B* и *C*. При новой схеме точность определения массы объектов в два раза больше при том же числе опытов, т.е. при четырёх опытах. По первой схеме (табл. 1) взвешивания необходимо все четыре опыта повторить дважды, чтобы получить результаты с такой же точностью, как при новой схеме. В первом случае эксперимент был поставлен так, что каждую массу получали лишь из двух взвешиваний, осуществляя практически однофакторный эксперимент. Вторую схему эксперимента можно назвать многофакторной, так как каждая масса вычисляется по результатам всех опытов, проведённых в данной серии эксперимента. Пример со взвешиванием показывает, что даже в простых задачах можно с удивительной отчётливостью противопоставить менее эффективно организованный эксперимент более эффективному.

Ошибки измерений при экспериментировании. При любой стратегии организации эксперимента регистрация результатов опытов предполагает осуществление измерений входов и выходов изучаемого объекта.

Измерения – это совокупность действий, выполняемых с помощью технических средств, цель которых – нахождение числовых значений измеряемых величин, выраженных в принятых единицах измерения.

При любых измерениях, как бы старательно они не выполнялись, какой бы точности приборы не применялись и какими бы надёжными методами не пользовались, всегда имеют место ошибки или, иначе,

погрешности. В зависимости от закономерности появления все ошибки измерений можно разделить на три типа: систематические, грубые (промахи) и случайные.

Систематическими называются ошибки, которые остаются в процессе измерения постоянными или изменяются по определённом закону. К ним относятся ошибки, вызванные неправильным градуированием измерительного прибора, смещением его указателя или шкалы, влиянием температуры окружающей среды на измерительные приборы, другими причинами. Если систематические ошибки выявлены, то их влияние на результат измерения можно устранить или учесть внесением соответствующих поправок.

Промахи – это грубые ошибки, которые могут быть вызваны какими-то неправильными действиями экспериментатора (неправильный отсчёт показаний по шкале, ошибка при записи результатов измерений, пользование неправильно вычисленной ценой деления или постоянной прибора, неправильной записью мер, неправильной схемой включения приборов, использованием неисправных приборов и др.) и явно искажают результат измерений. Результаты измерений, которые имеют грубые ошибки или промахи, необходимо обнаружить и отбросить, а измерения, по возможности, повторить.

Случайные – это ошибки, неопределённые по величине и знаку, которые при повторных измерениях одной и той же величины в тех же условиях могут приобретать разные, положительные и отрицательные значения. Они вызываются многими независимо действующими причинами.

Результат всякого экспериментально определённого значения неизвестной величины является функцией двух независимых переменных, одна из которых – действительное значение искомой величины, а другая – ошибка её измерения. В соответствии с этим, при измерении какой-либо величины ставят две основные цели: получение результата, ближайшего к истинному значению измеряемой величины, и оценку точности измерения, т.е. степени приближения результата к фактическому значению измеряемой величины.

Чтобы получить наиболее достоверный результат, нужно избавить его от влияния систематических ошибок, исключить грубые ошибки (промахи), а затем учесть влияние случайных ошибок. При этом, чтобы ослабить влияние случайных ошибок на результат эксперимента, измерения величин повторяют несколько раз. Математическая обработка ряда повторных измерений одной и той же величины заключается в применении к этому ряду теории вероятности и методов математической статистики [3, 4].

Для того чтобы с наибольшей эффективностью, а главное, корректно использовать статистические методы для анализа результатов эксперимента, а полученную информацию – для синтеза математических (в част-

ности, регрессионных) моделей, выполняют первичную (или предварительную) обработку экспериментальных данных. Процедура первичной обработки данных включает:

- 1) систематизацию данных;
- 2) определение диапазона изменения измеряемых величин;
- 3) нахождение числовых характеристик измеряемых величин;
- 4) определение погрешностей отдельных измерений, в том числе обнаружение грубых погрешностей;
- 5) интервальную оценку истинного значения измеряемых величин по полученным экспериментальным данным;
- 6) сравнение интервальных оценок измеряемых величин.

Для наглядности на основе первичных данных строят графики зависимости исследуемой величины от факторов, которые измерялись в ходе эксперимента, а также выполняют подбор эмпирических формул для описания полученных на графиках зависимостей. Для корректного использования ряда методов математической статистики, в частности, методов корреляционно-регрессионного анализа, выполняют проверку гипотезы о нормальности распределения результатов измерений.

Организация активного эксперимента. Встречающиеся реальные задачи экспериментирования можно разделить на задачи описания, цель которых – изучение общих закономерностей явлений и процессов, и экстремальные задачи, цель которых – нахождение оптимальных условий ведения процессов. Часто задачи описания и экстремальные решаются совместно. Во всех случаях наилучшим результатом экспериментирования является построение некоторой математической модели. Математическая модель является средством описания исследуемого объекта в виде математических зависимостей и уравнений.

Модели можно попытаться строить на основе знаний механизмов явлений, т.е. теоретическим путём. Но механизмы большинства явлений или процессов на сегодняшний день изучены недостаточно, поэтому только из теоретических представлений построить модели для каждого конкретного случая не удаётся. Наиболее реалистичным путём построения математических моделей является эксперимент. Как уже отмечалось, по способу организации различают пассивное и активное экспериментирование. В первом случае наблюдают за объектами исследования, результаты наблюдений регистрируют и обрабатывают. По результатам многократных наблюдений оценивают свойства объекта. Более эффективным является целенаправленное изменение условий протекания исследуемых процессов и регистрация результатов, т.е. активное экспериментирование. Активный эксперимент позволяет:

- 1) минимизировать общее число опытов;
- 2) одновременно варьировать всеми переменными и оптимально использовать факторное пространство;

3) организовать эксперимент так, чтобы выполнялись многие исходные предпосылки регрессионного анализа;

4) использовать математический аппарат и получать математические модели, имеющие лучшие свойства по сравнению с моделями, построенными по результатам пассивного эксперимента;

5) многочисленные мешающие факторы превратить в случайные величины путём рандомизации условий опытов.

Методы организации активного экспериментирования называют методами планирования эксперимента [5]. Основоположником планирования эксперимента считают английского математика Рональда Фишера. Он положил начало дисперсионному анализу, разработал факторное планирование. Современное планирование эксперимента связывают с именами Бокса и Уилсона (предложили ортогональные планы) и Бокса и Хантера (разработали принципы ротатабельного планирования). В 1957 г. в США Кифер и его ученики предложили Д-оптимальное планирование. Развитие планирования эксперимента в СССР относят к 1960 г., оно связано с именами В.В. Налимова, его учеников и последователей.

На рисунке 1 изображена схема объекта активного эксперимента [1].

Выходные переменные y_1, y_2, \dots, y_m характеризуют состояние объекта в зависимости от изменения входных переменных. Их называют переменными состояния, а также зависимыми переменными, откликами, параметрами оптимизации и др. К объекту, на котором будет осуществляться планируемый эксперимент, предъявляется обязательное условие – все входные переменные должны быть управляемыми, т.е. их изменение должно подчиняться воле экспериментатора.

Совокупность всех численных значений, которые может принимать фактор, называется областью его определения. Следует выделять минимальные и максимальные значения факторов.

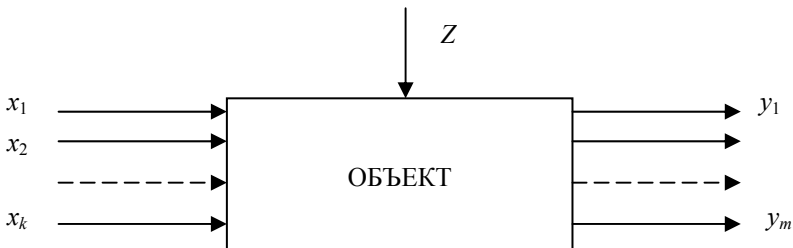


Рис. 1. Схема объекта активного эксперимента:

x_1, x_2, \dots, x_k – входные переменные – контролируемые и управляемые факторы, воздействующие на объект (играют роль причин); y_1, y_2, \dots, y_m – выходные переменные (отражают последствия причин); Z – совокупность контролируемых, но неуправляемых факторов, и неконтролируемых факторов (помех)

Факторы должны:

- 1) задаваться количественно, т.е. измеряться;
- 2) быть совместимыми;
- 3) оказывать существенное влияние на объект.

В задачах оптимизации параметр оптимизации – характеристика цели, заданная количественно.

Параметр оптимизации должен:

- 1) быть единственным;
- 2) задаваться количественно;
- 3) иметь физический смысл;
- 4) быть эффективным, с точки зрения достижения цели;
- 5) быть статистически эффективным, т.е. обладать наименьшей дисперсией при проведении опытов.

Между входами и выходами объекта исследования существует определённая связь. Задача сводится к постановке минимально возможного числа опытов (достаточного для решения задачи с заданной точностью), фиксации выходов, а затем построению и анализу математических моделей, связывающих выходы с входами. Получая в опытах выборочные оценки выходов y_i , эксперимента – тор строит приближённые уравнения функций отклика:

$$y_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_k);$$

$$y_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_k);$$

.....

$$y_m = f_m(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Эти уравнения в многомерном пространстве факторов и называют факторным пространством (в зависимости от числа варьируемых факторов может быть одномерным, двух- и многомерным), которое имеет некоторый геометрический образ – поверхность отклика. Задача сводится к получению представления о поверхности отклика. Если задача экстремальная, нужно найти экстремум (минимум или максимум) этой поверхности или сделать вывод, что экстремума нет. Если задача описанная, необходимо выявить причины именно такого характера поверхности.

Большое распространение получили математические модели в виде алгебраических полиномов. Используют разложение неизвестной функции отклика в ряд Тейлора в окрестности любой точки из области её определения в факторном пространстве. По результатам экспериментов определяют выборочные оценки коэффициентов $b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii}, \dots$ полиномиальной модели. Во всех случаях обработки результатов экспериментов и построения экспериментальных математических моделей широкое применение находят численные методы, методы интерполяции и аппроксимации.

Автоматизация экспериментальных исследований – комплекс средств и методов для ускорения сбора и обработки экспериментальных данных, интенсификации использования экспериментальных установок, повышения эффективности работы исследователей. Характерной особенностью процесса автоматизации экспериментальных исследований является использование ЭВМ, что позволяет собирать, хранить и обрабатывать большое количество информации, управлять экспериментом в процессе его проведения, обслуживать одновременно несколько установок и т.д. Первые попытки автоматизации экспериментальных исследований возникли в 50-е годы в исследованиях, связанных с ядерной физикой. В последующие годы задачи автоматизации эксперимента с успехом решались и в других областях: в физике элементарных частиц, термоядерных, космических, медико-биологических исследованиях, в геофизике, радиоастрономии и др. Используемые при этом автоматизированные системы (АС) экспериментальных исследований отличаются большим разнообразием, однако можно выделить общие принципы, обеспечивающие их эффективность:

1. Повышенные требования к быстродействию АС, поскольку такие системы предназначены для быстрого получения и анализа данных и быстрого принятия решений.

2. Высокая надёжность АС, возможность длительной безотказной работы, что связано с увеличением стоимости современных экспериментальных установок.

3. Простота эксплуатации АС и использование готовых унифицированных блоков.

4. Необходимость предварительного планирования исследований и разработка возможных вариантов.

5. Гибкость АС, допускающая изменение её структуры и состава в процессе работы.

6. Возможность коллективного обслуживания различных установок.

7. В АС должен быть предусмотрен диалоговый режим работы, когда осуществляется непосредственная связь человека с системой с помощью специального языка.

8. В АС необходима простая и быстрая система контроля. Для контроля системы в целом обычно вводят некоторый критерий, характеризующий работу системы в среднем. Таким критерием может быть результат измерения известной величины: если полученные значения находятся в допустимых пределах, то состояние системы считается удовлетворительным.

ЭВМ в АС работают в режиме "реального масштаба времени". При этом ЭВМ, получая от системы данные, обрабатывает их и выдаёт результаты настолько быстро, что их можно использовать для воздействия на

систему (или объект исследования). В экспериментальных исследованиях чаще применяют смешанный режим. Часть данных обрабатывают в реальном времени и используют для контроля и управления, а основной массив данных с помощью ЭВМ записывают на долговременный носитель и обрабатывают после окончания сбора данных. Целесообразность такого режима обусловлена скорее экономическими причинами, ибо невыгодно применять быстродействующее дорогое оборудование, которое успевало бы в реальном времени обрабатывать полный массив данных. Это связано с тем, что полностью автоматизированная обработка данных может производиться только в рутинных исследованиях по уточнению некоторых констант, когда вся процедура обработки, все поправки уже известны.

При выполнении новых исследований трудно предусмотреть все тонкости измерений. В ходе исследования могут появиться неожиданные результаты, которые необходимо уточнить или подтвердить. Для решения этой задачи с помощью АС приходится проводить предварительную обработку данных в возможно более короткие сроки (лучше в реальном времени), пусть даже по приближённым формулам, с худшей, чем окончательная обработка, точностью. Подобное оперативное изменение условий эксперимента на основании экспресс-обработки данных получило название "управление экспериментом", что не совсем точно, поскольку происходит лишь изменение условий измерений на основании анализа полученных данных.

Математическое (программное) обеспечение АС разрабатывают на основе математических методов анализа данных. Важно разработать такое математическое обеспечение, которое, с одной стороны, было бы адекватно выполняемым исследованиям, а с другой, – не было бы слишком сложным.

Машинным (вычислительным) экспериментом называется расчёт математической модели явления, построенной на основе научной гипотезы. Если в основу модели положена строгая теория, то машинный эксперимент оказывается просто расчётом. В тех же случаях, когда система становится настолько сложной, что невозможно учесть все связи, приходится создавать упрощённые модели системы и проводить машинный эксперимент. Он в любом случае не может служить доказательством истинности модели, поскольку в его основу положена гипотеза, которую можно проверить только при сопоставлении результатов моделирования с экспериментами на реальном объекте. Однако роль машинного эксперимента иногда очень важна, ибо в результате можно отбросить заведомо ложные варианты либо сравнить по тем или иным критериям различные варианты подлежащих исследованию процессов.

Структура автоматизированной системы для проведения экспериментальных исследований представлена на рис. 2. Данные об исследуемом объекте от специальных датчиков измеряемых величин поступают в виде электрических сигналов на измерительную аппаратуру.

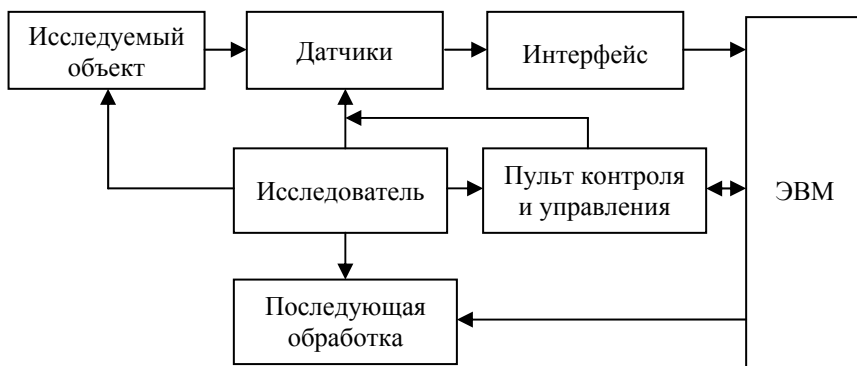


Рис. 2. Структурная схема автоматизированной системы экспериментальных исследований

Передача информации к ЭВМ происходит через специальный интерфейс – сопрягающее устройство для соединения различных блоков АС с ЭВМ. Если обработанные центральным процессором данные и команды управления передаются обратно на измерительную аппаратуру, то получается система автоматического управления экспериментом (рис. 2).

Для обеспечения такой структуры АС необходим стандарт на общую шину, её интерфейс и конструкцию блоков. Первым таким стандартом стала система КАМАК (САМАС, Computer Application for Measurement and Control), разработанная в 1969 г. Европейским комитетом стандартов ядерной электроники.

3. СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Реальные ситуации, складывающиеся в общественной жизни любой страны, и, в частности, в экономической сфере, отличаются возрастающей сложностью задач, непрерывным изменением и неполнотой данных об экономической конъюнктуре, высокой динамичностью процессов. В этих условиях интеллектуальные возможности человека могут войти в противоречие с объёмом информации, который необходимо осмыслить и переработать в ходе управления разнообразными технологическими и социальными процессами. Вследствие этого возрастает опасность срыва управления.

Основой управления, как известно, является решение. Научно-техническая революция настолько повысила уровень энерговооруженности лиц, принимающих решения (ЛПР), что ошибки от неверно принятых решений могут привести не только к экономической катастрофе для отдельного предпринимателя или отрасли, но и к глобальной катастрофе для человечества.

Под *лицом, принимающим решения* (ЛПР), понимается субъект, который всерьез намерен устранить стоящую перед ним проблему, выделить на её разрешение и реально задействовать имеющиеся у него активные ресурсы, суверенно воспользоваться положительными результатами от решения проблемы или взять на себя всю тяжесть ответственности за неуспех, неудачу, напрасные расходы.

Действенным способом повышения эффективности и качества управления является овладение менеджерами всех уровней методологией *системного анализа* и принятия решений на основе математических методов. При этом в роли интеллектуального помощника человека выступает компьютер. Чтобы наделить компьютер "интеллектуальными" способностями, необходимо реальную экономическую или управленческую задачу заменить её *математическим аналогом*, а опыт и интуицию человека – его *моделями предпочтений*. Именно эти вопросы составляют предмет *математической теории принятия решений*.

Математическая теория принятия решений в сложных ситуациях, которую часто называют *теорией принятия решений* (ТПР), занимается разработкой общих методов анализа ситуаций принятия решений. При помощи этих методов вся информация о проблеме, включая сведения о предпочтениях ЛПР и его отношении к риску, а также суждения ЛПР о возможных реакциях других субъектов на принятые им решения, используется для получения вывода о том, какой из вариантов решения является наилучшим.

Функции участников в процессе выработки решений. При решении практических задач управления, в частности, задач принятия решений, ЛПР постоянно использует анализ и синтез, системный подход и конкретно-формальные методы.

Функции, выполняемые ЛПР по организации разработки (принятия) решения, заключаются в следующем:

- 1) управление процессом выработки решения;
- 2) определение задачи, участие в её конкретизации и выборе критериев оценки эффективности решения;
- 3) окончательный выбор из имеющихся вариантов решения и ответственность за него;
- 4) организация реализации разработанного решения исполнителями.

В разработке сложных решений, требующих использования системного анализа, принимают участие специалисты – *системные аналитики (системотехники)*.

Кратко изложим функции системных аналитиков и руководителей в процессе выработки решений.

Системные аналитики:

- 1) выявляют цели, в том числе посредством количественных методов;
- 2) составляют перечень возможных целей и представляют его руководителю;
- 3) определяют подходы к решению проблемы;
- 4) выявляют и оценивают альтернативы решения проблемы;
- 5) устанавливают причинно-следственные связи между факторами;
- 6) выявляют тенденции изменений в развитии объектов;
- 7) осуществляют выбор альтернатив и критериев оценки;
- 8) проводят необходимые расчёты.

Руководитель (ЛПР):

- 1) рассматривает состав целей (уточняет старые и оценивает новые);
- 2) участвует в постановке задачи, выборе способов решения;
- 3) учитывает объективные и субъективные факторы, влияющие на решение проблем;
- 4) участвует в оценке степени риска при принятии решения;
- 5) рассматривает данные анализа;
- 6) контролирует своевременность подготовки решения.

Таким образом, несмотря на определяющую роль ЛПР в процессе выработки решения, в данном процессе часто задействована большая группа специалистов.

Основой успешного функционирования производственной среды является принятие решений, адекватных условиям, в которых функциони-

руют объекты. Системы поддержки принятия решений, в которых сконцентрированы мощные методы математического моделирования, науки управления, информатики, являются инструментом, призванным оказать помощь руководителям в своей деятельности во всё усложняющемся динамичном мире.

Преимущество компьютера состоит в огромных быстродействии и памяти, что делает его необходимым практически во всех областях человеческой деятельности.

В принятии решений важнейшими областями, в которых компьютер становится ближайшим помощником человека, являются:

- 1) быстрый доступ к информации, накопленной в компьютере лица, принимающего решение, или в компьютерной сети;
- 2) осуществление оптимизации или интерактивной имитации, основанных на математических или эвристических моделях;
- 3) нахождение в базах данных принятых ранее решений в ситуациях, подобных исследуемым, для использования ЛПР в подходящий момент;
- 4) использование знаний лучших в своей области специалистов, включенных в базы знаний экспертных систем;
- 5) представление результатов в наиболее подходящей для ЛПР форме.

Но традиционное использование ЭВМ не самое эффективное. Руководитель, кроме информации из базы данных, кроме некоторых экономических или технологических расчётов, в своей деятельности встречается с большим количеством задач по управлению системой, которые не решаются в рамках традиционных информационных технологий.

В связи с необходимостью решения задач подобного рода были разработаны компьютерные системы нового типа – *системы поддержки принятия решений* (СППР).

СППР представляют собой системы обработки информации в целях интерактивной поддержки деятельности руководителя в процессе принятия решений.

Можно выделить два основных направления такой поддержки:

- 1) *облегчение взаимодействия* между данными, процедурами анализа и обработки данных и моделями принятия решений, с одной стороны, и ЛПР, как пользователя этих систем – с другой;
- 2) *предоставление вспомогательной информации*, в особенности для решения *неструктурированных* или *слабоструктурированных* задач, для которых трудно заранее определить данные и процедуры соответствующих решений.

Другими словами, СППР – это компьютеризированные помощники, поддерживающие руководителя в преобразовании информации в эффективные для управляемой системы действия. Эти системы должны обладать такими качествами, которые делают их не только полезными, но и

незаменимыми для ЛПР. Как любые информационные системы, они должны обеспечивать специфические нужды процесса принятия решений в информации. Кроме того, и это, видимо, главное – СППР должна адаптироваться к его стилю работы, отражать его стиль мышления, ассистировать все (в идеале) или большинство важных аспектов деятельности ЛПР. СППР должны иметь возможность адаптироваться к изменению вычислительных моделей, общаться с пользователем на специфическом для управляемой области языке (в идеале на естественном), представлять результаты в такой форме, которая способствовала бы более глубокому пониманию результатов.

При этом, естественно, роль СППР не в том, чтобы заменить руководителя, а в том, чтобы повысить его эффективность. Цель СППР заключается не в автоматизации процесса принятия решения, а в осуществлении кооперации, взаимодействия между системой и человеком в процессе принятия решений. СППР должна поддерживать интуицию, уметь распознавать двусмысленность и неполноту информации, и иметь средства для их преодоления. Они должны быть дружественными ЛПР, помогая им в концептуальном определении задач, предлагая привычные представления результатов.

Каждый руководитель обладает присущими только ему знаниями, талантом, опытом и стилем работы. Одной из целей СППР является помощь человеку в улучшении этих своих качеств. Кроме известных требований к информационным системам (мощная СУБД, которая обеспечивает эффективный доступ к данным, их целостность и защиту; развитые аналитические и вычислительные процедуры, обеспечивающие обработку и анализ данных; транспортабельность, надёжность, гибкость, возможность включения новых технологических процедур), СППР должны обладать специфическими чертами:

- 1) возможностью выработки вариантов решений в специальных, неожиданных для ЛПР ситуациях;
- 2) возможностью моделей, применяемых в системах, адаптироваться к конкретной, специфической реальности в результате диалога с пользователем;
- 3) возможностью системы интерактивного генерирования моделей.

В связи с тем, что ЛПР не всегда имеет хорошо определённую цель в каждой ситуации, решение является *исследовательским процессом*, а СППР – средством более углубленного познания системы и усовершенствования своего стиля работы руководителем. Как правило, СППР имеют *модульную структуру*, что позволяет включать новые процедуры и модернизировать уже включенные в систему в соответствии с новыми требованиями.

Принятие решений предусматривает последовательное выполнение следующих шагов: осмысливание проблемы, диагностика, концептуаль-

ное или математическое моделирование, выработка альтернатив и выбор тех, которые в наибольшей степени удовлетворяют поставленным целям, а также мониторинг осуществления решения.

СППР призваны помочь ЛПР на каждом из перечисленных шагов и, следовательно, прогресс в разработке и расширении области их применения зависит и от концепции их построения, и от совершенства отражения каждой из функций, которую они поддерживают.

Прогресс последних лет выражается в интеграции в СППР систем, основанных на *знаниях*, что позволяет получать советы и *объяснения* предложенного решения.

Эволюция СППР также характеризуется и уровнем помощи, оказываемой ЛПР – от *пассивной* поддержки к расширенной, *активной* поддержке. Пассивная поддержка предоставляет удобный инструмент, не претендуя на изменение существующих способов действий ЛПР. Качество этих СППР зависит от удобства и доступности программного продукта, точнее сказать, от его *интерфейса*. Фактически это интерактивные информационные системы, предоставляющие руководителю только те услуги, которые он требует, и только в ответ на его требование. В пассивный подход включаются традиционные СППР, которые отвечают на вопрос "что если?" (what if?). ЛПР выбирает альтернативы и оценивает их, имея возможность анализировать простые альтернативы, обобщая, увеличивает эффективность процесса принятия решений.

В настоящее время создались предпосылки для перехода к *расширенной* поддержке принятия решений, в которой используются новые, нетрадиционные области, используются аналитические методы и, в частности, *многокритериальный анализ*. Этот подход более широко использует нормативный аспект получения эффективного решения, чем обычные СППР. Одновременно присутствуют процедуры *анализа* и *объяснения* полученного решения и оценки как преимуществ, так и возможных потерь.

Таким образом, ЛПР может оценить предложенный СППР вариант и принять решение, имея более широкий взгляд, как на само решение, так и на его последствия, благодаря консультациям, предоставленным системой.

Как правило, СППР используют информацию из баз данных и знаний и (или) предоставленную ЛПР. Известно, что руководители пользуются и информацией из текстуальных документов, отчетов, специальных обзоров, статей и др. Возможно и более широкое применение неструктурированной информации в СППР.

В настоящее время выделяют три класса СППР в зависимости от сложности решаемых задач и областей применения.

СППР первого класса, обладающие наибольшими функциональными возможностями, предназначены для применения в органах государственного управления высшего уровня (например, министерства) и органах

управления больших компаний при планировании крупных комплексных целевых программ для обоснования решений относительно включения в программу различных политических, социальных или экономических мероприятий и распределения между ними ресурсов на основе оценки их влияния на достижение основной цели программы. СППР этого класса являются системами *коллективного пользования*, базы знаний которых формируются многими экспертами – специалистами в различных областях знаний.

СППР второго класса являются системами *индивидуального пользования*, базы знаний которых формируются самим пользователем. Они предназначены для использования государственными служащими среднего ранга, а также руководителями малых и средних фирм для решения оперативных задач управления.

СППР третьего класса являются системами индивидуального пользования, адаптирующимися к опыту пользователя. Они предназначены для решения часто встречающихся прикладных задач системного анализа и управления (например, выбор субъекта кредитования, выбор исполнителя работы, назначение на должность и пр.). Такие системы обеспечивают получение решения текущей задачи на основе информации о результатах практического использования решений этой же задачи, принятых в прошлом.

Конкурентоспособное производство должно основываться на новейших достижениях и в связи с этим достаточно легко переориентироваться на более совершенные технологии. Поэтому руководителю любого ранга следует обеспечить необходимую помощь в выработке и обосновании решений, адекватных изменяющимся условиям, в которых функционирует управляемая им система, и воздействиям со стороны среды. СППР являются мощным инструментом для выработки альтернативных вариантов действий, анализа последствий их применения и совершенствования навыков руководителя в столь важной области его деятельности как принятие решений.

Схема процесса принятия решений. Общая схема процесса принятия решений включает следующие основные этапы:

Этап 1. Предварительный анализ проблемы. На этом этапе определяются:

- а) главные цели;
- б) уровни рассмотрения, элементы и структура системы (процесса), типы связей;
- в) подсистемы, используемые ими основные ресурсы и критерии качества функционирования подсистем;
- г) основные противоречия, узкие места и ограничения.

Этап 2. Постановка задачи. Постановка конкретной задачи принятия решений (ЗПР) включает:

- а) формулирование задачи;
- б) определение типа задачи;
- в) определение множества альтернативных вариантов и основных критериев для выбора из них наилучших;
- г) выбор метода решения ЗПР.

Этап 3. Получение исходных данных. На данном этапе устанавливаются способы измерения альтернатив. Это либо сбор количественных (статистических) данных, либо методы математического или имитационного моделирования, либо методы экспертной оценки. В последнем случае необходимо решить задачи формирования группы экспертов, проведения экспертных опросов, предварительного анализа экспертных оценок.

Этап 4. Решение ЗПР с привлечением математических методов и вычислительной техники, экспертов и лица, принимающего решение. На этапе производится математическая обработка исходной информации, её уточнение и модификация в случае необходимости. Обработка информации может оказаться достаточно трудоёмкой, при этом может возникнуть необходимость совершения нескольких итераций и желание применить различные методы для решения задачи. Поэтому именно на этом этапе возникает потребность в компьютерной поддержке процесса принятия решений, которая выполняется с помощью автоматизированных систем принятия решений.

Этап 5. Анализ и интерпретация полученных результатов. Полученные результаты могут оказаться неудовлетворительными и потребовать изменений в постановке ЗПР. В этом случае необходимо будет возвратиться на этап 2 или этап 1 и пройти заново весь путь. Решение ЗПР может занимать достаточно длительный промежуток времени, в течение которого окружение задачи может измениться и потребовать корректировок в постановке задачи, а также в исходных данных (например, могут появиться новые альтернативы, требующие введения новых критериев). Задачи принятия решений можно разделить на статические и динамические. К первым относятся задачи, которые не требуют многократного решения через короткие интервалы времени. К динамическим относятся ЗПР, которые возникают достаточно часто. Следовательно, итерационный характер процесса принятия решений можно считать закономерным, что подтверждает необходимость создания и использования эффективных систем компьютерной поддержки. ЗПР, требующие одного цикла, можно скорее считать исключением, чем правилом.

Методы принятия управленческих решений. Универсальность процедуры принятия решений и применяемого при этом математического аппарата позволяет в равной степени использовать её как в контуре взаи-

модействия человека с техническими средствами АСУ, так и при проектировании этого взаимодействия, и в частности при разработке структурной схемы интерфейса взаимодействия, выборе комплекса технических средств, лучшего алгоритма решения задач и т.д.

Проблема принятия решений составляет суть любой целенаправленной человеческой деятельности. Вместе с тем она, несмотря на многообразие возможных условий и ситуаций, в которых осуществляется выбор, носит достаточно универсальный характер.

Для ситуаций, в которых происходит выбор решений, характерно:

1) *наличие цели (целей)*. Необходимость принятия решения диктуется только наличием некоторой цели, которую следует достичь. Если цель отсутствует, то не возникает и необходимость принимать какое-либо решение;

2) *наличие альтернативных линий поведения*. Решения принимаются в условиях, когда существует более одного способа достижения поставленной цели. Каждый из способов может характеризоваться различными степенями и различными вероятностями достижения цели, требовать различных затрат;

3) *наличие ограничивающих факторов*. Естественно, что лицо, принимающее решение, не обладает бесконечными возможностями. Все множества ограничивающих факторов можно разбить на три основные группы:

а) экономические факторы – денежные средства, трудовые и производственные ресурсы, время и т.п.;

б) технические факторы – габариты, вес, энергопотребление, надёжность, точность и т.п.;

в) социальные факторы, учитывающие требования человеческой этики и морали.

Процесс принятия решений. Процесс принятия управленческого решения – это преобразование исходной информации (информации состояния) в выходную информацию (информацию управления – приказ). Решение может быть формальным и творческим. Принято считать, что если преобразование информации выполняется с помощью математических моделей, то выработанное решение считается формальным, если решение появляется в результате скрытой работы интеллекта человека, принимающего решение, то оно – творческое. В соответствии с подразделением решений на творческие и формальные всё множество проблем, сопутствующих любому процессу принятия решений, условно делится на два класса: а) проблемы концептуального характера: б) проблемы формально математического и вычислительного характера.

К концептуальным проблемам относятся сложные логические проблемы, которые невозможно решить с применением только формально-

математических методов и ЭВМ. Часто эти проблемы уникальны в том смысле, что они решаются впервые и не имеют прототипов в прошлом. Концептуальные проблемы обычно решаются на уровне руководителей с привлечением группы экспертов, в качестве которых выступают высококвалифицированные специалисты из различных областей науки и практической деятельности. При решении концептуальных проблем наибольший вес имеют не формально-математические методы, а эрудиция, опыт и интуиция людей. Формальные методы играют вспомогательную роль как средство, облегчающее и организующее эвристическую деятельность людей. К числу концептуальных относятся, в частности, такие проблемы, как анализ и выбор целей, выявление совокупностей показателей, характеризующих следствия принятого решения, выбор из их числа критериев оптимальности и т.д. Формализация эвристических процедур является содержанием так называемой неформальной теории принятия решений.

В дальнейшем мы будем предполагать, что цели управления, соответствующие им критерии оптимальности и ограничения заданы и обсуждению не подлежат. Иными словами, мы будем заниматься изучением лишь количественной или формальной теории принятия решений.

Процесс принятия решений является сложной итерационной процедурой. Структурная схема процесса принятия решения представлена на рис. 3.

Общая постановка задачи принятия решения. Пусть эффективность выбора того или иного решения определяется некоторым критерием F , допускающим количественное представление. В общем случае все факторы, от которых зависит эффективность выбора, можно разбить на две группы:

- 1) контролируемые (управляемые) факторы, выбор которых определяется лицами, принимающими решения, X_1, X_2, \dots, X_l ;
- 2) неконтролируемые (неуправляемые) факторы, характеризующие условия, в которых осуществляется выбор и на которые лица, принимающие решения, влиять не могут. В состав неконтролируемых факторов может входить и время t .

Неконтролируемые факторы в зависимости от информированности о них подразделяют на три подгруппы:

- 1) детерминированные неконтролируемые факторы – неслучайные фиксированные величины, значения которых полностью известны, A_1, A_2, \dots, A_p ;
- 2) стохастические неконтролируемые факторы – случайные величины и процессы с известными законами распределения Y_1, Y_2, \dots, Y_q ;
- 3) неопределённые неконтролируемые факторы, для каждого из которых известна только область, внутри которой находится закон распределения, значения неопределённых факторов неизвестны в момент принятия решения, Z_1, Z_2, \dots, Z_r .

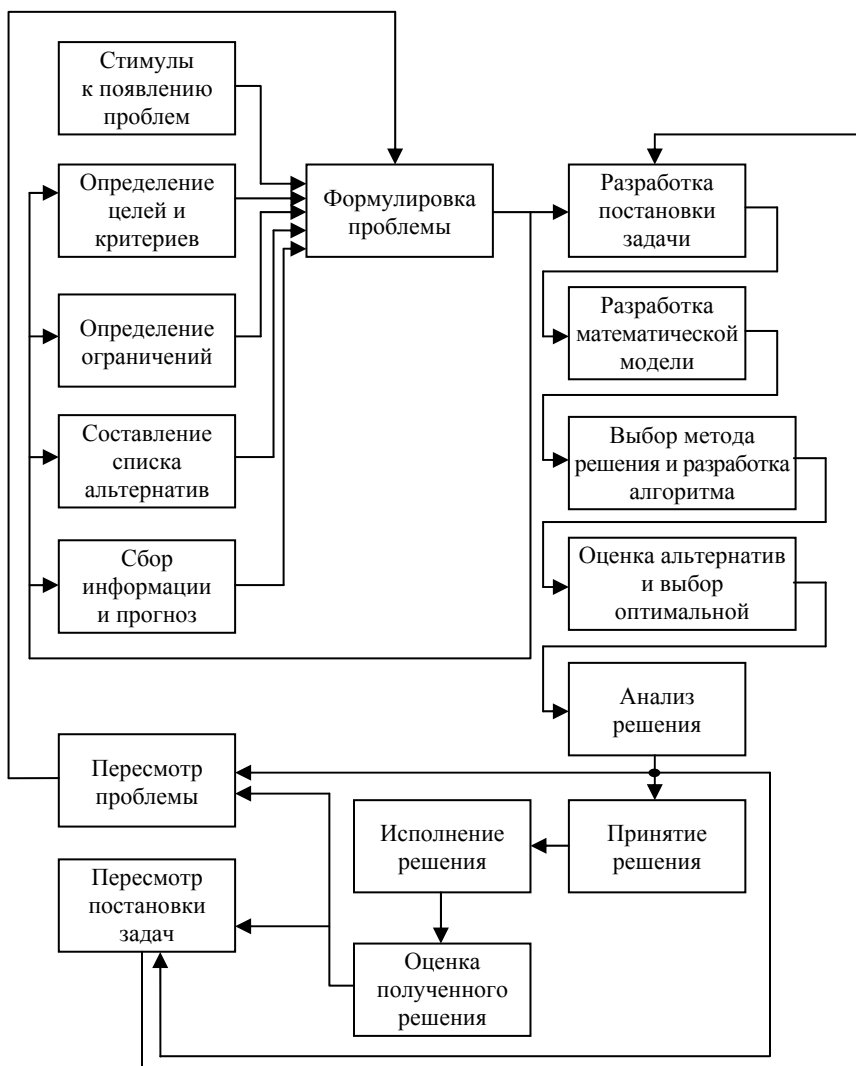


Рис. 3. Структурная схема процесса принятия решения

В соответствии с выделенными факторами критерий оптимальности можно представить в виде

$$F = F(X_1, X_2, \dots, X_l, A_1, A_2, \dots, A_p, Y_1, Y_2, \dots, Y_q, Z_1, Z_2, \dots, Z_r, t).$$

Величины X, A, Y, Z в общем случае могут быть скалярами, векторами, матрицами.

Значения контролируемых (управляемых) факторов обычно ограничены рядом естественных причин, например, ограниченностью располагаемых ресурсов. Математически эти ограничения записываются в виде

$$g_i = g_i(X_1, X_2, \dots, X_1 A_1, A_2, \dots, A_{pi}, Y_1, Y_2, \dots, Z_1, Z_2, \dots, Z_r, t) \{ \leq, =, \geq \}, \\ i = \overline{1, m}.$$

Эти условия определяют области $\Omega_{X_1}, \Omega_{X_2}, \dots, \Omega_{X_l}$, пространства, внутри которых расположены возможные (допустимые) значения факторов.

Аналогично могут быть ограничены области возможных значений неконтролируемых факторов. Поскольку критерий оптимальности есть количественная мера степени достижения цели управления, математически цель управления выражается в стремлении к максимально возможному увеличению (или уменьшению) значения критерия F , что можно записать в виде

$$F \rightarrow \max \text{ (или } \min \text{)}.$$

Средством достижения этой цели является соответствующий выбор управлений X_1, X_2, \dots, X_l из областей $\Omega_{X_1}, \Omega_{X_2}, \dots, \Omega_{X_l}$ их допустимых значений.

Таким образом, общая постановка ЗПР может быть сформулирована следующим образом: при заданных значениях и характеристиках фиксированных неконтролируемых факторов $A_1, A_2, \dots, A_p, Y_1, Y_2, \dots, Y_q$ с учётом неопределённых факторов Z_1, Z_2, \dots, Z_r найти оптимальные значения $X_{1opt}, X_{2opt}, \dots, X_{lopt}$ из областей $\Omega_{X_1}, \Omega_{X_2}, \dots, \Omega_{X_l}$ их допустимых значений, которые по возможности обращали бы в максимум (минимум) критерий оптимальности F .

Технология поддержки управленческих решений. Рассмотрим схему принятия решений (рис. 4).

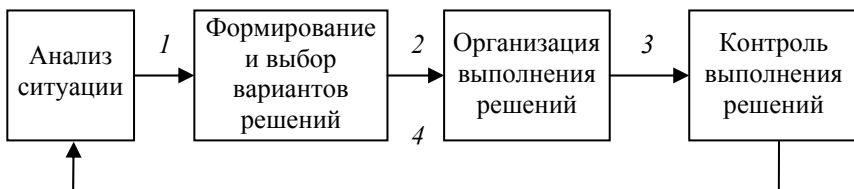


Рис. 4. Схема принятия решений:

1 – постановка проблемы; 2 – принятие решения; 3 – приказ указаний или сигнал в автоматических системах; 4 – обратная связь и коррекция решения

Данная схема показывает, что технология принятия решений включает методы и процедуры анализа ситуации, формулирования проблем, организацию выполнения принятия решения и контроль исполнения.

Возможны следующие уровни процесса принятия решений:

- 1) индивидуально-организационный;
- 2) групповой-неорганизационный.

На индивидуальном уровне руководитель является лицом, принимающим решение, и он организует все процессы принятия решений, при этом он является руководителем небольшого предприятия.

На групповом уровне процесс принятия решений осуществляется группой лиц, взаимодействующих друг с другом, но не всегда формально установленным правилам. На одних этапах процесса принятия решения эффективным может являться индивидуальный или групповой вид деятельности.

Основная идея поддержки заключается в следующем:

1. Лицо, принимающее решение (руководитель), на которое возложена ответственность за исход решения, нуждается в систематической помощи как в организационном, информационном, так и в вычислительном обеспечении. Поддержка ЛПР оказывается в соответствии с её потребностью, т.е. инициатива на запрос помощи исходит от ЛПР.

2. Тип решений ЛРП может быть стратегический, тактический, оперативный, который различается по степени важности и продолжительности принятия решений.

На рисунке 5 показано, как зависит распределение времени руководства на принятие решения от вида решения.

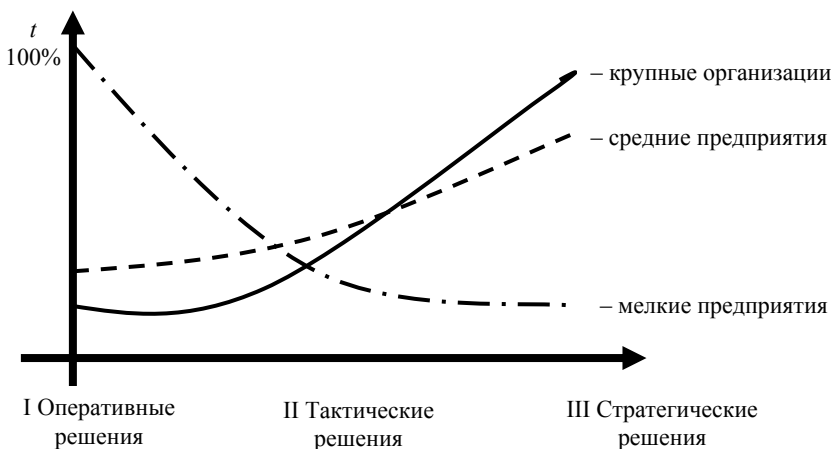


Рис. 5. Зависимость времени на принятие решения от вида решения

Основная функция системы поддержки решений – это система поддержки решений, оказание помощи ЛПР. Осуществляется автоматически по определённым правилам и процедурам в индивидуальном порядке или при работе некоторой группы, каждый раз ориентированной на выработку конкретных решений и проблем.

ЛПР совместно с поддерживающей системой образуют систему поддержки принятия решений (СПР). Стратегические СПР служат для поддержки управления решениями. При этом приходится иметь дело с неформализованными сложными проблемами и неструктурными данными.

Также могут быть индивидуальные (персональные) и групповые СПР. Персональная СПР обслуживает одного руководителя. Групповая ориентируется на оказание помощи группе специалистов, привлечении для решения проблем

Многообразие задач групповой поддержки решения можно свести к трём типам формирования объектов различных классов, включающие определение характеристик проблемной ситуации, постановку и структуризацию проблем определения их характеристик, формирование цели и конечных результатов, определение критериев оценки вариантов, подготовка рекомендации к принятию решений, составление готового документа и разработка предложенных на реализацию выработки решения.

Оценка характеристик включает в себя оценку характеристик проблемы и ситуации определения предпочтений при выборе вариантов решения, определение качества принятых и реализуемых решений.

Классификация задач принятия решений. Задачи принятия решений отличаются большим многообразием; классифицировать их можно по различным признакам, характеризующим количество и качество доступной информации. В общем случае задачи принятия решений можно представить следующим набором информации:

$$\langle T, A, K, X, F, G, D \rangle,$$

где T – постановка задачи (например, выбрать лучшую альтернативу или упорядочить весь набор); A – множество допустимых альтернативных вариантов; K – множество критериев выбора; X – множество методов измерения предпочтений (например, использование различных шкал); F – отображение множества допустимых альтернатив в множество критериальных оценок (исходы); G – система предпочтений эксперта; D – решающее правило, отражающее систему предпочтений.

Любой из элементов этого набора может служить классификационным признаком принятия решений.

Рассмотрим традиционные классификации.

1. **По виду отображения F .** Отображение множества A и K может иметь детерминированный характер, вероятностный или неопределённый

вид, в соответствии с которым задачи принятия решений можно разделить на задачи в условиях риска и задачи в условиях неопределённости.

Детерминированные задачи принятия решений. К этому классу относятся задачи, для решения которых имеется достаточная и достоверная количественная информация. В этом случае с успехом применяются методы математического программирования, суть которых состоит в нахождении оптимальных решений на базе математической модели реального объекта. Основные условия применимости методов математического программирования следующие:

1) задача должна быть хорошо формализована, т.е. имеется адекватная математическая модель реального объекта;

2) существует некоторая единственная целевая функция (критерий оптимизации), позволяющая судить о качестве рассматриваемых альтернативных вариантов;

3) имеется возможность количественной оценки значений целевой функции;

4) задача имеет определённые степени свободы (ресурсы оптимизации), т.е. некоторые параметры функционирования системы, которые можно произвольно изменять в некоторых пределах в целях улучшения значений целевой функции.

Задачи в условиях риска. В тех случаях, когда возможные исходы можно описать с помощью некоторого вероятностного распределения, получаем задачи принятия решений в условиях риска. Для построения распределения вероятностей необходимо либо иметь в распоряжении статистические данные, либо привлекать знания экспертов. Обычно для решения задач этого типа применяются методы теории одномерной или многомерной полезности. Эти задачи занимают место на границе между задачами принятия решений в условиях определённости и неопределённости. Для решения этих задач привлекается вся доступная информация (количественная и качественная).

Задачи в условиях неопределённости имеют место тогда, когда информация, необходимая для принятия решений, является неточной, неполной, неколичественной, а формальные модели исследуемой системы либо слишком сложны, либо отсутствуют. В таких случаях для решения задачи обычно привлекаются знания экспертов. В отличие от подхода, принятого в экспертных системах, для решения ЗПР знания экспертов обычно выражены в виде некоторых количественных данных, называемых предпочтениями.

2. *Мощность множества К.* Множество критериев выбора может содержать один элемент или несколько. В соответствии с этим задачи

принятия решений можно разделить на задачи со скалярным критерием и задачи с векторным критерием (многокритериальное принятие решений).

3. **Тип системы G.** Предпочтения могут формироваться одним лицом или коллективом, в зависимости от этого задачи принятия решений можно классифицировать на задачи индивидуального принятия решений и задачи коллективного принятия решений.

Классификация методов принятия решений. Существует множество классификаций методов принятия решений, основанных на применении различных признаков. В таблице 3 приведена одна из возможных классификаций, признаками которой являются содержание и тип получаемой экспертной информации.

3. Классификация методов принятия решений

Содержание информации	Тип информации	Метод принятия решений
1. Экспертная информация не требуется		Метод доминирования. Метод на основе глобальных критериев
2. Информация о предпочтениях на множестве критериев	Качественная информация. Количественная оценка предпочтительности критериев. Количественная информация о замещениях	Лексикографическое упорядочение. Сравнение разностей критериальных оценок. Метод приспособывания. Методы "эффективность–стоимость". Методы свёртки на иерархии критериев. Методы порогов. Методы идеальной точки. Метод кривых безразличия. Методы теории ценности
3. Информация о предпочтительности альтернатив	Оценка предпочтительности парных сравнений	Методы математического программирования. Линейная и нелинейная свёртка при интерактивном способе определения её параметров

Содержание информации	Тип информации	Метод принятия решений
<p>4. Информация о предпочтениях на множестве критериев и о последствиях альтернатив</p>	<p>Отсутствие информации о предпочтениях; количественная и/или интервальная информация о последствиях.</p> <p>Качественная информация о предпочтениях и количественная о последствиях.</p> <p>Качественная (порядковая) информация о предпочтениях и последствиях.</p> <p>Количественная информация о предпочтениях и последствиях</p>	<p>Методы с дискретизацией неопределённости.</p> <p>Стохастическое доминирование.</p> <p>Методы принятия решений в условиях риска и неопределённости на основе глобальных критериев.</p> <p>Метод анализа иерархий.</p> <p>Методы теории нечётких множеств.</p> <p>Метод практического принятия.</p> <p>Методы выбора статистически ненадёжных решений.</p> <p>Методы кривых безразличия для принятия решений в условиях риска и неопределённости.</p> <p>Методы деревьев решений.</p> <p>Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности</p>

Используемый принцип классификации позволяет достаточно чётко выделить четыре большие группы методов, причём три группы относятся к принятию решений в детерминированных условиях, а четвёртая – к принятию решений в условиях неопределённости. Из множества известных методов и подходов к принятию решений наибольший интерес представляют те, которые дают возможность учитывать многокритериальность и неопределённость, а также позволяют осуществлять выбор решений из множеств альтернатив различного типа при наличии критериев, имеющих разные типы шкал измерения (эти методы относятся к четвёртой группе).

В свою очередь, среди методов, образующих четвёртую группу, наиболее перспективными являются декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности, методы анализа иерархий и теории нечётких множеств. Данный выбор определён тем, что эти методы в наибольшей степени удовлетворяют требованиям универсальности, учёта многокритериальности выбора в условиях неопределённости из дискретного или непрерывного множества альтернатив, простоты подготовки и переработки экспертной информации.

Охарактеризовать достаточно полно все методы принятия решений, относящиеся к четвёртой группе, в рамках данной работы невозможно, поэтому в дальнейшем рассматриваются только три подхода к принятию решений в условиях неопределённости, которые получили наиболее широкое воплощение в системах компьютерной поддержки, а именно: подходы, основанные на методах теории полезности, анализа иерархий и теории нечётких множеств.

Характеристика методов теории полезности. Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности получили наиболее широкое распространение среди группы аксиоматических методов принятия решений в условиях риска и неопределённости.

Основная идея этой теории состоит в получении количественных оценок полезности возможных исходов, которые являются следствиями процессов принятия решений. В дальнейшем на основании этих оценок можно выбрать наилучший исход. Для получения оценок полезности необходимо иметь информацию о предпочтениях лица, ответственного за принимаемое решение.

Парадигма анализа решения может быть сведена к процессу, включающему пять этапов.

Этап 1. Предварительный анализ. На этом этапе формулируется проблема и определяются возможные варианты действий, которые можно предпринять в процессе её решения.

Этап 2. Структурный анализ. Этот этап предусматривает структуризацию проблемы на качественном уровне, на котором ЛПР намечает основные шаги процесса принятия решений и пытается упорядочить их в виде некоторой последовательности. Для этой цели строится дерево решений.

Дерево решений имеет два типа вершин: вершины-решения и вершины-случаи. В вершинах-решениях выбор полностью зависит от ЛПР, в вершинах-случаях ЛПР не полностью контролирует выбор, так как случайные события можно предвидеть лишь с некоторой вероятностью.

Этап 3. Анализ неопределённости. На этом этапе ЛПР устанавливает значения вероятности для тех ветвей на дереве решений, которые

начинаются в вершинах-случаях. При этом полученные значения вероятностей подлежат проверке на наличие внутренней согласованности.

Для получения значений вероятности привлекается вся доступная информация: статистические данные, результаты моделирования, экспертная информация и т.д.

Этап 4. Анализ полезности. На данном этапе следует получить количественные оценки полезности последствий (исходов), связанных с реализацией того или иного пути на дереве решений.

Исходы (последствия принимаемых решений) оцениваются с помощью функции полезности фон Неймана-Моргенштерна, которая каждому исходу ставит в соответствие его полезность. Построение функции полезности осуществляется на основе знаний ЛПР и экспертов.

Этап 5. Процедуры оптимизации. Оптимальная стратегия действий (альтернатива, путь на дереве решений) может быть найдена с помощью вычислений, а именно: максимизации ожидаемой полезности на всем пространстве возможных исходов. Одно из условий постановки задачи оптимизации – наличие адекватной математической модели, которая связывает параметры оптимизации (в данном случае это альтернативные варианты действий) с переменными, входящими в целевую функцию (функция полезности). В методах теории полезности такие модели имеют вероятностный характер и основаны на том, что оценка вероятности ожидаемого исхода может быть использована для введения числовых оценок возможных вероятных распределений на конечном множестве исходов.

Построение функций полезности является основной и наиболее трудоёмкой процедурой методов теории полезности, после этого с помощью такой функции можно оценить любое количество альтернатив.

Процедура построения функции полезности включает пять шагов.

Шаг 1. Подготовительный. Главная задача – подбор экспертов и разъяснение им того, как следует выражать свои предпочтения.

Шаг 2. Определение вида функции. Функция полезности должна отражать представления ЛПР и экспертов об ожидаемой полезности возможных исходов. Поэтому множество исходов упорядочивается по их предпочтительности, после чего в соответствие каждому возможному исходу необходимо поставить предполагаемое значение ожидаемой полезности. На этом шаге выясняют, является ли функция полезности монотонной, убывающей или возрастающей, отражает ли она склонность, несклонность или безразличие к риску и т.п.

Шаг 3. Установление количественных ограничений. Определяется интервал изменения аргумента функции полезности и устанавливаются значения функции полезности для нескольких контрольных точек.

Шаг 4. Подбор функции полезности. Необходимо выяснить, являются ли согласованными количественные и качественные характеристики, выявленные к данному моменту. Положительный ответ на этот вопрос равнозначен существованию некоторой функции, которая обладает всеми требуемыми свойствами. Если последует отрицательный ответ, то возникает проблема согласования свойств, что предполагает возврат на более ранние шаги.

Шаг 5. Проверка адекватности. Необходимо убедиться в том, что построенная функция полезности действительно полностью соответствует истинным предпочтениям ЛПР. Для этого применяются традиционные методы сравнения расчётных значений с экспериментальными.

Рассмотренная процедура соответствует задаче со скалярной функцией полезности. В общем случае последняя может быть векторной величиной. Это имеет место, когда ожидаемую полезность невозможно представить единственной количественной характеристикой (задача со многими критериями). Обычно многомерная функция полезности представляется как аддитивная или мультипликативная функция частных полезностей. Процедура построения многомерной функции полезности ещё более трудоёмка, чем одномерной.

Таким образом, методы теории полезности занимают промежуточное место между методами принятия решений в условиях определённости и методами, направленными на выбор альтернатив в условиях неопределённости. Для применения этих методов необходимо иметь количественную зависимость между исходами и альтернативами, а также экспертную информацию для построения функции полезности. Эти условия выполняются не всегда, что накладывает ограничение на применение методов теории полезности. К тому же следует помнить, что процедура построения функции полезности трудоёмка и плохо формализуема.

Автоматизация поддержки решений. Главной особенностью *информационной технологии поддержки принятия решений* является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса, в котором участвуют:

- 1) система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;
- 2) человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности информационной системы совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия

решений. Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать ещё ряд её отличительных характеристик:

- 1) ориентация на решение плохо структурированных (формализованных) задач;
- 2) сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- 3) направленность на непрофессионального пользователя компьютера;
- 4) высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспосабливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.

Информационная технология поддержки принятия решений может использоваться на любом уровне управления. Кроме того, решения, принимаемые на различных уровнях управления, часто должны координироваться. Поэтому важной функцией и систем, и технологий является координация лиц, принимающих решения как на разных уровнях управления, так и на одном уровне.

Рассмотрим структуру системы поддержки принятия решений (рис. 6), а также функции составляющих её блоков, которые определяют основные технологические операции.

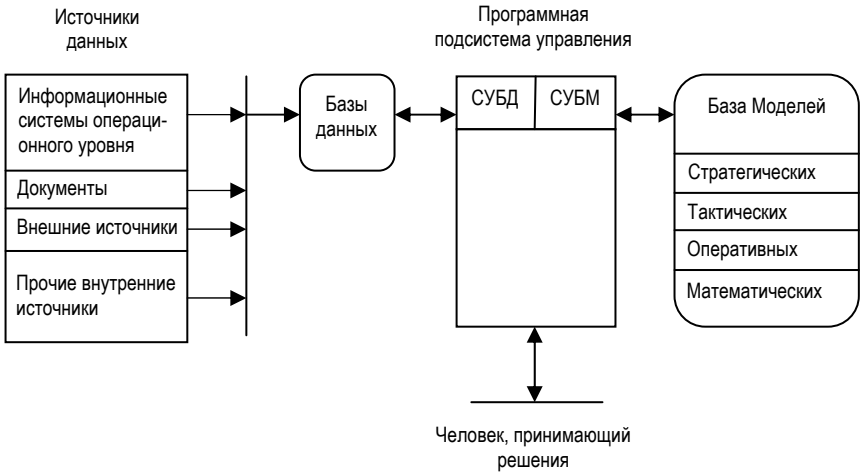


Рис. 6. Основные компоненты информационной технологии поддержки принятия решений

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

База данных играет в информационной технологии поддержки принятия решений важную роль. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчётов при помощи математических моделей.

Рассмотрим источники данных и их особенности.

1. Часть данных поступает от информационной системы операционного уровня. Чтобы использовать их эффективно, эти данные должны быть предварительно обработаны. Для этого имеются две возможности:

1) использовать для обработки данных об операциях фирмы систему управления базой данных, входящую в состав системы поддержки принятия решений;

2) сделать обработку за пределами системы поддержки принятия решений, создав для этого специальную базу данных. Этот вариант более предпочтителен для фирм, производящих большое количество коммерческих операций. Обработанные данные об операциях фирмы образуют файлы, которые для повышения надёжности и скорости доступа хранятся за пределами системы поддержки принятия решений.

2. Помимо данных об операциях фирмы для функционирования системы поддержки принятия решений требуются и другие внутренние данные, например данные о движении персонала, инженерные данные и т.п., которые должны быть своевременно собраны, введены и поддержаны.

3. Важное значение, особенно для поддержки принятия решений на верхних уровнях управления, имеют данные из внешних источников. В числе необходимых внешних данных следует указать данные о конкурентах, национальной и мировой экономике. В отличие от внутренних данных внешние данные обычно приобретаются у специализирующихся на их сборе организации.

4. В настоящее время широко исследуется вопрос о включении в базу данных ещё одного источника данных – документов, включающих в себя записи, письма, контракты, приказы и т.п. Если содержание этих документов будет записано в памяти и затем обработано по некоторым ключевым характеристикам (поставщикам, потребителям, датам, видам услуг и др.), то система получит новый мощный источник информации.

Система управления данными должна иметь следующие возможности:

1) составление комбинаций данных, получаемых из различных источников, посредством использования процедур агрегирования и фильтрации;

2) быстрое прибавление или исключение того или иного источника данных;

3) построение логической структуры данных в терминах пользователя;

4) использование и манипулирование неофициальными данными для экспериментальной проверки рабочих альтернатив пользователя;

5) обеспечение полной логической независимости этой базы данных от других операционных баз данных, функционирующих в рамках фирмы.

База моделей. Целью создания моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определённых алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

По цели использования модели подразделяются на *оптимизационные*, связанные с нахождением точек минимума или максимума некоторых показателей (например, управляющие часто хотят знать, какие их действия ведут к максимизации прибыли или минимизации затрат), и *описательные*, описывающие поведение некоторой системы и не предназначенные для целей управления (оптимизации).

По способу оценки модели классифицируются на *детерминистские*, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных, и *стохастические*, оценивающие переменные несколькими параметрами, так как исходные данные заданы вероятностными характеристиками.

Детерминистские модели более популярны, чем стохастические, потому что они менее дорогие, их легче строить и использовать. К тому же часто с их помощью получается вполне достаточная информация для принятия решения.

По области возможных приложений модели разбираются на *специализированные*, предназначенные для использования только одной системой, и *универсальные* – для использования несколькими системами.

Специализированные модели более дорогие, они обычно применяются для описания уникальных систем и обладают большей точностью. В системах поддержки принятия решения база моделей состоит из стратегических, тактических и оперативных моделей, а также математических моделей в виде совокупности модельных блоков, модулей и процедур, используемых как элементы для их построения.

Стратегические модели используются на высших уровнях управления для установления целей организации, объёмов ресурсов, необходимых для их достижения, а также политики приобретения и использования этих ресурсов. Они могут быть также полезны при выборе вариантов размещения предприятий, прогнозировании политики конкурентов и т.п. Для стратегических моделей характерны значительная широта охвата, множество переменных, представление данных в сжатой агрегированной форме. Часто эти данные базируются на внешних источниках и могут иметь субъективный характер. Горизонт планирования в стратегических моделях, как правило, измеряется в годах. Эти модели обычно детерминистские, описательные, специализированные для использования на одной определённой фирме.

Тактические модели применяются управляющими среднего уровня для распределения и контроля использования имеющихся ресурсов. Среди возможных сфер их использования следует указать: финансовое планирование, планирование требований к работникам, планирование увеличения продаж, построение схем компоновки предприятий. Эти модели применимы обычно лишь к отдельным частям фирмы (например, к системе производства и сбыта) и могут также включать в себя агрегированные показатели. Временной горизонт, охватываемый тактическими моделями, \approx от одного месяца до двух лет. Здесь также могут потребоваться данные из внешних источников, но основное внимание при реализации данных моделей должно быть уделено внутренним данным фирмы. Обычно тактические модели реализуются как детерминистские, оптимизационные и универсальные.

Оперативные модели используются на низших уровнях управления для поддержки принятия оперативных решений с горизонтом, измеряемым днями и неделями. Возможные применения этих моделей включают в себя ведение дебиторских счетов и кредитных расчётов, календарное производственное планирование, управление запасами и т.д. Для расчётов оперативные модели обычно используют внутрифирменные данные. Эти модели, как правило, детерминистские, оптимизационные и универсальные (т.е. могут быть использованы в различных организациях).

Математические модели состоят из совокупности модельных блоков, модулей и процедур, реализующих математические методы. Сюда могут входить процедуры линейного программирования, статистического анализа временных рядов, регрессионного анализа и тому подобных от простейших процедур до сложных ППП. Модельные блоки, модули и процедуры могут использоваться как поодиночке, так и комплексно для построения и поддержания моделей.

Система управления базой моделей должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей, манипулировать моделями.

Система управления интерфейсом. Эффективность и гибкость информационной технологии во многом зависят от характеристик интерфейса системы поддержки принятия решений. Интерфейс определяет: язык пользователя; язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея; знания пользователя.

Язык пользователя – это те действия, которые пользователь производит в отношении системы путём использования возможностей клавиатуры; электронных карандашей, пишущих на экране; джойстика; "мыши"; команд, подаваемых голосом, и т.п. Наиболее простой формой языка пользователя является создание форм входных и выходных документов. Получив входную форму (документ), пользователь заполняет его необходимыми данными и вводит в компьютер. Система поддержки принятия решений производит необходимый анализ и выдаёт результаты в виде выходного документа установленной формы. Значительно возросла за последнее время популярность визуального интерфейса. С помощью манипулятора "мышь" пользователь выбирает представленные ему на экране в форме картинок объекты и команды, реализуя таким образом свои действия.

Управление компьютером при помощи человеческого голоса – самая простая и поэтому самая желанная форма языка пользователя. Она ещё недостаточно разработана и поэтому мало популярна. Существующие разработки требуют от пользователя серьезных ограничений: определённого набора слов и выражений; специальной надстройки, учитывающей особенности голоса пользователя; управления в виде дискретных команд, а не в виде обычной гладкой речи. Технология этого подхода интенсивно совершенствуется, и в ближайшем будущем можно ожидать появления систем поддержки принятия решений, использующих речевой ввод информации.

Язык сообщений – это то, что пользователь видит на экране дисплея (символы, графика, цвет), данные, полученные на принтере, звуковые выходные сигналы и т.п. Важным измерителем эффективности используемого интерфейса является выбранная форма диалога между пользователем и системой. В настоящее время наиболее распространены следующие формы диалога: запросно-ответный режим, командный режим, режим меню, режим заполнения пропусков в выражениях, предлагаемых компьютером. Каждая форма в зависимости от типа задачи, особенностей пользователя и принимаемого решения может иметь свои достоинства и недостатки.

Долгое время единственной реализацией языка сообщений был отпечатанный или выведенный на экран дисплея *отчёт* или *сообщение*. Теперь появилась новая возможность представления выходных данных – *машинная графика*. Она даёт возможность создавать на экране и бумаге цветные графические изображения в трёхмерном виде. Использование машинной графики, значительно повышающее наглядность и интерпретируемость выходных данных, становится всё более популярным в информационной технологии поддержки принятия решений.

За последние несколько лет наметилось новое направление, развивающее машинную графику, – *мультипликация*. Мультипликация оказывается особенно эффективной для интерпретации выходных данных систем поддержки принятия решений, связанных с моделированием физических систем и объектов.

В ближайшие годы следует ожидать в качестве языка сообщений использование человеческого голоса. Сейчас эта форма применяется в системе поддержки принятия решений сферы финансов, где в процессе генерации чрезвычайных отчётов голосом поясняются причины исключительности той или иной позиции.

Знания пользователя – это то, что пользователь должен знать, работая с системой. К ним относятся не только план действий, находящийся в голове у пользователя, но и учебники, инструкции, справочные данные, выдаваемые компьютером. Совершенствование интерфейса системы поддержки принятия решений определяется успехами в развитии каждого из трёх указанных компонентов. Интерфейс должен обладать следующими возможностями:

- 1) манипулировать различными формами диалога, изменяя их в процессе принятия решения по выбору пользователя;
- 2) передавать данные системе различными способами;
- 3) получать данные от различных устройств системы в различном формате;
- 4) гибко поддерживать (оказывать помощь по запросу, подсказывать) знания пользователя.

4. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Важнейшими показателями качества электронных образовательных ресурсов являются доступность, научная строгость, полнота. Это в определённой мере конфликтные показатели. Для поиска удачных компромиссных решений необходимо приспосабливать процесс обучения к уровню знаний и умений, к психологическим особенностям обучаемых. Другими словами, необходимо применять адаптивные среды формирования образовательных ресурсов.

В адаптивных средах должны формироваться учебные пособия, соответствующие индивидуальным характеристикам обучаемых и индивидуальным условиям обучения. Оптимальные уровни строгости, подробности, стиля изложения будут различными для выпускников физико-математических и рядовых школ, для людей с нормальными и ограниченными возможностями здоровья, для впервые изучающих предмет и повторяющих материал очного и заочного образования. Это требует приспособления как к уровню предварительной подготовки обучаемого, так и к его конкретным запросам. Кроме этих видов адаптации необходимо предусматривать адаптацию учебного материала к достигнутому уровню развития соответствующей предметной области, что особенно важно для быстроразвивающихся приложений. Всё это должны обеспечивать электронные образовательные ресурсы (ЭОР).

Основные определения и классификация ЭОР. *Электронный образовательный ресурс* – документальное и/или программное средство, используемое в учебном процессе для получения знаний обучаемыми, развития умений и навыков их полезной деятельности и представленное в электронном виде. Практически синонимом электронного образовательного ресурса является *компьютерное средство обучения*, которое в работе [6] определяется как программное средство или комплекс, предназначенный для решения определённых педагогических задач, имеющий предметное содержание и ориентированный на взаимодействие с обучаемым. В работе [7] понятие образовательного ресурса расширяется за счёт включения в него таких составляющих, как администрирование учебного процесса, консультационная поддержка, сопровождение баз учебных материалов и т.п.

Отметим, что в работе [7] наряду с вышеприведённым имеется также определение *информационного образовательного ресурса*, как структурированной совокупности электронных изданий, применяемых в обучении.

Частный случай электронного образовательного ресурса – электронный учебник или электронное учебное пособие, для которых будем использовать совокупное обозначение ЭУИ – *электронное учебное издание*.

В работе [8] для ЭУИ дается следующее определение: программно-информационная система, предназначенная для самостоятельной, прежде всего теоретической подготовки с помощью компьютера и содержащая структурированную учебную мультимедиа информацию, упражнения для её усвоения, тесты для самоконтроля и интерактивные компьютерные программы, реализующие сценарии учебной деятельности по восприятию, осмыслению и закреплению знаний.

Наибольший образовательный потенциал несёт идея комплексного использования учебно-методического материала – традиционного учебника в сочетании с диском, на котором, по сути, представлен дополняющий учебник наглядно-демонстрационный, справочный материал, материал для закрепления тем и проверки знаний. Эта идея реализуема только при хорошем техническом оснащении образовательного учреждения и при высокой профессиональной готовности преподавателя. Условия создания подобного учебно-методического комплекса можно сформулировать так:

- 1) научность содержания;
- 2) подчинённость формы подачи информации и используемых выразительных средств учебным целям;
- 3) образовательная технологичность;
- 4) соответствие основным дидактическим принципам;
- 5) структурирование содержания по принципу создания образовательной среды, обеспечивающей индивидуальную траекторию обучения каждому пользователю.

Существует множество различных классификаций ЭОР. В частности ЭОР можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) *по технологии создания*:
 - а) текстографические ресурсы – отличаются от книг в основном базой предъявления текстов и иллюстраций – материал представляется на экране компьютера, а не на бумаге, также они имеют существенные отличия в навигации по тексту;
 - б) мультимедиа ЭОР – ресурсы, состоящие из визуального или звукового содержания. Принципиальные отличия от книги здесь очевидны: ни кино, ни анимация (мультфильм), ни звук для полиграфического издания невозможны;
- 2) *по среде распространения и использования*:
 - а) Интернет-ресурсы онлайн – работающие только в режиме подключения к сети Интернет;
 - б) Интернет-ресурсы оффлайн – их можно скачать, инсталлировать на компьютер и использовать без Интернета;
 - в) ресурсы для "электронных досок";

- 3) *по принципу реализации:*
- а) мультимедиа-ресурсы;
 - б) презентационные ресурсы;
 - в) системы обучения;
- 4) *по составляющим входящего в них содержания:*
- а) лекционные ресурсы;
 - б) практические ресурсы;
 - в) ресурсы-имитаторы (тренажеры);
 - г) контрольно-измерительные материалы.

Требования к ЭОР. По назначению ЭОР должны служить формированию у учащихся систематических прочных и осмысленных научных знаний, способствовать формированию умений работать с информацией, создавать собственную систему восприятия и критического мышления, аналитического отношения к проблемам и месту конкретной информации в общей картине понятий и представлений о мире, развивать познавательную активность, служить повышению качества и эффективности педагогического труда.

Желательно включение в ЭОР разнообразных познавательных заданий, связанных с предлагаемым экранным материалом.

Содержание ЭОР должно включать научно достоверную информацию и полностью соответствовать теоретическому материалу дисциплины. Содержание, глубина и объём научной информации должны соответствовать познавательным возможностям и уровню работоспособности обучающихся, учитывать их интеллектуальную подготовку и возрастные особенности.

Учебный материал должен быть доступен для экранизации и передачи информации с помощью комментариев преподавателя. При отборе материала для зрительного ряда преимущество следует отдавать крупным и средним планам, по возможности избегая дальних планов и мелких деталей.

Информация в ЭОР должна преподноситься в живой эмоциональной форме. В то же время недопустимы кадры, вставки, эпизоды, не связанные с учебной темой, даже в том случае, если они интересны сами по себе.

При создании ЭОР должны соблюдаться гигиенические требования, направленные на сохранение зрения и предупреждение переутомления обучающихся. Размеры букв, цифр, знаков (кегель), их гарнитура, цвет, а также расстановка знаков в словах и слов в предложениях должны способствовать чёткому различению и хорошему восприятию информации. По некоторым рекомендациям кегль основного текста должен быть не менее 14 пунктов для серифного шрифта (например, Times New Roman) и 12 пунктов для рубленого шрифта (например, Arial). Заголовки лучше

выделять увеличением кегля. При этом следует избегать больших текстовых фрагментов и по возможности не допускать использования для чтения текста полос прокрутки или кнопок перехода от экрана к экрану.

На различимость объектов влияют цвет фона и цвет изображений на нем, их контрастность. Лучшими соотношениями фона и изображений являются белый–синий, чёрный–жёлтый, зелёный–белый, чёрный–белый.

Компьютер как средство обучения не должен одновременно быть объектом изучения. Поэтому интерфейс программы должен быть интуитивным и не требовать специального обучения работе с программой. Представляется рациональным использование стандартного интерфейса программ для Windows. При этом следует стремиться к максимальному использованию стандартных меню и кнопок на панелях инструментов, по возможности сохраняя их расположение на экране.

Для выделения в текстах наиболее важных частей можно использовать полужирное и курсивное начертание знаков, выделение цветом знаков и фона, рамки, а также их сочетания. Для смысловых выделений не следует использовать подчёркивание, которым по умолчанию выделяются гиперссылки.

При разработке ЭОР необходимо в максимальной мере использовать возможности современной компьютерной техники для организации интерактивной работы обучающегося с пособием. Это следует учитывать не только при разработке контрольных заданий, но и при подготовке сообщаемой учебной информации.

Структура ЭОР. Находят применение последовательная, иерархическая, сетевая структуры ЭОР.

Последовательная (иначе линейная) структура представлена на рис. 7, а, где М – модуль. Эта структура характеризуется фиксированной последовательностью предоставления единиц учебного материала обучаемому, хотя возможно гипертекстовое оглавление – допустимы переходы по ссылкам из оглавления в любой раздел ЭУИ и возвраты в оглавление.

В иерархической структуре (рис. 7, б) уровни иерархии обычно выделяются по степени подробности изложения. Переходы вниз с одного уровня на другой при пользовании ЭУИ выполняются в том случае, если информации на верхнем уровне недостаточно для понимания материала [7]. Как последовательная, так и иерархическая структуры разрабатываются автором ЭУИ и не изменяются в процессе эксплуатации пособия.

Моделью содержания ЭУИ сетевой структуры обычно является дерево. Вершины соответствуют единицам учебного материала, называемым разделяемыми единицами контента или ShareableContentObject (SCO). Дуги отражают отношение последовательности использования разделяемых единиц контента в процессе изучения материала.

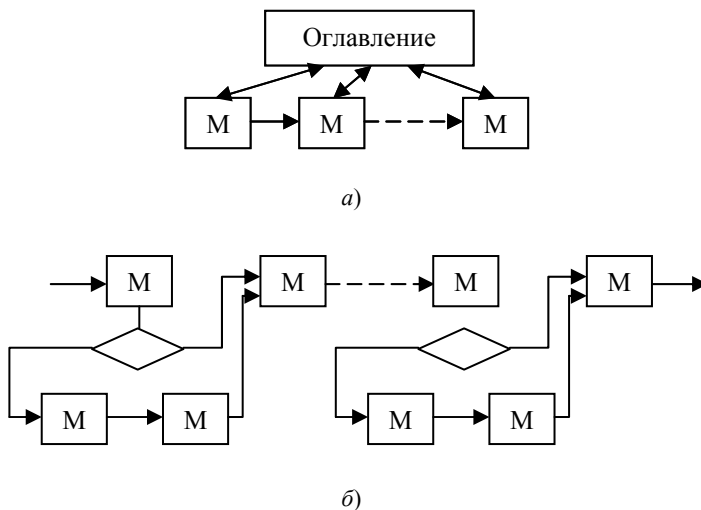


Рис. 7. Структуры электронных учебных изданий:
 а – последовательная; б – двухуровневая иерархическая

Сетевая структура была предложена в работах [10, 11] и реализована в стандарте SCORM [12]. Отношения между разделяемыми единицами контента не фиксированы, их устанавливает не разработчик базы учебных материалов, а разработчик каждого конкретного пособия.

Автоматизированные обучающие системы. *Автоматизированная обучающая система* (АОС) представляет собой согласованную совокупность учебных материалов, средств их разработки, хранения, передачи и доступа к ним, предназначенная для целей обучения и основанная на использовании современных информационных технологий [9]. В структуре АОС имеются подсистемы: поисковая; работы с учебным материалом; генерации задач; управления учебным процессом; регистрационная; модели обучаемых; преподавательский интерфейс. Авторы работы [9] упоминают о пользе тезауруса, но его наличие не связывают с процедурами построения ЭУИ и поисковых подсистем [6]. В соответствии с работой [7] АОС включает в себя следующие подсистемы: подсистема представления учебной информации; инструментальная; управления обучением (LearningManagementSystem – LMS); тестирующая; настройки (адаптации); доставки материалов обучаемым.

По своему масштабу АОС в сфере высшего образования могут быть образовательными системами кафедры, университета, направления подготовки (специальности), консорциума вузов. В промышленности автоматизи-

зированной обучающей системы АОС могут создаваться компаниями, проводящими регулярные мероприятия по повышению квалификации своих сотрудников.

Основные функции АОС:

- 1) доступ к образовательным ресурсам, включая средства виртуальных и удалённых учебно-исследовательских лабораторий;
- 2) самотестирование и контроль знаний обучаемых;
- 3) поиск информации;
- 4) создание ЭУИ;
- 5) управление учебным процессом;
- 6) конференцсвязь (чаты, потоковое видео).

Важной чертой АОС является связь с различными источниками информации Internet и, прежде всего, с компьютерными системами поддержки научно-исследовательских работ, имеющимися как в университетах, так и в академических институтах. Наличие такой связи необходимо не только для приобщения студентов к научным исследованиям, но и для повышения квалификации преподавателей и тем самым для совершенствования содержимого баз ЭОР.

Обычно конкретные реализации АОС создаются определёнными компаниями или университетами. Ресурсы таких АОС зачастую не являются мобильными, т.е. переносимыми для использования и развития из одной системы в другую. Это является очевидным недостатком с точки зрения создания интегрированной базы научно-образовательных ресурсов и применения в системах открытого образования.

Система управления обучением в АОС имеет подсистемы, ориентированные на обучаемых, преподавателей и администраторов, контролирующую функционирование аппаратно-программных средств системы. АОС контролирует права доступа пользователей; осуществляет поиск требуемых материалов, извлекает их из базы учебных материалов и предоставляет пользователю; обеспечивает доступ к индивидуальной рабочей тетради, содержащей график учебных занятий, результаты выполнения учебных заданий и другие заметки пользователя, связанные с изучением курса; реализует телекоммуникационные связи "преподаватель – обучаемый", "студент – лаборатория" и "обучаемый – обучаемый", а также связи пользователей с Internet для поиска информации, организации конференций и совместной работы над проектами; помогает администратору поддерживать систему в актуальном состоянии, вести учёт пользователей и др.

Кроме того, в ряде АОС на систему управления возлагается выполнение функций электронного деканата таких, как учёт обучаемых и

их успеваемости, формирование расписаний конференций, консультаций и т.п. В настоящее время системы управления АОС создаются на основе технологий порталов и мультиагентных систем.

В системах открытого образования и дистанционного образования целесообразно создание среды, потенциально способной интегрировать ресурсы различных АОС. Такую среду называют информационно-образовательной средой открытого образования.

Приводимый далее обзор наиболее известных АОС, выполненный Н.К. Соколовым (МГТУ им. Н.Э. Баумана), характеризует достигнутые результаты внедрения современных информационных технологий в образование.

LearningSpace 5.0 (Lotus/IBM) [13] – одна из популярных обучающих систем, обеспечивающая занятия студентов с ЭОР и участие в *on-line* занятиях в режиме реального времени. Подсистема редактирования и администрирования ЭУИ LearningSpace 5.0 позволяет выбирать нужные режимы обучения и следить за текущими результатами работы учащихся. Другая особенность системы – курсы основаны не на лекционных материалах, а на практических занятиях с широкими возможностями дискуссий и обсуждений.

Курсы организованы в виде последовательности занятий, которые могут быть самостоятельными, интерактивными или коллективными. Самостоятельные занятия обычно содержат материал для прочтения и тесты, которые необходимо выполнить после изучения материала. Интерактивные занятия включают в себя посещение лекций в виртуальном классе, участие в онлайн-обсуждении или chat, работу с виртуальной доской (Whiteboard) и системой совместного просмотра Web-сайтов (Followme). Коллективные занятия включают в себя чаты и занятия в офлайн- и онлайн-обсуждениях. Интерактивные занятия планируются на определённую дату и время и проводятся преподавателем в виртуальном классе в режиме реального времени. Текущие результаты учащихся (степень прохождения курса, оценки за него, затраченное время, количество обращений и т.д.) сохраняются в базе данных. Эта информация доступна преподавателю в любое время в виде отчётов различной формы.

Модуль "Совместная работа" системы LearningSpace 5.0 обеспечивает возможность создания виртуального класса, в котором преподаватели и учащиеся могут совместно работать с приложениями, рисовать на виртуальной доске и одновременно посещать Web-сайты. При наличии соответствующего программного и аппаратного обеспечения они также смогут видеть и слышать друг друга во время урока.

Компания Microsoft совместно с фирмой КРОК внедряет в России систему MicrosoftClassServer4.0 [14], предназначенную для поддержки учебного процесса и выполнения следующих функций.

1. Планирование учебного процесса. Здесь подразумевается не составление расписания или нагрузки, а планирование подбор содержания, анализ его соответствия принятым методикам или стандартам.

2. Подготовка материалов и контрольных заданий для учебного процесса.

3. Обмен учебными материалами и заданиями среди участников учебного процесса.

4. Контроль знаний и мониторинг успеваемости.

Система MicrosoftClassServer4.0 открыта для расширения её функциональности.

Компании "Центр открытых систем и высоких технологий" и "SoftlineAcademyAlliance" используют систему AdobeAcrobatConnect [15], предоставляемую компанией AdobeSystems.

Система AdobeAcrobatConnect состоит из следующих пакетов:

1) AcrobatConnectProfessional – подсистема для проведения встреч и семинаров в реальном времени (прежнее название MacromediaBreezeMeeting), является масштабируемым, с увеличенными возможностями настройки, расширяемым решением для сетевой конференц-связи. Продукт предоставляет функциональные возможности реального общения через онлайн-встречи, которые позволяют профессионалам общаться и сотрудничать одновременно с числом участников до 2500 с помощью удобных в работе и лёгких для доступа личных залов заседаний онлайн;

2) AdobePresenter – подсистема для быстрого создания презентаций в PowerPoint и обучающих курсов;

3) AdobeConnectTraining для управления курсами удалённого обучения;

4) AdobeConnectEvents – приложение, предоставляющее функциональные возможности для обеспечения регистрации пользователей, а также возможности напоминания и отслеживания широкомасштабных сетевых семинаров и презентаций.

Система AdobeAcrobatConnect соответствует стандартам AISS, SCORM, обеспечивает возможность работы нескольких преподавателей с одним классом, имеет средства интеграции с системами управления контентом и службами каталогов.

Компания "Стэл – Компьютерные системы" предлагает комплекс программных средств Stellus [16] для выполнения администрирования учебного процесса, разработки учебных курсов и их предоставления обучаемым по технологиям дистанционного обучения.

Система Competentum.МАГИСТР 2008 [17] компании "Физикон" – система для управления знаниями, обучением и развитием студентов (специалистов) учреждений высшего и среднего специального образования. Система открыта для внедрения новых функциональных приложений. Основные модули системы – управление учебными материалами и обучением, управление абитуриентами и электронный деканат. При необходимости в систему могут быть интегрированы такие модули сторонних производителей, как управление расписанием и нагрузкой профессорско-преподавательского состава, управление учебными планами, электронный деканат.

Особенностью тестирования в системе Competentum.МАГИСТР 2008 является использование, помимо общего банка вопросов, так называемых "шаблонов тестов", применение которых обеспечивает при тестировании группы студентов генерацию для каждого студента, с одной стороны, уникального, а с другой стороны, – совершенно сопоставимого по всем основным параметрам теста. Помимо автоматически проверяемых заданий тесты могут содержать вопросы типа "свободный ответ" – при их наличии ответы автоматически поступают на проверку преподавателю. Создаваемые в подсистеме CourseWizard курсы соответствуют международным стандартам на электронные учебные материалы (SCORM).

Система дистанционного обучения REDCLASS [18] является совместной разработкой учебного центр REDCENTER и компании REDLAB. Это комплекс программно-аппаратных средств, учебных материалов и методик обучения, поддерживающий управление учебным процессом, создание учебных материалов, обучение с возможностью контроля знаний и сбора статистических данных по пройденным материалам. Комплекс сертифицирован на соответствие стандарту SCORM v1.2.

Система Raptivity [19] компании HarbingerKnowledgeProducts предназначена для разработки электронных курсов на основе библиотеки готовых шаблонов слайдов, контент можно настраивать и модифицировать. Большая часть шаблонов предназначена для создания интерактивных слайдов или отображения мультимедийной информации. Созданные курсы легко интегрируются в системы дистанционного обучения, поскольку поддерживаются стандарты SCORM/AICC. Экспортировать можно как отдельно взятый мультимедийный компонент, так и весь курс.

В состав инструментальной среды Raptivity входят следующие пакеты:

- StandardPack 1 – для создания различного рода практических заданий;
- StandardPack 2 – множество заготовок различных интерактивных компонентов;

- StandardPack 3 – для разработки интерактивных схем и графиков, а также эмуляторов программ;
- 3D TurboPack – множество 3D-элементов, которые помогут включаться в курсы;
- Games TurboPack – для создания игры и игровых упражнений;
- Videos TurboPack – для создания интерактивного видео в курсе;
- Simulations TurboPack – для имитации различных ситуаций.

Российская компания CognitiveTechnologies предлагает систему дистанционного обучения "СТ Курс" [20], соответствующую международному стандарту SCORM 2004. Система имеет средства управления обучением, формирования отчётов о процессе обучения, элементы программированного обучения, при котором порядок прохождения учебного курса может выбираться с учётом предыдущих успехов и динамически корректироваться в ходе обучения с учётом результатов тестирования.

Компьютерная система оценки знаний QuestionmarkPerception [21] предназначена для управления оценкой знаний, позволяет создавать вопросы и формировать из них экзаменационные билеты, вопросники, тесты. Система поддерживает стандарты IMS, QTI, AICC и SCORM.

Инструментальная среда CourseLab [22] имеет следующие особенности. Используется набор готовых шаблонов модулей, которые можно также редактировать. В редактор CourseLab встроено большое количество готовых к применению сложных объектов, выполняющих различные функции – от разных способов показа текста до сложного тестирования. Применение этих объектов не требует никакого программирования – достаточно лишь выбрать нужный внешний вид объекта в соответствии с дизайном модуля и заполнить его параметры.

Система eLearningServer [23] (разработана ЗАО "ГиперМетод") – программное обеспечение, позволяющее создать в Интернет/Инtranet учебные центры дистанционного обучения. Создаваемые с помощью eLearning Server учебные центры обеспечивают весь цикл дистанционного обучения.

Основные функции системы eLearning Server: организация обучения (регистрация учебных курсов, слушателей и преподавателей, ведение их личных дел, статистика обучения, синтез расписаний и др.); импорт и создание электронных курсов; реализация методик оценки и тестирования знаний обучаемых. Система создана с использованием стандартов и спецификаций SCORM, IMS, AICC.

Одним из интересных решений, позволяющих создавать мультимедийные дистанционные курсы, которые могут распространяться также и

на компакт-дисках, является система ПРОМЕТЕЙ [24] – программная оболочка, обеспечивающая возможности дистанционного обучения и тестирования слушателей, а также имеющая необходимые средства для управления деятельностью виртуального учебного заведения. Система имеет модульную архитектуру, поэтому легко расширяется, модернизируется и масштабируется.

Основные компоненты системы ПРОМЕТЕЙ:

1. Типовой Web-узел – набор HTML-страниц, предоставляющих информацию об учебном центре, списке курсов и дисциплин, списке тьюторов в Интернет или Intranet организации.

2. Автоматизированное рабочее место (АРМ) "Администратор" обеспечивает выполнение администратором виртуального учебного заведения своих служебных обязанностей.

3. АРМ "Тьютор" обеспечивает консультирование обучаемых, контроль за их успеваемостью, тестирование, простановку оценок в зачётную книжку, формирование отчётов руководству. Пользователь может работать с любого клиентского компьютера, подключенного к сети.

4. АРМ "Слушатель" предоставляет обучаемым все необходимые средства для успешного изучения курса. Обучаемый может общаться с компьютером и коллегами, изучать электронные версии курсов, выполнять лабораторные работы, сдавать тесты, работать над ошибками.

5. Подсистема "Курс" обеспечивает доступ к курсам со стороны учащихся, тьюторов, организаторов и администратора. Для каждого пользователя список курсов формируется динамически на основании его членства в группах.

6. Подсистема "Регистрация" позволяет выполнить регистрацию новых учащихся в системе и внести информацию о них в базу данных.

7. Подсистема "Тест" формирует для каждого учащегося уникальное тестовое задание, сохраняет ответы на вопросы в базе данных, анализирует их и подсчитывает набранный балл. Затем подсистема генерирует подробный отчёт о прохождении теста и сохраняет его на сервере для последующего анализа.

8. Подсистема "Дизайнер тестов" позволяет в интерактивном режиме создавать новые тесты, расширять и изменять существующие или импортировать тест из текстового файла.

9. Подсистема "Дизайнер курсов" позволяет в автономном режиме создавать мультимедийные дистанционные учебные курсы с их последующим размещением на сервере учебного центра.

Система "ОРОКС" [25] (старое название WEB-Tester) разработана Московским Областным Центром Новых Информационных Технологий при Московском государственном институте электронной техники (МИЭТ). Система представляет собой многофункциональную сетевую оболочку для создания учебно-методических модулей и организации обучения с удалённым доступом. Система реализована с использованием WWW CGI-технологии.

Инструментальная среда ДЕЛЬФИН [7] предназначена для создания обучающих, контролируемых, тренировочных, справочно-консультационных, информационных и других видов компьютерных учебных курсов без ограничения на предметную область. Среда позволяет интегрировать видео, гипермедиа, компьютерные и интернат компоненты в единую обучающую среду. Система является также средством управления процессом обучения.

О спецификациях IMS и SCORM. IMS и SCORM обеспечивают детальные стандарты и рекомендации для учебных объектов. В то время, как спецификация IMS была возможно первой обеспечивающей описание прототипа учебного объекта, SCORM сейчас обеспечивает более детальную спецификацию учебных объектов, что делает его наиболее популярным.

Консорциум IMS Global разработал информационную модель упаковки содержания в пакеты. Этот формат описывает структуры данных, призванные обеспечить совместимость учебных материалов, созданных при помощи Интернета, с инструментальными средствами разработки содержания, системами организации обучения (learning management systems – LMS) и так называемыми рабочими средами, или оперативными средствами управления выполнением программ (run-time environments). Пакет контента – файл, содержащий учебный контент и метаданные. Формат упаковки контента, предложенный консорциумом IMS Global, использует XML-файл описания учебного контента (файл манифест) – `imsmanifest.xml`, который упаковывается вместе с контентом в один zip файл.

Модель упаковки содержания IMS создана для определения стандартного набора структур, которые можно использовать для обмена учебными материалами.

Спецификация совместимости вопросов и систем тестирования IMS описывает структуры данных, обеспечивающие совместимость вопросов и систем тестирования, созданных на основе использования Интернета. Главная цель этой спецификации – дать пользователям возможность импортировать и экспортировать материалы с вопросами и тестами, а также обеспечить совместимость содержания учебных программ с системами оценки. Спецификация управления содержанием, подготовленная IMS,

устанавливает стандартную процедуру обмена данными между компонентами содержания учебных программ и рабочими средами.

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) – эталонная модель объекта совместно используемого контента. Этот эталон был разработан проектом Advanced Distributed Learning (ADL). SCORM использует формат IMS, в качестве формата упаковки, и обычно каждый объект контента (SCO) спецификации SCORM представляет собой пакет контента.

Метаданные учебного объекта (Learning Object Metadata, LOM) – составная часть инициативы SCORM. Цель этого стандарта – облегчение поиска, рассмотрения, оценки и использования учебных объектов для учеников, учителей или автоматических программных процессов.

Определяя общую концептуальную схему данных, данный стандарт обеспечивает связывание учебных объектов. А так как метаданные обладают высокой степенью семантической интероперабельности, трансформации этих связей будут протекать без затруднений.

Учебный контент совместим с моделью SCORM если:

- 1) его можно просмотреть web-браузером;
- 2) он заключён в пакет (т.е. полностью упакован со всеми внутренними ссылками в один zip файл);
- 3) он НЕ зависит от языка сценариев на стороне сервера (таких как JSP, ASP, PHP и т.д.);
- 4) он НЕ зависит от внешних файлов или внешних URL;
- 5) он НЕ зависит от компонентов, которые должны устанавливаться администратором.

Более подробно о спецификациях IMS и SCORM можно посмотреть на сайте: <http://vitahost.tambov.ru/vitalor.html>.

5. РАЗРАБОТКА ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Под презентацией подразумевается передача или представление аудитории новой для неё информации, т.е. в общепринятом понимании презентация – это демонстрационные материалы для публичного выступления. Всем известно, что перспектива публичного выступления на многих просто наводит парализующий ужас, компьютерная программа создания презентации как раз и позволит не заучивать всё выступление назубок, да и слайды презентации будут канвой вашего выступления.

За последнее десятилетие в мире произошла компьютерная революция. Компьютеры основательно вошли в нашу жизнь. Многие сферы деятельности человека невозможно представить без помощи компьютера. Бизнес, как одна из самых динамичных областей деятельности, тоже не остался в стороне от этого процесса. В этой ситуации возникает вопрос, как на компьютере максимально удобно и эффективно представить нужную вам информацию для другого человека, чтобы облегчить его общение с компьютером, привлечь его внимание, заинтересовать. Здесь очень большую помощь могут оказать современные мультимедиа технологии.

Известно, что человек большую часть информации воспринимает органами зрения (~80%) и органами слуха (~15%) (это давно замечено и эффективно используется в кино и на телевидении). Мультимедиа технологии позволяют воздействовать одновременно на эти важнейшие органы чувств человека. Сопровождая динамический визуальный ряд (слайд-шоу, анимацию, видео) звуком, мы можем рассчитывать на большее внимание со стороны человека. Следовательно, мультимедиа технологии позволяют представлять информацию в максимально эффективном виде.

Компьютерная презентация – это файл, в который собраны материалы выступления, подготовленные в виде компьютерных слайдов.

К достоинствам слайдовой презентации можно отнести:

- 1) последовательность изложения: при помощи сменяющихся слайдов легко удержать внимание аудитории;
- 2) возможность воспользоваться финальными шпаргалками: презентация это не только то, что видит и слышит аудитория, но и заметки для выступающего (как расставить акценты, о чём не забыть);
- 3) мультимедийные эффекты: слайд презентации – это не просто изображение; в нём могут быть элементы анимации, аудио, видеофрагменты;
- 4) транспортабельность: дискета с презентацией гораздо компактнее рулона плакатов, при этом файл презентации можно легко переслать по электронной почте или опубликовать в Интернете.

Программы создания презентации по принципам работы находятся где-то посередине между текстовыми редакторами и редакторами векторной графики.

Презентация представляет собой серию независимых страниц: если текст и иллюстрации не помещаются на одной странице, то избыток, как правило, не переносится на новую страницу, а теряется. Распределение информации по страницам презентации производит пользователь, при этом в его распоряжении имеется обширный набор готовых объектов. Самое важное в программе подготовки презентации – это не число необычных возможностей, а простота выполнения и степень автоматизации тех операций, которые приходится выполнять чаще всего.

Мультимедиа технологии позволяют управлять потоком информации, т.е. могут быть интерактивны. Мультимедиа презентации дают прямой доступ к информации. Пользователь может сразу видеть всё содержание и переходить к тому, что его заинтересовало. Извлечение информации не будет связано с большими затратами труда и времени.

В отличие от других видов представления информации мультимедиа презентации могут содержать десятки тысяч страниц текста и тысячи рисунков и фотографий, несколько часов видео и аудио записей, анимацию и трёхмерную графику, при этом обеспечивая низкую стоимость тиражирования и длительный срок хранения.

Основными инструментами для подготовки и показа презентаций в мировой практике являются программы PowerPoint компании Microsoft, CorelPresentations фирмы Corel и пакет StarOffice компании StarDivision GMBH.

Виды и задачи презентаций. Целью любой презентации является визуальное представление замысла автора, максимально удобное для восприятия конкретной аудиторией и побуждающее её на позитивное взаимодействие с объектом и/или автором презентации.

Задачи презентации вытекают из её вида и способов её представления аудитории. Презентации дают возможность подать в привлекательном виде тщательно подготовленную информацию и могут быть использованы для различных целей.

1. *Электронные презентации и рекламные ролики.* В этом случае презентация создаётся с целью рекламы, т.е. продвижения торговой марки компании; распространения информации о компании; повышения узнаваемости и повышения имиджа; размещение рекламы сопутствующих и дополняющих товаров, информационных ресурсов по данной теме. Ролик отличается от презентации линейным представлением информации, т.е. в нём не предусмотрено взаимодействие с пользователем, который в этой ситуации является только зрителем. Электронные презентации и рекламные ролики – эффективный и комфортный способ привлечь внимание поль-

зователей к товарам и услугам как самой компании, так и её партнёров и представителей.

Ещё одно применение таких презентаций – подарочные издания и сувенирная продукция. На диске могут быть представлены достижения компании, описание производства, продукции и услуг, заслуги коллектива, описание прошлых мероприятий, тенденции и планы развития, фото сотрудников, приветствие руководителя. Диск данного вида можно использовать не только в качестве оригинального подарка сотрудникам, партнёрам и гостям, но и для представления своей компании на рынке. Презентации могут демонстрироваться на выставках, конференциях и семинарах, в офисах, в торговых залах.

2. *Электронные каталоги.* Такие презентации могут быть использованы в качестве каталога товаров и услуг. Торговые представители и менеджеры смогут использовать весь материал целиком или отдельные его части. Во всем мире многие издательства и компании постепенно переходят от выпуска массивных рекламных каталогов и других печатных изданий к гораздо более эффективному и экономичному мультимедиа CD-ROM. Это даёт возможность распространять большие объёмы информации быстро, качественно и эффективно. С такой презентацией менеджерам проще будет общаться с клиентами, потому что весь объём информации может представлять презентация.

3. *Обучающие и тестовые программы.* С помощью такой презентации можно обучать сотрудников, слушателей семинаров, курсов и т.п. Такая презентация может быть приложением к технически сложной и наукоемкой продукции. Она не только обучит, но и проконтролирует уровень знаний.

4. *Нормативно-техническая документация, методическая и сопутствующая литература.* Презентация может быть использована в качестве оболочки для удобного доступа к информации. Такая презентация может содержать чертежи, технические паспорта, руководства по эксплуатации и т.п. В этом случае презентация обеспечивает не только удобный доступ к информации, но и позволяет существенно экономить на тиражировании больших объёмов информации.

5. *Визитная карточка.* Электронная визитная карточка с мультимедиа презентацией – необходимая вещь для людей ведущих активный, публичный образ жизни, бизнесменов, артистов, политиков, общественных деятелей. Любая "типографская" визитка будет "проигрывать" электронной. Это очень важный элемент имиджа. Размер CD-диска электронной визитной карточки, сопоставим с размером обычной визитной карточки. Кроме этого возможна запись на CD-диски заказной нестандартной формы.

6. *Бытовое использование мультимедиа технологий.* Срок хранения фотографий и видеозображения на магнитных носителях (видеокассетах) ограничен. Переведа эту информацию в электронный вид (оцифровать),

можно увеличить срок её хранения без потери качества. А используя мультимедийные технологии, сделать эту информацию более наглядной, "оживить её". Один из возможных вариантов, применения мультимедийных технологий в бытовых целях – это красиво оформленный семейный фотоальбом, с музыкальным сопровождением и комментариями.

1. Классификация презентаций по способу представления.

1.1. *Презентация, содержащая значимую информацию и сопровождаемая докладчиком.* Фактически это – самостоятельная презентация, несущая в себе всю или большую часть информации, предназначенной для слушателей. Докладчик может сопровождать презентацию небольшими комментариями. Для такой презентации характерны следующие черты:

- а) исходный интерес аудитории к презентации неизвестен;
- б) презентация полностью или частично может демонстрироваться без сопровождения докладчиком;
- в) внимание аудитории сосредоточено на информации, содержащейся в презентации;
- г) в подавляющем большинстве случаев используется презентационное оборудование;
- д) презентация представляется группе слушателей;
- е) время представления презентации чаще всего ограничено;
- ж) возможно, что кроме вашей презентации, аудитории будет предложено ещё несколько презентаций (презентации конкурентов, партнёров и т.п.).

1.2. *Презентация, сопровождающая выступление докладчика.* В данном случае основную информацию до аудитории доносит докладчик, презентация служит для уточнения отдельных положений доклада, содержит большие массивы данных и т.п. Отличие данного вида презентаций от предыдущего состоит в том, что:

- а) внимание аудитории, главным образом, сосредоточено на докладчике;
- б) презентация полностью управляется докладчиком.

1.3. *Презентация, предназначенная для самостоятельного просмотра пользователем.* Такая презентация может размещаться, например, на презентационном компакт-диске организации. Предполагается, что во время просмотра презентации пользователь не будет иметь никаких дополнительных источников информации. Кроме того:

- а) внимание пользователя сосредоточено только на презентации;
- б) пользователь изначально заинтересован презентацией;
- в) презентация полностью управляется пользователем;
- г) чаще всего презентация просматривается пользователем с экрана компьютера;
- д) презентация просматривается одним пользователем или небольшой группой пользователей;

е) время представления презентации чаще всего не ограничено и зависит от интереса пользователя к презентации;

ж) чаще всего пользователь просматривает только одну презентацию.

1.4. *Презентация, предназначенная для одновременного просмотра экранов нескольких компьютеров группой пользователей.* С распространением презентационного оборудования такие презентации стали встречаться чрезвычайно редко. Однако некоторое время назад они были популярны, например, при проведении разного рода занятий. Презентации такого рода чаще всего сопровождалась докладчиком или поддерживали выступление докладчика. Для таких презентаций характерны следующие черты:

а) внимание аудитории постоянно переключается от презентации к докладчику и обратно;

б) презентация управляется пользователем, чаще всего – по указанию докладчика;

в) презентация демонстрируется с экрана компьютера.

г) на каждом конкретном компьютере с презентацией могут работать несколько человек;

д) время представления презентации чаще всего ограничено, скорость "прохождения" презентации зависит от работы всей аудитории.

2. Классификация презентаций по интерактивности.

2.1. Линейная презентация:

а) слайды презентации сменяют друг друга последовательно;

б) пользователь пассивен, его участие в управлении презентацией незначительно;

в) внимание пользователя акцентируется на просматриваемом слайде, содержание просмотренных слайдов быстро забывается;

г) требования пользователя к качеству потребляемой информации невысоки.

2.2. Интерактивная презентация:

а) слайды презентации демонстрируются в зависимости от действий пользователя;

б) пользователь активен и в значительной степени управляет ходом презентации;

в) пользователь держит в памяти значительную часть презентации, рассматривая каждый слайд как продолжение предыдущих;

г) требования пользователя к качеству потребляемой информации высоки – он ожидает адекватной реакции на производимый выбор.

3. Классификация презентаций по содержанию.

3.1. Презентация поддержки учебного процесса:

а) часто является частью учебного комплекса презентационных материалов;

б) одновременно является источником информации и средством привлечения внимания слушателей;

в) должна быть технологична. Внесение изменений, тиражирование и создание на её основе новых презентаций должны осуществляться максимально просто;

г) должна быть универсальна с точки зрения используемых средств презентации (должна одинаково эффективно использоваться с использованием мультимедиа-проектора, с прозрачных плёнок, будучи распечатанной и т.д.).

3.2. Презентация проекта, продукта или услуги:

а) презентация имеет ярко выраженный рекламный характер; какой бы ни была содержащаяся в ней информация, конечной целью она имеет продажу представляемого проекта, продукта или услуги;

б) сюжет презентации заиклен на проекте, продукте или услуге;

в) представляться должны не только товар, услуги или проект, но и комфортный для конечного потребителя способ взаимодействия с ними;

г) презентация должна быть, по возможности, короткой.

3.3. Презентация информационно-поддержки:

а) используется для создания постоянного информационного фона на месте продаж, в офисе и т.п.;

б) презентация заиклена;

в) каждый пользователь контактирует с презентацией непродолжительное время и с произвольной её частью;

г) любой интерес пользователя, возникший при просмотре презентации, должен быть удовлетворён.

3.4. Рекламно-информационная презентация организации должна:

а) содержать несколько информационных слоев, рассчитанных на разных пользователей с разной степенью интереса к организации;

б) представляться пользователю на привлекательном носителе;

в) содержать необходимую конечному пользователю информацию (прайс-листы, договора и т.п.) в удобном для обработки виде;

г) содержать максимально точную контактную информацию.

3.5. Презентация-отчёт:

а) значительную часть отчётной информации придётся укрупнять и сокращать перед вводом в презентацию;

б) изначальное отношение аудитории к презентации чаще всего известно и должно быть учтено;

в) в каждом отчётном блоке презентации должна быть жёстко выдержана схема "задачи – действия – результаты – перспективы";

г) часто, помимо вашей презентации, аудитории будет предложено ещё несколько презентаций.

PowerPoint как средство создания презентаций. Программа Microsoft PowerPoint, входящая в программный пакет Microsoft Office, предназначена для создания презентаций. С её помощью пользователь может быстро оформить доклад в едином стиле, таким образом значительно повысив степень восприятия предоставляемой информации аудиторией.

К преимуществам Microsoft PowerPoint как инструментальной среды для разработки мультимедиа-приложений можно отнести:

1) доступность (пакет Microsoft Office сегодня считается стандартным программным обеспечением практически для любого персонального компьютера);

2) лёгкость в освоении и простоту создания мультимедиа-презентаций (при достаточно широком наборе имеющихся возможностей, в частности, для реализации "оформительских" анимационных эффектов);

3) возможность переноса данных из других приложений Microsoft Office, что позволяет расширить для непрофессионального пользователя возможности подготовки содержательного наполнения, а также включать в создаваемые презентации материалы, ранее подготовленные средствами Word и Excel.

Презентация или "слайд-фильм", подготовленные в PowerPoint, представляют собой последовательность слайдов, которые могут содержать план и основные положения выступления, все необходимые таблицы, диаграммы, схемы, рисунки, входящие в демонстрационный материал. При необходимости в презентацию можно вставить видеоэффекты и звук.

Основы создания "правильных" презентаций. Перед созданием презентации на компьютере важно определить:

- 1) назначение презентации, её тему, примерное количество слайдов;
- 2) как представить информацию наиболее удачным образом;
- 3) содержание слайдов;
- 4) графическое оформление каждого слайда.

Основными критериями при оценке качества созданной презентации могут служить показатели, оценивающие содержание и оформление презентации: полнота раскрытия темы; подача материала (обоснованность разделения на слайды); наличие и обоснованность графического оформления (фотографий, схем, рисунков, диаграмм); грамотность изложения; наличие интересной дополнительной информации по теме проекта; ссылки на источники информации (в том числе ресурсы Интернет); единство дизайна всей презентации; обоснованность применяемого дизайна; единство стиля включаемых в презентацию рисунков; применение собственных (авторских) элементов оформления; оптимизация графики; обоснованное использование эффектов мультимедиа (графика, анимация, видео, звук); навигация (наличие оглавления, кнопок перемещения по слайдам или гиперссылки).

При выборе шрифтов для оформления презентации следует руководствоваться рядом общепринятых рекомендаций.

Выбранный шрифт определяет влияние сообщения на слушателей. В большинстве случаев для создания научных и научно-образовательных презентаций рекомендуется выбирать более строгий шрифт без засечек (например, Arial, Calibri, Courier и Verdana).

Правильный выбор размера шрифта способствует более быстрому пониманию смысла сообщения. Объём текста, располагаемого на экране, не должен превышать 4-5 строк на слайд или 50 слов. Если поместить слишком много слов на слайд, то слушатели будут читать текст, а не слушать доклад. Размер шрифта должен быть по крайней мере 20 пт и не стоит использовать в рамках одной презентации более 2-3 шрифтов разного размера. Необходимо правильно располагать текст. Если будет слишком много текста, то он может выйти за пределы экрана. Это приведёт к замешательству среди слушателей и ненужным разговорам во время доклада. Не рекомендуется выделять текст слишком сильно и использовать слишком много форм выделения. Полужирный шрифт и курсив необходимо использовать только для выделения – частое использование ослабляет их эффективность.

Для улучшения читаемости цвет текста должен быть достаточно контрастным относительно цвета фона. Каждый шрифт несёт в себе определённую индивидуальность, поэтому очень важно соблюдать согласованность. При частой смене шрифта сообщение, представляемое аудитории, может оказаться несогласованным. Не рекомендуется использовать в стиле оформления презентации более трёх цветов и более 2-3 типов шрифта. Оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части, все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.

При использовании в презентации иллюстраций необходимо помнить о том, что не следует перегружать слайд и стараться использовать не более одной иллюстрации на слайде. При этом иллюстрация должна относиться к теме и дополнять текст, либо заменять его.

Цветовая схема презентации должна быть спокойной и не вызывать раздражения у слушателей. Не следует использовать цветов, которые могут вызвать негативную реакцию у слушателей. Текст должен быть контрастным. Не следует использовать анимацию для выделения текста, звуки также редко бывают полезными в презентации. Необходимо быть осторожным при использовании видео, так как видео может отвлекать от основного содержания.

При чтении доклада не следует читать слайды слушателям, скорее всего, слушатели смогут прочитать слайды сами. Помните, что презентация создаётся для того, чтобы улучшить доклад, а не заменить его полностью. Задача докладчика донести информацию до слушателей, как бы "оживив" её.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Любая отрасль в своём развитии проходит длительный путь от кустарного производства до промышленного. Информационные технологии стали важной сферой производственной деятельности, характеризующейся нарастающей динамикой роста и оказывающей непосредственное влияние на развитие всей экономики. За последнее время в области информационных технологий произошли кардинальные изменения. Уникальность информационного производства заключается в оптимальном сочетании инженерно-технологической и интеллектуально-творческой деятельности. Это означает, что переход к высоким информационным технологиям является исключительно сложной задачей.

В настоящее время можно говорить о становлении информационной индустрии и её проникновении во все сферы производства. Необходимым элементом любого предприятия, банка, компании, учреждения становятся информационные технологии, охватывающие все уровни профессиональной деятельности. Информация становится международным товаром, её производство подвержено тенденциям глобализации. Дальнейшее развитие информационной индустрии определяется множеством факторов, среди которых наиболее важное место занимают:

1. Опережающее развитие интеллектуальных технологий, основанных на извлечении знаний и управлении ими.

2. Актуализация и интеллектуализация исходной информации, используемой в процессе принятия решений в различных предметных областях. Дальнейший переход к автоматизации процесса принятия решений.

3. Разработка корректных математических моделей и методов моделирования информационных систем, позволяющих решать задачи оптимизации.

4. Обеспечение требуемого уровня защиты информации. Информационное общество характеризуется высокой степенью доступа к информационным ресурсам, однако поступательное развитие общества требует гарантированного обеспечения защиты интересов всех групп пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винер, Н. Кибернетика / Н. Винер ; пер. с англ. – М. : Сов. радио, 1968. – 313 с.
2. Пинчук, С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем / С.И. Пинчук. – Днепропетровск : ООО Независимая издательская организация "Дива", 2008. – С. 248.
3. Ахназарова, С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М. : Высш. шк., 1978. – 319 с.
4. Власов, К.П. Методы исследований и организация экспериментов / К.П. Власов, П.К. Власов, А.А. Киселёва. – Х. : Гуманитарный центр, 2002. – 256 с.
5. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. – М. : Металлургия, 1968. – 155 с.
6. Башмаков, А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М. : Филинь, 2003. – 616 с.
7. Информатизация образования: направления, средства, технологии / под ред. С.И. Маслова. – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 868 с.
8. Соловов, А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология / А.В. Соловов. – Самара : Новая техника, 2006. – 464 с.
9. Норенков, И.П. Информационные технологии в образовании / И.П. Норенков, А.М. Зимин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с.
10. Норенков, Ю.И. Консультационно-обучающие системы / Ю.И. Норенков, В.Л. Усков // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. – 1993. – Вып. 3. – С. 18 – 26.
11. Норенков, И.П. Концепция модульного учебника / И.П. Норенков // Информационные технологии. – 1996. – № 2. – С. 22 – 24.
12. SCORM. Shareable Content Object Reference Model. 2d Edition. – Advanced Distributed Learning, 2004.
13. Система дистанционного обучения Learning Space 5.0 (Lotus/IBM). – <http://dl.nw.ru/software/LearningSpace5/>
14. Microsoft Class Server 4.0/ – <http://www.microsoft.com/Rus/Education/ClassServer/Default.aspx>.
15. Adobe Acrobat Connect/ – <http://www.adobe.com/products/acrobatconnect/>
16. Stellus – <http://ora.stel.ru/>
17. Competentum. МАГИСТР 2008/ – <http://www.physicon.ru/sdo/magistr-2008/>
18. Система дистанционного обучения REDCLASS. – <http://www.redcenter.ru/?sid=435>.
19. Raptivity – <http://www.e-learningcenter.ru/uslugi/rapt/>
20. Система дистанционного обучения "СТ Купе". – <http://www.c-in.ru/node/6>.
21. Центр eLearning – <http://www.e-learningcenter.ru/projects/campus/>
22. Редактор электронных курсов CourseLab/ – <http://www.courselab.ru/>
23. eLearning Server – <http://learnware.ru/static.php?id=3010>.
24. Прометей – <http://www.prometeus.ru/>
25. Опокс – <http://www.mocnit.miee.ru/mocnit/oroks.html>.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО- ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ И ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА	4
2. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	19
3. СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	30
4. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ	55
5. РАЗРАБОТКА ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	79