

**Федеральное агентство по образованию**  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ГОУВПО «АмГУ»**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой БЖД  
\_\_\_\_\_ А.Б.Булгаков  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

**Информационные технологии в управлении безопасно-**  
**стью жизнедеятельности**  
**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**  
для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности  
в техносфере»

Составитель: Дрюков А. А., ассистент кафедры БЖД

Благовещенск 2007 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
инженерно-физического факультета  
Амурского государственного  
университета

А. А. Дрюков

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Программное обеспечение задач БЖД» для студентов очной и заочной сокращенной форм обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – \_\_\_\_\_ с.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» для формирования представления о применении информационных технологий при решении функциональных задач в области безопасности жизнедеятельности, об областях применения информационных технологий и их перспективах, о возможности преобразования обеспечивающих информационных технологий в функциональные объединения, дать основные понятия информации, ее сбора, хранения и переработки с применением совокупности различных средств и методов.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа	4
2. Перечень вопросов для проведения зачета со студентами заочной сокращенной формы обучения	14
3. Требования и порядок сдачи зачета по дисциплине	14
4. Методические рекомендации для проведения самостоятельной работы студентов	15
5. Содержание курса лекций по дисциплине «Информационные технологии задач безопасности жизнедеятельности»	16
Тема 1. Возникновение и этапы становления информационных технологий	16
Тема 2. Информационные технологии	24
Тема 3. Информационные технологии обработки данных и управления	31
Тема 4. Информационные технологии поддержки принятия решений	49
Тема 5. Информационные технологии экспертных систем	71
Тема 6. Базовые информационные технологии	83
Тема 7-8. Телекоммуникационные технологии	104
Тема 9. Офисная техника	114
6. Методические указания для проведения и выполнения лабораторных занятий	122
Тема 1. Основы работы с Mathcad	122
Тема 2. Вычисления в Mathcad	127
Тема 3. Переменные и символьные вычисления в Mathcad	131
Тема 4. Расчеты с помощью Mathcad	137
Тема 5. Математическое моделирование в MS Excel	141
7. Перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности выпускников	163
8. Комплекты заданий для лабораторных работ	163
9. Комплекты билетов для зачета по дисциплине «Программное обеспечение задач БЖД»	163

Федеральное агентство по образованию РФ  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УНР  
Е.С. Астапова

\_\_\_\_\_ И.О.Ф  
подпись,

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2006 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности»

(наименование дисциплины)

для специальности 280101, Безопасность жизнедеятельности в техносфере  
(шифр и наименование специальности)

Курс 4

Семестр 1

Лекции 18 (час.)

Экзамен нет  
(семестр)

Лабораторные занятия 36 (час.)

Зачет 1  
(семестр)

Самостоятельная работа 31 (час.)

Всего часов 85

Составитель А. А. Дрюков, ассистент  
(И.О.Ф., должность, ученое звание)

Факультет инженерно-физический

Кафедра БЖД

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и примерной программы дисциплины «Информационные технологии» рекомендуемой Министерством образования России для направлений и специальностей высшего профессионального образования. \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры БЖД

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.      Протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б.Булгаков

Рабочая программа одобрена на заседании УМС 280101 (БЖД в техносфере)  
(наименование специальности)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_ О.Т. Аксенова  
(подпись, И.О.Ф.)

Рабочая программа переутверждена на заседании кафедры от \_\_\_\_\_  
протокол № \_\_\_\_\_ .

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Г.Н.Торопчина

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель УМС ИФФ

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ А.Б. Булгаков

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

## **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

### **1.1. Цель преподавания дисциплины**

Основной целью дисциплины «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности» является подготовка специалистов к практической инженерной и научно-исследовательской деятельности в области управления безопасностью жизнедеятельности с использованием информационных технологий. Студенты должны уметь применять информационные технологии при решении функциональных задач в области безопасности жизнедеятельности, иметь представление об областях применения информационных технологий и их перспективах, показать возможности преобразования обеспечивающих информационных технологий в функциональные объединения, дать основные понятия информации, ее сбора, хранения и переработки с применением совокупности различных средств и методов.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь формулировать задачу управления безопасностью жизнедеятельности для решения практических задач с помощью информационных технологий, приобрести практические навыки по выбору и использованию информационных технологий для работы в своей предметной области, научиться применять ресурсы региональной и глобальной сети, связанные с управлением безопасностью жизнедеятельности в работе типовых и индивидуальных технологических процессов в условиях централизованной обработки данных (глобальных и локальных вычислительных сетей) на основе новой информационной технологии современных и перспективных средств регистрации, передачи, обработки и выдачи информации, знать сервисы глобальной сети.

### **1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо при изучении данной дисциплины**

Курс базируется на ряде дисциплин регионального компонента – «Базы и банки данных в БЖД», дисциплин специализации – «Информационные системы поддержки принятия решений», дисциплин по выбору – «Программное обеспечение задач в БЖД», дисциплин факультатива – «Программные комплексы в БЖД», утвержденные Советом АмГУ. Эти дисциплины являются

разделами государственного стандарта дисциплины «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности».

## **2.Содержание дисциплины**

### **2.1. Федеральный компонент**

Информационные системы; программное и аппаратное обеспечение; информационные системы поддержки принятия решений в области безопасности; локальные и региональные информационные системы; базы и банки данных; системы управления базами данных; распределенные базы данных; форматы данных, конверторы форматов; модель данных; принципы работы, отличия и особенности; мультимедиа информационные системы.

### **2.2. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий**

*Тема 1. Возникновение и этапы становления информационных технологий (2 часа)*

Понятие информации и ее виды. Превращение информации в ресурс. Понятие информатизации. Понятие информационной технологии. Основные характеристики информационного общества. Этапы развития информационных технологий. Этапы перехода к информационному обществу.

*Тема 2. Информационные технологии (2 часа)*

Определение и задачи информационных технологий. Процедуры обработки информации. Классификация информационных технологий.

*Тема 3. Информационные технологии обработки данных и управления (2 часа)*

Характеристика и назначение. Основные компоненты. Извлечение информации. Хранение информации. Обработка информации. Представление и использование информации.

*Тема 4. Информационные технологии поддержки принятия решений (2 часа)*

Характеристика и назначение. Основные компоненты. Виды условий принятия решений: принятие решений в условиях определенности, принятие решений в условиях риска, принятие решений в условиях неопределенности, принятие решений в условиях многокритериальности. База моделей – основа для описания и оптимизации объекта или процесса в области безопасности жизнедеятельно-

сти. Система управления интерфейсом: язык пользователя, язык сообщений, знания пользователя.

#### *Тема 5. Информационные технологии экспертных систем (2 часа)*

Характеристика и назначение. Технологии искусственного интеллекта. Основные компоненты. База знаний. Языки программирования экспертных систем. Гибридные экспертные системы. Банк моделей гибридных экспертных систем. Применение экспертных систем в области безопасности жизнедеятельности.

#### *Тема 6. Базовые информационные технологии (2 часа)*

Мультимедиа-технологии: основные характеристики; группы мультимедиа-среды – аудиоряд, видеоряд, текстовая информация; основные направления использования мультимедиа-технологий. Мультимедийные и презентационные технологии: мультимедиа-проектор, оверход проектор, слайд-проекторы, маркерные доски, копирующие доски, интерактивные доски, видеоконференц-связь. Геоинформационные технологии: векторная и растровая модели. Технологии защиты информации: цели и способы защиты передаваемых данных; виды информационных угроз; задачи по защите от угроз; основные способы запрещения несанкционированного доступа.

#### *Тема 7. Телекоммуникационные технологии (2 часа)*

Архитектура компьютерных сетей: одноранговая архитектура, классическая архитектура «клиент-сервер», архитектура «клиент-сервер» на основе Web-технологии. Мобильные средства коммуникаций: транкинговые системы, сотовые системы связи.

#### *Тема 8. Транспортирование информации (2 часа)*

Глобальная сеть Интернет. Структура Интернет. Система адресации в Интернет. Семиуровневая модель открытых систем. Способы организации передачи информации – электронная почта. Службы Интернет: Gopher, телеконференции Usenet, передача файлов с помощью протокола FTP, WWW – всемирная информационная сеть, поисковые системы в Интернет. Общение в сети Интернет (IRC, ICQ, IP-телефония). Доменный адрес.

#### *Тема 9. Офисная техника (2 часа)*

Классификация офисной техники. Средства изготовления, хранения, транспортирования и обработки документов. Средства копирования и размножения документов. Автоматизация офиса. Средства административно-управленческой связи. Системы передачи документированной информации. Электронная подпись.

### **2.3. Лабораторные занятия, их наименование, содержание и объем в часах**

1. Основы работы с Mathcad– 4 часа.

Определения и переменные. Ввод текста. Повторяющиеся вычисления. Области и меню. Графики. Определение переменных и функций. Глобальные определения. Вычисление выражений. Копирование числовых результатов. Управление вычислениями. Комплексные числа. Создание вектора или матрицы. Вычисления с массивами. Векторные и матричные операторы. Векторные и матричные функции. Создание графика и его форматирование. Полярные графики. Графики поверхностей. Трехмерные гистограммы. Анимация.

2. Вычисления в Mathcad – 2 часа.

Вставка встроенных функций. Усечение и функции округления. Численное решение нелинейного уравнения. Решение систем уравнений. Решение матричных уравнений. Символьное решение уравнений. Символьные операции.

3. Переменные и символьные вычисления в Mathcad – 2 часа.

Операторы вычисления сумм и произведений. Производные. Интегралы. Имена. Предопределенные переменные. Числа. Вычисления с единицами измерений. Стиль представления результатов вычислений. Задание операторов пользователя.

4. Расчеты с помощью Mathcad – 8 часов.

Расчет напряженности электрического тока. Расчет защитного заземления. Расчет зануления. Расчет тока, проходящего через человека в землю.

5. Математическое моделирование в MS Excel – 18 часов.

Численное моделирование системы случайных величин по методу Монте-Карло. Корреляционный анализ данных. Регрессионный анализ. Качество регрессии. Множественный регрессионный анализ. Регрессионный анализ нелинейных зависимостей. Гетероскедастичность. Обобщенный метод наименьших квадратов. Динамика. Автокорреляционная функция.

## **2.4. Самостоятельная работа студентов**

1. Информационные технологии обработки данных по мониторингу.
2. Информационные технологии управления в экологии.
3. Информационные технологии принятия решений в природопользовании.

## **2.5. Вопросы к зачету**

1. Понятие информации и ее виды.
2. Превращение информации в ресурс.
3. Понятие информатизации.
4. Основные характеристики информационного общества.
5. Этапы перехода к информационному обществу.
6. Понятие информационной технологии.
7. Определение и задачи информационных технологий.

8. Этапы развития информационных технологий.
9. Процедуры обработки информации.
10. Классификация информационных технологий.
11. Информационные технологии обработки данных.
12. Информационные технологии управления
13. Информационные технологии принятия решений
14. Виды условий принятия решений: принятие решений в условиях определенности, принятие решений в условиях риска, принятие решений в условиях неопределенности, принятие решений в условиях многокритериальности.
15. База моделей – основа для описания и оптимизации объекта или процесса в области безопасности жизнедеятельности. Система управления интерфейсом: язык пользователя, язык сообщений, знания пользователя.
16. Информационные технологии экспертных систем.
17. Технология искусственного интеллекта.
18. База знаний в экспертных системах и языки программирования
19. Гибридные экспертные системы. Банк моделей гибридных экспертных систем.
20. Применение экспертных систем в области безопасности жизнедеятельности.
21. Мультимедиа-технологии: основные характеристики; группы мультимедиа-среды – аудиоряд, видеоряд, текстовая информация; основные направления использования мультимедиа-технологий.
22. Геоинформационные технологии: векторная и растровая модели.
23. Технологии защиты информации: цели и способы защиты передаваемых данных;
24. Виды информационных угроз; задачи по защите от угроз.
25. Основные способы запрещения несанкционированного доступа.
26. Глобальная сеть Интернет. Структура Интернет. Система адресации в Интернет.
27. Семиуровневая модель открытых систем.
28. Способы организации передачи информации – электронная почта.
29. Службы Интернет: Gopher, телеконференции Usenet, передача файлов с помощью протокола FTP.
30. WWW – всемирная информационная сеть, гиперссылка.
31. Поиск системы в Интернет.
32. Классификация офисной техники.
33. Средства изготовления, хранения, транспортирования и обработки документов.
34. Средства копирования и размножения документов.
35. Автоматизация офиса. Средства административно-управленческой связи.

### **3. Учебно-методические материалы по дисциплине**

#### **3.1. Список рекомендуемой литературы**

### Основная

1. Информатика: Учебник. Под ред. проф. Н.В. Макаровой. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 768с.
2. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Информационные технологии. – М. : Высшая школа, 2003. – 264с.
3. Информационные системы и технологии. Под редак. Лойко В.И. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 416с.
4. Автоматизированные информационные технологии в экономике. Семенов М.И., Трубилин И.Т., Лойко В.И., Барановская Т.П. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 416с.
5. Программное обеспечение в области охраны окружающей среды: аналитический обзор. – М. : Приборы и системы. – 1997
6. Плис А.И., Сливина Н.А., Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров: Уч.пос.–М.: Финансы и статистика, 1999. - 656с.

### Дополнительная

7. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В., Mathcad 8 PRO в математике, физике и Internetе, М.: "Нолидж", 1999. – 512с.
8. Херхагер М., Партоллер Х., Mathcad 2000: полное руководство: Пер. с нем. – К.: Издательская группа ВНУ, 2000.
9. Растоскуев В.В. Экспертная система для обработки данных контроля загрязнения атмосферы. – СПб. : 1997. – 261с.
10. Конопелько Л.А., Растоскуев В.В Экспертная система для обработки данных газоаналитических измерений. //Приборы и системы управления. – 1995. –№ 7. – с.30-35.
11. Введение в правовую информатику. Справочные правовые системы КонсультантПлюс. Под ред. Д.Б.Новикова, В.Л. Камынина. – М. : Вычислительная математика и информатика. – 1999. – 315с.

#### 4. Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины.

Номер темы	Темы лекционных занятий	Количество часов лекционных занятий	Темы лабораторных работ	Количество часов лабораторных занятий	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
					содержание	часы	
1	Возникновение и этапы становления информационных технологий	2	Основы работы с Mathcad	4	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль
2	Информационные технологии	2	Вычисления в Mathcad	2	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль

Номер темы	Темы лекционных занятий	Количество часов лекционных занятий	Темы лабораторных работ	Количество часов лабораторных занятий	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
					содержание	часы	
1	Возникновение и этапы становления информационных технологий	2	Основы работы с Mathcad	4	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль
3	Информационные технологии обработки данных и управления	2	Переменные и символьные вычисления в Mathcad	2	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль
4	Информационные технологии поддержки принятия решений	2	Расчеты с помощью Mathcad	8	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль
5	Информационные технологии экспертных систем	2	Математическое моделирование в MS Excel	16	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль
6	Базовые информационные технологии	2	Расчеты с помощью MS Excel	2	Изучить порядок выполнения лабораторной работы	1	Текущий контроль
7	Телекоммуникационные технологии	2	-	-	-	-	Текущий контроль
8	Транспортирование информации	2	-	-	-	-	Текущий контроль
9	Офисная техника	2	-	-	-	-	Текущий контроль

## 5. Основные критерии оценки знаний студентов по дисциплине

### «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности»

Студенты обязаны сдать зачет в строгом соответствии с учебным планом, а также утвержденным программам, едиными для всех форм обучения.

Зачет по дисциплине «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности» служит формой контроля усвоения дисциплины в целом.

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие в полном объеме лабораторные работы.

Сроки проведения зачета устанавливаются графиком учебного процесса, утвержденным проректором по учебной работе.

Знания, умения и навыки обучающегося определяются оценками «зачтено» и «не зачтено». Критерии приведены в таблице.

#### Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
«зачтено»	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
«не зачтено»	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, неисправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

## **2. Перечень вопросов для проведения зачета со студентами заочной сокращенной формы обучения**

1. Понятие информации и ее виды.
2. Превращение информации в ресурс.
3. Понятие информатизации.
4. Основные характеристики информационного общества.
5. Этапы перехода к информационному обществу.
6. Понятие информационной технологии.
7. Определение и задачи информационных технологий.
8. Этапы развития информационных технологий.
9. Классификация информационных технологий.
10. Информационные технологии обработки данных.
11. Информационные технологии управления
12. Информационные технологии принятия решений
13. Виды условий принятия решений: принятие решений в условиях определенности, принятие решений в условиях риска, принятие решений в условиях неопределенности, принятие решений в условиях многокритериальности.
14. Информационные технологии экспертных систем.
15. Технология искусственного интеллекта.
16. База знаний в экспертных системах и языки программирования
17. Гибридные экспертные системы. Банк моделей гибридных экспертных систем.
18. Применение экспертных систем в области безопасности жизнедеятельности.
19. Геоинформационные технологии: векторная и растровая модели.
20. Технологии защиты информации: цели и способы защиты передаваемых данных;
21. Виды информационных угроз; задачи по защите от угроз.
22. Основные способы запрещения несанкционированного доступа.
23. Глобальная сеть Интернет. Структура Интернет. Система адресации в Интернет.
24. Способы организации передачи информации – электронная почта.
25. Поисковые системы в Интернет.
26. Классификация офисной техники.
27. Автоматизация офиса. Средства административно-управленческой связи.

## **3. Требования и порядок сдачи зачета по дисциплине**

Зачет сдается в период зачетной недели экзаменационной сессии. Зачет проводится в объеме программы учебной дисциплины. Форма сдачи зачета – устная. При устной форме зачета преподавателю предоставляется право задавать студенту по программе курса дополнительные вопросы, а также помимо теоретических вопросов, давать практические задания по программе данного курса.

Преподаватель на зачете учитывает не только ответы на вопросы, но наличие всех выполненных лабораторных работ и посещаемость студента в семестре в случае пропуска лекций выполняется проверочная работа по темам пропущенных лекций. Отвечая на зачете, студент должен дать развернутый ответ. При этом показать знание теории и продемонстрировать свободную ориентацию в указанном материале, знание понятий и терминологии, ответить на уточняющие вопросы.

#### **4. Методические рекомендации для проведения самостоятельной работы студентов по дисциплине «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности»**

Самостоятельная работа студентов при изучении «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности» включает выполнение контрольной работы по следующим темам и вопросам

Тема 1: Информационные технологии обработки данных по мониторингу.

Литература

1. Программное обеспечение в области охраны окружающей среды: аналитический обзор. – М. : Приборы и системы. – 1997

Тема 2: Информационные технологии управления в экологии.

Литература

1. Растоскуев В.В. Экспертная система для обработки данных контроля загрязнения атмосферы. – СПб. : 1997. – 261с.

Тема 3: Информационные технологии принятия решений в природопользовании.

Литература

1.Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений.

2.Литвак Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа.

3.Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии.

## 5. Содержание курса лекций по дисциплине «Программное обеспечение задач БЖД»

### Тема 1. Возникновение и этапы становления информационных технологий (2 часа)

#### 1 Понятие информации и ее виды

Термин "информация" имеет множество определений. Прежде всего в широком смысле информация - это отражение реального мира в узком смысле информация - это любые сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования.

Информация - совокупность сведений (данных), воспринимаемых от окружающей среды (входная информация), выдаваемой в окружающую среду (выходная информация), либо сохраняемой внутри некоторой системы (внутренняя информация). Эти определения важны для понимания процессов обработки информации в ЭВМ.

С практической точки зрения информация представляется в виде сообщения. Информационное сообщение связано с источником информации, приемником информации и каналом передачи. Сообщение от источника к приемнику передается в материально-энергетической форме (электрический, световой, звуковой сигнал и т.д.). Человек воспринимает сообщение посредством органов чувств. Приемники информации в технике воспринимают сообщения с помощью различной измерительной и регистрирующей аппаратуры. И в том и другом случае с приемом информации связано изменение во времени значений какой-либо величины, характеризующей состояние приемника. В этом смысле информационное сообщение может быть представлено в виде функции  $X(t)$ , характеризующей изменение во времени материально-энергетических параметров физической среды, в которой осуществляются информационные процессы.

Чаще всего функция  $X(t)$  может принимать любые вещественные значения в диапазоне изменения аргумента  $t$ . Например, температура в интервале времени измерения может непрерывно изменяться от некоторого начального значения до некоторого конечного. При этом функция  $X(t)$  передает характер изменения температуры во времени.

### **Виды информации:**

В общем представлении мы встречаемся с непрерывной или аналоговой информацией, источником которой обычно являются различные природные объекты, объекты технологических производственных процессов и др.

Информационные сообщения, используемые человеком, чаще носят характер дискретных сообщений. Таковыми являются, например, сигналы тревоги, передаваемые посредством световых и звуковых сообщений. Дискретными являются также языковые сообщения, передаваемые в письменном виде или с помощью звуковых сигналов; сообщения, передаваемые с помощью жестов и др.

Переход от непрерывного представления сигнала к дискретному дает в ряде случаев значительные преимущества при передаче, хранении и обработке информации. В информационной технике для этих целей широко используются специальные устройства - аналого-цифровые преобразователи.

Примером хорошо известных аналого-цифровых преобразователей могут служить используемые в магазинах электронные весы, которые преобразуют аналоговую величину "вес продукта" в ее цифровое представление, выраженное в граммах и килограммах.

**Информация на информационном рынке (начертить рисунок (4 вида информации: Деловая информация, Информация для специалистов, Потребительская информация, Услуги образования)).**

#### **1. Деловая информация.**

- биржевая и финансовая информация - котировки ценных бумаг, валютные курсы, учетные ставки, рынок товаров и капиталов, инвестиции, цены.

Поставщиками являются специальные службы биржевой и финансовой информации, брокерские компании, банки;

- **статистическая информация** - ряды динамики, прогнозные модели и оценки по экономической, социальной и демографической областям. Поставщиками информации являются государственные службы, компании.

- **коммерческая информация** - данные по компаниям, фирмам, корпорациям, направлениям работы и их продукции, ценам; о финансовом состоянии, связях, сделках, руководителях, деловых новостях в области экономики и бизнеса.

Поставщиками являются специальные информационные службы.

## **2. Информация для специалистов.**

- **профессиональная информация** - специальные данные и информация для юристов, врачей, фармацевтов, преподавателей, инженеров и т.д.

- **научно-техническая информация** - документальная, библиографическая, реферативная, справочная информация в области естественных, технических, общественных наук, по отраслям производства и сферам человеческой деятельности;

- **доступ к первоисточникам** - организация доступа к источникам информации через библиотеки и специальные службы, возможности приобретения первоисточников, их получения по межбиблиотечному абонементу в различных формах.

## **3. Потребительская информация**

- **новости и литература** - информация служб новостей и агентств прессы, электронные журналы, справочники, энциклопедии;

- **потребительская информация** - расписания работы транспорта, резервирование железнодорожных и авиа- билетов и мест в гостиницах, заказ товаров и услуг, банковские операции и т.п.;

- **развлекательная информация** - игры, телетекст, видеотекст.

4. Услуги образования. Включают все формы и ступени образования: дошкольное, школьное, специальное, среднепрофессиональное, высшее, повышение квалификации и переподготовку.

## **2 Превращение информации в ресурс**

**Ресурс - запасы, источники чего-нибудь.**

В индустриальном обществе, где большая часть усилий направлена на материальное производство, известно несколько видов ресурсов, ставших уже классическими экономическими категориями.

**Виды ресурсов материальные: природные, трудовые, финансовые, энергетические.**

Одним из ключевых понятий при информатизации общества стало понятие "информационные ресурсы", обсуждение которого велось с того момента, когда начали говорить о переходе к информационному обществу. Этому вопросу посвящено довольно много публикаций, в которых отразились и разные мнения и определения, и разные научные школы, рассматривающие эти понятия.

Согласно Федерального закона "Об информации, информатизации и защите информации" :

**информационные ресурсы – это отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах (библиотеках, архивах, фондах, банках данных, других информационных системах).**

В настоящее время не разработана методология количественной и качественной оценки информационных ресурсов, а также прогнозирования потребностей общества в них. Это снижает эффективность информации, накапливаемой в виде информационных ресурсов, и увеличивает продолжительность переходного периода от индустриального к информационному обществу.

Информационные ресурсы страны, региона, организации должны рассматриваться как стратегические ресурсы, аналогичные по значимости запасам сырья, энергии, ископаемых и прочим ресурсам.

Развитие мировых информационных ресурсов позволило:

- превратить деятельность по оказанию информационных услуг в глобальную человеческую деятельность;

- сформировать мировой и внутригосударственный рынок информационных услуг;

- образовать всевозможные базы данных ресурсов регионов и государств, к которым возможен сравнительно недорогой доступ;

- повысить обоснованность и оперативность принимаемых решений в фирмах, банках, биржах, промышленности, торговле и др. за счет своевременного использования необходимой информации.

Информационные ресурсы используются как:

**Информационный продукт** - совокупность данных, сформированных производителем для распространения в вещественной или невещественной форме.

**Информационная услуга** - получение и предоставление в распоряжение пользователя информационных продуктов.

**База данных** - совокупность связанных данных, правила организации которых основаны на общих принципах описания, хранения и манипулирования данными.

### **3 Основные характеристики информационного общества.**

**Информационное общество** - общество, в котором большинство работающих занято производством, хранением, переработкой и реализацией информации, особенно высшей ее формы - знаний.

Ученые выделяют характерные черты информационного общества:

- решена проблема информационного кризиса, т.е. разрешено противоречие между информационной лавиной и информационным голодом;

- обеспечен приоритет информации по сравнению с другими ресурсами;
- главной формой развития станет информационная экономика;
- в основу общества будут заложены: автоматизированные генерация, хранение, обработка и использование знаний с помощью новейшей информационной техники и технологии;
- информационная технология приобретет глобальный характер, охватывая все сферы социальной деятельности человека;
- формируется информационное единство всей человеческой цивилизации;
- реализованы гуманистические принципы управления обществом и воздействия на окружающую среду.

Рассмотренное выше можно отнести к положительным тенденциям развития общества.

Кроме положительных моментов прогнозируются и опасные тенденции:

- увеличение влияния на общество средств массовой информации;
- информационные технологии могут разрушить частную жизнь людей и организаций;
- существует проблема отбора качественной и достоверной информации;
- многим людям будет трудно адаптироваться к среде информационного общества. Существует опасность разрыва между "информационной элитой" (людьми, занимающимися разработкой информационных технологий) и потребителями.

Ближе всех на пути к информационному обществу стоят страны с развитой информационной индустрией, к числу которых следует отнести: США, Японию, Англию, Германию и другие страны Западной Европы. Там уже давно одним из направлений государственной политики является направление, связанное с инвестициями в информационную индустрию, в развитие компьютерных систем и телекоммуникаций.

#### **4 Понятие информатизации.**

##### **Предпосылки информатизации**

- чрезвычайно быстрым ростом числа документов, отчетов, диссертаций и т.п.,  
в которых излагаются результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ;
- постоянно увеличивающимся числом профессиональных периодических изданий;
- появлением разнообразных данных (метеорологических, геофизических, медицинских, экономических и др.), записываемых обычно на магнитную ленту и поэтому не попадающих в сферу действия системы коммуникации.

### **Понятие информатизации**

**Информатизация общества** - организованный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей различных категорий людей и организаций на основе формирования и использования информационных ресурсов.

История развития информатизации началась в США с 60-х гг., затем с 70-х гг. - в Японии, с конца 70-х - в Западной Европе.

**При компьютеризации общества** основное внимание уделяется развитию и внедрению технической базы компьютеров, обеспечивающих оперативное получение результатов переработки информации и ее накопление.

При информатизации общества основное внимание уделяется комплексу мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного исчерпывающего и современного знания во всех видах человеческой деятельности.

Главные задачи компьютерных систем

- ввод информации или установка исходных данных;
- переработка или преобразование введенной информации по заложенной в ЭВМ программе;
- определение результатов и вывод переработанной информации.

В настоящее время Япония находится на второй стадии информатизации.

Цель японского проекта - связать те услуги, которые раньше предлагались отдельно. Для этого все виды информации от телефонных посланий и телепрограмм до собственно компьютерной продукции должны передаваться по одному общему каналу. В перспективе каждый абонент кабельной сети сможет получить несколько услуг одновременно. Большое внимание в проекте также уделяется созданию терминалов для неопытных пользователей с интеллектуальным интерфейсом, где ввод информации осуществляется голосом.

Предполагается внедрение в информационные системы следующих видов ЭВМ

- компьютеров с высокой степенью параллелизма обработки информации, в которых одновременно выполняют сложные операции - сотни процессоров;
- компьютеров с нейронными сетями, работа которых аналогична функционированию мозга;
- компьютеров, в которых передача информации осуществляется светом.

## **5 Этапы перехода к информационному обществу.**

В настоящее время все страны мира в той или иной степени осуществляют процесс информатизации. Неправильно выбранная стратегия информатизации или ее недостаточные динамизм и мобильность могут привести к существенным, а подчас драматическим изменениям во всех сферах жизни страны. Как известно, первая страна, которая начала информатизацию, - США. Для успешной реализации программы информатизации желательно следовать общим для всего мирового сообщества принципам:

- отказ от стремления обеспечить в первую очередь экономический рост страны;
- необходимость замены экономической структуры, основанной на тяжелой промышленности, структурой, базирующейся на наукоемких отраслях;
- признание приоритетного характера информационного сектора;
- широкое использование достижений мировой науки и техники;

- вложение значительных финансовых средств в информатизацию, как государственную, так и частную;

- объявление роста благосостояния страны и ее граждан за счет облегчения условий коммуникации и обработки информации главной целью информатизации.

## Тема 2. Информационные технологии (2 часа)

### Лекция № 2

План:

- 1) Определение и задачи информационных технологий.
- 2) Процедуры обработки информации.
- 3) Классификация информационных технологий.

#### **1) Определение и задачи информационных технологий**

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

Применяя разные технологии переработки информации, можно получить различные результаты.

Основными составляющими информационных технологий являются:

- сбор данных или первичной информации;
- обработка данных и получение результатной информации;
- передача результатной информации пользователю для принятия на ее основе решений.

В новые информационные технологии включены коммуникационные технологии, которые обеспечивают передачу информации разными средствами телекоммуникации ЛВС и др. Таким образом, **новая информационная технология** - информационная технология с "дружественным" интерфейсом работы пользователя, использующая персональные компьютеры и телекоммуникационные средства.

Основные принципы новой (компьютерной) информационной технологии  
включают:

- интерактивный (диалоговый) режим работы с компьютером;

- взаимосвязь с другими программными продуктами;

- гибкость процесса изменения как данных, так и постановок задач. Реализация  
информационных технологий осуществляется с помощью

технических средств производства информации, которыми являются:

- аппаратное обеспечение;

- программное обеспечение;

- математическое обеспечение.

С их помощью производится переработка первичной информации нового качества.

Информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нас основной средой. При кажущемся сходстве определений информационной системы и информационной технологии это различные понятия.

Информационная технология является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель в информационных технологиях - получение необходимой пользователю информации в результате целенаправленных действий по переработке информации.

**Информационная система** - взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемая для хранения, обработки и выдачи информации, необходимой в процессе принятия решений задач из любой области.

Информационная система является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, технические и программные средства связи и т.д. Основная цель информационной системы - организация хранения и передачи информации.

Реализация функций информационной системы невозможна без знания информационной технологии, ориентированной на информационную систему. Ин-

формационная технология не может существовать и вне сферы информационной системы.

Таким образом, обобщая вышесказанное, можно предложить следующие определения информационной системы и технологии переработки информации средствами компьютерной техники.

**Информационные технологии** - процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явление.

## **2) Процедуры обработки информации**

### **Процедуры обработки информации**

Информационная технология включает следующие процедуры, отличающиеся как по функциям, так и по времени их выполнения:

- сбор и регистрация информации;
- передача информации к месту обработки;
- машинное кодирование информации;
- хранение и поиск информации;
- вычислительная обработка;
- размножение информации;
- принятие решений и выработка управляющих воздействий.

Обычно экономическая или любая другая информация подвергается всем процедурам преобразования, но в ряде случаев некоторые процедуры могут отсутствовать. Последовательность их также может быть различной, при этом некоторые процедуры могут повторяться. Состав процедур зависит от рассматриваемого объекта.

Рассмотрим особенности выполнения основных процедур преобразования информации.

**Сбор и регистрация информации** происходит по-разному в различных объектах. Наиболее сложна эта процедура в автоматизированных управленческих процессах предприятий, учреждений, фирм и т.п., где производится сбор и

регистрация первичной учетной информации, которая отражает деятельность объекта. Большое значение при этом имеет достоверность, полнота и своевременность первичной информации. На предприятиях сбор и регистрация информации происходят при выполнении хозяйственных операций (прием готовой продукции, получение и отпуск материалов и т.п.). Учетные данные получают в результате подсчета количества обработанных деталей, изделий, выявления бракованных деталей и т.д. Для сбора фактической информации выполняются измерение, подсчет, взвешивание объектов, получение временных и количественных характеристик работы отдельных исполнителей. Сбор информации сопровождается ее регистрацией на материальном носителе (документе или машинном носителе). Запись в первичные документы осуществляется вручную, поэтому процедуры сбора и регистрации являются наиболее трудоемкими. С использованием и развитием технических средств сбора и регистрации могут быть автоматизированы операции количественного измерения, регистрации, накопление и передача информации по каналам связи с ЭВМ для формирования первичных документов.

Необходимость передачи информации вызвана тем, что сбор и регистрация информации нередко территориально отделены от ее обработки. Сбор и регистрация информации производятся на рабочих местах (местах зарождения информации), а обработка - в вычислительных центрах. Современными средствами сбора и регистрации данных могут быть: сканеры, портативные регистраторы данных, устройства идентификации, считыватели пластиковых карточек.

**Передача информации** может осуществляться разными способами: курьером, пересылкой по почте, доставкой транспортом, дистанционной передачей по каналам связи. Для осуществления последнего способа, присущего всем информационным системам, необходимы специальные технические средства.

Дистанционно может передаваться как первичная информация с мест ее возникновения, так и результатная с мест ее обработки. В этом случае результатная информация может отражаться на различных устройствах: дисплеях, табло, печатающих устройствах. Поступление информации по каналам связи в центр

обработки может осуществляться на машинном носителе и непосредственно в ЭВМ по каналам связи при помощи специальных программных и аппаратных средств.

Дистанционный способ передачи имеет большое значение в многоуровневых системах, где применение дистанционной передачи значительно ускоряет прохождение информации с одного уровня управления на другой и сокращает время обработки данных. Дистанционный способ передачи данных осуществляется через модемы, факс-модемы.

Способ поступления информации на машинные носители связан с кодированием информации - процедурой машинного представления (записи) информации на машинных носителях в кодах, принятых в ЭВМ. Запись информации на машинные носители является трудоемкой операцией, в процессе которой возникает наибольшее количество ошибок. Для устранения ошибок используются операции контроля записи разными методами на специальных устройствах или на ЭВМ.

Хранение и накопление информации вызвано многократным ее использованием, а также необходимостью постоянного наличия и обобщения первичных данных до их обработки. Хранение информации осуществляется

на машинных носителях в виде информационных массивов, где данные располагаются по определенному признаку. Для хранения информации в настоящее время используют базы данных (БД) и средства управления БД - системы управления базами данных (СУБД).

Поиск данных - это выборка нужных данных из хранимой информации, которая может корректироваться или изменяться. Процедура поиска информации выполняется на основе запроса на нужную информацию.

Обработка информации на ЭВМ чаще производится централизованно (на сервере или АРМ), а на мини- и микроЭВМ - в местах возникновения информации, где создаются автоматизированные рабочие места специалистов различного профиля в соответствии с функциями объектов управления (бухгалтерия, плановый отдел, отдел снабжения и т.п.). Автоматизированное рабочее место

(АРМ) специалиста включает персональный компьютер, набор программных средств и информационных массивов для решения функциональных задач.

В ходе решения задач на ЭВМ в соответствии с машинной программой формируются результатные сводки, которые могут быть отпечатаны на печатающем устройстве. Современными средствами выдачи информации являются: принтеры, плоттеры (графопостроители). **Печать** сводок может сопровождаться процедурой тиражирования, если документ с результатной информацией необходим нескольким пользователям.

Принятие решения в автоматизированной системе управления осуществляется, как правило, специалистами без применения технических средств на основе анализа результатной информации, полученной на ЭВМ. Благодаря применению персональных компьютеров повышается надежность анализа обрабатываемых сведений, а также обеспечивается переход к автоматизации выработки оптимальных решений в процессе диалога пользователя с вычислительной системой.

### **3) Классификация информационных технологий**

#### **Классификация информационных технологий**

Функциональная часть любой информационной системы связана с предметной областью и понятием информационных технологий. Например, технология выдачи кредита банком может иметь свои особенности в зависимости от вида кредита, залога и т.д. и работает с соответствующей информацией.

Информационные технологии различаются по типу обрабатываемой информации:

- данные;
- тексты;
- графические документы;
- знания;
- объекты реального мира.

Информационные технологии можно разделить на обеспечивающие и функциональные.

**Обеспечивающие информационные технологии** - технологии обработки информации, которые могут использоваться в различных предметных областях для решения различных задач. Эти технологии могут быть классифицированы по типу задач, на которые они ориентированы. Обеспечивающие технологии могут базироваться на различных видах компьютеров и программных средах. В этом случае их объединение требует системной интеграции.

**Функциональная информационная технология** - модификация обеспечивающих информационных технологий, при которой реализуется какая-либо из предметных технологий. Так, сотрудник кредитного отдела банка может пользоваться как обеспечивающими технологиями: текстовые и табличные процессоры, так и специальными функциональными технологиями: СУБД, экспертные системы, реализующие предметные технологии.

Классификация информационных технологий по типу пользовательского интерфейса **Интерфейс** - это набор приемов взаимодействия с компьютером, который реализуется операционной системой или ее надстройкой. Современные операционные системы поддерживают командный, WIMP- и SILK-интерфейсы.

**Командный интерфейс** обеспечивает выдачу на экран системного приглашения для ввода команды. Например, в операционной системе MS-DOS приглашение выглядит как C:\>, а в операционной системе UNIX - это знак доллара.

**WIMP-интерфейс** обеспечивает выдачу на экран окна (Windows), содержащего образцы программ (Image) и меню действий (Menu). Для выбора одного из них используется указатель (Pointer).

**SILK-интерфейс** обеспечивает на экране по речевой команде (Speech) перемещение от одних поисковых образов (Image) к другим по смысловым семантическим связям (Language и Knowledge).

**Пакетный режим** - это технология работы пользователя при решении задач на ПК без управляющих воздействий пользователя.

Задачи, решаемые в пакетном режиме, характеризуются следующими свойствами:

- алгоритм решения задачи формализован, процесс ее решения не требует вмешательства человека;
- имеется большой объем входных и выходных данных, значительная часть которых хранится на магнитных носителях;
- расчет выполняется для большинства записей входных файлов;
- большое время решения задачи, связанное с объемами данных;
- решение задач с заданной периодичностью.

**Диалоговый режим** предполагает отсутствие жестко закрепленной последовательности операций обработки данных.

Сетевые технологии обеспечивают взаимодействия многих пользователей.

Сетевые технологии объединяют технологию сбора, хранения, передачи и обработки информации на ПК с техникой связи.

Информационные технологии различаются по степени взаимодействия между собой (рис. 1.5.). Они могут быть реализованы различными техническими средствами: дискетное и сетевое взаимодействие, а также с использованием различных концепций обработки и хранения данных - распределенная информационная база и **распределенная обработка данных**, выполняемая на связанных между собой компьютерах, представляющих распределенную систему.

### **Тема 3. Информационные технологии обработки данных и управления (2 часа)**

#### **Лекция №3**

#### **Информационные технологии обработки данных и управления**

План:

- 1) Информационные технологии обработки данных.
- 2) Современные компьютерные технологии для обработки данных.
- 3) Информационные технологии управления.
- 4) Основные компоненты информационной технологии управления.
- 5) Автоматизированные рабочие места.

## **1) Информационные технологии обработки данных.**

Информационная технология обработки данных предназначена для решения задач, которые могут быть формализованы, т.е. имеющих точный алгоритм решения, и их содержание может быть выражено в виде математической модели. Эта технология применяется на уровне исполнительской деятельности в целях автоматизации рутинных, постоянно повторяющихся операций.

Обычно эта информационная технология решает следующие задачи:

- обработка данных об операциях, производимых объектом деятельности;
- создание периодических контрольных отчетов о состоянии дел;
- получение ответов на текущие запросы и оформление их в виде документов или отчетов.

Существуют несколько особенностей, связанных с обработкой данных:

- выполнение необходимых задач по обработке данных, специфичных для каждого отдельного объекта деятельности;
- решение задач, для которых можно разработать алгоритм;
- выполнение стандартных процедур обработки. Существующие стандарты определяют типовые процедуры обработки данных и предписывают их соблюдение организациями всех видов;
- выполнение основного объема работ в автоматическом режиме с минимальным участием человека;
- использование детализированных данных.

Записи о деятельности объекта имеют детальный (подробный) характер, допускающий проведение контроля. В процессе контроля деятельность объекта проверяется хронологически от начала периода к его концу;

- требование минимальной помощи в решении проблем со стороны специалистов других уровней.

Основные компоненты информационной технологии обработки данных представлены на рис. 2.1.

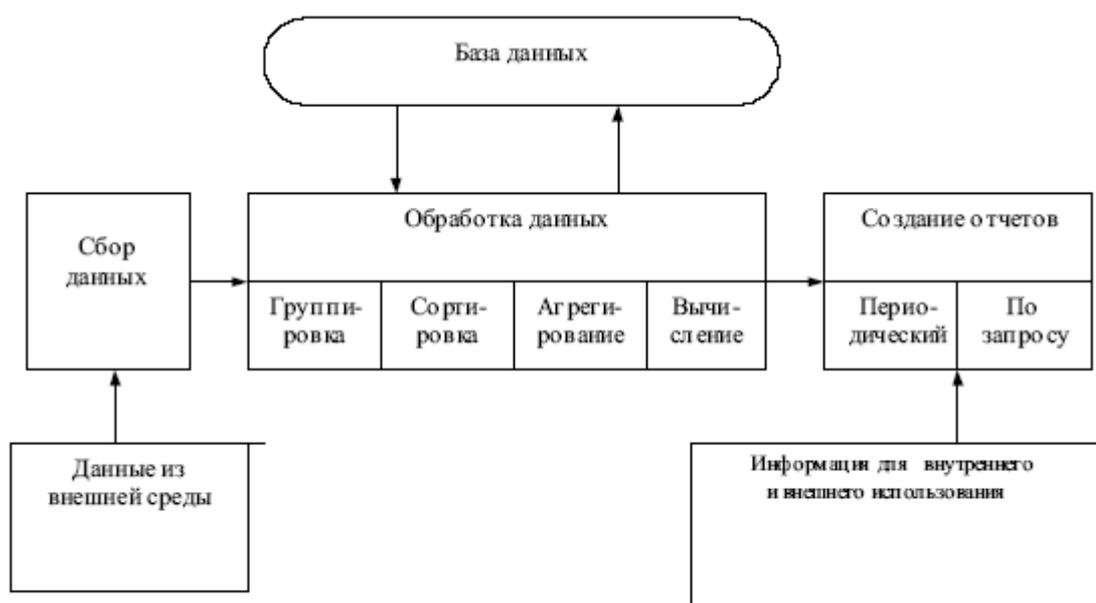


Рис. 2.1. Основные компоненты информационной технологии обработки данных

Рассмотрим характеристики основных компонентов информационной технологии обработки данных.

Сбор данных. По мере того как хозяйственный объект производит продукцию или услуги, каждое его действие сопровождается записью соответствующих данных о его деятельности.

Обработка данных. Для создания из поступающих данных информации, отражающей деятельность объекта, используются следующие типовые операции:

- классификация или группировка. Первичные данные обычно имеют вид кодов, состоящих из одного или нескольких символов. Эти коды, выражающие определенные признаки объектов, используются для идентификации (распознавания) и группировки записей;

- сортировка, с помощью которой упорядочивается последовательность записей;

- вычисления, включающие арифметические и логические операции. Эти операции, выполняемые над данными, дают возможность получать новые данные, удобные для дальнейшего рассмотрения и анализа;

- укрупнение, или агрегирование, служащее для уменьшения количества данных и реализуемое в форме расчетов итоговых или средних значений.

Хранение данных. Многие данные от производимых операций объекта необходимо сохранять для последующего использования. Для их хранения создаются базы данных.

Создание отчетов (документов). В информационной технологии обработки данных необходимо создавать документы, при этом они могут создаваться как по запросу, так и периодически в конце каждого месяца, квартала или года.

## **2) Современные компьютерные технологии для обработки данных**

Самыми распространенными компьютерными технологиями являются:

- редактирование текстовых данных;

- обработка графических данных;

- обработка табличных данных.

Для работы с текстом используются **текстовые процессоры (редакторы).**

К настоящему времени разработано много текстовых процессоров, различных по своим предоставляемым возможностям и средствам реализации.

Среди текстовых процессоров Windows, как наиболее распространенной среды, можно выделить Write и Word. Технология их использована на интерфейсе WIMP.

Текстовые процессоры обеспечивают следующие основные функции:

- набор текста;

- редактирование текста;

- хранение текста;

- просмотр текста;

- печать текста.

В большинстве процессоров реализованы функции проверки орфографии, выбора шрифтов и размеров, центровки заголовков, разбиения текста на страницы, печати в одну или несколько колонок, вставки в текст таблиц и рисунков, использования шаблонов постраничных ссылок, работы с блоками текстов, изменения структуры документа.

Для быстрого просмотра текста ему может быть присвоен статус черновика, а также изменен масштаб изображения. Перемещение по тексту происходит с помощью закладок.

С помощью средств форматирования можно создать внешний вид документа, изменить стиль, подчеркнуть, выделить курсивом, изменить размер символов, выделить абзацы, выровнять их влево, вправо, к центру, выделить их рамкой.

Перед печатью документа его можно просмотреть, проверить текст, выбрать размер бумаги, задать число копий при печати.

Повторяющиеся участки текста, например обращение в письме или заключительные слова, можно обозначить как автотекст, присвоить имя. В дальнейшем вместо данного текста достаточно указать его имя, и текстовый процессор автоматически заменит его.

Потребность ввода графиков, диаграмм, схем, рисунков, этикеток в произвольный текст или документ вызвала необходимость создания графических процессоров.

Графические процессоры представляют собой технологию, позволяющую создавать и модифицировать графические образы с использованием:

- коммерческой графики;

- иллюстративной графики;

- научной графики.

Информационные технологии коммерческой графики обеспечивают отображение информации, хранящейся в табличных процессорах, базах данных и отдельных файлах в виде двух- или трехмерных графиков (круговая диаграмма), столбиковой гистограммы, линейных графиков и др.

Информационные технологии иллюстративной графики позволяют создавать иллюстрации для различных текстовых документов в виде регулярных (различные геометрические фигуры) и нерегулярных (рисунки пользователя) структур.

Процессы, реализующие нерегулярные структуры, позволяют пользователю выбирать толщину и цвет линий, палитру заливки, шрифт для записи и наложения текста, созданные ранее графические образы. Кроме того, пользователь может стереть, разрезать рисунок и перемещать его части. Эти средства реализованы в информационной технологии Paint Brush. Существуют информационные технологии, позволяющие просматривать изображение в режиме слайдов, спецэффектов и оживлять их (Corel Draw, Storyboard, 3d Studio).

Информационные технологии научной графики предназначены для обслуживания задач картографии, оформления научных расчетов, содержащих химические, математические и прочие формулы.

Большинство графических процессоров удовлетворяют стандарту пользовательского интерфейса WIMP. Панель содержит меню действий и линейки инструментов и цветов. Линейка инструментов состоит из набора графических символов, требующихся для построения практически любого рисунка. Линейка цветов содержит цветовую гамму монитора компьютера.

Документы табличного вида составляют большую часть документ оборота предприятия любого типа.

Табличные процессоры.

Электронная таблица представляет собой двухмерный массив строк и столбцов, размещенный в памяти компьютера.

Широкое распространение получили такие табличные процессоры, как SuperCalc, VisiCalc, Lotus 1-2-3, Quattro Pro. Для Windows был создан процессор Excel, технология работы с которым аналогична работе с любым приложением Windows интерфейса WIMP. Комплекс программных средств, осуществляющих создание, регистрацию, хранение, редактирование, обработку электрон-

ных таблиц и выдачу их на печать, составляют содержание **табличных процессоров**.

Табличный процессор позволяет решать большинство финансовых и административных задач, например, таких, как расчет заработной платы и другие учетные задачи; прогнозирование продаж, роста рынка, доходов; анализ процентных ставок и налогов; подготовка финансовых деклараций и балансовых таблиц; ведение бухгалтерских книг для учета платежей, сметные калькуляции; учет денежных чеков; бюджетные и статистические расчеты.

Основной единицей электронной таблицы является имеющий имя рабочий лист. Место пересечения строки со столбцом называется ячейкой, или полем. Существуют два варианта адресации ячейки: абсолютная и относительная. **Абсолютная адресация** наиболее употребительна. Адресом ячейки (индентификатором) служат буква, указывающая столбец, и цифра, указывающая номер строки. При **относительной адресации** в верхней строке состояния указывается приращение со знаком от начала искомой клетки. В нижней строке рабочего листа дается расшифровка выбранного действия меню. В верхней части располагаются меню действий, панель инструментов и строка сумматора, где отражаются все воспроизводимые действия.

Ширина столбца и высота строки даются по умолчанию. Однако имеется возможность форматирования ячейки, столбца, строки, листа. При этом можно изменять стиль текста, что позволяет улучшить внешний вид документа без применения текстового редактора.

Данные в виде чисел, текста или формул вводятся в ту ячейку, которая отмечена курсором. Для указания блока ячеек достаточно обозначить адрес правой нижней ячейки или поставить между ними точку, либо двоеточие. Можно задать блок выделением.

Редактирование таблиц позволяет копировать, удалять, очищать ячейку, блок, лист и выполнять многие другие функции. Можно вставить в таблицу посредством **OLE-технологии** рисунок, график, диаграмму, любой другой объект, подготовленный другой программой.

Большинство электронных таблиц имеют средства создания графиков и диаграмм, средства их редактирования и включения в нужное место листа. Кроме того, в них имеется большое число встроенных функций -математических, статистических и других. Это облегчает процесс вычислений и расширяет диапазон применений. Пользователю предоставляется возможность переопределить панель инструментов, вид рабочего листа, изменить масштаб, включить полосы прокрутки, переключатели, меню. Сервисные функции табличного процессора Excel позволяют проверить орфографию текста, защитить данные от чтения и записи. Возможно создание диалоговых окон или обращение к динамическим библиотекам. В табличном процессоре Excel есть средство создания макросов - Visual Basic. Он является объектно-ориентированным языком программирования. Отличие его от C++ или Pascal в том, что в Visual Basic нет возможности создавать новые типы объектов или порождать потомков уже существующих. Однако пользователь получает большой набор готовых объектов: рабочие книги, листы, ячейки, диаграммы и т.д.

Все табличные процессоры позволяют создавать базы данных и предоставляют удобные средства работы с ними.

В Microsoft Excel 5.0 имеется один тип файла - рабочая книга, состоящая из рабочих листов, листов диаграмм и макросов, но при этом все листы подшиты в рабочую книгу. Такой подход упрощает работу с несколькими документами за счет быстрого доступа к каждому листу через ярлыки в нижней части листа, позволяет работать с листами, объединенными в группу, например группу учетных карточек на товар. Причем, если производится группа действий на одном листе, эти действия автоматически повторяются на всех листах группы, что упрощает оформление нескольких однотипных по структуре листов. Объемные ссылки позволяют создавать сводный документ на основе данных из нескольких листов без ввода громоздких формул с внешними ссылками. Микротехнология "Мастер сводных таблиц" позволяет выбрать нужные данные из документа, представить их сводной таблицей, изменяя структуру, внешний вид, добавляя итоговые строки, группировать и сортировать. В рабочую книгу

можно включить информацию о теме, авторе, ключевых словах. Ее же можно использовать при поиске файлов на диске.

При выполнении всех функций в процессоре Excel можно использовать многооконную систему, позволяющую выполнять параллельные действия. Все объекты, употребленные пользователем (таблицы, сводные таблицы, макросы, выборки из базы, диаграммы и графики), можно сохранить на диске в виде файла или распечатать.

На одном рабочем месте пользователь, как правило, имеет дело с разнотипной информацией. Использование для каждого типа данных индивидуальных программных средств усложняет технологию работы, затрудняет пересылку данных для обработки несколькими средствами. Для решения этой проблемы сначала создавались интеграционные пакеты, совмещающие в себе различные информационные технологии: текстовый, табличный и графический процессоры, систему управления базой данных, например Frame Work, Symphony и др. Для оболочки Windows был разработан набор технологий Works-2. Их цель - облегчение перемещения информации между различными приложениями - частями общего пакета. Далее были добавлены средства трехмерной графики, менеджер информации, системы электронного распознавания документов, электронной почты. Таким пакетом является Novell Perfect Office 3.0 для Windows. Он включает:

Интегрированные пакеты включают:

- современный текстовый процессор (Word Perfect 6.1);
- электронную таблицу с возможностью использования базы данных, построения графиков и диаграмм (Quattro Pro 4.1);
- программу для создания слайдовых шоу, презентационную графику, аналогичную по возможностям Corel Draw (Presentations 3.0);
- персональный менеджер информации (Infocentral 1.1);
- систему электронного распространения документов (стандарт EVY), позволяющую перемещать документы по сети и просматривать их даже в том месте, где нет Perfect Office (Envoy 1.0a);

- средство планирования (Group Wise 4.1 Client), которое используется для групповой работы с информацией и реализует встроенные коммуникации;
- электронную почту.

В отечественной разработке - электронном офисе СКАТ (система комплексной автоматизации торговли) в системе Lotus Notes для Windows интегрируется система управления базой данных, электронной почты, средств защиты информации и средств разработки приложений: текстовый и графический редакторы, электронные таблицы.

Электронный офис Link Works фирмы Digital обеспечивает централизованное хранение данных на основе средств реляционной СУБД и управление документооборотом в рамках сетевой технологии клиент-сервер. Этот интегрированный пакет также содержит текстовый, графический и табличный процессоры. Пакет работает в среде различных ОС и обеспечивает взаимодействие с глобальными системами.

### **3) Информационные технологии управления**

Целью информационной технологии управления является удовлетворение информационных потребностей пользователей, имеющих дело с принятием решений.

Для принятия решений информация должна быть представлена в обобщенном (группированном) виде так, чтобы просматривались тенденции изменения данных, причины возможных отклонений и возможные решения. На этом этапе решаются следующие задачи:

- оценка планируемого состояния объекта управления;
- оценка отклонений от планируемого состояния;
- выявление причин отклонений;
- анализ возможных решений и действий.

Информационная технология управления направлена на создание различных видов отчетов: регулярных, специальных.

Основные компоненты информационной технологии управления представлены на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Основные компоненты информационной технологии управления

Содержимое базы данных при помощи соответствующего программного обеспечения преобразуется в периодические и специальные отчеты, поступающие к специалистам, участвующим в принятии решения. База данных в этом случае должна состоять из:

- данных, накапливаемых на основе оценки проводимых действий (операций);
- планов, стандартов, бюджетов и других нормативных документов, определяющих планируемое состояние объекта управления.

Примером информационной технологии управления может служить информационная технология автоматизированного офиса.

**Информационная технология автоматизированного офиса** -организация и поддержка коммуникационных процессоров как внутри организации, так и с внешней средой на базе компьютерных сетей и других современных средств передачи и работы с информацией. Основные компоненты автоматизированного офиса представлены на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Основные компоненты автоматизированного офиса

Офисные автоматизированные технологии позволяют повысить производительность труда управляющих работников и использовать их в качестве инструмента для принятия решения.

В настоящее время известно много программных продуктов для компьютеров и некомпьютерных технических средств, обеспечивающих технологию автоматизированного офиса: текстовый процессор, табличный процессор, электронная почта, электронный календарь, аудиопочта, компьютерные и телеконференции, видеотекст, хранение изображений, а также специализированные программы управленческой деятельности: ведения документов, контроля за исполнением приказов и т.д.

Используются также и некомпьютерные средства:

- аудио- и видеоконференции;

- факсимильная связь;
- ксерокс и другие средства оргтехники.

#### **4) Основные компоненты информационной технологии управления**

База данных (БД) в автоматизированном офисе содержит данные о производственной деятельности учреждения, фирмы. Информация в базу данных может поступать из внешнего окружения фирмы. Информация из базы данных поступает на вход компьютерных приложений (программ), таких, как текстовый процессор, табличный процессор, электронная почта и т.д. Эта же информация может быть использована и в некомпьютерных технических средствах для передачи, тиражирования, хранения.

Текстовый процессор служит для регулярного получения в информационных технологиях управления текстовых документов, что дает возможность менеджеру постоянно оценивать ситуацию на фирме.

Электронная почта основана на сетевом использовании компьютеров и дает возможность пользователю получать, хранить и отправлять сообщения своим партнерам по сети.

Электронная почта может предоставлять пользователю различные возможности в зависимости от используемого программного обеспечения. Чтобы посылаемое сообщение было доступно всем пользователям электронной почты, его помещают на компьютерную доску объявлений.

Аудиопочта предназначена для передачи сообщений голосом. Она похожа на электронную почту, только вместо набора сообщения на клавиатуре компьютера оно передается по телефону. Также по телефону можно получить присланные сообщения. Система включает в себя специальное устройство для преобразования аудиосигналов в цифровой код и обратно, а также компьютер для хранения аудиосообщений в цифровой форме. Аудиопочта также реализуется в сети.

Табличный процессор является базовой составляющей технологии автоматизированного офиса. Он позволяет выполнять многочисленные операции над

данными, представленными в табличной форме. Кроме того, любая современная среда табличного процессора имеет средства пересылки данных по сети.

**Электронный календарь** предоставляет возможность использовать компьютер для хранения и манипулирования расписанием работников. Техническое и программное обеспечение электронного календаря такое же, как и у электронной почты. Электронный календарь может входить в состав электронной почты.

**Компьютерные конференции и телеконференции** служат для обмена информацией между участниками группы, решающей определенную проблему.

Компьютерные конференции используют компьютерные сети, телеконференции включают как компьютерные конференции, так и аудио-, видеоконференции.

**Видеотекст** основан на использовании компьютера для получения отображения текстовых и графических данных на экране монитора.

**Хранение изображений** является перспективной офисной технологией и основано на использовании специального устройства - оптического распознавателя образов, позволяющего преобразовывать изображение документа или фильма в цифровой вид для дальнейшего хранения во внешней памяти компьютера. Для хранения изображений используются оптические диски, обладающие огромными емкостями. Так, на 5-дюймовый оптический диск можно записать около 200 тыс. страниц.

**Аудиоконференции** используют аудиосвязь для поддержания коммуникаций между территориально удаленными работниками или подразделениями фирмы. Наиболее простым техническим средством реализации аудиоконференции является телефонная связь, оснащенная дополнительными устройствами, дающая возможность участвовать в разговоре более чем двум участникам. Создание аудиоконференции не требует наличия компьютера.

**Видеоконференции** предназначены для тех же целей, что и аудиоконференции, но с применением видеоаппаратуры. Их проведение не требует компьютера. В процессе видеосъемки ее участники, удаленные друг от друга на значи-

тельное расстояние, могут видеть на телевизионном экране себя и других участников. Одновременно с телевизионным изображением передается звуковое сопровождение.

**Факсимильная связь** основана на использовании факс-аппарата, способного читать документ на одном конце коммуникационного канала и воспроизводить его изображение на другом.

## **5) Автоматизированные рабочие места**

Основное назначение автоматизированных рабочих мест работников -обеспечить условия для комфортной, высокопроизводительной и качественной работы. Создание автоматизированных рабочих мест предполагает, что основные операции по накоплению, хранению и переработке информации выполняет вычислительная техника. Пользователь же контролирует ее действия, меняет значение отдельных параметров, вводит исходные данные для решения задач и функций управления.

**Автоматизированное рабочее место (АРМ)** - это совокупность аппаратных, программных, методических и языковых средств, обеспечивающих автоматизацию функций пользователя в некоторой предметной области и позволяющих оперативно удовлетворять его информационные и вычислительные потребности.

АРМ должно обеспечить выполнение некоторой группы функций. Наиболее простой функцией АРМ является информационно-справочное обслуживание. Эта функция в той или иной степени присуща многим АРМ.

Для решения задач учетно-аналитического и прогнозного характера, требующих выполнения операций группировки, выборки, сопоставления, необходимы АРМ, в которых применяются языковые средства, обеспечивающие оперирование числовыми, текстовыми и графическими данными.

Пользователями АРМ могут быть специалисты и руководители с различной степенью подготовки работы с вычислительной техникой, поэтому языковые средства общения и средства ведения в таких АРМ должны быть максимально упрощенными. Диалоговые средства таких АРМ обеспечивает "дружелюбный

интерфейс" с пользователем, а программные средства предусматривают возвраты в исходную или предшествующую фазу общения, а также защиту и возможность восстановления данных после любых ошибок или непредвиденных ситуаций в работе, большой набор подсказок на различных этапах работы.

С помощью АРМ обеспечиваются формирование, поддержка и использование локальных баз данных, а при наличии вычислительной сети -центральной базы данных. АРМ дает возможность пользоваться информационно-вычислительными ресурсами не только своей ЭВМ, но и других компьютеров, включенных в сеть, а также центральной ЭВМ.

АРМ могут быть построены на базе:

- больших универсальных ЭВМ;
- малых ЭВМ;
- персональных компьютеров.

**АРМ, построенные на базе больших универсальных ЭВМ<sup>^</sup>.** обеспечивают возможность работать с большими базами данных, при технической о программной поддержке с помощью профессионалов в области вычислительной техники. Такие АРМ требуют наличия в организации специального подразделения по техническому и программному обеспечению вычислительных средств. Недостаточная гибкость программных средств, жесткие требования технических средств к операционной системе, высокая стоимость машинных ресурсов затрудняет широкое использование больших универсальных ЭВМ в качестве базы для АРМ.

**АРМ, построенные на базе малых ЭВМ,** стоят несколько дешевле, но обладают теми же недостатками, что АРМ на базе больших ЭВМ.

**АРМ, созданные на базе персональных компьютеров,** - наиболее распространенный тип автоматизированного рабочего места для работников управленческого труда. На таких АРМ пользователь сам непосредственно выполняет все функции по преобразованию информации.

АРМ на базе персональных компьютеров обладает рядом преимуществ:

- низкая стоимость проектирования, внедрения и эксплуатации ЭВМ;

- возможность расширения сферы применения за счет простоты изменения прикладных программных средств;
- простота, удобство и "дружелюбность" по отношению к пользователю;
- простота адаптации АРМ к конкретным функциям пользователя;
- компактность размещения и невысокие требования к условиям эксплуатации;
- сравнительно простая организация технического обслуживания и др. Функционирование любого АРМ предполагает наличие следующих видов обеспечения:

- технического;
- информационного;
- математического;
- программного.

Информационное обеспечение АРМ составляет его информационная база, информационные связи, состав и содержание всей системы информационного отображения. Наполнение информационного обеспечения зависит от круга пользователей и сущности решаемых задач.

В самом общем виде пользователи различаются по служебному положению, специальностям, уровню освоения и частоте работы с вычислительной техникой, виду потребляемых данных и т.д.

По служебному положению пользователи в сфере организационного управления могут быть разделены на 3 категории:

- руководители;
- персонал руководителей;
- обслуживающий персонал.

Как специалисты пользователи могут быть разбиты на группы, например, бухгалтеров, экономистов, статистиков, кадровиков и др.

По степени подготовленности к работе с вычислительной техникой выделяются пользователи, имеющие навыки в программировании, имеющие подготовку в используемом программном обеспечении АРМ; способные выполнять минимум навыков работы на ПК.

Пользователи АРМ могут быть разделены на 2 группы в зависимости от периода получения данных:

- данные нужны в процессе их обработки и формирования;

- нужны законченные сведения о состоянии объектов.

Для первой группы пользователей АРМ необходим интерактивный режим работы, для пользователей второй группы он необязателен.

В зависимости от категории пользователей АРМ должно обеспечивать не только обработку данных, но и выдачу комментариев, подсказок. Для разных категорий пользователей также необходимы различные виды представления данных. Например, обслуживающий персонал решает повторяющиеся задачи, использует внутренние данные конкретной организации, которые имеют короткий активный период существования.

Руководителям нужны как внутренние, так и внешние данные. Для такого типа пользователей необходимы АРМ, реализующие какую-либо цель управления или принятия решения.

Виды обеспечений АРМ

Математическое обеспечение АРМ представляет собой совокупность алгоритмов, обеспечивающих ввод, контроль, хранение и корректировку информации, формирование результатной информации и оформление ее в виде таблиц, графиков; обеспечение достоверности и защиты информации.

Программное обеспечение АРМ определяет его интеллектуальные возможности, профессиональную направленность, полноту реализации его функций, возможности применения различных технических устройств. Комплекс программ АРМ должен выполнять ряд функций:

- обеспечение организации диалога;

- решение функциональных задач пользователя;

- управление базами данных;

- трансляция программ;

- выдача справочно-диагностической информации;

- проведение сервисных операций.

Программное обеспечение АРМ подразделяется на общее и специальное.

Основные элементы общего программного обеспечения:

- операционные системы и оболочки;
- программные средства ведения баз данных;
- программные средства организации диалога;
- программы, расширяющие возможности ОС.

Главное назначение общего программного обеспечения - управление работой процессора, организация интерфейса между пользователем и ПК, организация доступа к памяти, периферийным устройствам и сети, управление файлами, запуск прикладных программ и управление процессом их выполнения, трансляция и выполнение программ.

Специальное программное обеспечение АРМ состоит из уникальных программ и функциональных пакетов прикладных программ. От этих программ зависит содержание и специализация АРМ.

Основными приложениями пакетов прикладных программ являются:

- обработка текстов;
- табличная обработка данных;
- управление базами данных;
- машинная и деловая графика;
- организация человеко-машинного интерфейса;
- поддержка коммуникаций;
- работа в сетях.

**Тема 4. Информационные технологии поддержки принятия решений (2 часа)**  
**Лекция №4**

**Информационные технологии поддержки принятия решений**

План:

- 1) Характеристика и назначение.
- 2) Основные компоненты.

3) Виды условий принятия решений: принятие решений в условиях определенности, принятие решений в условиях риска, принятие решений в условиях неопределенности, принятие решений в условиях многокритериальности.

На самостоятельную работу

4) База моделей – основа для описания и оптимизации объекта или процесса в области безопасности жизнедеятельности.

5) Система управления интерфейсом: язык пользователя, язык сообщений, знания пользователя.

### 1) Характеристика и назначение.

Современные системы поддержки принятия решения (СППР), возникшие как естественное развитие и продолжение управленческих информационных систем и систем управления базами данных, представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решения (ЛПР). С помощью СППР могут решаться неструктурированные и слабоструктурированные многокритериальные задачи.

СППР, как правило, являются результатом мультидисциплинарного исследования, включающего теории баз данных, искусственного интеллекта, интерактивных компьютерных систем, методов имитационного моделирования.

Как справедливо отмечено в [15], "... с момента появления первых разработок по созданию СППР, не было дано четкого определения СППР...".

Ранние определения СППР (в начале 70-х годов прошлого века) отражали следующие три момента: (1) возможность оперировать с неструктурированными или слабоструктурированными задачами, в отличие от задач, с которыми имеет дело исследование операций; (2) интерактивные автоматизированные (т.е. реа-

лизованные на базе компьютера) системы; (3) разделение данных и моделей.  
Приведем определения СППР:

**СППР - совокупность процедур по обработке данных и суждений, помогающих руководителю в принятии решений, основанная на использовании моделей [17].**

**СППР - это интерактивные автоматизированные системы, помогающие лицу, принимающему решения, использовать данные и модели для решения слабоструктуризированных проблем [17, 20].**

**СППР - это система, которая обеспечивает пользователям доступ к данным и/или моделям, так что они могут принимать лучшие решения.**

Последнее определение не отражает участия компьютера в создании СППР, вопросы возможности включения нормативных моделей в состав СППР и др.

В настоящее время нет общепринятого определения СППР, поскольку конструкция СППР существенно зависит от вида задач, для решения которых она разрабатывается, от доступных данных, информации и знаний, а также от пользователей системы. Можно привести, тем не менее, некоторые элементы и характеристики, общепризнанные, как части СППР:

СППР - в большинстве случаев – это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю (ЛПР) использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений. Система должна обладать возможностью работать с интерактивными запросами с достаточно простым для изучения языком запросов.

Согласно Turban [26], СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

1) СППР использует и данные, и модели;

2) СППР предназначены для помощи менеджерам в принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;

3) Они поддерживают, а не заменяют, выработку решений менеджерами;

4) Цель СППР – улучшение эффективности решений.

Turban [26] предложил список характеристик идеальной СППР (которая имеет мало общих элементов с определением, приведенным выше):

Идеальная СППР:

(1) оперирует со слабоструктурированными решениями;

(2) предназначена для ЛПР различного уровня;

(3) может быть адаптирована для группового и индивидуального использования;

(4) поддерживает как взаимозависимые, так и последовательные решения;

(5) поддерживает 3 фазы процесса решения: интеллектуальную часть, проектирование и выбор;

(6) поддерживает разнообразные стили и методы решения, что может быть полезно при решении задачи группой ЛПР;

(7) является гибкой и адаптируется к изменениям как организации, так и ее окружения;

(8) проста в использовании и модификации;

(9) улучшает эффективность процесса принятия решений;

(10) позволяет человеку управлять процессом принятия решений с помощью компьютера, а не наоборот;

(11) поддерживает эволюционное использование и легко адаптируется к изменяющимся требованиям;

(12) может быть легко построена, если может быть сформулирована логика конструкции СППР;

(13) поддерживает моделирование;

(14) позволяет использовать знания.

Рассмотрим кратко историю создания СППР.

### История создания СППР

До середины 60-х годов прошлого века создание больших информационных систем (ИС) было чрезвычайно дорогостоящим, поэтому первые ИС менеджмента (так называемые Management Information Systems – MIS) были созданы в эти годы лишь в достаточно больших компаниях. MIS предназначались для подготовки периодических структурированных отчетов для менеджеров.

- В конце 60-х годов появляется новый тип ИС – модель-ориентированные СППР (Model-oriented Decision Support Systems – DSS) или системы управленческих решений (Management Decision Systems - MDS).

По мнению первооткрывателей СППР Keen P. G. W., Scott Morton M. S.[16] (1978), концепция поддержки решений была развита на основе „теоретических исследований в области принятия решений... и технических работ по созданию интерактивных компьютерных систем“.

- В 1971 г. – опубликована книга Scott Morton‘а [27], в которой впервые были описаны результаты внедрения СППР, основанной на использовании математических моделей.

- 1974 г. – в работе [10] дано определение ИС менеджмента - MIS (Management Information System): «MIS – это интегрированная человеко-машинная система обеспечения информацией, поддерживающая функции операций, менеджмента и принятия решений в организации. Системы используют компьютерную технику и программное обеспечение, модели управления и принятия решений, а также базу данных» [5, р. 5].
- 1975 г. - J.D.C.Little в работе [17] предложил критерии проектирования СППР в менеджменте.
- 1978 г. – опубликован учебник по СППР [16], в котором исчерпывающе описаны аспекты создания СППР: анализ, проектирование, внедрение, оценка и разработка.
- 1980 г. – опубликована диссертация S. Alter [3], в которой он дал основы классификации СППР.
- 1981 г. – Wonczech, Holsapple и Whinston в книге [4] создали теоретические основы проектирования СППР. Они выделили 4 необходимых компонента, присущих всем СППР: 1) Языковая система (Language System - LS) – СППР может принимать все сообщения; 2) Система презентаций (Presentation System (PS)) (СППР может выдавать свои сообщения); 3) Система знаний (Knowledge System - KS) – все знания СППР сохраняет; 4) Система обработки задач (Problem-Processing System (PPS)) – программный «механизм», который пытается распознать и решить задачу во время работы СППР.
- 1981 г. – В книге [23] R.Sprague и E.Carlson описали, каким образом на практике можно построить СППР. Тогда же была разработана информационная система руководителя (Executive Information System (EIS)) – компьютерная система, предназначенная для обеспечения текущей аде-

кватной информации для поддержки принятия управленческих решений менеджером.

- Начиная с 1990-х, разрабатываются так называемые Data Warehouses - хранилища данных.
- В 1993 г Е. Коддом (E.F. Codd) для СППР специального вида был предложен термин OLAP (Online Analytical Processing)- оперативный анализ данных, онлайн-аналитическая обработка данных для поддержки принятия важных решений. Исходные данные для анализа представлены в виде многомерного куба, по которому можно получать нужные разрезы - отчёты. Выполнение операций над данными осуществляется OLAP-машиной. По способу хранения данных различают MOLAP, ROLAP и HOLAP. По месту размещения OLAP-машины различаются OLAP-клиенты и OLAP-серверы. OLAP-клиент производит построение многомерного куба и вычисления на клиентском ПК, а OLAP-сервер получает запрос, вычисляет и хранит агрегатные данные на сервере, выдавая только результаты.
- В начале нового тысячелетия была создана СППР на основе Web.

### **Классификации СППР**

Для СППР отсутствует не только единое общепринятое определение, но и исчерпывающая классификация. Разные авторы предлагают разные классификации.

На уровне пользователя Haettenschwiler (1999) [12] делит СППР на:

-пассивные,

-активные

-кооперативные СППР.

Пассивной СППР называется система, которая помогает процессу принятия решения, но не может вынести предложение, какое решение принять.

Активная СППР может сделать предложение, какое решение следует выбрать.

Кооперативная позволяет ЛПР изменять, пополнять или улучшать решения, предлагаемые системой, посылая затем эти изменения в систему для проверки. Система изменяет, пополняет или улучшает эти решения и посылает их опять пользователю. Процесс продолжается до получения согласованного решения.

На техническом уровне Power (1997) [19] различает СППР всего предприятия и настольную СППР. СППР всего предприятия подключена к большим хранилищам информации и обслуживает многих менеджеров предприятия. Настольная СППР – это малая система, обслуживающая лишь один компьютер пользователя. Существуют и другие классификации (Alter [3], Holsapple и Whinston [13], Golden, Nevner и Power [11]). Отметим лишь, что превосходная для своего времени классификация Alter'а, которая разбивала все СППР на 7 классов, в настоящее время несколько устарела.

В зависимости от данных, с которыми эти системы работают, СППР условно можно разделить на оперативные и стратегические. Оперативные СППР предназначены для немедленного реагирования на изменения текущей ситуации в управлении финансово-хозяйственными процессами компании. Стратегические СППР ориентированы на анализ значительных объемов разнородной информации, собираемых из различных источников.

### **Основные понятия СППР**

Специфические особенности и компонентов обеспечивают в СППР реализацию таких характеристик ИС:

## **1) Интерактивность СППР**

Означает, что система откликается на разного рода действия, какими человек намеревается повлиять на вычислительный процесс, в частности в диалоговом режиме. Человек и система обмениваются информацией в темпе, который сравнимый с темпом обработки информации человеком. Тем не менее, практика показывает, что очень много руководителей желают и умеют вести прямой диалог с компьютером. Многие из них понимают преимущество взаимодействия с системой через посредника или в режиме косвенного доступа, когда возможная пакетная обработка информации. Вместе с тем свойство интерактивности необходимо для исследования новых проблем и ситуаций, во время адаптивного проектирования прикладных СППР

## **2) Интегрированность СППР**

Обеспечивает совместимость составных систем относительно управления данными и средствами общения с пользователями в процессе поддержки принятия решений

## **3) Мощность СППР**

Означает способность системы отвечать на самые важные вопросы

## **4) Доступность СППР**

Это способность обеспечивать выдачу ответов на запросы пользователя в нужной форме и в необходимое время

## **5) Гибкость СППР**

Характеризует возможность системы адаптироваться к изменениям потребностей и ситуаций

## **6) Надежность СППР**

Означает способность системы выполнять нужные функции на протяжении заданного периода времени

## **7) Робастность (robustness) СППР**

Это степень способности системы восстанавливаться в случае возникновения ошибочных ситуаций как внешнего, так и внутреннего происхождения. Например, в робастной системе допускаются ошибки в входной информации или неисправности аппаратных средств. Хотя между надежностью и робастностью может существовать определенную связь, эти две характеристики системы разные: система, которая никогда не будет возобновляться в случае наступления ошибочных ситуаций, может быть надежной, не будучи робастной, а система с высоким уровнем робастности, которая может восстанавливаться и продолжать работу в многих ошибочных ситуациях, может быть вместе с тем отнесенная к ненадежным, поскольку она не способна заранее, выполнить необходимые служебные процедуры при повреждениях

## **8) Управляемость СППР**

Означает, что пользователь может контролировать действия системы, вмешиваясь в ход решения задачи.

Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать еще ряд ее отличительных характеристик.

### **Отличительные характеристики**

- использование больших объемов данных;
- ориентация на решение плохо структурированных (формализованных) задач;

- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- добавление в систему новых данных происходит относительно редко крупными блоками (например, раз в квартал загружаются данные по итогам квартальных продаж из OLTP-приложения);
- данные, добавленные в систему, обычно никогда не удаляются;
- перед загрузкой данные проходят различные процедуры "очистки", связанные с тем, что в одну систему могут поступать данные из многих источников, имеющих различные форматы представления для одних и тех же понятий, данные могут быть некорректны, ошибочны;
- направленность на непрофессионального пользователя компьютера;
- небольшое число пользователей (аналитики);
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспособливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.
- очень часто новый запрос формулируется аналитиком для уточнения результата, полученного в результате предыдущего запроса (интерактивность);
- скорость выполнения запросов важна, но не критична. Современные компьютерные системы поддержки принятия решений имеют такие характеристики:
- предоставляет руководителю помощь в процессе принятия решений и обеспечивает поддержку во всем диапазоне контекста структурированных, полуструктурированных и неструктурированных задач, результаты которых трудно спрогнозировать заранее. Ум человека и информация, которая генерируется компьютером, составляют единое целое для принятия решений.
- поддерживает и усиливает (но не заменяет и не отменяет) соображения и оценки руководителя. Контроль остается за человеком. Пользователь

«чувствует себя комфортно» и «как дома» в системе, а не испытывает «запугивание» со стороны системы.

- повышает главным образом эффективность принятых решений. В отличие от административных информационных систем, в которых акцент делается на максимальной производительности аналитического процесса, в СППР значительно весомым фактором является эффективность процесса принятия решений
- выполняет интеграцию моделей и аналитических методов со стандартным доступом к данным и выборкой данных. Для предоставления помощи в принятии решения активизируются одна или несколько моделей (математических, статистических, имитационных, количественных, качественных и комбинированных). Содержание БД охватывает историю текущих и предыдущих операций (сильная сторона типичной АИС), а также информацию внешнего характера и информацию о среде
- простая в работе для лиц, которые не имеют значительного опыта общения с ЭВМ. Системы являются дружескими для пользователей, практически не требуют глубоких знаний вычислительной техники и обеспечивают простое взаимодействие с системой. Имеют встроенные средства обучения и прочие атрибуты программных интерфейсных систем
- построенная по принципу интерактивного решения задач. Пользователь имеет возможность поддерживать диалог из СППР в непрерывном режиме, а не ограничиваться заданием отдельных команд с последующим ожиданием результатов
- ориентированны на гибкость и адаптивность с приспособлением к изменениям среды или подходов к решению задач, которые определяет пользователь. Руководитель может приспособиться к изменяемым условиям сам и соответственно подготовить систему. Но эволюция и адаптация системы должны быть объединены с ее жизненным циклом
- не должна навязывать пользователю определенного процесса принятия решений. Пользователь должен иметь набор возможностей, чтобы выби-

рать их в соответствии со стилем его деятельности — стиля «воображаемых моделей».

## 2) Основные компоненты.

### Структура СППР

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

### БД и СУБД

Любая система поддержки принятия решений содержит подсистему данных, которая состоит из двух основных частей: БД и системы управления базой данных (СУБД). БД играет в информационной технологии поддержки принятия решений важную роль. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчетов при помощи математических моделей. СППР получают информацию из управленческих и операционных ИС.

### Возможности СУБД

- составление комбинаций данных, получаемых из различных источников, посредством использования процедур агрегирования и фильтрации;
- быстрое прибавление или исключение того или иного источника данных;
- построение логической структуры данных в терминах пользователя;
- использование и манипулирование неофициальными данными для экспериментальной проверки рабочих альтернатив пользователя;
- обеспечение полной логической независимости этой БД от других операционных БД, функционирующих в рамках фирмы.

использования в границах коллектива пользователей. Тем не менее упомянутые средства нельзя приспособить к конкретному пользователю или к решению конкретной задачи с желательной гибкостью и довольно маленькими затратами.

### **Подсистема данных СППР**

На рисунке изображена схема подсистемы данных СППР, где указаны перечисленные условия и механизмы адаптации концепций БД и СУБД к проблемам поддержки решений. Для реализации этой идеи в распоряжении разработчика или пользователя СППР есть ряд альтернативных моделей данных и инструментов, в частности классические иерархические, сетевые и реляционные модели, а также семантические модели данных. Реляционные модели данных положены в основу большинства современных СУБД.

Архитектура СППР представляется разными авторами по-разному. Приведем пример. Marakas (1999) [18] предложил обобщенную архитектуру, состоящую из 5 различных частей: (a) система управления данными (the data management system - DBMS), (b) система управления моделями (the model management system – MBMS), (c) машина знаний (the knowledge engine (KE)), (d) интерфейс пользователя (the user interface) и (e) пользователи (the user(s)).

#### 1. Зарождение концепции хранилища данных

Ясно, что чем больше информации вовлечено в процесс принятия решений, тем более обоснованное решение может быть принято. Информация, на основе которой принимается решение, должна быть достоверной, полной, непротиворечивой и адекватной. Поэтому при проектировании СППР возникает вопрос о том, на основе каких данных эти системы будут работать. В ИСР качество оперативных решений обеспечивается тем, что данные выбираются непосредственно из информационной системы управления предприятием (или из БД предприятия), которая адекватно отражает состояние биз-

неса на данный момент времени. Ранние версии СППР второго типа в качестве исходных использовали относительно небольшой объем агрегированных данных, поддающихся проверке на достоверность, полноту, непротиворечивость и адекватность.

По мере роста и развития ИСР, а также совершенствования алгоритмов принятия решений на основе агрегированных данных, системы принятия решений столкнулись с проблемами, вызванными необходимостью обеспечить растущие потребности бизнеса. В ИСР накопился объем данных, замедляющий процесс построения отчетов настолько, что менеджерский состав не успевал готовить на их основе соответствующие решения. Кроме того, с развитием межкорпоративных связей потребовалось вовлекать в процесс анализа данные из внешних источников, не связанных напрямую с производственными процессами и потому не входящих в систему управления предприятием.

В СППР второго типа традиционная технология подготовки интегрированной информации на основе запросов и отчетов стала неэффективной из-за резкого увеличения количества и разнообразия исходных данных. Это стало сильно задерживать менеджмент, для которого требовалось быстро принимать решения.

Кроме того, постепенное накопление в БД предприятия данных для принятия решений и последующий их анализ стали отрицательно сказываться на оперативной работе с данными.

Решение было найдено и сформулировано в виде концепции Хранилища Данных (Data Warehouse, ХД), которое выполняло бы функции предварительной подготовки и хранения данных для СППР на основе информации из системы управления предприятием (или базы данных предприятия), а также информации из сторонних источников, которые в достаточном количестве стали доступны на рынке информации.

Этот подход потребовал новых технологических решений, к созданию

которых несколько лет назад приступили основные производители промышленных СУБД и разработчики систем анализа данных. Сегодня накоплен обширный опыт разработки и внедрения специализированных структур данных и создания СППР на основе СУБД разных типов. Известна и технология создания больших Хранилищ, как правило, на основе реляционных СУБД.

Ограниченный объем статьи не позволил рассмотреть все аспекты Технологии Хранилищ Данных, поэтому некоторые вопросы затронуты здесь только вскользь, а отдельные проблемы (например, взаимодействие СППР с Internet) не обсуждаются вовсе. Мы постарались сосредоточиться на ключевых этапах разработки ХД, чтобы охарактеризовать процесс разработки ХД в целом.

### **3) Виды условий принятия решений: принятие решений в условиях определенности, принятие решений в условиях риска, принятие решений в условиях неопределенности.**

Любая сфера человеческой деятельности, в особенности экономика или бизнес, связана с принятием решений в условиях неполноты информации.

Источники неопределенности могут быть самые разнообразные: нестабильность экономической и/или политической ситуации, неопределенность действий партнеров по бизнесу, случайные факторы, т.е. большое число обстоятельств, учесть которые не представляется возможным (например, погодные условия, неопределенность спроса на товары, неабсолютная надежность процессов производства, неточность информации и др.). Экономические решения с учетом перечисленных и множества других неопределенных факторов принимаются в рамках так называемой теории принятия решений – аналитического подхода к выбору наилучшего действия (альтернативы) или последовательности действий. В зависимости от степени определенности возможных исходов или последствий различных действий, с которыми сталкивается лицо, прини-

мающее решение, в теории принятия решений рассматриваются три типа моделей:

– выбор решений в условиях определенности, если относительно каждого действия известно, что оно неизменно приводит к некоторому конкретному исходу;

– выбор решения при риске, если каждое действие приводит к одному из множества возможных частных исходов, причем каждый исход имеет вычисляемую или экспертно оцениваемую вероятность появления;

– выбор решений при неопределенности, когда то или иное действие или несколько действий имеют своим следствием множество частных исходов, но их вероятности совершенно не известны или не имеют смысла.

Методы принятия решений в условиях риска разрабатываются и обосновываются в рамках так называемой теории статистических решений.

Принятие управленческих решений предполагает наличие ситуаций выбора наиболее выгодного варианта поведения из нескольких имеющихся вариантов в условиях неопределённости. Такие задачи могут быть описаны матричными играми особого типа, в которых игрок взаимодействует не со вторым игроком, а с окружающей средой.

Объективно окружающая среда не заинтересована в проигрыше игрока. В процессе принятия решения о выборе варианта поведения игрок имеет информацию о том, что окружающая среда может принять одно из нескольких возможных состояний и сталкивается с неопределённостью относительно того конкретного состояния, которое примет окружающая среда в данный момент времени.

Матричная игра, в которой игрок взаимодействует с окружающей средой, не заинтересованной в его проигрыше, и решает задачу определения наиболее выгодного варианта поведения с учётом неопределённости состояния окружающей среды, называется статистической игрой или «игрой с природой». Игрок в этой игре называется лицом, принимающим решение (ЛПР). Создателем теории статистических игр считается А. Вальд. Он показал, что в теории принятия

решений статистические игры являются основным подходом, если решение принимается в условиях частичной неопределенности.

Основными отличиями статистической игры от стратегической являются:

– отсутствие стремления к выигрышу у игрока-природы, т. е. отсутствие антагонистического противника;

– возможность второго игрока – статистика провести статистический эксперимент для получения дополнительной информации о стратегиях природы.

Таким образом, теория статистических решений является теорией проведения статистических наблюдений, обработки этих наблюдений и их использования.

В теории статистических решений основные правила могут быть детерминированными и рандомизированными.

ЛПР определяет наиболее выгодную стратегию в зависимости от целевой установки, которую он реализует в процессе решения задачи.

*Результат решения задачи ЛПР определяет по одному из критериев принятия решения. Для того чтобы прийти к однозначному и по возможности наиболее выгодному варианту решению, необходимо ввести оценочную (целевую) функцию. При этом каждой стратегии ЛПР ( $a_i$ ) приписывается некоторый результат  $W_i$ , характеризующий все последствия этого решения. Из массива результатов принятия решений ЛПР выбирает элемент  $W$ , который наилучшим образом отражает мотивацию его поведения.*

Критерий максимального математического ожидания выигрыша применяется в тех случаях, когда ЛПР известны вероятности состояний окружающей среды.

Платёжная матрица дополняется столбцом, каждый элемент которого представляет собой значение математического ожидания выигрыша при выборе соответствующей стратегии ЛПР:

$$W_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j, \quad (1)$$

где  $p_j$  – вероятность  $j$ -го состояния окружающей среды.

Оптимальной по данному критерию считается та стратегия ЛПР, при выборе которой значение математического ожидания выигрыша максимально:

$$W = \max W_i . (2)$$

Применение критерия максимального математического ожидания выигрыша, таким образом, оправдано, если ситуация, в которой принимается решение, следующая: Применяется критерий максимального математического ожидания в следующей ситуации, если:

1. ЛПР известны вероятности всех состояний окружающей среды.
2. Минимизация риска проигрыша представляется ЛПР менее существенным фактором принятия решения, чем максимизация среднего выигрыша.

Необходимость иметь информацию о вероятностях состояний окружающей среды ограничивает область применения данного критерия.

Критерий недостаточного основания Лапласа используется при наличии неполной информации о вероятностях состояний окружающей среды в задаче принятия решения. Вероятности состояний окружающей среды принимаются равными и по каждой стратегии ЛПР в платёжной матрице определяется, таким образом, среднее значение выигрыша:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} . (3)$$

Оптимальной по данному критерию считается та стратегия ЛПР, при выборе которой значение среднего выигрыша максимально:

$$W = \max W_i$$

Использование данного критерия оправдано в следующей ситуации:

1. ЛПР не имеет информации либо имеет неполную информацию о вероятностях состояний окружающей среды;
2. Вероятности состояний окружающей среды близки по своим значениям;
3. Минимизация риска проигрыша представляется ЛПР менее существенным фактором принятия решения, чем максимизация среднего выигрыша.

Правило выбора решения в соответствии с максиминным критерием

Вальда (ММ-критерием) можно интерпретировать следующим образом:

Платёжная матрица дополняется столбцом, каждый элемент которого представляет собой минимальное значение выигрыша в соответствующей стратегии ЛПР:

$$W_i = \min_j a_{ij}. \quad (4)$$

Оптимальной по данному критерию считается та стратегия ЛПР, при выборе которой минимальное значение выигрыша максимально:

$$W = \max W_i$$

Выбранная таким образом стратегия полностью исключает риск. Это означает, что принимающий решение не может столкнуться с худшим результатом, чем тот, на который он ориентируется. Это свойство позволяет считать ММ-критерий одним из фундаментальных.

Применение ММ-критерия оправдано, если ситуация, в которой принимается решение следующая:

1. О возможности появления состояний окружающей среды ничего не известно.
2. Решение реализуется только один раз.
3. Необходимо исключить какой бы то ни было риск.

В случае использования критерия минимаксного риска Сэвиджа величина  $(a_{\max j} - a_{ij})$ , где  $a_{\max j}$  – максимальный элемент  $j$ -го столбца может быть интерпретирован как дополнительный выигрыш, получаемый в условиях состояния окружающей среды  $S_j$  при выборе ЛПР наиболее выгодной стратегии, по сравнению с выигрышем, получаемым ЛПР при выборе в тех же условиях любой другой стратегии. Эта же разность может быть интерпретирована как величина возможного проигрыша при выборе ЛПР  $i$ -й стратегии по сравнению с наиболее выгодной стратегией. На основе данной интерпретации разности вы-

игрышей производится определение наиболее выгодной стратегии по критерию минимаксного риска.

Для определения оптимальной стратегии по данному критерию риска на основе платёжной матрицы рассчитывается матрица рисков, каждый коэффициент которой ( $r_{ij}$ ) определяется по формуле:

$$r_{ij} = a_{\max j} - a_{ij} . \quad (5)$$

Матрица рисков дополняется столбцом, содержащим максимальные значения коэффициентов  $r_{ij}$  по каждой из стратегий ЛПР:

$$R_i = \max_j r_{ij}.$$

Оптимальной по данному критерию считается та стратегия, в которой значение  $R_i$  минимально:

$$W = \min R_i$$

Ситуация, в которой оправдано применение критерия Сэвиджа, аналогична ситуации ММ-критерия, однако наиболее существенным в данном случае является учёт степени воздействия фактора риска на величину выигрыша. В практике принятия решений ЛПР руководствуется не только критериями, связанными с крайним пессимизмом или учётом максимального риска. Стараясь занять наиболее уравновешенную позицию, ЛПР может ввести оценочный коэффициент (критерий пессимизма-оптимизма Гурвица), называемый коэффициентом пессимизма, который находится в интервале  $[0, 1]$  и отражает ситуацию, промежуточную между точкой зрения крайнего оптимизма и крайнего пессимизма. Данный коэффициент определяется на основе статистических исследований результатов принятия решений или личного опыта принятия решений в схожих ситуациях.

Платёжная матрица дополняется столбцом, коэффициенты которого рассчитываются по формуле:

$$W_i = C \cdot \min_j a_{ij} + (1-C) \cdot \max_j a_{ij}, \quad (6)$$

где  $C$  – коэффициент пессимизма.

Оптимальной по данному критерию считается стратегия, в которой значение  $W_i$  максимально:

$$W = \max W_i$$

При  $C=1$  критерий Гурвица превращается в ММ-критерий. При  $C = 0$  он превращается в критерий «азартного игрока», делающего ставку на то, что «выпадет» наилучший случай.

Критерий Гурвица применяется в ситуации, когда:

1. Информация о состояниях окружающей среды отсутствует или недостоверна.
2. Необходимо считаться с появлением каждого состояния окружающей среды.
3. Реализуется только малое количество решений.
4. Допускается некоторый риск.

Критерий Ходжа-Лемана опирается одновременно на ММ-критерий и критерий максимального математического ожидания выигрыша. При определении оптимальной стратегии по этому критерию вводится параметр достоверности информации о распределении вероятностей состояний окружающей среды, значение которого находится в интервале  $[0, 1]$ . Если степень достоверности велика, то доминирует критерий максимального математического ожидания выигрыша, в противном случае – ММ-критерий. Платёжная матрица дополняется столбцом, коэффициенты которого определяются по формуле:

$$W_i = u \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j + (1-u) \min_j a_{ij}, \quad (7)$$

где  $u$  – параметр достоверности информации о вероятностях состояний окружающей среды.

Оптимальной по данному критерию считается та стратегия, в которой значение  $W_i$  максимально:

$$W = \max W_i$$

Данный критерий применим в следующем случае:

1. Имеется информация о вероятностях состояний окружающей среды, однако эта информация получена на основе относительно небольшого числа наблюдений и может измениться.

2. Принятое решение теоретически допускает бесконечно много реализаций.

3. При малом числе реализации допускается некоторый риск.

## **Тема 5. Информационные технологии экспертных систем (2 часа)**

### **Лекция № 5**

#### **Информационные технологии экспертных систем**

План:

- 1) Характеристика и назначение.
- 2) Базовые функции экспертных систем.

На самостоятельную работу

- 4) База знаний.
- 5) Гибридные экспертные системы.
- 6) Применение экспертных систем в области безопасности жизнедеятельности.

- 1) Характеристика и назначение.

#### **Экспертные знания**

Экспертные знания - знания, которыми располагает специалист в некоторой предметной области.

**Технологии искусственного интеллекта.**

**Искусственный интеллект (ИИ) — это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, т.е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с**

человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д."

**Экспертная система (ЭИС) — экспертная система содержит знания в определенной предметной области, накопленные в результате практической деятельности человека (или человечества), и использует их для решения проблем, специфичных для этой области.**

Экспертная интеллектуальная система (ЭИС) – это компьютерная программа, использующая экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения задач в некоторой узкой предметной области. Такие программы, как правило, представляют знания символически, исследуют и объясняют свои процессы рассуждения и предназначены для тех предметных областей, в которых людям для достижения мастерства необходимы годы специального обучения и практики. В большинстве случаев ЭИС предназначаются для оказания консультационной помощи специалистам при решении задач, возникающих в слабоструктурированных и трудно формализуемых предметных областях. К ЭИС относят также сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях (экспертов) и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

### **Разновидности экспертных интеллектуальных систем (ЭИС)**

Существуют две основные разновидности ЭИС

- для специалистов, чей профессиональный уровень не слишком высок. В базах знаний таких хранятся знания, полученные от экспертов, используемые всякий раз, когда в этом возникнет необходимость
- для специалистов высокой квалификации, выполняя для них значительную часть рутинных операций и просмотр больших массивов информации. Особенностью является наличие в них системы объяснений, повы-

шающей консультационную силу ЭИС. **Механизм объяснения** (порождение объяснений — модели аргументации и рассуждения) — часть экспертной системы, которая объясняет, каким образом были получены решения, и обосновывает действия, предпринятые для их получения. Являясь одним из основных приложений ИИ, ЭИС представляют собой компьютерные программы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в форму эвристических правил (**эвристик**). Эвристики не гарантируют получения оптимального результата с такой же уверенностью, как обычные алгоритмы, используемые для решения задач в рамках технологии поддержки принятия решений. Однако часто они дают в достаточной степени приемлемые решения для их практического использования. Все это делает возможным использовать технологию экспертных систем в качестве советующих систем.

Экспертная система отличается от прочих прикладных программ наличием следующих признаков.

- Моделирует не столько физическую (или иную) природу определенной проблемной области, сколько механизм мышления человека применительно к решению задач в этой проблемной области. Это существенно отличает экспертные системы от систем математического моделирования или компьютерной анимации. Нельзя, конечно, сказать, что программа полностью воспроизводит психологическую модель специалиста в этой предметной области (эксперта), но важно, что основное внимание все-таки уделяется воспроизведению компьютерными средствами методики решения проблем, которая применяется экспертом, -т.е. выполнению некоторой части задач так же (или даже лучше), как это делает эксперт.
- Система, помимо выполнения вычислительных операций, формирует определенные соображения и выводы, основываясь на тех знаниях, которыми она располагает. Знания в системе представлены, как правило, на некотором специальном языке и хранятся отдельно от собственно про-

граммного кода, который и формирует выводы и соображения. Этот компонент программы принято называть базой знаний.

- При решении задач основными являются эвристические и приближенные методы, которые, в отличие от алгоритмических, не всегда гарантируют успех. Эвристика, по существу, является *правилом влияния (rule of thumb)*, которое в машинном виде представляет некоторое знание, приобретенное человеком по мере накопления практического опыта решения аналогичных проблем. Такие методы являются *приблизительными* в том смысле, что, во-первых, они не требуют исчерпывающей исходной информации, и, во-вторых, существует определенная степень уверенности (или неуверенности) в том, что предлагаемое решение является верным.

Экспертные системы отличаются и от других видов программ из области искусственного интеллекта.

- Экспертные системы имеют дело с предметами *реального мира*, операции с которыми обычно требуют наличия *значительного опыта, накопленного человеком.* Множество программ из области искусственного интеллекта являются сугубо исследовательскими и основное внимание в них уделяется абстрактным математическим проблемам или упрощенным вариантам реальных проблем (иногда их называют "игрушечными" проблемами), а целью выполнения такой программы является "повышение уровня интуиции" или отработка методики. Экспертные системы имеют ярко выраженную практическую направленность в научной или коммерческой области.
- Одной из основных характеристик экспертной системы является ее *производительность*, т.е. скорость получения результата и его достоверность (надежность). Исследовательские программы искусственного интеллекта могут и не быть очень быстрыми, можно примириться и с существованием в них отказов в отдельных ситуациях, поскольку, в конце концов, — это инструмент исследования, а не программный продукт. А

вот экспертная система должна за приемлемое время найти решение, которое было бы не хуже, чем то, которое может предложить специалист в этой предметной области.

- Экспертная система должна обладать способностью *объяснить*, почему предложено именно такое решение, и *доказать его обоснованность*. Пользователь должен получить всю информацию, необходимую ему для того, чтобы быть уверенным, что решение принято "не с потолка". В отличие от этого, исследовательские программы "общаются" только со своим создателем, который и так (скорее всего) знает, на чем основывается ее результат. Экспертная система проектируется в расчете на взаимодействие с разными пользователями, для которых ее работа должна быть, по возможности, прозрачной.

Зачастую термин *система, основанная на знаниях (knowledge-based system)*, используется в качестве синонима термина *экспертная система*, хотя, строго говоря, экспертная система — это более широкое понятие. Система, основанная на знаниях, — это любая система, процесс работы которой основан на применении правил отношений к символическому представлению знаний, а не на использовании алгоритмических или статистических методов. Таким образом, программа, способная рассуждать о погоде, будет системой, основанной на знаниях, даже в том случае, если она не способна выполнить метеорологическую экспертизу. А вот чтобы иметь право называться метеорологической экспертной системой, программа должна быть способна давать прогноз погоды (другой вопрос — насколько он будет достоверен).

Суммируя все сказанное, отметим — экспертная система содержит знания в определенной предметной области, накопленные в результате практической деятельности человека (или человечества), и использует их для решения проблем, специфичных для этой области. Этим экспертные системы отличаются от прочих, "традиционных" систем, в которых предпочтение отдается более общим и менее связанным с предметной областью теоретическим методам,

чаще всего математическим. Процесс создания экспертной системы часто называют *инженерией знаний (knowledge engineering)* и он рассматривается в качестве "применения методов искусственного интеллекта" (см. [Feigenbaum, 1977]). Далее, в главах 2 и 3, мы более пристально рассмотрим отличие между общепринятым в программировании подходом к решению проблем и тем, который предлагается при проектировании экспертных систем.

Сходство и различия использования ИТ в экспертных системах и системах поддержки принятия решений

Сходство информационных технологий, используемых в экспертных системах и системах поддержки принятия решений, состоит в том, что обе они обеспечивают высокий уровень поддержки принятия решений. Однако имеются три существенных различия:

- решение проблемы в рамках СППР отражает уровень ее понимания пользователем и его возможности получить и осмыслить решение, а технология ЭИС, наоборот, предлагает пользователю принять решение, превосходящее его возможности;
- выражается в способности ЭИС пояснять свои рассуждения в процессе получения решения. Очень часто эти пояснения оказываются более важными для пользователя, чем само решение;
- использование знаний, как нового компонента ИТ.

**Технологии искусственного интеллекта.**

**Искусственный интеллект (ИИ) — это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, т.е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д."**

Другими словами, исследования в области искусственного интеллекта направлены на разработку программ, решающих такие задачи, с которыми сейчас лучше справляется человек, поскольку они требуют вовлечения таких функций человеческого мозга, как способность к обучению на основе восприятия, особой организации памяти и способности делать выводы на основе суждений [*Minsky, 1968*].

Таким образом, разработка программы, которая будет выполнять сложную статистическую обработку данных, нельзя рассматривать как исследование в области искусственного интеллекта, какие бы сложные алгоритмы в ней не использовались. А вот создание программы порождения и проверки гипотез относится именно к этой области. Большинство людей не обладают возможностью выполнять в уме арифметические действия уже с трехразрядными числами, а компьютеры превосходно справляются с гораздо более сложными вычислениями. Но, с другой стороны, разделить процесс проверки гипотез на отдельные эксперименты — это искусство, которое исследователь постигает как в результате специального обучения, так и на собственном опыте. Составить компьютерную программу, которая выполняла бы то же самое, — задача далеко не тривиальная.

Конечно, как в каждой новой области, и здесь существуют разные точки зрения на главное предназначение исследований по искусственному интеллекту. Некоторые ученые склоняются к тому, что искусственный интеллект является ответвлением технических наук, поскольку основное направление исследований в этой сфере — создание интеллектуальных искусственных существ, скажем роботов [*Nilsson, 1971*]. Другие делают упор на связях с теми областями, которые занимаются механизмом познания, — процессами обработки информации в мозгу человека.

Но как бы там ни было, никто не отрицает, что основные усилия в этой области предпринимаются в направлении эмуляции мышления человека — разработке

методов, которые позволили бы запрограммировать машину таким образом, чтобы она могла моделировать (воспроизводить) или даже превосходить способности человеческого разума. Исследования в этой области тесно связаны со смежными — информатикой (наукой об обработке информации с помощью компьютеров), психологией и лингвистикой. Тот факт, что исследования в области искусственного интеллекта часто "вторгаются" в смежные области, иногда приводит к определенным трениям в научной среде, но гораздо чаще результатом является появление новых и неожиданных идей.

В этой главе я постараюсь сделать краткий обзор исследований в области искусственного интеллекта, выполненных за последние пять десятилетий, уделяя особое внимание тем из них, которые имеют отношение к проблематике экспертных систем. Также будет рассмотрен вопрос, в чем состоит отличие программирования, основанного на знаниях, от обычной технологии программирования, с одной стороны, и обобщенных методов решения проблем, которые развивали пионеры в области искусственного интеллекта, — с другой.

Историю исследований в этой области, начиная примерно с 1950 года и по сегодняшний день, можно разделить на три периода. За основу периодизации мы взяли те направления исследований, которые наиболее активно развивались в течение каждого из них, — как в смысле наибольшей активности ученых, так и в смысле получения наиболее существенных практических результатов. Более подробную информацию о становлении искусственного интеллекта как научного направления читатель найдет в книгах, перечисленных в библиографической справке в конце главы.

### **3) Базовые функции экспертных систем**

Поскольку теория экспертных систем выросла из более общей концепции искусственного интеллекта, то нет ничего удивительного в том, что проблематика этих областей имеет много общего

Приобретение знаний

**"[Приобретение знаний это] передача потенциального опыта решения проблемы от некоторого источника знаний и преобразование его в вид, который позволяет использовать эти знания в программе".**

Передача знаний выполняется в процессе достаточно длительных и пространственных собеседований между специалистом по проектированию экспертной системы (будем в дальнейшем называть его *инженером по знаниям*) и экспертом в определенной предметной области, способным достаточно четко сформулировать имеющийся у него опыт. По существующим оценкам, таким методом можно сформировать от двух до пяти "элементов знания" (например, правил влияния) в день. Конечно, это очень низкая скорость, а потому многие исследователи рассматривают функцию приобретения знаний в качестве одного из главных "узких мест" технологии экспертных систем [Feigenbaum, 1977].

Причин такой низкой производительности предостаточно. Ниже перечислены только некоторые из них.

- Специалисты в узкой области, как правило, пользуются собственным жаргоном, который трудно перевести на обычный "человеческий" язык (см. врезку 1.1). Но смысл жаргонного "словечка" отнюдь не очевиден, а потому требуется достаточно много дополнительных вопросов для уточнения его логического или математического значения. Например, специалисты по военной стратегии говорят об "агрессивной демонстрации" иностранной военной мощи, но при этом не могут объяснить, чем такая "агрессивная" демонстрация отличается от демонстрации, не несущей угрозы.
- Факты и принципы, лежащие в основе многих специфических областей знания эксперта, не могут быть четко сформулированы в терминах математической теории или детерминированной модели, свойства которой хорошо понятны. Так, эксперту в финансовой области может быть известно, что определенные события могут стать причиной роста или снижения котировок на фондовой бирже, но он ничего вам не скажет точно о

механизмах, которые приводят к такому эффекту, или о количественной оценке влияния этих факторов. Статистические модели могут помочь сделать общий долговременный прогноз, но, как правило, такие методы не работают в отношении курсов конкретных акций на коротких временных интервалах.

- Для того чтобы решить проблему в определенной области, эксперту недостаточно просто обладать суммой знаний о фактах и принципах в этой области. Например, опытный специалист знает, какого рода информацией нужно располагать для формулировки того или иного суждения, насколько надежны различные источники информации и как можно расчленить сложную проблему на более простые, которые можно решать более или менее независимо. Выявить в процессе собеседования такого рода знания, основанные на личном опыте и плохо поддающиеся формализации, значительно сложнее, чем получить простой перечень каких-то фактов или общих принципов.
- Экспертный анализ даже в очень узкой области, выполняемый человеком, очень часто нужно поместить в довольно обширный контекст, который включает и многие вещи, кажущиеся эксперту само собой разумеющимися, но для постороннего отнюдь таковыми не являющиеся. Возьмем для примера эксперта-юриста, который принимает участие в судебном процессе. Очень трудно очертить количество и природу знаний общего рода, которые оказываются вовлечены в расследование того или

Представление знаний

Представление знаний — еще одна функция экспертной системы. Теория представления знаний — это отдельная область исследований, тесно связанная с философией формализма и когнитивной психологией. Предмет исследования в этой области — методы ассоциативного хранения информации, подобные тем, которые существуют в мозгу человека. При этом основное внимание, естественно, уделяется логической, а не биологической стороне процесса, опуская подробности физических преобразований.

## 1.2. Синтаксис и семантика представления семейных отношений

Основная часть представления знаний, на которую часто даже не обращают особого внимания, состоит в том, что представление должно каким-то образом "стандартизировать" семантическое разнообразие человеческого языка. Вот несколько предложений.

"Сэм — отец *Билла*". "*Сэм — Биллов отец*". "*Биллов отец — Сэм*".

"*Отцом Билла является Сэм*".

Все эти фразы выражают одну и ту же мысль (семантически идентичны). При машинном представлении этой мысли (знания) мы стараемся найти более простой метод сопоставления формы и содержания, чем в обычном человеческом языке, т.е. добиться того, чтобы выражения с одинаковым (или похожим) содержанием были одинаковыми и по форме. Например, все приведенные выше фразы могут быть сведены к выражению в такой форме: отец (сэм, билл).

В семантике этого выражения должно быть специфицировано (наряду с прочими вещами) и то, что первое имя принадлежит родителю, а второе — потомку, а не наоборот.

Можно также заметить, что предложения

### Управление процессом поиска решения

При проектировании экспертной системы серьезное внимание должно быть уделено и тому, как осуществляется доступ к знаниям и как они используются при поиске решения [Davis, 1980, a]. Знание о том, какие знания нужны в той или иной конкретной ситуации, и умение ими распорядиться — важная часть процесса функционирования экспертной системы. Такие знания получили наименование *метазнаний* — т.е. знаний о знаниях. Решение нетривиальных проблем требует и определенного уровня *планирования* и *управления* при выборе, какой вопрос нужно задать, какой тест выполнить, и т.д.

Использование разных стратегий перебора имеющихся знаний, как правило, оказывает довольно существенное влияние на характеристики эффективности программы. Эти стратегии определяют, каким способом программа отыскивает

решение проблемы в некотором пространстве альтернатив (см. главы 2 и 3). Как правило, не бывает так, чтобы данные, которыми располагает программа работы с базой знаний, позволяли точно "выйти" на ту область в этом пространстве, где имеет смысл искать ответ.

Большинство формализмов представления знаний может быть использовано в разных *режимах управления* (см. врезку 1.3), и разработчики экспертных систем продолжают экспериментировать в этой области. В последующих главах будут описаны системы, которые специально подобраны таким образом, чтобы проиллюстрировать отличия в существующих подходах к решению проблемы управления. В каждой из представленных систем есть что-нибудь полезное для студентов, специализирующихся в области разработки и исследования экспертных систем.

#### Разъяснение принятого решения

Вопрос о том, как помочь пользователю понять структуру и функции некоторого сложного компонента программы, связан со сравнительно новой областью взаимодействия человека и машины, которая появилась на пересечении таких областей, как искусственный интеллект, промышленная технология, физиология и эргономика. На сегодня вклад в эту область исследователей, занимающихся экспертными системами, состоит в разработке методов представления информации о поведении программы в процессе формирования цепочки логических заключений при поиске решения.

Представление информации о поведении экспертной системы важно по многим причинам.

- Пользователи, работающие с системой, нуждаются в подтверждении того, что в каждом конкретном случае заключение, к которому пришла программа, в основном корректно.
- Инженеры, имеющие дело с формированием базы знаний, должны убедиться, что сформулированные ими знания применены правильно, в том числе и в случае, когда существует прототип.

- Экспертам в предметной области желательно проследить ход рассуждений и способ использования тех сведений, которые с их слов были введены в базу знаний. Это позволит судить, насколько корректно они применяются в данной ситуации.
- Программистам, которые сопровождают, отлаживают и модернизируют систему, нужно иметь в своем распоряжении инструмент, позволяющий заглянуть в "ее нутро" на уровне более высоком, чем вызов отдельных языковых процедур.
- Менеджер системы, использующей экспертную технологию, который в конце концов несет ответственность за последствия решения, принятого программой, также нуждается в подтверждении, что эти решения достаточно обоснованы.

Способность системы объяснить методику принятия решения иногда называют прозрачностью системы. Под этим понимается, насколько просто персоналу выяснить, что делает программа и почему. Эту характеристику системы следует рассматривать в совокупности с режимом управления, о котором шла речь в предыдущем разделе, поскольку последовательность этапов принятия решения тесно связана с заданной стратегией поведения. Более подробно связь этих характеристик будет рассмотрена в главе 16.

Отсутствие достаточной прозрачности поведения системы не позволит эксперту повлиять на ее производительность или дать совет, как можно ее повысить. Прослеживание и оценка поведения системы — задача довольно сложная и для ее решения необходимы совместные усилия эксперта и специалиста по информатике (подробно этот вопрос рассматривается в главах 3, 13 и 17).

## **Тема 6. Базовые информационные технологии (2 часа)**

### Лекция № 6

Введение в компьютерную графику

**Компьютерная графика.** Области применения компьютерной графики

Компьютерная или машинная графика - это область информатики, предметом изучения которой является создание и воспроизведение изображения с помощью ЭВМ. Компьютерная графика включает в себя всю совокупность методов и приемов для преобразования с помощью ЭВМ данных в графическое представление или графического представления в данные.

Диапазон применения компьютерной графики весьма широк: от чрезвычайно популярных в настоящее время видеоигр до систем проектирования с помощью компьютеров мостов и автомобилей. Приведем некоторые области жизнедеятельности человека, где используются ее достижения.

Компьютерная графика нашла широкое применение как средство художественного оформления, в частности для создания художественных кинофильмов, телерекламы, видеоклипов музыкальных исполнителей. Отметим, что все подобного типа графические изображения получают с помощью пассивной или неинтерактивной графики, которая не дает зрителю возможности вмешиваться в действия ЭВМ. Однако если предоставить пользователю устройства для манипуляции изображением, например клавиатуру или мышь, которые способны передавать управляющие сигналы в ЭВМ, то такая графика становится интерактивной.

Интерактивная компьютерная графика предусматривает двусторонний обмен информацией между ЭВМ и пользователем. После того как получен сигнал от входного устройства (клавиатуры, мыши, джойстика), ЭВМ соответствующим образом преобразует генерируемое изображение. Пользователь же воспринимает это просто как мгновенное изменение наблюдаемой им картинки в ответ на поданный сигнал. Он может ввести целую последовательность команд, каждая из которых вызывает определенную реакцию ЭВМ, соответствующим образом трансформирующую изображение. Действуя таким образом, пользователь ведет с ЭВМ своего рода диалог.

Среди множества применений интерактивной машинной графики есть и такие, которые имеют отношение к обеспечению безопасности нашей жизни. Например, графические системы используются уже много лет при подготовке пило-

тов гражданских авиалиний. Значительную часть тренировочного времени пилоты проводят не в воздухе, а на земле за пультами управления авиатренажера. Такой тренажер представляет собой выполненный в натуральную величину макет кабины летчика со всеми штатными приборами и устройствами. Кроме того, в кабину встроены экраны дисплеев, на которых воспроизводятся генерируемые ЭВМ ландшафты местности, наблюдаемые пилотом в процессе взлета или посадки самолета. Эти изображения изменяются, создавая полную иллюзию движения самолета. Применение авиатренажеров при подготовке пилотов имеет целый ряд преимуществ по сравнению с проведением реальных полетов. Благодаря им обеспечивается экономия топлива, устраняется риск катастрофы, создается возможность ознакомления летчиков с особенностями многих местных и зарубежных аэропортов.

Еще более важную роль интерактивная машинная графика играет в электронной промышленности. Количество компонентов в стандартной интегральной микросхеме типа тех, что используются в ЭВМ, столь велико, что разработчику требуется несколько недель, чтобы только начертить ее вручную. Не меньше времени уходит и на ее перечерчивание, если в схему вносятся серьезные изменения. За счет внедрения интерактивных графических систем затраты времени на получение чертежей сокращаются во много раз. Кроме того, с помощью ЭВМ инженер может осуществлять проверку спроектированной схемы и вносить необходимые коррективы, причем эти операции занимают считанные минуты. Бурный прогресс микропроцессорной техники (и снижение ее цены) во многом обязан применению при ее создании достижений интерактивной компьютерной графики.

Было приведено только два примера промышленного использования интерактивной компьютерной графики, позволяющей решать технические задачи, реализация которых другими способами потребовала бы чрезмерно больших расходов. Однако имеется и множество других проблем, решаемых с помощью интерактивной графики либо более эффективно, либо с меньшими затратами. Например, архитектор, используя интерактивный графический терминал, полу-

чает возможность сравнивать различные варианты проекта; при этом он может проанализировать множество альтернативных решений, что без ЭВМ ему сделать было бы не под силу. Ученый, занимающийся молекулярной биологией, может выводить на экран изображения молекул и исследовать их внутреннюю структуру. Строители городов и транспортных магистралей могут использовать ЭВМ для построения карт и планов, снабженных дополнительной информацией, необходимой при проведении планировочных работ.

Особо отметим важную роль компьютерной графики в современной медицине. Можно назвать две крупные области применения машинной графики в здравоохранении: средства диагностики и телеметрия.

Как известно, диагностике в современной медицине отводится решающая роль. Открытие рентгеновских лучей в 1895 году сыграло поистине революционную роль в медицине. В марте 1998 года отмечали 25-летие клинического применения компьютерной томографии.

Среди методов современной медицинской визуализации рентгеновская компьютерная томография является на сегодняшний день одним из самых эффективных, с одной стороны, и технически сложным и дорогостоящим - с другой.

Компьютерная томография - метод рентгенологического исследования, заключающийся в круговом просвечивании объекта рентгеновским излучением и последующем построении с помощью быстродействующих ЭВМ послойного изображения объекта.

Компьютерные томографы широко используются в кардиологических, онкологических, реанимационных и рентгенорадиологических отделениях для диагностики целого ряда заболеваний: при нарушении мозгового кровообращения, при исследовании черепа, черепно-мозговых травм, при инфаркте и кровоизлиянии в мозг, заболеваниях сердца и внутренних органов. Динамическое сканирование позволяет более эффективно использовать методы компьютерной томографии при онкологических заболеваниях.

Все, кому хотя бы раз приходилось лечиться у стоматолога, наверняка запомнили процедуру получения рентгеновского снимка больного зуба: завернутую в бумажку пленку помещают в рот, облучают зуб с помощью рентгеновского аппарата и затем долго ждут, пока лаборант обработает снимок в темной комнате. Сегодня в мире пленочные дентальные системы стремительно вытесняются компьютерными, позволяющими вести исследования с помощью специально вводимого в полость рта твердотельного детектора, заменяющего собой пленку.

В результате применения компьютерных систем в стоматологии снижается в 8-10 раз доза облучения радиацией. Кроме того, пациент может наблюдать изображение на экране монитора, контролируя ход лечения.

Последние годы стали годами бурного развития новой отрасли на стыке медицины и информатики: телемедицины. Конечно, преимущественно разработками компьютерных технологий в области здравоохранения занимаются признанные зарубежные специалисты электронной техники и программного обеспечения. Однако есть успехи и у отечественных производителей. В качестве примера приведем компанию «Геолинк», которая возникла в 1987 году и к настоящему времени освоила значительную долю рынка электрокардиографических систем.

В 1996 году «Геолинк» совместно с Московской медицинской академией им. И. М. Сеченова разработал портативный (размером с пачку сигарет) электрокардиограф индивидуального пользования с автономным питанием, позволяющий регистрировать, сохранять в электронной памяти и при необходимости передавать электрокардиограмму по телефону для получения квалифицированной консультации врача или вызова специализированной кардиологической помощи. Для этого нужно лишь зажать прибор между ладонями, а затем, после набора номера медицинского учреждения, поднести его к телефонной трубке. При этом электрокардиограф издает звуковой сигнал, в котором в закодированном виде содержится как сама ЭКГ, так и информация о пациенте. Снабжен-

ный соответствующим адаптером телефон в медучреждении расшифровывает полученную запись и передает ее на монитор компьютера врачу.

Новейшие компьютерные технологии используются для получения, хранения и отображения медицинских изображений. На смену рентгеновским снимкам, вот уже 100 лет используемых в практике рентгено-радиологических отделений, приходят цифровые изображения и цифровые системы архивирования и передачи медицинских изображений (PACS - Picture Archiving and Communication Systems).

Использование этих систем позволяет:

- одновременно анализировать изображения, полученные при разных видах обследования в разное время;
- обеспечить быстрый доступ к необходимым изображениям и работу с ними в реальном времени пользователя;
- поддерживать обработку изображений, облегчающую их анализ и интерпретацию;
- обеспечивать проведение оперативных консультаций и телеконференций со специалистами из других медицинских подразделений.

По прогнозам медиков в XXI веке применение компьютерных технологий в здравоохранении полностью перевернет наше представление о медицине. На каждого пациента будет заведена база данных, из которой за считанные секунды можно будет извлечь результаты анализов, рентгеновские снимки, сравнить и обработать графические изображения. Все это поможет принять правильное решение при необходимости лечения.

В заключение перечислим некоторые области применения компьютерной графики:

1. Моделирование и мультипликация. Изготовление с помощью ЭВМ мультфильмов, демонстрирующих поведение различных моделируемых объектов (течение потока жидкости и газа, ядерные и химические реакции, деформация конструкций при нагрузке, работа двигателя и его частей, моделирование различных ситуаций, в том числе аварий).

2. Тренажеры. Программы, позволяющие моделировать движение космических аппаратов, самолетов, автомобилей и среду, в которой движется аппарат, в том числе облака, туман, ночные огни и т.д.
3. Системы инженерного автоматизированного проектирования (чертежи и т.д.).
4. Диагностика в медицине и телемедицина.
5. Управление технологическими процессами. Программы графического отображения работы цехов, предприятий, объектов.
6. Публикация газет, журналов, книг.
7. Искусство и реклама.
8. Разработка графического интерфейса - среды диалога между пользователем и компьютером.

## 1.2. Развитие компьютерной графики

Вывод изображения на экран персонального компьютера (сначала текста, формул, а затем и простейших рисунков) был шагом становления компьютерной графики. В настоящее время наблюдаются две основные тенденции в ее развитии:

- придание изображению необходимой реалистичности;
- придание изображению необходимой динамики.

Для создания такого изображения необходимо соответствующее программное обеспечение. Вывод изображения на экран дисплея и разнообразные действия с ним, в том числе и визуальный анализ, требуют от пользователя известной геометрической грамотности. Геометрические понятия, формулы и факты, относящиеся прежде всего к плоскому и трехмерному случаям, играют в задачах компьютерной графики особую роль. Геометрические соображения, подходы и идеи в соединении с постоянно расширяющимися возможностями вычислительной техники являются неиссякаемым источником существенных продвижений на пути развития компьютерной графики, ее эффективного использования в научных и иных исследованиях.

Таким образом, для развития компьютерной графики необходимо соответствующее математическое обеспечение. Математическое обеспечение компьютерной графики - методы и алгоритмы моделирования геометрических образов и решения геометрических задач на ЭВМ.

При всем разнообразии методов формирования изображения существует лишь два вида компьютерной графики: точечная (растровая) и объектно-ориентированная (векторная). Такое деление обуславливается различным описанием изображения, различными способами преобразования изображения, а также различными способами его получения и вывода.

**Растровые изображения.** Растровые изображения состоят из массива маленьких точек (пикселей), размещенных в большой сетке. Пиксели могут иметь разный цвет, их количество также может быть разным. Любое изображение всегда состоит из множества точек. Это единственный способ передачи мельчайших деталей и плавных цветовых переходов фотореалистического изображения.

Пиксели - дискретные точки на экране монитора, с помощью которых составляется любое текстовое или графическое изображение.

Растровое изображение характеризуется тремя основными признаками: размер, глубина пикселей и цветовая модель. Растровые изображения представляют собой большую сетку с маленькими квадратными ячейками наподобие шахматной доски или кафельной стены в ванной. Размер изображения определяется количеством пикселей (элементарных ячеек сетки) по его ширине и высоте. Если шахматная доска имеет восемь клеток в ширину и восемь в высоту, то размер сетки компьютерного экрана может составлять, например, 640 на 480 пикселей. Пиксельный размер растрового изображения может быть любым и ограничивается лишь возможностями устройства видеоввода, объемом дискового пространства и пределами вашего терпения: чем больше пикселей в изображении, тем больше памяти оно требует, тем медленнее реакции программы на ваши действия.

Поскольку растровое изображение состоит из множества маленьких одноцветных элементов (точек), редактирование сводится к изменению их цвета. Для

редактирования точечных изображений существует множество специализированных программ. Допустим, речь идет о графическом редакторе (например, Photoshop). Инструменты создания и редактирования точечных изображений сродни инструментам художника (карандаш, кисть, аэрограф и т.п.) и фотографа (маски, ретушь, экспозиция и т.п.). Чем большим количеством точек описывается изображение, тем оно подробнее, реалистичней. Количество точек, описывающих изображения, приходящееся на единицу длины, называется разрешением изображения. Трансформация точечного изображения может привести к потерям в качестве. Например, увеличение размеров точечного изображения снизит его разрешение, а следовательно, и качество.

Растровое изображение высокого качества требует много памяти для хранения информации о цвете множества описывающих его точек. Например, для хранения обложки цветного журнала требуется не менее 40 Мбайт оперативной памяти (RAM), чтобы разместить в ней обрабатываемое изображение с двойным запасом. Разумеется, и вычислительная мощность компьютера должна быть достаточной, чтобы справиться с обработкой такого количества данных.

Практически все растровые изображения формируются на основе информации, поступающей из трех источников: устройств ввода видеосигнала (сканеры, видеокамеры или цифровые камеры), рисовальных программ и графических редакторов (таких, как Photoshop) и программ для создания снимков экрана (таких, как Exposure Pro, System и др.). Изображения, созданные с помощью одного из таких средств, относятся к растровой графике.

Объектно-ориентированная графика. Объектно-ориентированная графика представляет изображение в виде совокупности контуров. По сравнению с растровой, объектно-ориентированная, или векторная, графика и сложнее и проще одновременно. Например, вместо того чтобы формировать прямоугольник из тысяч или миллионов пикселей, векторная графика обходится одной фразой, которая в переложении на понятный язык будет выглядеть примерно так: «нарисовать прямоугольник такого-то размера и поместить его туда-то». Подобный способ описания изображений гораздо эффективней и экономичнее. В то же

время векторное изображение может включать множество разнотипных объектов - линий, прямоугольников, кругов, кривых, многоугольников и текстовых блоков, каждый из которых имеет собственный набор таких атрибутов, как толщина линии, цвет заливки, цвета градиентов, особенности форматирования текста и т.д.

Разницу между тем, как описывают изображения программы объектно-ориентированной и растровой графики, поможет понять следующая аналогия. На вопрос: «Как пройти к такому-то месту?» первая ответит: «Пройдите три квартала, у дома №7 сверните направо и пройдите еще пять кварталов». Программа же растровой графики ответит так: «Сделайте шаг, потом еще один, потом еще...».

Как правило, объектно-ориентированная графика создается программами двух категорий: иллюстрационными (Freehand, Canvas, Illustrator и др.) и автоматизированного проектирования (AutoCad и т.п.). С векторной графикой работают также программы построения диаграмм и некоторые другие.

Инструменты программ редактирования векторных изображений напоминают чертежные инструменты (графические примитивы, линии, заливки и др.).

Векторные изображения легко поддаются редактированию и трансформации (вращению, масштабированию) без ущерба качества, поскольку они состоят из контуров, описываемых известными математическими формулами.

Все графические устройства отображения также делятся на две большие группы: растровые устройства и векторные устройства. Большинство устройств, подключаемых к ПК, - растровые устройства, представляющие графические образы как шаблоны точек. Эта группа включает видеоадаптеры, матричные и лазерные принтеры. Группа векторных устройств, отображающих графические образы с использованием линий, в основном, состоит из плоттеров.

Большую часть графической информации, выводимой с помощью компьютера, пользователь может наблюдать на экране дисплея. Дисплей на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) является растровым устройством и представляет любое изображение в виде совокупности пикселей.

Растровый монитор - прибор, в котором текст или рисунок формируется электронным лучом, периодически сканирующим экран с образованием на нем стандартных строк развертки.

В заключение этого раздела приведем некоторые сведения, касающиеся понятий света и цвета в компьютерной графике, являющихся основополагающими понятиями.

Свет представляет собой непрерывный поток волн с различными длинами и различными амплитудами. Само понятие цвета тесно связано с тем, как человек (человеческий глаз) воспринимает свет; можно сказать, что цвет зарождается в глазу.

Наиболее распространены дисплеи на базе ЭЛТ. В основу способа формирования цветного изображения дисплеем с ЭЛТ положено важнейшее свойство цветового зрения - трехкомпонентность цветового восприятия изображения. Это означает, что все цвета могут быть получены смешением трех основных цветов: красного - R (Red), зеленого - G (Green) и синего - B (Blue) или сокращенно RGB.

Основы кодирования цвета. В силу того что любой цвет является комбинацией трех основных цветов - красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue), эти три цвета называются первичными аддитивными, так как:

- они не разлагаются на цветовые компоненты;
- сочетаясь в разных пропорциях, первичные компоненты воспроизводят весь спектр цветов.

В цифровых компьютерах «вес» каждого цвета должен быть представлен некоторой дискретной величиной. В простейшем случае для кодирования каждого из основных цветов достаточно по одному биту (1 - цвет включен, 0 - цвет выключен), называемыми битами R, G и B. Из трех основных цветов с двоичным кодированием получаются 8 цветовых комбинаций, показанных на рисунке 1.

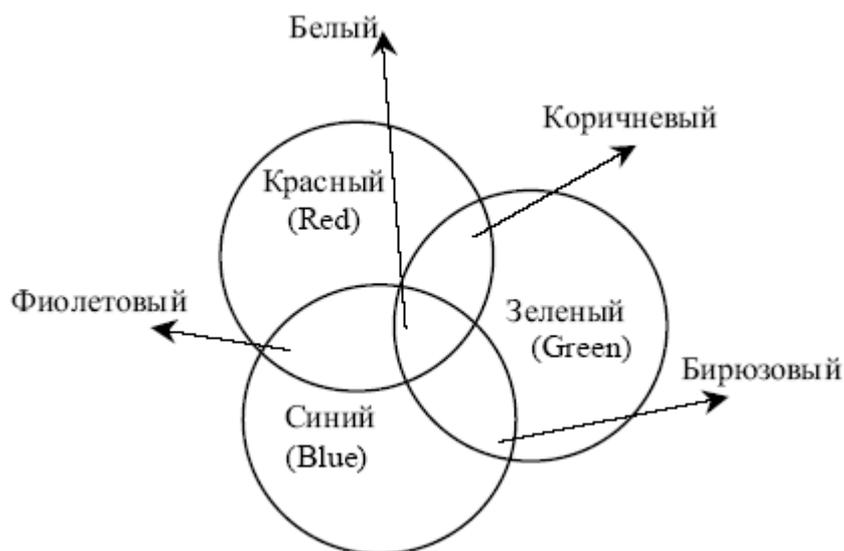


Рис. 1. Возможные комбинации аддитивных первичных цветов

Таблица 1

Кодирование цвета четырьмя битами

В 16-цветном режиме можно пользоваться всеми цветами с номерами от 0 до Fh. В видео-адаптере EGA имеются режимы, в которых для	Значение кода	IRGB	Цвет	Компоненты
	0	0000	Черный	Нет
	1h	0001	Синий	Синий
	2h	0010	Зеленый	Зеленый
	3h	0011	Бирюзовый	Зеленый + синий
	4h	0100	Красный	Красный
	5h	0101	Фиолетовый	Красный + синий
	6h	0110	Коричневый	Красный + зеленый
	7h	0111	Белый	Красный + зеленый + синий
	8h	000	Серый	I
	9h	001	Голубой	I + синий
	Ah	010	Салатовый	I + зеленый
	Bh	011	Светло-бирюзовый	I + зеленый + синий
	Ch	100	Розовый	I + красный
	Dh	101	Светло-фиолетовый	I + красный + синий
	Eh	110	Желтый	I + красный + зеленый
	Fh	111	Ярко-белый	I + красный + зеленый + синий

кодирования каждого из основных цветов отведено по два бита, т.е. полный цвет кодируется 6 битами RrGgBb (00 - цвет включен, 01 -слабый цвет, 10 - обычный цвет, 11 - яркий). Такое кодирование расширяет общее число цветов до 64.

В видеоадаптере VGA введены режимы, в которых для кодирования каждого из основных цветов отведено по 6 бит, тем самым общее число бит, кодирующих один пиксел, достигло 18, а возможное число цветов возросло до огромной величины - свыше 256 тысяч.

Аналогично в видеоадаптере SVGA можно наблюдать на экране 65536 цветов, в данном режиме (High Color) пиксел кодируется 16 битами. В режиме True Color каждый пиксел кодируется 24 битами; в этом случае на экране можно отобразить 16,7 миллионов оттенков цвета.

Жидкокристаллические дисплеи, появившиеся в последние годы, -новый шаг в развитии графических средств отображения информации. При создании такого рода дисплеев применяется другой способ формирования изображения и другой метод кодировки цветов. Экран жидкокристаллического дисплея состоит из элементов, представляющих собой прозрачную анизотропную жидкость, заключенную между двумя электродами. Сами элементы свет не излучают, но в глубине экрана размещается источник внешнего света, и анизотропная жидкость способна менять свой коэффициент отражения при подаче на электроды напряжения. Таким образом, часть света поглотится жидкостью, а пользователь видит только прошедшие через жидкость компоненты света, которые образуются путем вычитания поглощенных цветовых компонент из белого света. Такой экран должен состоять из слоев элементов анизотропной жидкости голубого (Cyan), пурпурного (Magenta) и желтого (Yellow) цветов. Эти цвета называют первичными субтрактивными, и они являются первичными для цветовой модели CMY.

При прохождении белого света через каждый слой жидкости происходит поглощение (вычитание) цвета, и проходящий свет становится темнее. Для получения белого цвета аддитивные цвета надо складывать, а субтрактивные -

вычитать. Жидкость голубого цвета (Cyan) целиком поглощает красный цвет (Red), пурпурного (Magenta) - зеленый, желтого (Yellow) - синий. При сложении голубого, пурпурного и желтого цветов максимальной интенсивности получается черный цвет. При комбинации (вычитании из белого) первичных субтрактивных цветов можно получить комбинации цветов, представленные на рисунке 2.

В цветной печати используются модели CMY (Cyan, Magenta, Yellow) и CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, black).

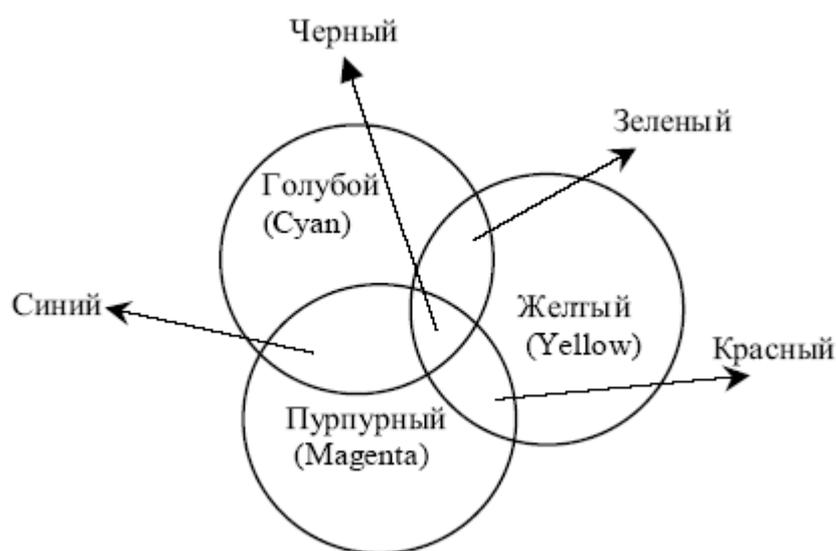


Рис. 2. Возможные комбинации первичных субтрактивных цветов

Когда на поверхность бумаги наносится голубой цвет, красный цвет, падающий на бумагу, полностью поглощается и т.д. По ряду причин использование трех красителей для получения черного цвета оказывается неудобным. Поэтому его просто добавляют к трем базовым цветам. Так получается модель CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black).

Существуют и другие цветовые модели. Одна из них - модель HSV (Hue - тон, Saturation - насыщенность, Value - яркость) - больше ориентирована на работу с человеком, тогда как модели RGB, CMY и CMYK ориентированы на работу с цветопередающей аппаратурой и для задания цвета человеком неудобны. Модель HSV позволяет задавать цвета, опираясь на интуитивные понятия тона, насыщенности и яркости.

### 1.3. Общая структура аппаратных средств

Современные программные средства машинной графики требуют от компьютера очень большой производительности. Поэтому для развития компьютерной графики необходимо соответствующее техническое обеспечение.

Техническое обеспечение компьютерной графики - специализированные компоненты ЭВМ и устройства ввода, вывода и отображения графики.

В первую очередь эффективность работы персонального компьютера определяется характеристиками его центрального процессора. К наиболее важным характеристикам относятся: тип (поколение, серия), тактовая частота, особенности архитектуры и т.д. Серия процессоров Pentium (1993 год) и Pentium Pro (1995 год) существенно улучшили характеристики процессоров четвертого поколения (486). Процессоры Intel Pentium с технологией MMX, с тактовой частотой 166, 200 и 233 МГц являются дополнением к семейству Pentium. Скорость работы традиционных приложений в системах с процессором Pentium с технологией MMX на 10-20% больше, чем в системах с процессором Pentium той же тактовой частоты. Приложения, разработанные для технологии MMX, реализуют дополнительную производительность, которую обеспечивает данная технология, позволяя использовать богатую цветовую гамму, более реалистичную графику, полноэкранное видео, высококачественный звук и т.д.

Следующим представителем семейства процессоров Pentium являются процессоры Pentium II. Они обладают высокой производительностью, объединяя в себе расширенные возможности Pentium Pro и технологию MMX.

Одной из новейших разработок компании Intel является процессор Pentium III (1999 год). Перечислим некоторые возможности использования систем с процессором Intel Pentium III применительно к областям компьютерной графики:

- 1) кодирование и декодирование MPEG-2 в реальном времени (MPEG - стандарт видеокompрессии);
- 2) работа с трехмерной графикой;
- 3) создание сложных графических эффектов;

4) эффективная работа в сети Internet с аппаратной поддержкой графики и звука.

Основным графическим устройством, с которым чаще всего приходится работать, является видеосистема компьютера. Видеосистема (видеоподсистема) - это комплекс, предназначенный для формирования изображений, которые выводятся на экран монитора (включая и сам монитор). Видеосистема состоит из 3-х основных частей: видеоадаптера, обладающего цифровой памятью (или видеопамятью), дисплея и программного обеспечения. Видеопамять подробно рассмотрена в разделе 2.4.

Дисплей и видеоадаптер образуют аппаратные средства видеосистемы.

Дисплей (монитор) - средство оперативного отображения информации в ЭВМ, созданное на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), жидкокристаллических индикаторов или газоразрядных приборов.

Для формирования цветных изображений и передачи их на экран требуется большая вычислительная мощность. При низких скоростях вывода быстро меняющееся изображение перестает быть плавным и слитным: «картинка» дергается, наблюдается запаздывание, фрагменты изображения «выпадают». Иногда подобные эффекты могут проявляться очень сильно, особенно при выводе в графических режимах на полный экран.

Качество изображения на экране монитора зависит как от скорости вывода, так и от разрешения, количества цветов и оттенков и т.д. Разрешение дисплея (не путать с разрешением изображения!) - это количество возможных строк и столбцов изображения, составленного из минимальных элементов - пикселей (цветных точек), выводимых на экран монитора компьютера. Разрешение дисплея принято обозначать в виде произведения двух чисел. Например, разрешение 640\*480 означает, что экран представляет собой растр из 480 строк, по 640 пикселей в каждой строке.

Вывод сигналов изображения из компьютера на дисплей осуществляется через специальные платы - видеоадаптеры. Поэтому дисплей должен иметь возможность работы с видеоадаптером. Существуют разные стандарты для совмест-

ной работы дисплея и видеоадаптера: EGA, VGA, SVGA и др. Адаптер, поддерживающий тот или иной стандарт работы (например, VGA), часто называют адаптером VGA.

В рамках каждого из используемых стандартов подключения и вывода видеоданных системой видеоадаптер - дисплей (EGA, VGA, SVGA и т.д.) существует несколько режимов, обеспечивающих работу с разным разрешением. Например, для VGA и SVGA - 640\*480, 800\*600, 1024\*768, 1280\*1024 при разном количестве цветов. В этом случае целесообразно использовать многочастотные мониторы, обеспечивающие качественное и устойчивое изображение при разных разрешениях.

Видеоадаптер (видеокарта) - прибор для формирования сигналов (числа, символы, сигналы синхронизации и т.п.), способный ускорить выполнение графических операций. Другие названия видеоадаптеров: видеоплаты, видеокарты, контроллеры или просто адаптеры дисплея и т.д. Как правило, видеоадаптеры имеют собственные быстродействующие специализированные видеопроцессоры и чипсеты. Кроме того, они имеют внутренние шины, специальные BIOS и буферные элементы памяти.

Качество изображения определяется как программами, так и стандартом используемых видеоадаптера и монитора. Стандарты CGA и EGA уже устарели и неперспективны, хотя CGA- и EGA-мониторы до сих пор эксплуатируются в ранее выпущенных ПК.

В настоящее время широко распространены стандарты VGA и SVGA. Видеоадаптеры, удовлетворяющие этим стандартам, позволяют обеспечить совместимость современного аппаратно-программного обеспечения с программами, разработанными для более ранних видеоадаптеров, таких как CGA, EGA, HGA и т.д. Благодаря такой совместимости старые программы, не предназначенные непосредственно для VGA, также можно выполнять на компьютерах с VGA- и SVGA-видеоадаптерами и с VGA- и SVGA-мониторами. Однако необходимо учитывать, что старые видеомониторы, например CGA и EGA, не функционируют под управлением VGA-видеоадаптера.

Современный видеоадаптер все в большей степени приобретает черты универсального мультимедийного устройства, интегрирующего потоки графической, звуковой и видеоинформации. Реализация таких видеоадаптеров производится только на аппаратном уровне.

Кратко опишем возможности видеоадаптера, снабженного графическим сопроцессором.

При использовании графических приложений по системной шине передаются огромные объемы данных. Процессор занят не только обработкой этих данных, но и выполнением графических команд обработки изображения, поэтому графическая карта тормозит работу компьютера. Для устранения этого недостатка в настоящее время разработаны карты - ускорители, в которых имеется отдельный процессор (графический контроллер или ускоритель), выполняющий параллельно центральному процессору строго определенные графические команды, разгружая его. Центральный процессор выдает в сопроцессор команды высокого уровня, называемые графическими примитивами. Примерами таких команд служат пересылка блока видеоинформации, формирование отрезка прямой, рисование окружности, изменение масштаба, заполнение конкретной области пикселями с заданным цветом и т.д. Благодаря специализации процессора эти операции выполняются намного быстрее по сравнению с их реализацией программами центрального процессора.

Поскольку такие видеоадаптеры применяются для приложений, ориентированных на сложную графику, например, приложения Windows, то их называют картами с ускорителем Windows. Примером является видеоадаптер XGA (Extended Graphic Array). Видеоадаптеры, которые были традиционными ускорителями двумерной графики (2-D), в новых условиях призваны быть ускорителями видеографики и трехмерной графики (3-D), придающими компьютеру черты графической рабочей станции. Их возможности ярко проявляются в интерактивных мультимедийных приложениях. Именно на эти операции и расходуется основное время видеоадаптера, поэтому 3-D-ускорение предполагает аппаратную поддержку. Аппаратная реализация видео- и 3-D-графики предъяв-

ляет повышенные требования к видеопамяти и пропускной способности. В наиболее производительных моделях видео- и 3-D-ускорителей используется память WRAM (Windows RAM), а также 128-разрядная архитектура.

Особо следует отметить, что существенное увеличение скорости вывода данных на дисплей достигается использованием в компьютере высокоскоростных шин. С целью повышения скорости вывода изображения на экран была создана 32-разрядная локальная шина VESA local bus (VLB), дополняющая стандартную системную шину ISA (или EISA) при обмене данными процессора с видеоадаптером. Локальная шина VLB и ее альтернативный вариант - локальная шина PCI - обладают высокой скоростной способностью данных и управляющих сигналов.

Использование для ускорения вывода изображения на экран локальной шины VLB является удачным стандартным решением для большинства ПК с процессором 486. Для некоторых ПК с процессором 486 и практически для всех ПК с Pentium применяется шина PCI. Для систем с процессорами Celeron, Pentium II и Pentium III в настоящее время стандартным решением является шина AGP.

AGP (Accelerated Graphics Port - ускоренный графический порт) - это новая 32-разрядная шина передачи информации в компьютере. Она обеспечивает передачу больших объемов видеоинформации (трехмерная графика, полноэкранный видео и т.п.) с высокой скоростью, ранее недоступной с помощью шины PCI. Интерфейс AGP оптимизирован с целью достижения максимальной производительности компьютеров с высокопроизводительными процессорами класса Pentium II.

Использование для видеоадаптеров шин ISA или EISA можно рассматривать как устаревшее и неперспективное решение.

Видеопамять (составная часть видеоадаптера) представляет собой область оперативной памяти, которая предназначена для хранения текста или графической информации, выводимой на экран.

Экранное разрешение и возможное количество цветов зависят от объема видеопамяти на плате видеоадаптера VGA и SVGA. Как правило, стандартной ве-

личиной (начальной величиной - точкой отсчета) для VGA является 256 Кбайт, для SVGA - 512 Кбайт. При 512 Кбайт для SVGA разрешение составляет 1024\*768, 16 цветов; при 1 Мбайт для SVGA - 1024\*768, 256 цветов; при 2 Мбайт - 1280\*1024, 256 цветов.

Существенно увеличить производительность компьютера позволяет использование наиболее «быстрых» типов оперативной памяти, т.е. памяти с минимальным временем доступа. В течение достаточно большого времени выпускался только один тип динамической памяти DRAM (Dynamic Random Access Memory). Память Video RAM (VRAM) была специально разработана для обеспечения непрерывных потоков данных в процессе обновления видеозэкранов, что необходимо для обеспечения высокого качества изображения. Для этого на стандартной DRAM был добавлен последовательный порт. В то время как данные читаются из последовательного порта, средства DRAM могут принимать или отправлять информацию.

Помимо VRAM распространен и другой тип двухпортовой памяти Windows RAM (WRAM). Память WRAM гораздо производительнее, чем память VRAM (более чем на 25%). Так же как и память VRAM, память WRAM содержит два порта, позволяя графическим операциям выполняться одновременно с обновлением экрана. WRAM создана специально для видеоадаптеров. Она имеет несколько дополнительных возможностей, обеспечивающих высокую скорость пересылки данных.

Для того чтобы компьютер успешно справлялся с обработкой графических данных, недостаточно иметь мощную видеоподсистему, высокопроизводительную дисковую подсистему и быстрый процессор.

Важно, чтобы все они были сбалансированы по производительности.

Необходимость решения современных специфических задач, связанных с обработкой графических изображений, привела к выделению отдельного класса компьютеров - графических станций.

Графические станции - это узкоспециализированные профессиональные системы, предназначенные для проведения различных дизайнерских и проектиро-

вочных работ. Они широко применяются в полиграфии, кино и видеоиндустрии, а также в различных областях науки и техники.

Графические станции можно разделить по типу решаемых ими задач на четыре основных класса:

- обработка 2D-графики;
- обработка 3D-графики;
- CAD/CAM системы (CAD-Computer Aided Design, или системы автоматизации проектирования; CAM - Computer Aided Manufacturing, или системы автоматизации производства);
- обработка видеоизображений.

Под 2D-графикой обычно понимается создание и воспроизведение плоских изображений. Они используются в полиграфии, при обработке иллюстраций и фотографий, в двумерных видеоиграх. Для продуктивной работы с этим видом графики требуется высокопроизводительный 2D-ускоритель. При больших объемах графических данных может возникнуть необходимость в увеличении оперативной памяти.

3D-графика - это графика объемных форм. Она позволяет получать трехмерное изображение объекта с учетом освещения и характеристик его поверхности. Ее часто используют при создании игр (например, Quake), видеоклипов, моделировании ландшафтов (с исследовательскими и военными целями) в авиационных и транспортных тренажерах-имитаторах, для создания «виртуальных миров».

CAD/CAM системы предназначены для моделирования сложного технического изделия и технологии его производства. Наиболее типичные применения - проектирование микросхем, электронных плат, автомобилей, самолетов, архитектурных сооружений.

Обработка видеоизображений используется для издания и монтажа видеороликов и рисованных фильмов.

## **Тема 7-8. Телекоммуникационные технологии (4 часа)**

## Лекции № 7-8

Вопросы: Архитектура компьютерных сетей: одноранговая архитектура, классическая архитектура «клиент-сервер», архитектура «клиент-сервер» на основе Web-технологии. Способы доступа к Интернету. Адресация в Интернете. Глобальная сеть Интернет. Структура Интернет. Система адресации в Интернет. Семиуровневая модель открытых систем. Способы организации передачи информации – электронная почта. Службы Интернет: Gopher, телеконференции Usenet, передача файлов с помощью протокола FTP, WWW – всемирная информационная сеть, поисковые системы в Интернет. Общение в сети Интернет (IRC, ICQ, IP-телефония). Доменный адрес.

Особенности организации локальных сетей

Информационные системы, построенные на базе компьютерных сетей, обеспечивают решение следующих задач: хранение данных, обработка данных, организация доступа пользователей к данным, передача данных и результатов обработки данных пользователям.

В системах централизованной обработки эти функции выполняла центральная ЭВМ.

Компьютерные сети реализуют распределенную обработку данных. Обработка данных в этом случае распределена между двумя объектами: клиентом и сервером.

Клиент - задача, рабочая станция или пользователь компьютерной сети.

В процессе обработки данных клиент может сформировать запрос на сервер для выполнения сложных процедур, чтение файла, поиск информации в базе данных и т.д.

Сервер выполняет запрос, поступивший от клиента. Результаты выполнения запроса передаются клиенту. Сервер обеспечивает хранение данных общего пользования, организует доступ к этим данным и передает данные клиенту.

Клиент обрабатывает полученные данные и представляет результаты обработки в виде, удобном для пользователя. В принципе обработка данных может

быть выполнена и на сервере. Для подобных систем приняты термины - система клиент-сервер или архитектура клиент-сервер.

Архитектура клиент-сервер может использоваться как в одноранговых локальных вычислительных сетях, так и в сети с выделенным сервером.

### 2.3.1. Одноранговая сеть

В такой сети нет единого центра управления взаимодействием рабочих станций и нет единого устройства для хранения данных. В одноранговой сети все компьютеры равноправны, каждый компьютер функционирует и как клиент, и как сервер. Пользователи самостоятельно решают, какие данные на своем компьютере сделать общедоступными. Сетевая операционная система распределена по всем рабочим станциям. Каждая станция может обслуживать запросы от других рабочих станций и направлять свои запросы на обслуживание в сеть.

Пользователю сети доступны все устройства, подключенные к другим станциям (диски, принтеры).

Одноранговая сеть характеризуется рядом стандартных решений:

- компьютеры расположены на рабочих столах пользователей;
- пользователи сами выступают в роли администраторов и обеспечивают защиту информации;
- для объединения компьютеров в сеть применяется простая кабельная система.

Целесообразность применения

Одноранговая сеть вполне подходит там, где:

- количество пользователей не превышает 10 человек;
- пользователи расположены компактно;
- вопросы защиты данных не критичны;
- в обозримом будущем не ожидается значительного расширения фирмы и, следовательно, сети.

Если эти условия выполняются, то, скорее всего, выбор одноранговой сети будет более правильным, чем выбор сети на основе сервера.

Достоинства одноранговых сетей: низкая стоимость и высокая надежность.

Недостатки одноранговых сетей:

- зависимость эффективности работы сети от количества станций;
- сложность управления сетью;
- сложность обеспечения защиты информации;
- трудности обновления и изменения программного обеспечения станций.

В такие операционные системы, как Microsoft Windows NT Workstation, Microsoft Windows for Workgroups и Microsoft Windows 95, встроена поддержка одноранговых сетей. Поэтому, чтобы установить одноранговую сеть, дополнительного программного обеспечения не требуется.

Популярностью пользуются и одноранговые сети на базе сетевых операционных систем LANtastic, NetWare Lite.

Методы доступа и протоколы передачи данных в локальных сетях

В различных сетях существуют различные процедуры обмена данными между рабочими станциями. Эти процедуры называют протоколами передачи данных.

Международный институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electronics Engineers-IEEE) разработал стандарты для протоколов передачи данных в локальных сетях - стандарты IEEE802. Для нашей страны представляют практический интерес стандарты IEEE802.3, IEEE802.4 и IEEE802.5, которые описывают методы доступа к сетевым каналам данных.

Наиболее распространенные методы доступа: Ethernet, Arcnet и Token Ring реализованы соответственно на стандартах IEEE802.3, IEEE802.4 и IEEE802.5. (Для простоты изложения далее используются названия методов доступа, а не стандартов.)

Метод доступа Ethernet. Этот метод, разработанный фирмой Xerox в 1975 г., обеспечивает высокую скорость передачи данных и надежность.

Для данного метода доступа используется топология «общая шина». Поэтому сообщение, отправляемое одной рабочей станцией, принимается одновременно всеми остальными станциями, подключенными к общей шине. Но сообщение предназначено только для одной станции (оно включает в себя адрес станции

назначения и адрес отправителя). Та станция, которой предназначено сообщение, принимает его, остальные игнорируют.

Ethernet является методом множественного доступа с прослушиванием несущей и разрешением коллизий (конфликтов). Перед началом передачи каждая рабочая станция определяет, свободен канал или занят. Если канал свободен, станция начинает передачу данных.

Ethernet не исключает возможности одновременной передачи сообщений двумя или несколькими станциями. Аппаратура автоматически распознает такие конфликты, называемые коллизиями. После обнаружения конфликта станции задерживают передачу на короткое время. Для каждой станции его продолжительность своя. После задержки передача возобновляется. Реально конфликты приводят к снижению быстродействия сети только в том случае, когда работают 80-100 станций.

Метод доступа Arcnet. Этот метод доступа разработан фирмой Datapoint Corp. Он тоже получил широкое распространение, в основном благодаря тому, что оборудование Arcnet дешевле, чем оборудование Ethernet или Token -Ring. Arcnet используется в локальных сетях с топологией «звезда». Один из компьютеров создает специальный маркер (специальное сообщение), который последовательно передается от одного компьютера к другому. Если станция должна передать сообщение, она, получив маркер, формирует пакет, дополненный адресами отправителя и назначения. Когда пакет доходит до станции назначения, сообщение «отцепляется» от маркера и передается станции.

Метод доступа Token Ring. Этот метод разработан фирмой IBM; он рассчитан на кольцевую топологию сети. Данный метод напоминает Arcnet, так как тоже использует маркер, передаваемый от одной станции к другой. В отличие от Arcnet при методе доступа Token Ring предусмотрена возможность назначать разные приоритеты разным рабочим станциям.

### Способы доступа к Интернету

В настоящее время существуют три основных способа соединения, которые могут быть реализованы как для больших компаний, так и для индивидуальных

пользователей. Дадим краткую характеристику существующих возможностей подключения к Интернету.

#### 3.4.1. Прямое подключение к Интернету

Прямое соединение (часто называемое выделенным соединением)

- соединение, при котором частное лицо или компания подключается к магистральным каналам (backbone) Интернета через выделенную машину, называемую шлюзом.

Соединение обычно организуется с использованием выделенной телефонной линии. Шлюз становится частью архитектуры Интернета и должен оставаться доступным постоянно. При этом вы можете использовать компьютер, находящийся в той же сети, что и шлюз, для обращения ко всем услугам Интернета.

Обычно выделенные соединения предполагают большие объемы трафика (трафик - это объем информации, передаваемый по сети и измеряемый в битах). Выделенные соединения обычно используются большими корпорациями, которые хотят предоставить служащим доступ к Интернету. Для индивидуального использования или маленькой компании такой способ доступа является слишком дорогим удовольствием, прежде всего из-за высокой стоимости установки и сопровождения.

#### 3.4.2. Соединение через чужой шлюз

Альтернативный способ соединения с Интернетом через шлюз предполагает использование "дружественной" машины или сети. Корпорация или образовательное учреждение, которые имеют шлюз Интернета, могут разрешить вам доступ в Интернет через их систему, обычно с использованием соединения с помощью модема. Однако в настоящее время многие организации отказываются от предоставления подобных услуг, так как такой вид подключения дает доступ к их локальным сетям.

Если вам повезло и удалось найти компанию или университет, которые позволят использовать их сеть для выхода в Интернет, вы просто соединяетесь с их узлом связи в сети или со шлюзом. В большинстве случаев это выглядит так, как если бы ваш компьютер подключался к сети сервис-провайдера. Обычно

при этом вы получаете неограниченный доступ к услугам Интернета, хотя некоторые компании устанавливают ограничения.

#### Программное обеспечение

Узнайте у сервис-провайдера, будет ли работать ваше программное обеспечение, или вы должны использовать программы, предлагаемые сервис-провайдером.

#### Защита информации

Вопрос защиты информации, которому часто не уделяется должного внимания, весьма важен для обеспечения безопасности работы в сети. Вряд ли вы хотите, чтобы кто-либо мог просматривать вашу электронную корреспонденцию или знать, какие статьи телеконференций вы читаете. Узнайте у сервис-провайдера, как обеспечивается защита информации и поддерживается ли какой-либо способ шифрования важных почтовых сообщений.

#### Техническая поддержка

Техническая поддержка работоспособности подключения обычно представляет собой очень важную проблему. Имеет смысл узнать, какую поддержку вы можете ожидать от технической службы сервис-провайдера (если таковая предусматривается).

Не рассчитывайте, что если вы считаете себя опытным пользователем компьютера, то вам не понадобится техническая поддержка. Услуги Интернета имеют множество нюансов в использовании, поэтому очень важно получить квалифицированную помощь при возникновении трудностей.

#### 3.4.5. Заключение договора с поставщиком услуг Интернета

Когда вы выбрали поставщика услуг Интернета, вы заключаете с ним договор. Мы предлагаем типовой перечень сведений, которые вы должны получить после заключения договора.

#### Модемные телефоны

Номера телефонов, по которым ваш модем будет устанавливать соединение. Лучше использовать многоканальные номера, так как вам будет легче дозвониться, не перебирая множество номеров.

Имя пользователя для подключения к Интернету

Часто имя пользователя используется не только для подключения, но и при образовании различных адресов, например, пользователь с именем user, подключенный к поставщику provider, скорее всего, будет иметь адрес электронной почты user@provider.ru.

Пароль

Уникальный пароль, который вы не должны никому показывать.

Тип соединения SLIP или PPP

Возможен вариант выбора в меню того или иного протокола.

Адрес электронной почты

Чаще всего в качестве адреса используется имя пользователя, после которого добавляется символ @, название поставщика услуг и код России ru. Но возможны и варианты.

Адреса почтовых серверов

Для работы почты в общем случае используются два сервера. Если указан один адрес, то его следует указать в качестве адреса обоих серверов.

Адрес сервера новостей

Если для подключения к серверу новостей требуются идентификатор и пароль, следует уточнить, отличаются ли они от ваших основных идентификатора и пароля.

Как узнать о состоянии счета

Адрес Web-страницы, на которой будет находиться информация о состоянии вашего счета.

Правила работы

Инструкция, если она предлагается, о правилах работы с данным поставщиком услуг.

Телефон для консультаций

Всегда возможны нестандартные ситуации, и обязательно надо знать телефон службы технической поддержки поставщика услуг.

Всю информацию лучше получить на бумаге, а не узнавать по телефону. На слух вы можете неправильно определить те или иные данные.

Таким образом, перед настройкой подключения вы должны иметь листок с записанными на нем вышеперечисленными параметрами. Пароль, однако, не рекомендуется записывать на бумаге.

### Адресация в Интернете

Чтобы можно было однозначно обозначить любой компьютер в Интернете, применяется специальная система адресов, называемая IP-адресами. Каждый компьютер получает свой уникальный адрес, который используется при пересылке информации. Адреса в Интернете могут быть представлены как последовательностью цифр, так и именем, построенным по определенным правилам. Компьютеры при пересылке информации используют цифровые адреса, а пользователи в работе с Интернетом используют в основном имена.

Хотя нет центра управления Интернетом, есть организации, занимающиеся проверкой и выдачей адресов. Так что вы не можете самостоятельно, ни с кем не посоветовавшись, присвоить себе любой адрес.

Цифровые адреса в Интернете состоят из четырех чисел, каждое из которых не превышает двухсот пятидесяти шести. При записи числа отделяются точками, например: 194.84.93.10 или 200.5.78.175. Адрес состоит из нескольких частей. Начало адреса определяет часть Интернета, к которой подключен компьютер, а окончание - адрес компьютера в этой части сети. Цифровыми адресами пользуются только при настройке программ для работы с Интернетом, а затем пользуются именами.

В Интернете применяется так называемая доменная система имен. В доменной системе имена назначаются путем возложения на различные группы пользователей ответственности за подмножество имен. Каждый уровень в такой системе называется доменом. Домены отделяются друг от друга точками, например: `www.microsoft.com` или `home.managers.company.ru`. Рассмотрим на примере принцип образования адреса (рис. 3.5).

В обычных почтовых адресах используется последовательное уточнение страны, города, улицы и дома, в который следует доставить письмо. Также и в Интернете доменная система имен использует принцип последовательных уточнений. Домен верхнего уровня располагается в имени правее, а домен



Рис. 3.5. Структура адреса в сети Интернет

нижнего уровня - левее. В нашем примере домен верхнего уровня ru указывает на то, что речь идет о российской части Интернета. Но в России множество пользователей Интернета, и следующий уровень определяет организацию, которой принадлежит данный адрес.

В нашем случае это фирма company. Интернет-адрес этой фирмы будет company.ru. Все компьютеры, подключенные к Интернету в этой фирме, объединяются в группу, имеющую такой адрес. Подразделению менеджеров в компании выделен свой домен с именем manager. Его полное имя будет, соответственно, manager.company.ru. Одному из компьютеров в данном подразделении присвоено имя home. В результате полный Интернет-адрес этого компьютера будет home.manager.company.ru.

Доменная система образования адресов гарантирует, что во всем Интернете больше не найдется другого компьютера с таким же адресом.

В имени может быть любое число доменов, но чаще всего используются имена с количеством доменов от трех до пяти.

Для доменов нижних уровней можно использовать любые адреса, но для доменов самого верхнего уровня существует соглашение. В системе адресов Интернета приняты домены, представленные географическими регионами. Они имеют имя, состоящее из двух букв.

Пример. Географические домены некоторых стран:

Франция - fr;

Канада - ca;

США - us;

Россия - ru.

Существуют и домены, разделенные по тематическим признакам. Такие домены имеют трехбуквенное сокращенное название. Например: Учебные заведения - edu. Правительственные учреждения - gov. Коммерческие организации - com.

При работе в Интернете чаще всего используются не просто доменные адреса, а универсальные указатели ресурсов, называемые URL (Ю Эр Эль) - Universal Resource Locator. URL - это адрес любого ресурса в Интернете вместе с указанием того, с помощью какого протокола следует к нему обращаться, какую программу следует запустить на сервере и к какому конкретному файлу следует обратиться на сервере.

Общий вид URL:

протокол у/хост-компьютер/имя файла.

Начальная часть URL, заканчивающаяся двоеточием, задает метод доступа (протокол) к ресурсу. Например: http, ftp, gopher. В большинстве случаев используется протокол http - Hyper Text Transfer Protocol (протокол передачи гипертекста). Две наклонные черты после двоеточия указывают, что далее следует адрес хост-компьютера. Далее указывается полный путь к файлу (директория и имя файла).

Примером указателя может быть <http://www.microsoft.com/ie>.

Название протокола `http` в начале указывает, что далее следует адрес WEB-страницы, а название `ie` в конце указателя описывает каталог с именем `ie` на сервере [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com).

Или `ftp://ftp.funet.fi/`

Протокол `ftp`, имя хост-компьютера `ftp.funet.fi`.

Примером указателя может быть `http://www.microsoft.com/ie`. Название протокола `http` в начале указывает, что далее следует адрес WEB-страницы, а название `ie` в конце указателя описывает каталог с именем `ie` на сервере `www.microsoft.com`.

подавляющее большинство крупных фирм имеют свои страницы в Интернете. Даже не зная точного адреса, часто его можно угадать. В большинстве случаев адрес состоит из имени `www`, указывающего на тип информации, собственного имени компании и имени `com`. Например, если вы хотите найти в Интернете фирму Philips, то, скорее всего, ее адрес будет [www.philips.com](http://www.philips.com).

## Тема 9. Офисная техника (2 часа)

### Лекция № 9

Вопросы: Основные внешние устройства ПК. Электронная почта. Основные внешние устройства ПК.

**Клавиатура** - важнейшее для пользователя устройство, с помощью которого осуществляется ввод данных, команд и управляющих воздействий в ПК. На клавишах нанесены буквы латинского и русского алфавитов, десятичные цифры, математические, графические и специальные служебные знаки, знаки препинания, наименования некоторых команд, функций и др. В зависимости от типа ПК назначение клавиш, их обозначение и размещение могут варьироваться.

Чаще всего клавиатура содержит 101 клавишу, но встречаются еще старые клавиатуры с 84 клавишами и новые, удобные для использования в системе Windows, клавиатуры со 104 клавишами. Имеются клавиатуры со встроенными манипуляторами типа "трекбол" (Track Ball) и др. Появилось сообщение фирмы

Data Hand System о разработке экономичной, сокращающей движения руки 5-клавишной клавиатуры: четыре клавиши для ввода букв и цифр и одна клавиша манипулятора. Каждая клавиша имеет пять направлений движения: влево, вправо, вперед, назад и вниз. При работе кисть руки удобно лежит в специальном углублении, а клавишами управляют лишь кончики пальцев.

**Видеомонитор**, дисплей или просто монитор - устройство отображения текстовой и графической информации на экране (в стационарных ПК - на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), в портативных ПК - на плоском жидкокристаллическом экране).

**Принтеры** (печатающие устройства) - это устройства вывода данных из ЭВМ, преобразующие информационные ASCII-коды в соответствующие им графические символы (буквы, цифры, знаки и т.п.) и фиксирующие эти символы на бумаге.

Принтеры являются наиболее развитой группой ВУ ПК, насчитывающей до 1000 различных модификаций. Принтеры разнятся между собой по различным признакам:

- цветность (черно-белые и цветные);
- способ формирования символов (знакопечатающие и знаковосинтезирующие);
- принцип действия (матричные, термические, струйные, лазерные);
- способы печати (ударные, безударные) и формирования строк (последовательные, параллельные);
- ширина каретки: с широкой (375 - 450 мм) и узкой (250 мм) каретками;
- длина печатной строки (80 и 132 - 136 символов);
- набор символов (вплоть до набора символов ASCII);
- скорость печати;
- разрешающая способность, наиболее употребительной единицей измерения является dpi (dots per inch) - количество точек на дюйм.

Внутри ряда групп можно выделить по несколько разновидностей принтеров, например широко применяемые в ПК матричные знаковосинтезирующие принтеры.

ры по принципу действия могут быть ударными, термографическими, электрографическими, электростатическими, магнитографическими и др.

Среди ударных принтеров часто используются литерные, шаровидные, лепестковые (типа "ромашка"), игольчатые (матричные) и др.

Печать у принтеров может быть посимвольная, построчная, постраничная. Скорость печати варьируется от 10 - 300 зн./с (ударные принтеры) до 500 - 1000 зн./с и даже до нескольких десятков (до 20) страниц в минуту (безударные лазерные принтеры); разрешающая способность - от 3 - 5 точек на миллиметр до 30 - 40 точек на миллиметр (лазерные принтеры).

Многие принтеры позволяют реализовать эффективный вывод графической информации (с помощью символов псевдографики). Сервисные режимы печати: плотная печать с двойной шириной, с подчеркиванием, с верхними и нижними индексами, выделенная печать (каждый символ печатается дважды), печать за два прохода (второй раз символ печатается с незначительным сдвигом) и многоцветная (до 100 различных цветов и оттенков) печать.

В матричных принтерах изображение формируется из точек ударным способом, поэтому их более правильно называть ударно-матричные принтеры. Тем более что и прочие типы знаковосинтезирующих принтеров тоже чаще всего используют матричное формирование символов, но безударным способом. Тем не менее "матричные принтеры" - это их общепринятое название, поэтому и будем его придерживаться.

Матричные принтеры могут работать в двух режимах - текстовом и графическом. В текстовом режиме на принтер посылаются коды символов, которые следует распечатать, причем контуры символов выбираются из знакогенератора принтера.

Струйные принтеры - в печатающей головке этих принтеров вместо иголок имеются тонкие трубочки - сопла, через которые на бумагу выбрасываются мельчайшие капельки красителя (чернил). Это безударные печатающие устройства. Матрица печатающей головки обычно содержит от 12 до 64 сопел. В последние годы созданы струйные принтеры, обеспечивающие разрешающую

способность до 20 точек/мм и скорость печати до 500 зн/с при отличном качестве печати, приближающемся к качеству лазерной печати. Имеются цветные струйные принтеры.

Лазерные принтеры - в них применяется электрографический способ формирования изображений, используемый в одноименных копировальных аппаратах. Лазер служит для создания сверхтонкого светового луча. Луч вычерчивает на поверхности предварительно заряженного светочувствительного барабана контуры невидимого точечного электронного изображения. Электрический заряд стекает с засвеченных лучом лазера точек на поверхности барабана. После проявления электронного изображения порошком красителя (тонера), налипающего на разряженные участки, выполняется печать. Это перенос тонера с барабана на бумагу и закрепление изображения на бумаге разогревом тонера до его расплавления.

Лазерные принтеры обеспечивают наиболее качественную печать с разрешением до 50 точек/мм (1200dpi) и скорость печати до 1000зн./с. Широко используются цветные лазерные принтеры. Например, лазерный принтер фирмы Tektronix (США) Phaser 550 имеет разрешение и по горизонтали, и по вертикали 1200 dpi; скорость цветной печати - 5 страниц формата А4 в минуту, скорость монохромной печати - 14 стр./мин.

**Сканер** - это устройство ввода в ЭВМ информации непосредственно с бумажного документа. Можно вводить тексты, схемы, рисунки, графики, фотографии и другую графическую информацию.

Сканеры являются важнейшим звеном электронных систем обработки документов и необходимым элементом любого "электронного стола". Записывая результаты своей деятельности в файлы и вводя информацию с бумажных документов в ПК с помощью сканера с системой автоматического распознавания образов, можно сделать реальный шаг к созданию систем безбумажного делопроизводства.

Модем - это устройство сопряжения компьютера и обычной телефонной линии. Компьютер вырабатывает дискретные электрические сигналы (то есть по-

следовательности двоичных знаков 0 и 1), а по телефонным линиям информация передается в аналоговой форме (то есть в виде сигнала, уровень которого меняется непрерывно, а не дискретно). Поэтому можно сказать, что модемы выполняют, в сущности, цифро-аналоговое преобразование (и обратное преобразование). При передаче модемы налагают цифровые сигналы компьютера на непрерывную несущую частоту телефонной линии (модулируют ее), а при получении извлекают (демодулируют) информацию и передают ее в цифровой форме в компьютер.

**Модемы** передают данные по обычным, то есть коммутируемым, телефонным каналам со скоростями от 300 до 28800 бод (1 бод= 1 бит в секунду), а по арендованным (выделенным) каналам - со скоростью 33 600 бод и выше.

Сложные модемы, кроме передачи и получения сигнала, имеют дополнительные функции, например автоматический набор номера, ответ и повторный набор и т. д. Некоторые модемы конструктивно сопряжены с телефаксами (так называемые факс-модемы,).

Следует помнить, однако, что без соответствующего коммуникационного программного обеспечения модемы не могут выполнять какую-либо полезную работу. Некоторые модемы кратко описаны в табл. 13.

По конструктивному исполнению модемы бывают встроенными (вставляемыми в системный блок компьютера) и внешними (подключаемыми через коммуникационный порт).

### **Электронная почта**

Сервис в Internet построен на модели "клиент-сервер". Сервер является программой, поддерживающей определенную услугу сети. Доступ пользователей других узлов сети Internet к этой услуге выполняется через программу-клиент. Большинство программ-клиентов обеспечивает пользователя графическим интерфейсом, что делает доступ к услуге простым и удобным. Сервер услуги позволяет организовать информацию в стандартном виде, а также принимать запросы клиентов, обрабатывать их и отправлять ответ клиенту.

Одним из средств взаимодействия пользователей в сетях является электронная почта. Различают электронную почту, применяемую в локальных и глобальных сетях. Далее будет рассмотрена глобальная система электронной почты.

К преимуществам электронной почты относятся:

- скорость и надежность доставки корреспонденции;
- относительно низкая стоимость услуг;
- возможность быстро ознакомить широкий круг корреспондентов с сообщением;
- посылка текстовых сообщений, программ, графиков, аудиофайлов;
- экономия бумаги.

Принципы работы систем электронной почты. Структура почтового сообщения

Для посылки почтового сообщения с помощью компьютера вызывается почтовая программа, указывается получатель сообщения, создается текст сообщения и дается указание программе, чтобы она выполнила его отправку. По сигналу на передачу сообщения устанавливается связь компьютера с почтовым хостом-компьютером, непосредственно включенным в ту или иную глобальную сеть. Сообщение, попадая на хост-компьютер отправителя, далее передается по каналам связи на машину получателя и там помещается в область дисковой памяти, принадлежащую адресату и называемую почтовым ящиком. Пользователь-получатель забирает поступившую почту из почтового ящика на свой компьютер и обрабатывает ее.

Любая система электронной почты состоит из двух главных подсистем:

- клиентского программного обеспечения, с которым непосредственно взаимодействует пользователь;
- серверного программного обеспечения, которое управляет приемом сообщения от пользователя-отправителя, передачей сообщения, направлением сообщения в почтовый ящик адресата и его хранением в этом ящике до тех пор, пока пользователь-получатель не возьмет его оттуда.

Серверное программное обеспечение может обрабатывать почту, подготовленную различными клиентскими группами. Например, программа Sendmail может работать с клиентскими программами Eudora, Pegasus, Netscape. Серверное программное обеспечение различается уровнями производительности, надежности, совместимости, устойчивости к ошибкам, возможностями расширения. Клиентское программное обеспечение предоставляет удобные средства для работы с почтой пользователям.

Различные клиентские почтовые программы могут быть классифицированы по разным критериям. Например, в какой операционной системе они могут работать. Сейчас получили наиболее массовое распространение продукты, работающие в ОС Windows 95. Существуют программы для пользователей систем UNIX и OS/2; на старых моделях компьютеров применяются программы, работающие под управлением MS-DOS.

Важным критерием классификации почтовых программ являются их функциональные возможности. Например, обработка мультимедийных сообщений, возможность работы с разными кодировками сообщений, наличие многопользовательского интерфейса и др. Дополнительными критериями могут являться: интерфейс пользователя, качество справочной системы, интеграция с другими пакетами, требуемое дисковое пространство для установки, цена и т.д.

Клиентские программы, несмотря на их многообразие, имеют общие функции:

- оповещение о прибытии новой почты;
- чтение входящей почты;
- создание исходящей почты;
- адресация сообщений;
- использование адресной книги, содержащей список абонентов, получающих почту;
- отправка сообщений;
- обработка сообщений и их сохранение. К обработке сообщений относятся:
- печать;
- удаление;

- переадресация письма;
- сортировка;
- архивирование сообщений;
- хранение связанных сообщений.

Любое сообщение состоит из заголовка и непосредственного тела сообщения.

У почтового сообщения следующая структура: - заголовок: адреса, тема, дата отправки и др.; - тело сообщения: текст; - электронная подпись.

Заголовок включает: адрес получателя письма; ваш обратный адрес; тему письма; дату и время отправки письма; адресаты, которые получают копию письма; список файлов, посылаемых вместе с письмом.

На рис. 4.8 представлен фрагмент окна подготовки сообщения и его составные части на экране.

Кроме электронной почты, с помощью Internet можно:

- передавать файлы;
- получать услуги сети через удаленный компьютер;
- поддерживать телеконференции, в том числе в реальном времени.

## 6. Методические указания для проведения и выполнения лабораторных занятий.

### Тема 1. Основы работы с Mathcad

Цель работы – научить пользоваться простейшими методами вычислений с использованием современных информационных технологий. Наиболее подходящей для этой цели является одна из самых мощных и эффективных математических систем – MathCAD.

#### Методика проведения работы

Задания для выполнения работы

#### Упражнение 1. Вычислить

$$\sqrt{100} = \quad |-10| = \quad 10! =$$

**Упражнение 2.** Определить переменные:  $a:=3.4$ ,  $b:=6.22$ ,  $c:=0.149$  (причем  $c$  - глобально) и выражения:

$$Z := \frac{2ab + \sqrt[3]{c}}{\sqrt{(a^2 + b^{a+c}) \cdot c}} \quad N := e^{\sin c} \cos \frac{a}{b}.$$

- Вычислить выражения.

- С помощью команды **Формат -> Результат -> Формат чисел -> Число знаков** изменить точность отображения результатов вычисления *глобально*.

**Упражнение 3.** Вывести на экран значение *системной константы*  $\pi$  и установить максимальный формат ее отображения *локально*.

**Упражнение 4.** Выполнить следующие операции с комплексными числами:

$$Z := -3 + 2i \quad |Z| = \quad \operatorname{Re}(Z) = \quad \operatorname{Im}(Z) = \quad \arg(Z) =$$

$$\sqrt{Z} = \quad \sqrt{-5} = \quad 2 \cdot Z = \quad Z1 := 1 + 2i \quad Z2 := 3 + 4i$$

$$Z1 + Z2 = \quad Z1 - Z2 = \quad Z1 \cdot Z2 = \quad Z1/Z2 =$$

**Упражнение 4.** Выполнить следующие операции.

$$i := 1 .. 10 \quad \sum_i i = \quad \prod_i (i+1) = \quad \int_0^{0.4} x^2 \cdot \lg(x+2) dx = \quad \int_{0.8}^{1.2} \frac{\operatorname{ctg} 2x}{(\sin 2x)^2} dx = \quad x := 2$$

$$\frac{d}{dx} x^5 = \quad \frac{d}{dx} \sin(x) =$$

**Упражнение 6.** Определить векторы  $d$ ,  $S$  и  $R$  через дискретный аргумент  $z$ . Отобразить графически таблично заданные функции  $S_j(d)$  и  $R_j(d)$ , используя команду **Вставка=>График=>X-Y Зависимость**. Чтобы оформить график, необходимо выполнить следующие команды:

- Щелкнуть левой клавишей мыши на графике, чтобы выделить его. Затем щелкнуть правой клавишей мыши, при этом появится контекстное меню в котором необходимо выбрать команду **Формат** (появится диалоговое окно "**Formatting Currently Selected X-Y Plot**").
- Нанести линии сетки на график (**Оси X-Y ==>Вспом. линии**) и отобразить легенду (**След=>Скрыть легенду**)
- Отформатировать график так, чтобы в каждой узловой точке графика функции  $S_j(d)$  стоял знак вида  $D$  (**След^Символ^box**), а график функции  $R_j(d)$  отобразить в виде гистограммы (**След=>Тип^bar**).

$i$	$d_i$	$S_i$	$R_i$
0	0.5	3.3	2
1	1	5.9	3.9
2	1.5	7	4.5
3	2	6.3	3.7
4	2.5	4.2	1.2

**Упражнение 7.** Построить декартовы (X-Y Зависимость) и полярные (Полярные Координаты) графики следующих функций:

$$X(\alpha) := \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)$$

$$Y(\alpha) := 1.5 \cos(\alpha)^2 - 1$$

$$P(\alpha) := \cos(\alpha).$$

Для этого необходимо определить  $\alpha$  как дискретный аргумент на интервале от 0 до  $2 \cdot \pi$  с шагом  $\pi/30$ . Определить по графику X-Y Зависимость координаты любой из точек пересечения графиков  $Y(\alpha)$  и  $P(\alpha)$ , для этого необходимо:

- Выделить график и выбрать из контекстного меню **Масштаб** (появится диалоговое окно "**X-Y Zoom**") для увеличения части графика в области точки пересечения.
- На чертеже выделить пунктирным прямоугольником окрестность точки пересечения графиков  $Y(\alpha)$  и  $P(\alpha)$ , которую нужно увеличить.
- Нажать кнопку **Масштаб+**, чтобы перерисовать график.
- Чтобы сделать это изображение постоянным, выбрать ОК.
- Выбрать из контекстного меню Трассировка (появится диалоговое окно "**X-Y Trace**").

- Внутри чертежа нажать кнопку мыши и переместить указатель мыши на точку, чьи координаты нужно увидеть.
- Выбрать **Сору X** (или **Сору Y**), на свободном поле документа набрать  $X_{per} :=$  (или  $Y_{per} :=$ ) и выбрать пункт меню **Правка -> Вставка**.

Вычислить значения функций  $X(\alpha)$  и  $Y(\alpha)$  при  $\alpha := \pi/2$ .

**Упражнение 8.** Используя команду **Вставка -> Матрица** создать матрицу  $Q$  размером  $6 \times 6$ , заполнить ее произвольно и отобразить графически с помощью команды **Вставка -> График -> Поверхности**.

**Упражнение 9.** Построить график поверхности (**Поверхности**) и карту линий уровня (**Контурный**) для функции двух переменных

$$X(t, \alpha) := t \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha),$$

двумя способами:

1. С помощью функции *CreateMesh* (сетка размером  $40 \times 40$ , диапазон изменения  $t$  от  $-5$  до  $5$ ,  $\alpha$  - от  $0$  до  $2 \cdot \pi$ ).

2. Задав поверхность математически, для этого:

- Определить функцию  $X(t, \alpha)$
- Задать на осях переменных  $t$  и  $\alpha$  по 41 точке

$i:=0..40 \quad j:=0..40$ .

для переменной  $t_i$  со значениями, изменяющимися от  $-5$  до  $5$  с шагом  $0.25$

$$t_i := -5 + 0.25 \cdot i,$$

а для переменной  $\alpha_j$  - от  $0$  до  $2 \cdot \pi$  с шагом  $\pi/20$

$$\alpha_j := \pi/20 \cdot j.$$

- Определить матрицу

$$M_{i j} := X(t_i, \alpha_j)$$

и отобразить ее графически.

С помощью команды **Формат** контекстного меню вызвать диалоговое окно **"Формат 3-D графика"** и изменить:

- характеристики просмотра (**Общее -> Вид -> Вращение, Наклон**),
- цвета и линии поверхности (**Внешний Вид -> Свойства линии, Свойства заливки**),
- параметры осей (**Оси**),
- вид заголовка графика (**Название**).

**Упражнение 10.** Отобразить графически пересечение поверхностей.

$$f1(x, y) := \frac{(x + y)^2}{10} \quad \text{и} \quad f2(x, y) := 5 \cdot \cos\left(\frac{x - y}{3}\right)$$

Матрицы для построения поверхностей задать с помощью функции *CreateMesh*, значения факультативных параметров не указывать. Выполнить однотонную заливку для поверхностей, выбрав из контекстного меню команду **Формат**. Также из контекстного меню выбрать эффекты **Туман, Освещение, Перспектива**.

**Упражнение 11.** Используя переменную **FRAME** и команду **Вид -> Анимация**, создать анимационные клипы с помощью данных приведенных в Таблице 1.

**Таблица 1-Варианты упражнения 11**

№ варианта	Переменные и функции	FRAME	Тип графика
1	$x := 0, 0.1 .. 30$ $f(x) := x + \text{FRAME}$	от 0 до 20	График Полярные Координаты
2	$i := 0 .. \text{FRAME} + 1$ $g_i := 0.5 \cdot i \cdot \cos(i)$ $h_i := i \cdot \sin(i)$ $k_i := 2 \cdot i$	от 0 до 50	3D точечный график границы на осях Min Max x - 50 50 y - 50 50 z 0 50 В метке для ввода матрицы укажите (g, h, k)
3	$i := 0 .. 20 \quad j := 0 .. 20$ $f(x,y) := \sin(x^2 + y^2 + \text{FRAME})$ $x_i := -1.5 + 0.15 \cdot i$ $y_j := -1.5 + 0.15 \cdot j$ $M_{ij} := f(x_i, y_j)$	от 0 до 50	График Поверхности В метке для ввода матрицы укажите M
4	$r := \text{FRAME}$ $R := 6$ $n := 0 .. 20 \quad m := 0 .. 20$ $v_n := \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{r+1} \quad w_m := \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{r+1}$ $x_{mn} := (R + r \cdot \cos(v_n)) \cdot \cos(w_m)$ $y_{mn} := (R + r \cdot \cos(v_n)) \cdot \sin(w_m)$ $z_{mn} := r \cdot \sin(v_n)$	от 0 до 20	График Поверхности (границы на всех осях установить от -11 до 11) В метке для ввода матрицы укажите (x, y, z)

## Тема 2. Вычисления в Mathcad

Цель работы – научить пользоваться простейшими методами вычислений и решений уравнений средствами Mathcad .

### Методика проведения работы

#### Задания для выполнения работы

**Упражнение 1.** Построить график функции  $f(x)$  (Таблица 1) и приблизительно определить один из корней уравнения. Решить уравнение  $f(x)=0$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-4}$  с помощью встроенной функции Mathcad *root*;

**Таблица 1 —Варианты упражнения 1**

№ варианта	$f(x)$	№ варианта	$f(x)$
1	$e^{x-1} - x^3 - x$ $x \in [0, 1]$	9	$0.25x^3 + x - 2$ $x \in [0, 2]$
2	$x - \frac{1}{3 + \sin(3.6x)}$ $x \in [0, 1]$	10	$\arccos \frac{1-x^2}{1+x^2} - x$ $x \in [2, 3]$
3	$\arccos x - \sqrt{1-0.3x^3}$ $x \in [0, 1]$	11	$3x - 4 \ln x - 5$ $x \in [2, 4]$
4	$\sqrt{1-0.4x^2} - \arcsin x$ $x \in [0, 1]$	12	$e^x - e^{-x} - 2$ $x \in [0, 1]$
5	$3x - 14 + e^x - e^{-x}$ $x \in [1, 3]$	13	$\sqrt{1-x} - \operatorname{tg} x$ $x \in [0, 1]$
6	$\sqrt{2x^2 + 1.2} - \cos x - 1$ $x \in [0, 1]$	14	$1 - x + \sin x - \ln(1+x)$ $x \in [0, 2]$
7	$\cos\left(\frac{2}{x}\right) - 2\sin\left(\frac{1}{x}\right) + \frac{1}{x}$ $x \in [1, 2]$	15	$x^5 - x - 0,2$ $x \in [1, 2]$
8	$0.1x^2 - x \ln x$ $x \in [1, 2]$		

**Упражнение 2.** Для полинома  $g(x)$  (Таблица 2) выполнить следующие действия:

- 1) с помощью команды **Символы** => **Коэффициенты полинома** создать вектор  $V$ , содержащий коэффициенты полинома;
- 2) решить уравнение  $g(x) = 0$  с помощью функции *polyroots*;
- 3) решить уравнение символично, используя команду **Символы** => **Переменные** => **Вычислить**.

**Таблица 2 —Варианты упражнения 2**

№ вари- анта	$g(x)$	№ вари- анта	$g(x)$
1	$x^4 - 2x^3 + x^2 - 12x + 20$	9	$x^4 + x^3 - 17x^2 - 45x - 100$
2	$x^4 + 6x^3 + x^2 - 4x - 60$	10	$x^4 - 5x^3 + x^2 - 15x + 50$
3	$x^4 - 14x^2 - 40x - 75$	11	$x^4 - 4x^3 - 2x^2 - 20x + 25$
4	$x^4 - x^3 + x^2 - 11x + 10$	12	$x^4 + 5x^3 + 7x^2 + 7x - 20$
5	$x^4 - x^3 - 29x^2 - 71x - 140$	13	$x^4 - 7x^3 + 7x^2 - 5x + 100$
6	$x^4 + 7x^3 + 9x^2 + 13x - 30$	14	$x^4 + 10x^3 + 36x^2 + 70x + 75$
7	$x^4 + 3x^3 - 23x^2 - 55x - 150$	15	$x^4 + 9x^3 + 31x^2 + 59x + 60$
8	$x^4 - 6x^3 + 4x^2 + 10x + 75$		

**Упражнение 3.** Решить систему линейных уравнений (Таблица 3):

- 1) используя функцию *Find*;
- 2) матричным способом и используя функцию *Isolve*.

**Таблица 3 — Варианты упражнения 3**

№ варианта	Система линейных уравнений	№ варианта	Система линейных уравнений
1	$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 8 \\ 3x_1 + 3x_3 = 6 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_4 = 4 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4 \end{cases}$	9	$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -4 \\ x_1 - 3x_2 - 6x_4 = -7 \\ 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 2 \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -2 \end{cases}$
2	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 22 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 17 \\ x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 8 \\ x_1 - 2x_3 - 3x_4 = -7 \end{cases}$	10	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 26 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 34 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 26 \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26 \end{cases}$
3	$\begin{cases} 9x_1 + 10x_2 - 7x_3 - x_4 = 23 \\ 7x_1 - x_3 - 5x_4 = 37 \\ 5x_1 - 2x_3 + x_4 = 22 \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26 \end{cases}$	11	$\begin{cases} 2x_1 - 8x_2 - 3x_3 - 2x_4 = -18 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 28 \\ x_2 + x_3 + x_4 = 10 \\ 11x_2 + x_3 + 2x_4 = 21 \end{cases}$
4	$\begin{cases} 6x_1 - x_2 + 10x_3 - x_4 = 158 \\ 2x_1 + x_2 + 10x_3 + 7x_4 = 128 \\ 3x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4 = 7 \\ x_1 - 12x_2 + 2x_3 - x_4 = 17 \end{cases}$	12	$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 4x_3 + x_4 = 66 \\ 2x_2 - 6x_3 + x_4 = -63 \\ 8x_1 - 3x_2 + 6x_3 - 5x_4 = 146 \\ 2x_1 - 7x_2 + 6x_3 - x_4 = 80 \end{cases}$
5	$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 88 \\ 5x_1 + 2x_3 - 3x_4 = 88 \\ 7x_1 - 3x_2 + 7x_3 + 2x_4 = 181 \\ 3x_1 - 7x_2 + 5x_3 + 2x_4 = 99 \end{cases}$	13	$\begin{cases} 2x_1 - 3x_3 - 2x_4 = -16 \\ 2x_1 - x_2 + 13x_3 + 4x_4 = 213 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 = 72 \\ x_1 - 12x_3 - 5x_4 = -159 \end{cases}$
6	$\begin{cases} x_1 - 2x_2 - 8x_4 = -7 \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -8 \\ x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -10 \\ 2x_1 - x_2 + 2x_4 = 7 \end{cases}$	14	$\begin{cases} 7x_1 + 7x_2 - 7x_3 - 2x_4 = 5 \\ 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 8x_4 = 60 \\ 2x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 = 27 \\ 2x_1 - 2x_3 - x_4 = -1 \end{cases}$
7	$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 15 \\ -x_2 + 2x_3 + x_4 = 18 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 - 5x_4 = 37 \\ 3x_1 - 5x_2 + x_3 - x_4 = 30 \end{cases}$	15	$\begin{cases} 6x_1 - 9x_2 + 5x_3 + x_4 = 124 \\ 7x_2 - 5x_3 - x_4 = -54 \\ 5x_1 - 5x_2 + 2x_3 + 4x_4 = 83 \\ 3x_1 - 9x_2 + x_3 + 6x_4 = 45 \end{cases}$

<b>8</b>	$\begin{cases} 4x_1 - 5x_2 + 7x_3 + 5x_4 = 165 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 - x_4 = -15 \\ 9x_1 + 4x_3 - x_4 = 194 \\ x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = -19 \end{cases}$		
----------	--	--	--

**Упражнение 4.** Преобразовать нелинейные уравнения системы из Таблицы 4 к виду  $f_1(x) = y$  и  $f_2(x) = x$ . Построить их графики и определить начальное приближение решения. Решить систему нелинейных уравнений с помощью функции *Minerr*.

**Таблица 4 — Варианты упражнения 4**

№ варианта	Система нелинейных уравнений	№ варианта	Система нелинейных уравнений
<b>1</b>	$\begin{cases} \sin x + 2y = 2, \\ \cos(y - 1) + x = 0,7. \end{cases}$	<b>9</b>	$\begin{cases} \sin y + x = -0,4, \\ 2y - \cos(x + 1) = 0. \end{cases}$
<b>2</b>	$\begin{cases} \sin(x + 0,5) - y = 1, \\ \cos(y - 2) + x = 0. \end{cases}$	<b>10</b>	$\begin{cases} \sin(x + 2) - y = 1,5, \\ \cos(y - 2) + x = 0,5. \end{cases}$
<b>3</b>	$\begin{cases} \cos x + y = 1,5, \\ 2x - \sin(y - 0,5) = 1. \end{cases}$	<b>11</b>	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) - y = 2, \\ \sin y - 2x = 1. \end{cases}$
<b>4</b>	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) + y = 0,8, \\ \sin y - 2x = 1,6. \end{cases}$	<b>12</b>	$\begin{cases} \cos(x - 2) + y = 0, \\ \sin(y + 0,5) - x = 1. \end{cases}$
<b>5</b>	$\begin{cases} \sin(x - 1) = 1,3 - y, \\ x - \sin(y + 1) = 0,8. \end{cases}$	<b>13</b>	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) + y = 1, \\ \sin(y + 0,5) - x = 1. \end{cases}$
<b>6</b>	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) + y = 1, \\ \sin y - 2x = 2. \end{cases}$	<b>14</b>	$\begin{cases} \sin(x) - 2y = 1, \\ \cos(y + 0,5) - x = 2. \end{cases}$
<b>7</b>	$\begin{cases} -\sin(x + 1) + y = 0,8, \\ \sin(y - 1) + x = 1,3. \end{cases}$	<b>15</b>	$\begin{cases} 2y - \sin(x - 0,5) = 1, \\ \cos(y) + x = 1,5. \end{cases}$
<b>8</b>	$\begin{cases} \sin(x) - 2y = 1, \\ \sin(y - 1) + x = 1,3. \end{cases}$		

**Упражнение 5.** Символьно решить системы уравнений:

$$\begin{cases} 3x + 4\pi y = a, \\ 2x + y = b. \end{cases} \quad \begin{cases} 2y - \pi z = a, \\ \pi z - z = b, \\ 3y + x = c. \end{cases}$$

### Контрольные вопросы

1. Назовите способы нахождения начального приближения.
2. Какие функции для решения одного уравнения в MathCAD вы знаете? В чем их отличие?
3. Какие аргументы функции *root* не обязательны?
4. В каких случаях MathCAD не может найти корень уравнения?
5. Какая системная переменная отвечает за точность вычислений?
6. Как изменить точность, с которой функция *root* ищет корень?
7. Как системная переменная TOL влияет на решение уравнения с помощью функции *root*?
8. Назовите функции для решения систем уравнений в MathCAD и особенности их применения.
9. Опишите структуру блока решения уравнений.
10. Какой знак равенства используется в блоке решения? Какой комбинацией клавиш вставляется в документ?
11. Какие выражения не допустимы внутри блока решения уравнения?
12. Опишите способы использования функции *Find*.
13. В каких случаях MathCAD не может найти решение системы уравнений?
14. Дайте сравнительную характеристику функциям *Find* и *Minerr*.
15. Какие уравнения называются матричными?
16. Как решать матричные уравнения? Назовите способы решения матричных уравнений.
17. Как символьно решить уравнение или систему уравнений в MathCAD? Какой знак равенства используется? Какой комбинацией клавиш вставляется в документ?
18. Назовите особенности использования символьного решения уравнений.

### Тема 3. Переменные и символьные вычисления в Mathcad

Цель работы – научить пользоваться встроенными функциями и инструментами Mathcad .

#### Методика проведения работы

Задания для выполнения работы

**Упражнение 1.** Используя операцию **Символы => Расчеты => С плавающей запятой...**, представьте:

- 1) число л в 7 позициях;
- 2) число 12, 345667 в 3 позициях.

**Упражнение 2.** Выведите следующие числа в комплексной форме, используя операцию **Расчеты => Комплексные** меню **Символы**:

1)  $\sqrt{-7}$  ;

2)  $\operatorname{tg}(a \sqrt{-3})$ ;

3)  $e^{1+\frac{\pi}{4}i}$  ;

4) для выражения 3) последовательно выполните операции **Расчеты => Комплексные** и **Упростить** меню **Символы**.

**Упражнение 3.** Для полинома  $g(x)$  (см. Таблица 1) выполнить следующие действия:

- 1) разложить на множители, используя операцию **Символы => Фактор**;
- 2) подставьте выражение  $x = y + z$  в  $g(x)$ , используя операцию **Символы => Переменные => Замена** (предварительно скопировав подставляемое выражение в буфер обмена, выделив его и нажав комбинацию клавиш **Ctrl + C**);
- 3) используя операцию **Символы => Расширить**, разложите по степеням выражение, полученное в 2);
- 4) используя операцию **Символы => Подобные**, сверните выражение, полученное в 3), по переменной  $z$ .

**Таблица 1-Варианты упражнения 3**

№ варианта	$g(x)$	№ варианта	$g(x)$
1	$x^4 - 2x^3 + x^2 - 12x + 20$	9	$x^4 + x^3 - 17x^2 - 45x - 100$
2	$x^4 + 6x^3 + x^2 - 4x - 60$	10	$x^4 - 5x^3 + x^2 - 15x + 50$
3	$x^4 - 14x^2 - 40x - 75$	11	$x^4 - 4x^3 - 2x^2 - 20x + 25$
4	$x^4 - x^3 + x^2 - 11x + 10$	12	$x^4 + 5x^3 + 7x^2 + 7x - 20$
5	$x^4 - x^3 - 29x^2 - 71x - 140$	13	$x^4 - 7x^3 + 7x^2 - 5x + 100$
6	$x^4 + 7x^3 + 9x^2 + 13x - 30$	14	$x^4 + 10x^3 + 36x^2 + 70x + 75$
7	$x^4 + 3x^3 - 23x^2 - 55x - 150$	15	$x^4 + 9x^3 + 31x^2 + 59x + 60$
8	$x^4 - 6x^3 + 4x^2 + 10x + 75$		

**Упражнение 4.** Разложите выражения на элементарные дроби используя операцию **Символы => Переменные => Преобразование в частичные доли:**

$$1) \frac{6x^2 - x + 1}{x^3 - x};$$

$$2) \frac{3x^2 - 2}{(x^2 + x + 1)(x + 1)};$$

$$3) \frac{x + 1}{x(x - 1)^3};$$

$$4) \frac{5x^2 - 4x + 16}{(x^2 - x + 1)^2(x - 3)}.$$

**Упражнение 5.** Разложите выражения в ряд с заданной точностью, используя операцию **Символы => Переменные => Разложить на составляющие:**

1)  $\ln(1 + x)$ ,  $x_0 = 0$ , порядок разложения 6;

2)  $\sin(x)^2$ ,  $x_0 = 0$ , порядок разложения 6.

**Упражнение 6.** Найти первообразную аналитически заданной функции  $f(x)$  (Таблица 4), используя операцию **Символы => Переменные => Интеграция.**

**Упражнение 7.** Определить символьное значение первой и второй производных  $f(x)$  (Таблица 4), используя команду **Символы => Переменные => Дифференциалы.**

**Таблица 4- Варианты упражнений 6 и 7**

№ варианта	$f(x)$	№ варианта	$f(x)$	№ варианта	$f(x)$
1	$1/(\operatorname{tg} 2x + 1)$	6	$x^2 \cdot \operatorname{arctg}(x/3)$	11	$(2x + 3) \sin x$
2	$\cos x/(2x + 5)$	7	$e^{2x} \sin 3x$	12	$\cos 3x/(1 - \cos 3x)^2$
3	$1/(x\sqrt{x^3 + 4})$	8	$\operatorname{ctg} 2x/(\sin 2x)^2$	13	$1/(1 + x + x^2)$
4	$\sin x/(1 + \sin x)$	9	$(x + 1) \sin x$	14	$(1 + x)/(2 + x)$
5	$x^2 \cdot \lg(x + 2)$	10	$5x + x \lg x$	15	$\sqrt{1 + e^{-x}}$

### Упражнение 8.

1) Транспонируйте матрицу  $M$

$$\begin{pmatrix} 1 & a & b \\ x & 2 & c \\ x^2 & 3 & d \end{pmatrix}$$

с помощью операции **Символы :=> Матрицы => Транспонирование.**

2) Инвертируйте матрицу

$$\begin{pmatrix} 1 & y \\ x & 2 \end{pmatrix}$$

с помощью операции **Символы => Матрицы => Инвертирование.**

3) Вычислите определитель матрицы  $M$

$$\begin{pmatrix} 1 & a & b \\ x & 2 & c \\ x^2 & 3 & d \end{pmatrix}$$

с помощью операции **Символы => Матрицы => Определитель**.

**Упражнение 8.** Вычислите пределы:

1)  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 + 2 \cdot x + 5}{x^2 + 1}$

2)  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (2 \cdot \sin(x) - \cos(x) + \operatorname{ctg}(x))$

3)  $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{(x+h)^3 - x^3}{h}$

4)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x^2 - 3}}{\sqrt[3]{x^3} + 1} \rightarrow 1$

5)  $\lim_{x \rightarrow +\infty} x \cdot (\sqrt{x^2 + 1} - x)$

6)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} x \cdot (\sqrt{x^2 + 1} - x)$

7)  $\lim_{x \rightarrow 0^+} (1+x)^{\frac{1}{x}}$

8)  $\lim_{n \rightarrow \infty} - \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$

**Упражнение 9.** Задайте операторы пользователя:

1) Для пересчета единиц электрической энергии (кВт\*ч в Дж, эВ в Дж) если известно, что

$$1 \text{ кВт-ч} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ эВ} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

2) Для пересчета единиц магнитной индукции (Вб/см<sup>2</sup> в Т, Гс в Т) если известно, что

$$1 \text{ Вб/см}^2 = 1 \cdot 10^4 \text{ Т};$$

$$1 \text{ Гс} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ Т}.$$

3) Для пересчета единиц мощности (эрг/с в Вт, кгс\*м/с в Вт) если известно, что

$$1 \text{ эрг/с} = 1 \cdot 10^7 \text{ Вт};$$

$$1 \text{ кгс-м/с} = 9,80665 \text{ Вт}.$$

### Контрольные вопросы

1. Назовите способы выполнения символьных операций в MathCAD.
2. Что необходимо сделать с выражением перед применением символьных преобразований в командном режиме?
3. Перечислите символьные операции с выделенными выражениями.

4. Перечислите символьные операции с выделенными переменными.
5. Перечислите символьные операции с выделенными матрицами.
6. Перечислите символьные операции преобразования.
7. Какие параметры определяет стиль представления результатов вычислений и где он задается?
8. В каких случаях результат символьных преобразований помещается в буфер обмена?
9. Каким образом можно вычислить предел в MathCAD?
10. Для чего необходимо задание операторов пользователя? И. Как задать оператор пользователя?

**Методика выполнения работ по темам 1-3** изложена в книге «А. И. Плис, Н. А. Сливина MathCAD: математический практикум для экономистов и инженеров: учебное пособие. Москва.: «Финансы и статистика», 1999. – 656 с.: ил.

#### **Тема 4. Расчеты с помощью Mathcad**

Цель работы – закрепить навыки работы в MathCAD.

##### **Методика проведения работы**

Задания для выполнения работ

Лабораторная работа № 4 – Определение напряженности электрического поля

Задание

Дано:

Высота от земли  $h = 1,8$  м;

Фазное напряжение линии  $U_{\phi} = 500$  кВ;

Расстояние между проводами  $d = 11.5$  м;

Провода АСО-500 с радиусом  $r_0 = 1,51$  см;

Шаг расщепления  $a = 40$  см;

Высота подвеса провода на опоре  $H_n = 20$  м;

Габарит линии  $H_0 = 14$  м

Расстояние от плоскости проходящей через ось линии фазы  $B$  перпендикулярно поверхности земли до точки  $P$   $x = 25$  м.

Найти:

1) Емкость фазы относительно земли  $C$  (используя формулу 9-7, отмеченную галочкой).

2) Линейную плотность заряда провода  $\tau$ .

3) Найти модули векторов  $E_{A(+ )x}$ ,  $E_{A(- )x}$ ,  $E_{A(+ )y}$ ,  $E_{A(- )y}$ .

4) Найти модули векторов  $E_{Ax}$ ,  $E_{Ay}$ .

5) Найти все отрезки  $m$  и  $n$ .

5) Найти коэффициенты  $k_1 - k_6$ .

6) Найти комплексы напряжений фаз  $A$ ,  $B$ ,  $C$  -  $\dot{U}_A$ ,  $\dot{U}_B$ ,  $\dot{U}_C$ .

7) Найти комплексы вертикальных и горизонтальных составляющих напряженности электрического поля для всех трех фаз -  $\dot{E}_{Ax}$ ,  $\dot{E}_{Ay}$ ,  $\dot{E}_{Bx}$ ,  $\dot{E}_{By}$ ,  $\dot{E}_{Cx}$ ,  $\dot{E}_{Cy}$ .

8) Найти комплексы суммы вертикальных и горизонтальных составляющих напряженности электрического поля для всех трех фаз -  $\dot{E}_x$ ,  $\dot{E}_y$ .

9) Найти искомую напряженность электрического поля  $E$  трехфазной воздушной линии в заданной точке.

10) Определить зависимость напряженности электрического поля на расстоянии от земли равном  $1,8$  м от расстояние от плоскости проходящей через ось линии фазы  $B$  перпендикулярно поверхности земли до точки  $P$ . Выше это расстояние обозначалось  $x$ , а выполняя данный пункт эту величину необходимо переопределить и обозначить эту величину другой несистемной переменной.

Лабораторная работа № 5 – Электрическое сопротивление тела человека

Задание

1) Найти емкостное сопротивление наружного слоя кожи  $C_H$  по формуле (1-1). Где:  $\varepsilon = 150 \text{ Ф/м}$ ;  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $d = 0.15 \text{ мм}$  (толщина эпидермиса);  $S = 0.02 \text{ м}^2$ .

2) Найти активное сопротивление по формуле (1-2). Где  $\rho_H = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

3) Найти полное сопротивление тела человека в комплексной форме по формуле отмеченной галочкой на странице 3.  $R_B = 600 \text{ Ом}$ . Из полученной комплексной формы сопротивления найти модуль, действительную и мнимую части и аргумент.

4) Найти полное сопротивление человека в действительной форме по формулам (1-3), (1-4) и (1-5).

5) С помощью формулы (1-6) построить график зависимости  $Z_H(U_H)$ .

6) С помощью формулы (1-7) построить график зависимости  $I_H(U_H)$ .

7) С помощью формулы (1-8) построить график зависимости  $I_H(Z_H)$ .

8) Используя формулу для напряжения пробоя  $U_{пр}$  на восьмой странице построить график зависимости  $U_{пр}(E_{пр})$ .  $d_p = 0.05 \text{ мм}$ ;  $E = 500..200 \text{ В/мм}$ .

9) Построить график зависимости  $Z_h(S)$  по формуле (1-9) с учетом  $R_B$  и по формуле (1-10) без учета  $R_B$ .  $f = 50 \text{ Гц}$ ,  $S = 8..400 \text{ см}^2$ .

10) По формуле (1-9) построить график зависимости  $Z_h(f)$ , при  $S = 100 \text{ см}^2$ , где  $f = 0..20000 \text{ Гц}$ .

## Лабораторная работа № 6 – Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях

### Задание

1) Найти ток проходящий через тело человека при двухфазном прикосновении  $I_h$  по формуле на странице 3. Где:  $U_\phi = 220 \text{ В}$ ;  $R_h = 10000 \text{ Ом}$ .

2) Найти напряжение прикосновения по формуле (4-1). Где  $U = 220 \text{ В}$ ;  $r_1 = 30 \text{ кОм}$ ;  $r_2 = 20 \text{ кОм}$ .

3) Найти ток проходящий через тело человека  $I_h$  по формуле (4-2).

4) Найти  $I_h$  и  $U_{\text{пр}}$  по системе уравнений (4-3), где  $r = 40$  кОм. Построить графики зависимостей  $U_{\text{пр}}(r)$  и  $I_h(r)$ , где  $r$  меняется от 0 до 40 кОм.

5) Найти эквивалентное сопротивление  $r_3$  при аварийном режиме по формуле на странице 6  $r_2 = 1,2$  кОм;  $r_{\text{зм}} = 30$  Ом.

6) Найти  $I_h$  и  $U_{\text{пр}}$  при прикосновении к незаземленному проводу с помощью уравнений (4-4), (4-5). Где  $r_0 = 11$  Ом.

7) С помощью формулы (4-6) найти  $I_h$  при  $r_{\text{п}} = 35$  Ом,  $r_{\text{об}} = 25$  Ом.

8) Используя формулу (4-6) для  $I_h$  построить графики зависимостей  $I_h(R_h)$ ,  $I_h(r_{\text{п}})$ ,  $I_h(r_{\text{об}})$ ,  $I_h(r_o)$ , где  $R_h$  меняется от 3000 Ом до 100000 Ом,  $r_{\text{п}}$  меняется от 20 Ом до 50000 Ом,  $r_{\text{об}}$  меняется от 1 кОм до 30 кОм,  $r_o$  меняется от 5 до 50 Ом.

## Лабораторная работа № 7 – Трехфазные сети

### Задание

1) Найти  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_H$  по отмеченным формулам на странице 2. Где:  $r_1 = 10$  Ом,  $r_2 = 20$  Ом,  $r_3 = 40$  Ом,  $r_H = 30$ ,  $C_1 = 0,03$  мкФ,  $C_2 = 0,05$  мкФ,  $C_3 = 0,01$  мкФ,  $C_H = 0,02$  мкФ.

2) Найти  $\dot{U}_0$  по отмеченной формуле на странице 3. Где  $Y_H = 0,1$  Ом<sup>-1</sup>,  $Y_H = 0,001$  Ом<sup>-1</sup>,  $U_{\phi} = 220$  В.

3) Найти  $\dot{U}_{\text{пр}}$  по формуле (4-8) и  $\dot{I}_h$  по формуле (4-9).

4) Найти  $U_{\text{пр}}$  по формуле (4-11) и  $I_h$  по формуле (4-12).

5) С помощью формулы (4-13) построить график зависимости  $U_{\text{пр}}(r_{\text{зм}})$ , где  $r_{\text{зм}} = 0,01..200$  Ом.

6) С помощью формулы (4-14) построить график зависимости  $I_h(r_{\text{зм}})$ , где  $r_{\text{зм}} = 0,01..200$  Ом.

7) С помощью формулы (4-16) найти  $\dot{I}_h$ .

8) С помощью формул (4-17) и (4-18) найти  $I_h$  и  $I_h$ , где  $C = 0,025$  мкФ,  $r = 25$  Ом.

9) Построить график зависимости  $I_h(r)$  по формуле (4-19)  $I_h(r_{3M})$ , где  $r = 0,01..200$  Ом.

10) Найти  $I_h$  по формуле (4-20).

**Методика выполнения работы по теме 4** изложена в книге «П. А. Долин Основы техники безопасности в электроустановках: учебное пособие для вузов. -Москва.: Энергия, 1979. – 408 с., ил.»

## **Тема 5. Математическое моделирование в MS Excel**

### **Методика проведения и выполнения работ**

Работа 1. Численное моделирование системы случайных величин по методу Монте-Карло

*Цель работы:*

- 1) изучение (повторение) характеристик систем дискретных случайных величин;
- 2) знакомство с применением метода Монте-Карло к решению задач вероятностного происхождения.

*Сведения о методе Монте-Карло*

Методом Монте-Карло называется метод решения различных математических задач при помощи моделирования случайных величин и статистической оценки их характеристик. Название «Монте-Карло» произошло от одноимённого города в княжестве Монако, известного своими казино, ибо одним из простейших приборов для моделирования случайных чисел является рулетка.

Теоретически сам метод возник давно и не раз использовался в теории вероятностей и математической статистике. Однако моделирование случайных величин вручную (например, с помощью той же рулетки, игральной кости, монеты) - весьма трудоёмкий процесс. Поэтому серьёзное развитие метод Монте-Карло получил с конца 1940-х годов (в США), с разработкой и совершенствованием компьютеров.

Метод Монте-Карло используется для решения задач физики, теории массового обслуживания, экономики, биологии - всё перечислить невозможно.

*Задание для лабораторной работы*

В данной работе методом Монте-Карло должна быть решена задача, рассмотренная в пунктах 2.2-2.5 в качестве продолжающих друг друга примеров 4-6. Приводим текст этой задачи.

**Задание 1.1.** На предприятии работают в равном количестве три категории рабочих. Рабочий 1-ой категории получает 10 долларов в час, 2-ой категории — 7 долларов в час, 3-ей категории — 4 доллара в час. Случайным образом выбираются двое рабочих. Случайная величина  $X$  - число рабочих 1-ой категории среди двух отобранных, случайная величина  $Y$  - суммарная часовая заработная плата двух отобранных рабочих. Исследовать характер связи между случайными величинами  $X$  и  $Y$ .

Приведём основные понятия и главные результаты, полученные в пунктах 2.2-2.5 с помощью решения, основанного на классической теории вероятностей.

*Законы распределения составляющих системы ( $X$  и  $Y$ )*

$$P(X = x_i) = \sum_j p_{ij}, \quad P(Y = y_j) = \sum_i p_{ij},$$

где  $p_{ij} = P(X = x_i, Y = y_j)$  имеют следующий вид:

$x_i$	0	1	2
$P(X = x_i)$	4/9	4/9	1/9

$y_j$	$P(Y = y_j)$
8	1/9
11	2/9
14	3/9
17	2/9
20	1/9

*Условные законы распределения составляющих:*

$$P(X = x_i | Y = y_j) = p_{ij} / P(Y = y_j),$$

$$P(Y = y_j | X = x_i) = p_{ij} / P(X = x_i).$$

Например, закон распределения  $Y$  при условии, что  $X = 1$  выглядит так:

$$P(Y = 14 | X = 1) = \frac{1}{2}, \quad P(Y = 17 | X = 1) = \frac{1}{2}.$$

Условное математическое ожидание (функция регрессии  $Y$  по  $X$ ):

$$M(Y | X = x_i) = \sum_j y_j P(Y = y_j | X = x_i)$$

Было получено:

$$M(Y | X = x) = 4.5x + 11.$$

*Коэффициент корреляции системы случайных величин:*

$$r(X, Y) = \frac{M(XY) - M(X)M(Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)}.$$

(В знаменателе дроби – произведение среднеквадратических отклонений). Было получено:

$$M(X) = 2/3; \quad \sigma(X) = 2/3; \quad M(Y) = 14; \quad \sigma(Y) = 2\sqrt{3};$$

$$M(XY) = \frac{102}{9}; \quad r(XY) = \left(\frac{102}{9} - \frac{28}{3}\right) \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.866.$$

Смысл настоящей работы состоит в том, чтобы, моделируя систему случайных величин с помощью генератора случайных чисел, получить (на

основе случай-ных выборок объёма 1000) статистические оценки характеристик этой системы и убедиться в том, что они (оценки) достаточно близки к истинным значениям оцениваемых характеристик.

*Инструкции по выполнению задания 1.*

1. Создайте в рабочем листе EXCEL следующую таблицу:

№ испытания	Кате- гория 1 рабо- чего	Кате- гория 2 рабо- чего	Зар- плата 1 ра- бочего	Зар- плата 2 ра- бочего	X	Y

В первом столбце таблицы должен стоять номер испытания (=1 в ячейке A2; =A2+1 в ячейке A3; в последующие ячейки этого столбца будет вводиться та же формула с помощью автозаполнения).

2. Во втором и третьем столбцах - категории двух случайно выбранных рабочих - случайное число (1, 2, 3 с равной вероятностью). Используем функцию СЛЧИС () - из списка *математических*. Эта функция даёт равномерно распределённую в интервале (0,1) случайную величину. Тогда формула =3\*СЛЧИС()+1 будет давать равномерное распределение в интервале (1,4). Функция ОТБР(...) из списка *математических* отбрасывает часть числа после запятой. Таким образом, формула

=ОТБР(3\*СЛЧИС()+1) будет давать именно то, что нужно (1, 2, 3 с равной вероятностью).

3. Зарплату рабочих можно задавать с помощью функции

ЕСЛИ (логическое выражение; значение если истина; значение если ложь) из списка *логических* функций. По условию задачи будет:

ЕСЛИ (Кат=1; 10; ЕСЛИ (Кат=2;7;4)), где под «Кат» понимается соответствующий адрес ячейки.

4. Значение X (число рабочих 1-ой категории) можно вычислить с помощью функции

СЧЁТЕСЛИ (диапазон с категориями; 1)

(из списка *статистических функций*), а значение  $Y$  (суммарный заработок) - с помощью функции

СУММ (диапазон с зарплатами) (из списка *математических функций*).

5. С помощью автозаполнения «растягиваем» таблицу до 1000-го номера испытания. В последней строке таблицы поместим средние значения величин -функция СРЗНАЧ (диапазон) из списка *статистических функций*. Соответствуют ли эти значения математическим ожиданиям?

6. Угловым коэффициентом  $a$  функции регрессии  $Y$  по  $X$

$$M(Y|X = x) = ax + b$$

оценивается с помощью функции НАКЛОН (диапазон значений  $Y$ , диапазон значений  $X$ ) из *статистических функций*.

7. Свободный член  $b$  функции регрессии можно оценить, как

$$b^* = \bar{y} - a^* \bar{x},$$
 где звёздочка обозначает оценку.

8. Коэффициент корреляции оценивается с помощью функции КОРРЕЛ из списка *статистических функций*.

9. Щелчком мыши активизируйте любую свободную ячейку рабочего листа и раз за разом нажимайте на клавишу Delete. При каждом нажатии будет генерироваться новая парная выборка объёма  $2 \times 1000$ , и, следовательно, будут появляться новые значения оценок характеристик системы. Однако, в силу высокой репрезентативности выборки, эти значения будут меняться очень слабо, и каждый раз будут достаточно близки к истинным значениям характеристик. Убедитесь, что это действительно так.

*Дополнительное задание*

**Задание 1.2.** Игральная кость бросается дважды.  $X$  - число шестёрок,  $Y$  - сумма очков. Исследовать функцию регрессии  $Y$  по  $X$  корреляционную связь случайных величин методом Монте-Карло.

## Работа 2. Корреляционный анализ данных

*Цель работы:* проведение корреляционного анализа несгруппированных данных как с помощью обычных формул, так и с помощью функций Excel.

### *Задание для лабораторной работы*

Задание 2.1. Имеются данные об издержках 30-и магазинов фирмы, торгующей как промышленными, так и продовольственными товарами. Требуется провести корреляционный анализ связи этих издержек (7, в рублях на 1 тысячу рублей оборота) с долей протоваров в обороте ( $X$ , %).

Магазин	$X$	$Y$	Магазин	$X$	$Y$	Магазин	$X$	$Y$
1	26	77	11	87	16	21	18	67
2	57	34	12	57	55	22	25	57
3	36	59	13	64	32	23	23	68
4	87	25	14	98	34	24	78	31
5	44	56	15	12	78	25	25	68
6	35	72	16	45	78	26	44	76
7	19	68	17	5	89	27	38	57
8	26	67	18	48	35	28	52	38
9	48	58	19	72	42	29	25	65
10	33	79	20	30	78	30	37	73

При выполнении задания понадобится вычисление следующих величин.

*Выборочные средние:*

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i.$$

*Выборочные дисперсии:*

$$\sigma_x^2 = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \bar{x}^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2, \quad \sigma_y^2 = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) - \bar{y}^2 = \overline{y^2} - \bar{y}^2.$$

*Выборочный коэффициент корреляции*

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}.$$

Величины  $\sigma_x, \sigma_y$  называются выборочными среднеквадратическими отклонениями признаков.

Смысл настоящей работы состоит в том, чтобы провести корреляционный анализ как с помощью приведённых формул, так и с помощью функций EXCEL

*Инструкции по выполнению задания*

1. Создать в рабочем листе EXCEL следующую таблицу

x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
26	77	676	5929	2002
...	...	...	...	...

При этом следует использовать операции возведения в квадрат (^2) и умножения (\*). В последней строке поместить средние значения.

2. Построить диаграмму рассеивания (*точечная диаграмма*), подписать оси, дать название диаграмме.

3. Рассчитать дисперсии и коэффициент корреляции двумя способами: с помощью обычных формул и с помощью функций ДИСПР и КОРРЕЛ (*статистические*). Для нахождения среднеквадратических отклонений можно использовать КОРЕНЬ (из дисперсии), а можно функцию СТАНДОТКЛОНП (*статистические*).

*Дополнительное задание*

**Задание 2.2.** Ниже приводится выборка данных о рынке жилья в г. Иркутске в декабре 2000 года. Провести корреляционный анализ. (Можно только с помощью функций).

Квар- тира	Пло- щадь, м <sup>2</sup>	Цена , тыс. руб.	Квартира Площадь, тыс. м <sup>2</sup>	Цена, руб.	
1	51	465	13	60	480
2	56	490	14	67	460
3	60	350	15	45	260
4	52	480	16	38	270
5	60	370	17	50	240
6	36	320	18	44	270
7	44	270	19	80	600
8	30	215	20	20	160
9	42	275	21	25	170
10	44	275	22	30	225
11	49	430	23	30	210
12	40	200	24	34	240

### Работа 3. Регрессионный анализ

*Цель работы:* проведение парного регрессионного с помощью известных формул для оценок коэффициентов регрессии, а также с помощью функций и диаграмм EXCEL.

*Задание для лабораторной работы*

**Задание 3.1.** Построить уравнение регрессии по данным, приведённым в задании 2.1 (задача про магазины). Для этого воспользоваться файлом, изготовленным при выполнении работы 2. Решить задачу несколькими способами и убедиться в их тождественности.

При оценивании регрессионной зависимости уравнением

$\bar{y}_x = a^* x + b^*$  используются формулы, полученные по методу наименьших квадратов:

$$a^* = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}, \quad b^* = \frac{\overline{yx^2} - \bar{x}\overline{xy}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}.$$

При этом нужно помнить, что  $b^* = \bar{y} - a^* \bar{x}$ .

Смысл настоящей работы состоит в том, чтобы провести регрессионный анализ как с помощью приведённых формул, так и с помощью функций и диаграмм EXCEL

#### *Инструкции по выполнению задания*

1. Оценить регрессию уравнением  $\bar{y}_x = a^* x + b^*$  непосредственно по формулам, выведенным методом наименьших квадратов. Кроме этого, убедиться, что оценку  $b^*$  можно найти по формуле  $b^* = -a^* \bar{x} + \bar{y}$ .

2. Найти оценку  $a^*$  с помощью функции НАКЛОН (статистические), а

оценку  $b^*$  с помощью функции ПРЕДСКАЗ, задав нулевое значение аргумента. С функциями разобраться самостоятельно.

3. Вывести на диаграмме линию тренда и её уравнение. Для этого щёлкнуть правой кнопкой мыши на любой из точек графика (точечной диаграммы) и выбрать **Добавить линию тренда**. Для показа уравнения переключиться с **Тип** на **Параметры**.

4. Сопоставить результаты оценивания коэффициентов регрессии всеми описанными способами.

#### *Дополнительное задание*

**Задание 3.2.** Построить уравнение регрессии по данным, приведённым в задании 2.2 (задача про квартиры). Для этого воспользоваться файлом, изготовленным при выполнении работы 2. Решить задачу несколькими способами и убедиться в их тождественности.

*Цель работы:* изучить характеристики качества регрессии и способы их вычисления в EXCEL.

*Задание для лабораторной работы*

**Задание 4.1.** По данным, приведённым в заданиях 2.1 и 3.1 (задача про магазины) найти: стандартную ошибку оценки  $\hat{Y}$  и стандартные отклонения коэффициентов регрессии  $Y$  по  $X$ ; коэффициент детерминации модели.

Пусть используется модель  $y_i = ax_i + b + \varepsilon_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ), и оценки  $a^*$  и  $b^*$  получены (эта часть задачи была выполнена в работе 3). Тогда прогноз значения признака  $Y$  по значению  $X = x_i$  - даётся выборочным уравнением регрессии

$$\bar{y}_x = a^* x_i + b^* .$$

Пусть реально в  $i$ -ом наблюдении при  $X = x_i$  - было получено значение  $Y = y_i$ , которое, как правило, не совпадает с прогнозом. Разность реального значения и прогноза  $e_i = y_i - \bar{y}_x = y_i - a^* x_i - b^*$  называется *остатком регрессии*. Величину

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_x)^2}{n - 2}}$$

называют стандартной ошибкой оценки  $Y$ . Стандартные отклонения оценок коэффициентов регрессии связаны с  $s$  следующими формулами:

$$s_a = \frac{s}{\sqrt{\sum u_i^2}}, \quad s_b = s \times \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n \sum u_i^2}}, \quad \text{где } u_i = x_i - \bar{x} .$$

При проверке гипотезы о значимости коэффициента регрессии  $a$  рассматривается величина

$$t_a = \frac{a^*}{S_a},$$

называемая  $t$  - статистикой коэффициента  $a$ .

Чем выше значение этой величины, тем больше шансов, что коэффициент регрессии значим.

Другим подходом к оцениванию качества регрессии является дисперсионный анализ. Всю вариацию  $Y$  по  $X$  можно разделить на две части:

$$S^2 = S_e^2 + S_r^2,$$

где

$$S^2 = \sum (y_i - \bar{y})^2 \text{ - полная сумма квадратов,}$$

$$S_r^2 = \sum (\bar{y}_x - \bar{y})^2 \text{ - сумма квадратов, объясняемая регрессией } Y \text{ по } X,$$

$$S_e^2 = \sum (y_i - \bar{y}_x)^2 \text{ - остаточная сумма квадратов.}$$

*Коэффициентом детерминации* регрессионной модели называется величина  $r^2 = S_r^2 / S^2$ , которая достигает 1 при идеальной (функциональной) линейной зависимости и поэтому может рассматриваться как показатель качества регрессии.

Смысл настоящей работы состоит в том, чтобы рассчитать показатели качества регрессии как непосредственно, с помощью приведённых формул, так и с помощью специальной функции, имеющейся в EXCEL.

*Инструкции по выполнению задания*

1. Получить уравнение регрессии  $Y$  по  $X$  и коэффициент корреляции (эта часть задачи выполнялась в работах 2 и 3).
2. Создать таблицу вида

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$x_i y_i$	$\bar{y}_x = a^* x_i + b^*$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(\bar{y}_x - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y}_x)^2$

При задании формул ни в коем случае не вводить в них конкретных чисел «с клавиатуры», а задавать адреса соответствующих ячеек. В последних строках таблицы поместить формулы для сумм и средних величин (где это необходимо).

3. По приведённым выше формулам найти стандартную ошибку оценки  $\bar{y}$  и стандартные отклонения коэффициентов регрессии.

4. Рассчитать суммы квадратов (полную, объясняемую регрессией и остаточную) и коэффициент детерминации и убедиться, что он равен квадрату коэффициента корреляции.

5. Построить диаграмму рассеивания с линией тренда, уравнением регрессии и коэффициентом детерминации (достоверность аппроксимации).

6. Изучить и применить функцию ЛИНЕЙН (массив  $\{y_i\}, i = \overline{1, n}$ , массив  $\{x_{ji}\}, j = \overline{1, k}, i = \overline{1, n}$ ;  $A$ ;  $B$ ), которая вычисляет параметры линейной регрессии  $Y$  по факторам  $X_1, X_2, \dots, X_k$ . Первый аргумент - диапазон, содержащий значения резульативного признака; второй аргумент - диапазон, содержащий значения факторных признаков;  $A$  - логическое значение, которое указывает на наличие (1) или отсутствие (0) свободного члена в уравнении;  $B$  - логическое значение, которое указывает, выводить ли дополнительную статистику по регрессионному анализу (1) или нет (0). Рассмотрим использование этой функции в случае изучения парной регрессии (одна объясняющая переменная  $X$ ). Если дополнительная регрессионная статистика требуется, выделим в электронной таблице диапазон ячеек размером 5 на 2 (5 строк, 2 столбца). Вызовем функцию ЛИНЕЙН. Введём аргументы и щёлкнем по ОК. В левой верхней ячейке выделенной области появится первый элемент итоговой таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу, нажмём на клавишу F2, а

затем - на комбинацию клавиш <CTRL>+<SHIFT>+<ENTER>. Дополнительная регрессионная статистика будет выводиться в следующем порядке:

Оценка коэффициента регрессии ( $a^*$ )	Оценка свободного члена ( $b^*$ )
Стандартное отклонение ( $s_a$ )	Стандартное отклонение ( $s_b$ )
л	Станд. ошибка оценки $\gamma$ ( $s$ )
Коэффициент детерминации ( $\gamma$ )	
F - статистика	Число степеней свободы ( $n - 2$ )
Сумма квадратов, объясняемая регрессией ( $S^2$ )	Остаточная сумма квадратов ( $S^2$ )

Сопоставьте результаты, полученные с помощью функции ЛИНЕЙН (...) с результатами непосредственных расчётов регрессионной статистики.

#### *Дополнительное задание*

**Задание 4.2.** По данным, приведённым в заданиях 2.2 и 3.2 (задача про квартиры) найти: стандартную ошибку оценки  $\gamma$  и стандартные отклонения коэффициентов регрессии  $\gamma$  по  $X$ ; коэффициент детерминации модели (с помощью функции ЛИНЕЙН (...)).

### Работа 5. Множественный регрессионный анализ

*Цель работы:* изучить проведение множественного линейного регрессионного анализа в EXCEL (с помощью функции ЛИНЕЙН и надстройки «Пакет анализа»).

#### *Задание для лабораторной работы*

В данной работе должна быть решена разными способами задача, рассмотренная в п.7.3 в качестве примера 13. Приводим текст этой задачи.

**Задание 5.1.** Десять студентов имеют следующие показатели в изучении учебной дисциплины  $X_1$ - число выполненных домашних заданий,  $X_2$  - число пропущенных занятий,  $Y$ - оценка на экзамене):

$x_{1i}$	10	13	12	13	7	10	14	16	8	5
$x_{2i}$	3	2	1	2	3	0	0	2	3	4
$y_i$	3	4	4	5	3	3	4	5	3	2

Требуется провести подробный регрессионный нейную регрессию

уравнением  $\bar{y}_{x_1, x_2} = a_1^* x_1 + a_2^* x_2 + b^*$ .

Если число объясняющих переменных невелико (2 или 3), то найти выражения для оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов можно обычным способом, решив соответствующую систему уравнений (так был решён пример 13 в п.7.2). При большом числе неизвестных обычно используют методы линейной алгебры, записывая систему в матричном виде. Как правило, в этих случаях система решается с помощью компьютерных программ (например, "Анализ данных" в Excel).

Для оценки значимости коэффициентов, как и в случае парной регрессии,

рассчитываются их  $t$ -статистики  $t_{a_j} = a_j^* / s_{a_j}$ , где  $s_{a_j}$  - стандартное отклонение коэффициента  $a_j$ . Если  $|t_{a_j}| > t_{2.cr}(\alpha, n - m - 1)$ , то коэффициент регрессии  $a_j$  значим. Здесь  $m$  - число параметров при переменных  $x$  (в линейной регрессии совпадает с числом самих объясняющих переменных), а  $n$  - число наблюдений.

$F$  - статистика для проверки качества оценивания регрессии рассчитывается по формуле

$$F = \frac{r^2 (n - m - 1)}{(1 - r^2) m},$$

где

$$r^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{\sum (\bar{y}_{x_1, x_2, \dots, x_k} - \bar{y})^2} -$$

коэффициент детерминации для уравнения множественной регрессии, и при заданном уровне значимости гипотезы  $\alpha$  сравнивается с критической точкой рас-

пределения Фишера  $F_{cr}(\alpha, m, n - m - 1)$ . При  $F > F_{cr}$  качество оценивания признаётся достаточным.

Смысл настоящей лабораторной работы состоит в том, чтобы провести множественный регрессионный анализ двумя способами:

- 1) с помощью специальной функции ЛИНЕЙН (её использование для случая одной объясняющей переменной было начато в работе 4);
- 2) с помощью надстройки EXCEL «Анализ данных».

*Инструкции по выполнению задания*

1. Напомним вид функции ЛИНЕЙН: ЛИНЕЙН (массив  $\{y_i\}, i = \overline{1, n}$ ; массив  $\{x_{ji}\}, j = \overline{1, k}, i = \overline{1, n}$ ;  $A$ ;  $B$ ).

В случае изучения множественной регрессии выделяется диапазон размером  $5$  на  $k + 1$ , где  $k$  - число объясняющих переменных. Во второе окно вводится диапазон значений объясняющих переменных. Регрессионная статистика будет выводиться в следующем порядке:

$a_k^*$	$a_{k-1}^*$	...	$a_2^*$	$a_1^*$	$b^*$
$s_{a_k}$	$s_{a_{k-1}}$		$s_{a_2}$	$s_{a_1}$	$s_b$
$r^2$	$s$				
$F$ - статистика	$n - 1 - k$				
$S_r^2$	$S_e^2$				

Вызов функции и раскрытие таблицы осуществляется так же, как это делалось в работе 4. Для задания 5.1 итоговая таблица должна принять следующий вид:

0,142777	0,291377	0,167575
0,129771	0,050513	0,744437
0,858521	0,412038	#Н/Д
21,23857	7	#Н/Д
7,211572	1,188428	#Н/Д

2. Разберитесь с содержанием полученной таблицы, сопоставьте результаты с теми значениями, которые были получены при решении примера 14. Сделайте выводы о результатах t-теста и F-теста.

3. Перейдём к рассмотрению режима «Анализ данных». Он представляет собой надстройку Excel, которая часто более удобна в работе, чем использование отдельных функций, о которых говорилось выше. В меню **Сервис** выберем команду **Анализ данных**. Если пакет анализа не установлен, его надо активировать в надстройках **Сервиса**. Если же в списке надстроек отсутствует данный пункт, то необходимо произвести переустановку Microsoft Office и изменить состав Microsoft Excel.

В главном меню **Анализа данных** выберем **Регрессия** и нажмём ОК. (Перед работой в режиме **Регрессия** данные обязательно должны быть сгруппированы по столбцам, а не по строкам!) Теперь следует заполнить диалоговое окно ввода данных и параметров вывода. *Входной интервал Y* - диапазон, содержащий значения результативного признака. *Входной интервал X* - диапазон, содержащий значения факторного признака, а в случае множественной регрессии - всех факторных признаков. *Метки* - флажок, указывающий, содержит ли первая строка названия столбцов. *Выходной интервал*: указать подходящую ячейку на пустом месте рабочего листа, которая станет левым верхним углом выводимой таблицы. После нажатия ОК появляется итоговая таблица. Недостаток: содержимое ячеек не будет изменяться, если изменить исходные данные. Необходимо будет снова обратиться к надстройке.

Обратимся к данным задания 5.1. Для них таблица итогов должна иметь следующий вид:

**Регрессионная статистика**

Множественный	
R	0,926564
R-квадрат	0,858521
Нормированный	
R-квадрат	0,818098
Стандартная ошибка	0,412038
Наблюдения	10

**Дисперсионный анализ**

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	2	7,2116	3,60579	21,2386	0,001065
Остаток	7	1,1884	0,16978		
Итого	9	8,4			

	<i>Коэф-фициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95.0%</i>	<i>Верхние 95.0%</i>
Y-пересечение	0,167575	0,7444	0,2251	0,82833	-1,59274	1,927886	-1,59274	1,927886
Переменная X 1	0,291377	0,0505	5,76835	0,00069	0,171933	0,410821	0,171933	0,410821
Переменная X 2	0,142777	0,1298	1,10022	0,30763	-0,16408	0,449635	-0,16408	0,449635

Здесь:

*R-квадрат* - это коэффициент детерминации; *Стандартная ошибка* - стандартная ошибка  $s$  оценки  $Y$ ; *Наблюдения* - объём выборки  $n$ ; в столбце *SS* приведены суммы квадратов (объясняемая  $S_r^2$ , остаточная  $S_e^2$ , полная  $S^2$ ); *F* - значение *F*-статистики; *Y - пересечение* - оценка  $b^*$ ; *Переменная X<sub>1</sub>* и *Переменная X<sub>2</sub>* - оценки  $a_1^*$  и  $a_2^*$ ; в следующих двух столбцах приведены стандартные отклонения коэффициентов и их *t*-статистики.

*Дополнительное задание*

Задание 5.2. В таблице показаны объёмы продаж продукции городского хладокомбината (мороженого) за отдельные временные отрезки летнего сезона.			
Но- мер недели	Средняя тем- пература воздуха (в °C)	Прирост сред- ней цены (в %)	Объём роз- ничной реализа- ции (тонн)

1	22	0.1	39
2	26	2.7	40
3	28	2.0	47
4	20	-1.6	39
5	25	0.5	45
6	18	-1.5	36
7	22	-2.4	46
8	17	0.0	33

Требуется построить линейную модель множественной регрессии для объёма реализации с двумя объясняющими переменными, применив 2 способа: функцию ЛИНЕЙН и надстройку «Анализ данных».

#### Работа 6. Регрессионный анализ нелинейных зависимостей

*Цель работы:* изучить способы проведения регрессионного анализа нелинейных зависимостей: линейризация с помощью введения новых переменных в случае, когда имеет место линейность по параметрам; линейризация степенной функции с помощью логарифмирования.

##### *Задание для лабораторной работы*

В данной работе должны быть выполнены две задачи, рассмотренные в п. 10.1 в качестве примера 20 и в п. 10.3 в качестве примера 21.

Задание 6.1. В течение 10 сезонов регистрировались данные о количестве отдохавших в санатории ( $X$ , человеко-дни) и среднедневном уровне затрат в расчёте на одного отдыхающего ( $Y$ , доллары / человеко-дни).

Год	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
$X$	650	550	480	580	690	870	840	750	920	1050
$Y$	12.6	13.5	14.3	13.2	12.3	11.5	11.6	12.0	11.3	11.0

Требуется оценить регрессию  $Y$  по  $X$  двумя способами:

- 1) построив уравнение линейной регрессии  $Y$  по  $X$ ;

2) считая, что истинная зависимость близка к формуле

$$Y = \frac{I_0}{X} + k$$

ввести новую переменную  $Z = 1 / X$ , и построить уравнение линейной регрессии  $Y$  по  $Z$ , т.е. оценить  $I_0$  и  $k$ .

Для обеих моделей вывести на диаграмме коэффициент детерминации.

Задание 6.2. В таблице для выборки из 10 семей приведены данные о среднедушевых годовых доходах  $X$  и потребительских расходах на питание  $Y$  (тыс. руб.).

	$X$	2	3	2	1	1	3	2	2	4	3
$i$		2	3	7	7	5	5	4	7	0	3
	$Y$	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
$e$		5	2	8	2	1	8	4	9	0	8

Требуется:

- 1) оценить линейную регрессию  $Y$  по  $X$  уравнением  $\bar{y}_x = a^* x + b^*$ ;
- 2) оценить параметры степенной модели  $Y = bX^a$ , линеаризовав её с помощью логарифмирования;
- 3) получить на диаграмме линейный и степенной тренды, вывести коэффициенты детерминации и сделать вывод о том, какая из двух регрессий (линейная или степенная) имеет более высокое качество.

При использовании степенной модели

$$y_i = bx_i^a \varepsilon_i$$

логарифмируют (по основанию  $e$ ) обе части заданного соотношения:

$$\ln y_i = \ln(bx_i^a \varepsilon_i) = \ln b + a \ln x_i^a + \ln \varepsilon_i.$$

Если ввести обозначения  $v_i = \ln y_i$ ,  $c = \ln b$ ,  $u_i = \ln x_i$ ,  $\eta_i = \ln \varepsilon_i$ , то модель становится линейной как по новой переменной, так и по новым параметрам:

$$v_i = au_i + c + \eta_i.$$

Теперь можно найти оценки  $a^*$  и  $c^*$ , и затем от уравнения

$$\ln \bar{y}_x = a^* \ln x + c^*$$

прийти к уравнению  $\bar{y}_x = e^{c^*} x^{a^*}$ .

### Работа 7. Гетероскедастичность. Обобщённый метод наименьших квадратов

*Цель работы:* составить представление о проявлении гетероскедастичности на диаграммах рассеивания и научиться устранять её с помощью обобщённого метода наименьших квадратов.

#### *Задание для лабораторной работы*

В данной работе должна быть выполнена задача, рассмотренная в п. 11.2 в качестве примера 24 (продолжение примера 21). Данная задача является продолжением задания 6.2.

**Задание 7.** Используя данные задания 6.2, требуется:

1. визуально убедиться в наличии гетероскедастичности остатков;
2. перейти к обобщённому МНК и оценить коэффициенты регрессии;
3. на одном графике показать исходные данные и две линии регрессии, полученные обычным МНК (в работе 6) и обобщённым МНК.

Одним из условий применимости обычного МНК (см. п.4.1) является постоянство дисперсии случайного члена

$$D(\varepsilon_i) = \text{const}, \quad i = \overline{1, n},$$

называемое гомоскедастичностью. Если это свойство не выполняется, то оценки по МНК будут неэффективными. Предположим, что в линейной модели регрессии дисперсия случайного члена прямо пропорциональна квадрату объясняющей переменной, т.е.

$$y_i = ax_i + b + x_i\varepsilon_i, \quad D(\varepsilon_i) = \text{const}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Поделив каждое уравнение на  $x_i$  и введя обозначения  $u_i = 1/x_i$ ,  $v_i = y_i/x_i$ , получим новую модель

$$v_i = bu_i + a + \varepsilon_i,$$

в которой свободный член гомоскедастичен, а коэффициенты  $a$  и  $b$  как бы поменялись ролями. Применяя к этой модели обычный МНК, находим оценки  $a^*$ ,  $b^*$ , которые одновременно являются эффективными оценками коэффициентов исходной модели *обобщённым* МНК.

### Работа 8. Динамика. Автокорреляционная функция

*Цель работы:* исследование динамики явлений, обнаружение линейного тренда и цикличности на основе построения автокорреляционной функции.

*Задание для лабораторной работы*

В данной работе выполняется следующее задание (см. примеры 27 и 28).

**Задание 8.1.** Имеются данные о динамике обменного курса доллара за 12 месяцев отчётного года (7- обменный курс в рублях,  $t$  - номер месяца).

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Y_t$	23,4	23,6	24,4	23,5	24,1	24,7	24,5	24,3	24,8	24,4	24,6	25,2

Требуется:

- найти автокорреляционную функцию уровней ряда динамики (коэффициенты автокорреляции для лага 1, 2 и 3); сделать вывод о наличии линейной тенденции и цикличности;
- оценить линейную тенденцию развития  $Y$  во времени уравнением  $\bar{y}_t = a^*t + b^*$ ; найти коэффициент детерминации модели.
- дать прогноз обменного курса на основе линейной регрессии на июнь будущего года (если это возможно).

Последовательность коэффициентов автокорреляции с лагом 1, 2, ... называется *автокорреляционной функцией* временного ряда. Если наиболее высоким оказался коэффициент с лагом 1, то имеется только линейная тенденция.

Если наиболее высоким оказался коэффициент с лагом  $\tau$ , то во временном ряде содержится циклическая составляющая с периодом  $\tau$ .

Коэффициент корреляции с лагом 1 может быть вычислен по формуле

$$r_1 \equiv r_{y_t y_{t-1}} = \frac{\overline{y_t y_{t-1}} - \overline{y_t} \overline{y_{t-1}}}{\sigma_t \sigma_{t-1}},$$

где

$$\overline{y_t} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n y_t; \quad \overline{y_{t-1}} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n y_{t-1}; \quad \overline{y_t y_{t-1}} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n y_t y_{t-1};$$

$$\overline{y_t^2} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n y_t^2; \quad \overline{y_{t-1}^2} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n y_{t-1}^2;$$

$$\sigma_t^2 = \overline{y_t^2} - (\overline{y_t})^2 \quad \sigma_{t-1}^2 = \overline{y_{t-1}^2} - (\overline{y_{t-1}})^2.$$

Аналогично можно определить коэффициенты автокорреляции более высоких порядков. Например, коэффициент автокорреляции второго порядка может быть вычислен по формуле

$$r_2 \equiv r_{y_t y_{t-2}} = \frac{\overline{y_t y_{t-2}} - \overline{y_t} \overline{y_{t-2}}}{\sigma_t \sigma_{t-2}},$$

где

$$\overline{y_t} = \frac{1}{n-2} \sum_{t=3}^n y_t;$$

$$\overline{y_{t-2}} = \frac{1}{n-2} \sum_{t=3}^n y_{t-2}; \quad \overline{y_t y_{t-2}} = \frac{1}{n-2} \sum_{t=3}^n y_t y_{t-2};$$

$$\overline{y_t^2} = \frac{1}{n-2} \sum_{t=3}^n y_t^2; \quad \overline{y_{t-2}^2} = \frac{1}{n-2} \sum_{t=3}^n y_{t-2}^2.$$

#### *Инструкции по выполнению задания*

Для проведения этих вычислений придётся ввести в таблицу дополнительные столбцы, каждый из которых смещён относительно предыдущего на 1

временной шаг (так делалось на лекции). Однако можно рассчитать коэффициенты автокорреляции и с помощью функции КОРРЕЛ. Примените оба способа.

Дать прогноз на основе линейного тренда возможно только в том случае, если наиболее высоким оказался коэффициент с лагом 1. В противном случае необходимо смоделировать циклические колебания, что выходит за рамки данного задания.

#### **7. Перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности выпускников.**

Студенты в специализированной аудитории по подготовке курсовых и дипломных работ имеют доступ на информационные программы MathCAD, пакет MS Office.

**8. Комплекты заданий для лабораторных работ** изложены в материалах данного УМКД.

#### **9. Комплекты билетов для зачета по дисциплине «Информационные технологии в управлении безопасностью жизнедеятельности».**

Билет 1

1. Понятие информации и ее виды.
2. База знаний в экспертных системах и языки программирования.

Билет 2

1. Превращение информации в ресурс.
2. Гибридные экспертные системы. Банк моделей гибридных экспертных систем.

Билет 3

1. Понятие информатизации.
2. Применение экспертных систем в области безопасности жизнедеятельности.

Билет 4

1. Основные характеристики информационного общества.
2. Мультимедиа-технологии: основные характеристики; группы мультимедиа-среды – аудиоряд, видеоряд, текстовая информация; основные направления использования мульти-медиа-технологий.

Билет 5

1. Этапы перехода к информационному обществу.
2. Геоинформационные технологии: векторная и растровая модели.

Билет 6

1. Понятие информационной технологии.
2. Технологии защиты информации: цели и способы защиты передаваемых данных.

Билет 7

1. Этапы развития информационных технологий.
2. Определение и задачи информационных технологий.

Билет 8

1. Процедуры обработки информации.
2. Виды информационных угроз; задачи по защите от угроз.

Билет 9

1. Классификация информационных технологий.
2. Основные способы запрещения несанкционированного доступа.

Билет 10

1. Информационные технологии обработки данных.
2. Глобальная сеть Интернет. Структура Интернет. Система адресации в Интернет.

Александр Александрович Дрюков,  
ассистент кафедры БЖД АмГУ

Программное обеспечение задач БЖД: УМКД

---

Изд-во АмГУ. Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_. Усл. печ. л.  
\_\_\_\_\_, уч. изд. л. \_\_\_\_\_. Тираж 100. Заказ \_\_\_\_\_.  
Отпечатано в типографии АмГУ.