### ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

### КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## Г.Е. Иванец, О.А. Ивина

# ТАБЛИЧНЫЙ ПРОЦЕССОР MS EXCEL

Учебное пособие

Для студентов вузов

Кемерово 2006

Авторы: Г.Е. Иванец, д-р техн. наук, профессор; О.А. Ивина, канд. техн. наук

Рецензенты:

П.Т. Петрик, зав. кафедрой ПМ и АХП Кемеровского государственного технического университета, д-р техн. наук, профессор;
 Ю.Н. Захаров, зав. кафедрой «Вычислительная техника»
 Кемеровского государственного университета, д-р физ.-мат. наук, профессор

Рекомендовано редакционно-издательским советом Кемеровского технологического института пищевой промышленности

#### И18 Иванец Г.Е.

Табличный процессор MS Excel : учебное пособие / Г.Е. Иванец, О.А. Ивина; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2006. - 106 с. ISBN 5-89289-403-7

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 655600 «Производство продуктов из растительного сырья», 655900 «Технология сырья и продуктов животного происхождения», изучающих MS Excel на курсах информатики, информационных технологий и систем обработки данных; может быть полезно для преподавателей при подготовке лекций и проведении практических занятий и лабораторных работ; пользователям - для расширения знаний о возможностях табличного процессора MS Excel.

УДК 681.3(075) ББК 32.97я7

ISBN 5-892889-403-7

© КемТИПП, 2006 © Г.Е. Иванец, О.А. Ивина, 2006

### Введение

MS Excel является одним из приложений, входящим в пакет автоматизированного делопроизводства MS Office операционной системы (OC) Windows. Популярность его велика, поскольку пользователи могут с его помощью решать различные задачи, соответствующие их профессиональным интересам.

MS Excel дает возможность пользователю создавать и форматировать таблицы различной формы и содержания, причем возможности форматирования - гибкие и многообразные. Большие объемы информации можно оформить в виде базы данных (БД), при работе с которой можно производить поиск информации по различным критериям с использованием фильтров.

Создание и обработка таблиц возможна «ручным» способом или автоматическим. Для последнего варианта существует специальная программа транслятор, создающая макрос (код) на языке Visual Basic for Application (VBA). В учебном пособии рассматривается возможность создания макросов в системе электронных таблиц (СЭТ) Excel.

Табличный процессор MS Excel можно использовать для решения различного круга математических задач: нелинейных уравнений, систем уравнений, дифференциальных уравнений, а также задач оптимизационного характера, включая задачи линейного программирования: планирования производства продукции, транспортную задачу и другие. Студентам предлагаются примеры выполнения заданий, а также индивидуальные задания для более глубокого освоения материала.

В учебном пособии используется принцип создания учебнометодическо-

го комплекса (УМК), т.е. теоретические объяснения сопровождаются практическими примерами, контролем знаний, предлагаются самостоятельные задачи с целью изучения возможностей приложения MS Excel.

Как правило, многие практические задачи оформляются в виде таблиц. Преимущество такого подхода состоит в том, что не используется язык программирования, хотя алгоритмизация лежит в основе их решения. Задачи, которые трудно или невозможно представить в табличной форме, можно решить, используя встроенный язык программирования (VBA). В учебном пособии дается краткое описание структур языка и пример программы, написанной VBA.

### 1. Запуск табличного процессора MS Excel

Запуск MS Excel можно осуществить разными способами. Самый быстрый - двойной щелчок левой клавишей мыши по ярлыку, расположенном на Рабочем столе. Загрузку системы можно производить, используя программу **Проводник**, папку **Мой компьютер** или главное меню OC Windows, доступ к которому осуществляется через кнопку **Пуск**.

- Щелкните на кнопке Пуск. Появится всплывающее меню.
- Выберите в нем Программы. Появится еще одно всплывающее меню.
- Найдите в нем приложение **Microsoft Excel** и щелкните по нему. На экране появится окно Excel (рис. 1).



Рис. 1. Окно системы MS Excel после загрузки

Экран MS Excel for Windows содержит следующие основные компоненты:

- строку заголовка с пиктограммами управления окном программы и окном документа (это верхняя строка экрана);
- строку основного меню; в нем находятся команды для работы в системе;

- две панели инструментов Стандартная и Форматирования (это основные панели, в которых команды представлены в виде пиктограмм; другие панели, например, Рисование можно включать командой Вид - Панели инструментов);
- строку формул; в ней изображается содержимое активной ячейки;
- рабочую область место для построения таблиц, диаграмм, вставки объектов и решения всевозможных задач;
- полосы прокрутки; служат для быстрого перемещения таблицы в рабочем поле;
- полосу перебора страниц рабочей книги; содержит ярлыки листов, которые можно добавлять с помощью контекстного меню;
- строку состояния; содержит информацию справочного характера, функции для статистической обработки столбцов с числовыми данными.

### 2. Основные понятия Microsoft Excel

**Ячейка (клетка)** - место ввода и хранения данных, вычисляемых значений, образуется пересечением **столбца** и **строки**.

Адрес ячейки - имя ячейки, состоящее из заголовка столбца и строки, на пересечении которых находится клетка. Адрес ячейки может быть относительным (A1, B1), абсолютным (\$A\$1, \$B\$1) и смешанным (\$A1, B\$1).

Активная ячейка - ячейка, выделенная жирной рамкой. Ввод данных осуществляется в активную ячейку. Выделение ячейки - щелчок левой клавиши мыши по ячейке.

Диапазон ячеек - некоторое количество ячеек, представляющих прямоугольную область на экране. Диапазон задается указанием адресов его верхней левой ячейки и через двоеточие нижней правой ячейки (например, A1:C10). Выделение диапазона ячеек: а) непрерывный диапазон - щелчок по левой верхней ячейке, перевести курсор на нижнюю ячейку, нажать клавишу Shift и левую клавишу мыши; б) прерывистый диапазон - щелчок по левой верхней ячейке, Ctrl +Click (щелчок) на каждой нужной ячейке.

Заголовок столбца - обозначение имени столбца латинскими буквами.

Выделение столбца - щелчок по заголовку столбца.

**Изменение ширины столбца** - удерживая левую клавишу мыши, переместить линию справа от заголовка столбца.

Вставка столбца - установить курсор в любую ячейку столбца, перед которым нужно вставить столбец, выполнить команду меню Вставка-Столбец.

Заголовок строки - цифровое обозначение строки.

Выделение строки - щелчок по ее заголовку.

**Изменение высоты строки** - удерживая левую клавишу мыши, переместить линию рамки снизу от заголовка строки. Вставка строки - установить курсор в любую ячейку строки, перед которой нужно вставить строку, выполнить команду меню Вставка - Строка.

Рабочий лист - отдельная таблица в MS Excel. Каждый лист имеет имя (Лист1, Лист2 и т.д.). Имя листа отображается на ярлычке листа перед строкой состояния.

Переименование листа - два щелчка по его ярлычку, ввести новое имя.

Рабочая книга - совокупность рабочих листов. Файл MS Excel имеет расширение XLS и является рабочей книгой.

Перемещение курсора по рабочему листу при помощи клавиш:  $\leftarrow, \uparrow, \rightarrow, \downarrow$  - перемещение на 1 клетку;

**PgUp, PgDn** - экран вверх, экран вниз;

Ноте - перемещение на 1-ю клетку строки;

End - перемещение на последнюю клетку строки;

Ctrl+Home - перемещение на 1-ю клетку таблицы;

Ctrl+End - перемещение на последнюю заполненную клетку.

### 3. Типы данных

Каждая ячейка в Excel может содержать следующие типы данных:

- текст (длинный текст растекается на соседние клетки, если они пустые);
- число (количество значимых цифр не более 15);
- формула (начинается со знака =, в формуле недопустимы пробелы);
- логическая константа (ИСТИНА или ЛОЖЬ).

### 4. Копирование клеток

Чтобы скопировать клетку (или блок клеток) необходимо:

- 1. Выбрать копируемую клетку (или блок клеток).
- 2. Скопировать в буфер (одним из 4-х способов):
- меню Правка Копировать;
- контекстное меню Копировать (контекстное меню вызывается нажатием правой клавиши мыши);
- пиктограмма стандартной панели
- Ctrl + C.
  - 3. Перейти в новое место (клетку или блок клеток).
  - 4. Вставить из буфера (одним из 4-х способов):
- меню Правка Вставить;
- контекстное меню Вставить;

# æ.

• пиктограмма стандартной панели

• Ctrl + V.

При копировании формула перенастраивается на новые адреса. Для того чтобы при копировании формулы адрес некоторой ячейки был абсолютным (т.е. не перенастраивался на новые адреса), нужно после указания этого адреса во время формирования формулы нажать клавишу F4 или записать адрес в виде **\$A\$1**).

### 5. Редактирование данных

Для замены одних данных в клетке другими достаточно установить курсор в эту клетку и ввести новые данные. Для редактирования содержимого клетки нужно:

1. Встать на клетку.

2. Выбрать способ редактирования (один из 3-х):

- нажать клавишу **F2**;
- двойной щелчок на редактируемой клетке;
- позиционироваться на панели формул и редактировать непосредственно в панели формул.

3. Нажать клавишу Enter - конец редактирования.

#### 6. Автоматическое заполнение

Чтобы автоматически заполнить ряд чисел, дат, перечисляемых названий нужно:

1. Ввести первое значение.

2. Встать на эту клетку.

3. Установить курсор в правый нижний угол клетки (курсор в виде +).

4. «Протащить» мышь при нажатой левой клавиши в нужном направлении.

Автосуммирование: Выделить диапазон ячеек, включая пустые клетки, в которых должны быть помещены суммы; щелкнуть по пиктограмме стан-Σ

дартной панели

### 7. Форматы числовых данных

Формат позволяет отображать числовые данные в том или ином виде. Чтобы задать (изменить) формат ячейки (выделенной группы ячеек), необходимо выполнить команду Формат - Ячейки - Число (рис. 2).

В появившемся окне форматирования приведены названия всех используемых в MS Excel числовых форматов.

Общий - формат отображения числа либо с фиксированной запятой, либо в экспоненциальной форме (Excel сам подбирает подходящий формат).

**Числовой** - формат отображения чисел с заданным количеством десятичных знаков после запятой. Дополнительно можно отделить тысячи пробелом и выделить отрицательные значения красным цветом.

Денежный - формат отличается от числового только тем, что после изображения числа может помещаться знак валюты и группы разрядов всегда разделены пробелом. Используемая валюта задается в настройках Windows.

**Финансовый** - формат отличается от денежного формата вынесением знака «-» для отрицательных чисел в крайнюю левую позицию ячейки.

Дата - форматы отображения дат. В Excel даты рассматриваются как числа.

**Время** - форматы отображения времени. В Ехсеl время также рассматривается как число.



Рис. 2. Окно Формат ячеек с раскрытой вкладкой Число

Процентный - формат отображения чисел в %.

**Дробный** - формат используется для представления значения в виде смешанного числа - целая часть (правильная дробь).

Экспоненциальный - формат представления чисел в экспоненциальном виде.

Текстовой - формат отображает число так же, как и Общий, но прижимает число влево.

Дополнительный - форматы предназначены для работы с почтовыми индексами, телефонными номерами, адресами.

### 8. Копирование формата

Миктограмма (Копировать формат) позволяет быстро скопировать формат одной ячейки на другую или на интервал.

Порядок действий:

- 1. Выделить ячейку или интервал, параметры которых нужно скопировать.
- 2. Щелчок по пиктограмме. Указатель мыши превратится в кисточку.
- 3. Провести кисточкой по ячейкам, на которые переносится формат.

### 9. Создание таблиц

Стандартная последовательность действий представлена в разделах 9.1-9.6.

#### 9.1. Открытие и сохранение файла рабочей книги

Необходимо предварительно открыть MS Excel и сохранить пока пустую таблицу с определенным именем. Для этого выполняется команда меню **Файл** - Сохранить как... В поле **Имя файла** вводится имя рабочей книги.

#### 9.2. Проектирование таблицы

На этом этапе продумывается концепция создаваемой таблицы, т.е. заранее необходимо предусмотреть, какие диапазоны ячеек будут содержать заголовки строк, столбцов, исходные данные, результаты вычислений (формулы), а также последовательность размещения данных.

#### 9.3. Ввод текстовых данных

Оформление таблицы начинается, как правило, с записи заголовков строк и столбцов. При вводе текста он может не поместиться в ячейку. Это можно пока либо проигнорировать, т.к. впоследствии готовую таблицу можно отформатировать по шаблону, либо сразу подогнать ширину столбца.

Самый быстрый вариант подгонки - вручную растянуть столбец, переместив мышью линию справа от заголовка столбца. Другим удобным вариантом подгонки является следующий: а) выделить столбец или любую его ячейку; б) выполнить команду **Формат - Столбец - Автоподбор ширины**. При необходимости можно установить фиксированное значение ширины столбца: а) выделить столбец или любую его ячейку; б) выполнить команду **Формат - Столбец - Ширина...**; в) в диалоговом окне **Ширина столбца** задать фиксированную ширину столбца в поле **Ширина столбца** и нажать кнопку **ОК**.

#### 9.4. Ввод числовых данных

Перед вводом числовых данных необходимо задать формат ячеек, в которые они будут помещаться: а) выделить диапазон ячеек, в который будут вводиться числа; б) выполнить команду **Формат - Ячейки - Число**; в) выбрать из списка необходимый формат; г) нажать кнопку ОК; д) ввести исходные числовые данные.

#### 9.5. Введение расчетных формул

Формула должна начинаться со знака = и может содержать константы, функции, ссылки на адреса ячеек. Для удобства набора формул, особенно больших или табличных, рекомендуется использовать команду Вставка функций.

#### 9.6. Переименование рабочего листа

Для удобства и наглядности рабочий лист можно переименовать: а) либо дважды щелкнуть по ярлычку лист и ввести новое имя; б) либо поместить курсор на ярлычок листа и щелкнуть правой клавишей мыши, в появившемся динамическом (контекстном) меню выбрать команду **Переименовать...** 

Имя «Лист1» стирается и набирается новое. После нажатия кнопки ОК лист будет переименован, новое имя появится на ярлычке листа.

#### 10. Форматирование рабочего листа

Для окончательного оформления листа необходимо отформатировать его. Для этого удобно использовать команду **Автоформатирование**, поскольку она влияет сразу на все выделенные элементы оформления таблицы.

1. Выделить диапазон ячеек.

2. Выполнить команду Формат - Автоформат.

3. В диалоговом окне **Автоформат** выбрать из списка форматов шаблон таблицы.

4. При необходимости формат шаблона можно частично изменить, щелкнув по кнопке **Параметры**.

Задание. Создать таблицу, изображенную на рис. 3.

Последовательность выполнения задания:

1. Открыть Excel и сохранить пустую таблицу.

2. Ввести названия месяцев, используя принцип автозаполнения.

3. Ввести названия продукции (изделия), используя автозаполнение.

4. В диапазон ячеек **B2:D11** ввести числовые значения выпуска изделий по месяцам, предварительно выбрав формат этих ячеек.

5. В ячейки **F2:F11** ввести цены изделий, предварительно указав денежный формат этих ячеек.

6. Просуммировать (одновременно) выпуск изделий по месяцам и за квартал, используя пиктограмму Автосуммирование.

7. Рассчитать стоимость изделий за квартал по формуле: «Умножить содержимое ячейки **E2** на содержимое ячейки **F2**. Результат поместить в ячейку **G2**». Формулу можно набирать непосредственно в ячейке или в строке формул. Для выполнения этого задания нужно: а) задать формат денежный ячейкам **G2:G11**; б) выделить ячейку **G2**; в) активизировать строку формул, установив на нее курсор и щелкнув левой клавишей мыши; г) набрать формулу =**E2\*F2** (без пробелов); д) нажать клавишу **<Enter>**.

Результат умножения появится в ячейке G2. Скопировать формулу в ячейки G3:G11 можно одним из вышеописанных способом, хотя в данном случае можно использовать автозаполнение.

8. Рассчитать прибыль от реализации изделий в ячейках Н2:Н11.

Значения прибыли: по изделию № 1 - 0,25 от стоимости; изделию № 2 - 0,17 от стоимости; изделию № 3 - 0,21 от стоимости; изделию № 4 - 0,12 от стоимости; изделию № 5 - 0,18 от стоимости; изделию № 6 - 0,32 от стоимости; изделию № 7 - 0,18 от стоимости; изделию № 8 - 0,23 от стоимости; изделию № 9 - 0,19 от стоимости; изделию № 10 - 0,16 от стоимости.

Выделить ячейки **H2:H11** и выбрать денежный формат.

9. Просуммировать показатели Стоимость и Прибыль одновременно, используя пиктограмму Автосуммирование.

10. Переименовать рабочий лист.

11. Отформатировать таблицу с помощью команды Автоформат.

12. Сохранить созданную таблицу с помощью пиктограммы

	A	В	С	D	E	F	G	Н
1		январь	февраль	март	Всего	Цена	Стоимость	Прибыль
2	изделие №1	700	890	876	2466	123p.	303 318p.	75 829,5
3	изделие №2	680	789	654	2123	185p.	392 755p.	66 768,4
4	изделие №3	456	567	654	1677	134p.	224 718p.	47 190,8
5	изделие №4	345	456	345	1146	167 p.	191 382p.	22 965,8
6	изделие №5	234	345	789	1368	189p.	258 552p.	46 539,4
7	изделие №6	789	567	453	1809	176p.	318 384p.	101 882,9
8	изделие №7	567	987	542	2096	186p.	389 856p.	70 174,1
9	изделие №8	456	567	678	1701	169p.	287 469p.	66 117,9
10	изделие №9	235	345	900	1480	130p.	192 400p.	36 556,0
11	изделие №10	678	234	455	1367	170p.	232 390p.	37 182,4
12								
13	Итого	5140	5747	6346	17233		2 791 224p.	571 207,1

Рис. 3. Таблица с исходными данными для расчета прибыли

11. Анализ и обработка данных

MS Excel обладает уникальными возможностями в области анализа и обработки данных. Применение таких средств, как **Подбор параметра** и **Поиск решения** позволяет решать задачи прогнозирования, гибкого подбора новых параметров при изменении ситуации и т.д.

### 11.1. Подбор параметра

В созданной ранее таблице (рис. 3) получили итоговую сумму прибыли **571207,1р**. Допустим, для эффективного роста компании-производителя необходимо получение квартальной прибыли в объеме не менее **600000р**. Таким образом, не хватает **28792,9р**. Следует подобрать варианты увеличения прибыли на эту сумму, допустим - для изделия № 1, как наиболее ходового товара.

Последовательность действий при решении задачи:

1. Выделить ячейку, для которой будут производится вычисления. В этом случае это ячейка **H2**, содержащая формулу расчета прибыли по изделию № 1.

2. Выполнить команду Сервис - Подбор параметра... .

Появится диалоговое окно Подбор параметра с тремя полями (рис. 4).

Подбор параметра		1	? ×
Установить в <u>я</u> чейке:	\$H\$2		3
Зна <u>ч</u> ение:			
<u>И</u> зменяя значение ячейки:			<u></u>
ОК		Отмена	

Рис. 4. Диалоговое окно Подбор Параметра

Адрес выделенной ячейки (**\$H\$2**) будет помещен в верхнем поле **Установить в ячейке:**. При необходимости можно изменить адрес ячейки. Остальные поля будут пока пустые.

3. В Поле Значение: ввести результат, который необходимо получить. В данном случае 104622,4 (т.е. 75829,5+28792,9).

4. Увеличение прибыли возможно за счет увеличения производства или повышение цены. Допустим есть возможность повысить цену. Тогда в поле **Изменяя значение ячейки:** необходимо указать адрес той ячейки, числовое значение которой будет подбираться в соответствии с заданными условиями (это ячейка **\$F\$2**) (рис. 5).

Подбор параметра		? ×
Установить в <u>я</u> чейке:	\$H\$2	1
Зна <u>ч</u> ение:	104622,4	
Изменяя значение ячейки:	\$F\$2	<u>.</u>
ОК	Отмен	a

Рис. 5. Настройка окна Подбор параметра

5. Нажмите кнопку **ОК**. Появится диалоговое окно **Результат подбора** параметра (рис. 6).

Результат подбора па	раметра	<u>? ×</u>
Подбор параметра для я Решение найдено.	чейки H2.	ОК
Подбираемое значение:	104622.4	Отмена
Текущее значение:	104 622,4	Шаг
		Пауза

Рис. 6. Окно Результат подбора параметра

6. Нажмите кнопку **ОК**. Данные в таблице изменятся. Итоговая прибыль увеличится до **600000р**., при этом цена изделия № 1 повысится с 123 р. до 170 р.

Задание: а) увеличить прибыль до 610000р. за счет повышения цены изделия № 9; б) увеличить прибыль до 615000р. за счет увеличения выпуска изделия № 8 в январе месяце; в) увеличить прибыль до 620000р. за счет повышения цены изделия № 5; г) увеличить прибыль до 650000р. за счет увеличения цены изделия № 4.

#### 11.2. Поиск решения

Для поиска более гибкого и многовариантного решения с учетом различных ограничений (например, нельзя резко поднимать цену изделия) удобно использовать такое средство MS Excel, как **Поиск решения**.

Поиск решения отличается от Подбора параметра тем, что при подборе параметра осуществляется вычисление значения одной ячейки (нескольких ячеек). В случае поиска решения предоставляемые возможности более широкие. Допустим, необходимо решить ту же задачу - спланировать увеличение прибыли до 600000р., но оптимальным путем - небольшим повышением цены и частичным увеличением производства изделия № 1. Для этого необходимо сделать следующее:

1. Выделить ячейку, для которой будут производиться вычисления, т.е. ячейку **H2**, содержащую расчет прибыли по изделию № 1.

2. Выполнить команду Сервис - Поиск решения....

Появится диалоговое окно **Поиск решения** (рис. 7). Имя выделенной ячейки будет помещено в поле **Установить целевую ячейку:**.

Поиск решения	<u>?</u> ×
Установить целевую ячейку: \$H\$2 Равной: С максимальному значению Эначению: 104622,4 С минимальному значению	<u>В</u> ыполнить Закрыть
Измендя ячейки: \$B\$2:\$D\$2;\$F\$2 <u>О</u> граничения:	Параметры
\$F\$2 <= 140 <u>Доб</u> авить <u>И</u> зменить <u>Удалить</u>	Восс <u>т</u> ановить <u>С</u> правка

Рис. 7. Диалоговое окно Поиск Решения

3. Включить переключатель **Значению** и ввести значение прибыли, которая должна быть получена по изделию № 1, т.е. 104622,4.

4. Нажать кнопку **Предположить**. В поле **Изменяя ячейки**: появится перечень ячеек, содержание которых предлагается изменить. В таблице эти ячейки будут выделены бегущей пунктирной линией (в нашем примере это диапазон **\$B\$2:\$D\$2** - количество изделий в штуках по месяцам - и ячейка **\$F\$2** - цена изделия № 1).

5. В разделе Ограничения: можно установить ограничения различных типов для влияющих ячеек. Для этого нажмите кнопку Добавить.....

Откроется окно Добавление ограничения (рис. 8), в которое нужно ввести имя ячейки (**\$F\$2**) и ограничения, допустим, цена изделия № 1 может изменяться, но не должна превышать **140**р.

Добавление огран	ичения		<u>? ×</u>
Ссылка на <u>я</u> чейку:		<u>О</u> граничени	1e:
\$F\$2	<u> </u>	• 140	<u></u>
ОК	Отмена	До <u>б</u> авить	<u>С</u> правка

Рис. 8. Окно Добавление ограничения

6. Нажмите кнопку **ОК**. Вернется диалоговое окно **Поиск решения**. Установленные ограничения будут внесены в раздел **Ограничения**.

7. Нажмите кнопку Выполнить.

Появится диалоговое окно Результаты поиска решения (рис. представлен ниже).

Результаты поиска решения	<u>? ×</u>
Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.	<u>Тип отчета</u>
<ul> <li>Сохранить найденное решение</li> <li>Восстановить исходные значения</li> </ul>	Результаты Устойчивость Пределы
ОК Отмена Сохранить сценар	ий <u>С</u> правка

Для сохранения изменений в таблице включить переключатель **Сохра**нить найденное решение. Затем в окне выбрать тип отчета **Результаты.** 

В рабочей книге появится лист **Отчет по результатам**, с помощью которого можно проследить все сделанные изменения и исходное состояние таблицы, дату изменения, установленные ограничения (рис. 9).

Задание. Повысить квартальную прибыль за счет частичного повышения цены какого-либо изделия и увеличения выпуска этого изделия в каком-либо месяце. Числовые значения прибыли и ограничений задать самостоятельно. Выдать Отчет по результатам.

	A B	С	D	E	F	G	Н			
2	Рабочий л	ист: [Таблица с издел	лиями.xls]Лист1							
3	Отчет создан: 02.04.2006 20:45:40									
4										
5										
6	Целевая яч	чейка (Значение)								
7	Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат						
8	\$H\$2	изделие №1 Прибыль	75 829,5	104 622,4						
9										
10										
11	Изменяемь	ие ячейки								
12	Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат						
13	\$B\$2	изделие №1 январь	700	874						
14	\$C\$2	изделие №1 февраль	890	1064						
15	\$D\$2	изделие №1 март	876	1050						
16	\$F\$2	изделие №1 Цена	123p.	140p.						
17										
18										
19	Ограничени	ия								
20	Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница				
21	\$F\$2	изделие №1 Цена	140p.	\$F\$2<=140	связанное	0				
22										
23	<b>N</b> N <b>O</b>		unt / Dura / Dura /							
jia a		ет по результатам 1 Д Ли	тетт длиста Длиста /		1					

Рис. 9. Окно Отчет по результатам

### 12. Создание и обработка диаграмм

Місгоsoft Excel предлагает пользователю стандартные и нестандартные типы плоских и объемных диаграмм. Все диаграммы, за исключением круговых, имеют оси: Х - горизонтальная, Y- вертикальная. Заголовки столбцов/строк используются для проставления меток по оси Х и для обозначения переменных.

#### 12.1. Порядок построения диаграмм

Чтобы построить диаграмму необходимо:

1. Выделить данные для построения диаграммы.

Для обозначения меток оси X и составления легенды необходимо включить в выделение заголовки столбцов и строк. Легенда - прямоугольник, в котором указывается цвет и тип линий отображаемых на диаграмме данных. Для выделения прерывистых диапазонов необходимо удерживать клавишу Ctrl.

2. Щелкнуть по пиктограмме Стандартной панели — - Мастер диаграмм или выполнить команду Вставка - Диаграмма.

3. На экране появится первое окно Мастера диаграмм (шаг 1 из 4): тип диаграммы, в котором выбирается тип и вид диаграммы.

4. Нажать кнопку Далее. Появится второе окно Мастер диаграмм (шаг 2 из 4): источник данных диаграммы. В поле окна Мастера на вкладке Диапазон данных в поле Диапазон содержится предварительно выделенный диапазон данных. При необходимости его можно изменить. Переключаясь на вкладку Ряд можно сделать Подписи по оси X, изменить названия в легенде.

5. Нажать кнопку Далее. Появится третье окно Мастер диаграмм (шаг 3 из 4): параметры диаграммы. На вкладке Заголовки этого окна в соответствующих полях записать название диаграммы и осей, на других вкладках можно добавить дополнительные атрибуты. Пример внешнего вида построенной диаграммы будет демонстрироваться в окне Образец.

6. Нажать кнопку Далее. Появится четвертое окно Мастер диаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы. Диаграмма может быть внедренной, т.е. расположенной на листе с данными. Диаграмму можно располагать на отдельном листе, который добавляется в книгу автоматически и имеет название Диаграмма.

7. Нажать кнопку Готово.

Диаграмма появится на рабочем листе в той области, которая была для нее выделена. Для активизации таблицы - щелчок вне поля диаграммы.

### 12.2. Редактирование диаграмм

Редактирование диаграмм осуществляется следующим образом:

- щелчок на поле диаграммы активизация режима редактирования; на рамке поля диаграммы появляются прямоугольники прокрутки, с помощью которых можно изменять размеры диаграммы;
- двойной щелчок на поле диаграммы делает доступным для редактирования внутренние объекты; внутренними объектами диаграммы являются: легенда, заголовок, надписи осей, заголовки осей, разметка осей, все поле графика и каждый график в отдельности;
- щелчок на внутреннем объекте доступ к его редактированию;
- щелчок правой клавишей на объекте вызов контекстного меню для редактирования внутренних объектов диаграмм.

### 12.3. Пример построения диаграммы

Построение диаграммы изменения объемов реализации каждого из изделий по месяцам:

1. Выделить диапазон ячеек **A1:D11**. Содержание этих ячеек будет использоваться в качестве исходных данных для диаграммы. Названия месяцев будут метками **оси X**, названия изделий - метками легенды.

2. Нажать кнопку Мастер диаграмм на панели инструментов Стандартная. В окне Мастер диаграмм - шаг 1 из 4: тип диаграммы выбрать тип и вид диаграммы. Выберем **Гистограмму**. Переход на следующий шаг осуществляется нажатием кнопки **Далее**.

3. В окне Мастер диаграмм - шаг 2 из 4: источник данных диаграммы переключиться на вкладку Ряд, в поле Подписи по оси X ввести диапазон B1:D1, в котором расположены названия месяцев, в поле Имя ввести диапазон A2:A11, где находятся названия изделий. Нажать кнопку Далее.

4. В окне Мастер диаграмм - шаг 3 из 4: параметры диаграммы определить название диаграммы (Реализация изделий за 1-й квартал) и обозначение осей. В окне Мастер диаграмм - шаг 4 из 4: размещение диаграммы указать место расположения диаграммы и нажать кнопку Готово.



Рис. 10. Диаграмма объема реализации изделий по месяцам

#### 12.4. Редактирование построенной диаграммы

Редактирование можно осуществлять следующим образом:

1. Увеличить размеры диаграммы, установив курсор на прямоугольниках прокрутки и переместив мышь при нажатой левой клавише в нужном направлении.

2. Войти в режим редактирования внутренних объектов, дважды щелкнув по полю диаграммы.

3. Установить курсор на ось X и вызвать контекстное меню нажатием правой клавиши мыши.

4. Выполнить команду Формат оси.

5. В диалоговом окне Форматирование оси раскрыть вкладку Шрифт, установить размер шрифта 10, начертание - полужирное.

6. Установить курсор на ось Y и выполнить те же действия.

7. При желании можно изменить цвет линий и стенок графика, легенды. Для этого установить курсор на соответствующий объект, вызвать контекстное

меню и выполнить команду **Формат ряда** (**Формат стенок**... или **Формат легенды**) соответственно. В появившемся диалоговом окне выбрать цвет заливки. Контекстное меню предоставляет широкие возможности для редактирования всех внутренних объектов диаграммы. Кроме того, можно корректировать диаграмму с помощью меню **Диаграмма**, которое вызывается через главное меню командой **Вид - Панели инструментов - Диаграмма**.

#### Задание:

1. Построить гистограмму по раннеописанному образцу, отредактировать ее.

2. Изменить вид диаграммы (контекстное меню или меню Диаграмма), отредактировать.

3. Изменить тип диаграммы (контекстное меню или меню Диаграмма), отредактировать.

### 13. Табулирование функций в MS Excel

Табулирование функции является классической задачей для освоения многих систем. Суть её сводится к получению дискретных значений функции на заданном интервале при изменении аргумента с определённым шагом.

Например: протабулировать функцию y=sin x в интервале [a, b], если аргумент изменяется с шагом H. Допустим, a=3, b=14, H=1,1. Оформление задания в таблице в числовом и формульном вариантах представлено на рис. 11.

	A	В	C	D
1	х	У	шаг =	1,1
2	3	0,14112		
3	4,1	-0,81828		
4	5,2	-0,88345		
5	6,3	0,016814		
6	7,4	0,898708		
7	8,5	0,798487		
8	9,6	-0,17433		
9	10,7	-0,95664		
10	11,8	-0,69353		
11	12,9	0,327474		
12	14	0,990607		

	A	В	С	D
1	Х	У	шаг =	1,1
2	3	=SIN(A2)		
3	=A2+\$D\$1	=SIN(A3)		
4	=A3+\$D\$1	=SIN(A4)		
5	=A4+\$D\$1	=SIN(A5)		
6	=A5+\$D\$1	=SIN(A6)		
7	=A6+\$D\$1	=SIN(A7)		
8	=A7+\$D\$1	=SIN(A8)		
9	=A8+\$D\$1	=SIN(A9)		
10	=A9+\$D\$1	=SIN(A10)		
11	=A10+\$D\$1	=SIN(A11)		
12	=A11+\$D\$1	=SIN(A12)		

Рис. 11. Табулирование функции **y=sin x** 

При выполнении задания в ячейках видим числовое содержание формул (рис. 12). Чтобы просмотреть формульный вариант таблицы необходимо выполнить команду Сервис - Параметры - (вкладка) Вид - (флажок) Формулы (рис. 13). Для переключения в числовой вариант необходимо отключить флажок **Формулы**.

Заполнение таблицы, представленной на рис. 11, выполняется следующим образом:

- в ячейку A1 заносим числовое значение начала интервала, т.е. значение *a*;
- в ячейку **B1** записываем формулу = sin (A1);
- в ячейку A2 записываем формулу = A1+\$D\$1 (абсолютный адрес можно назначить с помощью клавиши F4);
- установить курсор в правый нижний угол ячейки A2, т.е. в маркер заполнения, который имеет вид крестика в правом нижнем углу ячейки, и протянуть «мышь» вниз до конца интервала (b=14);
- установить курсор в маркер заполнения ячейки **B2** и протянуть «мышь» до конца интервала.

M	🔏 Microsoft Excel - Книга1								
:	<u>Ф</u> айл Пр	авка <u>В</u> ид	ц Вст <u>а</u>	вка Фор	мат	Cep	овис <u>Д</u> анные <u>О</u> кно <u>С</u> правка		
:	💕 🔒 🛛	2   🖪   🕯	, I 🖬	🖺 <del>-</del> 🛷	9	ABC	<u>О</u> рфография F7		
	F8	•	f <sub>x</sub>			Í,	Справочн <u>ы</u> е материалы Alt+щелчок		
	A	В	С	D		1	Проверка наличия ошибок		
1	Х	у	шаг =	1,1					
2	3	0,14112							
3	4,1	-0,81828					Доступ к книге		
4	5,2	-0,88345					Защита 🕨		
5	6,3	0,01681					-		
6	7,4	0,89871							
7	8,5	0,79849					Зависимости формул		
8	9,6	-0,17433					Поиск решения		
9	10,7	-0,95664							
10	11,8	-0,69353					<u>Н</u> астройка		
11	12,9	0,32747					Параметры		
12	14	0,99061					×		
13							•		

Рис. 12. Меню команды Сервис

Параметры					? ×		
Международные Сохр Вид Вычисления	ранение   Правка   С	Проверка ошибок Общие Переход	Орфография Списки Д	Безо Циаграмма	пасность Цвет		
Отображать ✓ обдасть задач при запуске Примечания С не отобра <u>ж</u> ать	🔽 строку фор 📀 тол <u>ь</u>	омул 🔽 строку с <u>о</u> с ко индикатор	тояния 🔽 ок С примеча	кна на <u>п</u> анели ние и ин <u>д</u> ика	1 задач тор		
Объекты © ото <u>б</u> ражать О только о <u>ч</u> ертания О н <u>е</u> отображать Параметры окна							
<ul> <li>деторазочение на страницы</li> <li>↓ формулы</li> <li>↓ сетка</li> </ul>	Г <u>з</u> агол Г симво Г <u>н</u> улев	овки строк и столоцов лы стру <u>к</u> туры ње значения	<ul> <li>соризонтальная полоса прокрутки</li> <li>вертикальная полоса прокрутки</li> <li>дрлычки листов</li> </ul>				
Цвет линий сетки: Авто <u></u> ОК Отмена							

Рис. 13. Вкладка Вид диалогового окна Параметры

### 13.1. Построение диаграмм

Для построения диаграмм следует воспользоваться окном **Мастер диаграмм (шаг 1 из 4)**. Используем команду **Вставка - Диаграмма**. Выбираем тип диаграммы - **Точечная** (рис. 14). Вводим диапазон данных, т.е. значения функции (рис. 15). Делаем необходимые подписи диаграммы (рис. 16). Указываем место размещения диаграммы (рис. 17).

Мастер диаграмм (шаг 1 из 4):	тип диаграммы ? 🗙
Стандартные Нестандартные	•
<u>Т</u> ип:	<u>Вид:</u>
🗾 Линейчатая 🔀 График	
Круговая Точечная	
С областями	
<ul> <li>Депестковая</li> <li>Поверхность</li> </ul>	
	Точечная диаграмма со значениями, соединенными сглаживающими линиями.
Просмотр резудьтата	
Отмена	< Назад Далее > Готово

Рис. 14. Диалоговое окно Мастер диаграмм (шаг 1 из 4)



Рис. 15. Диалоговое окно Мастер диаграмм (шаг 2 из 4)

Мастер диаграмм (шаг 3 из 4): па	раметры диаграммы 🔗 🗙
Заголовки Оси Линии сетк	и Пегенда Подписи данных
Название диагра <u>м</u> мы: y=sin(x)	y=sin(×)
Ось X ( <u>к</u> атегорий): Х	1.5
Ось Y (зна <u>ч</u> ений): У	
Вторая ось X (категорий):	
Вторая ось У (значений):	-1,5 I
Отм	ена < Назад Далее > Готово

Рис. 16. Диалоговое окно Мастер диаграмм (шаг 3 из 4)

Мастер диаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы 🤗 🗙						
Поместить диаграмму на листе: ————————————————————————————————————						
	О <u>о</u> тдельном:	Диаграмма1				
	• имеющемся:	Лист3				
	Отмена	< <u>Н</u> азад	Далее >	<u>Г</u> отово		

Рис. 17. Диалоговое окно Мастер диаграмм (шаг 4 из 4)

Задание. Протабулировать функцию, заданную в вашем варианте. По результатам построить диаграмму. Исходные данные представлены в табл. 1.

Перед выполнением задания необходимо тщательно изучить технологию выполнения вашего задания на примере, описанным ранее. Табулирование функции - это вычисление дискретных значений функции на заданном интервале. Аргумент функции изменяется с определенным шагом. Полученную таблицу необходимо отформатировать для придания ей эстетичного вида.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Функция Y(x)	COS X	e <sup>x</sup>	1-x	x <sup>2</sup>	x <sup>3</sup>	x <sup>5</sup>	x+1	e <sup>x</sup> -1
Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
Функция Y(x)	$1+x^4$	$x^{2}+1$	$1+x^3$	1+e <sup>x</sup>	x+1	cos x	$1 + x^5$	x <sup>4</sup>

Задания по вариантам для табулирования функции

Примечание. Интервал [a,b] и шаг табулирования *H* выбрать произвольно.

### 14. Табулирование функции с неопределённостью

Вышеперечисленные функции определены на всём числовом интервале, т.е. -  $\infty < x <+\infty$ . Но есть функции, например, y = Ln x, которая определена при x > 0. Если её табулировать обычным способом, то при x <= 0 выдаётся ошибка неопределённости (**#ЧИСЛО!**). Поэтому для получения результата используется логическая функция **ЕСЛИ(условие; выражение\_истина; выражение\_ложь)**. Формула, внесённая в ячейку В1, должна иметь вид.

= ЕСЛИ(А1<=0; "функция неопределена"; ln (А1))

Функцию = ЕСЛИ() можно набрать с клавиатуры, но лучше и быстрее сделать это с помощью команды Вставка - Функции В результате выполнения команды на экране появляется диалоговое окно Мастер функций (рис. 19), в котором за два шага осуществляется набор функции. На первом шаге в поле Категория выбирается категория функции. Функция ЕСЛИ() выбирается из категории Логические. На втором шаге задается аргументы функции. Окно функции ЕСЛИ() имеет три поля (рис. 20). В поле Лог\_выражение задается условие, в поле Значение\_если\_истина для данной функции записывается текст "функция не определяется" (кавычки набираются автоматически), в поле Значение\_если\_ложь указывается формула вычисления функции. Набор формулы в диалоговом окне дублируется на Панели формул, что очень удобно для контроля правильности набора (рис. 18).



#### Рис. 18. Панель формул с функцией ЕСЛИ()

Мастер функций - шаг 1 из 2	<u>? ×</u>				
Поиск функции:					
Введите краткое описание действия, которое нужно <u>Н</u> айти выполнить, и нажмите кнопку "Найти"					
Категория: 10 недавно использовавшихся 💽					
Выберите функцию:					
<u>SIN</u> ЕСЛИ СУММ СИМВОЛ МАКС СРЗНАЧ ГИПЕРССЫЛКА <b>SIN(число)</b> Возвращает синус угла.					
Справка по этой функции ОК	Отмена				

Рис. 19. Диалоговое окно Мастер функций

	ЕСЛИ	- X V	🐔 =ЕСЛИ	(A1<=0;"ф	ункция не	определя	яется";ln(/	A1))	
	A	В	С	D	E	F	G	Н	
1	-1	=ЕСЛИ(А1	<=0;"фүнк	ция не опр	еделяется	';In(A1))			
2	Аргумент	ы функции							×
3	-ЕСЛИ								
4			Пог выраж	ение 🗛	=0			= ИСТИНА	
5			···· • -··		<u> </u>				
6		знач	ение_если_и	істина ["фун	кция не опре	деляется"	<u> </u>	= афункция	не опреди
7		Зн	ачение_если	_ложь In(A1	)		<u>s</u>	=	
8									
9	_							= "функция	не определяе
10	Проверяет	, выполняет: если нет	ся ли услови	е, и возвраш	цает одно зна	чение, если	оно выполня	ается, и друг	-oe
11	onakonnoj	oominon.							
12									
13		Значе	ение_если_	ложь значе	ение, которо	е возвращае	тся, если 'ло	г_выражени	е'имеет
14				значи	ение ложь, в	сли не указа	ано, возврац	цается значе	ние ЛОжь.
10									
17									
18									
19	Справка п	ю этой функц	<u>ии</u> 3	Вначение: фу	нкция не опр	еделяется		OK	Отмена

Рис. 20. Диалоговое окно функции ЕСЛИ()

Таблица табулирования функции с неопределённостью, т.е. имеющей точки разрыва, должна иметь вид, представленный на рис. 21, 22.

	A	В	С	D	E	F
1	-1	функция н	е опред	деляется	шаг =	0,5
2	-0,5	функция н	е опред	деляется		
3	0	функция н	е опред	деляется		
4	0,5	-0,69315				
5	1	0				
6	1,5	0,405465				
7	2	0,693147				
8	2,5	0,916291				

Рис. 21. Табулирование функции с неопределенностью

	A	В	E	F
1	-1	=ЕСЛИ(А1<=0;"функция не определяется";LN(А1))	шаг =	0,5
2	=A1+\$F\$1	=ЕСЛИ(А2<=0;"функция не определяется";LN(А2))		
3	=A2+\$F\$1	=ЕСЛИ(АЗ<=0;"функция не определяется";LN(АЗ))		
4	=A3+\$F\$1	=ЕСЛИ(А4<=0; "функция не определяется";LN(А4))		
5	=A4+\$F\$1	=ЕСЛИ(А5<=0;"функция не определяется";LN(А5))		
6	=A5+\$F\$1	=ЕСЛИ(А6<=0;"функция не определяется";LN(А6))		
7	=A6+\$F\$1	=ЕСЛИ(А7<=0; "функция не определяется"; LN(А7))		
8	=A7+\$F\$1	=ЕСЛИ(А8<=0;"функция не определяется";LN(А8))		

Рис. 22. Формульный вариант вычисления функции с неопределенностью

Задание. Протабулировать функцию, заданную в Вашем варианте. По результатам построить диаграмму. Исходные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
-			1 (1 )	1	1	1		1
Функ-	$\sqrt{X}$	$\sqrt{x-1}$	ln (1-x)	<u> </u>	$\ln \frac{1}{2}$	<u> </u>	ln (x+1)	<u> </u>
ция				$\mathbf{x}^2$	X	Х		e <sup>x</sup> -1
y=								
Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
Функ-	$1+\sqrt{x}$	1	1	1	1-acos x	acos x	1-asin x	asin x
ция		x + 1	$x^{\overline{3}}$	$\sqrt{X}$				
y=								

Задания для табулирования функции с неопределенностью

Примечание. Интервал [a,b] и шаг табулирования *H* выбрать произвольно.

### 15. Табулирование кусочной функции

Суть табулирования заключается в том, что на разных интервалах функция определяется по различным формулам. При табулировании используется функция **ЕСЛИ()**, которая содержит на своих выходах (истина или ложь) функцию **ЕСЛИ()**. В терминологии программирования такая структура называется вложенной развилкой. Формат функции выглядит следующим образом.

#### = ЕСЛИ(условие 1; ЕСЛИ (условие 2; истина; ложь); ложь)

Вложенность функций неограниченна. Пример. Протабулировать функцию:

$$Y = \begin{cases} \sin x, & \text{если } x \le -1; \\ 1 - x, & \text{если } -1 < x \le 0; \\ e^x, & \text{если } x > 0. \end{cases}$$

Формульный вариант выполнения задания представлен на рис. 23. Условием вложенной функции ЕСЛИ() является логическая функция:

=И(лог\_значение1; лог\_значение2...).

Значение этой функции ИСТИНА, если все её аргументы - истинны.

	Α	В
1	-1	=ЕСЛИ(А1<=(-1);"sin x="&SIN(А1);ЕСЛИ(И(А1>(-1);А1<=0);"1-x="&(1-А1);"exp x="&EXP(А1)))
2	-0,9	=ЕСЛИ(A2<=(-1);"sin x="&SIN(A2);ЕСЛИ(И(A2>(-1);A2<=0);"1-x="&(1-A2);"exp x="&EXP(A2)))
3	-0,8	=ЕСЛИ(АЗ<=(-1);"sin x="&SIN(АЗ);ЕСЛИ(И(АЗ>(-1);АЗ<=0);"1-x="&(1-АЗ);"exp x="&EXP(АЗ)))
4	-0,7	=ЕСЛИ(А4<=(-1);"sin x="&SIN(А4);ЕСЛИ(И(А4>(-1);А4<=0);"1-x="&(1-А4);"exp x="&EXP(А4)))
5	-0,6	=ЕСЛИ(А5<=(-1);"sin x="&SIN(А5);ЕСЛИ(И(А5>(-1);А5<=0);"1-x="&(1-А5);"exp x="&EXP(А5)))

Рис. 23. Формульный вид табулирования кусочной функции

Задание. Протабулировать функцию, заданную в вашем варианте. По результатам построить диаграмму. Исходные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Задания для табулирования кусочной функции

№ ва- рианта	Задание	№ ва- рианта	Задание
1	$Y = \begin{cases} \cos x, e c \pi u \ x <= -5 \\ 1 - x, e c \pi u \ -5 < x <= 5 \\ \ln x, e c \pi u \ x > 5 \end{cases}$	9	$Y = \begin{cases} x - 1, если x < 0\\ 1 + x, если x = 0\\ \ln x, если x > 0 \end{cases}$
2	$Y = \begin{cases} \sqrt{x}, eсли \ x > 0\\ 1 + x, eсли \ 10 < x <= 0\\ e^{x}, eсли \ x > 10 \end{cases}$	10	$\mathbf{Y} = \begin{cases} \sin x, e c \pi u \ x < 0 \\ 1, e c \pi u \ x = 0 \\ \frac{1}{x}, e c \pi u \ x > 0 \end{cases}$
3	$Y = \begin{cases} \cos x, \ \text{если } x >= 0 \\ \text{tg } x, \ \text{если } 00 < x <= \pi/2 \\ \sin x, \text{если } x > \pi/2 \end{cases}$	11	$Y = \begin{cases} \sin x^{2}, eсли x > 10 \\ 1 - x, eсли 0 < x < 10 \\ \frac{1}{x^{2}}, eсли x > 0 \end{cases}$
4	$\mathbf{Y} = \begin{cases} \text{tg x, если x <= -1} \\ \text{x}^3, \text{если } -1 < \text{x <= 1} \\ e^{-x^2}, \text{если } x > 1 \end{cases}$	12	$\mathbf{Y} = \begin{cases} \sin x, e c \pi u x < 0\\ 1 + x^2, e c \pi u 5 \ge x \ge 0\\ e^{-x}, e c \pi u x > 5 \end{cases}$

### Окончание табл. 3

5	$Y = \begin{cases} a\cos x, ecли x < 0\\ 1 - x, ecли 0 < x <= 10\\ e^{x} - 1, ecлu x > 10 \end{cases}$	13	$Y = \begin{cases} 1, если x <= -5 \\ x^5, если - 5 < x <= 5 \\ \frac{1}{e^x}, если  x > 5 \end{cases}$
6	$\mathbf{Y} = \begin{cases} asin x, если x = 0\\ x^2 + 1, если x <= 0\\ \sqrt{x - 5}, если x > 0 \end{cases}$	14	$Y = \begin{cases} tg x, если x <= 0 \\ 1, если x = 0 \\ ln(x+1), если x > 0 \end{cases}$
7	$Y = \begin{cases} \cos x, e c л u x <= 10\\ 1 + x, e c л u - 10 < x <= 5\\ e^{-x}, e c л u x > 5 \end{cases}$	15	$Y = \begin{cases} \frac{1}{\sin x}, \text{ если } x <= 5\\  1 - x , \text{ если } -5 < x <= 1\\ e^{5x}, \text{ если } x > 1 \end{cases}$

8	<b>V</b> _	соѕ х, если х < 0	16	$\left  \sin x \right , $ если x <= -1
	$\mathbf{Y} = \langle$	$\left\{e^{-x^2},ecnu  x>0\right.$		$\mathbf{Y} = \begin{cases} 1 - x^3, если - 1 < x <= 1\\ \frac{1}{x^2 + 1}, если  x > 1 \end{cases}$

Примечание. Интервал [a,b] и шаг табулирования Н выбрать произвольно.

### 16. Табличные формулы. Матричные операции

Табличные формулы называют также формулами массива. Табличные формулы позволяют обращаться с блоками, как с обычными ячейками.

В отличие от обычных формул они обрамлены фигурными скобками. Эти скобки нельзя набирать вручную, иначе формула будет восприниматься как текст. Рассмотрим применение этих формул на примере матричных операций: транспонирования, перемножения матриц, обращения матрицы, умножения матрицы на вектор.

Технология получения результата состоит в следующем: 1) выделить пустой блок, где будет располагаться результат; 2) выбрать функцию и ввести ее аргументы; 3) перейти в режим редактирования (например, позиционироваться на панели формул; 4) одновременно нажать клавиши **CTRL+SHIFT+ENTER**.

Работу с массивами ячеек (матрицами) обеспечивают функции категорий Математические, Ссылки и массивы и Статистические. В табл. 4 приведен их перечень с указанием категории функции.

Таблица 4

-	~	
Функция	Категория функции	Назначение функции
МОБР()	Математические	Вычисление обратной мат-
		рицы
МОПРЕД()	Математические	Вычисление определителя
		матрицы
МУМНОЖ()	Математические	Возвращает матричное
		произведение двух матриц
ТРАНСП()	Ссылки и массивы	Вычисление транспониро-
		ванной матрицы
СТОЛБЕЦ()	Ссылки и массивы	Возвращает номер столбца,
		на который указывает
		ссылка

Встроенные функции для работы с матрицами

Функция	Категория функции	Назначение функции
СТРОКА()	Ссылки и массивы	Определяет номер строки,
		на который указывает
		ссылка
СУММКВРАЗН()	Математические	Сумма квадратов разностей
		соответствующих значений
		в двух массивах
СУММПРОИЗВ()	Математические	Сумма произведений эле-
		ментов массивов
СУММРАЗНКВ()	Математические	Сумма разностей квадратов
		соответствующих значений
		в двух массивах
СУММЕСЛИ()	Математические	Суммирование ячеек по
		заданному критерию
СУММКВ()	Математические	Сумма квадратов элемен-
		тов
СЧЕТЕСЛИ()	Статистические	Подсчет в заданном диапа-
		зоне непустых ячеек по за-
		данному критерию
СРЗНАЧ()	Статистические	Среднеарифметическое

Пример использования матричных функций. Заданы матрица А и вектор В. Перемножить их.

$$A = \begin{bmatrix} 6 & 7 & 4 \\ 8 & 2 & 1 \\ 5 & 8 & 3 \end{bmatrix}; \qquad B = \begin{bmatrix} 7 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}.$$

При выполнении задания необходимо помнить, что количество столбцов матрицы должно совпадать с размерностью вектора. Поскольку получение табличных формул начинается с выделения пустого диапазона, необходимо знать, что результатом в данном случае будет являться вектор соответствующей размерности (рис. 24).

	Α	В	С	D	E	F
1		Матри	ца А		Векто	рВ
2	6	7	4		7	
3	8	2	1		2	
4	5	8	3		4	
5						
6			Резуль	тат		
7			72			
8			64			
9			63			
10						
11						

Рис. 24. Перемножение матрицы на вектор

Последовательность действий следующая:

1. Выделить пустой диапазон ячеек С7:С9.

2. Выполнить команду Вставка - Функция...(пиктограмма этой команды \_\_\_\_\_\_ находится на Панели формул).

3. В окне Мастер функций - шаг 1 из 2 из категории Математические выбрать функцию МУМНОЖ().

4. В окне Аргументы функции ввести массив 1 и массив 2, выделяя их непосредственно из таблицы. Массив 1 - диапазон матрицы, массив 2 - диапазон вектора.

5. Результат действий представлен на рис. 25.

6. Перейти в режим редактирования формул (нажать функциональную клавишу F2 или позиционироваться на Панели формул).

#### 7. Одновременно нажать клавиши **CTRL+SHIFT+ENTER**.

Задания по обработке матриц и векторов представлены в табл. 5.

Аргументы функции		<u>? ×</u>
МУМНОЖ		
Массив1	A2:C4	<b>1</b> = {6;7;4:8;2;1:5;8;3}
Массив2	E2:E4	<b>1</b> = {7:2:4}
		= {72:64:63}
Возвращает произведение матриц (матриц	ы хранятся в массивах).	(,
Maccup?		KOTODEN BORWOU MMOTE TO WO
Массива	число столбцов, что и второй.	который должен иметь то же
Справка по этой функции Значен	ие:72	ОК Отмена

#### Рис. 25. Диалоговое окно функции МУМНОЖ()

#### Таблица 5

Задание	Матрица	Матрица (вектор)	
Перемножить матрицу на	$\begin{bmatrix} 5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$	$\lceil 1 \rceil$	
матрицу	5 2 6	5	
		8	
Перемножить матрицу на	<b>[</b> 7 8 5 <b>]</b>	$\begin{bmatrix} 6 \end{bmatrix}$	
вектор	9 3 2	3	
	6 9 4	[1]	
Транспонировать матрицу	5 6 3		
	7 1 0		
	$\begin{bmatrix} 4 & 7 & 2 \end{bmatrix}$		
Определить обратную	[9 1 7]		
матрицу	2 5 4		
	8 2 6		
Сложить две матрицы	[4 5 2]		
	6 0 2	5 6 5	
	$\begin{bmatrix} 3 & 6 & 1 \end{bmatrix}$	9 3 7	
Получить матрицу	$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 \end{bmatrix}$	[3 1 7]	
6A-sin(B), где А и В - мат-	4 6 5	5 5 4	
рицы одинаковой размер-			
ности			

#### Задания по обработке матриц и векторов

### 17. Создание макросов

Создание и обработка таблиц возможна «ручным» способом или автоматическим. Для последнего варианта существует специальная программа транслятор, создающая макрос (код) на языке VBA (Visual Basic for Application). Эта программа называется макрорекордером, которая все действия пользователя с момента ее запуска записывает в виде макрокоманд.

Для примера рассмотрим, какой код записывается в макрос при составлении таблицы расчета стоимости товара (рис. 26).

	A B		С	D
1	Название	Цена, руб	Количество, кг.	Стоимость, руб.
2	Мука	20	120	2400
3	Сахар	17	250	4250
4	Крупа	8	120	960

Рис. 26. Таблица расчета стоимости товара

Прежде чем создавать таблицу, необходимо активизировать макрорекордер, который будет записывать в макрос все наши действия. Для этого необходимо выполнить команду Сервис - Макрос - Начать запись.

В результате выполнения команды появится диалоговое окно, изображенное на рис. 27. Заполнение этого окна не является обязательным.

В поле Имя макроса можно заменить стандартное имя Макрос другим, например, Таблица, в поле Сочетание клавиш записать любую клавишу, например, Т. Это значит, что макрос можно выполнить одновременным нажатием клавиш Ctrl+T. В поле Описание можно кратко описать содержание макроса, например, Расчет стоимости товаров. После нажатия кнопки ОК на

0c1 🔻 🗡

экране появляется плавающая панелька , что означает, что все Ваши действия будут записываться в макрос в виде макрокоманд (кода). С этого момента необходимо заполнять таблицу: а) в строку 1 записать заголовки; б) диапазон A2:C4 заполнить соответствующим текстом и числовыми данными; в) в ячейку D2 записать формулу =B2\*C2; г) скопировать формулу через маркер заполнения до ячейки D4.

Запись макроса				
<u>И</u> мя макроса: Таблица				
Сочетание <u>к</u> лавиш: Сохранить <u>в</u> : Ctrl+ Т Эта книга				
Описание: Расчет стоимости товаров				
ок	Отмена			

Рис. 27. Диалоговое окно Запись макроса

Остановить запись команд можно двумя способами: нажатием кнопки на плавающей панельке или командой Сервис - Макрос - Остановить запись. Выполнение макроса возможно либо с помощью «горячих» клавиш Ctrl+T, либо через меню Сервис - Макрос - Макросы - Выполнить, предварительно перейдя на чистый Лист. Просмотр макрокоманд осуществляется командой Сервис - Макрос - Макросы - Войти (Изменить). После выполнения команды в окне появляется следующий текст программы (кода).

Sub Таблица() ActiveCell.FormulaR1C1 = "Название товара" Range("B1").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "Цена, руб." Range("C1").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "Количество, кг." Range("D1").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "Стоимость, руб." Range("A2").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "Myka" Range("B2").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "20" Range("C2").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "120" Range("A3").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "Caxap" Range("B3").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "17" Range("C3").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "250" Range("A4").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "Kpvπa" Range("B4").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = ''8'' Range("C4").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "120" Range("D2").Select ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-2]\*RC[-1]" Range("D2").Select Selection.AutoFill Destination:=Range("D2:D4"), Type:=xlFillDefault Range("D2:D4").Select End Sub

Записанный макрорекордером макрос можно корректировать, вносить изменения по усмотрению пользователя.

Задание: 1) создать макрос, содержащий макрокоманды форматирования таблицы расчета стоимости товаров (центрирование данных, выделение заголовков, оформление границ и цветовые эффекты) и выполнить его; 2) просмотреть код макроса, попытаться внести изменения в макрокоманды и выполнить его.

### 18. Основные сведения о языке программирования Visual Basic for Application (VBA)

Visual Basic for Application - это объектно-ориентированный язык программирования высокого уровня, являющийся одним из диалектов популярного языка программирования Visual Basic.

Вход в редактор этой системы осуществляется одновременным нажатием клавиш <**Alt+F11**>. Для загрузки стандартного модуля выполняется команда Вставка - Модуль. Структура процедуры (кода) на VBA имеет следующий вид.

#### Sub <идентификатор> () <инструкции> End Sub

Переменные так же, как в системе **Turbo Pascal**, описываются типом, определяющим множество допустимых значений, которое может принимать указанная переменная. В табл. 6 перечислены некоторые из них.

Если не указан тип переменной, то по умолчанию используется тип Variant. Переменные этого типа могут хранить все, что в них поместят, т.е. их тип изменяется в зависимости от последнего присвоения. Поэтому тип Variant очень удобен. Однако указание конкретного типа позволяет делать функции более быстрыми и надежными.

Таблица 6

Тип	Описание
Byte	Байт
Integer	Целое
Single	С плавающей точкой
Boolean	Логический
Date	Даты и время
Variant	Вариант

#### Типы данных, используемые в системе VBA
Переменную в VBA можно описать с помощью следующей конструкции.

## **Dim ИМЯ\_ПЕРЕМЕННОЙ As ТИП\_ПЕРЕМЕННОЙ**

Например, возможны следующие описания переменных:

## Dim A As Integer, Dim C, D As Integer, E As Single.

При описании типов переменных, являющихся параметрами функций или процедуры, Dim опускается. Например, как это представлено ниже.

## Function Y (x As Double) As Double Y = Sin (Application. Pi()\*x)\*Exp(2\*x) End Function

Знак «=» является оператором присваивания, который предписывает выполнить выражение, заданное в его правой части, и присвоить результат переменной, идентификатор которой расположен в левой части. Например, в результате действия следующей пары операторов:

переменной Х будет присвоено значение 6.

Операторы условного перехода If-Then и If-Then-Else. Условный оператор, обеспечивающий передачу управления в программе в зависимости от выполнения условия, имеет следующий вид.

## If УСЛОВИЕ Then ОПЕРАТОР\_1 Else ОПЕРАТОР\_2

В операторе условия ОПЕРАТОР\_1 выполняется, если УСЛОВИЕ истинно, в противном случае выполняется ОПЕРАТОР\_2.

**УСЛОВИЕ** - это выражение логического типа. Результат выражения всегда имеет булевский тип. Выражение может быть простым и сложным. При записи простых условий могут использоваться все возможные операции отношения, представленные в табл. 7.

Таблица 7

Логические отношения

Операция	Название	Выражение	Результат
----------	----------	-----------	-----------

=	Равно	A=B	True, если A равно B
<>	Не равно	A<>B	True, если А не равно В
>	Больше	A>B	True, если A больше B
<	Меньше	A <b< th=""><th>True, если A меньше B</th></b<>	True, если A меньше B
>=	Больше или равно	A>=B	True, если А больше или равно
			В
<=	Меньше или равно	A<=B	True, если А меньше или рав-
			но В

Сложные условия образуются из простых путем применения логических операций и круглых скобок. Список логических операций приведен в табл. 8.

Таблица 8

#### Логические операции

Операция	Название	Выражение	A	В	Результат
Not	Логическое	Not A	False		True
	отрицание				
			True		False
And	Логическое И	A and B	True	True	True
			True	False	False
			False	True	False
			False	False	False
Or	Логическое ИЛИ	A or B	True	True	True
			True	False	True
			False	True	True
			False	False	False

В VBA существует блочная форма записи условного оператора. В условном операторе допустимо использование блока операторов вместо любого из операторов. В этом случае условный оператор имеет следующий вид.

## If УСЛОВИЕ Then БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ\_1 Else БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ\_2 END IF

Ветвь **Else** в условном операторе является необязательной. Таким образом, возможен следующий синтаксис оператора условия.

## If УСЛОВИЕ Then ОПЕРАТОР If УСЛОВИЕ Then

#### БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ END IF

В условном операторе может проверяться несколько условий. В этом случае оператор имеет следующий вид.

If УСЛОВИЕ\_1 Then БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ\_1 Else If УСЛОВИЕ\_2 Then БЛОК ОПЕРАТОРОВ\_2 Else If УСЛОВИЕ\_3 Then ..... Else БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ End If

В данном условном операторе выполняется БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ\_i, если истинно УСЛОВИЕ\_i, в противном случае выполняется БЛОК ОПЕРАТОРОВ.

Рассмотрим использование условного оператора и оператора Exit Function на примере функции пользователя, вычисляющей квадратный корень числа.

**Function** Sq (x)

If X<0 Then Exit Function Else Sq=x^(1/2) End Function

#### Операторы цикла

Оператор цикла For-Next. Для многократного выполнения одного оператора или их группы служит оператор цикла For-Next. Синтаксис:

For СЧЕТЧИК = НАЧАЛЬНОЕ\_ЗНАЧЕНИЕ То КОНЕЧНОЕ\_ЗНАЧЕНИЕ Step ШАГ БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ [Exit For] БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ Next СЧЕТЧИК Цикл For-Next обеспечивает многократное выполнение блока операторов при последовательном изменении счетчика от начального значения до конечного с указанным шагом изменения. Если Step ШАГ в конструкции отсутствует, то по умолчанию считается, что шаг равен 1. По оператору Exit For можно выйти из оператора цикла до того, как СЧЕТЧИК достигнет последнего значения.

Оператор цикла For-Each-Next. Для перебора объектов или группы подобных объектов, например, ячеек из диапазона или элементов массива, удобно использовать оператор цикла For-Each-Next.

Синтаксис:

## For Each ЭЛЕМЕНТ In ГРУППА БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ [Exit For] БЛОК ОПЕРАТОРОВ Next ЭЛЕМЕНТ

Оператор цикла While-Wend. Оператор цикла While-Wend используется для организации цикла с неизвестным заранее числом шагов. Синтаксис:

## While УСЛОВИЕ БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ Wend

Цикл While-Wend обеспечивает многократное выполнение блока операторов, пока УСЛОВИЕ принимает значение *True*.

Операторы цикла Do-Loop. В VBA для организации циклов с неизвестным заранее числом шагов используются и другие операторы цикла: Do-While-Loop, Do-Until-Loop, Do-Loop-While и Do-Loop-Until.

Синтаксис перечисленных операторов:

Do While УСЛОВИЕ БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ [Exit Do] БЛОК\_ОПЕРАТОРВ

#### Loop

Do Until УСЛОВИЕ БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ [Exit Do]

## БЛОК\_ОПЕРАТОРВ

Loop

## Do БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ [Exit Do] БЛОК\_ОПЕРАТОРВ Loop While УСЛОВИЕ

## Do БЛОК\_ОПЕРАТОРОВ [Exit Do] БЛОК\_ОПЕРАТОРВ Loop Until УСЛОВИЕ

Оператор **Do-While-Loop** обеспечивает многократное выполнение блока операторов до тех пор, пока **УСЛОВИЕ** соблюдается, а оператор **Do-Until-Loop** - пока **УСЛОВИЕ** не соблюдается.

Операторы **Do-Loop-While** и **Do-Loop-Until** отличаются от перечисленных выше двух операторов тем, что блок операторов выполняется по крайней мере один раз, а потом проверяется **УСЛОВИЕ**.

Оператор Exit Do обеспечивает досрочный выход из оператора цикла.

Встроенные диалоговые окна. В проектах VBA часто встречаются две разновидности диалоговых окон: *окно сообщений* и *окно ввода*. Они встроены в VBA, и если их возможностей достаточно, то можно обойтись без проектирования диалоговых окон. Окно сообщений (MsgBox) выводит простейшие сообщения для пользователя, а окно ввода (InputBox) обеспечивает ввод информации (табл. 9).

Таблица 9

#### Процедура MsgBox и функция InputBox

Название	Описание
Функция	Выводит на экран диалоговое окно, содержащее сообщение,
InputBox	поле ввода и две кнопки Ok и Cancel. Устанавливает режим
	ожидания ввода текста пользователем и нажатия кнопки, а за-
	тем возвращает значение типа String по нажатию кнопки ОК,
	содержащее текст, введенный в поле ввода. При нажатии кноп-
	ки <b>Cancel</b> возвращает пустую строку ( <b>Empty</b> ).

	Commenceret
	ImputBox (Prompt [, Title] [, Default] [, Xpos] [, Ypos])
	• <i>Prompt</i> - строковое выражение, отображаемое как сообщение в диалоговом окне. Строковое выражение <i>Prompt</i> может содержать несколько строк. Для разделения строк допускается использование символа возврата каретки (Chr (13)), символа перевода строки (Chr (10)) или комбинацию этих символов.
	• <i>Title</i> - строковое выражение, отображаемое в строке заго- ловка диалогового окна. Если этот параметр опущен, то в строку заголовка помещается имя приложения.
	• <i>Default</i> - строковое выражение, отображаемое в поле ввода как используемое по умолчанию, если пользователь не введёт другую строку. Если этот параметр опущен, то поле ввода изображается пустым.
	• <i>Xpos</i> - числовое выражение, задающее расстояние по горизонтали между левой границей диалогового окна и левым краем экрана. Если этот параметр опущен, то диалоговое окно выравнивается по центру экрана по горизонтали.
Процедура MsgBox	Выводит на экран диалоговое окно, содержащее сообщение, устанавливает режим ожидания нажатия кнопки пользовате- лем, а затем возвращает значение типа Integer, указывающее, какая кнопка была нажата. Синтаксис:
	MsgBox (Prompt [, Buttons] [, Title])
	• <i>Prompt</i> - строковое выражение, отображаемое как сообще-
	ние в диалоговом окне.
	• <i>Buttons</i> - числовое выражение, представляющее сумму зна- чений, которые указывают число и тип отображаемых кно-
	пок, тип используемого значка, основную кнопку и модаль- ность окна сообщения. Значение по умолчанию этого пара- метра равняется 0 [2].
	• <i>Title</i> - строковое выражение, отображаемое в заголовке диалогового окна. Если этот параметр опущен, то в строку заголовка помещается имя приложения.

## 18.1. Вычисление определенного интеграла методом Симпсона на алгоритмическом языке VBA

В качестве примера составим программу на VBA вычисления определенного интеграла методом Симпсона. Для набора текста программы необходимо войти в редактор одновременным нажатием клавиш <**Alt+F11**>. Для загрузки стандартного модуля выполняется команда **Вставка – Модуль**. В представленном окне (рис. 28) записывается текст программы.



Рис. 28. Модуль вычисления определенного интеграла методом Симпсона

При выполнении ее (клавиша F5 или команда меню Run) выдаются поочередно три встроенных окна ввода InputBox (рис. 29), в которые вводятся начало, конец интервала интегрирования и четное количество разбиений интервала. Результат выдается в окне вывода MsgBox. Значение определенного интеграла, представленное в окне MsgBox (рис. 30), вычислено для варианта:

 $\int_{0}^{1} e^{x} * dx \approx 1,71$ 



#### Рис. 29. Встроенное окно **ІприtВох**



Рис. 30. Встроенное окно MsgBox

#### Задание:

1. Вычислить значение определенного интеграла методом трапеций.

2. В программе в окнах InputBox и MsgBox изменить заголовок Microsoft Excel на Метод Симпсона.

3. Структуру цикла FOR....NEXT заменить другим циклом (по своему усмотрению).

4. Перевести любую программу, написанную на алгоритмическом языке TURBO PASCAL, на язык VBA и выполнить её.

## 19. Создание баз данных в MS Excel

База данных - это средство хранения, упорядочивания и поиска информации. В Excel база данных (БД) представляется в упрощенном варианте, т.е. в виде простого списка данных. Информация в БД вводится так же, как данные в рабочие листы. При использовании команды меню ДАННЫЕ рабочий лист будет распознан как база данных. Создадим базу данных «Сведения об абитуриентах» (рис. 31).

	A	B	C	D	E
1	Фамилия	Имя	Отчество	Ср. балл	Город
2	Иванов	Петр	Иванович	4,6	Кемерово
3	Сидорова	Мария	Петровна	3,8	Новокузнецк
4	Ларина	Татьяна	Павловна	4,5	Мыски
5	Гордон	Михаил	Юрьевич	4,3	Новосибирск
6	Малик	Александр	Васильевич	3,9	Барнаул
7	Голин	Петр	Сергеевич	4,9	Кемерово
8	Проков	Михаил	Аркадьевич	5	Кемерово
9	Лапина	Ольга	Ивановна	4,3	Новокузнецк
10	Калин	Александр	Сергеевич	4,7	Новокузнецк
4.4					

Рис. 31. Оформление базы данных в Excel

В терминологии баз данных запись - это ячейки одной строки, т.е. сведения об одном абитуриенте, поле - это ячейка, имена полей - заголовки столбцов. При вводе информации в БД необходимо выполнять следующие правила:

1. Имена полей вводятся в самой верхней строке таблицы.

2. Первая запись вносится в строку, расположенную после имен полей.

3. Данные одной записи вводятся в одной строке, при необходимости можно оставлять ячейки незаполненными.

4. Между записями не должно быть пустых строк.

5. Информация в ячейках одного столбца должна быть однотипной.

6. Все записи базы данных должны располагаться на одном рабочем листе. БД не может располагаться на нескольких листах.

Редактирование, удаление, добавление записей в БД. Для выполнения этих операций можно использовать два способа. Первый способ редактирования данных в полях осуществляется как в ячейках и описан подробно ранее. Удаление записи, полей (столбца) производится командой Правка - Удалить -Строку (Столбец). Добавление записи, поля - Вставка - Строки - Столбца. Второй способ является более удобным. В этом случае используется команда Форма из меню Данные.

В окне **Лист1** (рис. 32), выдаваемом командой **Форма**, можно редактировать записи, удалять и добавлять с помощью соответствующих кнопок.

Лист1			<u>? ×</u>
Фамилия:	Иванов	<b>_</b>	1 из 9
Имя:	Петр		До <u>б</u> авить
Отчество:	Иванович		<u>У</u> далить
Ср. балл :	4,6		Вернуть
Город:	Кемерово		<u>Н</u> азад
			<u>Д</u> алее
			Критерии
			<u>З</u> акрыть
		-	

Рис. 32. Диалоговое окно Лист1

## 19.1. Поиск записей в базе данных

#### 19.1.1. Поиск записей с помощью команды Форма

Поиск записей в базе данных осуществляется по критериям. Критерий определяет условие поиска, по которому из БД извлекается соответствующая информация. Для примера найдем записи: а) об абитуриентах, проживающих в г. Кемерово; б) абитуриентах, средний балл аттестата которых больше 4-х.

При определении критерия можно использовать символы подстановки: ? - заменяет один символ; \* - заменяет группу символов. Так, если в критерии в поле ИМЯ ввести М\*, будут найдены все записи абитуриентов, имена которых начинаются с буквы М. Поиск шестизначных номеров телефонов, оканчивающихся на 10, можно осуществить по критерию ????10.

Чтобы найти необходимые записи с помощью команды **ФОРМА** по критерию необходимо выполнить следующие действия:

1. Установить курсор в любую ячейку БД и выполнить команду Данные – Форма.

2. Щелкнуть левой клавишей мыши по кнопке Критерии.

3. В появившемся окне **Лист1** ввести критерий, по которому необходимо провести поиск.

Например, найдем студентов, проживающих в г. Кемерово, чьи фамилии начинаются с буквы П (рис. 33).

Лист1			<u>? ×</u>
Фамилия:	□*	<u>_</u>	Критерии
Имя:			Добавить
Отчество:			<u>О</u> чистить
Ср. балл :			<u>В</u> ернуть
Город:	Кемерово		
			азад
			<u>Д</u> алее
			Правка
			<u>З</u> акрыть
		~	

Рис. 33. Задание критерия поиска в диалоговом окне Лист1

#### 19.1.2. Поиск данных с помощью команды Автофильтр

Чтобы воспользоваться данным средством поиска, необходимо выполнить следующие действия:

1. Установить курсор в любую ячейку базы данных.

2. Выполнить команду Данные - Фильтр - Автофильтр. В результате в каждой ячейке строки заголовков полей отобразится кнопка раскрывающегося списка (рис. 34).



Рис. 34. Заголовки полей с раскрывающимися списками

При нажатии кнопки 🔳 появляется список фильтра, включающий следующие пункты:

- (все) вывод всей таблицы;
- (первые 10) вывод первых 10-ти записей;
- (условие) задается условие поиска, содержащее не более 2-х критериев фильтрации одного и того же столбца, связанных логическими операциями И или ИЛИ;
- выдаются все значения полей данного столбца.

Например, найдем записи, фамилии которых начинаются с буквы Л или Г. Для этого воспользуемся опцией Условие в поле Фамилия (рис. 35).

Пользовательский автофильтр		? ×
Показать только те строки, значения н	которых:	
Фамилия		
начинается с	Л	•
Си ⊙и <u>л</u> и		
начинается с	Г	-
Cumpon "?" of only upon profession and when		
Символ / осозначает люсси единичны	ыизнак	
Знак торозначает последовательнос	ть люоых знаков	
	ОКОт	мена

Рис. 35. Диалоговое окно Пользовательский автофильтр

Левое поле в каждом условии предназначено для выбора оператора сравнения. Правое поле предназначено для ввода значения, относительно которого будет проводиться сравнение. Это значение можно выбрать из списка. В условиях поиска можно использовать шаблоны \* или ?. Тоже самое задание можно выполнить с использованием маски или шаблонов (\* или ?), при этом окно пользовательского фильтра заполняется следующим образом (рис. 36).

I	Пользовательский автоф	ильтр		? ×
•	Показать только те строки, Фамилия	значения к	оторых:	
	равно	-	Л*	•
ł	Си ⊙и <u>л</u>	и		
	равно	-	۲*	▼
	Символ "?" обозначает любо Знак "*" обозначает последи	ой единичны овательност	ій знак гь любых знаков	
1			ОК	Отмена

Рис. 36. Диалоговое окно Пользовательский автофильтр

В результате выполнения команды отбираются записи в соответствии с условиями поиска (рис. 37).

Выход из режима Автофильтра осуществляется командой Данные -Фильтр - Автофильтр.

	A	В	С	D	E
1	Фамилия 星	Имя 🖵	Отчество 🚽	Ср. балл 星	Город 🚽
4	Ларина	Татьяна	Павловна	4,5	Мыски
5	Гордон	Михаил	Юрьевич	4,3	Новосибирск
7	Голин	Петр	Сергеевич	4,9	Кемерово
9	Лапина	Ольга	Ивановна	4,3	Новокузнецк

Рис. 37. Результаты поиска

## 19.1.3. Поиск с использованием команды Расширенный фильтр

Расширенный фильтр позволяет использовать для поиска более сложные критерии, чем в пользовательских автофильтрах и объединять их в произвольных сочетаниях как по **И**, так и по **ИЛИ**. При работе расширенный фильтр опирается на три области:

1. Область данных базы данных.

2. Область критериев поиска.

3. Целевая область.

Область критериев формируется из строки заголовков полей, которые будут ключевыми при отборе записей, и строки (или строк) критериев. Если критерии находятся в одной строке, то они работают по принципу **И**, если в разных строках - по принципу **ИЛИ**. В критериях могут применяться символы маски \* или ?.

Создание целевой области необязательно, так как существует опция «оставить результаты отбора на месте». Области могут быть расположены на одном листе, разных листах, в разных файлах.

Порядок действий при использовании расширенного фильтра следующий:

1. В свободное место на листе скопировать заголовки критериев поиска. Копирование производится только для того, чтобы не допустить неточности в названных полях.

2. Заполнить строки критериев, причем соединенные по **И** в одной строке, соединенные по **И**ЛИ в разных строках.

3. Скопировать в свободное место на листе заголовки интересующих в результате отбора полей (если отобранные записи будут находиться в отдельном месте).

4. Выполнить команду Данные - Фильтр - Расширенный фильтр.

В результате на экране появляется диалоговое окно Расширенный фильтр (рис. 38).

Диалоговое окно заполняется в соответствии с вышеописанными областями. В поле Исходный диапазон указано местонахождение базы данных. В поле Диапазон условий вводится область критериев. В поле Поместить результат в другое место (если включен флажок «скопировать результат в другое место») указывается строка, куда будут отобраны данные.

Расширенный фильтр		? ×
Обработка		
<ul> <li>фильтровать список на месте</li> </ul>	•	
С скопировать результат в дру	гое место	
Исходный диапазон:	\$A\$1:\$E\$10	<b>1</b>
Диапазон у <u>с</u> ловий:		<u></u>
Поместить результат в диапазон:		<u></u>
Только уникальные записи		
	ок	Отмена

Рис. 38. Диалоговое окно Расширенный фильтр

Для примера найдем сведения об абитуриентах, проживающих в г. Новокузнецке и имеющих средний балл выше 4-х.

Для выполнения задания выделим три области, как указано ранее, и расположим их, как показано на рис. 39.

	A	В	С	D	E	F
1				База данных		
2						
з	Фамилия	Имя	Отчество	Ср. балл	Город	
4	Иванов	Петр	Иванович	4,6	Кемерово	
5	Сидорова	Мария	Петровна	3,8	Новокузнецк	
6	Ларина	Татьяна	Павловна	4,5	Мыски	
7	Гордон	Михаил	Юрьевич	4,3	Новосибирск	
8	Малик	Александр	Васильевич	3,9	Барнаул	
9	Голин	Петр	Сергеевич	4,9	Кемерово	
10	Проков	Михаил	Аркадьевич	5	Кемерово	
11	Лапина	Ольга	Ивановна	4,3	Новокузнецк	
12	Калин	Александр	Сергеевич	4,7	Новокузнецк	
13						
14	Область кри	териев			Целевая обла	асть
15	Город	Ср. балл		Фамилия	Ср. балл	Город
16	Новокузнецк	>4				



Затем курсор устанавливается в любую ячейку базы данных и выполняется команда Данные - Фильтр - Расширенный фильтр. Диалоговое окно Расширенный фильтр необходимо заполнить следующим образом (рис. 40).

Расширенный фильтр		? ×
Обработка ————		
О фильтровать список на месте	e	
• скопировать результат в дру	/гое место	
Meyo auturi autorototu		=1
<u>и</u> сходный диапазон:	J\$A\$3:\$E\$12	
Диапазон у <u>с</u> ловий:	\$A\$15:\$B\$16	<u>×</u>
Поместить результат <u>в</u> диапазон:	\$D\$15:\$F\$15	1
Только уникальные записи		
	ОК От	мена

Рис. 40. Задание областей в диалоговом окне Расширенный фильтр

После выполнения команды в целевую область отбираются записи, соответствующие критерию (рис. 41).

	A	В	С	D	E	F	G
1				База данных			
2							
з	Фамилия	Имя	Отчество	Ср. балл	Город		
4	Иванов	Петр	Иванович	4,6	Кемерово		
5	Сидорова	Мария	Петровна	3,8	Новокузнецк		
6	Ларина	Татьяна	Павловна	4,5	Мыски		
7	Гордон	Михаил	Юрьевич	4,3	Новосибирск		
8	Малик	Александр	Васильевич	3,9	Барнаул		
9	Голин	Петр	Сергеевич	4,9	Кемерово		
10	Проков	Михаил	Аркадьевич	5	Кемерово		
11	Лапина	Ольга	Ивановна	4,3	Новокузнецк		
12	Калин	Александр	Сергеевич	4,7	Новокузнецк		
13							
14	Область кри	териев			Целевая обла	асть	
15	Город	Ср. балл		Фамилия	Ср. балл	Город	
16	Новокузнецк	>4		Лапина	4,3	Новоку:	знецк
17				Калин	4,7	Новоку:	знецк

Рис. 41. Результаты поиска с помощью Расширенного фильтра. Критерии соединены по «И»

Зададим критерии, соединенные по **ИЛИ**. В целевую область отберем записи с полями «Фамилия», «Ср. балл» и «Город» абитуриентов, проживающих в г. Новокузнецке или имеющих средний балл, больше 4-х. Критерии, соединенные по **ИЛИ**, должны располагаться в разных строках. Область критериев и целевая область будут иметь следующий вид (рис. 42).

14	Область кри	териев		Целевая обл	асть
15	Город	Ср. балл	Фамилия	Ср. балл	Город
16	Новокузнецк		Иванов	4,6	Кемерово
17		>4	Сидорова	3,8	Новокузнецк
18			Ларина	4,5	Мыски
19			Гордон	4,3	Новосибирск
20			Малик	3,9	Барнаул
21			Голин	4,9	Кемерово
22			Проков	5	Кемерово

Рис. 42. Результаты поиска с помощью Расширенного фильтра Критерии соединены по «ИЛИ»

## 19.2. Сортировка данных в таблицах

Для удобства просмотра информации в базе данных записи можно упорядочивать в алфавитном или цифровом порядке по возрастанию или убыванию данных в одном выбранном поле. Сортировка возможна по трем полям. Последний случай возможен, если существует смысл такого упорядочивания. Выполнение команды сортировки Данные - Сортировка вызывает диалоговое окно Сортировка диапазона, в котором указываются названия полей, по которым будет производиться упорядочивание данных по возрастанию или убыванию (рис. 43).

Сортировка диапазона	<u>?</u> ×
Сортировать по ————	
-	по возрастанию
	🔿 по убывани <u>ю</u>
Затем по	
<b>_</b>	по возрастанию
	🔿 по у <u>б</u> ыванию
В последнюю очередь, по	
<b>_</b>	💿 по возрастанию
·	🔿 по уб <u>ы</u> ванию
Идентифицировать поля по	D
О подписям (первая стр	рока диапазона)
• обозначениям столбы	ов листа
Параметры	Отмена

Рис. 43. Диалоговое окно Сортировка диапазона

Задания по созданию и обработке баз данных представлены в табл. 10.

Таблица 10

База данных	Поиск в базе данных
<ul> <li>1. БД «Кондитерский комбинат»</li> <li>Поля: наименование продукта вид продукта количество (кг) цена 1 ед. продукта общая стоимость продукта дата изготовления</li> </ul>	<ul> <li>просмотреть ассортимент шоколадных конфет</li> <li>просмотреть ассортимент шоколадных конфет и карамелей</li> <li>просмотреть ассортимент шоколадных конфет или карамелей</li> </ul>
<ul> <li>2. БД «Хлебокомбинат»</li> <li>Поля:</li> <li>вид продукции</li> <li>плановый выпуск</li> <li>цена 1-го изделия</li> <li>срок реализации</li> </ul>	<ul> <li>просмотреть ассортимент хлеба, выпускаемого комбинатом</li> <li>просмотреть ассортимент сдобных изделий, цена которых лежит в заданных пределах</li> <li>просмотреть ассортимент продукции, срок реализации которых менее 5-ти дней</li> </ul>

Задания по созданию и обработке баз данных

<ul> <li>3. БД «Консервный комбинат»</li> <li>Поля:</li> <li>наименование продукта</li> <li>вес 1-й банки</li> <li>цена 1-й банки</li> <li>дата изготовления</li> <li>срок реализаций</li> <li>4. БД «Кадры»</li> <li>Поля:</li> <li>ФИО</li> <li>должность</li> <li>разряд по ЕТС</li> <li>оклад</li> <li>заработная цлата</li> </ul>	<ul> <li>просмотреть список молочных продуктов, производимых комбинатом</li> <li>найти продукты, срок реализации которых больше 2-х лет</li> <li>вывести список продуктов, плановый и фактический выпуски которых совпадают</li> <li>просмотреть фамилии и должности сотрудников</li> <li>просмотреть записи, соответствующие 9-му разряду</li> <li>найти сотрудников, заработная плата которых от 4000р. до 8000р.</li> </ul>
5. БД «Сессия» Поля: ФИО номер зачетки оценка по химии оценка по математике оценка по физике оценка по информатике	<ul> <li>определить средний балл каждого студента</li> <li>вывести список отличников</li> <li>вывести список хорошистов</li> <li>найти студентов, средний балл которых выше 4-х</li> </ul>

Окончание табл. 10

6. БД «Склад»	• вывести список продуктов, начинаю-
Поля:	щихся с буквы «П»
наименование продукта	• вывести список продуктов, срок хра-
количество	нения которых истек
дата поступления	• просмотреть пролукты поступившие в
срок хранения	заланный периол времени
норма хранения	
7. БД «Абитуриент»	• просмотреть список абитуриентов по
Поля:	алфавиту
ФИО	• вывести список абитуриентов, имею-
средний балл аттестата	щих средний балл выше 4-х и прожи-
город	вающих в г. Кемерово
специальность	
8. БД «Телефонная книга»	• просмотреть список абонентов в ал-
Поля:	фавитном порядке
фамилия	• вывести список фамилий и номеров
ИМЯ	телефонов. начинающихся с цифр 58
отчество	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTT
адрес абонентов	
номер телефона	

9. БД «Коммунальные платежи»	• вывести список жильцов в порядке
Поля:	возрастания лицевого счета
ФИО	• вывести список жильнов, квартплата
лицевой счет	которых выше 1000р.
адрес	• вывести список жильнов, квартплата
квартплата	
плата за электроэнергию	с которых выше тооор. и плата за энер-
плата за телефон	тию не превышает 400р.
10. БД «Аттестация»	• вывести список студентов, балл атте-
Поля:	стации которых выше 4,5
код группа	• просмотреть аттестацию конкретной
название дисциплины	группы
ФИО	
балл аттестации	• просмотреть аттестацию по конкрет-
	нои дисциплине

## 20. Решение нелинейных уравнений

Решение нелинейных уравнений (алгебраических, трансцендентных) включает два этапа: 1) определение интервала существования единственного корня; 2) уточнение корня с заданной точностью.

Первый этап может осуществляться аналитически или графически. В табличном процессоре MS Excel функция f(x), входящая в уравнение f(x)=0, табулируется на произвольно выбранном **интервале** [a, b] с произвольно выбранном **шагом Н**. По изменению знака функции локализируется интервал существования единственного корня. Для наглядности результаты табулирования представляются в виде диаграммы (графика). Для уточнения корня с заданной точностью используются несколько методов. Рассмотрим два из них - метод половинного деления (дихотомии) и метод итераций. Кроме того, в MS Excel есть возможность быстрого решения уравнений с помощью команды - **Подбор Параметра.** Прежде чем решать уравнение, необходимо изучить и понять суть методов, т.е. их алгоритмы.

Рассмотрим технологию решения нелинейных уравнений в MS Excel на примере уравнения  $x^3 - 1 = e^x$ .

На рис. 44 представлены аналитический и графический способы определения интервала существования корня. Как видно из рисунка, заданная функция  $f(x) = x^3 - 1 - e^x$  протабулирована на интервале [-1, 5]. Необходимо помнить, что уравнение должно быть приведено к виду f(x)=0. На заданном интервале функция дважды пересекает ось **ОХ**, или, другими словами, дважды меняет свой знак на интервалах [2, 3] и [4, 5]. На следующем этапе решения уравнения - уточнение корня с заданной точностью - выберем один из найденных интервалов, например, [2, 3].

	A	В
1	аргумент	функция
2	a3+1	a3^3-1-exp(a3)
3	-1	-2,368
4	0	-2,000
5	1	-2,718
6	2	-0,389
7	3	5,914
8	4	8,402
9	5	-24,413
10		



Рис. 44. Определение интервала существования корня аналитическим и графическим способами

#### 20.1. Метод половинного деления (дихотомии)

Суть метода заключается в следующем:

1. Интервал изоляции корня делится пополам С=(A+B)/2.

2. Если функция пересекает отрезок [A, C], то - конец интервала, т.е. точка В переносится в середину (в точку C).

3. Если функция пересекает отрезок [C, B], то - начало интервала, т.е. точка А переносится в середину (в точку C).

В результате исходный интервал уменьшается в два раза. Перенос соответствующих точек будет осуществляться по результату проверки одного из условий: F(A)\*F(C)<0 или F(C)\*F(B)<0. На этом этапе определимся и выберем для дальнейшего решения условие F(A)\*F(C)<0. Если условие истинно, то функция пересекает отрезок [A, C], если ложно, то - [C, B] (рис. 45).

4. Деление интервала пополам и перенос соответствующих концов в его середину будет продолжаться до тех пор пока не выполнится условие |B - A| <= e, где е - заданная точность, т.е. малая величина из ряда 0,1; 0,01; 0,001 и т.д. Другими словами, величина интервала [A, B] не должна превышать величину заданной точности. При выполнении этого условия интервал [A, B] последний раз делится пополам и его середина является решением, полученным с заданной точностью. Понятно, что чем выше задана точность, тем больше шагов потребуется для достижения результата и естественно он будет более точным. В таблице на рис. 46 представлен этап уточнения корня методом половинного деления. Пошаговое выполнение действий представлено в табл. 11.



Рис. 45. Графическое представление сужения интервала изоляции корня

	A	В	С	D	E	F	G	Н
16								
17		РЕШЕНИЕ	<b>YPABHEH</b>	ИЯ МЕТО,	дом дих(	отомии		
18	Α	В	С	F(A)*F(C)	F(C)	КОРЕНЬ	точност	0,01
19								
20	2,000	3,000	2,500	-0,950	2,443	точность н	ю достигну	та
21	2,000	2,500	2,250	-0,351	0,903	точность н	ю достигну	та
22	2,000	2,250	2,125	-0,087	0,223	точность н	ю достигну	′та
23	2,000	2,125	2,063	0,036	-0,092	точность н	ю достигну	та
24	2,063	2,125	2,094	-0,006	0,063	точность н	ю достигну	та
25	2,063	2,094	2,078	0,001	-0,015	точность н	ю достигну	та
26	2,078	2,094	2,086	0,000	0,024	точность н	ю достигну	та
27	2,078	2,086	2,082	0,000	0,005	корень ра	вен 2,0820	

Рис. 46. Решение нелинейного уравнения методом половинного деления Таблица 11

|--|

Вычисление	Ячейка	Формула
Проверка точно- сти вычисления	F20	=ЕСЛИ(ABS(A20-B20)<=\$H\$18;"корень равен "&TEKCT(C20;"0,0000");"точность не достиг- нута ")
Левая граница	A21	=ЕСЛИ(D20<=0;A20;C20)
Правая граница	B21	=ЕСЛИ(D20<=0;C20;B20)
Середина интер-	C20	=(A20+B20)/2
вала		
F(A)*F(C)	D20	=(A20^3-1-EXP(A20))*(C20^3-1-EXP(C20))
F(C)	E20	=C20^3-1-EXP(C20)

# 20.2. Метод итераций

В методе итераций необходимо уравнение вида F(X)=0 преобразовать к виду  $X = \varphi(X)$ . Уравнение можно решить методом итераций, если выполняется условие сходимости: производная функции  $\varphi(X)$  по абсолютной величине на интервале **[A, B]** должна быть меньше единицы. Суть метода сводится к следующему:

1. Задается начальное приближение, т.е. начальное значение корня  $X_0$ . В принципе - это любое значение. Если процесс сходящийся, то решение будет найдено при определенном количестве вычислений (итераций). Следует помнить, что уравнение может иметь несколько корней, поэтому чтобы получить решение из заданного интервала за начальное приближение лучше взять любое значение из интервала изоляции единственного корня. Этот интервал определен на первом этапе.

2. Производятся следующие вычисления.

$$X_{1} = \varphi(X_{0})$$
$$X_{2} = \varphi(X_{1})$$
$$\dots$$
$$X_{n} = \varphi(X_{n-1})$$

Вычисления производятся до тех пор, пока не выполнится условие  $|X_i - X_{i-1}| \le e$ , т.е. пока значение корня  $X_i$ , вычисленное на шаге *i*, не будет отличаться от значения корня  $X_{i-1}$ , вычисленном на шаге (*i*+1) на величину заданной точности *e*.

На рис. 48 показано решение уравнения методом итераций в числовом варианте. Формульный вариант представлен на рис. 49. Напомним, что переключение на режим отображения формул в MS Excel 2007 осуществляется командой Параметры Еxcel - Дополнительно – Показать параметры для следующего листа – Показывать формулы, а не их значения.

# 20.3. Решение нелинейного уравнения с помощью Подбора параметра

Для решения уравнения с помощью команды Подбор параметра необходимо, чтобы оно имело вид F(X)=0. После выполнения команды Данные – Анализ «что – если» - Подбор параметра появляется диалоговое окно Подбор параметра (рис. 47), которое необходимо настроить для решения уравнения.

В поле Установить в ячейке указать адрес ячейки, содержащей функцию F(X). Для ячейки, содержащей функцию F(X) подбирается значение 0, т.е.

в поле Значение набрать с клавиатуры 0, в поле Изменяя значение ячейки указывается адрес ячейки, где будет находиться значение корня. Результат решения показан на рис. 48.

Настройка окна Подбор параметра представлена на рис. 47.

Подбор параметра	? ×
Установить в <u>я</u> чейке:	C32
Зна <u>ч</u> ение:	0
<u>И</u> зменяя значение ячейки:	\$C\$31  💽
ОК	Отмена

Рис. 47. Настройка диалогового окна Подбор параметра

Задание. Решить нелинейное уравнение 3-мя методами: а) методом половинного деления; б) методом итерации; в) с помощью команды Подбор параметра.

Варианты для решения представлены в табл. 12.

	A	В	С	D	E	F	G	Н
28								
29						Метод ит	ераций	
30		Подбор п	араметра		х	f(x)	Решение	
31		χ=	2,081		0,000	1,260	точность н	ю достигнута
32		f(x)=	0,000		1,260	1,654	точность н	іе достигнута
33					1,654	1,840	точность н	ю достигнута
34					1,840	1,939	точность н	іе достигнута
35					1,939	1,996	точность н	іе достигнута
36					1,996	2,030	точность н	іе достигнута
37					2,030	2,050	точность н	іе достигнута
38					2,050	2,062	точность н	іе достигнута
39					2,062	2,069	точность н	е достигнута
40					2,069	2,074	точность н	е достигнута
41					2,074	2,077	точность н	ю достигнута
42					2,077	2,078	точность н	ю достигнута
43					2,078	2,079	точность н	е достигнута
44					2,079	2,080	х=	2,080

Рис. 48. Решение нелинейного уравнения методом итераций и с помощью команды Подбор параметра

	E	F	G
28			
29		Метод итераций	
30	x	f(x)	Решение
31	0	=(EXP(E31)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E31-F31)<0,001;"x="&TEKCT(F31;"0,000");"точность не достиг
32	=F31	=(EXP(E32)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E32-F32)<0,001;"x="&TEKCT(F32;"0,000");"точность не достиг
33	=F32	=(EXP(E33)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E33-F33)<0,001;"x="&TEKCT(F33;"0,000");"точность не достиг
34	=F33	=(EXP(E34)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E34-F34)<0,001;"x="&TEKCT(F34;"0,000");"точность не достиг
35	=F34	=(EXP(E35)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E35-F35)<0,001;"x="&TEKCT(F35;"0,000");"точность не достиг
36	=F35	=(EXP(E36)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E36-F36)<0,001;"x="&TEKCT(F36;"0,000");"точность не достиг
37	=F36	=(EXP(E37)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E37-F37)<0,001;"x="&TEKCT(F37;"0,000");"точность не достиг
38	=F37	=(EXP(E38)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E38-F38)<0,001;"x="&TEKCT(F38;"0,000");"точность не достиг
39	=F38	=(EXP(E39)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E39-F39)<0,001;"x="&TEKCT(F39;"0,000");"точность не достиг
40	=F39	=(EXP(E40)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E40-F40)<0,001;"x="&TEKCT(F40;"0,000");"точность не достиг
41	=F40	=(EXP(E41)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E41-F41)<0,001;"x="&TEKCT(F41;"0,000");"точность не достиг
42	=F41	=(EXP(E42)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E42-F42)<0,001;"x="&TEKCT(F42;"0,000");"точность не достиг
43	=F42	=(EXP(E43)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E43-F43)<0,001;"x="&TEKCT(F43;"0,000");"точность не достиг
44	=F43	=(EXP(E44)+1)^(1/3)	=ЕСЛИ(ABS(E44-F44)<0,001;"x="&TEKCT(F44;"0,000");"точность не достиг

Рис. 49. Формульный вариант решения уравнения методом итераций

Таблица 12

Вариант	Уравнение
1	$10 \cos x - 0.1 x^2 = 0$
2	$2^{-x} = 10 - 0.5x^2$
3	x-10 sin x=0
4	$1,2 - \ln x = 4 \cos 2x$
5	2 <sup>-x</sup> =sin x
6	x sin x-1=0
7	8 cos x-x=6
8	$x^{3}-x^{2}+3x-10=0$
9	$x^{5}-4x-2=0$
10	$x^{3}+6x^{2}-9x-14=0$
11	$2^{x}-2\cos x=0$
12	Sin x-0,2x=0
13	$x^7 + 3x^5 - 4x^2 + 10 = 0$
14	x <sup>3</sup> -19x-30=0
15	$x^{3}+x^{2}-12x=0$

#### Варианты для решения нелинейных уравнений

# 21. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

Многие инженерные и экономические задачи сводятся к решению СЛАУ. Методы решения делятся на точные и приближенные (итерационные). К методам, обеспечивающим точные решения (предполагается, что вычисления ведутся без округлений), относятся метод Гаусса и его модификации, обеспечивающие принцип последовательного исключения неизвестных из уравнений. Для решения систем большой размерности обычно используются итерационные методы, наиболее употребительными из которых являются метод простой итерации и метод Зейделя. В основе этих методов лежит последовательное нахождение приближенных значений переменных (корней) до получения решения с заданной точностью. Кроме того, в MS Excel можно решить СЛАУ матричным методом и с помощью модуля **Поиск решений**. Рассмотрим несколько методов решений СЛАУ.

## 21.1. Метод Гаусса

По методу Гаусса для заданной системы уравнений:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2; \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n, \end{cases}$$
(1)

процесс последовательного исключения неизвестных сводится к следующему. Если *a*<sub>11</sub> ≠ 0, то, разделив на него коэффициенты первого уравнения, получим:

$$x_{1} + \frac{a_{12}}{a_{11}}x_{2} + \frac{a_{13}}{a_{11}}x_{3} + \dots + \frac{a_{1n}}{a_{11}}x_{n} = \frac{b_{1}}{a_{11}}.$$
 (2)

Далее из всех последующих уравнений системы исключается неизвестное  $x_1$  путем последовательного вычитания из каждого *i-го* уравнения ( $i = \overline{2, n}$ ) данного уравнения, умноженного на соответствующий коэффициент  $a_{i1}$ . В результате получаем новую систему из (n-1) уравнений с исключенным  $x_1$ .

$$\begin{cases} a_{22}^{(1)}x_1 + a_{23}^{(1)}x_2 + \dots + a_{2n}^{(1)}x_n = b_2^{(1)}; \\ a_{32}^{(1)}x_1 + a_{33}^{(1)}x_2 + \dots + a_{3n}^{(1)}x_n = b_3^{(1)}; \\ \dots \\ a_{n2}^{(1)}x_1 + a_{n3}^{(1)}x_2 + \dots + a_{nn}^{(1)}x_n = b_n, \end{cases}$$
(3)

где

$$a_{ij}^{(1)} = a_{ij} - \frac{a_{ij}}{a_{11}} a_{i1}; \quad b_i^{(1)} = b_i - \frac{b_1}{a_{11}} a_{i1}; \quad i, j = \overline{2, n}.$$
 (4)

На втором этапе при  $a'_{22} \neq 0$  первое уравнение новой системы представляется в виде:

$$x_{2} + \frac{a_{23}}{a_{22}}x_{3} + \dots + \frac{a_{2n}}{a_{22}} = \frac{b_{2}}{a_{22}}.$$
 (5)

Путем умножения уравнения (5) на коэффициенты  $a_{i2}'$  и вычитания из всех других уравнений (1-4) получается новая система из (n-2) уравнений с исключением x<sub>2</sub>.

$$a_{33}^{(2)} x_3 + \dots + a_{3n}^{(2)} x_n = b_3^{(2)};$$

$$a_{n3}^{(2)} + \dots + a_{nn}^{(2)} x_n = b_n^{(2)},$$
(6)

где

$$a_{ij}^{(2)} = a_{ij}^{(1)} - \frac{a_{2j}^{(1)}}{a_{22}^{(1)}} a_{i2}^{(1)};$$

$$b_{i}^{(2)} = b_{ii}^{(1)} - \frac{b_{2}^{(1)}}{a_{22}^{(1)}} a_{i2}^{(1)}; \quad i, j = \overline{3, n}.$$
(7)

Аналогичная процедура повторяется n-1 раз с пересчетом коэффициентов на *k-м* шаге по формулам:

$$a_{ij}^{(k)} = a_{ij}^{(k-1)} - a_{ik}^{(k-1)} \frac{a_{kj}^{(k-1)}}{a_{kk}^{(k-1)}};$$
  

$$b_{i}^{(k)} = b_{i}^{(k-1)} - \frac{b_{k}^{(k-1)}}{a_{kk}^{(k-1)}} a_{ik}^{(k-1)}; \quad k = \overline{1, n-1};$$
(8)  

$$i, j = \overline{k+1, n}.$$

В итоге получаем систему треугольного вида:

$$x_{1} + \frac{a_{12}}{a_{11}} x_{2} + \frac{a_{13}}{a_{11}} x_{3} + \dots + \frac{a_{n}}{a_{11}} x_{n} = \frac{b_{1}}{a_{11}};$$

$$x_{2} + \frac{a_{23}^{(1)}}{a_{22}^{(2)}} x_{3} + \dots + \frac{a_{2n}^{(1)}}{a_{22}^{(1)}} x_{n} = \frac{b_{2}^{(1)}}{a_{22}^{(1)}};$$

$$x_{3} + \dots + \frac{a_{3n}^{(2)}}{a_{33}^{(2)}} x_{n} = \frac{b_{3}^{(2)}}{a_{33}^{(2)}};$$

$$\dots$$

$$a_{nn}^{(n-1)} x_{n} = b_{n}^{(n-1)},$$
(9)

из которой следует определение

$$x_n = \frac{b_n^{(n-1)}}{a_{nn}^{(n-1)}}$$
(10)

и далее обратным ходом - вычисление значений неизвестных по формуле:

$$x_{i} = \left(b_{i}^{(i-1)} - \sum_{j=i+1}^{n} a_{ij}^{(i-1)} x_{j}\right) \frac{1}{a_{ij}^{(i-1)}}; \quad i = \overline{n-1,1}.$$
 (11)

Решение системы (12) методом Гаусса представлено на рис. 50.

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 - x_3 = 10; \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2; \\ x_1 - x_2 + 3x_3 = 16. \end{cases}$$
(12)

Последовательность действий следующая.

### Прямой ход:

1. В диапазон A2:C4 ввести коэффициенты системы, стоящие при неизвестных.

2. В диапазон **D2:D4** ввести свободные члены системы.

3. Диапазон А2:D2 скопировать в диапазон А6:D6.

4. Выделить диапазон **A7:D7** и ввести в него формулу {=**A3:D3**-**\$A\$2:\$D\$2\*A3/\$A\$2**}, завершив ввод одновременным нажатием клавиш <**Ctrl>**+<**Shift>**+<**Enter>**. 5. Выделить диапазон **A7:D7** и скопировать его через маркер заполнения на строку **A8:D8**.

6. Выделить диапазон А6:D7 и скопировать содержимое в буфер обмена.

7. Выделить ячейку А10.

	A	В	С	D	E	F	G	Н		
1	Систен	иа		Свобо	дные ч	ілены				
2	5	1	-1	10						
3	1	5	1	2						
4	1	-1	3	16						
5	Прямо	й ход					Обрат	ный хо	д	
6	5	1	-1	10		1	0	0	3	
7	0	4,8	1,2	0		0	1	0	-1	
8	0	-1,2	3,2	14		0	0	1	4	
9										
10	5	1	-1	10						
11	0	4,8	1,2	0						
12	0	0	3,5	14						
					T					

Рис. 50. Реализация метода Гаусса в MS Excel

8. Выполнить команду Главная – Всавить - Специальная вставка. В окне Специальная вставка (рис. 51) в поле Вставить включить флажок значения. После нажатия кнопки ОК из диапазона А6:D7 в диапазон А10:D11 будут скопированы только значения, а не формулы.

Специальная вставка	<u>? ×</u>		
Вставить			
⊂ вс <u>е</u>	О условия на значения		
О формулы	⊂ без рам <u>к</u> и		
Эначения	О ширины столбцов		
© форма <u>т</u> ы	🔿 форму <u>л</u> ы и форматы чисел		
О приме <u>ч</u> ания	Эначени <u>я</u> и форматы чисел		
Операция			
• нет	○ умножить		
○ сло <u>ж</u> ить	О разделить		
С в <u>ы</u> честь			
🗖 пропускать пустые ячейки	тр <u>а</u> нспонировать		
Вставить связь	ОК Отмена		

Рис. 51. Диалоговое окно Специальная вставка

9. Выделить диапазон А12:D12.

10. Ввести в него следующую формулу {=**A8:D8-A7:D7\*B8/B**7}, завершив ввод одновременным нажатием клавиш *<***Ctrl>**+*<***Shift>**+*<***Enter>**.

#### Обратный ход:

1. Выделить диапазон **F8:I8**.

2. Ввести в него следующую формулу {=A12:D12/C12}, завершив ввод одновременным нажатием клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>.

3. Выделить диапазон **F7:I7**.

4. Ввести в него формулу {=(A11:D11-F8:I8\*C11/B11}, завершив ввод одновременным нажатием клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>.

5. Выделить диапазон **F6:I6**.

6. Ввести в него формулу {=(A10:D10-F7:I7-F8:I8\*C10/A10}, завершив ввод одновременным нажатием клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>.

В результате в диапазоне **I6:I8** получаем следующее решение системы.

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \\ 4 \end{pmatrix} \tag{13}$$

## 21.2. Метод простой итерации

Представим систему *n* линейных алгебраических уравнений с *n* неизвестными в виде:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2; \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n. \end{cases}$$
(14)

Для решения СЛАУ итерационным методом необходимо преобразовать ее к равносильному виду:

$$x_{1} = \frac{b_{1}}{a_{11}} - \frac{a_{12}}{a_{11}} x_{2} - \dots - \frac{a_{1n}}{a_{11}} x_{n};$$

$$x_{2} = \frac{b_{2}}{a_{22}} - \frac{a_{21}}{a_{22}} x_{1} - \dots - \frac{a_{2n}}{a_{22}} x_{n};$$

$$\dots$$

$$x_{n} = \frac{b_{n}}{a_{nn}} - \frac{a_{n1}}{a_{nn}} x_{1} - \dots - \frac{a_{nn-1}}{a_{nn}} x_{n-1}.$$
(15)

В сокращенной записи система представится в виде:

$$x_{i} = \frac{b_{i}}{a_{ii}} - \sum_{j=1}^{n} \frac{a_{ij}}{a_{ii}} x_{j}; \quad i = 1, n.$$
(16)  
$$j \neq i$$

Тогда, задаваясь начальным набором  $x_1^0, ..., x_n^0$ , рассчитываем первое и последующие *k*-е приближения по формуле:

$$x_{i}^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}} \left( b_{i} - \sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} a_{ij} x_{j}^{(k)} \right); \quad i = 1, n,$$
(17)

до выполнения условия точности для всех переменных  $x_1, ..., x_n$ .

$$\left| x_{i}^{(k+1)} - x_{i}^{(k)} < e \right|$$
 (18)

Достаточными условиями сходимости данного метода являются:

$$\begin{vmatrix} a_{ii} > \sum_{j=1}^{n} |a_{ij}|; & i = 1, n; & i \neq j \end{vmatrix}$$

$$\overset{\text{или}}{=} a_{ii} > \sum_{i=1}^{n} |a_{ij}|; & j = 1, n; & i \neq j \end{vmatrix},$$
(19)

требующие, чтобы модули диагональных элементов были соответственно больше суммы модулей внедиагональных элементов строки или столбца.

Вектор  $x_i^0, i = 1, n$  выбирается произвольно, но чем он ближе к решению, тем быстрее сходится итерационный процесс. Как правило, вектор  $x_i^0, i = 1, n$ часто полагают равным вектору правых частей или нулевому вектору  $x_i^0 = 0$ .

#### 21.3. Метод Зейделя

По методу простой итерации очередное приближение целиком определяется значениями переменных, полученными на предыдущем шаге. Для улучшения сходимости, т.е. уменьшения количества итераций (приближений), используют метод Зейделя. Суть его заключается в том, что при вычислении *i-й* переменной на  $(\kappa+1)$ -м шаге, используются значения *j-х* переменных, уже вычисленных на этом шаге. Расчетные формулы для вычисления корней СЛАУ имеют следующий вид:

$$x_{1}^{(k+1)} = \frac{b_{1}}{a_{11}} - \frac{a_{12}}{a_{11}} x_{2}^{(k)} - \dots - \frac{a_{1n}}{a_{11}} x_{n}^{(k)};$$

$$x_{2}^{(k+1)} = \frac{b_{2}}{a_{22}} - \frac{a_{21}}{a_{22}} x_{1}^{(k+1)} - \dots - \frac{a_{2n}}{a_{22}} x_{n}^{(k)};$$

$$\dots$$

$$x_{n}^{(k+1)} = \frac{b_{n}}{a_{nn}} - \frac{a_{n1}}{a_{nn}} x_{1}^{(k+1)} - \dots - \frac{a_{nn-1}}{a_{nn}} x_{n-1}^{(k+1)}$$

или в общем виде:

$$x_{i}^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}} \left( b_{i} - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} x_{j}^{(k+1)} - \sum_{j=i+1}^{n} a_{ij} x_{j}^{(k)} \right); \quad i = 1, n; \quad i \neq j.$$

Задание. Решить СЛАУ: а) методом Гаусса; б) методом простой итерации; в) методом Зейделя; г) матричным методом; д) с помощью модуля Поиск решений. Варианты для выполнения задания представлены в табл. 13.

Для примера возьмем следующую систему:

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 - x_3 = 10; \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2; \\ x_1 - x_2 + 3x_3 = 16. \end{cases}$$

Прежде чем решать систему итерационными методами, необходимо убедиться в том, что для нее выполняется достаточное условие сходимости. Для данной системы оно выполняется, т.е. диагональные элементы по модулю больше суммы внедиагональных элементов в каждой строке. В случае невыполнения условия необходимо путем преобразований или перестановки уравнений привести исходную систему к тождественному виду.

Таблица 13

Номер	СЛАУ	Номер ва-	СЛАУ
варианта		рианта	
1	$\int 5x+8y-z=-7$	8	∫ 3x-y= 5
	$\begin{cases} x+2y+3z=1 \end{cases}$		$\begin{cases} -2x+y+z=0 \end{cases}$
	2x-3y+2z=9		2x-y+4z=15
2	$\int x+2y-z=4$	9	$\int 3x-y+z=4$
	3x-5y+3z=1		2x-5y-3z = -17
	2x+7y-z=8		x+y-z=0
3	$\int 3x + 2y + z = 5$	10	$\int x+y+z=2$
	2x+3y+z=1		2x-y-6z = -1
	2x+y+3z=11		3x-2y=8
4	(x+2y+4z=31)	11	$\int 2x+y-z=1$
	5x+y+2z=29		$\begin{cases} x+y+z=6 \end{cases}$
	3x-y+z=10		3x-y+z=4
5	4x-3y+2z=9	12	$\int 2x - y - 3z = 3$
	2x+5y-3z=4		3x+4y-5z=8
	5x+6y-2z=18		2y+7z=17
6	2x-y-z=4	13	x + 5y + z = -7
	3x+4y-2z=11		2x-y-z=0
	3x-2y+4z=11		x-2y-z=2
7	$\int x+y+2z=-1$	14	$\int x-2y+3z=6$
	2x-y+2z=-4		2x+3y-4z=16
	4x+y+4z=-2		3x-2y-5z=12

	А	В	С	D	E	F	G	
1			метод просто	й итерации				
2								
з	5	1	-1	10				
4	1	5	1	2				
5	1	-1	3	16				
6								
7		Прове	рка условия то	очности	x_`1	x_2	x_3	
8					2,000	0,400	5,333	
9		точности нет	точности нет	точности нет	2,987	-1,067	4,800	
10		точности нет	точности нет	точности нет	3,173	-1,157	3,982	
11		точности нет	точности нет	точности нет	3,028	-1,031	3,890	
12		точности нет	точности нет	точности нет	2,984	-0,984	3,980	
13		точности нет	точности нет	точности нет	2,993	-0,993	4,011	
14		точности нет	точности нет	корень найден	3,001	-1,001	4,005	
15		корень найдеі	корень найден	корень найден	3,001	-1,001	4,000	
								[ ]

Рис. 52. Решение СЛАУ методом простой итерации

	A	в	С	D	E	F	G	
1			метод Зейде	яля				
2	5	1	-1	10				
з	1	5	1	2				
4	1	-1	3	16				
5								
6		Прове	рка условия то	очности	x_`1	x_2	x_3	
7					2,000	0,400	5,333	
8		точности нет	точности нет	точности нет	2,987	-1,264	3,916	
9		точности нет	точности нет	точности нет	3,036	-0,991	3,991	
10		точности нет	точности нет	точности нет	2,996	-0,997	4,002	
11		точности нет	точности нет	корень найден	3,000	-1,000	4,000	
12		корень найдеі	корень найден	корень найден	3,000	-1,000	4,000	
13								

Рис. 53. Решение СЛАУ методом Зейделя

В табл. 14 представлены расчетные формулы для вычисления корней СЛАУ методом простой итерации.

Чтобы получить решение методом Зейделя необходимо скопировать таблицу с методом итераций (рис. 52) на другой лист и внести изменения в две ячейки.

Для системы, состоящей из 3-х уравнений, при вычислении X2 и X3 на 1м шаге ссылки делаются на переменные, вычисленные на этом же шаге.

Таблица 14

Расчетные формулы метода простой итерации

Формулы для вычислений	Ячейка	Формула или значение
или значения		
	Метод простой итерации	
Матрица коэффициентов	A3:C5	
Вектор свободных членов	D3:D5	
Условие проверки точно-	B9	=ЕСЛИ(ABS(Е8-
сти для Х1		Е9)<=0,001;"корень
		найден"; "точности нет")
Условие проверки точно-	С9	=ECЛИ(ABS(F8-
сти для Х2		F9)<=0,001;"корень
		найден"; "точности нет")
Условие проверки точно-	D9	=ECЛИ(ABS(G8-
сти для Х3		G9)<=0,01;"корень
		найден"; "точности нет")
Начальное приближение	<b>E8</b>	=D3/A3
X1		

Окончание табл. 14

Начальное приближение х2	F8	=D4/B4
Начальное приближение X3	G8	=D5/C5
Формула вычисления Х1	E9	=\$D\$3/\$A\$3 -\$B\$3/\$A\$3*F8- \$C\$3/\$A\$3*G8
Формула вычисления Х2	F9	=\$D\$4/\$B\$4- \$A\$4/\$B\$4*E8- \$C\$4/\$B\$4*G8
Формула вычисления Х3	G9	=\$D\$5/\$C\$5- \$A\$5/\$C\$5*E8- \$B\$5/\$C\$5*F8

# 21.4. Матричный метод решения СЛАУ

Систему уравнений: 
$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2; \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n, \end{cases}$$

можно представить в матричном виде: Ах=b,

где 
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$
 - матрица коэффициентов при неизвестных;  
 $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdots \\ x_n \end{bmatrix}$  - вектор неизвестных;  $b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdots \\ b_n \end{bmatrix}$  - вектор свободных членов.

Умножая систему на обратную матрицу А<sup>-1</sup> слева, получим:

В MS Excel решение СЛАУ будет выглядеть следующим образом (рис. 54):

	A	В	С	D	E	F	G	
1	Матричный метод <u>р</u> ешения СЛАУ							
2	5	1	-1	10		Решение		
3	1	5	1	2		×1=	3	
4	1	-1	3	16		x2=	-1	
5						×3=	4	
6	Обратная матрица							
7	0,190	-0,024	0,071					
8	-0,024	0,190	-0,071					
9	-0,071	0,071	0,286					

Рис. 54. Матричный метод решения СЛАУ в MS Excel

Формульный вариант решения СЛАУ матричным методом можно просмотреть, выполнив команду Параметры Excel - Дополнительно – Показать параметры для следующего листа – Показывать формулы, а не их значения.Примечание. Для удобства просмотра блок решения с пояснительным текстом F3:G5 перемещен в блок B11:C13.

При оформлении заданий необходимо помнить одно из правил оформления документов в компьютерном делопроизводстве - эстетичность. Что касается данного задания, матрицы и решение должны быть четко выделены границами. Для этого используется команда Главная - Формат – Формат Ячейки -
**Граница**. При выполнении команды появляется диалоговое окно **Формат яче**ек, в котором выбирается тип линии и внешние границы, границы можно формировать, используя образец выделенного фрагмента.

	A	В	C	D
1		иетод решения СЛАУ		
2	5	1	-1	10
3	1	5	1	2
4	1	-1	3	16
5				
6		рица		
7	=МОБР(А2:С4)	=МОБР(А2:С4)	=МОБР(А2:С4)	
8	=МОБР(А2:С4)	=MOBP(A2:C4)	=MOEP(A2:C4)	
9	=МОБР(А2:С4)	=MOBP(A2:C4)	=MOEP(A2:C4)	
10				
11		x1=	=МУМНОЖ(А7:C9;D2:D4)	
12		x2=	=МУМНОЖ(A7:C9;D2:D4)	
13		x3=	=МУМНОЖ(A7:C9;D2:D4)	
14				

Рис. 55. Формульный вид решения СЛАУ матричным методом

#### 21.5. Решение СЛАУ с помощью надстройки Поиск решений

Прежде чем настраивать окно Поиск решений для решения СЛАУ, необходимо подготовить таблицу следующим образом (рис. 56).

В диапазон **A7:A9** записаны левые части СЛАУ в виде формул, пустой диапазон **D7:D9** выделен для размещения корней системы. Далее выполняется команда Данные - Поиск решений. Диалоговое окно Поиск решений необходимо настроить в соответствии с рис. 57.

	A	В	С	D	
1	Решение СЛАУ с помощью н	адстройки По	оиск решений		
2					
3	5	1	-1	10	
4	1	5	1	2	
5	1	-1	3	16	
6					
7	=A3*\$D\$7+B3*\$D\$8+C3*\$D\$9		x1=		
8	=A4*\$D\$7+B4*\$D\$8+C4*\$D\$9		x2=		
9	=A5*\$D\$7+B5*\$D\$8+C5*\$D\$9		x3=		
10					

Рис. 56. Подготовка таблицы для решения СЛАУ с помощью модуля **Поиска решений** 

Поиск решения	<u>? ×</u>
Установить целевую ячейку: \$А\$7 Равной: О максимальному значению • значению: 10 О минимальному значению	<u>В</u> ыполнить Закрыть
Измендя ячейки: \$D\$7:\$D\$9     	Параметры
\$A\$8 = \$D\$4 \$A\$9 = \$D\$5 <u>Изменить</u> <u>Удалить</u>	Восс <u>т</u> ановить <u>С</u> правка

Рис. 57. Настройка окна Поиск решений для решения СЛАУ

В качестве целевой функции можно взять левую часть любого уравнения СЛАУ. Если целевая функция - 1-е уравнение, то два других записываются в ограничения, если - 2-е уравнение, то 1-е и 3-е записываются в ограничения, и если 3-е уравнение выбирается целевой функцией, то 1-е и 2-е будут соответственно ограничениями. В поле Изменяя ячейки указываются адреса ячеек, где будут размещены корни. Поле Ограничения заполняется нажатием кнопки

До<u>б</u>авить

, что вызывает диалоговое окно Добавление ограничений (рис. 58).

Добавление огр	аничения		? ×
Ссылка на <u>я</u> чейк	y:	<u>О</u> граничен	ие:
		1404.1	
ОК	Отмена	До <u>б</u> авить	<u>С</u> правка

Рис. 58. Диалоговое окно Добавление ограничения

# 22. Численное решение задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка

Многие научные и технические задачи приводят к решению дифференциальных уравнений. В большинстве случаев дифференциальные уравнения, которые можно проинтегрировать аналитическими методами, встречаются редко. Поэтому для их решения используют приближенные методы, выдающие результат решения в виде дискретных значений функции. К наиболее известным методам относятся метод Эйлера и метод Рунге-Кутта.

Математическая постановка задачи сводится к следующему. Дано дифференциальное уравнение первого порядка вида:  $\mathbf{y}'=\mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ , удовлетворяющее начальному условию  $\mathbf{y}(\mathbf{x}_0) = \mathbf{y}_0$ . Необходимо найти решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее заданному начальному условию на отрезке  $[\mathbf{x}_0, \mathbf{x}_1]$ .

**Метод Эйлера** для решения задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка заключается в том, что решение уравнения вычисляется по следующей рекуррентной формуле:

$$\mathbf{Y}_{k+1} = \mathbf{Y}_k + \mathbf{h}^* \mathbf{f}(\mathbf{x}_k, \mathbf{y}_k),$$

где  $Y_{k+1}$  - значение функции, вычисленное на (k+1) шаге;  $Y_k$  - значение функции, вычисленное на k-м шаге;  $f(x_k, y_k)$  - значение производной функции, вычисленное при  $x_k$ ,  $y_k$ .

**В методе Рунге-Кутта** решение задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка задается рекуррентной формулой:

$$y_{k+1} = y_k + (m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4)/6$$

где

$$m_{1} = h * f(x_{k}, y_{k}),$$

$$m_{2} = h * f(x_{k} + \frac{h}{2}, y_{k} + \frac{m_{1}}{2}),$$

$$m_{3} = h * f(x_{k} + \frac{h}{2}, y_{k} + \frac{m_{2}}{2}),$$

$$m_{4} = h * f(x_{k} + h, y_{k} + m_{3}), \quad k = 0, n - 1$$

Пример численного решения дифференциального уравнения методом Рукге-Кутта представлен на рис. 59.

Задание. Решить дифференциальное уравнение y' = x - y - 2 методами: а) Эйлера; б) Рунге-Кутта.

Исходные данные: Y(0)=2, x € [0,1], h=0,1. Результаты решений представить графически.

	A	В	С	D	E	F	G	Н		
1			шаг=	0,1						
2	Метод	Эйлер	a			Метод	Рунге	Кутта		
3	х	y(x)		х	m1	m2	m3	m4	y(x)	
4	0	2		0	0,000	0,005	0,005	0,010	2,000	
5	0,1	2,000		0,1	0,010	0,014	0,014	0,018	2,003	
6	0,2	2,010		0,2	0,019	0,023	0,023	0,026	2,013	
7	0,3	2,029		0,3	0,027	0,031	0,031	0,034	2,028	
8	0,4	2,056		0,4	0,035	0,038	0,038	0,041	2,048	
9	0,5	2,090		0,5	0,043	0,045	0,045	0,048	2,074	
10	0,6	2,131		0,6	0,050	0,052	0,052	0,054	2,104	
11	0,7	2,178		0,7	0,056	0,058	0,058	0,060	2,139	
12	0,8	2,230		0,8	0,062	0,064	0,064	0,066	2,177	
13	0,9	2,287		0,9	0,068	0,070	0,070	0,071	2,220	
14	1	2,349		1	0,073	0,075	0,075	0,076	2,267	
15										

Рис. 59. Численное решение дифференциального уравнения методами Эйлера и Рунге-Кутта

Формулы для вычислений, используемые при решении заданного дифференциального уравнения, приведены в табл. 15.

Таблица 15

Расчетные формулы методов решения дифференциальных уравнений

Формулы для вычислений	Ячейка	Формула или значение
или значения		
	Метод Эйлера	
Начало интервала	A4	0
Конец интервала	<b>B</b> 4	1
Значение Х	A5	=A4+\$D\$1
Значение Y(X)	B5	=B4+\$D\$1*(A4-B4+2)
	Метод Рунге-Кутта	
Начало интервала	D4	0
Конец интервала	I4	1
Значение Х	D5	=D4+\$D\$1
m1	<b>E4</b>	=0,1*(D4-I4+2)
m2	<b>F4</b>	=0,1*(D4+0,1/2-
		(I4+E4/2)+2)
m3	G4	=0,1*(D4+0,1/2-
		(I4+F4/2)+2)
m4	H4	$=0,1*(\overline{D4+0,1-(I4+G4)+2})$
Значение Y(X)	15	=I4+(E4+2*F4+2*G4+H4)/6

Примечание. Напоминаем, что копирование через маркер заполнения необходимо производить из ячеек, содержащих формулы, а не значения (числа).

Варианты для решения задачи представлены в табл. 16

Таблица 16

Номер	Дифференциальное	Начальные	Интервал
варианта	уравнение (производная	условия	интегрирования
	функции)		
1	y'=2x-y	y(0)=1	x € [0;1]
2	y'=x-y	y(0) = -1	x € [0;1]
3	$y'=x^2+y^2$	y(0)= -1	x € [0;1]
4	$y'=x^2y+x^3$	y(0)=1	x € [0;1]
5	$y'=x+2y^2$	y(0)=0	x € [0;1]
6	y'=y+3x	y(0) = -1	x € [1;2]
7	$y'=x+y^2$	y(0)=0	x € [1;2]
8	$y'=x^2-y^2$	y(0)=1	x € [0;1]
9	y'=x+y	y(0)=1	x € [0;1]

#### Варианты для выполнения индивидуальных заданий

Окончание табл. 16

10	y'=x-y+2	y(0)=2	x € [0;1]
11	y'=x-2y	y(0)=0	x € [0;1]
12	y'=x <sup>3</sup> -y	y(1)=0	x € [1;2]

## 23. Решение задач оптимизации с помощью надстройки Поиск решения

Оптимизационные задачи связаны с нахождением оптимального решения, т.е. наилучшего варианта достижения цели с наименьшими затратами времени, сил и средств. Постановка задачи оптимизации связана с выбором целевой функции и ограничений, вытекающих из физического смысла задачи. Результатом решения задачи оптимизации будут значения аргументов, при которых достигается максимальное или минимальное значение целевой функции при заданных ограничениях.

В инженерной практике часто приходится решать линейные оптимизационные задачи, в которых целевая функция линейно зависит от определяемых параметров. Системы ограничений также линейны. В качестве примера перечислим некоторые из них: оптимальное использование сырьевых ресурсов для получения максимального количества продукции, максимизация прибыли, минимизация транспортных расходов и многие другие задачи. Формулировка задач оптимизации в общем виде представлена в табл. 17.

Таблица 17

Название	Математическая запись	Описание
Целевая функция	$F = f(x_j) \rightarrow max (min,)$ j=1,n	Определяют максимальное значение целевой функции или минимальное
Ограничения	$a_i (x_j) \leq (=; \geq) b_i$ i=1,m; j=1,n	Устанавливают зависимости между переменными. Могут быть односторонними и дву- сторонними
Граничные условия	$\begin{array}{c} d_j \! \leq \! x_j \! \leq \! D_j \\ j \! = \! 1, n \end{array}$	Показывают, в каких преде- лах могут быть значения пе- ременных

#### Постановка задач оптимизации в общем виде

Размерность задачи оптимизации определяется числом переменных n и числом ограничений m. Система уравнений, для которой n=m, имеет одно допустимое решение.

#### 23.1. Решение задачи оптимизации распределения ресурсов

Задача. Молкомбинат выпускает два типа йогурта: *А* и *В*. Продукция обоих видов поступает в продажу. Для производства данной продукции используются два исходных полуфабриката: І и II. Максимально возможные суточные запасы этих полуфабрикатов составляют 7 и 9 т соответственно. Расходы полуфабрикатов I и II на 1 т соответствующей продукции приведены в табл. 18.

Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос на йогурт А никогда не превышает спроса на йогурт В более, чем на 1 т. Кроме того, спрос на йогурт A никогда не превышает 3 т в сутки. Оптовые цены одной тонны йогурта равны: 4000 у.е. для B и 3000 у.е. для A. Какое количество йогурта каждого вида должен производить молкомбинат, чтобы доход от реализации был максимальным?

Таблица 18

Полуфабрикаты	Расход исходн	Максимально возможный	
	йогурт А	йогурт В	запас, т
Ι	3	2	7

#### Расход исходных продуктов

II	2	3	9

**Формулировка математической модели задачи**. Переменные для решения задачи:  $x_1$  - суточный объем производства йогурта A;  $x_2$  - суточный объем производства йогурта B.

Определение целевой функции (критерия оптимизации). Суммарная суточная прибыль от производства  $x_1$  йогурта A и  $x_2$  йогурта B определяется следующим образом:

$$F = 4000 x_2 + 3000 x_1$$
,

поэтому цель молкомбината - среди всех допустимых значений  $x_1$  и  $x_2$  найти такие, которые максимизируют суммарную прибыль от производства продукции *F*.

$$F = 4000x_2 + 3000x_1 \rightarrow max$$

Ограничения на переменные: объем производства йогурта не может быть отрицательным, т. е.  $x_1 > 0$ ,  $x_2 > 0$ ; расход исходного продукта для производства обоих видов йогуртов не может превосходить максимально возможного запаса данного исходного продукта, т.е.  $2x_1+3x_2 <=7$ ,  $3x_2+2x_1 <= 9$ ; ограничения на величину спроса продукции:  $x_1 - x_2 \le 1$ ,  $x_1 \le 3$ .

Таким образом, получаем следующую математическую модель задачи: найти максимум следующей функции:

$$F = 4000x_2 + 3000x_1 \rightarrow max$$

при ограничениях вида:

$$2x_{1}+3x_{2} \leq 7, 3x_{2}+2x_{1} \geq 9 x_{1} - x_{2} \leq 1, x_{1} \leq 3, x_{1} \geq 0, x_{2} \geq 0.$$

Подготовка листа рабочей книги MS Excel для вычислений: на рабочий лист вводим необходимый текст, данные и формулы (рис. 60). Переменные задачи  $x_1$  и  $x_2$  находятся соответственно в ячейках **СЗ** и **С4**. Целевая функция находится в ячейке **С6** и содержит следующую формулу.

	A	В	С	D		
1	Планирование производства материалов					
2	Переменные					
3		x_1				
4		x_2				
5						
6	Целевая функция		=4000*C4+3000*C3			
7						
8	Ограничения		=2*C4+3*C3	7		
9			=3*C4+2*C3	9		
10			=C3-C4	1		
11			=C3	3		

Рис. 60. Подготовка данных для решения задачи с помощью Поиска решения

Ограничения на задачу записаны в ячейках **C8:D11**. Настройка окна **По**иск решения приведена на рис. 61.

Поиск решения	×
Установить целевую ячейку: Равной: О максимальному значению О значению: О С минимальному значению	<u>В</u> ыполнить Закрыть
Изменая яченки: \$C\$3:\$C\$4    	<u>П</u> араметры
\$С\$3:\$С\$4 >= 0 \$С\$8:\$С\$11 <= \$D\$8:\$D\$11 ✓ <u>Удалить</u>	Восс <u>т</u> ановить <u>С</u> правка

Рис. 61. Настройка окна Поиск решения

Результат работы по поиску решения представлен на рис. 62.

	А	В	С	D		
1	Планирование производства материалов					
2	Переменные					
3		x_1	0,6			
4		x_2	2,6			
5						
6	Целевая функция		=4000*C4+3000*C3			
7						
8	Ограничения		=2*C4+3*C3	7		
9			=3*C4+2*C3	9		
10			=C3-C4	1		
11			=C3	3		

Рис. 62. Результаты Поиска решения

#### Описание отчетов о решении задачи

Отчет по результатам (рис. 63). Таблица Целевая ячейка выводит сведения о целевой функции; таблица Изменяемые ячейки показывает значения искомых переменных, полученных в результате решения задачи; таблица Ограничения отображает результаты оптимального решения для ограничений и для граничных условий. В поле Формула приведены зависимости, которые были введены в окно Поиск решения, в поле Разница - величины использованных полуфабрикатов. Если полуфабрикат используется полностью, то в поле Статус указывается связанное, при неполном использовании полуфабриката в этом поле указывается не связан. Для граничных условий приводятся аналогичные величины с той лишь разницей, что вместо величины неиспользованного полуфабриката показана разность между значением переменной в найденном оптимальном решении и заданным для нее граничным условием.

Отчет по устойчивости (рис. 64). В таблице Изменяемые ячейки приводится результат решения задачи. В таблице Ограничения выводятся значения для ограничений, при которых сохраняется оптимальный набор переменных, входящих в оптимальное решение.

**Отчет по пределам** (рис. 65). В отчете показано, в каких пределах может изменяться количество материалов, вошедших в оптимальное решение при сохранении структуры оптимального решения; приводятся значения переменных в оптимальном решении, а также нижние и верхние пределы изменения значений переменных; также указаны значения целевой функции при выпуске данного типа продукции на верхнем и нижнем пределах.

	A B	C	D		E	F	G
1	<u>Mi</u> crosoft E	хсеі 11.0 Отчет п	о результатам				
2	Рабочий л	іист: [Книга1]форі	мулы				
3	Отчет соз,	дан: 19.02.2006 0:2	5:15				
4							
5							
6	Целевая яч	чейка (Максимум)					
7	Ячейка	Имя	Исходное значен	ие	Результат		
8	\$C\$6	Целевая функция	122	200	12200		
9							
10							
11	Изменяемь	ие ячейки					
12	Ячейка	Имя	Исходное значен	ие	Результат		
13	\$C\$3	x_1		0,6	0,6	_	
14	\$C\$4	x_2		2,6	2,6		
15							
16							
17	Ограничени	ия					
18	Ячейка	Имя	Значение		Формула	Статус	Разница
19	\$C\$8	Ограничения		-7	\$C\$8<=\$D\$8	связанное	0
20	\$C\$9			9	\$C\$9<=\$D\$9	связанное	0
21	\$C\$10			-2	\$C\$10<=\$D\$10	не связан.	3
22	\$C\$11			0,6	\$C\$11<=\$D\$11	не связан.	2,4
23	\$C\$3	x_1		0,6	\$C\$3>=0	не связан.	0,6
24	\$C\$4	x_2		2,6	\$C\$4>=0	не связан.	2,6

Рис.	63.	Отчет	по	резу	льтатам/
------	-----	-------	----	------	----------

	A B	С	D	E
1	M crosoft E	хсеl 11.0 Отч	ет по устой	ічивости
2	Рабочий л	ист: [Книга1]	формулы	
3	Отчет соз/	дан: 19.02.200	6 0:25:42	
4				
5				
6	Изменяемь	ие ячейки		
7			Результ.	Нормир.
8	Ячейка	Имя	значение	градиент
9	\$C\$3	x_1	0,6	0
10	\$C\$4	x_2	2,6	0
11				
12	Ограничені	ия		
13			Результ.	Лагранжа
14	Ячейка	Имя	значение	Множитель
15	\$C\$8	Ограничения	7	200
16	\$C\$9		9	1200
17	\$C\$10		-2	0
18	\$C\$11		0,6	0

#### Рис. 64. Отчет по устойчивости

	A B	C	D	E F	G	H I	J
1	Microsoft E	xcel 11.0 Отчет п	ю пределам				
2	Рабочий л	ист: [Книга1]Отч	ет по предел	там 1			
3	Отчет созд	дан: 19.02.2006 0:	25:57				
4	1						
5	1						
6		Целевое					
7	Ячейка	Имя	Значение				
8	\$C\$6	Целевая функция	12200				
9							
10	1						
11		Изменяемое		Нижний	Целевой	Верхний	Целевой
12	Ячейка	Имя	Значение	предел	результат	предел	результат
13	\$C\$3	x_1	0,6	0	10400	0,6	12200
14	\$C\$4	x_2	2,6	0	1800	2,6	12200
15							

Рис. 65. Отчет по пределам

#### Задания по линейной оптимизации

1. Предприятие выпускает 2 вида продукции, используя два вида полуфабрикатов. Продукция используется при производстве изделий, при этом на каждую единицу продукции первого вида требуется не более двух единиц продукции второго вида. Нормы полуфабрикатов *n* каждого вида на единицу выпускаемой продукции, общие объёмы полуфабрикатов *v* и прибыль *c* от единицы каждой продукции представлены в табл. 19. Определить план производства для получения максимальной прибыли.

Таблица 19

Полуфабрикаты	Затраты ресурсо тыс	Объём	
	П1	П2	полуфабрикатов
1	1	2,5	800
2	5	2	2400
Прибыль, у.е.	20	44	

#### Затраты ресурсов на реализацию единицы продукции

2. Необходимо составить диету, состоящую из двух продуктов: А и Б. Дневное питание этими продуктами должно давать не более 14 единиц жира, но не менее 300 калорий. В одном килограмме продукта А содержится 15 единиц жира и 150 калорий, а в одном килограмме продукта Б - 4 единицы жира и 200 калорий. При этом цена одного килограмма продукта А равна 15 у.е., а цена одного килограмма продукта Б - 25 у.е. Какое количество продуктов в день необходимо употреблять для соблюдения диеты при минимальном расходе денежных средств? Исходные данные представлены в табл. 20.

Таблица 20

	Исходнь	ие продукты	Суточная потребность
	А	Б	
Содержание жира	15	4	14
Калорийность, кал	150	200	300
Стоимость, у.е.	15	25	

#### Затраты ресурсов на реализацию единицы продукции

3. Для того чтобы жирнокислотный состав комбинированного масла соответствовал формуле «идеального жира», необходимо достичь следующего соотношения: содержание насыщенных кислот 40 %, мононенасыщенных 50 %, полиненасыщенных 10 %, транс-изомеров жирных кислот не более 8 %. Какое количество компонентов А, В и С необходимо взять для получения готового продукта сбалансированного жирнокислотного состава? Целевой функцией является минимизация содержания транс-изомеров жирных кислот в готовом продукте. Исходные данные представлены в табл. 21.

Таблица 21

Состав компонентов для производства комбинированного масла

Исходные компоненты	Содержание жирных кислот, %			
	насыщенных	мононенасыщенных	полиненасыщенных	
А	38,8	21,2	40	
В	27,3	14,5	58,2	
C	15,5	30,1	54,4	

4. Кондитерский цех производит два вида продукции: торты и пирожные. Для изготовления одного пирожного требуется 100 г муки, а для изготовления одного торта - 500 г муки. На изготовление одного пирожного уходит 1 час рабочего времени, а на изготовление торта - 3 часа. Каждое пирожное приносит прибыль, равную 1 у.е., а каждый торт - 5 у.е. Сколько пирожных и тортов должен изготовить кондитерский цех, если он располагает 250 кг муки и 300 часами рабочего времени, чтобы получить максимальную прибыль? Исходные данные представлены в табл. 22.

Таблица 22

Ресурсы	Торты	Пирожные	Объём ресурсов
Время изготовления, час	3	1	300
Кол-во муки, кг	0,5	0,1	250
Прибыль, у.е./ед.	5	1	

#### Исходные данные для решения задачи

5. Для изготовления колбасных полуфабрикатов А и В склад может выделить не более 300 кг мяса. Количество выпускаемого мясокомбинатом полуфабриката А за сутки составляет не более 50 штук, В - 100 штук. Стоимость полуфабриката А - 2 у.е., а полуфабриката В - 5 у.е. На изготовление одного полуфабриката А идет 2 кг мяса, В - 1 кг. Составить план выпуска полуфабрикатов, который позволит мясокомбинату получить максимальную прибыль. Исходные данные представлены в табл. 23.

Таблица 23

Колбасные полуфабрикаты				
	А	В	Объем ресурсов	
Сырье, кг	2	1	300	
Объем продукции, ед./сут	50	100		
Стоимость, у.е./ед.	2	5		

Исходные данные для решения задачи

6. Молочным комбинатом выпускается три вида йогуртов, причём суточный план выпуска составляет не менее 90 л йогурта A, 80 - йогурта B, 50 - йогурта C. Суточные ресурсы следующие: 690 единиц производственного оборудования, 900 единиц сырья и 800 единиц электроэнергии, расход которых на 1 л йогурта представлен в табл. 24. Цена за 1 л йогурта A равна 70 у.е., йогурта B - 60 у.е., йогурта C - 50 у.е.

Сколько литров йогурта каждого вида необходимо выпустить, чтобы общая стоимость выпускаемой продукции была максимальной?

Таблица 24

Deermout	Йогурты				
Ресурсы	А	В	С		
Оборудование	1	2	4		
Сырьё	2	3	5		

#### Затраты ресурсов на производство йогуртов

Электроэнергия 2 3 2
----------------------

7. Масложировое предприятие может выпустить 4 вида продукции. Для изготовления этой продукции используются трудовые ресурсы, сырьё и технологическое оборудование. Общий объём ресурсов (в расчёте на трудовую неделю), расход каждого ресурса на единицу выпускаемой продукции и цена, полученная за единицу продукции, приведены в табл. 25. Сбыт любого количества выпускаемой продукции обеспечен. Требуется определить план выпуска для получения максимальной прибыли.

Таблица 25

Ресурсы		Выпускаемая продукция				Объём ре-
		Π1	П2	П3	Π4	сурсов
P1	Трудовые ресур- сы, человеко-час	5	3	3	9	5200
P2	Сырьё, кг	3	12	7	1	3400
Р3	Технолог. Оборудование, станко-час	1	0	2	1	1800
Прибыль, у.е.		60	70	55	150	

#### Параметры выпускаемой продукции

8. На основании данных, представленных в табл. 26, составить план выпуска кисломолочной продукции, максимизирующий объём прибыли.

9. Требуется расфасовать 1500 кг масла по картонным коробам (каждый по 9 кг), пластиковым контейнерам (вместимостью 500 г) и пластиковым стаканчикам (вместимостью 100 г). Необходимо определить, сколько коробов, пластиковых контейнеров и пластиковых стаканчиков потребуется для расфасовки всего объёма масла?

Таблица 26

Doormout	Затраты ресурсов на	Наличие	
Гесурсы	Кефир	Ряженка	ресурсов
Труд	2	6	3000

Количество ресурсов и их затраты на производство единицы продукции

10. Предприятие производит 2 типа изделий: хлеб и булочки. На производство хлеба расходуется 2 единицы сырья, на производство булочек - 6 единиц сырья. На одну рабочую смену предприятие снабжается 20 единицами сырья. Для изготовления хлеба требуется 5 рабочих, а для изготовления булочек - 8 рабочих. Общее количество рабочих на предприятии составляет 25 человек. Прибыль от реализации одной единицы хлеба составляет 2 денежные единицы, прибыль от реализации одной единицы булочных изделий составляет 5 денежных единиц. Исходные данные представлены в табл. 27. С учетом заданных ограничений на ресурсы необходимо рассчитать оптимальное количество хлеба и булочек, производимых за одну рабочую смену, для получения предприятием максимальной прибыли.

Таблица 27

	Хлеб	Булочки	Объем ресурсов, на 1 смену
Сьрье, у.е.	2	6	20
Труд. ресурсы, чел.	5	8	25
Прибыль, у.е.	2	5	

Исходные данные для решения задачи

11. Для производства молочных продуктов типа A и B используется 4 вида сырья 1, 2, 3 и 4, требования к содержанию которых в продуктах A и B представлены в табл. 28. Характеристика используемого сырья представлена в табл. 29. Цена 1 т продукта A составляет 100 тыс. р., а продукта B - 300 тыс. р. Необходимо максимизировать прибыль от продажи продуктов A и B.

Таблица 28

Рецептуры продуктов А и В

Продукт	Содержание исходных компонентов
•	не менее 70 % 1-го вида сырья
A	не более 30 % 3-го вида сырья
	от 20 до 50 % 2-го вида сырья
В	не менее 40 % 3-го вида сырья
	не более 60 % 4-го вида сырья

Таблица 29

#### Характеристика сырья для производства молочных продуктов А и В

Вид сырья	Максимальный запас, т	Цена, тыс. р.
1	1000	55

Вид сырья	Максимальный запас, т	Цена, тыс. р.
2	2000	25
3	3000	10
4	2000	40

12. Пивобезалкогольный завод выпускает два вида продукции: пиво и безалкогольное пиво. Продукция обоих видов поступает в продажу. Для производства этой продукции используются два исходных продукта A и B. Максимально возможные суточные запасы этих продуктов составляют 9 и 5 тыс. л соответственно. Расходы продуктов A и B на 1 тыс. л соответствующего пива приведены в табл. 30.

Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос на безалкогольное пиво никогда не превышает спроса на пиво более, чем на 1 тыс. л. Кроме того, установлено, что спрос на безалкогольное пиво никогда не превышает 2 тыс. л в сутки. Оптовые цены 1 тыс. л пива составляют 3000 р. для безалкогольного пива и 2000 р. для пива. Какое количество пива каждого вида должен выпускать пивобезалкогольный завод, чтобы доход от реализации продукции был максимальным?

Таблица 30

	Расход исходных	Максимально	
Исходный продукт	на 1 тыс. л	возможный запас,	
	безалкогольное пиво	ПИВО	тыс.л
A 3		1	9
В	2	2	5

#### Расход исходных продуктов на производство пива

13. Требуется расфасовать 3000 л молока по полиэтиленовым пакетам (ПЭП) (каждый по 1 л), пластиковым бутылкам (вместимостью 0,5 л) и в упаковку «тетрапак» (вместимостью 0,25 л) (табл. 31). Стоимость 1 единицы ПЭП - 2 р., пластиковой бутылки - 4 р., упаковки «тетрапак» - 5 р. Необходимо определить, сколько ПЭП, пластиковых бутылок и упаковок «тетрапак» потребуется для расфасовки всего объёма молока с минимальными затратами? Таблица 31

Вид упаковки	Вместимость, л	Стоимость, у.е.
ПЭП	1	2
Пл. бутылка	0,5	4

#### Исходные данные для решения задачи

Вид упаковки	Вместимость, л	Стоимость, у.е.	
Тетрапак	0,25	5	

14. Для производства 3-х видов майонеза А, В и С используется три различных вида сырья. Норма расхода сырья на производство единицы продукции, цена одного изделия, а также запасы сырья каждого вида представлены в табл. 32. Составить план производства майонезов 3-х видов для получения максимальной прибыли.

Таблица 32

	Нормы затрат сырья на 1 единицу майонеза			Общее количе-
бид сырья	А	В	С	ство сырья
Растительное масло	45	80	60	400
Яичный порошок	23	15	25	200
Горчичный порошок	8	10	5	350
Цена 1 ед. продукции	10	18	6	

#### Нормы расхода сырья на производство майонезов

15. Для производства консервов типа А и В используется 3 вида сырья: 1, 2 и 3, требования к содержанию которых в продуктах А и В представлены в табл. 33. Характеристика используемого сырья представлена в табл. 34. Цена 1 ед. продукта А составляет 15 р., а продукта В - 30 р. Необходимо максимизировать прибыль от продажи продуктов А и В.

Таблица 33

#### Рецептуры продуктов А и В

Консервы	Содержание исходных компонентов		
A	не менее 70 % 1-го вида сырья		
A	не более 30 % 3-го вида сырья		
D	от 20 до 50 % 2-го вида сырья		
В	не менее 40 % 3-го вида сырья		

Таблица 34

#### Характеристика сырья для производства консервов А и В

Вид сырья	Максимальный запас, кг	Цена, тыс.р.
1	300	25
2	200	55

16. Необходимо составить диету, состоящую из двух продуктов А и Б. Дневное питание этими продуктами должно давать не более 25 единиц углеводов, но не менее 500 калорий. В одном килограмме продукта А содержится 18 единиц углеводов и 250 калорий, а в одном килограмме продукта Б - 7 единиц углеводов и 100 калорий. При этом цена одного килограмма продукта А равна 20 у.е., а цена одного килограмма продукта Б - 10 у.е. Какое количество продуктов в день необходимо употреблять для соблюдения диеты при минимальном расходе денежных средств. Исходные данные представлены в табл. 35.

Таблица 35

#### Исходные данные для решения задачи

	Про,	Суточная			
	АБ				
Содержание	18	7	25		
углеводов, ед.	10	1	23		
Калорийность, кал.	250	100	500		
Стоимость, у.е.	20	10			

## 23.2. Решение транспортной задачи

Задача. Производство продукции осуществляется на 4-х предприятиях, а затем развозится в 5 пунктов потребления. Предприятия могут выпускать в день 235, 175, 185 и 175 единиц продукции. Пункты потребления готовы принимать ежедневно 125, 160, 60, 250 и 175 единиц продукции. Хранение на предприятии единицы продукции обходится в 2 у.е. в день, штраф за недопоставленную продукцию - 3,5 у.е. в день. Стоимость перевозки единицы продукции (в у.е.) с предприятий в пункты потребления приведена в табл. 36. Необходимо минимизировать суммарные транспортные расходы по перевозке продукции.

Таблица 36

Транспортные расходы

Предприятия	Пункты потребления
-------------	--------------------

	1	2	3	4	5
1	3,2	3	2,35	4	3,65
2	3	2,85	2,5	3,9	3,55
3	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4
4	4	2	2,1	4,1	3,4

Создайте таблицу и заполните ее в соответствии с табл. 36 (рис. 66).

	А	В	С	D	E	F	G	Н
1				ТРАНСПОРТН	ІАЯ ЗАДАЧА			
2		Пункты потребления						
3		Стоимость пе	ревозок					
4	Предприяти	1	2	3	4	5		
5	1	3,2	3	2,35	4	3,65		
6	2	3	2,85	2,5	3,9	3,55		
7	3	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4		
8	4	4	2	2,1	4,1	3,4		
								Объёмы
9		Неизвестны	е объёмы пер	евозок				производст
10		1	2	3	4	5	Ограничения_	
11	1						=СУММ(B11:F1	235
12	2						=СУММ(В12:F1	175
13	3						=СУММ(В13:F1	185
14	4						=СУММ(В14:F1	175
15	Ограничения	=СУММ(В11:В14)	=СУММ(С11:С	=СУММ(D11:D	=СУММ(Е11:Е	=СУММ(F11:F		
16		Потребность в	продукции					
17		125	160	60	250	175		
18								
	Целевая							
19	функция	=СУММПРОИЗВ(В5						

Рис. 66. Исходные данные и формулы для решения транспортной задачи

Неизвестными в этой задаче являются объёмы перевозок. Пусть x<sub>ij</sub> - объём перевозок с i-го предприятия в j-й пункт потребления. Целевая функция имеет следующий вид:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} x_{ij} ,$$

где c<sub>ij</sub> - стоимость перевозки единицы продукции с i-го предприятия в j-й пункт потребления.

Неизвестные задачи должны удовлетворять следующим ограничениям:

• объёмы перевозок не могут быть отрицательными;

$$x_{ij} \ge 0$$
, i  $\in$  [1,4], j  $\in$  [1,5]

- вся продукция должна быть вывезена с предприятий, а потребности всех пунктов потребления должны быть полностью удовлетворены, так как задача сбалансирована;
- $\sum_{i=1}^{4} x_{ij} = b_j$ , j Є [1,5], где  $b_j$  спрос в j-м пункте потребления;  $\sum_{j=1}^{5} x_{ij} = a_i$ , i Є

[1,4], где  $a_i$  - объем производства на і-м предприятии.

Формулы для решения задачи приведены в табл. 37.

Таблица 37

Описание	Ячейка	Формула
	G11	=CYMM(B11:F11)
	G12	=CYMM(B12:F12)
Ограничения_1	G13	=CYMM(B13:F13)
	G14	=CYMM(B14:F14)
	B15	=CYMM(B11:B14)
	C15	=CYMM(C11:C14)
Ограничения_2	D15	=CYMM(D11:D14)
	E15	=CYMM(E11:E14)
	F15	=CYMM(F11:F14)
Целевая функция	<b>B19</b>	=СУММПРОИЗВ(В5:F8;В11:F14)

Формулы для расчёта транспортной задачи

Ввод данных в окно Поиск решения производим в следующей последовательности (рис. 67).

1. В поле Установить целевую ячейку запишите адрес \$В\$19, а в группе переключателей Равной: выберите переключатель минимальному значению.

2. В список **Ограничения** внесите числовые значения (из условий задачи). \$B\$11:\$F\$14 >= 0

**\$B\$15:\$F\$15 = \$B\$17:\$F\$17** 

\$G\$15:\$G\$15 = \$H\$17:\$H\$17

3. В поле Изменяя ячейки введите \$B\$11:\$F\$14.

Поиск решения	x
Установить целевую ячейку: Равной: Омаксимальному значению Означению: 0 • минимальному значению	<u>В</u> ыполнить Закрыть
Измен <u>я</u> я ячейки: \$B\$11:\$F\$14 <u>О</u> граничения:	<u>П</u> араметры
\$B\$11:\$F\$14 >= 0 \$B\$15:\$F\$15 = \$B\$17:\$F\$17 \$G\$11:\$G\$14 = \$H\$11:\$H\$14 Удалить	Восс <u>т</u> ановить <u>С</u> правка

Рис. 67. Настройка окна Поиск решения для транспортной задачи

4. Щелкните по кнопке **Выполнить** и проанализируйте полученное решение (рис. 68). Как видно, с учетом всех предусмотренных ограничений оптимальным решение составляет 2373,5.

	A	B C		D	E	F	G	H
1			ТРАНСПО	АЧА				
2		Пункты пот						
З		Стоимость	перевозок					
4	Предприятия	1	2	3	4	5		
5	1	3,2	3	2,35	4	3,65		
6	2	3	2,85	2,5	3,9	3,55		
7	3	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4		
8	4	4	2	2,1	4,1	3,4		
9		Неизвестны	ые объёмы	перев	озок			1
10		1	2	3	4	5	Ограни	чения_2
11	1	0	0	60	65	110	235	235
12	2	125	0	0	0	50	175	175
13	3	0	0	0	185	0	185	185
14	4	0	160	0	0	15	175	175
15	Ограничения_1	125	160	60	250	175		
16		Потребнос	ть в продун					
17		125	160	60	250	175		
18								
	Целевая							
19	функция	2373,5						

Рис. 68. Результат решения транспортной задачи

## Транспортные задачи

Имеются n пунктов производства и m пунктов распределения продукции. Стоимость перевозки единицы продукции из i-го пункта производства в j-й центр потребления с<sub>ij</sub> приведена в таблицах (варианты 1-16), где под строкой понимается пункт производства, а под столбцом - пункт потребления. Кроме того, в i-й строке указан объем производства в i-м пункте, а в j-м столбце указан спрос в j-м центре потребления. Хранение продукции на предприятии обходится в 1,5 у.е. в день, а штраф за просроченную поставку единицы продукции, заказанной потребителем в пункте потребления, но там не находящейся, равен 3,3 у.е. в сутки.

Составить план перевозок по доставке требуемой продукции в пункты потребления, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Необходимые данные для решения задач взять из соответствующих таблиц, приведенных далее (варианты 1-16).

Предприятия	Стон еди Пуни	имость ницы і кты по	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	4	2	6	7	30
В	1,2	5	8	2	42
С	3,5	6	4	3	12
D	2	5,1	1,5	5	10
Е	3,5	9	8	1,5	14
Объемы потребления	15	35	30	28	

Вариант 1

Предприятия	Стон еди Пуни	имость ницы і кты по	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	4	2	6	6	35
В	1	5,2	8	2	42
С	3	7	3,5	3	15
D	2	5	1	5	15
E	3,5	8	8,1	1,5	10
Объемы потребления	25	38	32	22	

Предприятия	Стон еди Пуни	имость ницы і кты по	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	5	2	2	3,3	73
В	4	2	4,1	6	18
С	5,1	4	2	7,2	40
D	3	4,5	3	4	50
Объемы потребления	40	35	80	26	

## Вариант 4

Предприятия	Стоим едини Пункт	10сть 1 1цы пр т <b>ы по</b> т	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	2	1,3	1	2,5	8
В	2,3	7	7	8	15
С	3	2,2	1,5	5	19
D	2	8,1	1	4	18
E	4,9	4,2	4	1	14
Объемы потребления	29	20	10	15	

Вариант 5

Предприятия	Стои един Пуни	імость ницы п <b>сты по</b>	Объем производства		
	1	2	3	4	1
А	3	1,7	5	4	23
В	2,6	5,2	3	9,8	27
С	2	5	4	2	55
D	5	6	19		
Объемы потребления	18	29	15	62	

Предприятия	Сто еди Пун	имость іницы і <b>кты п</b> о	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	3	4,7	2	6	20
В	8	5	4	8	30
С	6	3,2	2	5,5	16
D	4	8	8	5	21
E	6	7	9	1,8	33
Объемы потребления	15	45	20	40	

Предприятия	Стон еди Пуни	имость ницы і кты по	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	9	3	1	4	38
В	6	6	5	3	22
C	5	84	10	2	30
D	7	6	32		
Объемы потребления	50	37	20	15	

Вариант 8

Предприятия	Стои едил Пуни	имость ницы п <b>сты по</b>	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	2	4,1	5	8	30
В	5	8	3	4	17
С	6,2	3	4,5	5	19
D	4	2,7	2	1	23
Е	2	4	9,1	2	24
Объемы потребления	45	30	18	20	

Предприятия	Стои Един <b>Пунн</b>	имость ницы і сты по	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	7	5	11	4	14
В	6	3	4	7,4	22
С	4,6	10	5	8	17
D	5	8	5	9	33
E	3	10	8	5	18
Объемы потребления	35	20	30	19	

Предприятия	Стол Еди Пунл	имостн ницы кты по	Объем Производства		
	1	2	3	4	
А	9	9	7,3	3	17
В	10	10	3	5	30
С	2	11	6	3	25
D	5	2	8	9	32
Е	5	9	18		
Объемы потребления	12	25	55	30	

Предприятия	Стои един Пунк	імость ницы п <b>сты по</b>	Объем Производства		
	1	2	3	4	
Α	5	11	11	5	30
В	7	3	5	8	32
С	9	5,5	8	1	37
D	6,3	8	5	11	12
Е	4	11	5	9	23
Объемы потребления	60	28	36	10	

Предприятия	Стои един Пуни	імость ницы п <b>сты по</b>	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	7,8	9	4	6	20
В	1	8	5	2	10
С	4	2,4	1	7	35
D	6	6	10	2,5	40
Объемы потребления	12	12	35	46	

## Вариант 13

Предприятия	Стои един Пуни	імость ницы п <b>сты по</b>	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	1	5	4	5	38
В	2,5	7	8	7	35
С	4	3	11	8	40
D	6,3	8,6	15		
Объемы потребления	43	25	20	40	

Вариант 14

Предприятия	Стои един Пуни	імость ницы п <b>сты по</b>	Объем производства		
	1	2	3	4	
А	9	7	11	11	50
В	5	9,2	12	6	58
С	6,5	9	6	6	22
D	4,1	7	3,5	7	23
E	4,5	9	9	2	12
Объемы потребления	35	50	45	35	

Предприятия	Стон еди Пуни	имостн ницы кты по	Объем Производства		
	1	2	3	4	
А	3	1	5	5	26
В	1	5,2	8	2	42
С	1,5	4	1	1	10
D	7,1	5	11,5	5	14
E	4,5	8	11	3	30
Объемы потребления	32	48	22	20	

Предприятия	Стои един Пуни	імость ницы п сты по	Объем Производства		
	1	2	3	4	
А	8	1	16	6	20
В	5	4,2	8	12	32
С	7,5	5	13	3	40
D	6,1	4	1,5	5	15
Е	7,5	7	8	11	25
Объемы потребления	35	25	30	42	

#### 24. Аппроксимация и прогнозирование временных рядов

Временные ряды - это зависимости каких-либо показателей, например, объема производства продукции от времени. В MS Excel имеется возможность описать (аппроксимировать) эту зависимость типовой функцией, оценить правомерность описания, а также спрогнозировать этот показатель в будущем. Для этого используется команда Добавить линию тренда. Линию тренда можно добавить к ряду данных в том случае, если они представляют собой диаграмму с областями, график, гистограмму, линейчатую или точечную диаграмму. По-следовательность действий следующая:

1. Построить диаграмму временного ряда.

2. Выделить диаграмму.

3. Выполнить команду Диаграмма - Добавить линию тренда.

4. В окне Линия тренда (рис. 69) отметить ряд, для которого строится линия тренда и тип аппроксимирующей функции.

5. Переключиться на вкладку Параметры (рис. 70) и включить флажки, как указано ниже.

показывать уравнение на диаграмме
 поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)

6. При желании можно задать название аппроксимирующей кривой.

7. При необходимости задать прогноз вперед на несколько периодов («прогноз» можно задать назад).

В табл. 38 дано описание типов линий тренда. Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) является важным показателем, который характеризует правомерность описания временного ряда выбранной линией тренда. Значение его должно быть в пределах 0,9-1. Чем ближе значение  $R^2$  к единице, тем достовернее выбранная зависимость описывает временной ряд.

Таблица 38

Тип	Описание
1 п ч	
1. Линеиная	Полином первои степени
	y = ax + b,
	где а - тангенс угла наклона, b - точка пересече-
	ния прямой с осью У
2. Логарифмическая	$y = a \ln(x) + b,$
	где <i>а</i> и <i>b</i> - коэффициенты, ln - натуральный лога-
	рифм
3. Полиномиальная	$y = a_1 x^6 + a_2 x^5 + a_3 x^4 + a_4 x^3 + a_5 x^2 + a_6 x + b,$
	где $a_i$ , и $b$ - коэффициенты, $i = \overline{1,6}$ ,
	максимальная степень полинома - 6
4. Степенная	$y = ax^b$ ,
	где <i>а</i> и <i>b</i> - коэффициенты
5. Экспоненциальная	$y = ae^{bx}$ ,
	где а и b - коэффициенты, е - основание нату-
	рального логарифма

## Описание аппроксимирующих зависимостей

Тип	Описание
6. Линейная фильтрация	Скользящее среднее. Каждая точка данных на линии тренда строится на основании среднего указанного числа точек данных (периодов)

Линия тренда			<u>?</u> ×
Тип Параметры	1		
Построение линии тр	• енда (аппроксимация ј////////////////////////////////////	а и сплаживание) Степень: 2 Полиномиальная	
للمتمنعينه الم	المنبندني ا		
С <u>т</u> епенная	<u>Э</u> кспоненциальная	Линейная фильтрация	
Построен на р <u>я</u> де:			
Ряд1 Ряд2			
		ОК Отм	ена

Рис. 69. Вкладка Тип окна Линия тренда

Линия тренда ? 🗙
Тип Параметры
Название аппроксимирующей (сглаженной) кривой С автоматическое: Линейный (Ряд1) С другое:
Прогноз вперед на: 0 е периодов назад на: 0 е периодов
<ul> <li>пересечение кривой с осью Y в точке:</li> <li>показывать уравнение на диаграмме</li> <li>поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)</li> </ul>
ОК Отмена

Рис. 70. Вкладка Параметры окна Линия тренда

Пример. Объем реализации продукции (Y) фирмы в течение 10-ти месяцев (X) указан в таблице, представленной ниже. Подберите аппроксимирующую зависимость и спрогнозируйте развитие показателя на следующие 5 лет.

Х	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	0.7	1.7	3.1	5.2	7.8	11.1	15	19.5	24.8	30.4

Для выполнения задания выполним следующие действия:

1. Построим точечную диаграмму.

2. В режиме редактирования диаграммы выполним команду Диаграмма - Добавить линию тренда.

3. В окне **Линия тренда** на вкладке **Тип** выберем аппроксимирующую зависимость. По виду временного ряда можно выбрать два типа функции: степенную и экспоненциальную.

4. На вкладке **Параметры** включаем флажки показа уравнения аппроксимации и коэффициента достоверности.

Результаты выполненных действий представлены на рис. 71.

Временной ряд можно аппроксимировать несколькими зависимостями, а затем по величине коэффициента детерминации выбрать наиболее достоверную из них. В данном примере для описания ряда выбраны два тренда: экспоненциальный и степенной. Как видно из рис. 71, степенная зависимость точнее описывает данные - объем реализации продукта. Следует отметить, что для

описания некоторых зависимостей, не имеющих четких тенденций в развитии, используют полиномы n-й степени, а также скользящее среднее.



Рис. 71. Аппроксимация линиями тренда

По величине коэффициента достоверности  $R^2$  выбираем зависимость, наиболее точно описывающую временной ряд. В данном случае - это степенная функция.

Для прогнозирования объема реализации продукции на следующие 5 лет необходимо вернуться в окно **Линия тренда** и задать период прогноза.

Исходные данные представлены в табл. 39.

Таблица 39

N//	Объем реализации продукции											
М/Ц	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Х	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y			
1	5,7	4,7	4,3	0,7	39,5	0,35	6,6	3,8	0,2			
2	7,8	6,6	5,7	1,9	30,5	0,50	9,0	5,2	0,6			
3	10,8	9,4	7,6	3,7	28,0	0,65	12,0	7,0	1,4			
4	14,7	13,1	10,2	6,2	26,5	0,80	16,5	9,6	2,7			
5	20,1	18,4	13,6	9,5	25,9	0,95	22,5	13,0	4,6			
6	27,5	25,9	18,3	13,7	25,1	1,10	30,2	18,0	7,2			
7	37,3	36,1	24,7	18,6	24,7	1,25	40,9	24,9	10,6			

Исходные данные для аппроксимации временных рядов

8	51,6	51,2	32,9	24,7	24,4	1,40	55,3	33,7	14,8
9	70,7	71,9	44,1	32,0	24,1	1,55	74,9	46,2	20,2
10	96,8	101,1	59,1	39,7	29,3	1,70	101,4	63,2	26,8
11	98,1	101,3	60,2	39,9	24,1	1,76	101,6	63,4	26,9
12	100,9	102,1	61,4	40,2	24,7	1,79	101,9	63,8	27,3
13	102,2	103,2	62,1	41,4	25,2	1,83	102,2	64,2	27,9

## 25. Контроль знаний по табличному процессору MS EXCEL

- 1. Какая фирма является разработчиком табличного процессора Excel?
- 2. Что такое макрос и для какой цели он создается?
- 3. Какими способами осуществляется копирование ячеек?
- 4. С какого знака начинается задание формулы в ячейке?
- 5. Какие типы данных могут содержать ячейки электронной таблицы MS Excel?
- 6. Какая функциональная клавиша служит для задания абсолютного адреса ячейки?
- 7. Какая функциональная клавиша в Excel позволяет редактировать содержимое ячейки?
- 8. Каким символом начинается сообщение об ошибке? Назовите основные виды ошибок и их причины.
- 9. Каким способом можно перейти в режим отображения формул?
- 10. Какая команда меню предназначена для обработки базы данных? Где должен находиться курсор, чтобы таблица распознавалась как база данных?
- 11. Функции какой категории могут иметь значения ИСТИНА или ЛОЖЬ?
- 12. Как выделить несмежные диапазоны ячеек?
- 13. Фрагмент электронной таблицы, после того, как пользователь набрал формулу, имеет вид, представленный ниже. Содержимое ячейки В1 после нажатия клавиши «ENTER» будет равно: 1) нулю; 2) двум; 3) трем; 4) пяти; 5) шести?

M	licrosoft	Excel -	Книга2								×	
8	<u>Ф</u> айл (	Правка	<u>В</u> ид	Вст <u>а</u> вка (	Рор <u>м</u> ат С	ервис Данн	ње <u>О</u> кно	<u>С</u> правка		- 8	×	
D	🖻 🔒	a 🕫	1 🖨	à 👬 🕺	🖻 🛍 •		- 🍓 Σ	• 🔒 🙂 🛍	100%	• [	) <b>"</b>	
Aria	Arial Cyr 🔹 16 🔹 🗶 🔏 🖳 🚍 🚍 🖾 🗐 % 000 🦆 🔛 🔹 🖄 🗙 🐥 👻											
	A2 - fx 2											
	A			В		С		D		Е		
1	1	=	=A1*2	2+A2^2								
2	2											
3												
4												
5											- 🖃	
<b>I 4</b>	→ н\л	ист1 /	(Лист2)	(Лист3 /			•					
Гото	B0							NUM			1	

14. Фрагмент электронной таблицы после заполнения числами имеет вид, представленный ниже. Что является содержимом ячейки А9: 1) число; 2) текст;
3) формула; 4) константа логического типа; 5) дата?

M	licrosoft	Ехс	el - Книга1							- 🗆 🗵
	<u>Ф</u> айл	Прав	вка <u>В</u> ид	Вст <u>а</u> вка (	Фор <u>м</u> ат С <u>е</u>	рвис Данн	ные <u>О</u> кно	<u>С</u> правка		_ 8 ×
	学 🔒	ß	8	à 👯 🕺	🖻 🔒 -		- Δ -	• Al 🙂   A	100%	- 🕺 🐥
Arial Cyr 🔹 10 🔹 🗶 🗶 🖳 🚍 🚍 🖼 🦃 % 000 💷 🔤 🔹 🐴 🔩 🐥										
	A9		- XV	<b>£</b> ∠сумма						
	A		В	С	D	E	F	G	Н	
1		2	3	7	9	32	21	12	14	
2		5	36	98	23	45	6	89	7	
3		7	45	12	34	26	78	39	12	
4		9	21	56	23	46	45	12	78	
5		6	12	15	67	78	41	27	87	
6		2	17	57	18	17	44	56	89	
7		1	45	48	33	49	11	39	38	-
H 4	► H\J	Іист	1 / Лист2 /	(Лист3 /			•			
Прав	ка							NUM		

15. Диапазон **D1:D7** имеет следующее заполнение. Содержимое какой ячейки не является датой: 1) D1; 2) D2; 3) D3; 4) D4; 5) D5; 6) D6; 7) D7?

M	licrosoft Ex	cel - Книга2					_					
	<u>Ф</u> айл Пра	авка <u>В</u> ид	Вст <u>а</u> вка	Формат Сервис Данные	<u>О</u> кно <u>С</u>	правка	-	đΧ				
D	🖻 🖩 🔒	) 🔁 🖨	🗟 💔 🕺	. 🖻 🛍 • 🗠 • 🗠 • 🌾	🛔 τ τ 🛔	l 🙂 🛍	100% 🔹	? *				
Aria	al Cyr	<b>-</b> 10	• Ж А	( 또 ) 🗄 🚍 🗃 🕼	<b>%</b> 000	¢= 🛄 -	🕭 - <u>A</u> -	» •				
	A10 🔻 🏂											
	A	В	С	D	E	F	G					
1				10,10,2005								
2				04.02.2006								
3				04.фев.06								
4				1 фев								
5				4.2								
6				Февраль 2006								
7				4 февраля 2006 г.				-				
I4 - 4	К ◀ ► № ЛИСТ1 / ЛИСТ2 / ЛИСТ3 /											
Гото	60					NUM						

16. Какое значение имеет ячейка А6: 1) два; 2) три; 3) четыре; 4) пять; 5) шесть?

<b>M</b> 🖂	licrosoft	Excel - K	нига1						
8	<u>Ф</u> айл	Правка	<u>В</u> ид	Вст <u>а</u> вка	Фор <u>м</u> а	ат ⊂ <u>е</u>	ервис	Данные	<u>О</u> кно
	🚔 日	🔒 😼	6	à. 🌮	Х 🖻	<b>6</b> -	S   •	0 + C4 +	
Aria	al Cyr		<b>-</b> 14	• ж	КЦ		= =	<b>1</b>	% 00
	G1	-	fs	è 1		-		-	
		А			В			С	
1	1								
2	=A1+	⊦1							
З	=A2-	⊦1							
4	=A3-	⊦1							
5	=A4-	⊦1							
6	=A5-	⊦1							
· –									

17. Какой вид примет формула, записанная в ячейке C1 после ее копирования в ячейку C2: 1) \$A\$1\*B2; 2) =\$A\$1\*B1; 3) \$A\$2\*B1; 4) \$A\$2\*B2?

Microsoft Excel - Книга1											
8	<u>Ф</u> айл Пр	равка <u>В</u> и	д Вст <u>а</u> вка Фо	ор <u>м</u> ат С <u>е</u> рвис	<u>Д</u> анные						
<u>O</u> K	кно <u>⊂</u> прав	жа			_ 8 ×						
🗈 😅 🔚 🖻 🛍 • 🗠 • 🖙 + 😊 🛍 100% 🔹 👰 🐥											
Arial Cyr - 14 - Ж К Ц ≡ ≡  · · ·											
	С2 т Шрифт 🕫										
	A	B	C	D							
1	2	10	=\$A\$1*B1								
2		20		]							
3											
4					-						
н • н Лист1 Лист2 Лист3 •											
Гото	DE			NUM							

18. Дан фрагмент электронной таблицы в режиме отображения формул. Чему будут равны значения в ячейках В3 и В4 после копирования в них содержимого ячейки В2?

🔀 Microsoft Excel - Книга3											
	<u>Ф</u> айл	Правка	<u>В</u> ид Вст <u>а</u> вка		Фор <u>м</u> ат		С <u>е</u> рвис	Данны	se <u>(</u>	<u>Э</u> кно	<u>C</u> n
	🖻 目	🔒 🔁	8	à 💱	X 🖻	<b>a</b> •	• 🝼	ко <del>т</del> с	3 + K	٩	Σ
Aria	l Cyr		<b>-</b> 10	• Ж	КЦ		≣ 3		<b>S</b>	<b>%</b> 00	)0 <b>t</b> a
	B8	-		fx							
	A				В		C				
1	1			1							
2	2			=B1 -	+\$A\$	1					
3											

19. Дан фрагмент электронной таблицы в режиме отображения формул. Какое значение будет находиться в ячейке С5: 1) 26; 2) 18; 3) 0,625; 4) 24; 5) 23? Функция ЦЕЛОЕ (<число>) для положительных чисел определяет целую часть числа, так ЦЕЛОЕ(9,79)=9, ЦЕЛОЕ(5,5)=5, ЦЕЛОЕ(4,12)=4).

🔀 Microsoft Excel - КнигаЗ												
8	<u>Ф</u> айл	Правка	<u>В</u> ид	Вст <u>а</u> вка	Фор <u>м</u> а	т С <u>е</u>	ервис	<u>Д</u> анн	ые	<u>О</u> кно	⊆np	)ai
D	🖻 🔚	🔒 🔁	6	🗟 💞   (	<u>ж</u> 🗈 I	<b>a</b> •	1	<b>N -</b>	CH +		Σ•	1
Aria	al ⊂yr		<b>-</b> 10	• ж	КЦ		≣∃		<b>S</b>	% 0	00 <b>,</b> 30	3
B13 <b>▼ f</b> ×												
	A			В			C					
1	1000	)		5678			=ЦВ	ΞЛΟ	E(E	31/A	(1)	
2	100			=B1-C	:1*A1		=Ц	ΞЛΟ	E(E	32/A	(2)	
3	10			=B2-C	2*A2	2	=Ц	ΞЛΟ	E(E	33/A	(3)	
4							=B3	3-C3	*A3	3		
5							=C)	УММ	(C1	1:C4	1)	
6												

## Список использованной литературы

- 1. Васильев Д.В. Самоучитель по Windows-95. М.: ПРИОР, 1997. 240 с.
- 2. Гарнаев А. Использование MS Exsel, VBA, Internet в экономике и финансах. Дюссельдорф, Киев, Москва, Санкт-Петербург: BHV, 2001.
- 3. Рудикова Л.В. Ехсеl для студента. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 368 с.
- 4. Столяров А., Столярова Е. Excel 7.0. М.: ВЕРБО, 1997. 176 с.
- 5. Фултон Д. 10 минут на урок Excel-97. ВИЛЬЯМС, 1998. 192 с.
## Оглавление

Введение	. 2
1. Запуск табличного процессора MS Excel	2
2. Основные понятия Microsoft Excel	. 3
3. Типы данных	.4
4. Копирование клеток	.4
5. Редактирование данных	. 5
6. Автоматическое заполнение	. 5
7. Форматы числовых данных	. 5
8. Копирование формата	. 7
9. Создание таблиц	. 7
9.1. Открытие и сохранение файла рабочей книги	. 7
9.2. Проектирование таблицы	.7
9.3. Ввод текстовых данных	. 7
9.4. Ввод числовых данных	. 8
9.5. Введение расчетных формул	. 8
9.6. Переименование рабочего листа.	. 8
10. Форматирование рабочего листа	. 8
11. Анализ и обработка данных	10
11.1. Подбор параметра	10
11.2. Поиск решения	12
12. Создание и обработка диаграмм	15
12.1. Порядок построения диаграмм	15
12.2. Редактирование диаграмм	16
12.3. Пример построения диаграммы	16
12.4. Редактирование построенной диаграммы	17
13. Табулирование функций в MS Excel	18
13.1. Построение диаграмм	20
14. Табулирование функции с неопределённостью	23
15. Табулирование кусочной функции	25
16. Табличные формулы. Матричные операции	28
17. Создание макросов	31
18. Основные сведения о языке программирования	
Visual Basic for Application (VBA)	34
18.1. Вычисление определенного интеграла методом	
Симпсона на алгоритмическом языке VBA	40
19. Создание баз данных в MS Excel	42
19.1. Поиск записей в базе данных	44
19.1.1. Поиск записей с помощью команды Форма	44
19.1.2. Поиск данных с помощью команды Автофильтр	45
19.1.3. Поиск с использованием команды Расширенный фильтр	47
19.2. Сортировка данных в таблицах	50

20. Решение нелинейных уравнений	. 53
20.1. Метод половинного деления (дихотомии)	. 54
20.2. Метод итераций	. 55
20.3. Решение нелинейного уравнения с помощью Подбора параметра	. 56
21. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	. 59
21.1. Метод Гаусса	. 59
21.2. Метод простой итерации	. 64
21.3. Метод Зейделя	. 66
21.4. Матричный метод решения СЛАУ	. 69
21.5. Решение СЛАУ с помощью модуля Поиск решений	. 71
22. Численное решение задачи Коши для обыкновенного	
дифференциального уравнения первого порядка	. 72
23. Решение задач оптимизации с помощью надстройки Поиск решения	. 75
23.1. Решение задачи оптимизации распределения ресурсов	. 76
Задания по линейной оптимизации	•
81	
23.2. Решение транспортной задачи	. 87
Транспортные задачи	.91
24. Аппроксимация и прогнозирование временных рядов	. 96
25. Контроль знаний по табличному процессору MS EXCEL	102
Список использованной литературы	106

## УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

## Иванец Галина Евгеньевна Ивина О.А.

## Табличный процессор MS Excel

Учебное пособие

Для студентов вузов

Зав. редакцией И.Н. Журина Редактор Н.В. Шишкина Технические редакторы: Т.В. Васильева, С.В. Арещенко Художественный редактор Л.П. Токарева

ЛР № 020524 от 02.06.97 Подписано в печать 9.10.06. Формат 60×84<sup>1/16</sup> Бумага типографская. Гарнитура Times Уч.-изд. л. 6,5. Тираж экз. Заказ №

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском отделе Кемеровского технологического института пищевой промышленности 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

ПЛД № 44-09 от 10.10.99 Отпечатано в лаборатории множительной техники Кемеровского технологического института пищевой промышленности 650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, 52