

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

И. Н. Чарикова, Н. Н. Манаева

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ СРЕДСТВАМИ MS EXCEL И MATHCAD

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 Строительство

Оренбург
2019

УДК 69.04:004.42 (075.8)
ББК 38.2 я73+32.972.13я73
Ч 21

Рецензенты:

Заслуженный деятель науки РФ, доктор педагогических наук, профессор

А. В. Кирьякова

Доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, директор инженерно-строительного института ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» **И. С. Инжутов**

Чарикова И.Н.

Ч 21 Автоматизация инженерных расчетов средствами MS Excel и MathCad: учебное пособие/ И.Н. Чарикова, Н.Н. Манаева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. - 121 с.

Учебное пособие «Автоматизация инженерных расчетов средствами MS Excel и MathCAD» предназначено для проведения лабораторных занятий со студентами строительных вузов и факультетов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 Строительство.

Пособие содержит теоретическую, практическую часть, варианты индивидуальных заданий, ориентированные на реализацию Государственного образовательного стандарта по дисциплинам «Информатика», «Информационные системы в строительстве», «Информационные технологии проектирования».

Охраняется Законом РФ об авторском праве. Воспроизведение всей книги или любой её части запрещается без письменного разрешения авторов.

УДК 69.04:004.42 (075.8)
ББК 38.2 я73+32.972.13я73

ISBN

© Чарикова И.Н.,
Манаева Н.Н., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 5 |
| Часть 1 Табличный процессор Microsoft Excel | 7 |
| Глава 1 Основные понятия электронной таблицы..... | 7 |
| §1 Элементы рабочего окна MS Excel | 7 |
| §2 Работа с листами электронной таблицы..... | 9 |
| §3 Адресация ячеек..... | 11 |
| §4 Форматирование ячеек | 12 |
| §5 Автоматическое заполнение ячеек..... | 14 |
| §6 Лабораторная работа №1. Основы работы в Ms Excel. Форматирование и автозаполнение ячеек. | 16 |
| §7 Вопросы для самопроверки..... | 20 |
| Глава 2 Работа с формулами в MS Excel | 21 |
| §1 Запись формулы в электронной таблице..... | 21 |
| §2 Использование функций в MS Excel..... | 23 |
| §3 Лабораторная работа №2. Использование формул в MS Excel..... | 26 |
| §4 Вопросы для самопроверки..... | 28 |
| Глава 3 Логические операции в MS Excel | 28 |
| §1 Логические функции ЕСЛИ, И, ИЛИ | 28 |
| §2 Примеры использования логических функций..... | 30 |
| §3 Условное форматирование..... | 33 |
| §4 Лабораторная работа №3. Использование логических функций в Excel..... | 33 |
| §5 Вопросы для самопроверки..... | 41 |
| Глава 4 Построение диаграмм в MS Excel | 42 |
| §1 Виды и назначение диаграмм | 42 |
| §2 Построение и форматирование диаграммы | 47 |
| §3 Лабораторная работа №4. Построение графиков и диаграмм в MS Excel..... | 49 |
| §4 Вопросы для самопроверки..... | 49 |
| Глава 5 Средства Excel для работы с данными списка | 49 |
| §1 Сортировка данных..... | 50 |
| §2 Фильтрация (выборка) данных | 51 |
| §3 Автоматическое вычисление общих и промежуточных итогов | 55 |
| §4 Лабораторная работа №5. Использование средств MS Excel для работы с данными списка..... | 56 |
| §5 Вопросы для самопроверки..... | 59 |
| Глава 6 Матричные операции в Excel..... | 59 |
| §1 Сложение (вычитание) матриц и умножение матрицы на число | 60 |
| §2 Использование матричных функций | 62 |

| | |
|--|-----|
| §3 Решение систем линейных уравнений..... | 64 |
| §4 Лабораторная работа №6. Работа с матрицами в MS Excel..... | 65 |
| §5 Вопросы для самопроверки..... | 67 |
| Часть 2 Пакет математических вычислений MathCAD..... | 68 |
| Глава 1 Основы работы в MathCAD..... | 68 |
| §1 Пользовательский интерфейс MathCAD | 68 |
| §2 Основные операции с объектами | 72 |
| §3 Решение задач элементарной математики в MathCAD..... | 73 |
| §4 Лабораторная работа №1 Основные вычислительные возможности Mathcad..... | 78 |
| §5 Вопросы для самопроверки..... | 80 |
| Глава 2 Графические возможности MathCAD | 81 |
| §1 Построение графика в декартовых координатах | 81 |
| §2 Построение графика поверхности | 84 |
| §3 Лабораторная работа №2 Графические возможности Mathcad..... | 87 |
| §4 Вопросы для самопроверки..... | 88 |
| Глава 3 Решение нелинейных уравнений средствами MathCAD..... | 89 |
| §1 Решение алгебраических уравнений..... | 89 |
| §2 Решение трансцендентных уравнений..... | 91 |
| §3 Лабораторная работа №3 Решение нелинейных уравнений..... | 94 |
| §4 Вопросы для самопроверки..... | 95 |
| Глава 4 Работа с матрицами и векторами в MathCAD | 96 |
| §1 Определение матриц и векторов | 96 |
| §2 Матричные функции в MathCAD..... | 98 |
| §3 Решение систем линейных уравнений в MathCAD | 100 |
| §4 Лабораторная работа №3. Работа с матрицами и векторами в Mathcad | 102 |
| §5 Вопросы для самопроверки..... | 104 |
| Глава 5 Программирование в MathCAD..... | 105 |
| §1 Определение программного блока | 105 |
| §2 Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры | 108 |
| §3 Программирование алгоритмов циклической структуры | 110 |
| §4 Операторы прерывания | 112 |
| §5 Лабораторная работа №5. Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры..... | 115 |
| §6 Вопросы для самопроверки..... | 118 |
| Список использованных источников | 119 |

Введение

Одной из важнейших составляющих современной строительной индустрии является строительное проектирование. От качества проекта во многом зависит надёжность строительного объекта, удобство его эксплуатации, эстетические и экологические параметры, стоимость, сроки ввода в эксплуатацию и т.д. Главной специфической особенностью проектирования является то, что практически все проектные процедуры и расчетные операции - интеллектуальные, требующие определённых умственных усилий, креативности, знаний, умений и навыков.

В большей степени процесс проектирования можно представить как последовательность огромного количества вычислительных операций, процедур поиска информации и выбора технических решений. Оптимальность этих процедур сразу не очевидна, часто возникают ситуации, когда требуется изменять ранее принятые решения, возвращаться назад и проверять расчеты с измененными характеристиками. При «ручном» проектировании, значительная часть времени уходит на рутинную вычислительную работу, что не позволяет в полной мере обеспечить творческий характер проектирования. Поэтому конечно путь автоматизации вычислительных операций имеет колоссальное значение в проектировании и поиске оптимальных технических решений.

В этой связи информационные технологии выступают как «наиболее адекватный» в сложившейся социокультурной ситуации способ и источник развития образовательных систем, обращенный к актуализации внутренних механизмов саморазвития.

Учебное пособие «Автоматизация инженерных расчетов средствами MS Excel и MathCAD» предназначено для проведения лабораторного практикума со студентами специальности 08.03.01 Строительство при изучении дисциплин дисциплинам «Информатика», «Информационные системы в строительстве», «Информационные технологии проектирования». В пособии изложен теоретический и практический материал по изучению популярных

программных продуктов, используемых для автоматизации технических расчетов – MS Excel и MathCAD.

Учебное пособие состоит из двух частей. Первая часть посвящена табличному процессору MS Excel и включает 6 глав. Во второй части рассмотрена работа в интегрированной системе математических вычислений MathCAD, она состоит из 5 глав. Каждая глава содержит теоретический материал, снабженный наглядными примерами работы в данных программах, а также варианты индивидуальных и вопросы для самопроверки. Особо необходимо отметить содержание индивидуальных заданий для лабораторного практикума, имеющих техническую направленность, что способствует усилению междисциплинарных связей.

Практическое значение имеют разработанные авторами профессионально ориентированные проектные задания, отражающие специфику профессиональной предметной области строительного производства. Выполнение таких профессионально ориентированных заданий, безусловно, оказывает положительное влияние на формирование информационной компетентности будущих инженеров, а также повышает познавательную и профессиональную активность, способствует усилению междисциплинарных связей и повышению мотивации у студентов к выполнению проектной деятельности.

Методическим достоинством данного учебного пособия является наличие тестовых вопросов для самоконтроля, которые позволят студентам самим оценить свои знания по изученному материалу.

Часть 1 Табличный процессор Microsoft Excel

Excel — табличный процессор, входящий в комплект Microsoft Office и предназначенный для обработки информации, представленной в табличной форме. MS Excel специализирован для выполнения вычислений с табличными данными, имеет большое количество встроенных функций для математических, технических, статистических, финансовых и других вычислений.

Глава 1 Основные понятия электронной таблицы

§1 Элементы рабочего окна MS Excel

На рисунке 1.1 представлено главное окно MS Excel 2010, все основные элементы помечены цифрами.

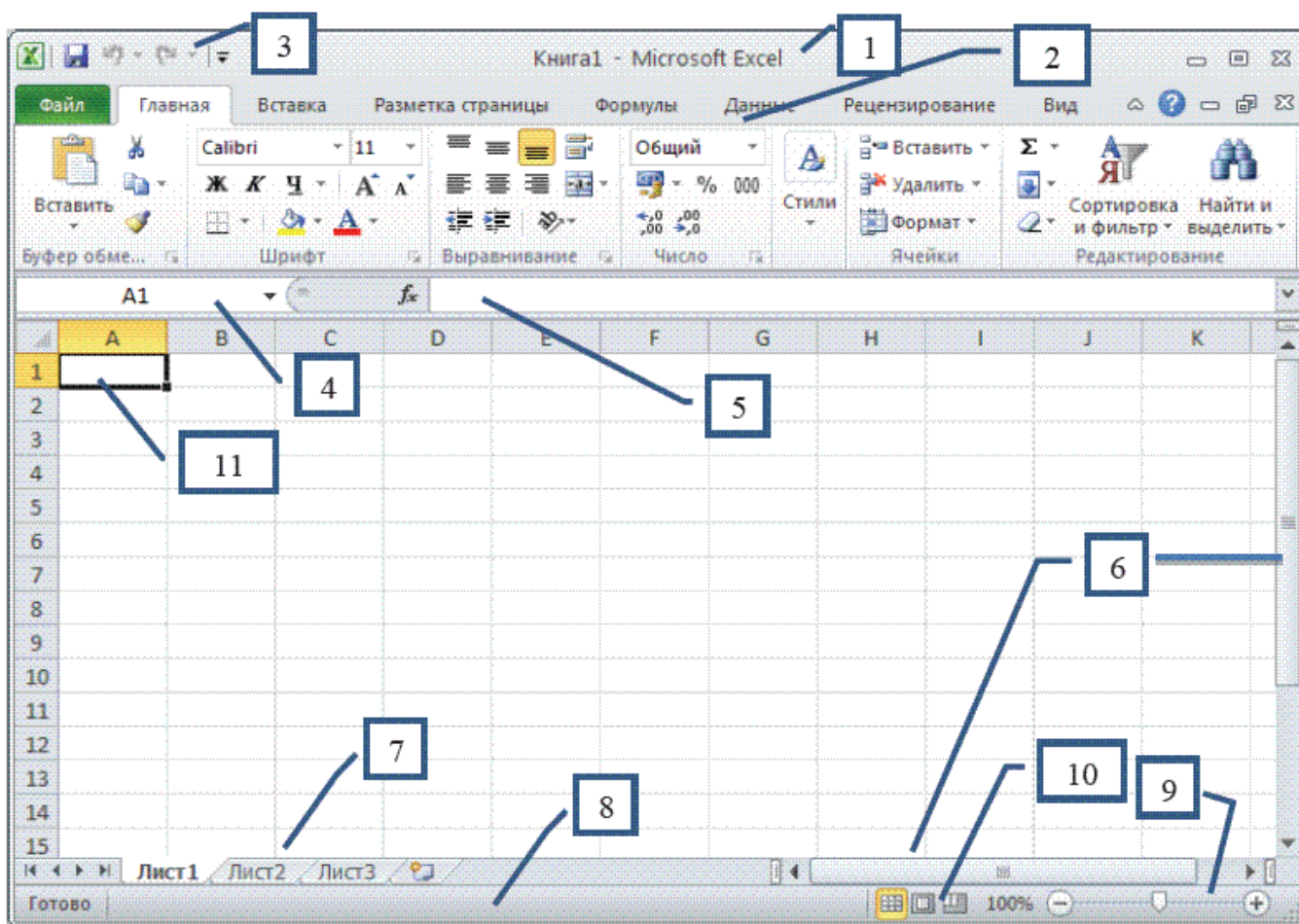


Рисунок 1.1 – Главное окно MS Excel 2010

1. **Заголовок окна** расположен в верхней части экрана и отображает значок MS Excel, название открытой в данный момент рабочей книги. В правом верхнем углу строки названия размещены кнопки *Свернуть*, *Развернуть*, *Свернуть в окно* и *Заккрыть*.

2. **Лента** представляет собой полосу в верхней части экрана, на которой размещаются все основные наборы команд, сгруппированные по тематикам в группах на отдельных вкладках.

3. **Панель быстрого доступа** предоставляет быстрый доступ к наиболее часто выполняемым командам. Изначально там расположено всего несколько команд - сохранения, отмены и повтора действия, но можно добавить туда дополнительные команды.

4. **Поле имени** расположено в левой части строки формул и отображает имя активной ячейки.

5. **Строка формул** отображает действительное содержимое активной ячейки.

6. **Полосы прокрутки** (вертикальная и горизонтальная) предназначены для просмотра содержимого рабочей книги по горизонтали и вертикали.

7. **Ярлычки рабочих листов** содержат имена рабочих листов, используются для выбора нужного листа рабочей книги и выполнения основных действий с листами.

8. **Строка состояния** представляет собой горизонтальную полосу в нижней части окна рабочей книги, где отображаются данные о текущем состоянии содержимого окна и другие сведения.

9. **Ползунок масштаба** позволяет быстро масштабировать текст, содержащийся в окне документа.

10. **Кнопки быстрого переключения** вида документа.

11. **Активная ячейка** указывает место на рабочем листе, куда будет произведена вставка текста.


§2 Работа с листами электронной таблицы

Основным объектом Excel является *рабочая книга*, которая сохраняется как целостный объект в едином файле, имеющем расширение *.xlsx. Каждая книга имеет несколько рабочих листов.

Листы предназначены для хранения данных. Выделяют следующие типы листов:

- листы таблиц;
- листы диаграмм;
- листы макросов.

Листы можно добавлять, удалять, копировать, перемещать и переименовывать.

Для добавления листа необходимо нажать значок добавления листа  в нижней части экрана. Можно также на вкладке **Главная** в группе **Ячейки** нажать кнопку **Вставить** и выбрать команду **Вставить лист** (рисунок 1.2).

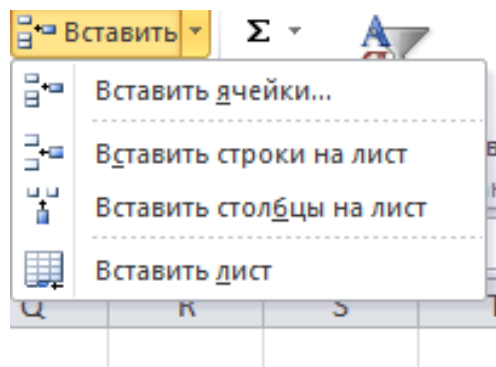


Рисунок 1.2 – Добавление листа

Чтобы быстро переименовать лист, нужно дважды щелкнуть его имени, или выбрать команду **Переименовать** в контекстном меню и ввести новое имя.

Для удаления листа можно использовать контекстное меню или на вкладке **Главная** в группе **Ячейки** нажать кнопку **Удалить лист** (рисунок 1.3).

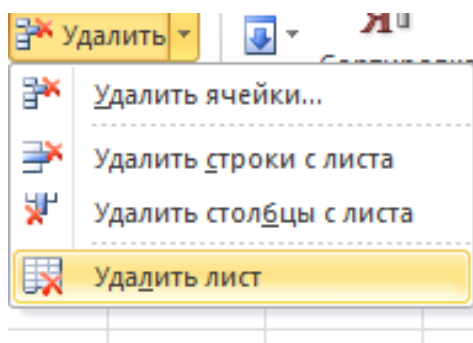


Рисунок 1.3 – Удаление листа

Листы состоят из **столбцов** и **строк**. Размер столбцов и строк можно изменять интерактивно, установив указатель мыши строку наименования столбцов или строк (рисунок 1.4 а). Для определения более точных размеров нужно использовать команды **Формат – Высота строки** и **Формат – Ширина столбца** на вкладке **Главная** в группе **Ячейки** (рисунок 1.4 б).

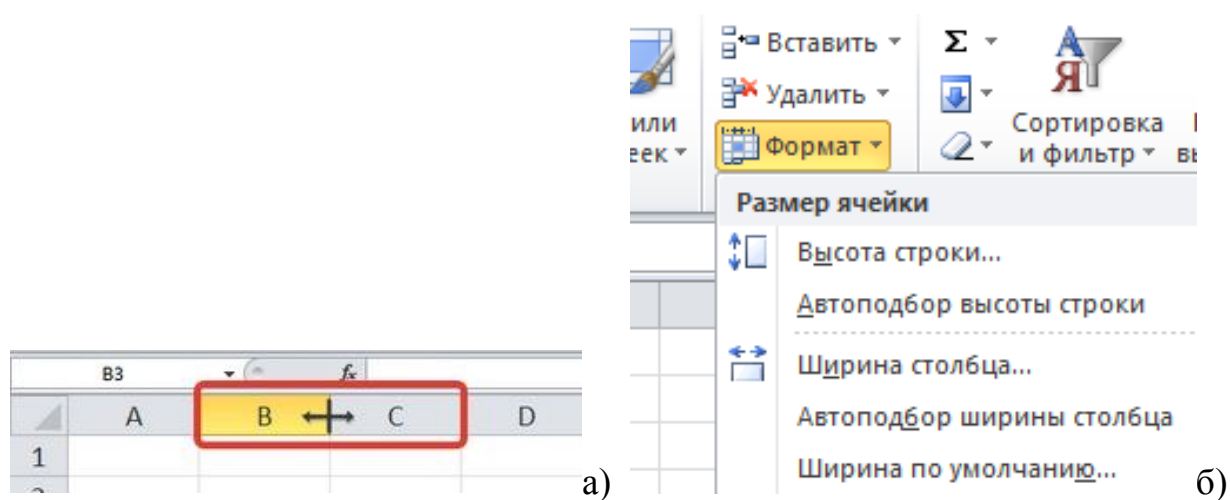


Рисунок 1.4 – Изменение размеров столбцов и строк: а) интерактивно; б) и использованием команды **Формат**

Для добавления столбцов (строк) можно использовать контекстное меню или команду **Вставить** в группе **Ячейки** на вкладке **Главная** (рисунок 1.2).

§3 Адресация ячеек

Ячейка – наименьшая структурная единица для размещения данных внутри листа. MS Excel позволяет вводить в ячейку информацию, одного из следующих типов:

- текст;
- числа;
- формулы.

По своему содержанию ячейки подразделяются на *исходные (влияющие)* и *зависимые*. В зависимых записываются формулы, имеющие ссылки на другие ячейки таблицы, т.е. значение зависимых ячеек определяется содержимым влияющих ячеек.

Адрес ячейки предназначен для определения ее местонахождения. Существует два способа записи адресов:

1. Указанием буквы столбца и номера строки (например, A1, \$C\$3, B\$22).

Знак доллара в записи указывает на абсолютную адресацию.

2. Указанием номера строки и номера столбца следующих после букв R и C, соответственно (например, R5C3, R3C[7], R[1]C4,R[11]C[6]). Если номера строк и столбцов записываются в квадратных скобках, это указывает на относительную адресацию ячеек.

Последний способ записи называется стилем «R1C1» и выбирается командой **Файл – Параметры** вкладка **Формулы**

В расширенном формате адрес ячейки имеет вид:

[имя_файла_рабочей_книги]<имя_листа>!<адрес_ячейки>

Например: [книга1.xls]лист1!A1

Прямоугольная область смежных ячеек называется *диапазоном (блоком, интервалом) ячеек*. Диапазон ячеек имеет свой адрес, который задается указанием адреса верхней левой и правой нижней ячеек, разделенных символом двоеточие. Например, на рисунке 1.5 выделен диапазон ячеек A1:C1.

Ячейкам (диапазонам) ячеек можно присваивать собственные *имена* и использовать их для ссылок на ячейки наряду с адресами. Для этого нужно выделить ячейку (диапазон) и выполнить команду контекстного меню *Имя диапазона*, далее записать имя. Имя ячейки (диапазона ячеек) будет отображаться в Поле имени (рисунок 1.6)

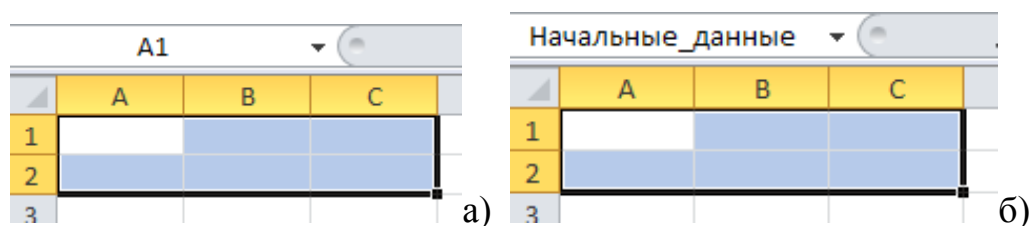


Рисунок 1.5 а) диапазону A1:C1 не задано имя; б) диапазону A1:C1 присвоено имя «Начальные_данные»

§4 Форматирование ячеек

Для применения формата к диапазону ячеек его нужно выделить. При выделении диапазона ячеек курсор имеет вид белого плюса, при этом первая выделяемая ячейка остается белой - как активная на данный момент. Для выделения нескольких несмежных диапазонов необходимо удерживать *Ctrl*.

Для выделения строки (столбца) целиком необходимо один раз щелкнуть левой кнопкой мыши в полосе наименования на имени данной строки (или столбца), как показано на рисунке 1.6 а) и б). Для выделения всех ячеек рабочего листа – щелкнуть один раз левой кнопкой мыши на пересечении полос наименования столбцов и строк (рисунок 1.6 в)

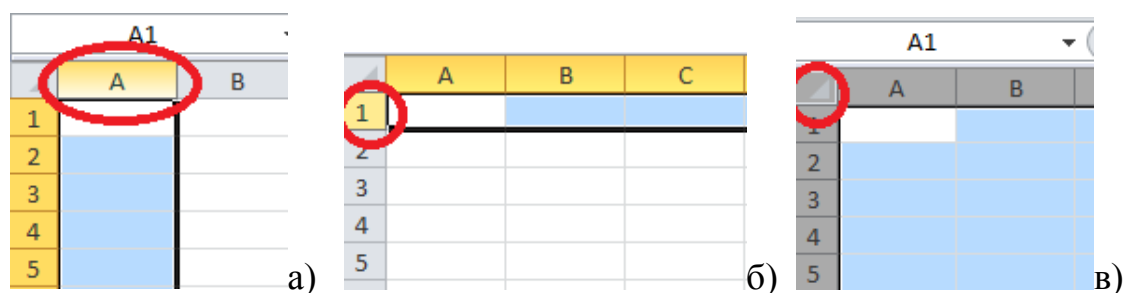


Рисунок 1.6 – Выделение а) столбца целиком; б) строки целиком; в) всего поля

При форматировании ячеек используется команда **Формат** группы **Ячейки** ленты **Главная** (либо та же команда в контекстном меню ячейки или выделенного диапазона) или с помощью соответствующих кнопок на ленте **Главная**. Основные операции по форматированию ячеек приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование ячеек

| Действие | С помощью команды Формат | С помощью кнопок ленты Главная |
|--|---|---|
| Задать границу ячейкам | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Граница) | Группа Шрифт |
| Объединить ячейки | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Выравнивание) | Группа Выравнивание |
| Убрать объединение ячеек | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Выравнивание) | Группа Выравнивание |
| Выровнять текст по горизонтали | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Выравнивание) | Группа Выравнивание |
| Выровнять текст по вертикали | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Выравнивание) | Группа Выравнивание |
| Перевернуть текст в ячейке | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Выравнивание) | Группа Выравнивание |
| Залить ячейку | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Заливка) | Группа Шрифт |
| Установить формат ячейки (денежный, дата, время, процент) | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Число) | Группа Число - денежный, - процентный |
| Сделать текст в ячейке в несколько строк | Главная – Ячейки – Формат – Формат ячеек (вкладка Выравнивание), установить галочку «перенос по словам» | группа Выравнивание |

§5 Автоматическое заполнение ячеек

При выделении одной ячейки или диапазона ячеек в правом нижнем углу можно увидеть маркер автозаполнения ячеек (рисунок 1.7).

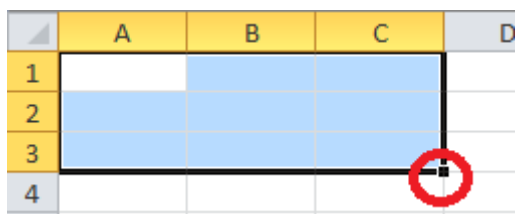


Рисунок 1.7 –Маркер автозаполнения

При наведении на него курсор мыши отображается в виде тонкого черного креста. Маркер автозаполнения используется для копирования содержимого или форматов ячейки, а так же для автоматического заполнения встроенных и пользовательских списков и числовых последовательностей.

Для **копирования** содержимого и/или форматов ячейки необходимо выделить ячейку (ячейки) и удерживая маркер заполнения левой кнопкой мыши протянуть вниз или вправо (рисунок 1.8).

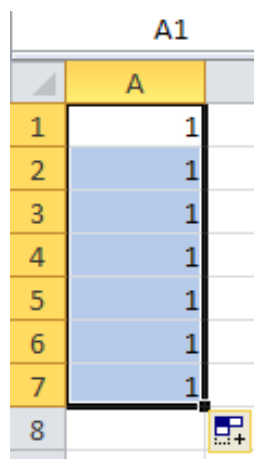


Рисунок 1.8 – Копирование содержимого ячейки

Для **заполнения списков** нужно ввести первый (или любой) элемент списка и удерживая маркер заполнения левой кнопкой мыши протянуть вниз или вправо (Рисунок 1.9).

Списки в MS Excel могут быть встроенными и пользовательскими. К встроенным спискам относится список месяцев и дней недели. Пользовательский список может содержать любые элементы, необходимые пользователю. Для создания пользовательского списка нужно выполнить команду **Файл – Параметры**, далее на вкладке **Дополнительно** нажать кнопку **Изменить списки**. На вкладке **Списки**, слева выделить строку **Новый список**, справа заполнить элементы списка через запятую, нажать кнопку **Добавить**. Выводятся элементы пользовательского списка также как и встроенного.

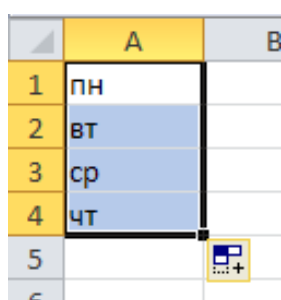


Рисунок 1.9 – Заполнение встроенного списка

Для **заполнения числовой последовательности** можно использовать несколько способов

1-й способ. Задать в первой ячейке первый член последовательности, во второй – второй член последовательности (первый член последовательности плюс шаг), выделить обе ячейки (курсор при выделении имеет вид белого плюса) и удерживая маркер заполнения (курсор имеет вид черного крестика) левой кнопкой мыши протянуть вниз или вправо (рисунок 1.10).

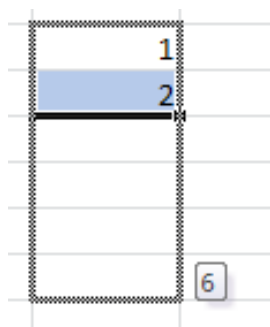


Рисунок 1.10 – Заполнение последовательности по первым членам

2-й способ. Задать в первой ячейке первый член последовательности и удерживая маркер заполнения правой кнопкой мыши протянуть вниз или вправо на нужное количество шагов, отпустить правую кнопку мыши выбрать команду **Прогрессия** и задать нужный шаг или выбрать команду **Заполнить**, если нужно заполнить прогрессию числами по порядку (рисунок 1.11).

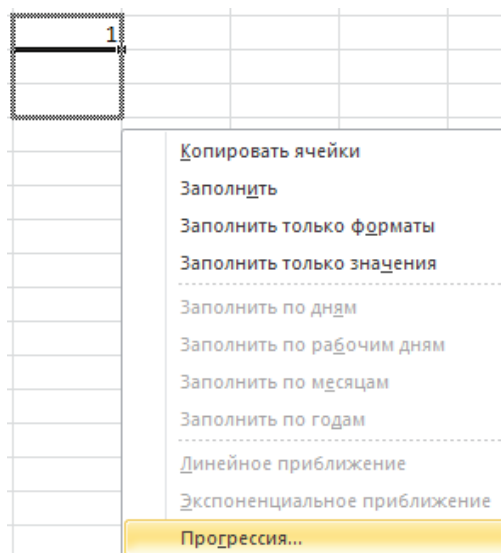


Рисунок 1.11 –Заполнение последовательности с использованием команды Прогрессия

§6 Лабораторная работа №1. Основы работы в Ms Excel. Форматирование и автозаполнение ячеек.

Текст заданий для всех вариантов:

1. Открыть новый документ Microsoft Excel. Переименовать лист1, лист2, лист3 в «Список», «Последовательность», «Таблица» соответственно.

2. На листе «Список» для диапазона A1:K10 установить высоту строк – 20, ширину столбцов – 25. Используя встроенный список заполнить ячейки A1:G1 названиями дней недели, повернуть текст в ячейках на 45° изменить тип шрифта, начертание, цвет шрифта. Скопировать содержимое диапазона A1:G1 в диапазон A2:G2, используя маркер автозаполнения. Создать произвольный пользовательский список варианту, заполнить им ячейки H1:H10, залить эти

ячейки цветом и установить им границу: внешнюю жирной линией синего цвета, внутреннюю пунктирной линией черного цвета.

3. На листе «Последовательность» в ячейках A1:A10 вывести числовую последовательность из четных чисел, начиная с 2, в ячейках B1:B10 вывести числовую последовательность первый член 0.5, шаг 0,2.

4. На листе «Таблица» создать таблицу, согласно своему варианту. Сохранить документ под именем «Лабораторная работа №1».

Варианты индивидуальных заданий:

Вариант №1

| Показатели | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Объем работ, выполненных в строительстве в сопоставимых ценах, % к предыдущему году | 113,5 | 110,4 | 102,9 | 112,8 | 110,1 | 110,5 |
| То же по некоторым субъектам РФ, % от объема по стране | | | | | | |
| Калужская обл. | 0,507 | 0,459 | 0,451 | 0,42 | 0,45 | 0,427 |
| Московская обл. | 4,302 | 4,305 | 4,007 | 3,989 | 5,701 | 7,024 |
| Тульская обл. | 0,702 | 0,545 | 0,499 | 0,539 | 0,496 | 0,539 |
| Москва | 15,841 | 15,138 | 15,23 | 16,7 | 15,851 | 12,164 |
| Среднее значение по субъектам РФ | | | | | | |
| Максимальное значение по субъектам РФ | | | | | | |
| Минимальное значение по субъектам РФ | | | | | | |

Вариант №2

| Здания и помещения | Градусо-сутки относительного периода, □ С сут | Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций | | | | |
|---------------------------|--|--|--------------------------|----------------------|-------------------------|---------|
| | | Стен | Перекрытий над проездами | Перекрытий чердачных | Окон и балконных дверей | Фонарей |
| Жилые | 4796 | 3,08 | 4,6 | 4,06 | 0,42 | 0,32 |
| Общественные | | 2,64 | 3,52 | 2,98 | 0,4 | 0,3 |
| Производственные | | 1,96 | 2,7 | 1,96 | 0,25 | 0,23 |
| Итого, сумма | | | | | | |
| Максимальное значение | | | | | | |

Вариант №3

| Материал | Поверхности | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|---------------------------|--------|----------------------|---------------------------|--------|----------------------|---------------------------|--------|
| | Двери | | | Подоконники | | | Стены | | |
| | Кг на м ² | Площадь (м ²) | Расход | Кг на м ² | Площадь (м ²) | Расход | Кг на м ² | Площадь (м ²) | Расход |
| Олифа | 7,6 | 500 | | 6,6 | 200 | | 12,6 | 100 | |
| Белила тертые | 6 | 10 | | 6,5 | 10 | | 0,5 | 500 | |
| Пигмент | 1,5 | 20 | | 0,6 | 50 | | 5,6 | 300 | |
| Краска | 12,5 | 500 | | 10 | 200 | | 25,5 | 2000 | |

Вариант №4

| № п. п | Виды тарифов | Наименование работ | | | | |
|--------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| | | Кровельные работы | Отделочные работы | Электромонтажные работы | Ремонтно-строительные | Максимальный тариф |
| 1 | Договорные тарифы | 1000 | 800 | 1500 | 950 | |
| 2 | Исключительные тарифы | 1200 | 880 | 1600 | 1000 | |
| 3 | Льготные тарифы | 800 | 620 | 1000 | 450 | |
| 4 | Местные тарифы | 980 | 820 | 1700 | 1000 | |
| 5 | Общие тарифы | 1200 | 810 | 1550 | 1000 | |
| 6 | Сдельные тарифы | 1100 | 720 | 1400 | 960 | |
| | Итоговая сумма: | | | | | |

Вариант №5

| Дата | Продано материалов | | | | Максимальное количество |
|------|--------------------|-------------|----------------------|--------|-------------------------|
| | Всего | в том числе | | | |
| | | Двери | Отделочные материалы | Краска | |
| 1.03 | | 500 | 1000 | 200 | |
| 2.03 | | 400 | 2000 | 500 | |
| 3.03 | | 900 | 1500 | 300 | |
| 4.03 | | 200 | 1200 | 600 | |
| 5.03 | | 700 | 1800 | 700 | |
| 6.03 | | 100 | 1200 | 100 | |
| 7.03 | | 500 | 1100 | 200 | |

Вариант №6

| Наименование показателей | Показатели по генеральному плану | | | | реализация | | |
|--|----------------------------------|-------|-------|-------|------------|-----------|------|
| | Средний показатель | 2010 | 2016 | 2020 | 2010 | ожидаемое | |
| | | | | | | 2016 | 2020 |
| Прирост жилых, га | | 180 | 600 | 1300 | 60 | 180 | 660 |
| Жилищный фонд, всего, млн. кв. м. | | 183,3 | 201,2 | 220 | 185,3 | 188,3 | 204 |
| Обеспеченность, кв. м/жит. | | 21,6 | 23,9 | 26-28 | 21,7 | 22,2 | 24,6 |
| Кол-во квартир, тыс. шт | | 3400 | 3630 | 3670 | 3460 | 3500 | 3690 |
| Для строительства жилья в сложившейся части города от общего объема строительства, % | | 2,76 | 12,26 | 32,0 | 1,4 | 2,08 | 11,5 |
| Итого(общая сумма) | | | | | | | |

Вариант №7

| № | Наименование зон, цехов, участков | Годовой трудоем. ч.ч. | Годовой фонд рабоч. места | Принятое к-во техн. необходим. рабочих | | | Годовой фонд врем. штат. рабоч | Принятое к-во штатн. рабоч. | |
|---|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|--|---------------|---|--------------------------------|-----------------------------|----|
| | | | | Все-го | В т.ч по смен | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | | | 3 |
| I | Зоны ТО и ТР | | | | | | | | |
| | ЕО | 16739 | 2018 | | | 8 | | 1760 | 10 |
| | ТО-1 | 6385 | 2018 | | | 3 | | 1760 | 4 |
| | ТО-2 | 10316 | 2018 | | 5 | | 4 | 1760 | 7 |
| | Д-1 | 1024 | 2018 | | 1 | | 4 | 1760 | 1 |
| | Д-2 | 803 | 2018 | | | | | | |
| | ТР (посты) | 26074 | 2018 | | 10 | 3 | | 1760 | 14 |

Вариант №8

| Показатель | Типовые проекты по видам строительства | | | | | | | | | |
|----------------|--|-------|-------|---------------|------|------|-------|-----------------|-------|-------|
| | Кирпичное | | | Крупноблочное | | | | Крупнопанельное | | |
| | a | b | всего | a | b | c | всего | a | b | всего |
| Число объектов | 9,00 | 5,00 | | 10,00 | 5,00 | 9,00 | | 7,00 | 12,05 | |
| | 0,50 | 2,075 | | 8,01 | 6,13 | 7,65 | | 3,44 | 11,23 | |
| | 3,22 | 10,00 | | 7,00 | 4,00 | 8,27 | | 12,87 | 10,00 | |
| | 0,60 | 6,65 | | 6,67 | 5,73 | 8,00 | | 10,83 | 9,63 | |
| | 4,55 | 8,5 | | 6,82 | 5,03 | 7,96 | | 9,75 | 8,81 | |

Вариант №9

| j \ i | J1 | | J2 | | J3 | | J4 | |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | A | 0 | 1,5 | 0 | 1 | 0 | 540 | 110 |
| B | 412 | 250 | 300 | 0 | 300 | 320 | 450 | 0,5 |
| C | 0 | 1 | 320 | 120 | 150 | 0 | 0 | 32 |
| D | 300 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 456 |
| Φ_j (сумма по столбцам) | | | | | | | | |
| F (исходный) | 300 | 200 | 300 | 350 | 300 | 120 | 560 | 420 |
| Разность $\Delta F_i (F_i - \Phi_i)$ | | | | | | | | |

Вариант №10

| Виды транспорта для перевозки стройматериалов | Факторы | | | | | |
|---|---------------------|----------------------------|--|---|--|--------------------------|
| | Время доставки в ч. | Частота отправления грузов | Надёжность соблюдения графика доставки в % | Способность перевозить разные грузы в % | Способность доставить товар в любую точку в % территории | Стоимость перевозки, руб |
| Железнодорожный | 24 | 56 | 100 | 100 | 90 | 1000 |
| Водный | 20 | 42 | 98 | 90 | 60 | 800 |
| Автомобильный | 18 | 31 | 90 | 90 | 70 | 1500 |
| Трубопроводный | 22 | 27 | 100 | 96 | 80 | 950 |
| Воздушный | 5 | 50 | 98 | 88 | 100 | 1200 |
| Минимальные значения | | | | | | |
| Средние значения | | | | | | |

§7 Вопросы для самопроверки

1. Каково основное предназначение электронных таблиц?
2. Перечислите основные элементы окна документа MS Excel, назовите их назначение.

3. Какие действия можно осуществлять с листами рабочей книги MS Excel? Покажите на примере.
4. Как изменять ширину столбцов, высоту строк в MS Excel?
5. Что такое адрес ячейки, какие способы адресации вы знаете?
6. Как определяется адрес диапазона ячеек?
7. Как присвоить имя диапазону ячеек или ячейке?
8. Назовите основные виды информации, используемые в электронных таблицах.
9. Как ввести данные в ячейку таблицы? Какими способами фиксируется их значение в ячейке? Как отредактировать данные в ячейке?
10. Как выделить несмежные диапазоны ячеек? Столбец или строку целиком? Вся рабочую область?
11. Какие способы формирования ячеек вы знаете?
12. Для чего используется маркер автозаполнения MS Excel?
13. Какие встроенные списки используются в MS Excel?
14. Как создать пользовательский список?
15. Как заполнить числовую последовательность?

Глава 2 Работа с формулами в MS Excel

§1 Запись формулы в электронной таблице

Формула – это математическая запись вычислений, производимых над данными таблицы.

Формула начинается со знака равенства и записывается в ячейку таблицы. Результатом формулы является вычисленное значение, которое автоматически вписывается в ячейку, в которой находится формула.

Формула может содержать: числовые константы, знаки операторов, имена или адреса ячеек и диапазонов, функции, а также круглые скобки, используемые для изменения последовательности вычислений.

Например: =СУММ(A1:A15)/\$C\$3+ЦЕНА*(150+КОЛИЧ),

где СУММ – имя функции; A1,A15, \$C\$3 – адреса ячеек, A1:A15 – диапазон ячеек, ЦЕНА, КОЛИЧ – имена диапазонов или ячеек, 150 – константа.

Формулы в Excel могут быть записаны только в одной строке, последовательность выполнения арифметических операций определяется скобками (рисунок 1.12).

| f_x | =(2*E1+E2)/(1+5*E1) | | | |
|-----------|---------------------|------|---|---|
| | D | E | F | G |
| | x= | 2 | | |
| | y= | 3 | | |
| результат | | 0,64 | | |

Рисунок 1.12 – Пример записи арифметического выражения

В формулах могут использоваться:

- арифметические операторы +, -, *, /, %, ^ (возведение в степень);
- операторы сравнения <, >, =, <=, >=, <> (не равно);
- оператор объединения текстовых данных &.

Для указания диапазона ячеек в формуле могут применяться три адресных оператора:

1. Оператор диапазона – двоеточие. Например: =СУММ(A1:A15)
2. Оператор объединения диапазонов – точка с запятой. Например: =СУММ(A1:A15; B1:B15);
3. Оператор пересечения диапазонов – пробел. Например: =СУММ(A1:B10 B5:C8).

Запись ячейки в составе формулы называется *ссылкой*. Используемые в формулах ссылки могут быть 3 типов: абсолютная, относительная и смешанная.

При записи **абсолютной ссылки** используется знак \$ перед именем столбца и номером строки, при копировании и перемещении такая ссылка не изменяется (рисунок 1.13 а).

Относительная ссылка записывается без знака \$ и при копировании формулы изменяется. Изменения определяются новым положением формулы в таблице (рисунок 1.13 б)

В **смешанной ссылке** адресация строки отличается от адресации столбца (например, \$A1 или A\$1).

| fx | | =D\$1+E2 | | |
|----|---|----------|---|--|
| | D | E | F | |
| | 1 | 2 | 3 | |
| | 3 | 3 | 4 | |

| fx | | =D2+E2 | | |
|----|---|--------|---|--|
| | D | E | F | |
| | 1 | 2 | 3 | |
| | 3 | 3 | 6 | |

Рисунок 1.13 – Ссылки в формуле: а) абсолютная; б) относительная

Также в формуле могут использоваться **внешние ссылки** – ссылки на ячейки других листов рабочей книги или на ячейки листов другой книги.

§2 Использование функций в MS Excel

Функция – это математическая запись, указывающая на выполнение определенных вычислительных операций. Функция состоит из имени и одного или нескольких аргументов.

Функция записывается после знака равно, имеет имя и, как правило, аргументы, которые записываются в круглых скобках. Если аргументов несколько, то они записываются через точку с запятой. Функция может использоваться как самостоятельно, так и в составе формулы в сочетании с другими функциями, константами и др.

Общий синтаксис функций, используемых в MS Excel:
=ФУНКЦИЯ (Аргумент1; Аргумент2; ...)

Для того, чтобы выбрать функцию можно использовать несколько способов.

1 способ. В строке формул нажать кнопку **Вставить функцию** (рисунок 1.14).

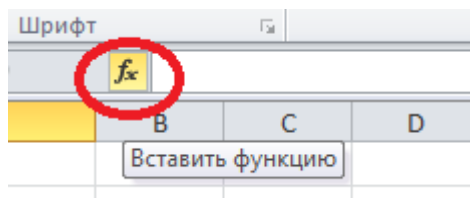


Рисунок 1.14 – Добавление функции с использованием строки формул

2 способ. На вкладке **Формула** в группе **Библиотека функций** либо нажать кнопку **Вставить функцию**, либо нажать любую из кнопок и в меню выбрать команду **Вставить функцию** или команду **Другие функции** (рисунок 1.15).

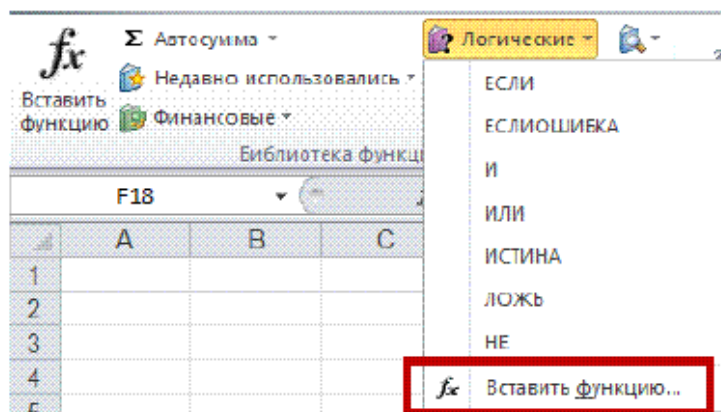


Рисунок 1.15 – Добавление функции с использованием библиотеки функций

3 способ. На вкладке **Главная** в группе **Редактирование** нажать стрелку справа от кнопки **Сумма** и выбрать команду **Другие функции** (рисунок 1.16).

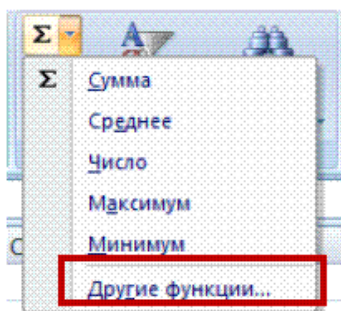


Рисунок 1.16 – Добавление функции с использованием вкладки Главная

Приведем в таблице 2 наиболее распространённые математические и статистические функции, их синтаксис и возвращаемое значение.

Таблица 2 – Некоторые статистические и математические функции MS Excel

| Функция и аргументы | Возвращаемое значение |
|-------------------------------|--|
| Статистические функции | |
| СРЗНАЧ(<список аргументов>) | Среднее арифметическое из значений всех аргументов |
| МАКС(<список аргументов>) | Максимальное из всех аргументов |
| МИН(<список аргументов>) | Минимальное из всех аргументов |
| Математические функции | |
| ПРОИЗВЕД(<список аргументов>) | Произведение значений аргументов |
| СУММ(<список аргументов>) | Сумма значений аргументов |
| КОРЕНЬ(число) | Квадратный корень из числа |
| СТЕПЕНЬ(основание; степень) | Степень от действительного числа |
| ФАКТР(число) | Факториал целого числа, заданного в качестве аргумента |
| СЛЧИС() | Случайное число в интервале от 0 до 1 |
| ABS(число) | Модуль значения аргумента |

| Функция и аргументы | Возвращаемое значение |
|----------------------------|-------------------------------------|
| LN(число) | Натуральный логарифм числа |
| EXP(число) | Экспонента числа |
| SIN(число) | Синус числа, заданного в радианах |
| COS(число) | Косинус числа, заданного в радианах |
| TAN(число) | Тангенс числа, заданного в радианах |

§3 Лабораторная работа №2. Использование формул в MS Excel

Текст заданий для всех вариантов:

1. Открыть документ «Лабораторная работа №1». Удалить лист «Список», Пересохранить книгу под именем «Лабораторная работа №2» в личной папке.

2. На листе «Последовательность» в диапазон С1:С10 ввести формулу для подсчета суммы соответствующих ячеек из столбцов А и В (используя относительные ссылки). В ячейку D1 ввести любое число. В диапазон E1:E10 ввести формулу для подсчета произведения соответствующих значений из диапазона С1:С10 на значение ячейки D1 (используя абсолютную ссылку). Для диапазона A1:E10 найти максимальное, минимальное и среднее значения поместить их в ячейках H1, H2, H3 соответственно.

3. На листе «Таблица» ввести формулы для подсчета значений в незаполненных ячейках.

4. Добавить еще один лист в книгу, переименовать его в «Формулы». Рассчитать значение выражения согласно своему варианту, можно разбить выражение на несколько вспомогательных, для более удобной работы. Сохранить книгу «Лабораторная работа №2».

Таблица 3 – Варианты индивидуальных заданий

| № Варианта | Выражение |
|---------------|---|
| 1 | $y = \sqrt{ax^2 + \sqrt[3]{\lg(2 \cdot \sin^2 x)}} - \operatorname{arctg}\left(\frac{a-x}{4.5}\right), \text{ где } a=0.83, x=1.2$ |
| 2 | $y = \arccos(\lg x^2 - a^{(x+4.3)}) - e^{\sin x-a ^{1/4}}, \text{ где } a=0.12, x=0.36$ |
| 3 | $z = \sqrt[5]{\frac{a-b^3}{\operatorname{tg}(e^{ x+ab })} + \sin^3(x^{1/4})}, \text{ где } a=0.394, b=0.124, x=0.842$ |
| 4 | $z = \frac{x^{1/3} - a}{3} \cdot \left(\frac{\sin^3(\ln^2 x) \cdot e^{ax}}{x \cdot \arcsin\left(\frac{a}{x}\right) + \sqrt{a^2 + x^2}} \right)^{1/4}, \text{ где } a=0.343, x=0.834$ |
| 5 | $y = \ln \lg x - \frac{(\ln x)^2}{a - \operatorname{arctg}\operatorname{tg}\frac{x}{a}}, \text{ где } a=0.334, x=1.256$ |
| 6 | $z = \left \frac{\left(\arcsin\left(\frac{x}{a}\right)\right)^{3x-a} + \cos^3 x-a }{e^{\lg(x-\ln ax)}} \right , \text{ где } x=0.104, a=4.213$ |
| 7 | $y = \left[\arcsin\left(\frac{x}{a}\right) \cdot e^{ ax } \cdot \cos^2\left \sqrt[3]{x-a}\right \right]^{\ln\left \frac{x}{a-3.17}\right }, \text{ где } x=0.117, a=2.346$ |
| 8 | $z = \left e^{ x-a \cdot \arcsin^2(ax-0.441) } - \sqrt[3]{\frac{a^5 - \sqrt{\ln x}}{\cos ax }} \right , \text{ где } x=2.512, a=0.135$ |

| № Варианта | Выражение |
|---------------|---|
| 9 | $y = \frac{\sin \left[\arcsin \left(\sqrt{ x - 0.8 \cdot \ln(bx) } \right) \right]}{a - b \cdot \sin^2(x - a) \cdot e^{\ln x}}, \text{ где } x=2.126, b=2.438,$ $a=0.324$ |
| 10 | $z = \frac{x}{\arctg(x-a)} \cdot \frac{\ln \left(\sqrt{b + a \cdot e^{ax}} \right)}{ax - 1}, \text{ где } x=0.834, b=0.242,$ $a=0.125$ |

§4 Вопросы для самопроверки

1. Из каких элементов может состоять формула MS Excel?
2. Какие операторы могут использоваться в формуле?
3. Какие адресные операторы, применяемые для указания диапазона ячеек, могут использоваться в формуле?
4. Что такое ссылка? Какие типы ссылок вы знаете? В чем их различие?
5. Как добавить функцию в ячейку? Назовите несколько способов.
6. Назовите некоторые математические функции MS Excel?
7. Назовите некоторые статистические функции MS Excel?

Глава 3 Логические операции в MS Excel

§1 Логические функции ЕСЛИ, И, ИЛИ

При решении некоторых задач значение ячейки необходимо вычислять одним из нескольких способов, в зависимости от выполнения или невыполнения одного или нескольких условий. Для решения таких задач применяют логическую функцию **ЕСЛИ**. Эта функция имеет формат:

=ЕСЛИ (логическое выражение; значение если истина; значение если ложь);

Логическое выражение – это любое значение или выражение, которое при вычислении дает значение ИСТИНА или ЛОЖЬ.

Значение если истина – это значение, которое возвращается, если логическое выражение имеет значение ИСТИНА. Оно может быть другой формулой.

Значение если ложь – это значение, которое возвращается, если логическое выражение имеет значение ЛОЖЬ. Может быть другой формулой.

Работа функции: вычисляется значение **Логического выражения**, если оно истинно, выполняется **Значение если истина**; если **Логическое выражение** ложно, то выполняется **Значение если ложь** (рисунок 1.17).

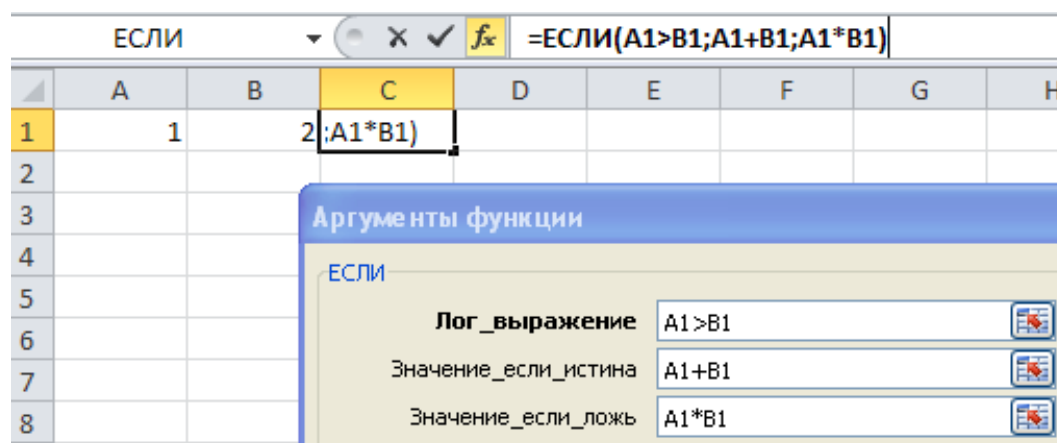


Рисунок 1.17 – Использование логической функции ЕСЛИ

Функция ЕСЛИ может так же содержать функции И и ИЛИ

Функция **И** – возвращает значение ИСТИНА, если все аргументы имеют значение ИСТИНА; возвращает значение ЛОЖЬ, если хотя бы один аргумент имеет значение ЛОЖЬ.

Синтаксис функции:

= И (логическое_значение1; логическое_значение2; ...)

Логическое_значение1, логическое_значение2, ... — это от 1 до 30 проверяемых условий, которые могут иметь значение либо ИСТИНА, либо

ЛОЖЬ. Пример использования функции И в составе логической функции ЕСЛИ представлен на рисунке 1.18

| | | C1 | | fx =ЕСЛИ(И(A1>1;B1>1);A1+B1;A1*B1) | | | | |
|---|---|----|---|------------------------------------|---|---|---|--|
| | A | B | C | D | E | F | G | |
| 1 | 1 | 2 | 2 | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

Рисунок 1.18 – Логическая функции И в составе функции ЕСЛИ

Функция **ИЛИ** – возвращает ИСТИНА, если хотя бы один из аргументов имеет значение ИСТИНА; возвращает ЛОЖЬ, если все аргументы имеют значение ЛОЖЬ.

Синтаксис функции ИЛИ:

= ИЛИ (логическое_значение1;логическое_значение2; ...)

Логическое_значение1, логическое_значение2, ... — это от 1 до 30 проверяемых условий, которые могут иметь значение либо ИСТИНА, либо ЛОЖЬ. Пример использования функции И в составе логической функции ЕСЛИ представлен на рисунке 1.19.

| | | C1 | | fx =ЕСЛИ(ИЛИ(A1>1;B1>1);A1+B1;A1*B1) | | | | |
|---|---|----|---|--------------------------------------|---|---|---|--|
| | A | B | C | D | E | F | G | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

Рисунок 1.19 – Логическая функции И в составе функции ЕСЛИ

§2 Примеры использования логических функций

Рассмотрим несколько примеров использования логических функций ЕСЛИ, И, ИЛИ

Пример 1. Используя логические функции найдите значение функции y (рисунок 1.20)

| | | E2 | | fx | | =ЕСЛИ(ИЛИ(E1=1;E1=-1);1-1/E1;1-E1/2) | | | | |
|---|---|----|---|----|----|--------------------------------------|---|---|------|--|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | |
| 1 | $y = \begin{cases} 1 - \frac{1}{x}, & x=1 \text{ или } x=-1 \\ 1 - \frac{x}{2}, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$ | | | x= | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 2 | | | | y= | 2 | 1 | 0 | 0 | -0,5 | |
| 3 | | | | | | | | | | |

Рисунок 1.20 – Решение примера 1

Пример 2. Используя логические функции найдите значение функции y (рисунок 1.21)

| | | КОРЕНЬ | | fx | | =ЕСЛИ(E1<=0;1-1/E1;ЕСЛИ(И(E1>0;E1<3);1-E1/2;КОРЕНЬ(E1))) | | | | | | |
|---|---|--------|---|----|--------------|--|---|---|---|---|---|--|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | |
| 1 | $y = \begin{cases} 1 - \frac{1}{x}, & x \leq 0 \\ 1 - \frac{x}{2}, & 0 < x < 3 \\ \sqrt{x}, & x \geq 3 \end{cases}$ | | | x= | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | | | |
| 2 | | | | y= | =КОРЕНЬ(E1)) | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 1.21 – Решение примера 2

Пример 3. Рассчитать стипендию студентам (рисунок 1.22): назначить 2000 рублей студентам, у которых средний балл больше или равен 4,5

| | | D2 | | fx | | =ЕСЛИ(B2>=4,5;2000;0) | |
|----|-----------------|--------------|----------------------|-----------|--|-----------------------|--|
| | A | B | C | D | | | |
| 1 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия | | | |
| 2 | Борисова М.Д. | 4 | 4 | 0 | | | |
| 3 | Григорьева А.М. | 4,5 | 0 | 2000 | | | |
| 4 | Дмитриев А.М. | 5 | 0 | 2000 | | | |
| 5 | Иванов А.А. | 5 | 2 | 2000 | | | |
| 6 | Котов А.Я. | 4 | 12 | 0 | | | |
| 7 | Кузнецова И.А. | 3,5 | 10 | 0 | | | |
| 8 | Петров П.П. | 2 | 14 | 0 | | | |
| 9 | Юсупов В.В. | 4,5 | 0 | 2000 | | | |
| 10 | Яковлева А.П. | 3 | 4 | 0 | | | |

Рисунок 1.22 – Решение примера 3

Пример 4. Рассчитать стипендию студентам (рисунок 1.23): назначить 2000 рублей студентам, у которых средний балл больше или равен 4,5 и количество пропусков меньше 10.

| | | D2 | | fx | | =ЕСЛИ(И(B2>=4,5;C2<10);2000;0) | |
|----|-----------------|--------------|----------------------|-----------|--|--------------------------------|--|
| | A | B | C | D | | E | |
| 1 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия | | | |
| 2 | Борисова М.Д. | 4 | 4 | 0 | | | |
| 3 | Григорьева А.М. | 4,5 | 0 | 2000 | | | |
| 4 | Дмитриев А.М. | 5 | 0 | 2000 | | | |
| 5 | Иванов А.А. | 5 | 2 | 2000 | | | |
| 6 | Котов А.Я. | 4 | 12 | 0 | | | |
| 7 | Кузнецова И.А. | 3,5 | 10 | 0 | | | |
| 8 | Петров П.П. | 2 | 14 | 0 | | | |
| 9 | Юсупов В.В. | 4,5 | 12 | 0 | | | |
| 10 | Яковлева А.П. | 3 | 4 | 0 | | | |

Рисунок 1.23 – Решение примера 4

§3 Условное форматирование

Логические условия можно использовать и при форматировании ячеек, т.е. задавать определенный формат (цвет, заливка и т.д.) при выполнении или не выполнении определенного условия (нескольких условий). Для этого необходимо выделить ячейки и нажать кнопку **Условное форматирование** на панели **Главная**. Далее задайте **Правила выделения ячеек** или **Правила отбора первых и последних значений**, укажите необходимый формат.

§4 Лабораторная работа №3. Использование логических функций в Excel

Текст заданий для всех вариантов:

1. Создайте новый документ MS Excel. Переименуйте рабочий лист в «Табуляция», на этом листе протабулируйте (выведите таблицу значений) функцию Y , где X изменяется на указанном интервале с шагом h , согласно вашему варианту. С помощью условного форматирования значения X меньше 0 отобразить синим цветом, больше и равные 0 – красным.

2. Переименуйте второй лист в «Таблица». Создайте таблицу и выполните задание, согласно вашему варианту. Сохраните документ под именем «Лабораторная работа №3».

Варианты индивидуальных заданий:

Вариант №1.

Задание 1

$$y = \begin{cases} x^{4/5} \cdot \cos^{3/2} x, & 0.5 \leq x \leq 1 \\ \lg(\sqrt{x} + e^{x-1}), & x \geq 1 \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [-2,4] \text{ с шагом } h=0,5$$

Задание 2. Рассчитайте стоимость работ учитывая, что для категорий М1, М2 или М3 общая стоимость увеличивается на 20%

| Общая стоимость работ | | | 150 000. | |
|-----------------------|------------------|-----------------------|----------|----------------------|
| № | Категория дороги | Плановый период (кв.) | Район | Стоимость работ(руб) |
| 1 | М1 | IV | УК | |
| 2 | М2 | II | Р2 | |
| 3 | М1 | I | Р1 | |
| 4 | М2 | III | ЛАТ | |
| 5 | М3 | IV | ЛИТ | |
| 6 | М4 | II | ГР | |
| 7 | Е | I | УЗ | |
| 8 | А | III | БЕЛ | |
| 9 | М3 | IV | УК | |
| 10 | М4 | II | Р2 | |
| 11 | Е | I | Р1 | |
| 12 | А | III | ЛАТ | |
| 13 | М1 | IV | ЛИТ | |
| 14 | М1 | II | ГР | |
| 15 | М2 | I | УЗ | |
| 16 | М3 | III | БЕЛ | |
| 17 | М4 | IV | УК | |
| 18 | Е | IV | Р2 | |
| 19 | А | II | Р1 | |
| 20 | М2 | I | ЛАТ | |
| 21 | М1 | III | ЛИТ | |
| 22 | М2 | I | ГР | |
| 23 | М3 | I | УЗ | |
| 24 | М4 | III | БЕЛ | |
| 25 | Е | IV | УК | |

Вариант №2.

Задание 1

$$y = \begin{cases} |e^x - \sin^3(x - \pi)|, & 1 \leq x \leq 1.5 \\ \sqrt{|\arcsin x|}, & 2.5 \leq x \leq \pi \\ |x| + 1, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad ; \text{ отрезке } [-5, 2] \text{ с шагом } h=0,25$$

Задание 2. Поставьте в столбце ИНФОРМАТИКА «допущен», если у студентов сданы сопрогат и иностранный; «не допущен», если хотя бы 1 экзамен не сдан.

| № | Фамилия | Шифр группы | Сопр.мат | Иностранный язык | Информатика |
|----|------------|-------------|----------|------------------|-------------|
| 1 | ИВАНОВ | 56 | Зачтено | | |
| 2 | ПЕТРОВ | 57 | зачтено | | |
| 3 | СИДОРОВ | 56 | зачтено | | |
| 4 | ИВАШКИН | 58 | зачтено | зачтено | |
| 5 | КОРНЕЕВ | 57 | зачтено | зачтено | |
| 6 | ВОРОБЬЕВ | 58 | зачтено | зачтено | |
| 7 | ИВЛЕВ | 56 | зачтено | зачтено | |
| 8 | ПРИГОЖКИН | 56 | | зачтено | |
| 9 | КАТАЕВ | 56 | | зачтено | |
| 10 | НОСОВ | 57 | зачтено | | |
| 11 | ГОРОДЕЦКИЙ | 58 | зачтено | зачтено | |
| 12 | ПРАВДИН | 57 | зачтено | зачтено | |
| 13 | КОТОВ | 57 | зачтено | зачтено | |
| 14 | ЛЕСОВОЙ | 58 | зачтено | зачтено | |
| 15 | ЗЛОБИН | 56 | зачтено | зачтено | |
| 16 | ФЕДЕРОВ | 56 | зачтено | зачтено | |
| 17 | ГРИГОРЬЕВ | 57 | зачтено | зачтено | |
| 18 | КОЛЕСОВ | 58 | | | |
| 19 | КЛЮКА | 56 | зачтено | зачтено | |
| 20 | МАКАРОВ | 57 | зачтено | зачтено | |

Вариант №3.

Задание 1

$$y = \begin{cases} 2 \sin \frac{x+1}{\sqrt{x}}, & x \geq 2.5 \\ \arcsin x^2 + x^{2/3}, & 0.5 < x < 1 \\ -x, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

на отрезке $[-10, 10]$ с шагом $h=1,5$

Задание 2. Рассчитайте плотность населения и среднее значение по каждому столбцу. В строку ПРИМЕЧАНИЯ ввести примечания, используя данные столбца ПЛОТНОСТЬ и ПОЛУШАРИЕ (например, страна Восточного полушария с повышенной плотностью населения).

| Полушарие Земли | Часть света | Страна | Площадь | Население (тыс. чел.) | Плотность населения (чел./км ²) | Примечания |
|-----------------|--------------|----------|---------|-----------------------|---|------------|
| Западное | Юж. Америка | Бразилия | 2767 | 154000 | | |
| Восточное | Азия | Вьетнам | 331,7 | 60863 | | |
| Восточное | Африка | Гвинея | 246 | 5290 | | |
| Восточное | Европа | Дания | 44,5 | 5111 | | |
| Восточное | Африка | Египет | 1002 | 56000 | | |
| Восточное | Азия | Индия | 3288 | 850 | | |
| Западное | Сев. Америка | Канада | 9976 | 27000 | | |
| Восточное | Азия | Китай | 9561 | 1160000 | | |
| Восточное | Азия | Монголия | 1566,5 | 1866 | | |
| Восточное | Африка | Нигерия | 924 | 115000 | | |
| Западное | Юж. Америка | Перу | 12285 | 19700 | | |
| Восточное | Европа | Россия | 17075 | 149000 | | |
| Восточное | Африка | Сенегал | 196 | 6600 | | |
| Западное | Сев. Америка | США | 9363 | 252000 | | |
| Западное | Юж. Америка | Уругвай | 176 | 2947 | | |
| Восточное | Европа | Франция | 552 | 56500 | | |
| Западное | Юж. Америка | Чили | 757 | 12470 | | |
| Восточное | Европа | Швеция | 450 | 8359 | | |
| Восточное | Азия | Япония | 372 | 125000 | | |
| | | Срзнач. | | | | |

Вариант №4.

Задание 1

$$y = \begin{cases} \sqrt[3]{x^2 - 1}, & x \geq 1 \\ 2x^2 + |x|, & -2 \leq x < 0 \\ 1, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [-4, 4] \text{ с шагом } h=1$$

Задание 2. Рассчитайте стоимость перевозки, учитывая что для категорий района P1 общая перевозка дешевле на 20%, для района P2 на 10%

| № | Категория стройматериала | Плановый период (кв.) | Район доставки | Стоимость перевозок (руб) |
|----|--------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------|
| 1 | 1 | IV | УК | |
| 2 | 2 | II | P2 | |
| 3 | 3 | I | P1 | |
| 4 | 4 | III | ЛАТ | |
| 5 | 4 | IV | ЛИТ | |
| 6 | 3 | II | ГР | |
| 7 | 2 | I | УЗ | |
| 8 | 4 | III | БЕЛ | |
| 9 | 1 | IV | УК | |
| 10 | 5 | II | P2 | |
| 11 | 5 | I | P1 | |
| 12 | 23 | III | ЛАТ | |
| 13 | 12 | IV | ЛИТ | |
| 14 | 4 | II | ГР | |
| 15 | 1 | I | УЗ | |

| № | Категория стройматериала | Плановый период (кв.) | Район доставки | Стоимость перевозок (руб) |
|----|-----------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|
| 16 | 5 | III | БЕЛ | |
| 17 | 56 | IV | УК | |
| 18 | 23 | IV | P2 | |
| 19 | 12 | II | P1 | |
| 20 | 45 | I | ЛАТ | |
| 21 | 3 | III | ЛИТ | |
| 22 | 2 | I | ГР | |
| 23 | 4 | I | УЗ | |
| 24 | 1 | III | БЕЛ | |
| 25 | 5 | IV | УК | |

Вариант №5.

Задание 1

$$y = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2 + \sin x}}, & x \geq 1 \\ 2x + |x + 1|, & -2 \leq x < 0 \\ 1, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [-2, 2] \text{ с шагом } h=0,25$$

Задание 2. Рассчитайте площадь, учитывая вид фигуры

| Номер фигуры | Вид фигуры | Сторона 1 (Катет1) | Сторона 2 (Катет2) | Площадь фигуры |
|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | Треугольник | 1 | 10 | |
| 2 | Прямоугольник | 1 | 5 | |
| 3 | Прямоугольник | 2 | 10 | |
| 4 | Прямоугольник | 2 | 2 | |
| 5 | Треугольник | 2,5 | 6 | |
| 6 | Треугольник | 3 | 3 | |
| 7 | Треугольник | 4 | 4 | |
| 8 | Прямоугольник | 4 | 5 | |
| 9 | Прямоугольник | 4 | 4 | |
| 10 | Прямоугольник | 4 | 6 | |
| 11 | Треугольник | 5 | 1 | |
| 12 | Прямоугольник | 5 | 5 | |
| 13 | Треугольник | 6 | 3 | |
| 14 | Треугольник | 7 | 4 | |
| 15 | Треугольник | 7 | 7 | |
| 16 | Прямоугольник | 7 | 3 | |
| 17 | Прямоугольник | 7 | 2 | |
| 18 | Треугольник | 8 | 8 | |
| 19 | Прямоугольник | 8 | 8 | |
| 20 | Треугольник | 12 | 12 | |

Вариант №6.

Задание 1

$$z = \begin{cases} \ln \left| \frac{e^x}{x^2 - 1} - y^2 \right|, & x < 1 \\ x, & x > \pi \\ x - y \cdot e^{-y}, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [0,5] \text{ с шагом } h=0,5$$

Задание 2. Рассчитайте стоимость билета с учетом скидки. Условие предоставления скидки: 10% от стоимости билета, если место во втором салоне и до вылета осталось более 15 дней.

| Дата покупки | Дата вылета | Осталось дней до вылета | стоимость билета | салон | скидка | Стоимость билета со скидкой |
|--------------|-------------|-------------------------|------------------|-------|--------|-----------------------------|
| 10.02.2007 | 25.02.2007 | 15 | 34000 | 1 | | |
| 10.02.2007 | 26.02.2007 | 16 | 34200 | 2 | | |
| 10.02.2007 | 27.02.2007 | 17 | 5000 | 1 | | |
| 13.02.2007 | 23.02.2007 | 10 | 34600 | 2 | | |
| 14.02.2007 | 24.02.2007 | 10 | 34800 | 2 | | |
| 15.02.2007 | 25.02.2007 | 10 | 4500 | 2 | | |
| 15.02.2007 | 26.02.2007 | 11 | 4650 | 2 | | |
| 17.02.2007 | 04.03.2007 | 15 | 4800 | 2 | | |
| 18.02.2007 | 04.03.2007 | 14 | 4950 | 1 | | |
| 19.02.2007 | 04.03.2007 | 13 | 5100 | 1 | | |
| 20.02.2007 | 04.03.2007 | 12 | 5250 | 1 | | |
| 21.02.2007 | 04.03.2007 | 11 | 36200 | 1 | | |
| 21.02.2007 | 09.03.2007 | 16 | 36400 | 1 | | |
| 21.02.2007 | 10.03.2007 | 17 | 36600 | 1 | | |
| 21.02.2007 | 11.03.2007 | 18 | 36800 | 1 | | |
| 21.02.2007 | 12.03.2007 | 19 | 37000 | 2 | | |
| 27.02.2007 | 13.03.2007 | 14 | 38000 | 2 | | |

Вариант №7.

Задание 1

$$y = \begin{cases} x \cdot \operatorname{tg}^2(x+1), & 0 < x \leq 2 \\ 2 \sin(x+1), & -1 < x \leq 0 \\ 2x + \pi, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [-10,0] \text{ с шагом } h=1$$

Задание 2. Рассчитайте динамику прироста населения по каждому городу и напишите характеристику города в зависимости от численности населения и динамики прироста (например, «город миллионер с положительной динамикой»)

| Город | На 1.01.2015 | На 1.01.2014 | Динамика | Характеристика города |
|--------------|--------------|--------------|----------|-----------------------|
| Барнаул | 635 530 | 632 784 | | |
| Волгоград | 1 017 451 | 1 017 985 | | |
| Москва | 12 197 596 | 12 108 257 | | |
| Пермь | 1 036 469 | 1 026 477 | | |
| Астрахань | 532 699 | 530 863 | | |
| Владивосток | 604 602 | 603 244 | | |
| Воронеж | 1 014 570 | 1 023 610 | | |
| Ярославль | 603 961 | 602 400 | | |
| Екатеринбург | 1 428 042 | 1 412 346 | | |
| Ижевск | 637 024 | 642 309 | | |
| Казань | 1 205 651 | 1 190 850 | | |
| Кемерово | 549 159 | 544 006 | | |
| Краснодар | 829 677 | 805 680 | | |
| Красноярск | 1 035 218 | 1 052 528 | | |
| Новокузнецк | 550 127 | 550 213 | | |
| Омск | 1 173 854 | 1 166 092 | | |
| Оренбург | 561 279 | 560 046 | | |

Вариант №8.

Задание 1

$$y = \begin{cases} x^{0.8} - \operatorname{tg}|e^x - \sin^3(x + \pi)|, & 1 \leq x \leq 1.5 \\ \sqrt{\left| \arcsin \frac{x - \pi}{\pi} - x^2 \right|}, & 2.5 < x \leq \pi \\ 1 & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [-5,5] \text{ с шагом } h=0.9$$

Задание 2. Рассчитайте штраф, при условии, если количество дней превышает 10 или количество книг больше 5 штраф 10руб./день, иначе – 5 руб./день.

| № | Фамилия | Шифр группы | Количество книг на руках | Количество просроченных книг | Количество дней просрочки | Штраф |
|----|------------|-------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-------|
| 1 | Иванов | 56 | 5 | 3 | 11 | |
| 2 | Петров | 57 | 1 | 0 | 0 | |
| 3 | Сидоров | 56 | 4 | 1 | 2 | |
| 4 | Ивашкин | 58 | 7 | 0 | 0 | |
| 5 | Корнеев | 57 | 7 | 0 | 0 | |
| 6 | Воробьев | 58 | 5 | 2 | 3 | |
| 7 | Ивлев | 56 | 7 | 0 | 0 | |
| 8 | Пригожкин | 56 | | 0 | 0 | |
| 9 | Катаев | 56 | 2 | 0 | 0 | |
| 10 | Носов | 57 | 1 | 1 | 12 | |
| 11 | Городецкий | 58 | 5 | 0 | 0 | |
| 12 | Правдин | 57 | 1 | 0 | 0 | |
| 13 | Котов | 57 | 4 | 4 | 5 | |
| 14 | Лесовой | 58 | 3 | 0 | 0 | |
| 15 | Злобин | 56 | 8 | 2 | 14 | |
| 16 | Федоров | 56 | 4 | 0 | 0 | |
| 17 | Григорьев | 57 | 2 | 0 | 0 | |
| 18 | Колесов | 58 | 3 | 0 | 0 | |

Вариант №9.

Задание 1

$$y = \begin{cases} \arcsin\left(1 - \frac{1}{x}\right), & 0 < x < 2 \\ \left|1 - \frac{x}{\pi}\right|, & x \geq 2 \text{ или } x < -1 \\ -1 & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \text{ на отрезке } [-5,5] \text{ с шагом } h=0.9$$

Задание 2. Рассчитайте скидку: в случае, если заказано более 50 шт. скидка составит 10% от цены, если класс товаров «Аккумуляторы и батарейки» – 5%

| Класс | Группа | Цена | Заказ (шт.) | Скидка |
|--------------------------|------------------------|------|-------------|--------|
| Аккумуляторы и батарейки | Аккумулятор | 140 | 10 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Аккумулятор | 572 | 13 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Аккумулятор | 375 | 19 | |
| Антенны | Антенный кронштейн | 191 | 55 | |
| Антенны | Антенный кронштейн | 205 | 58 | |
| Антенны | Антенный кронштейн | 310 | 61 | |
| Антенны | Антенный кронштейн | 250 | 64 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Батарейка алкалиновая | 185 | 22 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Батарейка алкалиновая | 160 | 25 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Батарейка солевая | 60 | 28 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Батарейка солевая | 47 | 31 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Батарейный отсек | 18 | 37 | |
| Аккумуляторы и батарейки | Батарейный отсек | 25 | 40 | |
| Диоды | Диодный мост импортный | 40 | 79 | |
| Диоды | Диодный мост импортный | 13,4 | 82 | |
| Диоды | Диодный мост импортный | 40,4 | 85 | |
| Диоды | Диодный мост импортный | 26,6 | 88 | |
| Вентиляторы, радиаторы | Решетка к вентилятору | 60 | 70 | |
| Вентиляторы, радиаторы | Решетка к вентилятору | 60 | 73 | |
| Вентиляторы, радиаторы | Решетка к вентилятору | 70 | 76 | |

Вариант №10.

Задание 1

$$y = \begin{cases} e^4, & x \geq 5 \\ \lfloor x^2 - 6 \ln|x| - 1.83 \rfloor + 0.18, & -5 < x < 2, \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

на отрезке $[-7,7]$ с шагом $h=1,2$

Задание 2. Рассчитайте скидку заказа: если сезон товара «лето», скидка составит 12%, если вес мешка свыше 30– скидка 5%

| Код продукта | Класс продукта | Сезон | Вес мешка | Цена | Скидка на заказ |
|--------------|--|-------|-----------|------|-----------------|
| VNR 100-901 | Штукатурные тонкослойные смеси (ЮССА VNR) | зима | 50 | 400 | |
| VNR 100-902 | Штукатурные тонкослойные смеси (ЮССА VNR) | зима | 50 | 400 | |
| VNR 100-903 | Штукатурные тонкослойные смеси (ЮССА VNR) | зима | 50 | 350 | |
| GNR 500-901 | Гипсовые Штукатурные тонкослойные смеси (ЮССА GNR) | зима | 30 | 370 | |
| GNR 500-905 | Гипсовые Штукатурные тонкослойные смеси (ЮССА GNR) | зима | 30 | 360 | |
| VNR 200-001 | Декоративные штукатурные смеси | лето | 25 | 340 | |
| VNR 300-001 | Декоративные штукатурные смеси | лето | 25 | 345 | |
| UA 100-001 | Шпатлевки цементные | лето | 20 | 260 | |
| UA 100-002 | Шпатлевки цементные | лето | 20 | 270 | |
| MGL 600-001 | Клеи для внутренних работ | лето | 25 | 240 | |
| SB 100-901 | Кладочные смеси для кирпича | зима | 50 | 380 | |
| SB 100-905 | Кладочные смеси для кирпича | зима | 50 | 380 | |
| SB 100-910 | Кладочные смеси для кирпича | зима | 50 | 450 | |
| SB 100-920 | Кладочные смеси для кирпича | зима | 50 | 450 | |
| SB 100-930 | Кладочные смеси для кирпича | зима | 50 | 450 | |

§5 Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях используется функция ЕСЛИ? Охарактеризуйте синтаксис и работу данной функции.

2. В каких случаях используется функция И? Охарактеризуйте синтаксис и работу данной функции.

3. В каких случаях используется функция ИЛИ? Охарактеризуйте синтаксис и работу данной функции.

4. Для чего используется условное форматирование ячеек?

5. Как применить условное форматирование к ячейкам?

Глава 4 Построение диаграмм в MS Excel

§1 Виды и назначение диаграмм

Excel обеспечивает возможность наглядного отображения числовых данных электронных таблиц – в виде диаграмм. Для создания диаграмм удобнее всего использовать таблицы, у которых все строки содержат однородную информацию (однотипные числовые данные), заголовки строк находятся в верхней строке, заголовке столбцов в левом столбце. Перед тем как создавать диаграмму в Excel, необходимо определить тип диаграмм, который лучше всего подходит для ваших данных. Рассмотрим более подробно типы диаграмм, используемых в MS Excel

Данные в столбцах или строках листа можно представить в виде *гистограммы*. В гистограмме категории обычно отображаются по горизонтальной оси, а значения – по вертикальной оси. Выделяют следующие типы гистограмм: гистограмма с группировкой, гистограмма с накоплением, нормированная гистограмма.

На *гистограмме с группировкой* значения выводятся в виде плоских столбцов. Используйте этот тип диаграммы при наличии категорий, представляющих: диапазоны значений, специфические шкалы (например, шкала с масками ответов «Да», «Нет», «Не знаю»), неупорядоченные имена (например, географические названия или имена людей). Пример гистограммы с группировкой представлен на рисунке 1.24.

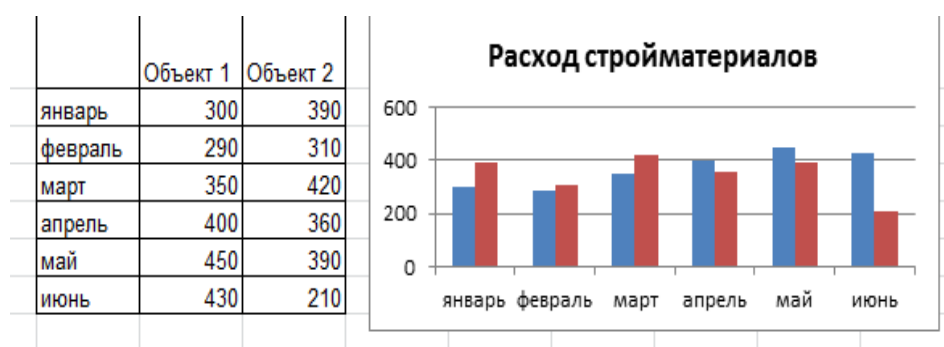


Рисунок 1.24 – Гистограмма с группировкой

Гистограмма с накоплением представляет значения в виде плоских столбцов с накоплением. Используйте этот тип диаграммы, когда есть несколько ряд данных и нужно подчеркнуть итоговое значение.

Нормированная гистограмма представляет значения в виде плоских нормированных столбцов с накоплением для представления 100%. Используйте этот тип диаграммы, когда есть несколько рядов данных и нужно подчеркнуть их вклад в итоговое значение, особенно если итоговое значение одинаково для всех категорий.

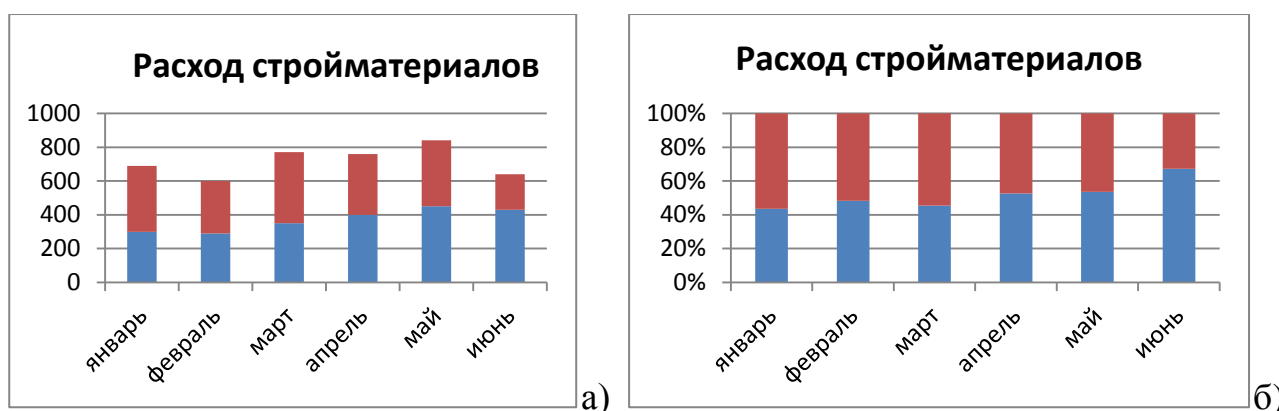


Рисунок 1.25 Гистограмма а) с накоплением; б) нормированная

Создание и настройка **линейчатой диаграммы** аналогично гистограмме, различие состоит только в том, что столбцы расположены не вертикально, а горизонтально (рисунок 1.26)

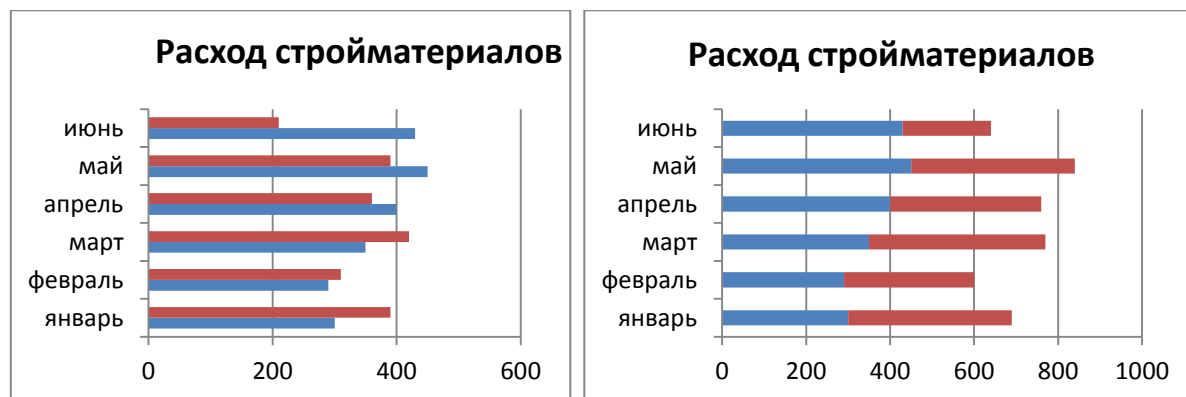


Рисунок 1.26 –Линейчатая диаграмма: а) с группировкой; б) с накоплением

Данные, расположенные в столбцах или строках листа, можно представить в виде *графика*. На графиках данные категорий равномерно распределяются вдоль горизонтальной оси, а все значения равномерно распределяются вдоль вертикальной оси. Графики позволяют отображать непрерывное изменение данных с течением времени на оси с равномерным распределением, поэтому они идеально подходят для представления тенденций изменения данных с равными интервалами, такими как месяцы, кварталы или годы. Графики могут быть: с маркерами, с накоплениями, нормированные. Типы графиков могут быть смешанными (например, нормированный график с накоплением, график с накоплением с маркерами и др.)

Графики с маркерами (рисунок 1.27), отмечающими отдельные значения данных, или без маркеров можно использовать для отображения динамики изменения данных с течением времени или по категориям данных, разделенным равными интервалами, особенно когда точек данных много и порядок их представления существенен. **Графики с накоплением**, отображаемые как с маркерами для конкретных значений данных, так и без них, могут отображать динамику изменения вклада каждого значения с течением времени или по категориям данных, разделенным равными интервалами. **Нормированные графики с накоплением** с маркерами, отмечающими отдельные значения данных, или без маркеров могут отображать динамику вклада каждой величины в процентах с течением времени или по категориям данных, разделенным равными интервалами.

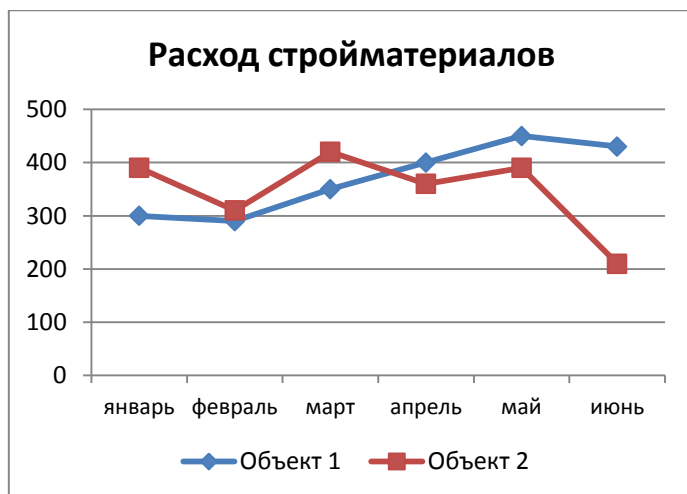


Рисунок 1.27 – График с маркерами

Графики лучше всего подходят для вывода нескольких рядов данных. Если нужно отобразить только один ряд данных, вместо графика рекомендуется использовать точечную диаграмму.

Точечная диаграмма имеет две оси значений: горизонтальную (X) и вертикальную (Y). На точечной диаграмме значения «x» и «y» объединяются в одну точку данных и выводятся через неравные интервалы или кластеры. Точечные диаграммы обычно используются для отображения графиков функций (рисунок 1.28) и сравнения числовых значений, например научных, статистических или технических данных.

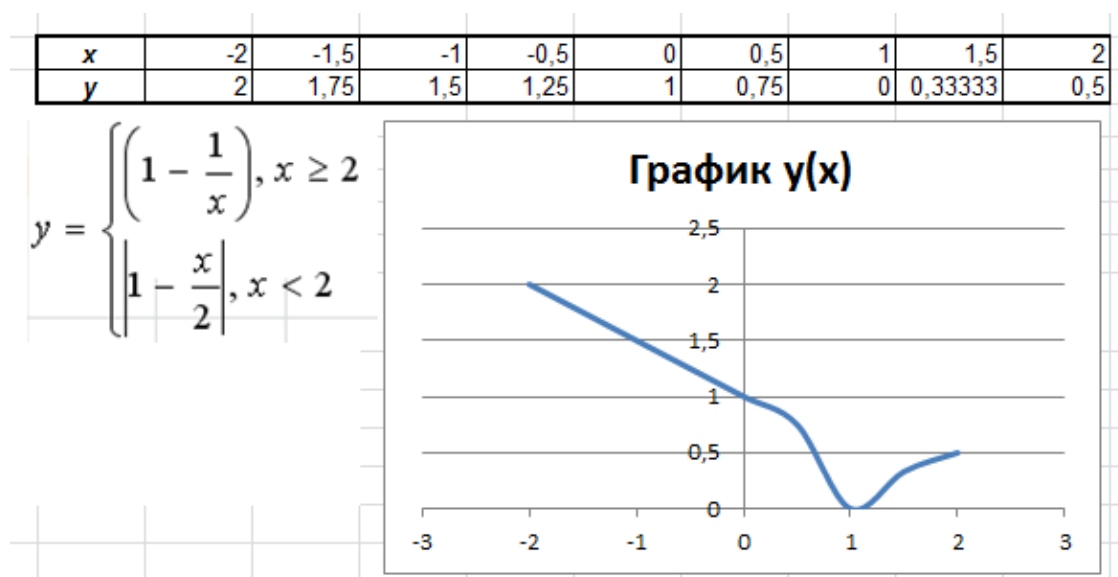


Рисунок 1.28 – График функции

Данные в одном столбце или строке листа можно представить в виде **круговой диаграммы**. Круговая диаграмма отображает размер элементов одного ряд данных относительно суммы элементов. точки данных на круговой диаграмме выводятся как проценты от всего круга (рисунок 1.29 а).

Круговую диаграмму рекомендуется использовать, если:

- нужно отобразить только один ряд данных;
- все значения ваших данных неотрицательны;
- почти все значения данных больше нуля;
- имеется не более семи категорий, каждой из которых соответствуют

части общего круга.

Данные, расположенные только в столбцах или строках листа, можно представить и в виде **кольцевой диаграммы**. Как и круговая диаграмма, кольцевая диаграмма отображает отношение частей к целому, но может содержать несколько ряд данных. (рисунок 1.29 б).

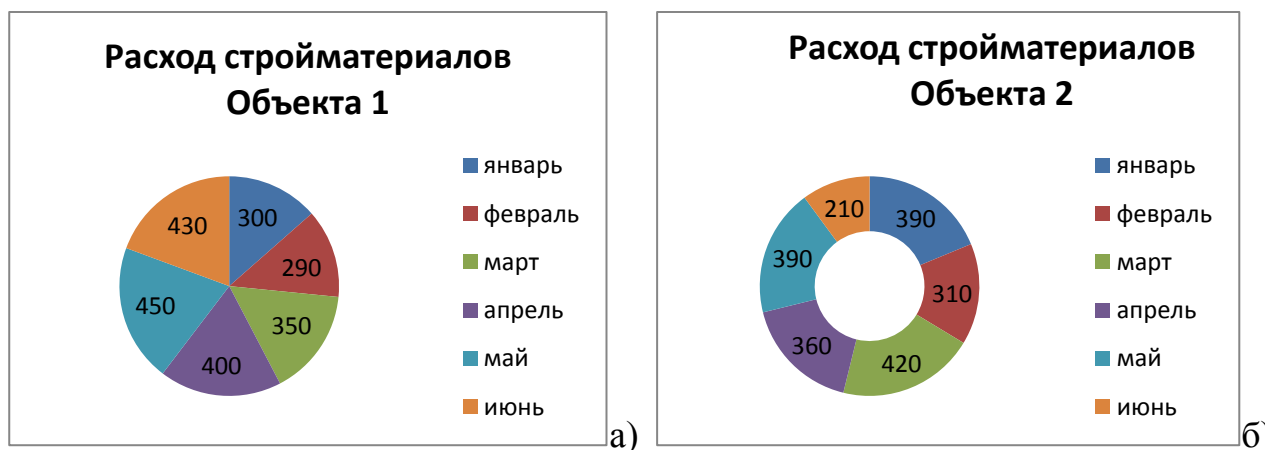


Рисунок 1.29 – а) круговая диаграмма; б) кольцевая диаграмма

Данные в столбцах или строках листа можно представить в виде **диаграммы с областями**. Диаграмма с областями похожа на график и имеет аналогичные подтипы и настройки. Сама по себе диаграмма с областями не очень интересна, поскольку при наличии нескольких рядов полностью виден только первый ряд. Чаще всего при выборе данного типа диаграммы

используют диаграмму с областями и накоплением и нормированную диаграмму с областями и накоплением (рисунок 1.30).

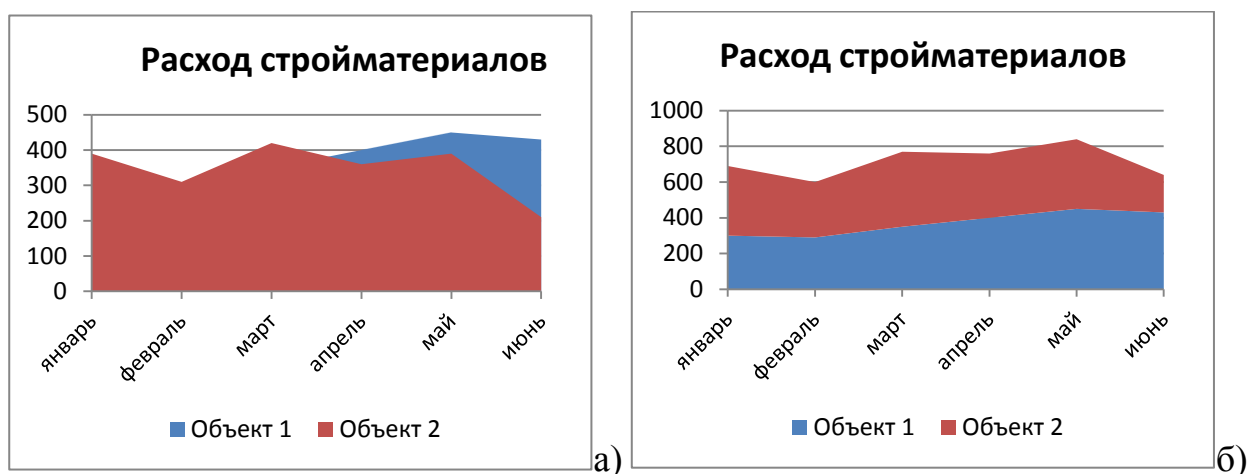


Рисунок 1.30 – Поверхностная диаграмма а) обычная; б) с накоплением

Пузырьковая диаграмма схожа с точечной диаграммой, только здесь добавляется третий столбец для указания размера пузырьков, используемых для представления точек данных в рядах данных

Данные, расположенные в столбцах или строках листа в определенном порядке, можно представить в виде **биржевой диаграммы**. Как следует из названия, биржевые диаграммы могут показывать изменения цен на акции. Но их также можно использовать для иллюстрации изменений других данных, таких как дневные осадки или годовые колебания температуры. Для создания биржевой диаграммы нужно правильно упорядочить данные.

Лепестковые диаграммы отображают изменения значений относительно центральной точки с маркерами для отдельных точек данных или без них.

§2 Построение и форматирование диаграммы

Чтобы построить диаграмму необходимо выделить исходный диапазон в таблице, затем указать тип диаграммы используя кнопки **Диаграмма** на панели **Вставка** (рисунок 1.31).

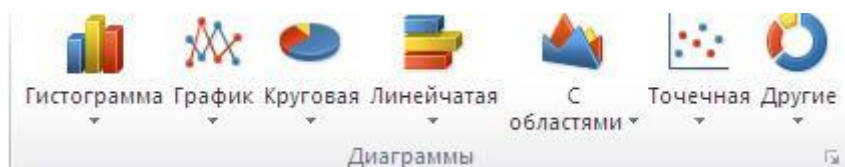


Рисунок 1.31– Добавление диаграммы

После выбора типа диаграммы она сразу вставится на текущий лист. Для того, чтобы настроить диаграмму, необходимо ее выделить, при этом активизируется панель *Работа с диаграммами*. Данная панель имеет три вкладки: *Конструктор*, *Макет* и *Формат*.

Панель *Конструктор* дает возможность изменить тип диаграммы, выбрать (или изменить) исходные данные, Использовать готовые стили и макеты диаграмм, выбрать расположение построенной диаграммы (рисунок 1.32).

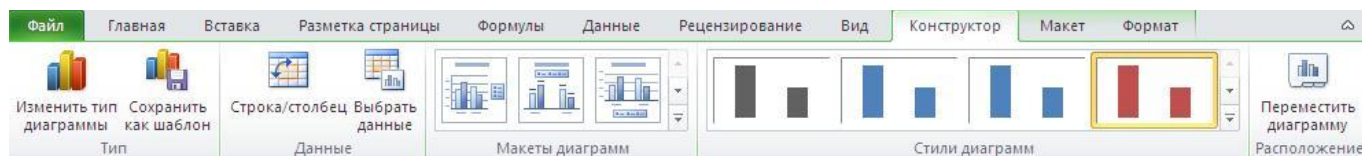


Рисунок 1.32 – Панель редактирование диаграммы Конструктор

Панель *Макет* позволяет изменить параметры осей, задавать подписи диаграммы, осей, легенды (рисунок 1.33).

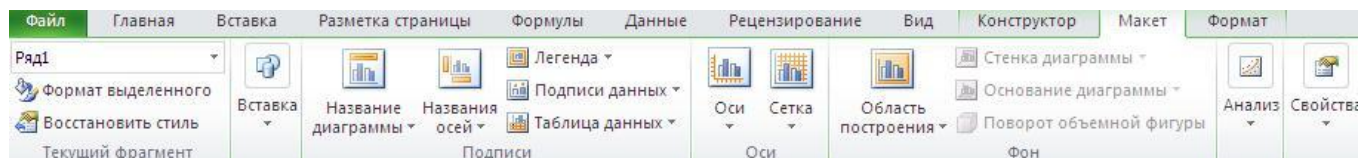


Рисунок 1.33 – Панель редактирование диаграммы Макет

Панель *Формат* помогает изменить внешний вид диаграммы (рисунок 1.34).

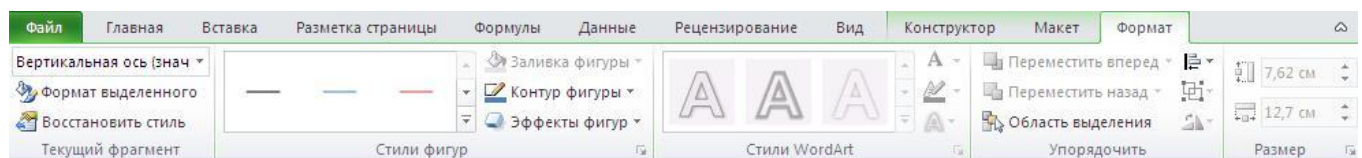


Рисунок 1.34 – Панель редактирование диаграммы Формат

§3 Лабораторная работа №4. Построение графиков и диаграмм в MS

Excel

Текст заданий для всех вариантов:

4. Создать новую рабочую книгу «Лабораторная работа №4». Переименовать лист1 и лист2 книги в «Задание 1» и «Задание2» соответственно. Остальные листы удалить.

5. На лист «Задание1» скопировать таблицу из документа «Лабораторная работа №2», лист «Таблица». Создать по данным таблицы несколько диаграмм различных типов и с различными диапазонами значений.

6. На лист «Задание2» скопировать таблицу из документа «Лабораторная работа №3», лист «Табуляция». Построить график по таблице значений функции.

§4 Вопросы для самопроверки

1. Как добавить диаграмму, изменить ее внешний вид?
2. Для каких данных можно построить гистограмму? Какие типы гистограмм вы знаете?
3. Чем отличается линейчатая диаграмма от гистограммы?
4. Для каких данных могут использоваться круговые и кольцевые диаграммы?
5. Для каких данных могут использоваться графики и точечные диаграммы?

Глава 5 Средства Excel для работы с данными списка

Электронная таблица, все строки которой содержат однородную информацию, рассматривается как *список* или *база данных* (БД). При этом: каждая строка списка рассматривается как запись БД, столбцы списков считаются полями БД, заголовки столбцов считаются именами полей БД.



Чтобы ЭТ можно было обрабатывать специальными функциями для работы со списком, данные в таблице должны быть организованы следующим образом:


- во всех строках в одинаковых столбцах должны находиться однотипные данные;
- заголовки столбцов должны находиться в первой строке списка;
- названия строк должны находиться в левом столбце списка;
- в таблице не должно быть пустых строк и столбцов – первая пустая строка считается концом списка.

К данным организованным в виде списка (БД) можно применять специальные функции и выполнять следующие операции: добавлять, изменять и удалять записи; находить и сортировать записи; осуществлять фильтрацию и выборку данных; подводить общие и промежуточные итоги и т.д

§1 Сортировка данных


Для некоторых операций автоматической обработки данных бывает необходимо расположить их в строго определенной последовательности – выполнить *сортировку* исходных данных. Сортировать можно как строки, так столбцы. Строки можно сортировать по значениям ячеек одного столбца или нескольких столбцов. Сортировать можно как числовые, так и текстовые данные. Если в сортируемом столбце содержатся и текст, и числовые данные, то после сортировки числовые данные будут располагаться перед текстом.

Сортировка производится с помощью кнопок сортировки на панели **Данные** Кнопки  . Сортируют значения по возрастанию и убыванию по одному столбцу (строке).

Кнопка  **Сортировка** позволяет сортировать значения по возрастанию и убыванию по нескольким столбцам (строкам).

§2 Фильтрация (выборка) данных

Фильтрация данных позволяет отображать только те строки, содержимое ячеек которых отвечает заданному условию или нескольким условиям. С помощью фильтра можно в удобной форме выводить или скрывать записи списка. Отобранные записи можно форматировать или удалять. Копировать, использовать для дальнейших вычислений или построения диаграмм. Фильтрация может выполняться 2-мя способами: с помощью автофильтра или расширенного фильтра.

Для выполнения **автофильтра** нужно: установить курсор внутри таблицы и нажать кнопку  на панели **Данные**.

Щелчком мыши по кнопке со стрелкой раскрыть список столбца, по которому будет производиться выборка; указать требуемые значения или выбрать строку «Числовые фильтры» (либо «Текстовые фильтры» если работаем с текстом) и задать критерии выборки. Условия для отбора записей в определенном столбце могут состоять из 2-х самостоятельных частей, соединенных логической связкой И/ИЛИ (рисунок 1.35). Каждая часть условия может включать значение, которое выбирается из списка или шаблонные символы подстановки (*,?) и оператор сравнения.

| | A | B | C | D | E |
|---|-----------------|--------------|----------------------|-----------|---|
| 1 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия | |
| 2 | Борисова М.Д. | 4 | 4 | 2000 | |
| 3 | Григорьева А.М. | 4,5 | 0 | 2000 | |
| 4 | Дмитриев А.М. | 5 | 0 | 3000 | |
| 5 | Иванов А.А. | 5 | 2 | 3000 | |
| 6 | Котов А.Я. | 4 | 12 | 2000 | |

Пользовательский автофильтр



Показать только те строки, значения которых:

Средний балл

И
 ИЛИ

Знак вопроса "?" обозначает один любой знак
 Знак "*" обозначает последовательность любых знаков

Рисунок 1.35 – Применение автофильтра

Для восстановления всех строк исходной таблицы нужно щелкнуть по кнопке со стрелкой и выбрать пункт . Для отмены режима фильтрации необходимо еще раз нажать кнопку  на панели *Данные*.

Расширенный фильтр позволяет формировать множественные критерии выборки и осуществлять более сложную фильтрацию данных в электронной таблице с заданием набора условий отбора по нескольким столбцам. Для фильтрации записей списка расширенный фильтр обеспечивает использование 2-х типов критериев: критерия сравнения и вычисляемого критерия.

До выполнения команды фильтрации необходимо сформировать специальную область для задания условий фильтрации данных – **диапазон условий** (интервал критериев). Диапазон должен содержать строку с заголовками столбцов (обычно ее копируют из исходной таблицы в другое место) и несколько строк для задания условий отбора. Между значениями условий отбора и таблицей должна находиться как минимум одна пустая строка.

Если критерии отбора вводятся в одной строке для разных столбцов, то они считаются связанными условием И, если в разных строках, то условием ИЛИ. Критерии сравнения могут содержать: точные значения, шаблон значения, значения, формируемые с помощью операторов сравнения.

Пример 1. С помощью расширенного фильтра отобрать всех студентов, у которых средний балл больше 4,5 и пропусков меньше 10 (рисунок 1.36).

| | А | В | С | Д |
|----|-----------------|--------------|----------------------|-----------|
| 1 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия |
| 2 | Борисова М.Д. | 4 | 4 | 2000 |
| 3 | Григорьева А.М. | 4,5 | 0 | 2000 |
| 4 | Дмитриев А.М. | 5 | 0 | 3000 |
| 5 | Иванов А.А. | 5 | 2 | 3000 |
| 6 | Котов А.Я. | 4 | 12 | 2000 |
| 7 | Кузнецова И.А. | 3,5 | 10 | 0 |
| 8 | Петров П.П. | 2 | 14 | 0 |
| 9 | Юсупов В.В. | 4,5 | 12 | 2000 |
| 10 | Яковлева А.П. | 3 | 4 | 0 |

Рисунок 1.36 – Исходная таблица значений Примера 1

Для выполнения расширенного фильтра формируем диапазон условий (рисунок 1.37).

| | | | | |
|----|---------|--------------|----------------------|-----------|
| 12 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия |
| 13 | | >4,5 | <10 | |
| 14 | | | | |

Рисунок 1.37 – Диапазон условий расширенного фильтра

После формирования диапазона условий, необходимо установить курсор внутри исходной таблицы и нажать кнопку **Дополнительно** на панели **Данные**.

В появившемся диалоговом окне указывают диапазон ячеек таблицы и адрес или имя диапазона условий. Чтобы скопировать результат фильтрации в

другую область, следует установить переключатель *Скопировать результат в другое место*, перейти в поле *Поместить результат в диапазон* и указать верхнюю левую ячейку области вставки данных. Результат – отобранные данные будут помещены в новую таблицу, начинающуюся с указанной ячейки (рисунок 1.28).

| | A | B | C | D |
|----|-----------------|--------------|----------------------|-----------|
| 1 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия |
| 2 | Борисова М.Д. | 4 | 4 | 2000 |
| 3 | Григорьева А.М. | 4,5 | 0 | 2000 |
| 4 | Дмитриев А.М. | 5 | 0 | 3000 |
| 5 | Иванов А.А. | 5 | 2 | 3000 |
| 6 | Котов А.Я. | 4 | 12 | 2000 |
| 7 | Кузнецова И.А. | 3,5 | 10 | 0 |
| 8 | Петров П.П. | 2 | 14 | 0 |
| 9 | Юсупов В.В. | 4,5 | 12 | 2000 |
| 10 | Яковлева А.П. | 3 | 4 | 0 |
| 11 | | | | |
| 12 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия |
| 13 | | >4,5 | | |
| 14 | | | <10 | |
| 15 | | | | |
| 16 | Фамилия | Средний балл | Количество пропусков | Стипендия |
| 17 | Борисова М.Д. | 4 | 4 | 2000 |
| 18 | Григорьева А.М. | 4,5 | 0 | 2000 |
| 19 | Дмитриев А.М. | 5 | 0 | 3000 |
| 20 | Иванов А.А. | 5 | 2 | 3000 |
| 21 | Яковлева А.П. | 3 | 4 | 0 |
| 22 | | | | |

Рисунок 1.38 – Результат отбора с использованием расширенного фильтра.

§3 Автоматическое вычисление общих и промежуточных итогов

Автоматическое подведение итогов – это удобный способ быстрого обобщения и анализа данных в электронной таблице.

Перед вычислением промежуточных итогов следует выполнить сортировку по тем столбцам, по которым будут подводиться итоги, чтобы все записи с одинаковыми полями попали из этих столбцов в одну группу. Для одной и той же группы данных можно одновременно вычислять промежуточные итоги с помощью нескольких функций, вычислять вложенные и многоуровневые итоги. Значения общих и промежуточных итогов автоматически пересчитываются при каждом изменении данных. При подведении итогов автоматически могут быть вычислены: сумма, количество значений, среднее, минимум, максимум, произведение, и др.

Для подведения итогов необходимо:

- отсортировать список по столбцу, для которого необходимо вычислять итоги;
- выделить какую-либо ячейку таблицы или требуемый диапазон;
- нажать кнопку **Промежуточный итог** на панели **Данные**;
- в диалоговом окне **Промежуточные итоги** из списка **При каждом изменении в** выбрать столбец, содержащий группы по которым необходимо подвести итоги;
- из списка **Операция**, выбрать функцию для подведения итогов;
- в списке **Добавить итоги по** выбрать столбцы, содержащие значения по которым необходимо подвести итоги.

Итоги могут выводиться ниже исходных данных, либо выше, если в диалоговом окне снят переключатель **Итоги под данными**. Для удаления итогов нужно выделить ячейку, в таблице содержащей итоги, Нажать кнопку **Промежуточный итог** на панели **Данные**; и щелкнуть по кнопке **Убрать все**.

Пример 2. Используя функцию итогов рассчитать средний балл по каждой группе и общий средний балл (рисунок 1.39) .

| 1 | 2 | 3 | В | С | Д | Е |
|---|----|---|-----------------|--------------|---------------|-----------|
| | 1 | | Фамилия | Средний балл | Курс | Стипендия |
| | 2 | · | Борисова М.Д. | 4 | I | 2000 |
| | 3 | · | Григорьева А.М. | 4,5 | I | 2000 |
| | 4 | · | Котов А.Я. | 4 | I | 2000 |
| | 5 | · | Яковлева А.П. | 3 | I | 0 |
| | 6 | - | | 3,875 | I Среднее | |
| | 7 | · | Дмитриев А.М. | 5 | II | 3000 |
| | 8 | · | Кузнецова И.А. | 3,5 | II | 0 |
| | 9 | - | | 4,25 | II Среднее | |
| | 10 | · | Иванов А.А. | 5 | III | 3000 |
| | 11 | · | Петров П.П. | 2 | III | 0 |
| | 12 | · | Юсупов В.В. | 4,5 | III | 2000 |
| | 13 | - | | 3,83333333 | III Среднее | |
| | 14 | - | | 3,94444444 | Общее среднее | |
| | 15 | | | | | |

Рисунок 1.39 – Подведение итогов

§4 Лабораторная работа №5. Использование средств MS Excel для работы с данными списка

Текст заданий для всех вариантов:

Создайте новый документ Excel «Лабораторная работа №5». Скопируйте на 1,2,3 листы новой книги таблицу из листа «Таблица» документа «Лабораторная работа №3». Переименуйте листы 1-3 книги «Лабораторная работа №5» в «Автофильтр», «Расширенный фильтр» и «Итоги» Выполните на каждом листе задание, соответствующее своему варианту.

Таблица 4 – Варианты индивидуальных заданий

| № Варианта | Задание |
|------------|--|
| 1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отобразите 5 категорий дорог с наибольшей стоимостью. 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите категории дорог М1 с плановым периодом III. 3. На листе «Итоги» подсчитайте сумму стоимости работ по каждому периоду. 4. Постройте диаграмму, отображающую стоимость работ в каждом периоде. |
| 2 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» студентов у которых фамилия начинается на букву «П» . 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите студентов 56 группы, которые допущены к информатике . 3. На листе «Итоги» подсчитайте количество студентов в каждой группе. 4. Постройте диаграмму, отображающую количество в каждой группе. |
| 3 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отобразите страны с площадью менее 1000 кв.м. 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите страны восточного полушария, в которых население более 15 000 тыс. чел. 3. На листе «Итоги» рассчитайте общую площадь и общее число жителей для каждой части света. 4. Постройте диаграмму, отображающую общее число населения в каждой части света. |
| 4 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отобразите информацию по 1 и 5 категориям стройматериала . 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите данные для районов Р1 и Р2. 3. На листе «Итоги» подсчитайте сумму стоимости работ по каждому периоду. 4. Постройте диаграмму, отображающую стоимость работ в каждом периоде. |
| 5 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отобразите все треугольники, у которых площадь больше 10. 2. На листе «Расширенный фильтр» отобразите все прямоугольники, у которых площадь больше 20. 3. На листе «Итоги» подсчитайте количество различных видов фигур. 4. Постройте диаграмму, отображающую количество различных видов фигур. |

| № Варианта | Задание |
|------------|--|
| 6 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отобразите билеты в первый салон, стоимость которых превышает 4000. 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите билеты с местом во втором салоне и до вылета осталось более 15 дней. 3. На листе «Итоги» рассчитайте количество билетов, проданных в каждом салоне. 4. Постройте диаграмму, отображающую количество проданных билетов в каждом салоне. |
| 7 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отберите города, начинающиеся на букву «К». 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите города миллионеры с положительной динамикой. 3. На листе «Итоги» подсчитайте количество городов с положительной и отрицательной динамикой. 4. Постройте диаграмму, отображающую количество городов с положительной и отрицательной динамикой. |
| 8 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отберите студентов 56 группы, которым назначен штраф. 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите студентов 56 группы, у которых штраф больше 50 руб. 3. На листе «Итоги» подсчитайте количество штрафников в каждой группе. 4. Постройте диаграмму, отображающую количество штрафников в каждой группе. |
| 9 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отберите студентов 56 группы, которым назначен штраф. 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите студентов 56 группы, у которых штраф больше 50 руб. 3. На листе «Итоги» подсчитайте количество штрафников в каждой группе. 4. Постройте диаграмму, отображающую количество штрафников в каждой группе. |
| 10 | <ol style="list-style-type: none"> 1. На листе «Автофильтр» отобразите товары летнего сезона, у которых цена выше 300. 2. На листе «Расширенный фильтр» отберите данные по товарам зимнего сезона, цена которых выше 300. 3. На листе «Итоги» подсчитайте среднюю цену по каждому классу товара. 4. Постройте диаграмму, отображающую среднюю цену по классам товаров |

§5 Вопросы для самопроверки

1. Какая электронная таблица может рассматриваться как база данных (список)?
2. Что такое поле и запись таблицы?
3. Каким образом должны быть организованы данные в таблице, чтобы ее можно было обрабатывать функциями, предназначенными для работы со списком?
4. Что такое сортировка, какие данные можно сортировать?
5. Как произвести простую сортировку и сортировку по нескольким столбцам (строкам)?
6. Для чего используется фильтрация данных? Какие данные можно фильтровать?
7. Чем отличается автофильтр от расширенного фильтра?
8. Как провести фильтрацию с помощью автофильтра? Как задать множественный критерий отбора?
9. Как провести фильтрацию с помощью расширенного фильтра?
10. Что такое диапазон условий, как он задается?
11. Как задать множественный критерий отбора в расширенном фильтре?
12. Для чего используется функция подведения итогов в электронной таблице?
13. Что такое вложенные (многоуровневые) итоги?
14. По каким функциям могут быть подведены итоги?
15. Какие действия нужно выполнить, чтобы подвести промежуточные итоги в электронной таблице?

Глава 6 Матричные операции в Excel

Операции с матрицами выполняются с помощью формул специального вида, называемыми *формулами массива*. От других формул они отличаются тем, что их результатом является не одна величина (число), а набор величин – массив. При вводе таких формул требуется специальное подтверждение – вместо клавиши ENTER надо нажимать комбинацию из трех клавиш CTRL+SHIFT+ENTER.

§1 Сложение (вычитание) матриц и умножение матрицы на число

При выполнении операции сложения и вычитания матриц, необходимо, чтобы матрицы обязательно были одного размера. Рассмотрим на примере сложение и вычитание двух матриц и умножение матрицы на число.

Пример №1. Даны матрицы M и N. Найти $M + N$, $M - N$, $5M$.

$$M = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 7 \\ -1 & 5 & 6 \end{pmatrix} \quad N = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 4 \\ 2 & -3 & 5 \end{pmatrix}$$

Для этого выполнения данной задачи необходимо сначала ввести элементы матриц M и N в ячейки электронной таблицы, в нашем примере это будут диапазоны A1:C2 и E1:G2 (рисунок 1.40). Сложение и вычитание матриц можно вычислять двумя способами.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|-----------|----|---|---|-----------|----|---|---|---|
| 1 | 2 | -3 | 7 | | -1 | 0 | 4 | | |
| 2 | -1 | 5 | 6 | | 2 | -3 | 5 | | |
| 3 | Матрица M | | | | Матрица N | | | | |

Рисунок 1.40 – Исходные значения матриц

1-й способ заключается в последовательном сложении (вычитании) соответствующих элементов матрицы.

Данным способом найдем сумму матриц в блоке I1:K2. Для этого необходимо в ячейку I1 ввести формулу $=A1+E1$ и используя маркер автозаполнения скопировать ее на остальные ячейки блока I1:K2 (рисунок 1.41).

| | | И1 | | | | | | | | | | | fx | |
|---|-----------|--------|---|---|-----------|----|---|---|-----|----|----|---|----|--|
| | | =A1+E1 | | | | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | | |
| 1 | 2 | -3 | 7 | | -1 | 0 | 4 | | 1 | -3 | 11 | | | |
| 2 | -1 | 5 | 6 | | 2 | -3 | 5 | | 1 | 2 | 11 | | | |
| 3 | Матрица М | | | | Матрица N | | | | M+N | | | | | |

Рисунок 1.41 – Нахождения суммы матриц первым способом

2-й способ основан на использовании формул массива. Этот способ отличается тем, что результат сложения (вычитания) матриц сам является массивом, а, следовательно его элементы удалить нельзя.

Для выполнения вычитания данным способом, необходимо выделить блок ячеек в котором будет размещен результат, набрать в активной ячейке формулу =A1:C2-E1:G2 и нажать сочетание клавиш **Ctrl+Shift+Enter**, при этом во всех ячейках блока результата появится формула {=A1:C2-E1:G2}, как показано на рисунке 1.42.

| | | M1 | | | | | | | | | | | fx | | |
|---|-----------|----------------|---|---|-----------|----|---|---|-----|----|----|---|-----|----|---|
| | | {=A1:C2-E1:G2} | | | | | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| 1 | 2 | -3 | 7 | | -1 | 0 | 4 | | 1 | -3 | 11 | | 3 | -3 | 3 |
| 2 | -1 | 5 | 6 | | 2 | -3 | 5 | | 1 | 2 | 11 | | -3 | 8 | 1 |
| 3 | Матрица М | | | | Матрица N | | | | M+N | | | | M-N | | |

Рисунок 1.42 – Нахождения разности матриц вторым способом

Использовать табличную формулу будет удобнее, если задать матрицам имена. Для этого нужно выделить, например блок A1:C2 и выбрать команды меню **Вставка-Имя-Присвоить**. Зададим блоку A1:C2 имя М, а блоку E1:G:2 – N. Тогда табличная формула вычитания матриц будет иметь вид { =М - N } .

Аналогично, в диапазоне A5:C6 можно вычислить произведение матрицы М на некоторое число (в нашем случае – 5), набрав в выделенном диапазоне формулу {=М*5}, как показано на рисунке 1.43.

| | | A5 | | | fx {=5*M} | | | | |
|---|-----------|-----|----|---|-----------|----|---|---|--|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | |
| 1 | 2 | -3 | 7 | | -1 | 0 | 4 | | |
| 2 | -1 | 5 | 6 | | 2 | -3 | 5 | | |
| 3 | Матрица M | | | | Матрица N | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | 10 | -15 | 35 | | | | | | |
| 6 | -5 | 25 | 30 | | | | | | |
| 7 | 5M | | | | | | | | |

Рисунок 1.43 – Умножение матрицы на число

§2 Использование матричных функций

Пример №2. Даны матрицы A, B и C, где :

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 8 & 9 & 2 \\ 6 & 12 & 11 & 4 \\ 1 & 0 & 3 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 5 & -2 \\ 2 & 1 \\ 6 & 0 \\ 6 & 0 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 2 & -9 & 8 \\ 5 & -4 & 5 \\ 8 & 8 & 1 \end{pmatrix}$$

Выполнить следующие операции: $A*B$, транспонирование A, определитель B, обратную матрицу от C.

Умножение матриц выполнять подобно сложению нельзя, поскольку произведение двух матриц выполняется по определенным правилам. Две матрицы можно перемножить при условии, что количество столбцов первой матрицы равно количеству строк второй матрицы. Для того, чтобы умножить две матрицы, необходимо использовать функцию **МУМНОЖ** (матрица1; матрица2) и производить вычисления с помощью табличной формулы (рисунок 1.44).

| | | I1 | | | | fx {=МУМНОЖ(A;B)} | | | | |
|---|-----------|----|----|---|---|-------------------|----|---|-----|----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| 1 | 5 | 8 | 9 | 2 | | 5 | -2 | | 107 | -2 |
| 2 | 6 | 12 | 11 | 4 | | 2 | 1 | | 144 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 3 | 1 | | 6 | 0 | | 29 | -2 |
| 4 | | | | | | 6 | 0 | | | |
| 5 | Матрица A | | | | | Матрица B | | | A*B | |

Рисунок 1.44 – Умножение двух матриц

Для транспонирования матрицы (поменять в матрице местами строки и столбцы) используется функция **ТРАНСП (матрица)**. Например, для транспонирования матрицы А, необходимо выделить блок, состоящий из четырех строк и трех столбцов и ввести табличную формулу $\{=ТРАНСП(А)\}$ или $\{=ТРАНСП(А1:D3)\}$, как показано на рисунке 1.45.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|-----------|----|----|---|---|---|----|---|-----------|----|---|
| 1 | 5 | 8 | 9 | 2 | | 5 | -2 | | 107 | -2 | |
| 2 | 6 | 12 | 11 | 4 | | 2 | 1 | | 144 | 0 | |
| 3 | 1 | 0 | 3 | 1 | | 6 | 0 | | 29 | -2 | |
| 4 | Матрица А | | | | | 6 | 0 | | Матрица В | | |
| 5 | | | | | | | | | А*В | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 5 | 6 | 1 | | | | | | | | |
| 8 | 8 | 12 | 0 | | | | | | | | |
| 9 | 9 | 11 | 3 | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 4 | 1 | | | | | | | | |

Рисунок 1.45 – Транспонирование матрицы А

Для вычисления определителя (детерминанта) матрицы в Excel используется функция массива **МОПРЕД (матрица)**. Определитель – это скалярная величина (то есть результатом будет некоторое число), поэтому для вывода результата выделяется одна ячейка. Например, для вычисления определителя матрицы В выделим любую пустую ячейку и запишем в ней формулу $=МОПРЕД(С)$ или $=МОПРЕД(М1:О3)$, как показано на рисунке 1.46.

| | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
|--|---|----|---|-----------|----|---|---|-----|----|-----------|---|----------------|-----|
| | 5 | -2 | | 107 | -2 | | | 2 | -9 | 8 | | | |
| | 2 | 1 | | 144 | 0 | | | 5 | -4 | 5 | | Определитель С | 173 |
| | 6 | 0 | | 29 | -2 | | | 8 | 8 | 1 | | | |
| | 6 | 0 | | Матрица В | | | | А*В | | Матрица С | | | |

Рисунок 1.46 – Нахождение определителя матрицы С

| O1 | | | | | | | | | | | | | | fx | {=МУМНОЖ(I1:K3;M1:M3)} |
|--|---|---|---|-----|------|------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------|---------|------------------------|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | |
| 800x ₁ - 7x ₂ + 6x ₃ = -5614 | | | | 800 | -7 | 6 | | 0,001 | 5E-06 | -0 | | -5614 | | -7,0000 | |
| 4x ₁ + 1600x ₂ + 6x ₃ = 12810 | | | | 4 | 1600 | 6 | | -0 | 6E-04 | -0 | | 12810 | | 7,9975 | |
| - 2x ₁ + 2x ₂ + 2400x ₃ = 16830 | | | | -2 | 2 | 2400 | | 1E-06 | -0 | 4E-04 | | 16830 | | 7,0000 | |
| Матрица коэффициентов при неизвестных A | | | | | | | Обратная матрица A ⁻¹ | | | | Столбец свободных элементов B | | Столбец решения системы | | |

Рисунок 1.48 – Решение системы линейных уравнений

§4 Лабораторная работа №6. Работа с матрицами в MS Excel

Задание №1.

Даны матрицы

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 1 \\ -4 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad S = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 4 \end{pmatrix}, \quad L = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}, \quad H = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Таблица 5 – Варианты индивидуальных заданий

| № Варианта | Задание |
|------------|---|
| 1 | 1. 2S+L; 2. Определитель det(PQ); 3. Транспонировать матрицы L и H. 4. Найти обратную от Q |
| 2 | с) 3P-Q; d) Определитель det(Q); e) Транспонировать матрицы PH и L f) Найти обратную от P |
| 3 | 1. S+2L; 2. Определитель det(P); 3. Транспонировать матрицы L. и H 4. Найти обратную от PQ |
| 4 | 1. 2S-L; 2. Определитель det(PQ); 3. Транспонировать матрицы P.и H 4. Найти обратную от P |

| № Варианта | Задание |
|---------------|--|
| 5 | 1. $2PQ$; 2. Определитель $\det(P)$; 3. Транспонировать матрицу. $S+L$. и H 4. Найти обратную от Q |
| 6 | 1. $2S-L$; 2. Определитель $\det(PQ)$; 3. Транспонировать матрицы L . и H 4. Найти обратную от P |
| 7 | 1. $S+L$; 2. Определитель $\det(3P)$; 3. Транспонировать матрицу . QH 4. Найти обратную от Q |
| 8 | 1. $S-2L$; 2. Определитель $\det(P)$; 3. Транспонировать матрицы L .и H 4. Найти обратную от PQ |
| 9 | 1. $L+S$; 2. Определитель $\det(Q)$; 3. Транспонировать матрицу PH 4. Найти обратную от $3P$ |
| 10 | 1. $L-S$; 2. Определитель $\det(3Q)$; 3. Транспонировать матрицу $Q.H$ 4. Найти обратную от P |

Задание №2.

Решить систему линейных уравнений $Ax=b$

Таблица 6 – Варианты индивидуальных заданий

| № варианта | Система линейных уравнений | № варианта | Система линейных уравнений |
|---------------|--|---------------|---|
| 1 | $\begin{cases} 100x_1 - 14x_2 + 13x_3 = -1232 \\ 0.5x_1 + 200x_2 + 9.5x_3 = 326 \\ -9x_1 + 9x_2 + 300x_3 = 4335 \end{cases}$ | 6 | $\begin{cases} 200x_1 - 13x_2 + 12x_3 = -2470 \\ x_1 + 400x_2 + 9x_3 = 904 \\ -8x_1 + 8x_2 + 600x_3 = 7920 \end{cases}$ |

| № варианта | Система линейных уравнений | № варианта | Система линейных уравнений |
|------------|---|------------|---|
| 2 | $\begin{cases} 300x_1 - 12x_2 + 11x_3 = -3504 \\ 1.5x_1 + 600x_2 + 8.5x_3 = 1884 \\ -7x_1 + 7x_2 + 900x_3 = 1091 \end{cases}$ | 7 | $\begin{cases} 400x_1 - 11x_2 + 10x_3 = -4334 \\ 2x_1 + 800x_2 + 8x_3 = 3226 \\ -6x_1 + 6x_2 + 1200x_3 = 13290 \end{cases}$ |
| 3 | $\begin{cases} 500x_1 - 10x_2 + 9x_3 = -4960 \\ 2.5x_1 + 1000x_2 + 7.5x_3 = 5050 \\ -5x_1 + 5x_2 + 1500x_3 = 15080 \end{cases}$ | 8 | $\begin{cases} 600x_1 - 9x_2 + 8x_3 = -5382 \\ 3x_1 + 1200x_2 + 7x_3 = 72360 \\ -4x_1 + 4x_2 + 1800x_3 = 16260 \end{cases}$ |
| 4 | $\begin{cases} 700x_1 - 8x_2 + 7x_3 = -5600 \\ 3.5x_1 + 1400x_2 + 6.5x_3 = 9824 \\ -3x_1 + 3x_2 + 2100x_3 = 16850 \end{cases}$ | 9 | $\begin{cases} 800x_1 - 7x_2 + 6x_3 = -5614 \\ 4x_1 + 1600x_2 + 6x_3 = 12810 \\ -2x_1 + 2x_2 + 2400x_3 = 16830 \end{cases}$ |
| 5 | $\begin{cases} 900x_1 - 6x_2 + 5x_3 = -5424 \\ 4.5x_1 + 1800x_2 + 5.5x_3 = 16210 \\ -x_1 + x_2 + 2700x_3 = 16220 \end{cases}$ | 10 | $\begin{cases} 1000x_1 - 5x_2 + 4x_3 = -5030 \\ 5x_1 + 2000x_2 + 5x_3 = 20000 \\ 3000x_3 = 15000 \end{cases}$ |

§5 Вопросы для самопроверки

1. В чем особенность формул массива, каким образом они вычисляются?
2. Как присвоить имя диапазону ячеек?
3. Как сложить (вычесть) две матрицы?
4. Как умножить матрицу на число?
5. Для каких матриц можно найти определитель, какая функция для этого используется?
6. Как транспонировать матрицу? В чем заключается данная операция?
7. Для каких матриц можно найти обратную, какая функция для этого используется?
8. Какие функции используются для решения системы линейных уравнений методом обратной матрицы?

Часть 2 Пакет математических вычислений MathCAD

Глава 1 Основы работы в MathCAD


MathCAD – это инженерное математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять и анализировать любые инженерные расчеты. Среда MathCAD предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками, текстами и обладает простым в освоении графическим интерфейсом.


§1 Пользовательский интерфейс MathCAD




Графический интерфейс программы MathCAD интуитивно понятен и имеет стандартный для программ Windows интерфейс: заголовок, управляющее меню, ниже располагаются три строки, которые содержат панели инструментов - стандартная, форматирование, математическая (панель математических операций).

Все основные вычислительные операции в программе выполняются с помощью панели математических операций **Math**. Если при запуске программы она отсутствует, то необходимо ее добавить, выполнив команду **View – Toolbars – Math**.

Математическая панель Math интегрирует девять панелей, каждая из которых имеет специальное назначение (рисунок 2.1). Кратко охарактеризуем все панели семейства Math:

–  **Calculator (Калькулятор)**. На данной панели расположены арифметические операторы, цифры от 0 до 9, наиболее распространенные функции и математические константы, а также операторы вывода.

–  **Graph (Графики)**. С помощью этой панели можно вызвать шаблоны для построения разнообразных графиков и поверхностей. На панели также расположены ссылки на инструменты для анализа данных.

-  **Matrix (Матрица).** На панели расположены операторы создания, обращение, транспонирование матриц, а также операторы матричных индексов и колонок. На панели также расположены операторы для работы с векторами.
-  **Evaluation (Выражения).** На панели находятся ссылки на все операторы ввода и вывода в MathCad, а также шаблоны для создания пользовательских операторов.
-  **Calculus (Вычисление, Матанализ).** На панели находятся применяемые при решении задач математического анализа операторы: определенного и неопределенного интегралов, производных, пределов, сложений и произведений, символ бесконечности .
-  **Boolean (Булевы, Логика).** Эта панель предназначена для задания логических операторов.
-  **Programming (Программирование).** Панель содержит операторы языка программирования MathCad .
-  **Greek (Греческий Алфавит).** Расположены буквы греческого алфавита.
-  **Symbolic (Символика, Символы).** Панель предназначена для проведения аналитических преобразований.

Под строками панелей инструментов находится окно рабочего документа MathCAD – пространство (рабочее поле), в котором располагаются все введенные команды и выражения, куда MathCAD выводит результаты вычислений и графики и где размещаются текстовые комментарии. На рабочем поле размещается два объекта: курсор ввода (маркер ввода) в виде красного крестика и вертикальная черта, отделяющая текущую страницу от соседней (справа). Курсор ввода устанавливается мышью. Он намечает места ввода блоков текущего документа. Содержимое данного окна можно редактировать, форматировать, сохранять в файлах на диске, печатать и др. Окно снабжено полосами прокрутки – вертикальной и горизонтальной.

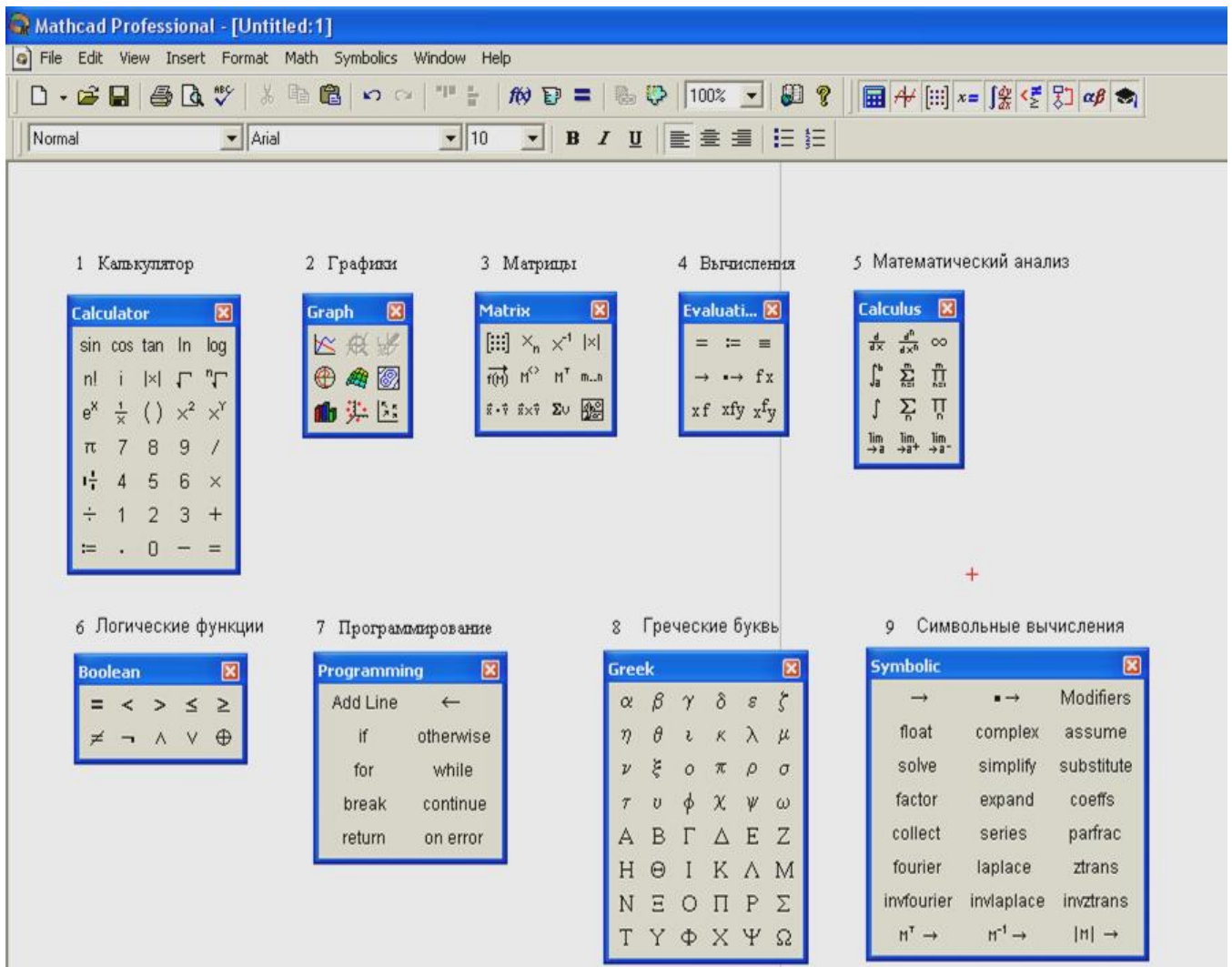


Рисунок 2.1 – Окно программы MathCAD с развернутыми математическими панелями

Последняя нижняя строка окна – строка состояния. В ней приведены (слева направо) рекомендации к дальнейшим действиям, текущее состояние среды и номер отображенной на экране страницы рабочего документа.

Рассмотрим некоторые опции управляющего меню программы MathCAD.

Меню **File** (Файл), **Edit** (Редактирование) типичны для всех приложений Windows.

Меню **View** (просмотр) содержит операции настройки окна Mathcad. Здесь имеются следующие опции: **Toolbar** открывает доступ к панелям инструментов: **Standard** (Стандартная), **Formatting** (Форматирование), **Math**

(Математическая), **Status Bar** – устанавливает/убирает строку состояния, **Ruler** – устанавливает/убирает линейку, **Regions** – области, **Zoom** – масштаб и др.

Меню **Insert** (Вставить) содержит опции: **Graph** (график) – открывает доступ к операциям построения различных типов графиков; **Matrix** (Матрица) – открывает окно определения размерности матрицы; **Function** (Функция) – открывает окно диалога списка встроенных функций; **Unit** (Единица) – открывает список определенных в MathCAD единиц измерения; **Picture** (Рисунок) – задает операцию вставки рисунка; **Area** (Область) – в рабочий документ можно вставить «закрывающуюся» область; **Math Region** – в текстовый комментарий вставляется поле ввода математических символов; **Text Region** – используется для определения поля текстовых комментариев; **Page Break** (Разрыв страницы) – в рабочий документ вставляется признак конца страницы и др.

Меню **Format** (Формат). Все операции этого меню предназначены для определения стиля и формы отображения в рабочем документе вводимых выражений, данных, результатов вычислений и графиков – определения цветов фона и надписей, размера и типа шрифта, выравнивания текстов, разделения рабочего документа на области и т.д.

Меню **Math** (Математика). Это меню содержит операции управления вычислениями: **Calculate** (Вычислить) – вычисляются выражения, расположенные выше и левее курсора; **Calculate Worksheet** (Пересчитать рабочий документ) – выполняются все вычисления и перерисовываются все графики, определенные в рабочем документе; **Automatic calculation** (Вычислять автоматически) – любое выражение вычисляется немедленно после окончания ввода, а график строится после щелчка вне поля графиков; **Optimization** (Оптимизация) – включен режим оптимизации вычислений; **Option** (Настройки) – открывается временное окно настройки параметров режима вычислений.

Меню **Symbolics** (Символьные вычисления). Это меню содержит операции символьной математики. Команда меню **Evaluate** (Выражения) предназначена для определения вида выражения и содержит три опции:

Symbolically – символично, *Floating Point* – с плавающей запятой, *Complex* – комплексное. В пункте меню *Variable* объединены операции математического анализа. *Solve* – решение уравнений, *Substitute* – подстановка, *Differentiate* – дифференцирование, *Integrate* – интегрирование, *Expand to Series* – разложение по формуле Тейлора, *Convert to Partial Fraction* – разложение на простейшие дроби.

Меню *Window* (Окно). Это меню позволяет устанавливать стиль расположения окон, содержащих различные рабочие документы Mathcad.

§2 Основные операции с объектами

Система MathCAD интегрирует в себе три редактора: формульный, текстовый и графический.

Ввод любой информации осуществляется в месте расположения курсора. Программа использует три вида курсора:

- **крестообразный курсор** – определяет место создания следующего объекта, при условии, что не выбраны другие объекты (рисунок 2.2 а);

- **уголковый курсор** – указывает текущий элемент выражения при вводе формул (рисунок 2.2 б);

- курсор в виде **вертикальной черты** – применяется при вводе данных в текстовом блоке (рисунок 2.2 в).

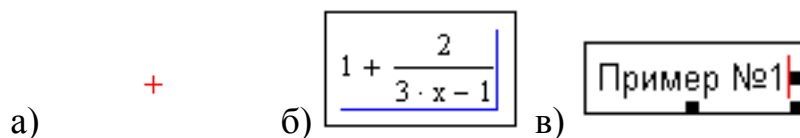


Рисунок 2.2 – различные виды курсора в MathCAD: а) крестообразный; б) уголковый; в) в виде вертикальной черты

Выделенные рамкой блоки можно переносить в другое место, уцепившись за рамку указателем мыши, он при этом превращается в

изображение черной ладошки. Если при перемещении удерживать клавишу Ctrl, то будет выполняться копирование блока.

Основными объектами рабочего листа являются формулы. Любой новый объект по умолчанию является формулой, поэтому для ввода формулы достаточно установить крестообразный курсор в нужное место и начать ввод формулы, используя специальные панели инструментов. Для того чтобы фрагмент сделать текстовым достаточно поставить пробел.

§3 Решение задач элементарной математики в MathCAD

В программе MathCAD можно выполнить следующие символьные преобразования алгебраических выражений:

- *simplify* (упростить) – выполнить арифметические операции, привести подобные, сократить дроби, использовать для упрощения формулы сокращенного умножения, тригонометрические тождества и другое (рисунок 2.3 а);
- *expand* (развернуть) – раскрыть скобки, перемножить и привести подобные;
- *factor* (разложить на множители) – представить, если возможно выражение в виде произведения простых сомножителей (рисунок 2.3 б);
- *substitute* (подставить) – заменить в алгебраическом выражении букву или выражение другим выражением;
- *convert to fraction* – разложить рациональную дробь на простейшие дроби (рисунок 2.3 в).

$$\text{a) } \left(1 + \frac{2}{3x-1}\right) \cdot \left(1 - \frac{9x-9x^2}{3x+1}\right) + 1 \text{ simplify } \rightarrow 3x$$

$$\text{б) } a^2 \cdot b + a \cdot b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot c + b^2 \cdot c + a^2 \cdot c + a \cdot c^2 + b \cdot c^2 \text{ factor } \rightarrow (b+c) \cdot (a+c) \cdot (a+b)$$

$$\text{в) } \frac{x^2-3x+7}{(x-1)^2 \cdot (x^2+x+1)} \text{ parfrac } \rightarrow \frac{6x+10}{3 \cdot (x^2+x+1)} - \frac{2}{x-1} + \frac{5}{3 \cdot (x-1)^2}$$

Рисунок 2.3 – Символьные преобразования алгебраических выражений, с использованием функций: а) simplify; б) factor; в) convert to fraction

В программе MathCad можно использовать буквенные определения, которым сопоставляются числовые значения, и которые рассматриваются как переменные. Буквенные значения задаются с помощью оператора присваивания " := " (его можно ввести используя кнопку на панели *Калькулятор* или *Подсчета*, либо нажать клавиши Sift + $\boxed{;}$ на клавиатуре). Таким же образом можно задавать числовые последовательности, аналитически определенные функции, матрицы, векторы.

Если все значения переменных известны, то для вычисления числового значения выражения (скалярного, векторного или матричного) необходимо подставить числовые значения и выполнить заданные действия. В программе MathCad применяется оператор вычисления, который вводится символом « = », его можно выбрать на панели *Калькулятор* либо на клавиатуре (рисунок 2.4).

$$\sqrt{345} + \frac{34}{56} - (2 + \sqrt{45}) \cdot \frac{3}{17} = 17.645$$

$$\sin\left(\frac{2\pi}{7}\right) + \sqrt[5]{345} \cdot e^{1.5} + \frac{\ln(12.7)}{\sqrt{3}} = 16.671$$

Рисунок 2.4 – Вычисление значения численного выражения

Если в выражении присутствуют параметры, то их значение нужно определять выше или левее заданного выражения, затем проводить вычисление

с аналитическими формулами и использовать оператор вычисления для вывода значения этой переменной (рисунок 2.5).

a) This variable is undefined.

$x := 1.5$

$$\frac{x^2 - 3x + 7}{(x - 1)^2 \cdot (x^2 + x + 1)} = 4$$

б)

Рисунок 2.5 – Вычисление значения численного выражения: а) значения параметров не заданы или определены ниже выражения; б) значения параметров заданы.

Пример №1 Вычислить значения выражения:

$$y = \sqrt[3]{2 \cdot \sqrt{\frac{\ln|x-a|}{a+b \cdot x}} + \sqrt[5]{\left| \sin \left(\lg \left(\frac{x-b}{\arctg(\quad)} \right) \right) \right|}}$$

при заданных значения параметров: $a = 0,124$, $b = 1,14$, $x = 2,125$.

Для решения данного примера, сначала необходимо определить начальные значения переменных a , b , x используя кнопку присваивания $:=$. Затем искомой переменной y присвоить заданное выражение.

Набирая формулу, можно использовать шаблоны необходимых функций на панели инструментов Калькулятор (рисунок 2.6). Если шаблон какой-либо функции отсутствует на данной панели, вызовем ее с помощью команды **Вставка – Функция** или с помощью кнопки **Вставить функцию** на панели инструментов **Стандартная**.

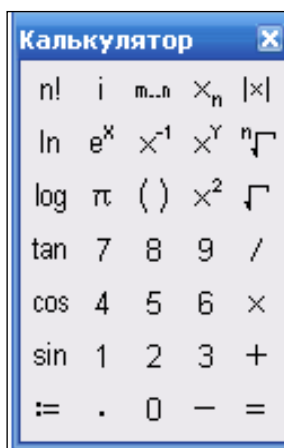


Рисунок 2.6 – Панель инструментов Калькулятор

Для вывода результата нужно набрать с клавиатуры «у=», результат появится автоматически на экране как на рисунке 2.7.

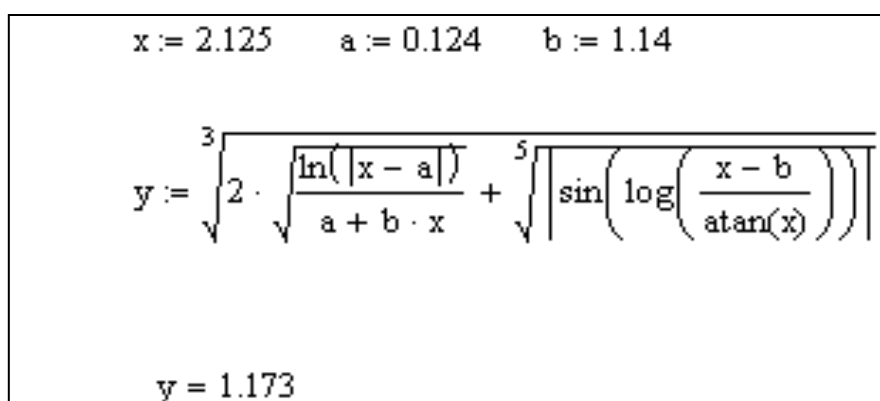



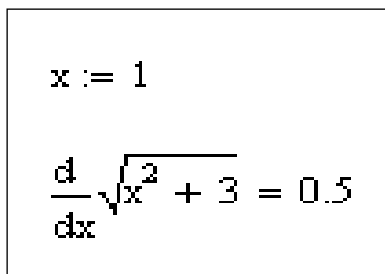
Рисунок 2.7 – Пример вычисления значения выражения

Пример 2. Средствами MathCAD найти производную функции $f(x) = \sqrt{x^2 + 3}$ в точке $x=1$.

Для того чтобы найти производную функции и вычислить ее численное значение, необходимо сначала определить точку, в которой вычисляется производная.

Для вычисления производной используется кнопка на панели *Calculus* (Матанализ) $\frac{d}{dx}$. Появится оператор производной с двумя полями.

На поле в знаменателе вводится имя переменной, по которой проводится дифференцирование - x . На поле справа от $\frac{d}{dx}$ вводится выражение, которое нужно дифференцировать. Чтобы увидеть результат используется знак  (Рисунок 2.8).





$$x := 1$$

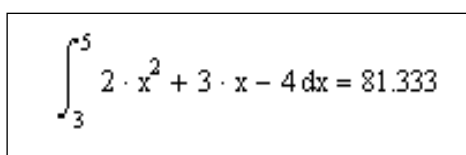
$$\frac{d}{dx} \sqrt{x^2 + 3} = 0.5$$

Рисунок – 2.8 Вычисление производной функции в точке

Пример 3. Средствами MathCAD найти определенный интеграл функции

$$\int_3^5 (2x^2 + 3x - 4) dx$$

Оператор интегрирования в Mathcad предназначен для численного вычисления определенного интеграла функции по некоторому интервалу. Для вычисления определенного интеграла необходимо использовать кнопку  на панели *Calculus* (Матанализ). Появится знак интеграла с пустыми полями для подынтегрального выражения, пределов интегрирования и переменной интегрирования. На полях внизу и вверху знака интеграла вводятся нижний и верхний пределы интегрирования соответственно; на поле между знаком интеграла и dx задается выражение, которое нужно интегрировать; на последнем пустом поле вводится переменная интегрирования. Чтобы увидеть результат используется знак  (рисунок 2.9).



$$\int_3^5 2 \cdot x^2 + 3 \cdot x - 4 dx = 81.333$$

Рисунок – 2.9 Вычисление определенного интеграла

§4 Лабораторная работа №1 Основные вычислительные возможности Mathcad

Задание 1. Средствами MathCAD вычислить значение выражения.

Таблица 7 –Индивидуальные варианты задания 1

| № Варианта | Выражение |
|---------------|---|
| 1 | $y = \sqrt{ax^2 + \sqrt[3]{\lg(2 \cdot \sin^2 x)}} - \operatorname{arctg}\left(\frac{a-x}{4.5}\right); a=0.83, x=1.2$ |
| 2 | $y = \arccos(\lg x^2 - a^{(x+4.3)}) - e^{\sin x-a ^{1/4}}; a=0.12, x=0.36$ |
| 3 | $z = \sqrt[5]{\frac{a-b^3}{\operatorname{tg}(e^{ x+ab })}} + \sin^3(x^{1/4}); a=0.394, b=0.124, x=0.842$ |
| 4 | $y = \ln \lg x - \frac{(\ln x)^2}{a - \operatorname{arctg}\operatorname{tg}\left \frac{x}{a}\right }; a=0.334, x=1.256$ |
| 5 | $y = \left[\arcsin\left(\frac{x}{a}\right) \cdot e^{ ax } \cdot \cos^2\left \sqrt[3]{x-a}\right \right]^{\ln\left \frac{x}{a-3.17}\right }; x=0.117, a=2.346$ |
| 6 | $z = \left e^{ x-a-\arcsin^2(ax-0.441) } - \sqrt[3]{\frac{a^5 - \sqrt{\ln x}}{\cos ax }} \right ; x=2.512, a=0.135$ |
| 7 | $y = \left \frac{\sin\left[\arcsin\left(\sqrt{ x-0.8 \cdot \ln(bx) }\right)\right]}{a - b \cdot \sin^2(x-a) \cdot e^{\ln x}} \right ; x=2.126, b=2.438, a=0.324$ |
| 8 | $z = \frac{x}{\operatorname{arctg}\left(x^{-a}\right)} \cdot \frac{\ln\left(\sqrt{b+a \cdot e^{ax}}\right)}{ax-1}; x=0.834, b=0.242, a=0.125$ |

| № Варианта | Выражение |
|---------------|--|
| 9 | $y = x \cdot \left(\ln x^{\frac{1}{3}}\right)^{\sqrt{ x^3 - a }} + \frac{e^{\sin^3 x}}{1 + a \cdot e^{\ln 4.2 - x }}; a=0.344, x=0.125$ |
| 10 | $y = \frac{\left[a + \frac{1}{2} \ln \sin x + \cos(\ln ax - b) \right]^{a-x}}{\operatorname{tg}^{\frac{1}{3}}(\ln^3 2x)}; a=0.344, b=1.124,$ $x=0.455$ |

Задание 2. Средствами MathCAD найти производную функции $f(x)$ в точке $x=1$.

Таблица 8 – Индивидуальные варианты задания 2

| № Варианта | $f(x)$ | № Варианта | $f(x)$ |
|---------------|---|---------------|--|
| 1 | $\operatorname{tg}(x^3 + x^2 \sin \frac{2}{x})$ | 6 | $x + \arcsin(x^2 \sin \frac{6}{x})$ |
| 2 | $\operatorname{arctg}(x \cos \frac{1}{5x})$ | 7 | $\operatorname{tg}(2^{x^2 \cos \frac{1}{8x}} - 1 + x)$ |
| 3 | $\sin(x \sin \frac{3}{x})$ | 8 | $\operatorname{arctg} x \sin \frac{7}{x}$ |
| 4 | $\arcsin(x^2 \cos \frac{1}{9x})$ | 9 | $2x^2 + x^2 \cos \frac{1}{9x}$ |
| 5 | $\ln(1 - \sin(x^3 \sin \frac{1}{x}))$ | 10 | $x^2 \cos \frac{11}{9x}$ |

Задание 3. Средствами MathCAD найти определенный интеграл функции $g(x)$ интервале $[0;4]$.

Таблица 9 –Индивидуальные варианты задания 3

| № Варианта | $g(x)$ | № Варианта | $g(x)$ |
|------------|--------------------------------|------------|-----------------------------|
| 1 | $x^2 - 9$ | 6 | $x^2 - 0.16$ |
| 2 | $\frac{1}{\sin x(1 + \sin x)}$ | 7 | $\frac{\sin x}{2 + \sin x}$ |
| 3 | $x^2 - x - 2$ | 8 | $(x - 7)(x - 1)$ |
| 4 | $(x + 1)(x + 3)$ | 9 | $(x + 7)(x - 1)$ |
| 5 | $x^2 - 3x + 2$ | 10 | $x^2 - 8x + 7$ |

§5 Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные элементы интерфейса программы MathCAD?
2. Какие панели присутствуют на панели **Math** (Математика)? Каково назначение этих панелей?
3. Какие виды курсора используются в программе MathCAD, каково их назначение?
4. Как добавить текстовый блок, чем он отличается от блока формулы?
5. Как работает угловой курсор в формуле, как увеличить (уменьшить) размер курсора?
6. В каком случае в программе используется знак $\boxed{=}$ (равно), а в каком знак $\boxed{:=}$ (присвоить)?
7. Как определить переменную (функцию) в программе MathCAD?
8. Какие функции используются в MathCAD для символьного преобразования алгебраических выражений?
9. Как подсчитать определенный интеграл функции?
10. Как найти производную первого порядка функции в заданной точке?

Глава 2 Графические возможности MathCAD

Одним из многих достоинств MathCAD является легкость построения графиков. Программа позволяет строить самые разнообразные графики: в декартовой и в полярной системе координат, с масштабной сеткой и без неё, с линейным и логарифмическим масштабом, с отметкой линий прямоугольниками, крестами, ромбами и т.д.

Для работы с графиками используется соответствующая панель, на которой расположены девять кнопок с изображением различных типов графиков: *X-Y Plot* – графики в декартовых координатах, *Polar Plot* – графики в полярных координатах, *3D Bar Chart* – столбиковые диаграммы, *Surface Plot* – трехмерный график, *Cunter Plot* – карта линий уровня, *Vector Field Plot* – векторное поле, *3D Scatter Plot* – трехмерный точечный график. Рассмотрим построение графиков в декартовых координатах и графиков поверхностей средствами программы MathCAD.

§1 Построение графика в декартовых координатах

Пример №1 Построить график функции $f(x) = x \sin \sqrt{|x|}$

Для построения графика функции сначала необходимо определить функцию, используя знак присваивания. Затем, на панели графики нажать кнопку *X-Y график* и ввести в позиции, указанной меткой возле оси абсцисс, имя аргумента x , а возле оси ординат имя функции $f(x)$. График будет построен после щелчка по рабочему документу вне поля графиков (рисунок 2.10).

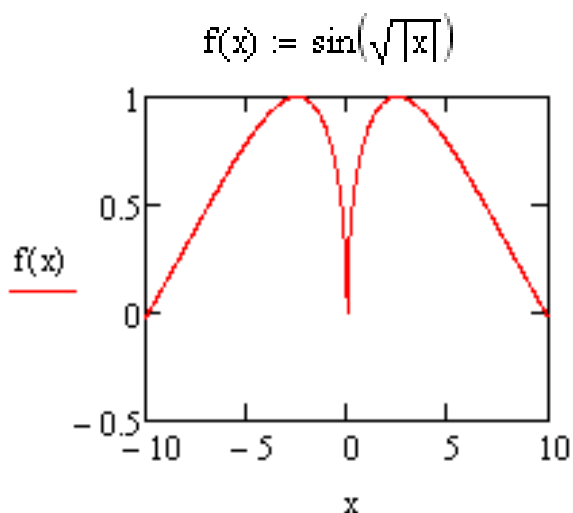


Рисунок 2.10 – Построение двумерного графика

Диапазон переменной, по которой строится график, можно определить заранее, если этого не сделать программа по умолчанию отображает диапазон значений $[-10, 10]$. Если же предлагаемые значения вас не устраивают, вы можете задать свои, изменив крайние значения по оси x и по оси y .

Для изменения внешнего вида графика нужно поместить курсор внутрь графика и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. Появится окно, состоящее из трех страниц. На первой странице имеются строки **X-Axes** (ось X) и **Primary Y-Axes** (первая ось Y), а под ними ряд надписей, левая часть которых относится к оси X , а правая – к оси Y :

- **Log Scale** (логарифмическая шкала) вводит логарифмический масштаб для соответствующей оси;
- **Grid lines** (сетка) – ее нажатие вводит сетку на график;
- **Numbered** (оцифровка) – оцифровка сетки;
- **Auto scale** (автоматическая оцифровка);
- **Show markers** (показ маркеров);
- **Auto grid** (автоматическое разбиение сетки).

Наличие надписей **Enable secondary Y-Axes** (возможность второй оси Y) и **Secondary YAxes** (вторая ось Y) дает возможность формировать графики различного масштаба для различных функций.

В нижней части окна можно определить стиль осей **Boxed** (рамка), **Crossed** (пересекающиеся), **None** (нет). По умолчанию стоит первый вариант, когда график отображается без координатных осей и помещен в рамку. Чтобы добавить оси координат нужно выбрать вариант пересекающихся осей **Crossed**.

На второй странице **Traces** (линии) перечислены линии различных функций, построенных на одном графике. Всего на одном графике можно наносить до 16 различных функций. На этой вкладке имеется возможность изменить внешний вид линии графика функции: тип линии (сплошная линия, пунктир, точки), цвет, толщину и др.

На третьей странице окна задается заголовок (**Title**), место его расположения **Above**(сверху), **Below** (снизу), наименования осей (**Axis Labels**).

Пример №2 Построить графики функций $f_1(x) = x \sin \sqrt{|x|}$ и $f_2(x) = \cos^2 x$ на одной координатной плоскости.

Для построения нескольких графиков функции на одной координатной плоскости, необходимо сначала определить каждую из функций. Затем нажать кнопку **X-Y график** на панели графики и ввести в позиции, указанной меткой возле оси абсцисс, имя аргумента – x , а возле оси ординат имя первой функции $f_1(x)$ и через запятую (появится маркер для ввода) имя второй функции – $f_2(x)$. Графики появятся после щелчка по рабочему документу вне поля графиков (рисунок 2.11).

$$f1(x) := \sin(\sqrt{|x|})$$

$$f2(x) := \cos(x)^2$$

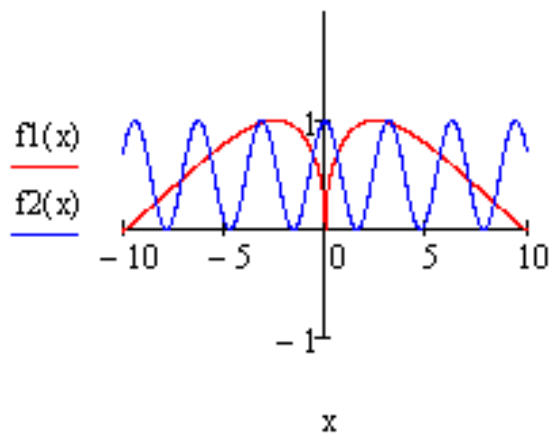


Рисунок 2.11 – Отображение двух функций на графике

Изменить масштаб построенного графика можно с помощью кнопки **Zoom** (Масштаб) на панели графики, для этого нужно при нажатой кнопке «обвести» нужный фрагмент графика. Для определения координаты необходимой точки графика используйте кнопку **Trace** (Путь).

§2 Построение графика поверхности

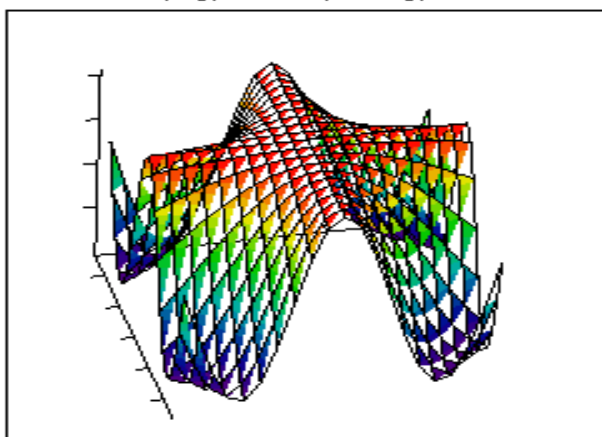
Графически отобразить функцию двух аргументов можно с помощью графика поверхности **Surface Plot**.

Пример №3. Построить график функции $z = \cos(0,2xy)$.

Если построение графика нужно только обзора общего вида поверхности, то MathCAD предоставляет возможность быстрого построения подобных графиков. Для этого достаточно определить функцию и нажать кнопку **Surface Plot** панели графиков, в появившейся графической области под осями на месте шаблона для ввода надо указать имя функции без аргументов. MathCAD автоматически построит график поверхности (рисунок 2.12).

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ПОВЕРХНОСТИ

$$f(x,y) := \cos(0.2x \cdot y)$$



f

Рисунок 2.12 – Построение графика поверхности упрощенным способом

При таком построении независимые переменные x и y принимают значения из промежутка $[-5,5]$. Этот промежуток может быть уменьшен или увеличен в окне форматирования графиков вкладке **QuickPlot Data** (рисунок 2.13).

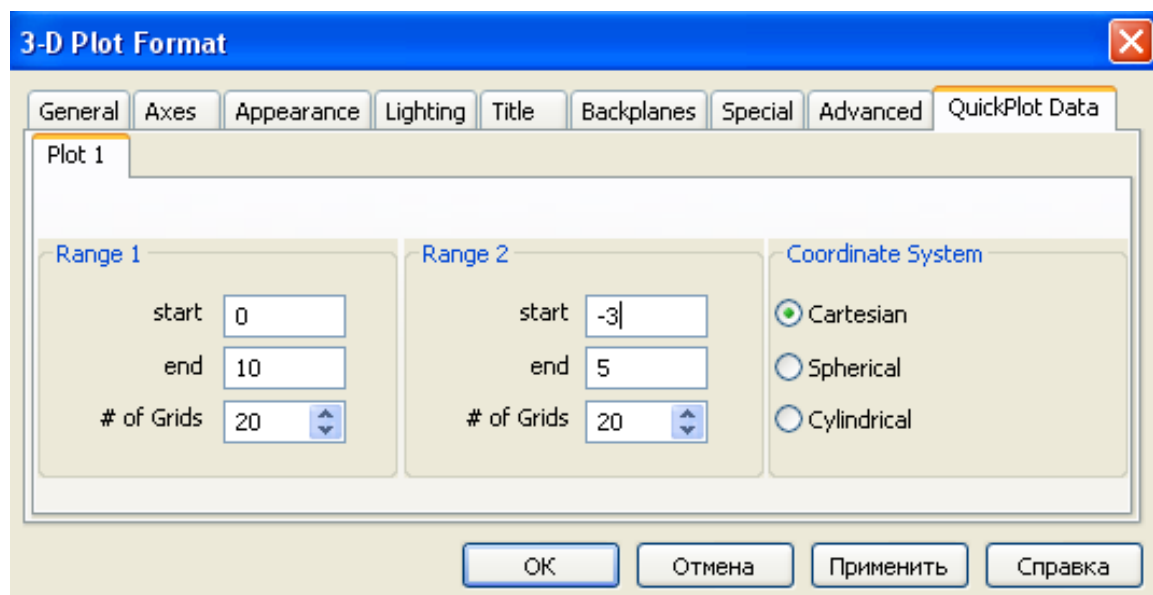
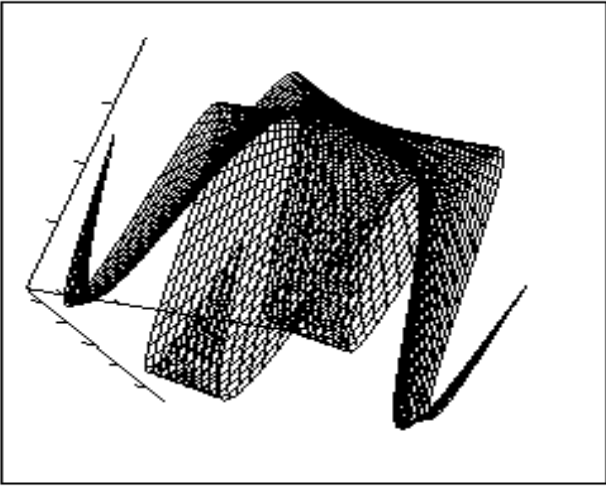


Рисунок 2.13 – Окно форматирования поверхности

Для построения графика поверхности в определенной области изменения независимых переменных или с конкретным шагом можно воспользоваться

встроенной функции *CreateMesh(F, s0, s1, t0, t1, sgrid, tgrid, fmap)*. Эта функция возвращает массив из трех матриц, представляющих координаты x, y, z для функции F, определенной в векторной параметрической форме в качестве функции двух переменных *sgrid* и *tgrid*. Аргумент *fmap* – трехэлементный вектор значений, задающих число линий в сетке изображаемой функции. Построение графика функции с помощью данной функции проиллюстрировано на рисунке 2.14

1. Зададим функцию двух переменных $f(x, y) := \cos(0.2x \cdot y)$
 2. Зададим пределы изменения переменных $x0 := -5$ $x1 := 5$ $y0 := -5$ $y1 := 5$
 3. Используя мастер функции, выберем категорию Векторы и Матрицы и активизируем CreateMesh $c := \text{CreateMesh}(f, x0, x1, y0, y1, 50)$
 4. Построим поверхностный график



с

Рисунок 2.14 – Построение графика поверхности с помощью встроенной функции

Форматировать созданный трехмерный график можно, выполнив команду *Format – Graph – 3D Plot* или выполнив двойной щелчок мышкой на графической области. В результате на экране появится диалоговое окно *3-D Plot Format*, позволяющее изменять параметры отображения графика. Рассмотрим основные опции этого окна

§3 Лабораторная работа №2 Графические возможности Mathcad

Задание 1. На одной координатной плоскости построить графики функций $f(x)$ и $g(x)$, при изменении x от -15 до $+15$.

Таблица 10 –Индивидуальные варианты задания 1

| № Варианта | $f(x)$ | $g(x)$ |
|------------|---|------------------------------|
| 1 | $\cos x + x \sin x$ | $2 - \frac{ x }{x + 0.1}$ |
| 2 | $x \cdot 2^{-x}$ | $\sin^4 x + \cos^4 x$ |
| 3 | $(x-2)^{\frac{2}{3}} + (x+2)^{\frac{2}{3}}$ | $\sin(3x+1)$ |
| 4 | $2x \sin^2 x$ | $3x^3$ |
| 5 | $\left(\frac{1}{3}\right)^x - 3^x$ | $ \sin x $ |
| 6 | $\operatorname{arctg} \frac{2}{x+0.2}$ | $1 - 2^{\frac{1}{x}}$ |
| 7 | $x^3 + x$ | $\sin x + 2x$ |
| 8 | $4 - x^2$ | $\sin^2 x$ |
| 9 | $ 4x - x^3 $ | $\sin x - x - \frac{x^3}{3}$ |
| 10 | $\frac{2 x }{x+0.2}$ | $x \ln x - x$ |

Задание 2. Построить график функции $z=f(x,y)$, где a, b - некоторые константы (заданы самостоятельно).

Таблица 11 –Индивидуальные варианты задания 2

| № Варианта | $z=f(x,y)$ | № Варианта | $z=f(x,y)$ |
|---------------|---|---------------|--|
| 1 | $z = \cos\left(\frac{a+y}{x}\right)$ | 6 | $z = \sin\left(\frac{a+y}{x}\right)$ |
| 2 | $z = \left(\frac{a + \sqrt{\sin(x-y)}}{b}\right)$ | 7 | $z = \frac{a \cdot x^4 - x \cdot y}{\sqrt{a+b}}$ |
| 3 | $z = \sin\left(b - \sqrt{\sin^2(x \cdot y)}\right)$ | 8 | $z = \sqrt[3]{ x - e^y \cdot \sin x }$ |
| 4 | $z = \frac{a \cdot x^2 + x \cdot y + b}{\sqrt{a+b}}$ | 9 | $z = \sqrt[3]{ y - e^x \cdot \cos(x) }$ |
| 5 | $z = \frac{\sqrt{e^{a \cdot x}}}{\sqrt[3]{x \cdot \sqrt{y}}}$ | 10 | $z = \sin^2 y + \cos(x \cdot y)$ |

§ 4 Вопросы для самопроверки

1. Какие операции можно выполнять, используя панель графики в MathCAD?
2. Как построить график в декартовых координатах?
3. Как на одной координатной плоскости построить несколько графиков функций?
4. Как изменить параметры линии двумерного графика?
5. Как настроить параметры осей двумерного графика?
6. Как изменить масштаб двумерного графика?
7. Как найти координату точки двумерного графика?
8. Как построить график функции двух переменных? Какие есть способы?

9. Как изменить масштаб и положение поверхности?
10. Как изменить внешний вид поверхности?

Глава 3 Решение нелинейных уравнений средствами MathCAD

§1 Решение алгебраических уравнений


Уравнения вида $f(x)=0$, где $f(x)$ некоторая нелинейная функция называют *нелинейными уравнениями*. Нелинейные уравнения можно разделить на 2 класса - алгебраические и трансцендентные. *Алгебраическими уравнениями* называют уравнения, содержащие только алгебраические функции (целые, рациональные, иррациональные). В частности, многочлен является целой алгебраической функцией. Уравнения, содержащие другие функции (тригонометрические, показательные, логарифмические и другие) называются *трансцендентными*.

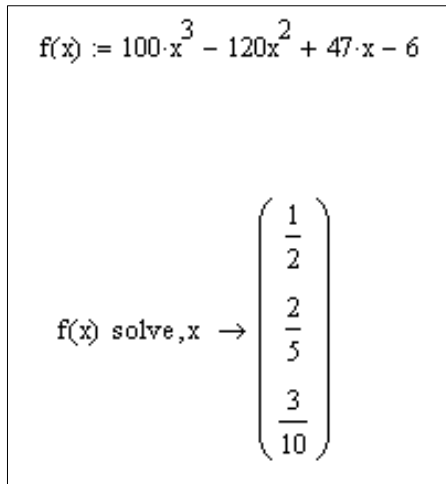
Интегрированная система MathCAD предлагает широкий спектр возможностей для решения нелинейных уравнений, систем линейных и нелинейных уравнений, а так же многих дифференциальных и интегральных уравнений и систем.

Для решения алгебраических уравнений, например квадратных и кубических, а также для вычисления корней полинома очень удобно использовать возможности символьного процессора. *Символьными* называют такие вычисления, результаты которых представляются в аналитическом виде, то есть в виде формулы. Рассмотрим на примере символьное решение уравнений с использованием встроенной функции *Solve* (решить).

Пример№1. Решить уравнение $f(x)=100x^3-120x^2+47x-6$

Для решения уравнения сначала необходимо задать функцию. Затем определить место вывода результатов решения данного уравнения и выбрать

команду *Solve* на панели символьных вычислений  *Symbolic* (Символика), входящей в состав математической палитры. В появившемся шаблоне определить имя функции и имя переменной, относительно которой ведется решение алгебраического уравнения. Результаты отображены на рисунке 2.15.



The image shows a MathCAD window with the following content:

$$f(x) := 100 \cdot x^3 - 120x^2 + 47 \cdot x - 6$$

$$f(x) \text{ solve, } x \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ \frac{2}{5} \\ \frac{3}{10} \end{pmatrix}$$

Рисунок 2.15 – Решение алгебраического уравнения с помощью функции *solve*

Для поиска всех корней обычного полинома $p(x)$ степени n MathCad поддерживает функцию *polyroots(v)*, которая возвращает вектор всех корней (как вещественных так и комплексных) полинома n -й степени, коэффициенты которого хранятся в массиве V , длиной $n+1$.

Решим заданное уравнение при помощи *polyroots(v)*. Массив коэффициентов, используемый в этой функции, определим как вектор-столбец из четырех элементов. Решение данной задачи приведено на рисунке 2.16.



The image shows a MathCAD window with the following content:

| Вектор коэффициентов | Корни полинома |
|--|---|
| $V := \begin{pmatrix} 100 \\ -120 \\ 47 \\ -6 \end{pmatrix}$ | $\text{polyroots}(V) = \begin{pmatrix} 2 \\ 2.5 \\ 3.333 \end{pmatrix}$ |

Рисунок 2.16 – Решение алгебраического уравнения с помощью функции *polyroots*

§2 Решение трансцендентных уравнений

Пример№2. Решить трансцендентное уравнение $4x^2 - \cos(x) = 0$

Для решения трансцендентных уравнений вида $f(x) = 0$ можно использовать функцию `root(f(x), x, a, b)`, где a и b – пределы интервала изоляции корня. Эта функция возвращает с заданной точностью значение переменной, при котором выражение равно нулю и реализует вычисления итерационным методом.

Чтобы воспользоваться этой функцией необходимо определить интервалы изоляции корня – a и b , например, графически. Для этого строим график функции $f(x)$, отображаем пересекающиеся оси и выделяем участки, на которых есть точки пересечения графика с осью абсцисс, это и будут корни уравнения (рисунок 2.17).

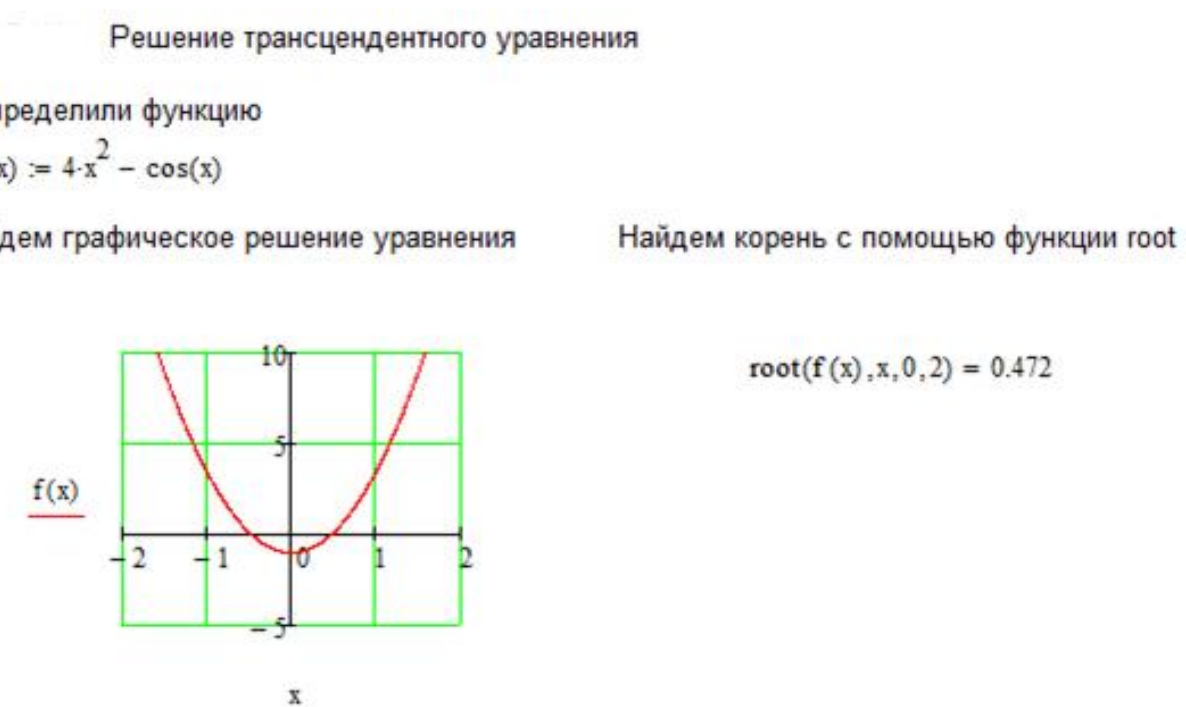

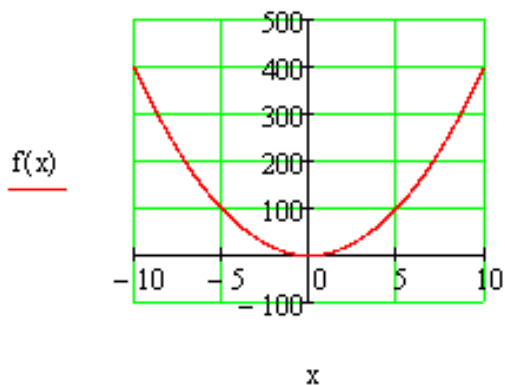
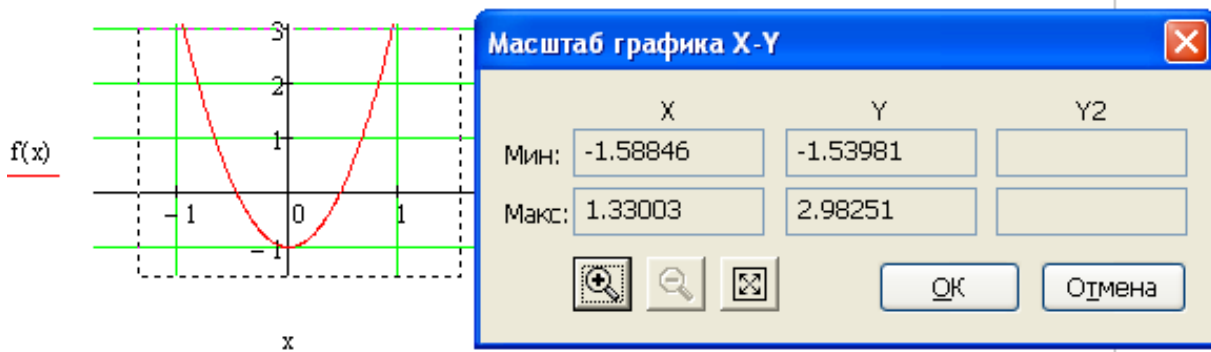


Рисунок 2.17 – Решение трансцендентного уравнения с помощью функции `root`

Если после построения графика отрезки изоляции корней видны не точно, то нужно увеличить интересующую область графика функции динамической кнопкой **Zoom (Масштаб)** , расположенной на панели инструментов **Графики** (рисунок 2.18).




а)



б)

Рисунок 2.18 – Пример масштабирования графика: а) график с масштабом по умолчанию; б) график после масштабирования

Для того, чтобы найти графическое решение уравнения нужно выполнить трассировку увеличенного участка, которая осуществляется с помощью динамической кнопки **Trace (Слежение)** , расположенной на панели инструментов **Графики**. Трассировка начинает работать после выделения графика. При этом в окне графика появляется большое перекрестие из двух черных пунктирных линий. С помощью указателя мыши его можно перемещать по графику с дискретностью, определяемой заданным шагом изменения

абсциссы x . При этом координаты текущей точки ближайшей кривой графика, на которую установлено перекрестие, отображаются в окне трассировки. Это позволяет в приближении выявить координаты особых точек графика, в данном случае решение уравнения $f(x)=0$. В нашем случае при трассировке получаем результат, отображенный на рисунке 2.19.

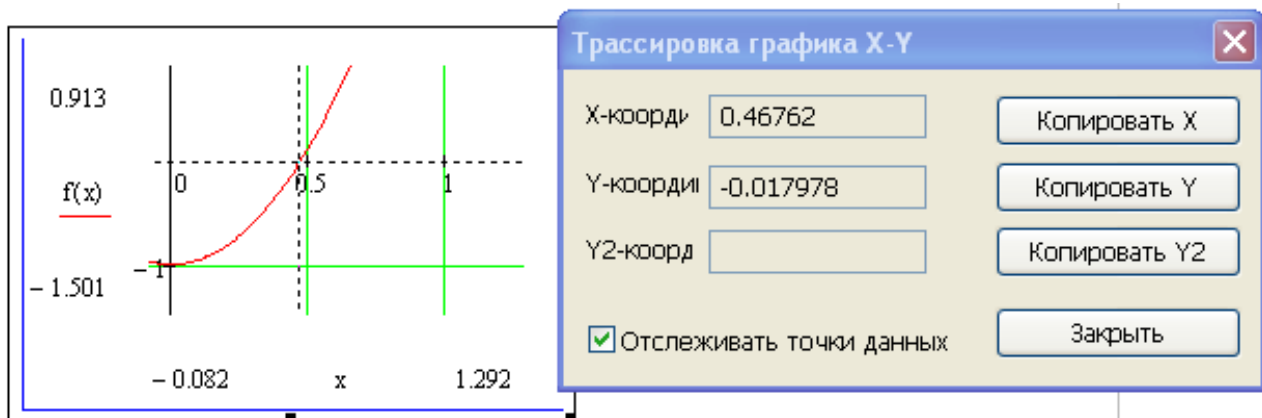


Рисунок 2.19 – Графическое определение корня уравнения

Большие возможности для решения не только уравнений, но и неравенств, систем уравнений и неравенств, дифференциальных уравнений и других задач дает решающий блок *Given*. Он имеет следующую структуру:

- начальные условия;
- служебное слово *Given*;
- уравнения;
- ограничительные условия;
- выражения, содержащие функцию решения системы.

Рассмотрим назначения каждого элемента структуры:

Начальные условия определяют начальные значения искомых переменных и задаются обычным присваиванием.

Уравнения задаются с применением символьного (жирного) знака равенства между левой и правой частями уравнения. Знак символьного

равенства добавляется при помощи панели инструментов **Boolean** (Логические операции) или на клавиатуре $\boxed{=}$ + $\boxed{\text{Ctrl}}$.

Ограничительные условия задаются в виде неравенств или равенств (панель инструментов **Boolean**), которые должны выполняться при решении уравнения или системы уравнений.

Выражение, содержащее функцию для решения системы, может быть представлено одной из функций: Find, Minerr, Maximize, Minimize, Odesolve, Pdsolve.

Мы рассмотрим только функцию **Find** (x_1, x_2, \dots, x_n), которая возвращает значение одной или нескольких переменных x_1, x_2, \dots, x_n для точного решения. Применение данной функции рассмотрим для решения уравнения из примера 2 (рисунок 2.20).

```

Given
4·x2 - cos(x) = 0
Find(x) → -0.47188764824778434471

```

Рисунок 2.20 – Решение уравнения с использованием блока Given

§3 Лабораторная работа №3 Решение нелинейных уравнений

Задание 1. Решить алгебраическое уравнение $f(x)=0$ графическим методом, с использованием функций solve и polyroots.

Таблица 12 –Индивидуальные варианты задания 1

| № Варианта | $f(x)=0$ |
|------------|---|
| 1 | $x^4 - 2x^3 - 5x^2 - 10x - 1 = 0$ |
| 2 | $x^4 + 5 \cdot x^3 - x^2 + x = 0$ |
| 3 | $x^5 - 7 \cdot x^3 + 3 \cdot x - 7 = 0$ |

| № Варианта | $f(x)=0$ |
|------------|---|
| 4 | $32 \cdot x^5 - 2 \cdot x^4 - 13 \cdot x^3 - 5 = 0$ |
| 5 | $-3 + 2x^4 - x^2 + 1.2x = 0$ |
| 6 | $x^6 - 9 \cdot x^3 + 8 = 0$ |
| 7 | $2 \cdot x^4 - 4 \cdot x^3 + 13 \cdot x^2 - 6 \cdot x + 15 = 0$ |
| 8 | $x^4 - 2 \cdot x^3 - x^2 - 2 \cdot x + 1 = 0$ |
| 9 | $10 \cdot x^3 - 3 \cdot x^2 - 2 \cdot x + 1 = 0$ |
| 10 | $x^4 - 2x - 1 = 0$ |

Задание 1. Решить трансцендентное уравнение $f(x)=0$ с использованием блока Given, графическим методом определить интервалы изоляции корней и уточнить их с помощью функции root.

Таблица 13 –Индивидуальные варианты задания 2

| № Варианта | $f(x)=0$ | № Варианта | $f(x)=0$ |
|------------|-------------------------|------------|--|
| 1 | $4\sin x - x + 3.2 = 0$ | 6 | $\cos\left(\frac{x}{2}\right) - \frac{1}{x} = 0$ |
| 2 | $\arctg x + \ln x = 0$ | 7 | $\sin^2 x + \cos^2 x - 10x = 0$ |
| 3 | $x^3 \sin x - 1.18 = 0$ | 8 | $e^x + \ln x - 10x = 0$ |
| 4 | $x - 0.6 + \ln x = 0$ | 9 | $1 - x - \operatorname{tg} x = 0$ |
| 5 | $4.1x - 7\cos x = 0$ | 10 | $6x - 14 + e^x = 0$ |

§ 4 Вопросы для самопроверки

1. Какие уравнения являются нелинейными? Какие из них алгебраические? Трансцендентные?
2. Какие встроенные функции MathCAD используются для решения алгебраических уравнений?
3. Как решить уравнение графически?












4. Как изменить масштаб, выполнить трассировку графика?
5. Какие встроенные функции MathCAD могут использоваться для решения трансцендентных уравнений?

Глава 4 Работа с матрицами и векторами в MathCAD

§1 Определение матриц и векторов

Для операций с матрицами MathCAD используется панель матриц *Matrix*.





За кнопками панели закреплены следующие функции:



-  – определение размеров матрицы;
-  – ввод нижнего индекса;
-  – вычисление обратной матрицы;
-  – вычисление определителя матрицы;
-  – поэлементные операции с матрицами;
-  – определение столбца матрицы;
-  – транспонирование матрицы;
-  – вычисление скалярного произведения векторов ;
-  – вычисление векторного произведения векторов;
-  – вычисление суммы компонент вектора;
-  – определение диапазона изменения переменной.

Матрицы и вектора обычно обозначаются большими латинскими буквами и задаются с использованием знака присвоить $:=$. Для определения элементов матрицы используйте кнопку *Matrix* на панели матриц, где укажите количество строк (ROWS) и количество столбцов (COLUMNS) для вашей матрицы.

Пример №1. Определить матрицу: $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & -1 & 3 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Вычислить: обратную и транспонированную матрицу для A, определитель матрицы A, 1-й столбец матрицы и элемент, находящийся на второй строке в третьем столбце.

Для определения элементов матрицы используется кнопка  на панели матриц, где укажите количество строк и количество столбцов (в нашем примере три столбца и три строки). Кнопка  - для определения обратной матрицы, кнопка  - для определения транспонированной матрицы, кнопка  - для нахождения определителя матрицы.

Для указания первого столбца используйте кнопку - , для указания индекса элемента кнопку - . По умолчанию в MathCAD нумерация начинается с 0, поэтому чтобы вывести первый столбец матрицы запишите номер 0, а чтобы вывести элемент, находящийся на второй строке в третьем столбце задайте номер элемента 1,2. Если же такая нумерация для вас неудобна, можно функцию использовать ORIGIN (нумерация) и задать нумерацию координат векторов начиная с 1. Готовое задание изображено на рисунке 2.21.

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & -1 & 3 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.2 & 0 & -0.4 \\ 1.6 & -1 & -0.2 \\ 0.4 & 0 & 0.2 \end{pmatrix} \quad A^T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 \\ 0 & -1 & 0 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \quad |A| = -5$$

$$\text{ORIGIN} := 1$$

$$A \langle 1 \rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix} \quad A_{2,3} = 3$$

Рисунок 2.21 – Нахождение обратной и транспонированной матрицы, определителя матрицы. Выделение столбца и элемента матрицы

§2 Матричные функции в MathCAD

Функции определения матриц и операции с блоками матриц:

1. **matrix(m,n,f)** – создает и заполняет матрицу размерности $m \times n$, элемент которой расположен в i -й строке, j -м столбце, равен значению $f(i,j)$ функции $f(x,y)$;

Чтобы посмотреть работу этой функции определим матрицу B , размерности 3×3 , каждый элемент которой равен сумме номеров строки и столбца в которой он расположен (рисунок 2.22).

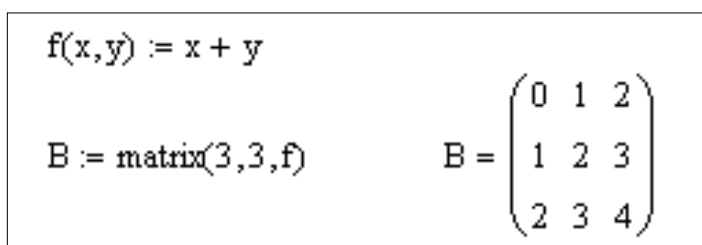

$$f(x,y) := x + y$$
$$B := \text{matrix}(3,3,f) \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2.22 – Определение матрицы с помощью функции matrix

2. **diag(v)** – создает диагональную матрицу, элементы главной диагонали которой хранятся в векторе v ;

3. **identity(n)** – создает единичную матрицу порядка n .

Работа этих функций показана на рисунке 2.23

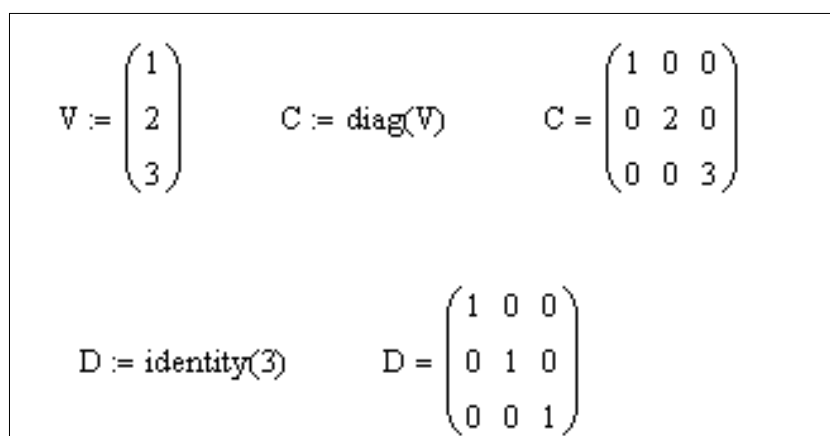

$$v := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \quad C := \text{diag}(v) \quad C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$
$$D := \text{identity}(3) \quad D = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2.23 – Использование функций diag и identity

4. $augment(A,B)$ – формирует матрицу, в первых столбцах которой содержится матрица A, а в последних матрица B (матрицы A и B должны иметь одинаковое количество строк);

5. $stack(A,B)$ – формирует матрицу, в первых строках которой содержится матрица A, а в последних матрица B (матрицы A и B должны иметь одинаковое количество столбцов);

6. $submatrix(A,ir,jr,ic,jc)$ – формирует матрицу, которая является блоком матрицы A, расположенным в строках с ir по jr и в столбцах с ic по jc , $ir \leq jr$, $ic \leq jc$.

Работа этих функций показана на рисунке 2.24

$$\begin{array}{l}
 A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\
 \\
 augment(A,B) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 2 \\ 4 & 5 & 6 & 1 & 2 & 3 \\ 7 & 8 & 9 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \quad stack(A,B) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \\ 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\
 \\
 \underline{ORIGIN} := 1 \\
 submatrix(A,1,2,2,3) = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Рисунок 2.24 – Использование функций $augment$, $stack$ и $submatrix$

Функции вычисления числовых характеристик матриц:

1. $last(v)$ – вычисление номера последней компоненты вектора v ;
2. $length(v)$ – вычисление количества компонент вектора v ;
3. $rows(A)$ – вычисление числа строк матрицы A ;
4. $cols(A)$ – вычисление числа столбцов матрицы A ;
5. $max(A)$ – вычисление наибольшего элемента матрицы A ;

6. $\mathit{min}(A)$ – вычисление наименьшего элемента матрицы A ;
7. $\mathit{rank}(A)$ – вычисление ранга матрицы A ;
8. $\mathit{norm1}(A)$, $\mathit{norm2}(A)$, $\mathit{norme}(A)$, $\mathit{normi}(A)$ – вычисление норм квадратной матрицы A .

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \quad V := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\mathit{last}(V) = 2 \quad \mathit{length}(V) = 3$$

$$\mathit{rows}(A) = 3 \quad \mathit{cols}(A) = 3$$

$$\mathit{max}(A) = 9 \quad \mathit{min}(A) = 1$$

Рисунок 2.25 – Использование функций вычисления числовых характеристик матриц

§3 Решение систем линейных уравнений в MathCAD

Пример №2 Решить систему линейных уравнений используя встроенную функцию lsolve , метод обратной матрицы, метод Гаусса.

$$\begin{cases} 100x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 200 \\ 6x_1 + 200x_2 - 10x_3 = 600 \\ x_1 + 2x_2 + 100x_3 = 500 \end{cases}$$

Решим данную систему линейных уравнений при помощи встроенной функции $\mathit{lsolve}(A,b)$. Прежде чем воспользоваться функцией необходимо определить матрицу системы – A , и вектор свободных элементов b . Назовем

решение системы найденное этим методом x_1 . Готовое задание должно показано на рисунке 2.26

| | |
|---|--|
| Определим матрицу системы | Определим вектор свободных элементов |
| $A := \begin{pmatrix} 100 & 6 & -2 \\ 6 & 200 & -10 \\ 1 & 2 & 100 \end{pmatrix}$ | $b := \begin{pmatrix} 200 \\ 600 \\ 500 \end{pmatrix}$ |
| $x_1 := \text{lsolve}(A, b)$ | |
| $x_1 = \begin{pmatrix} 1.907 \\ 3.189 \\ 4.917 \end{pmatrix}$ | |

Рисунок 2.26 – Решение системы линейных уравнений с помощью функции `lsolve`

Решение системы методом обратной матрицы назовем x_2 , оно представлено на рисунке 2.27.

| | |
|-------------------------|---|
| $x_2 := A^{-1} \cdot b$ | $x_2 = \begin{pmatrix} 1.907 \\ 3.189 \\ 4.917 \end{pmatrix}$ |
|-------------------------|---|

Рисунок 2.27 – Решение системы линейных уравнений с помощью обратной матрицы

Для решения системы методом Гаусса необходимо сформировать расширенную матрицу при помощи функции `augment(A,b)` и привести ее к ступенчатому виду используя функцию `rref(A)`. Чтобы выделить решение системы x_3 из ступенчатой матрицы воспользуемся функцией

submatrix(A,i,j,j). Решение системы данным методом представлено на рисунке 2.28.

ORIGIN := 1

$$Ar := \text{augment}(A, b) \quad Ar = \begin{pmatrix} 100 & 6 & -2 & 200 \\ 6 & 200 & -10 & 600 \\ 1 & 2 & 100 & 500 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Расширенная} \\ \text{матрица} \end{array}$$

$$Ag := \text{rref}(Ar) \quad Ag = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1.907 \\ 0 & 1 & 0 & 3.189 \\ 0 & 0 & 1 & 4.917 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Ступенчатая} \\ \text{матрица} \end{array}$$

$$x3 := \text{submatrix}(Ag, 1, 3, 4, 4) \quad x2 = \begin{pmatrix} 1.907 \\ 3.189 \\ 4.917 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Решение системы} \end{array}$$

Рисунок 2.28 – Решение системы линейных уравнений методом Гаусса

§4 Лабораторная работа №4. Работа с матрицами и векторами в Mathcad

Задание 1. Создать матрицы

$$A = \begin{vmatrix} a & b & c \\ -m & n & k \\ c & b & -a \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} b-c \\ m & b \\ n & k \end{vmatrix}, \quad K = \begin{vmatrix} n & -a & a+b \\ m & b & n+m \\ c & n & c-b \end{vmatrix}, \quad C = \begin{vmatrix} n & a \\ m & b \end{vmatrix}, \quad D = \begin{vmatrix} a-b \\ -n \\ c+b \end{vmatrix},$$

$$M = \begin{vmatrix} b-a & c \end{vmatrix}$$

из коэффициентов a, b, c, m, k, n в соответствии с вариантом задания. Найти:

- ранг матрицы A ,
- обратную матрицу K ,
- детерминант матрицы A ,

- $A * K + A, D * M, C^3$
- транспонировать матрицу В,
- инвертировать матрицу А.

Таблица 14 –Индивидуальные варианты задания 1

| № Варианта | Значение элементов матриц |
|---------------|--|
| 1 | a=1; b=0.5; c=-1; m=2; k=-2.1;n=-0.8 |
| 2 | a=-2; b=1; c=1.5; m=-3; k=-0.1;n=1.8 |
| 3 | a=-1; b=5; c=1.3; m=0.9; k=0.1;n=-0.5 |
| 4 | a=1; b=0.5; c=1; m=0.2; k=0.27 ;n=0.7 |
| 5 | a=3; b=2.1; c=0.91; m=1.2; k=1; n=3 |
| 6 | a=4; b=-0.5; c=-1; m=3.2; k=1.1;n=1.8 |
| 7 | a=1; b=2.5; c=0.3; m=1; k=-2.1;n=-0.8 |
| 8 | a=2; b=0.5; c=-1.1; m=2; k=1.9 ;n=-3.8 |
| 9 | a=3; b=-2.5; c=4; m=3; k=-2.1;n=0.8 |
| 10 | a=3.1; b=1.5; c=2.1; m=3.2; k=1.1;n=-1.6 |

Задание 2. Определить матрицу В, размерности 3×4 , каждый элемент которой равен разности номеров строки и столбца в которой он расположен. Найти наибольший и наименьший элемент матрицы В. Задать матрицу К, размерности 3×3 , полученную из матрицы В, путем удаления первого столбца. Вычислить ранг матрицы К.

Задание №3. Решить систему линейных уравнений, используя встроенную функцию `lsolve`, методом обратной матрицы, методом Гаусса

Таблица 15 –Индивидуальные варианты задания 3

| № Варианта | Система линейных уравнений | № Варианта | Система линейных уравнений |
|------------|---|------------|---|
| 1 | $\begin{cases} 100x_1 - 14x_2 + 13x_3 = -1232 \\ 0.5x_1 + 200x_2 + 9.5x_3 = 326 \\ -9x_1 + 9x_2 + 300x_3 = 4335 \end{cases}$ | 6 | $\begin{cases} 200x_1 - 13x_2 + 12x_3 = -2470 \\ x_1 + 400x_2 + 9x_3 = 904 \\ -8x_1 + 8x_2 + 600x_3 = 7920 \end{cases}$ |
| 2 | $\begin{cases} 300x_1 - 12x_2 + 11x_3 = -3504 \\ 1.5x_1 + 600x_2 + 8.5x_3 = 1884 \\ -7x_1 + 7x_2 + 900x_3 = 1091 \end{cases}$ | 7 | $\begin{cases} 400x_1 - 11x_2 + 10x_3 = -4334 \\ 2x_1 + 800x_2 + 8x_3 = 3226 \\ -6x_1 + 6x_2 + 1200x_3 = 13290 \end{cases}$ |
| 3 | $\begin{cases} 500x_1 - 10x_2 + 9x_3 = -4960 \\ 2.5x_1 + 1000x_2 + 7.5x_3 = 5050 \\ -5x_1 + 5x_2 + 1500x_3 = 15080 \end{cases}$ | 8 | $\begin{cases} 600x_1 - 9x_2 + 8x_3 = -5382 \\ 3x_1 + 1200x_2 + 7x_3 = 72360 \\ -4x_1 + 4x_2 + 1800x_3 = 16260 \end{cases}$ |
| 4 | $\begin{cases} 700x_1 - 8x_2 + 7x_3 = -5600 \\ 3.5x_1 + 1400x_2 + 6.5x_3 = 9824 \\ -3x_1 + 3x_2 + 2100x_3 = 16850 \end{cases}$ | 9 | $\begin{cases} 800x_1 - 7x_2 + 6x_3 = -5614 \\ 4x_1 + 1600x_2 + 6x_3 = 12810 \\ -2x_1 + 2x_2 + 2400x_3 = 16830 \end{cases}$ |
| 5 | $\begin{cases} 900x_1 - 6x_2 + 5x_3 = -5424 \\ 4.5x_1 + 1800x_2 + 5.5x_3 = 16210 \\ -x_1 + x_2 + 2700x_3 = 16220 \end{cases}$ | 10 | $\begin{cases} 1000x_1 - 5x_2 + 4x_3 = -5030 \\ 5x_1 + 2000x_2 + 5x_3 = 20000 \\ 3000x_3 = 15000 \end{cases}$ |


§5 Вопросы для самопроверки

1. Как определить матрицу или вектор нужной размерности в MathCAD?
2. Какие операции можно выполнять с матрицами и векторами, используя панель Matrix?
3. Как по умолчанию нумеруются столбцы и строки в MathCAD? Как задать нужную нумерацию?

4. Какие функции используются для выполнения операций с блоками матриц? Каково их назначение и аргументы?
5. Какие функции используются для вычисления числовых характеристик матриц?
6. Какие функции используются для решения систем линейных уравнений?

Глава 5 Программирование в MathCAD.

§1 Определение программного блока

Панель инструментов **Programming** предназначена для программирования в MathCAD и вызывается кнопкой  математической палитры.

Панель Programming содержит следующие операторы:

- **Add Line** – создание блока для ввода команд MathCAD-программы;
- ← - присваивание;
- **if** – условный;
- **Otherwise** – альтернативного выбора;
- **For** – цикла с известным числом повторений;
- **While** – условного цикла;
- **Break** – прерывания;
- **Continue** – продолжения;
- **Return** – возврата;
- **On error** – обработки ошибок.

Рассмотрим более подробно перечисленные средства программирования. Оператор **Add Line** вставляет в рабочий документ конструкцию, представленную на рисунке 2.29

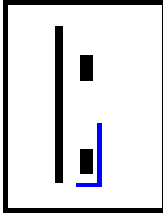


Рисунок 2.29 – Программный блок, созданный кнопкой Add Line

Данная конструкция называется *программный блок* или *программный модуль*. Блок ограничен жирной вертикальной линией, справа от которой расположены поля ввода команд программного модуля. Чтобы расширить программный блок путем добавления новых полей ввода необходимо пробелом выделить последнюю строчку и повторно нажать кнопку Add Line. Причем можно сделать блок не только длиннее, но и создавать всевозможные вложенные структуры (рисунок 2.30). При этом операторы программного модуля одного уровня объединяются вертикальной линией. Программный модуль готов к применению, когда все поля заполнены, то есть он полностью определен.

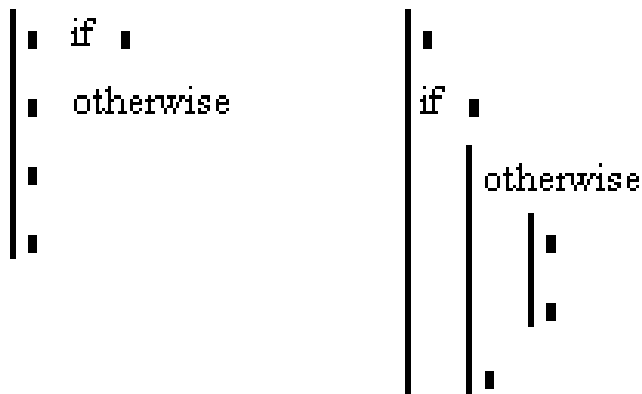



Рисунок 2.30 – Варианты различных программных блоков

С точки зрения программирования вообще MathCAD-программа представляет собой подпрограмму-функцию, которая может возвращать в качестве результата вектор, число или матрицу. Результатом обращения к функции, определенной с помощью программного модуля, является значение

последнего оператора. В случае, когда в качестве результата необходимо вернуть несколько значений, последним оператором можно сформировать матрицу из этих значений.

Оператор, обозначенный на панели инструментов Programming стрелкой  выполняет *операцию присваивания*. Переменной стоящей слева от оператора, присваивается значение, указанное справа. При этом данное значение быть уже задано, либо его необходимо вычислить с помощью некоторого выражения. Особенность данного оператора в том, что присваивание выполняется локально, то есть только внутри программного модуля.

Рассмотрим пример создание программного блока для вычисления простейшего линейного алгоритма.

Пример № 1. Найти сумму и разность квадратов двух чисел.

Поскольку вычисляемые значения зависят от двух чисел, определим функцию подпрограмму от двух переменных a и b , затем последовательно вычислим сумму и разность квадратов. Найденные значения обозначим через c и d , и выведем их с помощью матрицы (рисунок 2.31).

$$F(a, b) := \begin{pmatrix} c \leftarrow a^2 + b^2 \\ d \leftarrow a^2 - b^2 \\ \begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$
$$F(5, 4) = \begin{pmatrix} 41 \\ 9 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2.31 – Решение примера 1

§2 Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры

Для программирования алгоритма ветвления, в котором действие выбирается в зависимости от некоторого условия, используется *условный оператор if*. Он имеет следующую структуру:

<оператор> if <условие> ,

где <оператор> – действие, которое выполняется, в случае если <условие> истинно. Когда условие ложно, управление передается следующему за if оператору.

Условие, следующее за оператором if, представляет собой логическое выражение, которое может состоять из одного или нескольких условий объединённых логическими операторами \wedge (And) и \vee (Or).

Если при выполнении условий должно выполняться сразу несколько выражений, то нужно иметь несколько мест ввода. Для их создания установите курсор на место ввода слева и нажмите кнопку Add Line панели программирования столько раз, сколько строк необходимо ввести. При этом изменится вид условного оператора - новая вертикальная линия с местами ввода появится не слева, а ниже и правее оператора if

Оператор *альтернативного выбора otherwise* позволяет программировать условную конструкцию вида:

<оператор1> **if** <условие>

<оператор2> **otherwise**

То есть, если <условие> истинно, то выполнить <оператор 1>, иначе <оператор 2>. Данный оператор всегда используется в паре с оператором **if** и имеет конструкцию, представленную на рисунке 2.32.

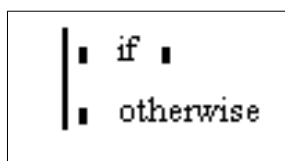


Рисунок 2.32 – Конструкция оператора otherwise

Рассмотрим работу операторов if и otherwise на примерах.

Пример№2.

Определить

значение

функции

$$y = \begin{cases} x + 1, & \text{если } x \geq 0 \\ x^2, & \text{если } 0 < x < -10 \\ x, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$$y(x) := \begin{cases} y \leftarrow x + 1 & \text{if } x \geq 0 \\ \text{otherwise} \\ \quad \begin{cases} y \leftarrow x^2 & \text{if } x > -10 \\ y \leftarrow |x| & \text{otherwise} \end{cases} \end{cases} y$$

$y(2) = 3$

$y(-2) = 4$

$y(-12) = 12$

Рисунок 2.33 – Решение примера №2

Пример№3. Даны 2 числа, заменить отрицательные числа 0, положительные и равные 0 увеличить на 1

$$\begin{array}{l}
 f(a,b) := \left| \begin{array}{l}
 a \leftarrow 0 \text{ if } a < 0 \\
 a \leftarrow a + 1 \text{ otherwise} \\
 b \leftarrow 0 \text{ if } b < 0 \\
 b \leftarrow b + 1 \text{ otherwise} \\
 \left(\begin{array}{l}
 a \\
 b
 \end{array} \right)
 \end{array} \right. \\
 \\
 f(-1,2) = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \end{pmatrix} \\
 \\
 f(2,-3) = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Рисунок 2.34 – Решение примера №3

§3 Программирование алгоритмов циклической структуры

Реализовать циклический алгоритм в MathCAD можно с помощью операторов *for* и *while*.

Оператор *for* позволяет организовать цикл по переменной, изменяющейся в заданном диапазоне. Оператор цикла с известным числом повторений записывают так:

For <переменная> € <диапазон>
 <оператор>

Работа цикла осуществляется следующим образом: <оператор> выполнится для значений <переменная>, которая изменяется в диапазоне от начального значения до конечного с заданным шагом.

Диапазон значений переменной задается так:

<начальное значение> .. <конечное значение> ,

в том случае, если шаг равен 1 , или :

<начальное значение> , <следующее значение> .. <конечное значение> ,

если шаг отличен от 1

<оператор> выполнится для значений <переменная>, которая изменяется в диапазоне от <начального значения> до <конечного> с заданным шагом.

Пример №4. Используя оператор цикла for найти сумму цифр от 0 до 10 и сумму нечетных цифр от 0 до 10

| Сумма цифр от 1 до 10 | Сумма нечетных цифр от 1 до 10 |
|--|--|
| $S1 := \left \begin{array}{l} S \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1..10 \\ \quad S \leftarrow S + i \\ S \end{array} \right.$ | $S2 := \left \begin{array}{l} S \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1,3..10 \\ \quad S \leftarrow S + i \\ S \end{array} \right.$ |
| $S1 = 55$ | $S2 = 25$ |

Рисунок 2.35 – Решение примера №4

С помощью оператора **while** создается цикл, количество повторений которого неизвестно, но предусмотрен выход из него по некоторому логическому условию. Запись условного цикла или цикла с неизвестным числом повторений имеет вид:

While <условие>
 <оператор>

Работа цикла осуществляется следующим образом: <оператор> будет выполняться в цикле до тех пор пока истинно <условие>.

Пример №5. Используя цикл while определить наибольшее общее кратное двух чисел.

По алгоритму Евклида числа сравниваются друг с другом и большее уменьшается на величину меньшего до тех пор пока они не станут равными. Решение данного примера изображено на рисунке 2.36.

| |
|---|
| $P(a,b) := \begin{cases} \text{while } a \neq b \\ \quad \begin{cases} a \leftarrow a - b & \text{if } a > b \\ b \leftarrow b - a & \text{otherwise} \end{cases} \\ a \end{cases}$ |
| $P(5,15) = 5 \quad P(21,18) = 3 \quad P(1,7) = 1$ |

Рисунок 2.36 – Решение примера №5

§4 Операторы прерывания

Иногда бывает необходимо завершить цикл досрочно. Для этого предназначен *оператор прерывания break*.

Пример №6. Определить положение первого нулевого элемента в массиве чисел.

Если такой элемент будет найден, то нет смысла проверять массив до конца, посредством оператора прерывания управление в этом случае передается на конец цикла. Программа, содержащая решение данной задачи, представлена на рисунке 2.37.


```

ORIGIN := 1

G(X) := | k ← 0
        | for i ∈ 1..rows(X)
        |   if X1 = 0
        |     | k ← i
        |     | break
        | k

X := (1)
      (2)
      (0)
      (3)
      (5)

A := (1)
      (8)
      (9)

G(X) = 3    G(A) = 0

```

Рисунок 2.37 – Решение примера №6

Оператор *continue* – это так же оператор прерывания, но в отличие от оператора *break*, прерывающего цикл, он останавливает выполнение только текущей итерации (текущего шага).

Пример №7. Вычислить ненулевые элементы массива оператором *continue*.

```

F(x) := | P ← 1
        | for i ∈ 0..rows(x) - 1
        |   | continue if x1 = 0
        |   | P ← P·x1
        | P

X := (1)
      (5)
      (0)
      (3)
      (0)

F(X) = 15

```

Рисунок 2.38 – Решение примера №7

Оператор *return* прерывает выполнение программного модуля в любой точке и возвращает значение выражения или переменной либо текстовое сообщение, стоящее следом за ним.

Пример №8. Написать функцию, которая определяет, является ли вектор единичным. При наличии хотя бы одного элемента вектора, отличного от единицы, программный модуль прерывается.

В решение данной задачи воспользовались оператором `return`, оно представлено на рисунке 2.39.

| | | |
|--|--|--|
| <pre> E(V) := for i ∈ 0..rows(V) - 1 return "NO" if V_i ≠ 1 "YES" </pre> | $A := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ | $B := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ |
| <p>$E(A) = \text{"YES"}$ $E(B) = \text{"NO"}$</p> | | |

Рисунок 2.39 – Решение примера №8

Если при составлении программного модуля предполагается, что какая-либо команда может вызвать ошибку (например, деление на ноль), то можно воспользоваться оператором ***on error*** для перехвата этой ошибки. ***Оператор перехвата ошибок*** имеет следующую структуру:

<Выражение 1> `on error` <выражение2> ,

где <выражение2> - действие, которое должно выполниться в данной строке программного модуля, но если при этом произойдет ошибка, то вместо него будет выполнено <выражение1>.

Пример №9. Используя оператор `on error` вывести сообщение об ошибке, если значение функции не существует.

$$f(x) := \begin{cases} y \leftarrow x \\ \text{"divizion by zero" on error } \frac{1}{y^2 - 1} \end{cases}$$

$f(2) = 0.333$ $f(1) = \text{"divizion by zero"}$

Рисунок 2.40 – Решение примера №9

§5 Лабораторная работа №5. Программирование алгоритмов

разветвляющейся структуры

Задание 1. Используя условный оператор if и оператор альтернативного выбора otherwise, найдите значение функции. Вывести значения функции для различных значений аргумента.

Таблица 16 – Индивидуальные варианты задания 1

| № Варианта | Задание |
|------------|---|
| 1 | $\gamma = \begin{cases} b \cdot x^{0.8} - \ln e^x - \sin^3(x-c) , & 1 \leq x \leq 1.5 \\ \sqrt{ c \cdot x - b^2 }, & 2.5 \leq x \leq \pi \\ x + b \cdot c \end{cases}$ <p style="text-align: right;">$где b = \frac{x^2 + 2}{x^2 + 3}, c = e^{-x}$</p> |
| 2 | $y(x) = \begin{cases} a + b, & c < b \text{ и } c < a \\ b * a, & b < a \text{ и } b < c \\ c, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$ <p style="text-align: right;">$где a = x, b = \frac{x^2 + 2}{x^2 + 3}, c = e^{-x}$</p> |
| 3 | $z(x) = \begin{cases} \ln \left \frac{y^2 - 0.6^2}{y - 1} \right , & y \leq 1 \\ 1 + \frac{y - 1.5}{2y^2 + \sin y}, & y > 1 \end{cases}$ <p style="text-align: right;">$; где y = \cos \frac{2x^2 - 1.8}{3x^2 + 1.4} + e^x$</p> |

| № Варианта | Задание |
|---------------|---|
| 4 | $y(x) = \begin{cases} x \cdot \sin^2(ax+b), & 0 < x \leq 2 \\ 2 \cos(ax+b), & -1 < x \leq 0 \\ ax+b, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad \text{где } a = e^{-2x}, b = \begin{cases} x^2, & x > 0 \\ x^3, & x \leq 0 \end{cases}$ |
| 5 | $y(x) = \begin{cases} a + \frac{x}{1+a \cdot x^2}, & x < 0 \text{ или } x > 3 \\ \ln(1+a \cdot e^{x-1}), & 1 \leq x \leq 2 \\ x+a, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad \text{где } a = \begin{cases} \cos x, & x > 0 \\ \sin 2x, & x \leq 0 \end{cases}$ |
| 6 | $y(x) = \begin{cases} \ln \left \frac{t^2 - 2.6}{t-1} - t^2 \right , & t \leq 0.8 \\ 1 + \frac{t-1.5}{2t^2 + \frac{6t-3}{t^2+1.8}}, & t > 0.8 \end{cases}; \text{ где } t = \arctg \frac{2x^2 - 1.8}{3x^2 + 1.4} + e^x$ |
| 7 | $y(x) = \begin{cases} c, & x = 1 \text{ или } x = -1 \\ b, & x > 1 \\ a, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad \text{где } a = x, b = \frac{x^2 + 2}{x^2 + 3}, c = e^{-x}$ |
| 8 | $y(x) = \begin{cases} \frac{\alpha\beta}{x-\pi} \cdot e^x, & -1 \leq x \leq 3 \\ \sqrt[3]{ \alpha - x^3\beta \sin x }, & -3 < x \leq -2 \\ \alpha^x, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$ $\text{где } \alpha = e^{-2x}, \beta = \begin{cases} \alpha \ln x, & x > 0 \\ \cos 2x, & x \leq 0 \end{cases}$ |
| 9 | $y(x) = \begin{cases} \sqrt[3]{ a - e^x \cdot \cos x }, & -2 \leq x \leq 5 \\ x^{2.5} - \arctg \frac{b}{x}, & 5 < x \leq 6 \\ 2.5, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$ $\text{где } a = \arctg \frac{2x^2 - 1.8}{3x^2 + 1.4} + e^x, b = \sin^2(x)$ |

| № Варианта | Задание |
|---------------|---|
| 10 | $y(x) = \begin{cases} \frac{\alpha\beta}{x-\pi} \cdot e^x, & -1 \leq x \leq 3 \\ \sqrt[3]{ \alpha - x^3 \beta \sin x }, & -3 < x \leq -2, \text{ где } \alpha = \sqrt{ x^2 - 5x^3 }, \beta = e^x \\ \alpha^x, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$ |

Задание №2. Используя условный оператор `if` и оператор альтернативного выбора `otherwise` задайте функцию для решения поставленной задачи.

Таблица 17 –Индивидуальные варианты задания 2

| № Варианта | Задание |
|---------------|--|
| 1 | Даны три действительных числа. Возвести в квадрат те из них, значения которых неотрицательны, и в четвертую степень — отрицательные |
| 2 | Даны действительные числа x и y , не равные друг другу. Меньшее из этих двух чисел заменить половиной их суммы, а большее — их удвоенным произведением |
| 3 | На плоскости $ХОУ$ задана своими координатами точка A . Указать, где она расположена (на какой оси или в каком координатном угле). |
| 4 | Даны 2 числа x и y . Составить программу, которая переменной x присваивает минимальное значение их данных двух чисел, а переменной y – максимальное. |
| 5 | Подсчитать количество отрицательных среди чисел a, b, c |
| 6 | Подсчитать количество положительных среди чисел a, b, c . |
| 7 | Даны три числа a, b, c . Определить, какое из них равно d |
| 8 | Даны действительные числа a, b . Удвоить эти числа, если $a \geq b$, и заменить их нулями если это не так. |
| 9 | Даны три положительных числа a, b, c . Проверить, будут ли они сторонами треугольника |
| 10 | Даны три действительных числа. Найти корень квадратный тех из них, значения которых неотрицательны, и возвести в квадрат отрицательные |

§6 Вопросы для самопроверки

1. Какие операторы присутствуют на панели Программирование в MathCAD?
2. Как создать (увеличить) программный блок в MathCAD?
3. Какие операторы панели Программирование используются для реализации условных алгоритмов?
4. Какие операторы панели Программирование используются для реализации циклических алгоритмов?
5. Какие операторы прерывания используются в в MathCAD?

Список использованных источников

1. Алексеев, Е.Р. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9 : Самоучитель/ Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. – М. : НТ Пресс, 2006. – 496с. : ил. – ISBN 5-477-00208-5
2. Воскобойников, Ю.Е. Программирование и решение задач в пакете Mathcad : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников, В.Ф. Очков – Новосибирск: НГСАУ, 2002. – 136 с. – ISBN 5-7795-0169-6
3. Высшая математика на MATHCAD // НОУ «ИНТУИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/476/332/info>
4. Гарнаев, А. Ю. Microsoft Excel 2010: разработка приложений / А. Ю. Гарнаев, Л. В. Рудикова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 528 с.
5. Глухов, В. В. Математические методы и модели для менеджмента : учеб. пособие / В. В. Глухов, М. Д. Медников, С. Б. Коробков. – СПб. : Лань, 2007. – 528 с.
6. Задачи механики в Mathcad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.allmathcad.com/ru/zadachi-mekhaniki.html>
7. Иванов, И. Microsoft Excel 2010 для квалифицированного пользователя / И. Иванов. – М. : Академия АЙТИ, 2011. – 244 с.
8. Кудинов, Ю.А. Решение вычислительных задач в среде Mathcad : метод. указ. к лаб. практикуму / Ю.А. Кудинов, Н. Н. Короткова ; Оренбург. гос. ун-т, каф. информатики. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 46 с.
9. Макаров, Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad. : учебный курс/ Е.Г. Макаров – СПб: Питер, 2011 – 400 с. : ил. – ISBN 978-5-459-00357-4.
10. Новиков, С. П. Практика инженерно-технических расчетов в среде MS Excel. Брянск: БФ МИИТ, 2012. – 20 с.
11. Руководство пользователя Mathcad //Образовательный математический сайт Exponenta.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>

12. Очков, В. Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия / В. Ф. Очков . - СПб. : БХВ-Петербург, 2009. - 498 с. - ISBN 978-5-9775-0403-4.
13. Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD : учеб. пособие для вузов / В. А. Охорзин .- 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 349 с. - ISBN 978-5-8114-0814-6.
14. Пикуза, В. Экономические расчеты и бизнес-моделирование в Excel / В. Пикуза. – СПб. : Питер, 2011. – 398 с.
15. Плис, А. И. Mathcad 2000. Математический практикум для экономистов и инженеров : учеб. пособие / А. И. Плис, Н. А. Сливина . - М. : Финансы и статистика, 2003. - 656 с. : ил. - ISBN 5-279-02550-X.
16. Поршнева, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCAD: учеб. пособие / С.В. Поршнева . - М. : Горячая линия-Телеком, 2002. - 252 с. : ил. - ISBN 5-93517-074-4.
17. Работа в MS Excel 2010 // НОУ «ИНТУИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/613/469/info> Справка и инструкции по Excel // Поддержка по Microsoft Office [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://office.microsoft.com/ru-ru/excel-help>
18. Справка и обучение Microsoft Office (Центр справки Excel) [Электронный ресурс] Режим доступа : <https://support.office.com/ru-ru/excel>
19. Токарев, В. В. Модели и решения: исследование операций для экономистов, политологов и менеджеров / В. В. Токарев. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 408 с.
20. Уокенбах, Дж. Формулы в Microsoft Excel 2010 : пер. с англ. / Дж. Уокенбах. – М. : И. Д. Вильямс, 2011. – 704 с.
21. Ушаков, А.Н. Секреты MathCad для инженерных и научных расчетов / А.Н. Ушаков, Н.Ю. Ушакова . - Оренбург : ОГУ, 2001. - 122 с.

22. MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии// НОУ «ИНТУИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/10678/1113/info>
23. MathCad для студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.allmathcad.com/ru/mathcad-dlya-studentov.html>
24. Microsoft Excel в примерах и задачах [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://excel2.ru/>