

Федеральное агентство связи  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики» (СибГУТИ)

Отчет по  
**Лабораторной работе №4.2**  
по дисциплине «Теория массового обслуживания»  
Тема: «Введение в Mathcad. Матричные операции, программирование функций»

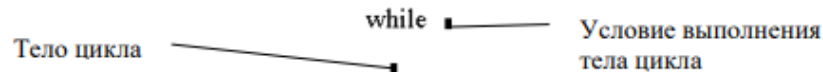
**Вариант 1**

Выполнил:  
студент гр. ИА-232  
Московских Дмитрий Петрович

Новосибирск 2024



Форма записи оператора **while**:



- break** – прервать выполнение текущего блока программы.  
**continue** – начать новый виток цикла, не выполняя оставшиеся операторы.  
**return** – возвращает значение функции.  
**on error** – возвращает заданное значение при некорректном завершении вычислений.

## 2.2 Программирование в системе Mathcad

Программа Mathcad есть частный случай выражения Mathcad. Но если выражение должно быть описано одним оператором, то в программе можно использовать столько операторов, сколько нужно для решения задачи.

Алгоритм создания программы:

- Определить левую часть выражения: имя функции и аргументы функции.
- Набрать знак присваивания «:=» и убедиться, что появилось поле ввода.
- Открыть панель программирования, щелкнув по кнопке программирования в панели управления.
- Нажать на панели кнопку Add line или на клавиатуре клавишу [. Появится вертикальный столбец с двумя полями ввода для занесения операторов, образующих программу. (Add line добавляет в программу пустые поля).
- Заполнить пустые поля операторами, используя в выражениях оператор присваивания –  $\leftarrow$ .
- В последней строке программы записать значение, возвращаемое функцией.

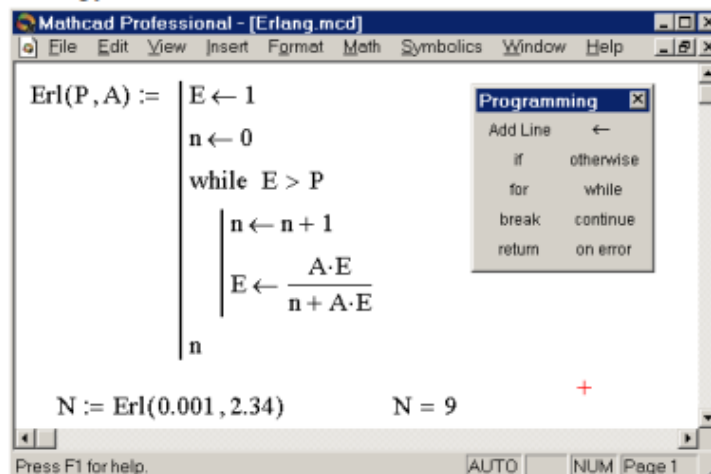


Рисунок 2.2 - Пример записи программы

- Сначала задать дискретный аргумент, как описано в лабораторной работе №1. Эта переменная будет использоваться в качестве индекса массива. Для матрицы необходимо определить два дискретных аргумента.
- Элементам массива присвоить выражение с использованием дискретного аргумента.

Например

```
i := 0..100
Ai := sin(i)
```

Третий способ в методических указаниях не рассматривается.

### 2.3.2 Перемножение двух матриц:

При перемножении двух матриц количество столбцов первой (стоящей слева) матрицы должно совпадать с количеством строк второй (стоящей справа) матрицы, т.к. действует правило:

$$c_{ij} = \sum_k a_{ik} \cdot b_{kj}. \quad (2.1)$$

Таким образом, результатом перемножения матриц размерностью  $I \times K$  и  $K \times J$  будет матрица размерностью  $I \times J$ .

Пример:

$$a := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 7 & 8 & 9 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 14 \\ 15 & 16 & 17 & 18 \end{pmatrix}$$

$$a \cdot b = \begin{pmatrix} 1 \cdot 7 + 2 \cdot 11 + 3 \cdot 15 & 1 \cdot 8 + 2 \cdot 12 + 3 \cdot 16 & 1 \cdot 9 + 2 \cdot 13 + 3 \cdot 17 & 1 \cdot 10 + 2 \cdot 14 + 3 \cdot 18 \\ 4 \cdot 7 + 5 \cdot 11 + 6 \cdot 15 & 4 \cdot 8 + 5 \cdot 12 + 6 \cdot 16 & 4 \cdot 9 + 5 \cdot 13 + 6 \cdot 17 & 4 \cdot 10 + 5 \cdot 14 + 6 \cdot 18 \end{pmatrix}$$

$$a \cdot b = \begin{pmatrix} 74 & 80 & 86 & 92 \\ 173 & 188 & 203 & 218 \end{pmatrix} \blacksquare$$

То же самое относится к векторам. Результатом перемножения вектора размерностью  $I$  и вектора-строки размерностью  $J$  будет матрица размерностью  $I \times J$ . Заметим, что результатом произведения вектора-строки и вектора-столбца одинаковой размерности будет число.

### 2.3.3 Среднее и дисперсия:

Математическое ожидание или среднее матрицы определяется следующим образом:

$$E[V] = \frac{\sum_i \sum_j v_{ij}}{I \times J}, \quad (2.2)$$

Дисперсия:

$$D[V] = \frac{\sum_i \sum_j v_{ij}^2}{I \times J} - E[V]^2, \quad (2.3)$$

где  $I \times J$  – размерность массива.

Соответственно, для вектора суммирование производится по одному индексу, и сумма делится на число элементов вектора.

Для нахождения этих характеристик можно использовать панель интегралов из перемещаемой панели инструментов (**Math Palette**).

## 2.4 Формирование случайных чисел

Для формирования случайных чисел в Mathcad имеется несколько встроенных функций, с помощью которых можно получать массив значений, распределенных по заданному закону. В данной работе проще всего использовать равномерно распределенные числа на интервале  $(0, B)$ , которые можно получить с помощью функций **rnd** или **runif**.

Общий вид функций: **rnd(B)**, возвращает одно значение, равномерно распределенное на интервале  $(0, B)$ , **runif(N,A,B)** – возвращает массив из N равномерно распределенных на интервале  $(A, B)$  чисел.

Пример:

$$S := \text{runif}(4, 0, 10) \quad S = \begin{pmatrix} 0.013 \\ 1.933 \\ 5.85 \\ 3.503 \end{pmatrix}$$

## 2.3 Работа с векторами и матрицами

Одинокое число в Mathcad называется **скаляром**. Столбец чисел называется **вектором**, а прямоугольная таблица чисел **матрицей**. Общий термин для вектора или матрицы – **массив**. Строка чисел – это **транспонированный вектор**, (в методических указаниях иногда используется термин **вектор-строка**).

При работе с матрицами надо помнить, что первый индекс – номер строки, второй – номер столбца. Два индекса матрицы отделяются друг от друга запятой.

Имеются три способа создать массив:

- Заполняя массив пустых полей или вводя значение каждого элемента (подходит для небольших массивов).
- Используя дискретный аргумент, чтобы определить элементы с его помощью.
- Считывая их из файлов данных.

### 2.3.1 Создание вектора или матрицы:

Первый способ

- Выбрать команды меню «Insert» ⇒ «Matrix» («Вставить» ⇒ «Матрица»).
- В появившемся диалоговом окне задать количество строк (rows) и столбцов (columns) (для вектора количество столбцов = 1), нажать ОК.

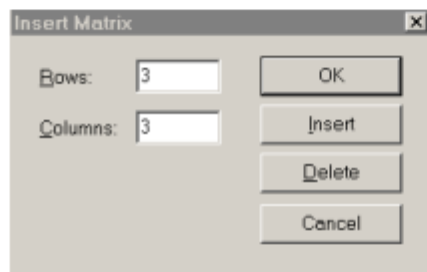


Рисунок 2.3 - Окно Вставка матрицы

- Заполнить числами пустые поля, появившейся на экране матрицы.
- Можно воспользоваться панелью матриц из перемещаемой наборной панели инструментов.
- Можно также присвоить значение каждому элементу массива.

Например

$$M_{1,5} := 5$$

$$M_{0,2} := 1.23$$

Второй способ

### 3. Код программы

```
% Задание размерностей векторов
I = 22;
J = 15;

[meanValue, varianceValue] = calculate_vectors(I, J);

function [meanValue, varianceValue] = calculate_vectors(I, J)
    vector_column = rand(I, 1);

    vector_row = rand(1, J);

    result_matrix = vector_column * vector_row;

    meanValue = mean(result_matrix(:));

    varianceValue = var(result_matrix(:));

    disp(['Среднее значение: ', num2str(meanValue)]);
    disp(['Дисперсия: ', num2str(varianceValue)]);
end
```

### 4. Результат работы программы

```
>> main
Среднее значение: 0.32223
Дисперсия: 0.076826
>>
```

### 5. Контрольные вопросы

1. Переменная скалярного типа в математическом регионе Скалярная переменная в математике — это переменная, принимающая одно числовое значение. В контексте Mathcad переменные могут быть заданы простым присваиванием значения. Например:  $a := 5$  Здесь  $a$  — скалярная переменная, и ей присвоено значение 5.
2. Переменная типа дискретный аргумент в математическом регионе Дискретные переменные используются для описания величин, принимающих конечное или счетное множество значений. В Mathcad можно задать дискретный аргумент с помощью вектора или массива. Например:  $x := 0, 1, 2, 3$  Здесь переменная  $x$  представляет собой набор дискретных значений.
3. Программирование в системе Mathcad Mathcad позволяет использовать программирование для создания сложных вычислительных алгоритмов. Для этого применяются операторы циклов, условий и функций. Пример программы:  $\text{if } a > 5 \text{ } b := a * 2 \text{ else } b := a + 1$  В этом примере выполняется условная операция: если  $a$  больше 5, то  $b$  удваивается; иначе прибавляется 1.



4. Разработка функции в системе Mathcad Функции в Mathcad задаются с использованием имен переменных и аргументов. Например, функция, которая вычисляет квадрат числа, может быть записана так:  $f(x) := x^2$  Затем функция может быть вызвана с любым значением  $x$ , например:  $f(3)$  вернет 9.
5. Вектор-строка и вектор-столбец; способы их задания В Mathcad векторы можно задать как строку (вектор-строку) или столбец (вектор-столбец). Вектор-строка задается как набор элементов в одной строке:  $v_{\text{row}} := [1, 2, 3]$  Вектор-столбец задается как набор элементов в разных строках:  $v_{\text{col}} := [1; 2; 3]$
6. Матрицы и способы их задания Матрица в Mathcad может быть задана с помощью квадратных скобок или матричных операторов. Пример:  $A := [[1, 2]; [3, 4]]$  Это 2x2 матрица с элементами 1, 2, 3 и 4.
7. Перемножение векторов и матриц, а также вектора на матрицу В Mathcad поддерживается стандартное матричное умножение. Для умножения вектора на вектор, матрицы на матрицу или вектора на матрицу можно использовать оператор умножения. Пример умножения матрицы на вектор:  $A := [[1, 2]; [3, 4]]$   $v := [5; 6]$   $\text{result} := A * v$
8. Среднее и дисперсия массивов Mathcad предоставляет встроенные функции для вычисления среднего значения и дисперсии. Пример:  $\text{array} := [1, 2, 3, 4, 5]$   $\text{mean} := \text{mean}(\text{array})$   $\text{variance} := \text{variance}(\text{array})$  Функция  $\text{mean}()$  вычисляет среднее арифметическое, а  $\text{variance}()$  — дисперсию массива.

**Вывод:** В данной работе мы провели серию математических расчетов и визуализаций, используя MATLAB. Этот мощный инструмент продемонстрировал свои возможности в решении инженерных и научных задач, предложив удобные средства для анализа данных, построения графиков и автоматизации вычислений. MATLAB проявил себя как гибкий и эффективный инструмент для работы с математическими моделями и обработки больших объемов данных. Наши расчеты и построенные графики продемонстрировали точность и наглядность, что позволяет использовать MATLAB для широкого спектра задач в области науки и техники.