

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА"**

**Кафедра "Информационные технологии"**

**Л. А. ИОФФЕ, Т. А. ГОЛДОБИНА**

# **ПРИМЕНЕНИЕ MATHCAD И EXCEL В ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧАХ**

**Учебно-методическое пособие  
по выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине «Информатика»**

**Гомель 2015**



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА"

Кафедра "Информационные технологии"

Л. А. ИОФФЕ, Т. А. ГОЛДОБИНА

# ПРИМЕНЕНИЕ МАТНСАД И EXCEL В ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧАХ

*Одобрено научно-методическим советом  
механического факультета в качестве  
учебно-методического пособия  
по выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине «Информатика»*

Гомель 2015

УДК 004.94 (075.8)  
ББК 32.973  
И75

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры "Информационные технологии"  
*Ю. А. Пшеничнов* (УО "БелГУТ")

**Иоффе, Л. А.**

И75      Применение Mathcad и Excel в инженерных задачах : учеб.-метод. пособие по выполнению расчетно-графической работы / Л. А. Иоффе, Т. А. Голдобина ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 36 с.  
ISBN 978-985-554-481-5

Приведены методические указания, справочные материалы, краткие теоретические сведения, примеры и порядок оформления расчетно-графической работы по дисциплине «Информатика».

Предназначено для студентов I курса механического факультета.

**УДК 004.94 (075.8)**  
**ББК 32.973**

**ISBN 978-985-554-481-5**

© Иоффе Л. А., Голдобина Т. А., 2015  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2015

## О Г Л А В Л Е Н И Е

<b>Введение</b> .....	4
<b>1 Методические указания</b> .....	5
1.1 Основные определения.....	5
1.2 Исходные данные для расчетов.....	5
1.3 Задание для расчетов.....	7
<b>2 Пакет математических расчетов Mathcad</b> .....	9
2.1 Основы работы в пакете Mathcad.....	9
2.1.1 Структура документа и базовые вычислительные возможности.....	9
2.1.2 Переменные. Функции.....	11
2.2 Матричная алгебра в Mathcad.....	14
2.2.1 Понятие массива.....	14
2.2.2 Способы создания и отображения массивов.....	15
2.2.3 Векторные и матричные функции.....	17
2.2.4 Функции для работы с файлами данных.....	18
2.3 Решение задачи расчетно-графической работы.....	19
<b>3 Табличный процессор Microsoft Excel</b> .....	21
3.1 Основные понятия.....	21
3.2 Формулы.....	22
3.3 Функции.....	24
3.4 Решение задачи расчетно-графической работы.....	25
<b>4 Оформление работы в MS Word</b> .....	26
4.1 Структура и требования к оформлению расчетно-графической работы.....	26
4.2 Оформление расчетно-графической работы.....	27
4.2.1 Параметры страницы. Колонтитулы.....	27
4.2.2 Изменение стилей основного текста и заголовков.....	28
4.2.3 Некоторые приемы форматирования текста.....	31
4.2.4 Набор и оформление титульного листа.....	32
4.2.5 Набор и форматирование текста расчетно-графической работы.....	33
4.2.6 Автоматическое создание оглавлений.....	34
<b>Приложение А Выбор регионов и расчетных показателей движения грузов</b> .....	35
<b>Список использованной и рекомендуемой литературы</b> .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Целью расчетно-графической работы «Применение *Mathcad* и *Excel* в инженерных задачах» является закрепление и углубление знаний, получаемых студентами на занятиях по дисциплине «Информатика». В данном пособии приводятся теоретические сведения и практические примеры обработки данных с помощью программных комплексов *Mathcad* и *Microsoft Excel (MS Excel)*.

В расчетно-графическую работу включена учебная задача по расчету параметров транспортных потоков. Часть исходных данных приведена в индивидуальном задании, а часть студент должен собрать самостоятельно с помощью электронной карты Беларуси. Затем требуется ввести данные в память компьютера и провести обработку заданных показателей с помощью пакета инженерных и математических расчетов *Mathcad* и табличного процессора *MS Excel*. Окончательно вся проделанная работа (подготовка исходных данных, все выполненные расчеты и полученные результаты) должна быть представлена в отчете, оформленном согласно требованиям с помощью текстового процессора *Microsoft Word (MS Word)*.

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## 1.1 Основные определения

*Регион* – заданная территория.

*Региональный узел* – крупный населённый пункт на заданной территории.

*Внутренний стык* – мелкий населённый пункт на заданной территории, являющийся ближайшим к другим регионам нашей страны.

*Внешний стык* – мелкий населённый пункт на заданной территории, являющийся ближайшим к другому государству.

*Электронная карта Республики Беларусь* – электронный ресурс, режим доступа <http://www.karta24.by/belarus/067.php>.

## 1.2 Исходные данные для расчетов

**Регион.** По своему варианту (приложение А) определите регион отправления и прибытия грузов.

**Пункты отправления и прибытия грузов.** Выберите 4 региональных узла, 4 внутренних стыка и 2 внешних стыка. Запишите их названия в таблицу «Пункты отправления и прибытия грузов» в порядке, указанном в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность расположения узлов и стыков в таблицах

Отправитель	Получатель									
	Узел 1	Узел 2	Узел 3	Узел 4	Стык внутренний 1	Стык внутренний 2	Стык внутренний 3	Стык внутренний 4	Стык внешний 1	Стык внешний 2
Узел 1										
Узел 2										
Узел 3										
Узел 4										
Стык внутренний 1										
Стык внутренний 2										
Стык внутренний 3										
Стык внутренний 4										
Стык внешний 1										
Стык внешний 2										

Начертите схему автомобильных дорог региона между заданными пунктами, например, с помощью стандартной программы *Paint* (рисунок 1).

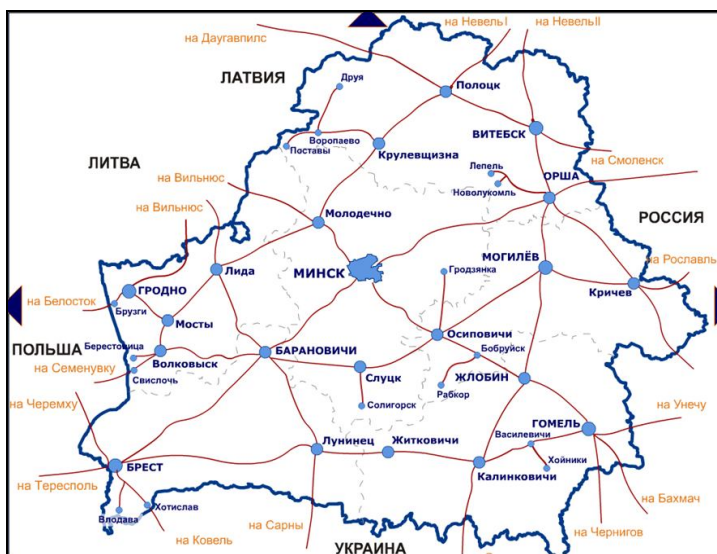


Рисунок 1 – Образец схемы автомобильных дорог между пунктами Республики Беларусь

Определите расстояния между этими пунктами по электронной карте Республики Беларусь с точностью до 1 км и внесите в таблицу 2.

Таблица 2 – Образец заполненной таблицы «Пункты отправления и прибытия грузов»

Пункт отправления или прибытия	Барановичи	Брест	Кобрин	Пинск	Ивацевичи	Лунинец	Малорита	Пружаны	Ганцевичи	Микашевичи
Барановичи	0	202	155	159	79	140	208	163	73	198
Брест	202	0	47	175	123	235	52	95	302	293
Кобрин	155	47	0	128	76	188	53	48	191	246
Пинск	159	175	128	0	91	60	181	176	127	118
Ивацевичи	79	123	76	91	0	151	129	84	115	209
Лунинец	140	235	188	60	151	0	241	236	67	58
Малорита	208	52	53	181	129	241	0	101	308	299
Пружаны	163	95	48	176	84	236	101	0	192	294
Ганцевичи	73	302	191	127	115	67	308	192	0	125
Микашевичи	198	293	246	118	209	58	299	294	125	0



Заполните таблицу «Объемы перевозки грузов» (таблица 3), указывая самостоятельно произвольные данные объемов перевозки в виде целых чисел от 0 до 10.

Таблица 3 – Образец заполненной таблицы «Объемы перевозки грузов»

Отправитель	Получатель										
	Барановичи	Брест	Кобрин	Пинск	Ивацевичи	Лунинец	Малорита	Пружаны	Ганцевичи	Микашевичи	
Барановичи	0	10	8	9	4	3	5	6	9	8	
Брест	9	0	9	7	3	5	4	6	7	10	
Кобрин	7	10	0	6	5	2	6	7	0	1	
Пинск	8	10	7	0	4	7	3	2	6	5	
Ивацевичи	5	4	6	3	0	5	4	3	2	3	
Лунинец	2	6	3	6	4	0	3	1	6	4	
Малорита	4	8	7	5	3	3	0	3	2	6	
Пружаны	5	3	2	4	3	0	3	0	1	2	
Ганцевичи	7	6	1	5	1	6	2	3	0	4	
Микашевичи	6	7	2	4	2	5	6	0	7	0	

Примечание – Числа в каждой строке и каждом столбце соответствуют ячейкам предыдущей таблицы «Пункты отправления и прибытия грузов».

Таблицы 2 и 3 запишите в файлы с помощью программы *MS Word*.

### 1.3 Задание для расчетов

Задание заключается в расчете показателей движения грузов в заданном регионе в пакете *Mathcad* и табличном процессоре *MS Excel*.

Чтобы использовать данные из таблиц, записанные в файлы с помощью программы *MS Word*, их надо экспортировать в другие файлы, удобные для обработки в *Mathcad* и *MS Excel*.

Для расчетов в *Mathcad* числовые данные таблиц следует экспортировать в текстовые файлы, а затем, используя функцию READPRN, ввести данные в матрицы, заданные в рабочем документе *Mathcad*.

Для расчетов в *MS Excel* исходные таблицы с данными можно экспортировать через буфер обмена непосредственно в лист рабочей книги.

**Расчетные показатели.** По своему варианту определите расчетные показатели движения грузов в заданном регионе (см. приложение А):

- А – региональное перемещение;
- В – вывоз из региона в другие регионы;
- С – ввоз в регион из других регионов;

D – транзит внутри страны;

E – экспорт;

F – импорт;

G – транзит;

H – прибыло в регион всего;

I – отправлено из региона всего;

J – грузооборот, т. е. всё движение грузов через регион.

На схеме, представленной на рисунке 2, пункты отправления изображены слева, а пункты прибытия грузов – сверху. Поэтому грузовой поток движется слева направо и снизу вверх.

		Прибыло				5	6	7	8	9	10
		1	2	3	4						
Отправлено	1	Региональные перемещения (A)				Вывоз из региона в другие регионы (B)				Экспорт (E)	
	2										
	3										
	4										
	5	Ввоз в регион из других регионов (C)				Транзит внутри страны (D)					
	6										
	7										
	8										
	9	Импорт (F)				Транзит (G)					
	10										

Рисунок 2 – Грузопотоки

*Примечания*

1 Условные обозначения на рисунке 2: 1, 2, 3, 4 – региональные узлы; 5, 6, 7, 8 – внутренние стыки; 9, 10 – внешние стыки.

2 Расчетные показатели H, I, J на рисунке 2 не отражены.

## 2 ПАКЕТ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ MATHCAD

### 2.1 Основы работы в пакете Mathcad

#### 2.1.1 Структура документа и базовые вычислительные возможности

Запустить программу математических, научных и инженерных расчетов *Mathcad* можно из главного меню: **Start / All Programs / Mathsoft Apps / Mathcad** (*Пуск / Все программы / Mathsoft Apps / Mathcad*). Окно *Mathcad* внешне напоминает окна большинства приложений *Windows*.

Для ввода математических символов, греческих букв, шаблонов матриц и графиков служат панели математических операторов и шаблонов, собранные на единой панели математических инструментов **Math** (рисунок 3). Чтобы отобразить данную панель, необходимо выполнить команду **View / Toolbars / Math** (*Вид / Панели инструментов / Математическая*).

Документ *Mathcad* просматривается и выполняется **слева направо и сверху вниз** и может включать три основных вида областей:

- формульные;
- текстовые;
- графические.

Каждая область документа имеет прямоугольную форму. Выделение осуществляется щелчком мыши в любом месте области. Чтобы переместить область, необходимо навести указатель мыши на ее границу и, когда он примет вид стилизованной кисти руки, нажать на левую клавишу мыши и, не отпуская, переместить выделенную область на новое место документа.

Для копирования и перемещения областей используются команды меню **Edit** (*Правка*) или стандартные комбинации клавиш операционных систем семейства *Windows*. Кроме того, удалить выделенную область можно, нажав комбинацию клавиш **Ctrl D**.

Выводить несколько областей по горизонтали можно командой **Format / Align Regions / Across** / (*Формат / Выравнивание областей / Горизонтально*). Вариант **Down** (*Вертикально*) предназначен для выравнивания областей по вертикали. Отделение областей друг от друга при их наложении производится командой **Format / Separate Regions** (*Формат / Отделить области*).



Рисунок 3 – Панель инструментов *Math*

Позицию в документе, с которой начинается набор формулы, указывает *визир* в виде *красного крестика*. По умолчанию ввод с клавиатуры любого символа приводит к созданию формульной области. При этом она выделяется тонкой сплошной прямоугольной рамкой. Управляющий *курсор-уголок* синего цвета является основным инструментом при наборе формул.

Выделение (охват) курсором-уголком операнда производится клавишами управления курсором и клавишей **Пробел**, а изменение ориентации курсора-уголка – клавишей **Insert (Ins)**.

Каждое математическое выражение набирается в отдельной формульной области. **Одна формула – одна область!**

Пользователь может *задать выражение* с использованием оператора *локального присваивания*, который вводится щелчком мыши по кнопке **:=** на панели **Calculator (Калькулятор)** (рисунок 4) или комбинацией клавиш **Shift :** (клавиша **двоеточие** в верхнем регистре клавиатуры).

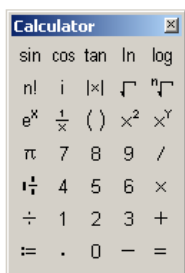


Рисунок 4 – Панель инструментов **Calculator (Калькулятор)**

Для *вывода значения* переменной или получения результата используется символ = (равно).

В *Mathcad* реализованы два режима вычислений: ручной и автоматический. *Автоматический* режим устанавливается командой **Math / Automatic Calculation (Математика / Автоматическое вычисление)**.

В *ручном* режиме для получения каждого результата необходимо нажать клавишу **F9**.

Для *форматирования результатов*<sup>1)</sup> вычислений используется диалоговое окно **Result Format**, вызываемое командами **Format / Result (Формат / Результат)**. Например, для представления большого целого числа в привычном виде (по умолчанию числа, которые больше 1000, отображаются в *Mathcad* в виде мантиссы и порядка:  $1000 = 1 \times 10^3$ ), в окне **Result Format** надо увеличить число, задающее *экспоненциальный порог (Exponential threshold)*.

Чтобы вставить в документ *текстовую область*, выполняют команду **Insert / Text Region (Вставка / Область текста)** или нажимают комбинацию клавиш **Shift \***. Текстовая область имеет рамку с маркерами, позволяющими изменять ее размеры. Курсор в текстовой области имеет вид вертикальной черты красного цвета. Форматирование данных в текстовой области производится с помощью панели инструментов **Formatting (Форматирование)** или посредством диалоговых окон **Text Format** и **Paragraph Format**, вызываемых командами **Format / Text (Формат / Текст)** и **Format / Paragraph (Формат / Абзац)** соответственно.

<sup>1)</sup> Форматирование результата – изменение внешнего вида выводимой на экран информации, например, числа знаков после запятой.

## 2.1.2 Переменные. Функции


*Переменные* могут использоваться в выражениях путем указания их имени (*идентификатора*), которое начинается с буквы и может содержать:

- строчные и прописные буквы латиницы или кириллицы;
- строчные и прописные буквы греческого алфавита;
- арабские цифры от 0 до 9;
- знак подчеркивания `_`.

Учитывая, что в *Mathcad* документ просматривается и выполняется слева направо и сверху вниз, переменная должна быть *локально определена* выше и левее выражения, в которое она входит, т. е. ей необходимо присвоить значение:

`<имя переменной> := <значение>`

Попытка использовать неопределенную ранее переменную влечет появление сообщения об ошибке.

В *Mathcad* можно указать *размерные*, т. е. дополненные единицами измерения переменные. Вызов окна вставки единиц измерения осуществляется последовательностью команд **Insert / Unit** (*Вставка / Единица измерения*) из главного меню, или нажатием соответствующей кнопки **Unit**  на панели инструментов.

Кроме переменных, значения которых задаются пользователем, существуют *встроенные*, иначе говоря, *системные* переменные (**Build-In Variables**), которым изначально присвоены значения, указанные в таблице 4. Значения таких предопределенных переменных могут быть изменены пользователем в процессе работы, как в операторе присваивания, так и в диалоговом окне **Math / Options** на вкладке **Build-In Variables** (*Встроенные переменные*).

Таблица 4 – Некоторые системные переменные

Переменная	Значение по умолчанию	Описание
$\pi$	3,14159...	Число $\pi$ , 15 значащих цифр
$e$	2,71828...	Основание натурального логарифма, 15 значащих цифр
$\infty$	$10^{307}$	Бесконечность
%	0,01	Процент
CWD	–	Путь к папке, где хранится текущий документ
ORIGIN	0	Индекс первого элемента массива
TOL	$10^{-3}$	Допустимая погрешность численных алгоритмов
STOL	$10^{-3}$	Допустимая погрешность для условий ограничения
PRNCOLWIDTH	8	Ширина столбца, используемая при записи файлов функцией WRITEPRN

В *Mathcad* существует тип переменных, принимающих не одно, а множество значений, каждое из которых отличается от соседнего на постоянную величину, называемую *шагом*. Такие переменные носят название *ранжированных*, или *дискретных*.

Ранжированная переменная общего вида определяется выражением

$$\langle \text{имя} \rangle := x_1, x_2 \dots x_n,$$

где  $\langle \text{имя} \rangle$  – задаваемое пользователем имя ранжированной переменной;

$x_1$  – первое значение ранжированной переменной;

$x_2$  – второе значение ранжированной переменной ( $x_2 = x_1 + \Delta x$  – первое значение плюс шаг);

$x_n$  – последнее значение ранжированной переменной.

Значения  $x_1$  и  $x_2$  разделяются запятой, последовательность двух точек представляет собой единый знак операции, который вводится с клавиатуры нажатием клавиши «;» или щелчком на кнопке **m..n**, находящейся на панели математических инструментов **Matrix**.

Например, если ранжированная переменная задается последовательностью значений в интервале  $x \in [-3; 5]$  с шагом  $\Delta x = 0,3$ , то определяющий ее оператор имеет вид

$$x := -3, -2.7.. 5$$

Можно определить и обобщенно:

$$a := -3 \quad b := 5 \quad \Delta x := 0.3$$

$$x := a, a + \Delta x.. b$$

*Шаг* изменения значений ранжированной переменной в явном виде обычно не задается, он определяется как  $x_2 - x_1$ . Если  $x_1 > x_2$ , то шаг – отрицательный. Сокращенная форма определения ранжированной переменной:

$$\langle \text{имя} \rangle := x_1 \dots x_n$$

В этом случае шаг изменения по умолчанию равен 1 или  $-1$  (если  $x_1 > x_2$ ).


Любое выражение с ранжированной переменной создает после знака равенства = *таблицу вывода*. Числа в таблицах можно форматировать с помощью окна **Result Format (Формат Результата)**.

При определении размерной ранжированной переменной все данные таблицы вывода будут содержать единицы измерения. Ранжированные переменные используются при выполнении циклических (повторяющихся) вычислений, для вывода численных значений функций в виде таблиц, построения графиков функций, задания массивов.

$i := 1..10$	$x := (1, 1.1..2) \cdot \text{kg}$	$z := -3, -1..4$
$i^2 =$	$x =$	$z =$
1	1 kg	-3.000E+000
4	1.1	-1.000E+000
9	1.2	1.000E+000
16	1.3	3.000E+000
25	1.4	
36	1.5	
49	1.6	
64	1.7	
81	1.8	
100	1.9	
	2	

Рисунок 5 – Использование ранжированных переменных

Функции в системе *Mathcad* можно условно разделить на две группы: встроенные и функции пользователя.

*Встроенные функции* изначально заданы в системе разработчиками. Имя функции вводится с клавиатуры, как правило, строчными буквами (символами). Полный перечень встроенных функций отображается командой **Insert / Function** (*Вставка / Функция*) или щелчком на кнопке  панели инструментов. При этом появляется диалоговое окно, в котором слева перечислены возможные категории функций, а справа – список функций из выделенной категории.

Некоторые категории встроенных функций:

- All (Все) – алфавитный перечень всех встроенных функций *Mathcad*;
- Complex Numbers (Комплексные числа) – функции для работы с комплексными данными;
- File Access (Доступ к файлам) – для работы с внешними файлами;
- Log and Exponential – логарифмы и экспоненциальная функция;
- Random Numbers – функции случайных чисел;
- Solving – функции, предназначенные для решения уравнений, систем уравнений и неравенств, поиска максимального и минимального значений;
- Sorting – функции сортировки;
- Trigonometric – тригонометрические функции;
- Truncation and Round-Off (Усечение и округление);
- Vector and Matrix – функции для работы с векторами и матрицами.

Наиболее часто применяются функции:

- $\sin(z)$  – синус  $z$  ( $z$  задается в радианах);
- $\cos(z)$  – косинус  $z$ ;
- $\tan(z)$  – тангенс  $z$ ;
- $\cot(z)$  – котангенс  $z$ ;
- $\ln(x)$  – натуральный логарифм  $x$ ;
- $\arccos(x)$  – арккосинус  $x$ ;

•  $\text{round}(x, n)$  – при  $n > 0$  возвращает округленное значение  $x$  с точностью до  $n$  знаков после десятичной точки; при  $n < 0$  – значение  $x$ , округленное на  $n$  разрядов слева от десятичной точки; при  $n = 0$  или отсутствии второго аргумента возвращается значение  $x$ , округленное до ближайшего целого;

•  $\text{rnd}(x)$  – функция генерации случайных чисел, равномерно распределенных на интервале от 0 до  $x$ ;

•  $\text{if}(\text{cond}, x, y)$  – функция условия, возвращает выражение  $x$ , если условие  $\text{cond}$  истинно, и выражение  $y$  в остальных случаях;

•  $\text{min}(x_1, x_2, \dots)$  – наименьшее значение из списка аргументов;

•  $\text{max}(x_1, x_2, \dots)$  – наибольшее значение из списка аргументов.

*Функция пользователя* сначала должна быть определена, а затем к ней можно обращаться при вычислениях, записи алгебраических выражений, построении графиков и т. п.

*Формат* определения функции пользователя:

$\langle \text{имя} \rangle (\langle \text{список аргументов} \rangle) := \langle \text{выражение} \rangle$

Сначала задается имя функции, в круглых скобках через запятую указывается список используемых переменных. Затем вводится оператор присваивания. Справа записывается выражение, составленное из знаков математических операций, других функций и аргументов, перечисленных в списке аргументов.

Обращение к функции осуществляется по ее имени с подстановкой на место аргументов констант, переменных и выражений.

## 2.2 Матричная алгебра в Mathcad

### 2.2.1 Понятие массива

*Массив* в пакете *Mathcad* – совокупность конечного числа упорядоченных пронумерованных элементов, которая имеет уникальное имя. Обычно используют одномерные (*векторы*) и двумерные (*матрицы*) массивы, содержащие числовые, символьные или строковые данные.

Порядковый номер элемента массива называется *индексом*; он указывает местоположение элемента в массиве. К элементу массива можно обратиться по его индексу:

$a_5$  – пятый элемент вектора;

$b_{2,4}$  – элемент матрицы, расположенный на пересечении второй строки и четвертого столбца.



Для работы с массивами в *Mathcad* предназначена панель **Matrix** (*Матрица*), изображенная на рисунке 6.

Нижняя граница индексации, т. е. номер первого элемента массива, определяется значением системной переменной **ORIGIN**. Изменение значения этой системной переменной осуществляется:

1) последовательностью команд **Math / Options... / Built-In Variables / Array Origin (ORIGIN)** (*Математика / Параметры / Встроенные переменные / Начальный индекс массивов*);






2) переопределением **ORIGIN** в документе как локальной (глобальной) переменной, например:

**ORIGIN:=1**




Рисунок 6 – Панель инструментов для работы с массивами

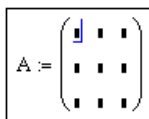
Основные векторные и матричные операции собраны на панели **Matrix** (*Матрица*). Среди них наиболее часто используют:


-  – создание массива;
-  – нижний индекс;
-  – определитель матрицы;
-  – выделение столбца матрицы;
-  – транспонирование массива.

### 2.2.2 Способы создания и отображения массивов

Для создания массивов в *Mathcad* предусмотрено несколько способов.

1 Использование диалогового окна **Insert Matrix** (*Вставка матрицы*), вызываемого щелчком на кнопке  – *Создание массива* панели **Matrix** (*Матрица*). После указания количества строк и столбцов массива появится шаблон, в местозаполнители которого вводятся значения элементов массива:



2 Непосредственное присваивание значений некоторым элементам массива путем ввода их элементов – индексированных переменных. В этом случае задается имя массива и указывается нижний индекс. Для ввода индекса после имени вектора или матрицы нажимается клавиша «[», либо используется пиктограмма  палитры математических инструментов **Matrix**.

В таблице 5 приведены примеры создания вектора и матрицы путем ввода отдельных элементов (переменная ORIGIN = 0).

Таблица 5 – Непосредственный ввод элементов массива

Клавиши	Отображаемое выражение	Созданные массивы
V[2:3]	$V_2 := 3$	$V = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \quad M = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$
M[2,1:4]	$M_{2,1} := 4$	

3 Применение ранжированной переменной. Целочисленные ранжированные переменные могут быть использованы для создания индексов. На рисунке 7 изображено создание матрицы размером 2×3.

ORIGIN:= 1 -  $\text{m}\ddot{\text{a}}\text{o}\ \text{i}\acute{\text{a}}\text{o}\acute{\text{a}}\text{i}\acute{\text{a}}\text{i}\ \acute{\text{y}}\acute{\text{e}}\acute{\text{a}}\text{i}\acute{\text{a}}\text{i}\text{o}\grave{\text{a}}\ \text{i}\grave{\text{a}}\text{n}\grave{\text{n}}\acute{\text{e}}\grave{\text{a}}\grave{\text{a}}$

i := 1..2 -  $\text{m}\ddot{\text{a}}\text{o}\grave{\text{a}}\ \text{n}\text{o}\text{o}\text{i}\acute{\text{e}}\ \text{i}\grave{\text{a}}\text{n}\grave{\text{n}}\acute{\text{e}}\grave{\text{a}}\grave{\text{a}}\ \grave{\text{A}}$

j := 1..3 -  $\text{m}\ddot{\text{a}}\text{o}\grave{\text{a}}\ \text{n}\text{o}\text{i}\acute{\text{e}}\acute{\text{a}}\text{o}\text{i}\grave{\text{a}}\ \text{i}\grave{\text{a}}\text{n}\grave{\text{n}}\acute{\text{e}}\grave{\text{a}}\grave{\text{a}}\ \grave{\text{A}}$

$A_{i,j} :=$   $\acute{\text{Y}}\acute{\text{e}}\acute{\text{a}}\text{i}\acute{\text{a}}\text{i}\text{o}\grave{\text{a}}\ \grave{\text{A}}\ \acute{\text{a}}\acute{\text{a}}\text{i}\grave{\text{y}}\text{o}\grave{\text{n}}\grave{\text{y}}\ \acute{=}\acute{\text{a}}\text{o}\acute{\text{a}}\text{ç}\ \text{ç}\grave{\text{a}}\text{i}\grave{\text{y}}\text{o}\text{o}\text{p}$

-1
3
-9
2
0
1

$A = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -9 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$  -  $\text{i}\grave{\text{t}}\text{o}\acute{=}\acute{\text{a}}\text{i}\acute{\text{t}}\text{o}\acute{=}\ \text{i}\grave{\text{a}}\text{n}\grave{\text{n}}\acute{\text{e}}\grave{\text{a}}$

Рисунок 7 – Применение ранжированной переменной

Для создания массивов также используют таблицы ввода, встроенные функции из категории Vector and Matrix – функции для работы с векторами и матрицами и чтение (ввод) данных из внешних файлов.

Система *Mathcad* дает возможность вывода массивов различными способами. Для изменения стиля отображения массивов в главном меню выбирается последовательность команд **Format / Result** (*Формат результата*). На вкладке **Display Options** (*Параметры отображения*) окна форматирования пользователю предоставляется возможность выбора: **Automatic** (автоматически), **Matrix** (в виде матрицы), **Table** (в виде таблицы).

В контекстном меню массива, представленного в виде *таблицы*, можно выбрать **Properties... / Display** (*Свойства / Отображение*) и снять флажок в

строке **Show column/row labels** (Показывать метки столбцов/строк) для отображения таблицы без видимой нумерации строк и столбцов (рисунок 8).

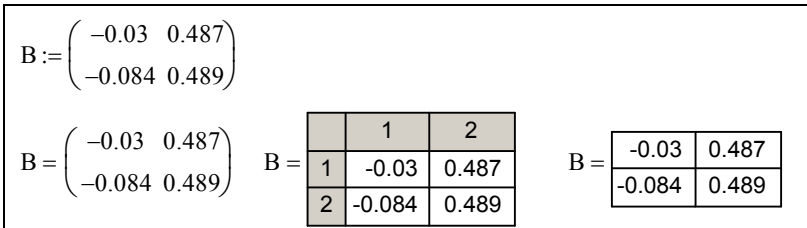


Рисунок 8 – Примеры отображения массивов

При табличном выводе массива его выравнивание относительно идентификатора осуществляется из контекстного меню командой **Alignment**.

Массивы можно также отображать в виде *таблицы вывода ранжированной переменной*. Для этого необходимо указывать нижний индекс (индексы) после имени вектора или матрицы.

### 2.2.3 Векторные и матричные функции

В пакете *Mathcad* существует несколько встроенных функций, в качестве аргументов которых могут выступать лишь векторы, например:

- $\text{last}(v)$  – возвращает индекс последнего элемента вектора  $v$ ;
- $\text{length}(v)$  – возвращает длину вектора  $v$ ;
- $\text{diag}(v)$  – создает диагональную матрицу, элементы главной диагонали которой формируются из элементов вектора  $v$ .

Среди функций, предназначенных для создания и модификации массивов, наиболее часто используют:

- $\text{augment}(A, B, C, \dots)$  – объединяет в один массивы  $A, B, C$  и т. д., имеющие одинаковое число строк (слияние идет бок о бок);
- $\text{stack}(A, B, C, \dots)$  – объединяет массивы  $A, B, C$  и т. д., имеющие одинаковое число столбцов (слияние массивов идет сверху вниз);
- $\text{submatrix}(A, ir, jr, ic, jc)$  – возвращает часть массива  $A$ , состоящую из элементов, которые содержатся в строках с  $ir$  по  $jr$  и в столбцах с  $ic$  по  $jc$ ;
- $\text{geninv}(A)$  – возвращает левую обратную матрицу для  $A$ ;
- $\text{identity}(n)$  – создает единичную квадратную матрицу размером  $n \times n$ ;
- $\text{tref}(A)$  – ступенчатый вид массива  $A$  и др.

Функции, возвращающие значения элементов и специальные характеристики массивов:

- $\text{lookup}(z, A, B)$  – ищет значение  $z$  в массиве  $A$  и возвращает элементы массива  $B$ , стоящие на тех же местах, что и  $z$  в массиве  $A$  ( $A$  и  $B$  имеют одинаковую размерность);

- $\text{match}(z, A)$  – возвращает индекс (индексы) нахождения элемента  $z$  в массиве  $A$ ;
  - $\text{cols}(A)$  – возвращает число столбцов массива  $A$ ;
  - $\text{rows}(A)$  – возвращает число строк массива  $A$ ;
  - $\text{max}(A, B, C, \dots)$  – возвращает максимальный по значению элемент;
  - $\text{min}(A, B, C, \dots)$  – возвращает минимальный по значению элемент и др.
- Аргументами последних двух функций могут быть не только массивы, но и переменные, числовые значения, строки.


### 2.2.4 Функции для работы с файлами данных

Файл данных *Mathcad* – это текстовый файл, содержащий числовые данные. Встроенные функции для работы с файлами данных, перечисленные ниже, можно найти в категории **File Access** (*Доступ к файлам*).

- **WRITEPRN**(Имя\_файла) – применяется для записи массива во внешний файл с указанным именем. Если файл с указанным именем уже существует, то старые данные теряются. Если указано неполное имя файла, например, **WRITEPRN**(data1), то новый файл создается в текущем каталоге (где находится рабочий файл *Mathcad*) и получает расширение **.prn**.

Структура файла будет подобна структуре массива. Ширина столбцов регулируется системной переменной **PRNCOLWIDTH**. Число значащих цифр, используемых при записи файлов функцией **WRITEPRN**, устанавливается переменной **PRNPRECISION**.


Порядок применения функции **WRITEPRN**:

- 1) нажмите кнопку  (**Insert / Function**) панели инструментов и выберите категорию **File Access** (*Доступ к файлам*) в появившемся окне вставки функций;
- 2) выберите функцию **WRITEPRN** и нажмите **OK**;
- 3) в появившемся местозаполнителе наберите кавычки (**Shift + “**), внутри напишите имя создаваемого внешнего файла;
- 4) примените оператор присваивания (**:=**) и задайте имя числового массива, записываемого во внешний файл.

Запустите файловый менеджер **Total Commander**, убедитесь в существовании нового файла и просмотрите его в Блокноте (клавиша **F4**).

- **READPRN**(Имя\_файла) – считывает числовые данные из внешнего файла в массив, значения элементов которого однозначно связаны со значениями элементов файла, имеющего четкую матричную структуру.

Порядок применения функции **READPRN**:

- 1) введите имя создаваемого массива и знак присваивания;
- 2) нажмите кнопку  (**Insert / Function**) панели инструментов и выберите категорию **File Access** (*Доступ к файлам*) в появившемся окне;

- 3) выберите функцию READPRN и нажмите **OK**;
- 4) в появившемся знакоместе наберите кавычки (**Shift + “**), внутри впишите имя считываемого внешнего файла.

Созданный массив можно использовать в дальнейшей работе.

- APPENDPRN(*Имя\_файла*) – дописывает данные в уже существующий файл данных снизу. Количество столбцов внешнего файла и дописываемого массива должно быть одинаковым.

Применяется аналогично функции WRITEPRN.

Благодаря введению данных файлового типа возможности системы *Mathcad* существенно расширяются. Она может использоваться в сложных программных комплексах.

### 2.3 Решение задачи расчетно-графической работы

Предположим, что числовые данные подготовлены и сохранены на диске *c:\* в текстовых файлах *s.txt* и *g.txt*.

В пакете *Mathcad* сначала задайте начало нумерации элементов массивов. Можно также указать диапазоны изменения индексов элементов таблиц, которые в *Mathcad* будут представлены в виде матриц, по строкам и столбцам:

$$\text{ORIGIN} := 1 \quad i := 1..10 \quad j := 1..10$$

Напечатайте в текстовых областях названия таблиц расчетно-графической работы.

Для проведения расчётов экспортируйте данные из текстовых файлов в программу с помощью функции чтения данных READPRN ("*<полное имя файла>*"). Кавычки при этом вводятся комбинацией клавиш **Shift + “**:

**Пункты отправления и прибытия грузов**

*s* := READPRN("c:\s.txt")

**Объёмы перевозки грузов**

*g* := READPRN("c:\g.txt")

Выведите полученные массивы данных на экран:

*s* =

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	202	155	159	79	140	208	163	73	198
2	202	0	47	175	123	235	52	95	302	293
3	155	47	0	128	76	188	53	48	191	246
4	159	175	128	0	91	60	181	176	127	118
5	79	123	76	91	0	151	129	84	115	209
6	140	235	188	60	151	0	241	236	67	58
7	208	52	53	181	129	241	0	101	308	299
8	163	95	48	176	84	236	101	0	192	294
9	73	302	191	127	115	67	308	192	0	125
10	198	293	246	118	209	58	299	294	125	0

*g* =

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	10	8	9	4	3	5	6	9	8
2	9	0	9	7	3	5	4	6	7	10
3	7	10	0	6	5	2	6	7	0	1
4	8	10	7	0	4	7	3	2	6	5
5	5	4	6	3	0	5	4	3	2	3
6	2	6	3	6	4	0	3	1	6	4
7	4	8	7	5	3	3	0	3	2	6
8	5	3	2	4	3	0	3	0	1	2
9	7	8	6	8	7	6	5	7	0	10
10	6	9	4	5	6	5	8	0	9	0

Теперь данные можно использовать для расчетов. Например, объем грузов, прибывших в первый населенный пункт, выводится обращением к первому столбцу матрицы  $g$ :

$$g_{\langle 1 \rangle}^T =$$

Все показатели движения грузов вычисляются с помощью шаблона суммирования  $\sum_{i=1}^4$ , расположенного на панели **Calculus** (*Исчисление*). Так, региональные перемещения рассчитываются

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 (s_{i,j} \cdot g_{i,j}) = 1.44 \times 10^4,$$

или, после форматирования результата,

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 (s_{i,j} \cdot g_{i,j}) = 14398$$

## 3 ТАБЛИЧНЫЙ ПРОЦЕССОР MICROSOFT EXCEL

### 3.1 Основные понятия

После запуска программы *MS Excel* на экране появляется окно, состоящее из стандартных элементов:

- строка заголовка – в правой части находятся кнопки минимизации, максимизации и закрытия окна, а в левой – пиктограмма системного меню;
- лента, содержащая вкладки со сгруппированными командами программы, относящимися к одной категории;
- строка имени ячейки и строка формул;
- окно рабочей книги;
- строка состояния.

Каждая новая рабочая книга *MS Excel* состоит из нескольких рабочих листов. Создав рабочую книгу, пользователь в любой момент может добавить в нее столько дополнительных рабочих листов, сколько позволяют ресурсы его компьютера.

Для *открытия листа* необходимо щелкнуть на его ярлычке.

Для *присвоения листу смыслового имени* на его ярлычке щелкают дважды и вводят требуемый текст.

Каждый рабочий лист *MS Excel* имеет размер 65536 строк, X256 столбцов. Строки нумеруются по порядку, а столбцы идентифицируются буквами латинского алфавита следующим образом:

A, B, ..., Z, AA, AB, ..., AZ, BA, BB, ..., BZ, ...

Пересечение строк и столбцов образуют ячейки, в которые можно вводить данные: текст, числа и формулы. В формулах, командах и т. п. ячейки обозначаются с помощью адреса. Примеры адресации ячеек:

- текущего листа – C10, \$A\$5;
- на другом листе этой же рабочей книги – Лист2!C10;
- на листе другой рабочей книги – [Книга.xls]Лист2!C10.

Вводить данные можно только в *текущую ячейку*. Для того чтобы сделать ячейку текущей, ее выделяют с помощью мыши или клавиатуры.

В *строке формул* отображается содержимое текущей ячейки. В этой строке можно вводить и исправлять данные, находящиеся в выбранной ячейке активного рабочего листа.

В строке состояния индикатор, находящийся в левой части строки, показывает текущее состояние программы.

При вводе данных в ячейке помещается около 32000 символов, а при вводе формул – до 1024 символов.

Для отмены ввода данных следует, не нажимая **Enter**, нажать клавишу **Esc**.

*MS Excel* автоматически обновляет все вычисляемые по формулам значения, если изменяются данные, на которые эти формулы ссылаются.

### 3.2 Формулы

Формулы в *MS Excel* всегда начинаются со знака равно (=), после которого указываются следующие компоненты:

- значение, например, число (3.14) или строка («привет»);
- адрес ячейки, например, B5, A8:C12, Лист2!B15 или имя диапазона ячеек (*Моя ячейка*);
- функция, например, СУММ() и т. д.;
- символ операции, например, +, -, \*, /, ^, >, = и т. д.;
- скобки, которые используются для изменения порядка вычисления формулы, например, =(A7+B4) \*2;
- имя файла, используемое для задания связи с файлом, например, [Sample.xls];
- пробелы, символы табуляции и прочие управляющие символы, которые применяются для придания формуле более читабельного вида.

Формула может содержать функции и математические операторы, порядок выполнения которых соответствует принятому в математике.

Результатом вычисления формул, включающих арифметические операторы, являются числовые значения. Если ячейка содержит формулу, то в такой ячейке отображается только результат формулы. Сама же формула отображается на панели формул после выделения ячейки. Включаемый в формулу текст должен быть заключен в кавычки.

**Пример 1.** Использование текста в формулах.

1 Введите в A5 число 3000000.

2 В ячейке B5 напечатайте формулу

=«мой заработок за август составил» &A5& « рублей».

3 В итоге будет получен результат:

Мой заработок за август составил 3000000 рублей.

*Примечание* – Знак амперсанта (&) используется для конкатенации (т. е. сцепления или слияния) текста в формуле. В данном случае результатом формулы будет текст, а не числовое значение. Если в формуле комбинируется текст и численные значения, то результатом будет текст.



Символы операций выполняют функцию «склеивания» других компонентов формулы. При наличии в формуле нескольких операций, *MS Excel* производит вычисления слева направо. Однако у всех операций имеется приоритет, влияющий на порядок вычислений.

Из двух операций первой выполняется та, у которой более высокий приоритет (таблица 6). Операции с одинаковым приоритетом, например, операции умножения и деления, выполняются слева направо.

Таблица 6 – Доступные операции *MS Excel* в порядке убывания приоритета

Символы операций	Операции
+ –	Задание знака числа
%	Вычисление процентного соотношения
^	Возведение в степень
* /	Умножение и деление
+ –	Сложение и вычитание
&	Слияние текста
>, <, >=, <=, <>	Больше чем, меньше чем, больше чем или равно, меньше чем или равно, не равно

Стандартный порядок вычислений можно изменить с помощью круглых скобок.

Список *кодов распространенных ошибок*, возвращаемых *MS Excel* при невозможности вычислить результат формулы, следующий:

- ##### – размеры ячейки недостаточны для размещения результата или числовой константы. Столбец следует расширить, уменьшить размер шрифта или изменить формат вывода числа;
- #ДЕЛ/0! – деление на ноль является недопустимой операцией. Все пустые ячейки содержат нулевые значения;
- #ЗНАЧ! – недопустимый тип аргумента. Формула содержит некорректную операцию или аргумент – возможна попытка сложить текстовые и числовые значения;
- #ИМЯ? – неверное имя функции или области. Формула ссылается на неизвестное *MS Excel* имя;
- #Н/Д – данные “недоступны”, поскольку формула ссылается на недоступную функцию или значение;
- #ПУСТО! – попытка задания пересечения двух областей, которые не имеют общих ячеек;
- #ССЫЛКА! – неверная ссылка на ячейку. Возможно, ячейка была удалена или перемещена на другое место;
- #ЧИСЛО! – ошибка при организации вычислений. Формула использует некорректное число. В качестве примера можно привести случай использования в функции RANDBETWEEN второго аргумента, меньше первого.

RANDBETWEEN (начало, конец) – функция, которая возвращает случайное число из интервала, определяемого двумя заданными пользователем числами.

Для *отображения формул* на рабочем листе, а не их результатов, нужно выбрать команду **Сервис / Параметры** и щелкнуть на вкладке **Вид**. В группе **Параметры окна** установить флажок **Формулы** и щелкнуть на кнопке **ОК**.

Переключаться в режим просмотра формул и для выхода из него можно с помощью комбинации клавиш **Ctrl` (Ctrl апостроф)**.

### 3.3 Функции


Функции в формулах используются для сокращения записи сложных вычислений. В *MS Excel* существуют сотни функций.

Способ задания всех функций один и тот же:

=ИМЯ ФУНКЦИИ (аргументы)

Различие заключается только в количестве аргументов.

С функциями наиболее удобно работать, применяя вкладку **Формулы**, на

которой, в частности, находится **Мастер функций** . При его использовании аргументы задаются в диалоговом окне, где функции разбиты на категории. Полный перечень категорий находится в списке **Категории**. Все доступные в программе функции относятся к категории **Полный алфавитный перечень**. Чтобы выбрать функцию, выделяют сначала имя категории, к которой она принадлежит. При выделении такой функции в нижней части окна **Мастера функций** появляется краткая информация о ней.

Если краткой информации недостаточно, в диалоговом окне нажимают ссылку **Справка по этой функции** (или клавишу **F1**). В результате на экране отобразится страница справочной подсистемы с информацией о выделенной функции.

После выбора функции щелкают по кнопке **ОК** для перехода в следующее диалоговое окно **Мастера функций**, в котором должны быть заданы аргументы. В этом диалоговом окне программа информирует пользователя о том, какие аргументы должны быть указаны обязательно, а какие – нет.

По завершении ввода аргументов следует нажать кнопку **ОК**, и результат вычисления будет подготовлен в соответствующей ячейке.

Наиболее часто используемые категории функций собраны на вкладке **Формулы** в разделе **Библиотека функций**. Категории организованы в виде раскрывающихся списков, из которых можно выбрать требуемую функцию.

Поскольку сложение содержимого ячеек с использованием функций **СУММ** является очень распространенной задачей, в *MS Excel* имеется средство **Σ – Автосумма**, позволяющее выполнить эту операцию с помощью одного щелчка следующим образом:

1) выделяются все данные, которые надо сложить, включая пустые ячейки в столбце слева и в строке снизу;

- 2) выполняется щелчок по кнопке  $\Sigma$  (или нажимаются клавиши **Alt =**);
- 3) готово, суммирование выполнено.

Можно выделить только пустые ячейки для формул и позволить средству **Автосумма** самому определить, содержимое каких ячеек нужно сложить. Выделите строку пустых ячеек, чтобы сложить данные под этой строкой, или столбец пустых ячеек, чтобы сложить данные в строках слева от нее.

### 3.4 Решение задачи расчетно-графической работы

Для проведения расчётов требуется экспортировать данные из текстовых файлов в программу *MS Excel*. Это можно сделать разными способами. Например, скопировать и вставить в рабочий лист программы через буфер обмена.

После получения двух таблиц размером  $10 \times 10$  на рабочем листе требуется добавить заголовки таблиц, а в самих таблицах – добавить названия строк и столбцов (см. индивидуальное задание на расчетно-графическую работу).

Затем следует произвести расчеты по формулам, попарно перемножая соответствующие ячейки из этих таблиц, т. е. вычисляя грузооборот по направлению, а затем – суммируя данные в требуемых диапазонах. Для выполнения этих действий удобно использовать функцию *СУММ* и маркер автозаполнения.

Окончательно (при оформлении отчёта) в расчетно-графической работе надо представить полученные числовые результаты и формулы, по которым проводились вычисления в *MS Excel*.

## 4 ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ В MS WORD

### 4.1 Структура и требования к оформлению расчетно-графической работы

Итоговый отчет по расчетно-графической работе должен иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание (вариант студента);
- содержание;
- введение;
- основной текст;
- заключение;
- список литературы;
- приложения (при необходимости).

*Титульный лист* является первым листом расчетно-графической работы, но номер на нем не ставится.

*Задание* в нумерацию листов не включается.

*Содержание* должно быть составлено автоматически средствами *MS Word* после выполнения расчетно-графической работы.

*Введение* должно содержать собственное видение студентом актуальности темы, общую цель расчетно-графической работы и задачи, которые требуется решить для достижения поставленной цели.

*Основной текст* включает разделы:

- подготовка исходных данных;
- расчеты заданных показателей с помощью *Mathcad*;
- расчеты заданных показателей с помощью *MS Excel*.

Каждый раздел следует начинать с нового листа.

*Заключение* должно содержать собственные выводы студента об объеме проделанной работы, анализ решенных задач и перечисление полученных в ходе выполнения умений и навыков.

*Список литературы* должен включать 10–12 наименований как печатных, так и электронных источников, использованных студентом при выполнении расчетно-графической работы или относящихся к проблематике.

Оформление расчетно-графической работы должно быть выполнено на компьютере с применением *MS Word* и в соответствии с требованиями к оформлению расчетно-графических работ.

Графический материал включает расчетные формулы, графики и диаграммы, которые могут быть представлены в основном тексте и/или в приложениях.

Оформленная в *MS Word* работа распечатывается на листах формата А4, сшивается и сдается на проверку. При защите расчетно-графической работы необходимо представить файлы, содержащие:

- текст расчетно-графической работы, оформленной в *MS Word*;
- входные данные;
- результаты расчетов в *Mathcad* и *MS Excel*.

## 4.2 Оформление расчетно-графической работы

### 4.2.1 Параметры страницы. Колонтитулы

Загрузите *MS Word*: **Пуск / Все программы / Microsoft Word**<sup>1)</sup>.

Сохраните созданный документ: **Файл / Сохранить как**, выберите папку для сохранения документа, укажите **имя файла**, например, *Сидоров.doc*, выберите тип файла, например, *Документ Word 97–2003*, укажите автора и название документа.

Установите *параметры страницы* и другие свойства документа. Для этого выполните **Разметка страницы / Параметры страницы**. Установите:

- **Поля**, см:
  - верхнее: 1,5;
  - нижнее: 2;
  - левое (внутри): 2,5;
  - правое (снаружи): 1,5.
- **Ориентация** – книжная;
- на вкладке **Размер бумаги** – А4 (21 × 29,7 см).

Вставьте *новый раздел*: **Разметка страницы / группа Параметры страницы / список Разрывы / Разрывы разделов / Следующая страница**.

Вставьте *номера страниц*: **Вставка / группа элементов Колонтитулы**<sup>2)</sup> / список **Номер страницы / Внизу страницы / Простой номер 3**.

В разделе **Работа с колонтитулами** на вкладке **Конструктор** отключите опцию **Как в предыдущем разделе**. Перейдите в область нижнего колонтитула первой страницы (Раздел 1) и удалите номер на первой странице. Вернитесь к основному документу щелчком на кнопке **Заккрыть окно колонтитулов**.

Перейдите на вторую страницу и добавьте *верхний колонтитул*. Для этого выполните **Вставка / группа Колонтитулы / список Верхний колонтитул / Пустой (3 столбца)**. Отключите **Как в предыдущем разделе** (рисунок 9).

---

<sup>1)</sup> Порядок оформления работы описан для версии Microsoft Word 2010.

<sup>2)</sup> Колонтитул – это текст и (или) рисунок, отображаемый на каждой странице документа.

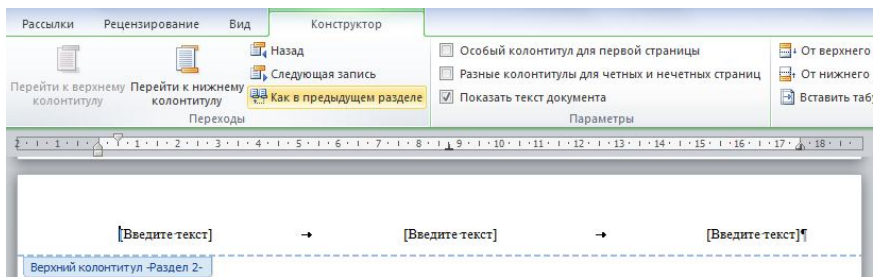



Рисунок 9 – Заполнение верхнего колонтитула

В первом столбце укажите, например, текущую дату, щелкнув для этого на кнопке  – **Дата и время**. Далее выберите формат представления даты и включите опцию **Обновлять автоматически**.

Во втором столбце замените слова шаблона фамилией и инициалами, а в третьем – номером варианта, после чего завершите работу с колонтитулами.

#### 4.2.2 Изменение стилей основного текста и заголовков

Измените *стиль основного текста*. В MS Word для этого предусмотрен стиль **Обычный**. На вкладке **Главная** вызовите окно **Стили** и выберите команду изменения стиля **Обычный** (рисунок 10).

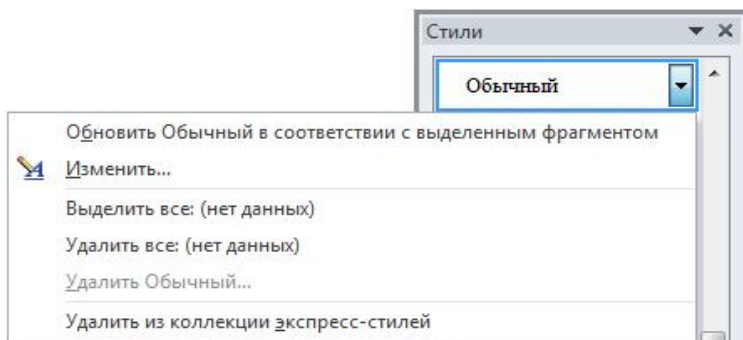
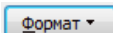


Рисунок 10 – Работа со стилем

Щелкните на кнопке , затем на пункте **Шрифт...** Задайте параметры шрифта: **Times New Roman**, **Обычный**, размер – **14**. Нажмите **ОК**. Далее в окне **Изменение стиля** выберите **Формат / Абзац...** и укажите:

- выравнивание: **По ширине**;
- отступ первой строки (красная строка): **1 см**;

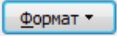
- междустрочный интервал: **Одинарный**.

В диалоговом окне **Абзац** на вкладке **Положение на странице** в группе **Разбивка на страницы** включите опцию **Запрет висячих строк**.

Закройте окно **Абзац**, а затем окно **Изменение стиля**, щелкая каждый раз по кнопке **ОК**.

Перейдите на вкладку **Разметка страницы**. В группе элементов **Параметры страницы** выберите **Расстановка переносов / Авто**, а затем – **Параметры расстановки переносов**. Установите флажок в строке **Автоматическая расстановка переносов**. Максимальное число последовательных переносов – **4**. Флажок в строке **Переносы в словах из ПРОПИСНЫХ БУКВ** снимите.

Измените *стили заголовков документа* (т. е. стили названий глав, разделов или пунктов).

На вкладке **Главная** вызовите окно **Стили**. Найдите в списке стиль **Заголовок 1**. Из раскрывающегося списка выберите **Изменить...** Установите следующие параметры заголовка, используя кнопку  диалогового окна **Изменение стиля**:

- **Times New Roman, полужирный**, размер **14**, все прописные;
- выравнивание: **По центру**, отступ первой строки: **нет**, интервалы: перед – **12 пт**, после – **6 пт**. На вкладке **Положение на странице** установите флажки **Не отрывать от следующего** и **Запретить автоматический перенос слов**.

Для заголовков второго уровня (подразделов) измените стиль **Заголовок 2**:

- **Times New Roman, полужирный**, размер **14**;
- выравнивание: **По центру**, отступ первой строки: **нет**, интервалы: перед – **6 пт**, после – **6 пт**. Вкладка **Положение на странице** – установите флажки **Не отрывать от следующего**, **Запретить автоматический перенос слов**.

Аналогично изменяются стили заголовков третьего и последующих уровней.

*Примечание* – Не используйте опцию **Обновлять автоматически** для стилей текста документа.

Рекомендуется *создать несколько дополнительных стилей* для форматирования фрагментов расчетно-графической работы (рисунков, списков, таблиц и т. д.). Следует учитывать, что гарнитура текста всей работы должна быть, в основном, одинаковой. Исключения составляют стили заголовков (в редких случаях) и фрагменты программного кода, для которых желательно использовать моноширинный шрифт). Создание стиля начинают со щелчка на кнопке **Создать стиль** окна **Стили** (рисунок 11).



Рисунок 11 – Кнопка вызова окна создания нового стиля

Приведем несколько примеров наборов стилевых параметров.

1 **Рисунки** – стиль для форматирования рисунков.

Основан на стиле – **Обычный**.

Шрифт – **Times New Roman, 13 пт.**

Абзац:

отступ, первая строка: **0 см;**

выравнивание: **По центру;**

интервал:

перед: **6 пт;**

после: **6 пт.**

2 **Название объекта** – для форматирования подрисуночных подписей.

Основан на стиле – **Обычный**.

Шрифт – **Times New Roman, 13 пт.**

Абзац:

отступ, первая строка: **0 см;**

выравнивание: **По центру;**

интервал:

перед: **3 пт;**

после: **6 пт.**

3 **Список** – для форматирования списков.

Основан на стиле – **Обычный**.

Шрифт – **Times New Roman, 14 пт.**

Абзац:

выравнивание: **По ширине;**

отступ, первая строка: **1 см.**

Положение номера (маркера) на **1 см.**

Положение текста:

табуляция после: **1 см;**

отступ: **0 см.**

Стиль:

следующий стиль: **Список.**

4 **Табличный числа** – для числовых значений в таблицах.

Основан на стиле – **Обычный**.

Шрифт – **Times New Roman, 13 пт.**



Абзац:

выравнивание: **По центру**;

отступ, первая строка: **0 см**.

5 **Табличный\_текст** – для форматирования текста в таблицах.

Основан на стиле – **Обычный**.

Шрифт – **Times New Roman, 13 пт**.

Абзац:


выравнивание: **По левому краю**;

отступ, первая строка: **0 см**.

Можно задавать и другие стили, выбирая для них подходящие по смыслу названия.

#### 4.2.3 Некоторые приемы форматирования текста

В *MS Word* достаточно четко различается форматирование символов (вкладка **Главная** / группа **Шрифт**) и абзацев (вкладка **Главная** / группа **Абзац**). В первом случае следует предварительно выделить фрагмент, подлежащий форматированию, тогда выбранные опции будут применены ко всем выделенным символам, включая непечатаемые знаки, такие как пробелы, абзацы, символы табуляции и др.

*Примечание* – Непечатаемые символы можно отобразить щелчком на кнопке **Отобразить все знаки**  группы **Абзац** на вкладке **Главная**. Они помогают лучше ориентироваться в тексте документа и позволяют избежать многих ошибок, связанных с его форматированием.

Для выделения фрагментов текста применяют:

- двойной щелчок левой клавишей мыши – выделить слово;
- тройной щелчок – выделить абзац;
- щелчок на левом поле документа – выделить строку, напротив которой будет расположен указатель мыши в виде наклонной стрелки; двойной щелчок в этом случае поможет выделить абзац.

Некоторые другие приемы выделения текста представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Выделение текста с помощью клавиатуры

Расширение выделения	Сочетание клавиш
На один символ вправо	<b>Shift →</b>
На один символ влево	<b>Shift ←</b>
До конца слова	<b>Ctrl Shift →</b>
До начала слова	<b>Ctrl Shift ←</b>
До конца строки	<b>Shift End</b>
До начала слова	<b>Shift Home</b>
На одну строку вниз	<b>Shift ↓</b>
На одну строку вверх	<b>Shift ↑</b>

## Окончание таблицы 7

Расширение выделения	Сочетание клавиш
До конца абзаца	<b>Ctrl Shift ↓</b>
До начала абзаца	<b>Ctrl Shift ↑</b>
На один экран вниз	<b>Shift Page Down</b>
На один экран вверх	<b>Shift Page Up</b>
До конца документа	<b>Ctrl Shift End</b>
До начала документа	<b>Ctrl Shift Home</b>
Выделить весь документ	<b>Ctrl A</b>
Выделить вертикальный блок текста	<b>Ctrl Shift F8</b> , затем клавиши перемещения курсора; для выхода из режима выделения – клавиша <b>Esc</b>

Опции форматирования абзацев (выравнивание, отступы, интервалы и т. д.) применяются для последовательности символов, которая заканчивается *символом конца абзаца* – ¶. В этом случае не следует выделять текстовый фрагмент, достаточно просто выбрать абзац, установив там курсор.

Для быстрого перемещения по тексту в этом случае используют клавиши:


- **Home** – в начало строки;
- **End** – в конец строки;
- **Page Down** – на один экран вниз;
- **Page Up** – на один экран вверх;
- **Ctrl Home** – в начало документа;
- **Ctrl End** – в конец документа.

### 4.2.4 Набор и оформление титульного листа

Если необходимо создать документ, где предполагается использовать разные виды форматирования, то бывает проще сначала напечатать весь текст, а затем, выделяя его фрагменты, определить для каждого требуемые опции.

Перейдите в начало документа с помощью комбинации клавиш **Ctrl Home**. Напечатайте словосочетание «Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь». Выделите эту фразу и на вкладке **Главная**, в группе элементов **Шрифт** из списка **Регистр Aa** выберите **ВСЕ ПРОПИСНЫЕ**.

Наберите текст титульного листа. Используйте символ ¶, который означает *разрыв строки* (но не абзаца) и вставляется комбинацией клавиш **Shift Enter**, для перевода на новую строку словосочетаний «по дисциплине», «на тему» и т. п. Символ ¶ применяется, в частности, если нежелательна автозамена на прописную букву в начале строки.

Выделите абзацы от начала страницы и до слова «Выполнил» и щелкните по кнопке  – **Выровнять по центру**, расположенной в группе элементов **Абзац** на вкладке **Главная**.

Выделите все абзацы титульного листа и отмените красную строку: **Главная / Абзац /** вкладка **Отступы и интервалы / Отступ / Первая строка / (нет)**.

Установите курсор в абзаце «Учреждение образования...» и выполните **Главная / Абзац / вкладка Отступы и интервалы / Интервал / Перед: 12 пт, После: 12 пт**. Выберите подходящие интервалы для всех абзацев титульного листа. Например, для абзаца «Расчетно-графическая работа...» можно установить интервал перед: 80 пт.

*Примечание* – В поле **Отступ** устанавливаются абзацные расстояния по горизонтали, а в поле **Интервал** – по вертикали, при этом 1 см  $\approx$  24 пт.

Закончите форматирование титульного листа, выделяя поочередно текст и устанавливая опции каждого фрагмента с помощью инструментов группы **Шрифт** на вкладке **Главная** или всплывающего меню.

#### 4.2.5 Набор и форматирование текста расчетно-графической работы

Установите отображение только требуемых стилей. Для удаления лишнего *стиля* в окне **Стили** и списке экспресс-стилей достаточно выбрать из его контекстного меню (щелчок правой клавишей мыши) команду **Удалить**.

Теперь можно набирать (или вставлять из ранее созданных документов) текст расчетно-графической работы, основной текст – стиль **Обычный**, заголовки разделов – стиль **Заголовок 1**, подразделов – **Заголовок 2**, причем для форматирования абзацев достаточно установить курсор в соответствующий абзац и выбрать из списка стилей требуемый по смыслу.

*Примечание* – Точка или иной знак препинания в конце заголовков не ставятся.

Каждый раздел следует начинать с новой страницы (**Ctrl Enter**). Оставьте в начале документа после титульного листа пустую страницу для оглавления (содержания), которое создается и форматируется в последнюю очередь.

*Добавление таблиц* в документ выполняется следующим образом.

- 1 Вставьте новый пустой абзац.
- 2 Выполните **Вставка / Таблица / Вставить таблицу...**
- 3 Задайте число строк и столбцов таблицы.
- 4 Автоподбор ширины столбцов – **По ширине окна**.


Заполняя таблицу данными, используйте ранее созданные стили **Табличный\_текст** и **Табличный\_числа**.

Все *инструменты для работы с таблицами* собраны на вкладках **Конструктор** и **Макет** раздела **Работа с Таблицами**, который активизируется, например, при установке курсора в ячейку таблицы.

*Вставка диаграмм, таблиц и иных фрагментов заданий из других приложений* в *MS Word* выполняется в следующем порядке.

- 1 Перейдите в приложение, в котором находится выполненное задание.
- 2 Выделите фрагмент, который требуется вставить, или расположите его так, чтобы он отображался целиком.
- 3 Нажмите комбинацию клавиш **Ctrl C** или клавишу **PrtSc (Print Screen)**.

4 Перейдите в *MS Word*, вставьте пустой абзац и нажмите **Ctrl V**.

5 Выполните при необходимости обрезку рисунка инструментом , который доступен из контекстного меню изображения.

Рисунки, графики, диаграммы и т. п. выравнивают по центру. Поэтому для форматирования абзацев с рисунками используйте стиль **Рисунки**.

Для подрисуночной подписи используйте сквозную автоматическую нумерацию рисунков: **Ссылки / Вставить название**. Подпись «Рисунок» сокращать не следует. В больших документах рисунки могут иметь двойную нумерацию, т. е. включать номер главы. Глава в *MS Word* начинается с использования стиля **Заголовок 1**.

После вставки подрисуночной подписи выберите для неё измененный ранее стиль **Название объекта**. Пример подрисуночной подписи:


Рисунок 1 – Грузооборот по Гомельской области

*Примечание* – Точка в конце подрисуночной подписи не ставится.

#### 4.2.6 Автоматическое создание оглавлений

Оглавление в расчетно-графической работе должно быть создано автоматически средствами *MS Word*.

Перейдите на вторую страницу документа, наберите слово **Содержание** (прописные, вразрядку, размер 14, можно полужирным шрифтом). Для создания разреженного шрифта вызовите окно форматирования шрифта, в котором на вкладке **Дополнительно** в раскрывающемся списке **Интервал** выберите **Разреженный**. В соседнем поле установите числовое значение для межбуквенного интервала, ориентируясь по образцу текста в том же окне.

Вставьте новый абзац, выполните команду **Ссылки / список Оглавление / Оглавление...** В отобразившемся окне щелкните на кнопке  и укажите отображение только стилей **Заголовок 1** и **Заголовок 2**. При необходимости в окне **Оглавление** внесите изменения в параметры оформления.

*Примечание* – Оглавление составляется по умолчанию из заголовков документа, оформленных стилями **Заголовок 1**, **Заголовок 2** и т. д., причем сразу с нумерацией страниц. Поэтому если в оглавление попадают посторонние элементы, убедитесь, что они не оформлены стилем заголовка.

Для изменения оглавления достаточно выбрать в его контекстном меню команду **Обновить поле**.

Для форматирования оглавления предусмотрены встроенные стили **Оглавление 1**, **Оглавление 2**, ... Их корректировка выполняется обычными средствами: **Главная / группа Стили**, выбрать стиль, указать **Изменить...** и настроить требуемые параметры, причем гарнитура шрифта оглавления выбирается та же, что и у основного текста документа.

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*  
(обязательное)

**ВЫБОР РЕГИОНОВ И РАСЧЕТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВ**

Вариант	Регион	Расчетные показатели движения грузов
1	Минская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + B, C, D
2	Минская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + B, C, E
3	Минская обл. + Витебская обл.	A, G, J + B, C, F
4	Минская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + B, C, H
5	Минская обл. + Брестская обл.	A, G, J + B, C, I
6	Гомельская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + B, D, E
7	Могилёвская обл. + Витебская обл.	A, G, J + B, D, F
8	Витебская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + B, D, H
9	Гродненская обл. + Брестская обл.	A, G, J + B, D, I
10	Брестская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + B, E, F
11	Минская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + B, E, H
12	Минская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + B, E, I
13	Минская обл. + Витебская обл.	A, G, J + B, F, H
14	Минская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + B, F, I
15	Минская обл. + Брестская обл.	A, G, J + B, H, I
16	Гомельская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + C, D, E
17	Могилёвская обл. + Витебская обл.	A, G, J + C, D, F
18	Витебская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + C, D, H
19	Гродненская обл. + Брестская обл.	A, G, J + C, D, I
20	Брестская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + C, E, F
21	Минская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + C, E, H
22	Минская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + C, E, I
23	Минская обл. + Витебская обл.	A, G, J + C, F, H
24	Минская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + C, F, I
25	Минская обл. + Брестская обл.	A, G, J + C, H, I
26	Гомельская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + D, E, F
27	Могилёвская обл. + Витебская обл.	A, G, J + D, E, H
28	Витебская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + D, E, I
29	Гродненская обл. + Брестская обл.	A, G, J + D, F, H
30	Брестская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + D, F, I
31	Минская обл. + Гомельская обл.	A, G, J + D, H, I
32	Минская обл. + Могилёвская обл.	A, G, J + E, F, H
33	Минская обл. + Витебская обл.	A, G, J + E, F, I
34	Минская обл. + Гродненская обл.	A, G, J + E, H, I
35	Минская обл. + Брестская обл.	A, G, J + F, H, I

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1 **Васильев, А. Н.** Числовые расчеты в Excel : учеб. пособие / А. Н. Васильев. – Краснодар : Лань, 2014. – 608 с.

2 **Информатика. Базовый курс** : учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений / С. В. Симонович [и др.] ; под общ. ред. С. В. Симоновича. – СПб. : Питер, 2003. – 640 с.

3 **Иоффе, Л. А.** Применение программных комплексов для решения инженерных задач : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы студентов специальностей ЗА, ЗД / Л. А. Иоффе, Т. А. Голдобина ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 48 с.

4 **Иоффе, Л. А.** Основы компьютерных информационных технологий : учеб.-метод. пособие / Л. А. Иоффе, Т. Л. Шинкевич, Т. А. Голдобина ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 166 с.

5 **Макаров, Е. Г.** Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб. : Питер, 2005. – 448 с.

6 **Цырлин, М. И.** Основные требования к оформлению пояснительных записок курсовых и дипломных проектов (работ) : учеб.-метод. пособие / М. И. Цырлин. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 31 с.

Учебное издание

*ИОФФЕ Лев Аркадьевич*

*ГОЛДОБИНА Татьяна Александровна*

**ПРИМЕНЕНИЕ MATHCAD И EXCEL  
В ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧАХ**

Учебно-методическое пособие  
по выполнению расчетно-графической работы

Редактор *А. А. Павлюченкова*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 12.10.2015 г. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$  .  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,98. Тираж 250 экз.  
Зак. № . Изд. № 73.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель.