



---

---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Брянский государственный технический университет

---

---

УТВЕРЖДАЮ

Ректор университета

О.Н. Федонин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ИНФОРМАТИКА**

**Математические возможности MS Excel**

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ  
для студентов 1 курса очной формы обучения  
по всем направлениям подготовки

Брянск  
2020

УДК 004.67



ИНФОРМАТИКА. Математические возможности MS Excel [Текст]+[Электронный ресурс]. Методические указания к выполнению лабораторных работы для студентов 1-го курса очной формы обучения по всем направлениям подготовки. Брянск: БГТУ, 2020. – 27 с.

Разработал Пугач Л.И.,  
канд. физ.-матем. наук, доц.

Рекомендовано кафедрой «Информатика и программное обеспечение» (протокол № 4 от 24.12.19)

## **Предисловие**

Методические указания к выполнению лабораторных работ предназначены для студентов очной формы обучения всех направлений подготовки БГТУ.

В них содержатся краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ и примеры их выполнения. Сами же задания лабораторных работ будет выдавать преподаватель на занятиях.

Целью выполнения лабораторных работ является приобретение практических навыков применения математических функций в MS Excel (далее для краткости просто Excel), а также навыков работы с математическими надстройками Excel «Подбор параметра» и «Поиск решения».

Весь материал будет излагаться применительно к установленным на компьютерах кафедры «Информатика и программное обеспечение» БГТУ версиям Excel 2010 или Excel 2013.

### **Математические функции в Excel**

Мы предполагаем, что студент уже знаком с простейшими формулами Excel. В частности, студенту уже должно быть известно, что любая формула Excel начинается со знака равенства «=», а заканчивается её ввод нажатием клавиши «Enter». Кроме того, студент уже должен понимать, что, в отличие от математики, в самих формулах Excel никогда не употребляются обозначения неизвестных  $x, y, z$  и т.д., а вместо этого применяются ссылки на ячейки Excel (A2, B3 и т.д.), в которых находятся числовые значения этих неизвестных.

Среди уже известных студенту формул, применяемых в Excel, мы выделим здесь те, в которых используются именно математические функции.

Для удобства студента мы сформировали таблицу, в которой показано, как записываются в Excel основные математические функции. Для простоты будем считать, что число  $x$  записано в ячейке A2.

№ п/п	Математическая функция	Соответствующая формула Excel
1	$x^2, x^3$ и т.д.	=A2^2 , =A2^3 и т.д.
2	$\sqrt{x}$	=КОРЕНЬ(A2)
3	$\sqrt[3]{x}, \sqrt[4]{x}$ и т.д.	=A2^(1/3) , =A2^(1/4) и т.д.
4	$\ln x, \lg x, \log_2 x$	=LN(A2), =LOG10(A2), =LOG(A2;2)
5	$e^x, 2^x$	=EXP(A2), =2^A2
6	$\pi$ – число пи	=ПИ()
7	$\sin x, \cos x, \operatorname{tg} x$ (в радианах!)	=SIN(A2), =COS(A2), =TAN(A2)
8	$\operatorname{sh} x, \operatorname{ch} x, \operatorname{th} x$ – гиперболические функции	=SINH(A2), =COSH(A2), =TANH(A2)
9	$ x $ – модуль числа	=ABS(A2)
10	$\arcsin x, \arccos x, \operatorname{arctg} x$	=ASIN(A2), =ACOS(A2), =ATAN(A2)
11	$n!$ – факториал целого числа	=ФАКТР(A2)
12	$C_n^k$ – число сочетаний	=ЧИСЛКОМБ(A2;B2)
13	$x_1^2 + \dots x_n^2$	=СУММКВ()
14	$(x_1 - y_1)^2 + \dots (x_n - y_n)^2$	=СУММКВРАЗН()
15	$x_1 y_1 + \dots x_n y_n$	=СУММПРОИЗВ()

### Примечания к таблице

К строке № 1. Некоторые пользователи предпочитают для вычисления степеней использовать функцию СТЕПЕНЬ(), например, =СТЕПЕНЬ(A2;3) для вычисления  $x^3$ .

Это, безусловно, допустимо, но, на наш взгляд, более громоздко и неудобно, чем предложенное в таблице =A2^3.

К строке № 2. И здесь часть пользователей предпочитает для вычисления корня использовать функцию СТЕПЕНЬ(), например, =СТЕПЕНЬ(A2;0,5) для вычисления  $\sqrt{x}$ .

И это тоже возможно и допустимо, но автор предпочитает функцию =КОРЕНЬ().

К строке № 7. а) Если угол задан в градусах, то необходимо пересчитать его в радианы, умножив на число  $\pi$  и разделив на 180:

Либо можно использовать готовую функцию Excel РАДИАНЫ(), переводящую угол из градусов в радианы:  $=\text{SIN}(\text{РАДИАНЫ}(A2))$

б) Функция котангенса отсутствует в Excel. Для вычисления её мы можем предложить на выбор два варианта:

$$=\text{COS}(A2)/\text{SIN}(A2) \text{ или же } =1/\text{TAN}(A2)$$

*Ко всей таблице.*

а) Рекомендуем заранее размечать ячейки листа Excel надписями, которые помогут и студенту, и проверяющему работу преподавателю разобраться, в какой ячейке какое число находится. Например:

x	f(x)
2	1,41428

б) В таблицу на странице 4 нами намеренно не включены имеющиеся в Excel многочисленные функции из теории вероятностей и математической статистики, работа с которыми выходит за рамки рассматриваемой лабораторной работы.

## ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ В EXCEL

Для построения графика функции в Excel сначала надо создать на листе Excel её таблицу. Этот процесс подробно описан в Лабораторной работе №2 «Таблицы функций», здесь мы не будем повторять. Итак, пусть на листе Excel уже имеется таблица функции, например в ячейках A1-B12 :

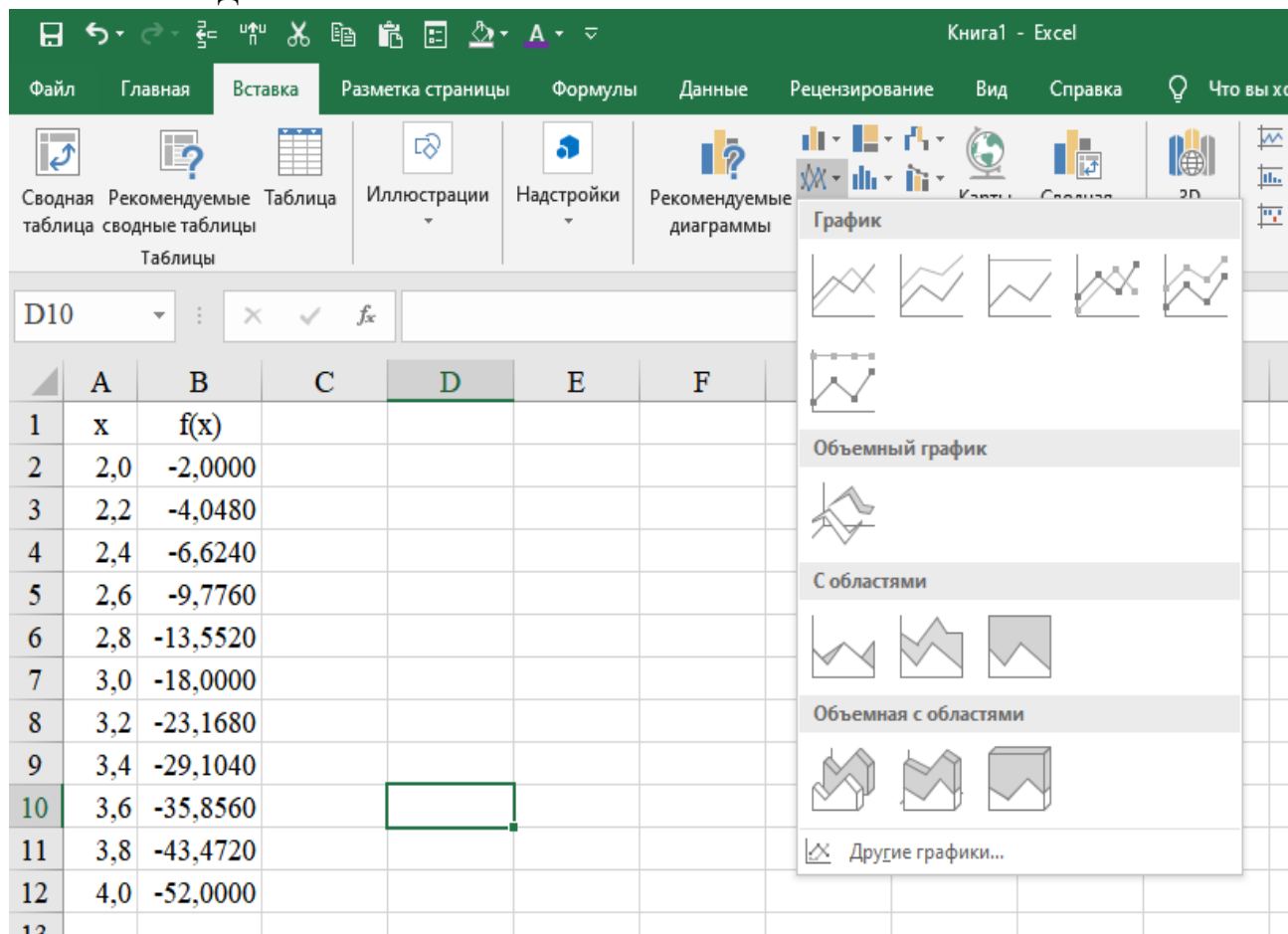
	A	B	C
1	x	f(x)	
2	2,0	-2,0000	
3	2,2	-4,0480	
4	2,4	-6,6240	
5	2,6	-9,7760	
6	2,8	-13,5520	
7	3,0	-18,0000	
8	3,2	-23,1680	
9	3,4	-29,1040	
10	3,6	-35,8560	
11	3,8	-43,4720	
12	4,0	-52,0000	

Приступим к построению графика.

Для этого в верхнем меню Excel выбираем

Вставка > Вставить график или диаграмму с областями

Выглядит этот момент так:

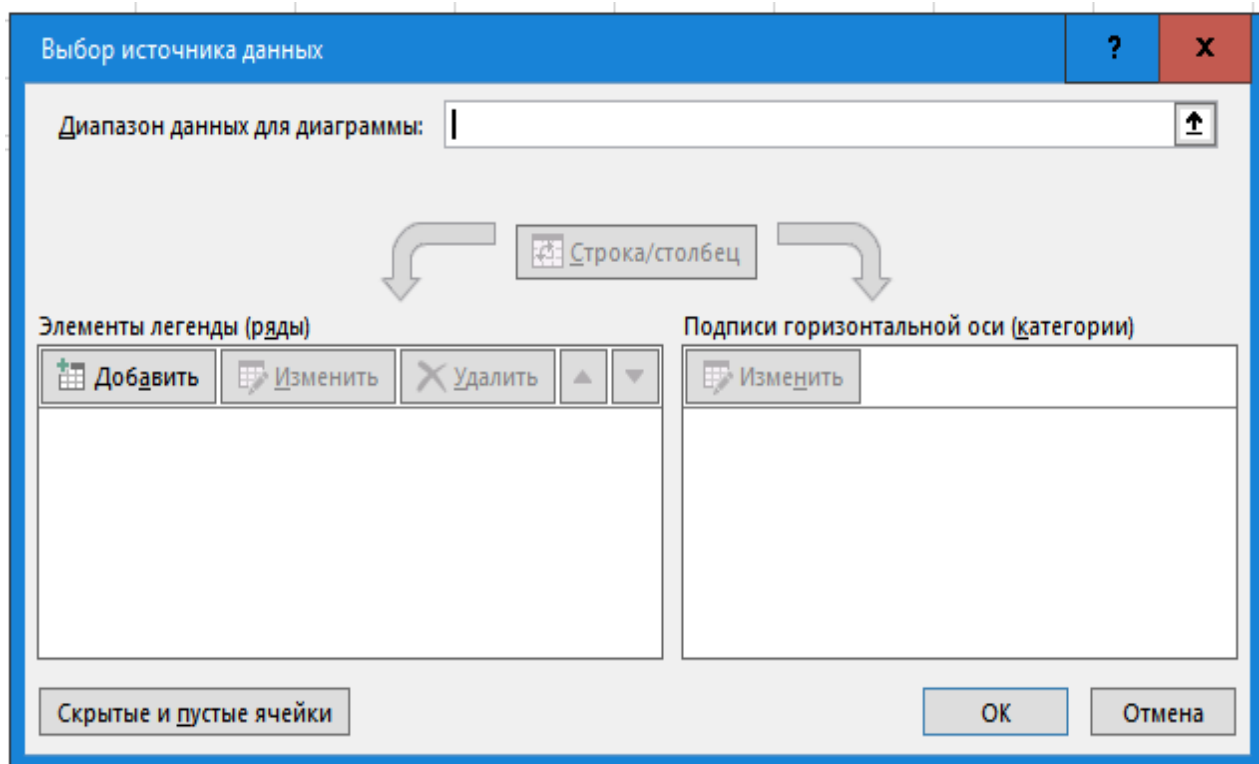


Выбираем самый первый, самый простой график – для математических вопросов он подходит лучше всего!

На листе возникает белый пустой прямоугольник – область диаграммы.

Щелкаем на нём правой кнопкой мыши и из выпавшего длинного меню выбираем «Выбрать данные» – то есть график чего именно мы хотим строить.

Возникает окно «Выбор источника данных»:

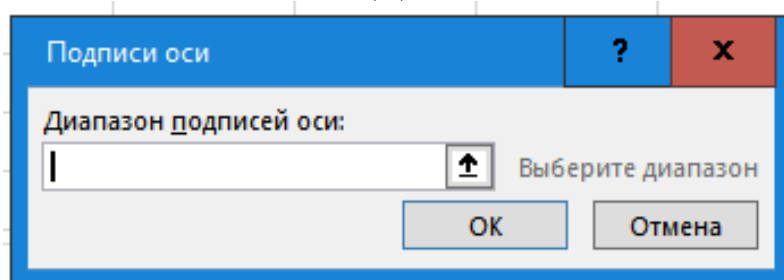


В окошке «Диапазон данных для диаграммы» выбираем ячейки B1-B12, ведь именно там находится функция  $f(x)$ .

Но еще необходимо выбрать правильные подписи оси Oх (иначе Excel всегда будет писать на оси Oх номера 1,2,3,4,5,... – для математических задач это не подходит).

Для этого находим справа «Подписи горизонтальной оси (категории)» и нажимаем кнопку «Изменить».

Возникает окошко «Диапазон подписей оси»:

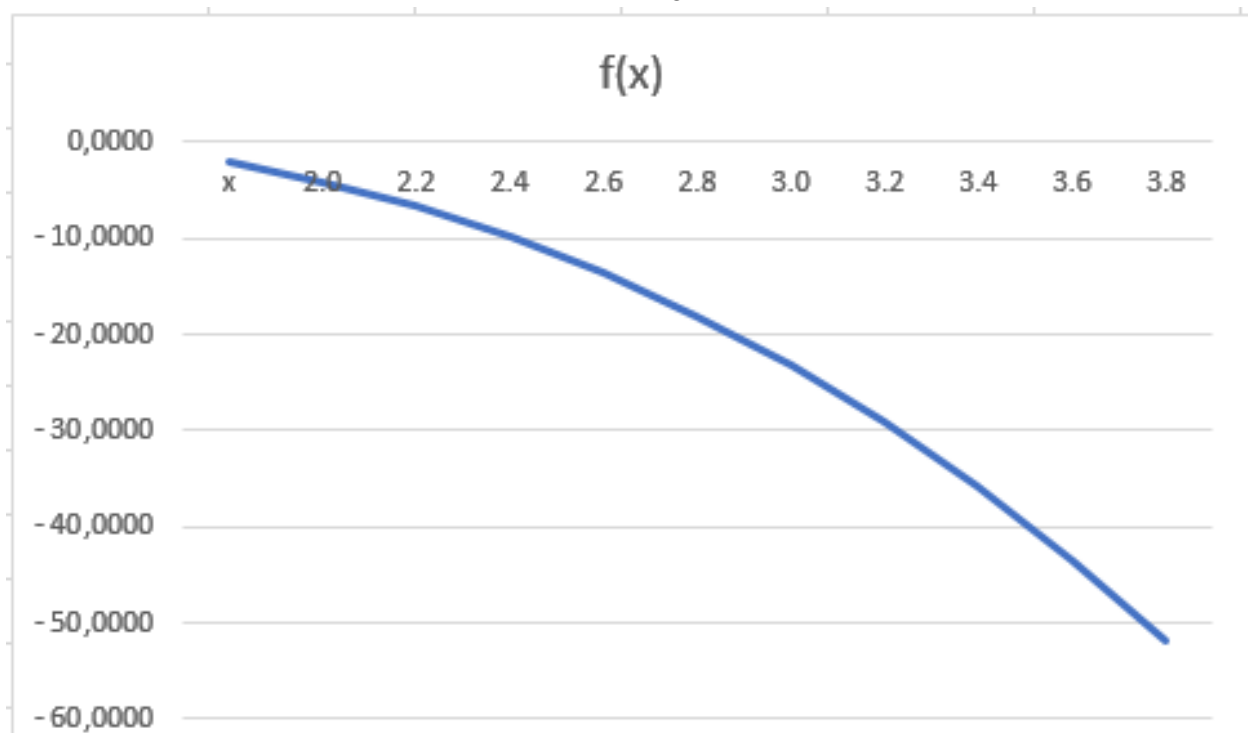


В нем мы указываем мышью ячейки A1-A12 и нажимаем ОК.

Мы попадаем снова в окно «Выбор источника данных», где тоже нажимаем ОК.

Появляется нужный график.

Например, он может иметь такой вид:



### Замечания:

1) Отметим, что диаграмму можно свободно двигать по листу Excel, а также растягивать мышью. Пользуйтесь этим для того, чтобы график было удобно рассмотреть и чтобы он не накладывался на занятые ячейки.

2) Некоторые пользователи обучены действовать в другом порядке: сначала выделить ячейки B1-B12 (но только НЕ A1-B12, поскольку тогда получатся два графика вместо одного!), а потом уже вызывать диаграмму.

Это вполне возможный способ, но только не забывайте выбрать правильные подписи оси Oх, как описано выше.

3) Excel позволяет строить на одной диаграмме два или более графиков, если это требуется. Например, если две функции  $y_1$  и  $y_2$  занесены в ячейки B1-B12 и C1-C12, то, выбрав весь этот диапазон B1-C12 (два столбца), мы построим два графика  $y_1$  и  $y_2$  на одной диаграмме (так надо будет действовать в Лабораторной работе № 4). Но не забываем и здесь выбрать правильные подписи оси Oх, как описано выше.



Разберем здесь только две, самые известные, надстройки Excel – надстройки «Подбор параметра» и «Поиск решения». Владение только лишь этими двумя надстройками уже способно весьма расширить возможности пользователя в решении многих математических задач с помощью компьютера.

## Надстройка «Подбор параметра»

Перед вызовом любой надстройки (в том числе и рассматриваемой) необходимо подготовить лист Excel: разметить его и ввести участвующие в задаче числа и формулы. Только после этого можно вызывать надстройку.

В ячейку A2 введем произвольное число – например, 1. В ячейку B2 введем формулу Excel, вычисляющую заданную нам функцию. В данном примере видим, что в ячейку B2 следует ввести формулу  $=A2^3+2*A2-1$ .

	A	B	C	D	E	F
1	x	f(x)				
2	1	2				
3						

Рис.8. Подготовка листа к вызову надстройки «Подбор параметра».

Вызываем надстройку, найдя в главном меню Excel подменю Данные > Анализ "что если" > Подбор параметра.

Появляется окно надстройки, имеющее следующий вид:

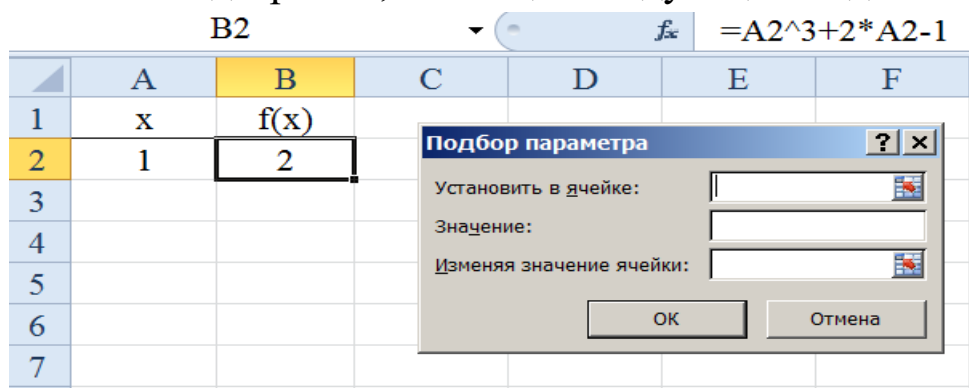


Рис.9. После вызова надстройки «Подбор параметра».

Заполняем возникшее окно: требуем установить в ячейке B2 значение 0, изменяя значение ячейки A2.

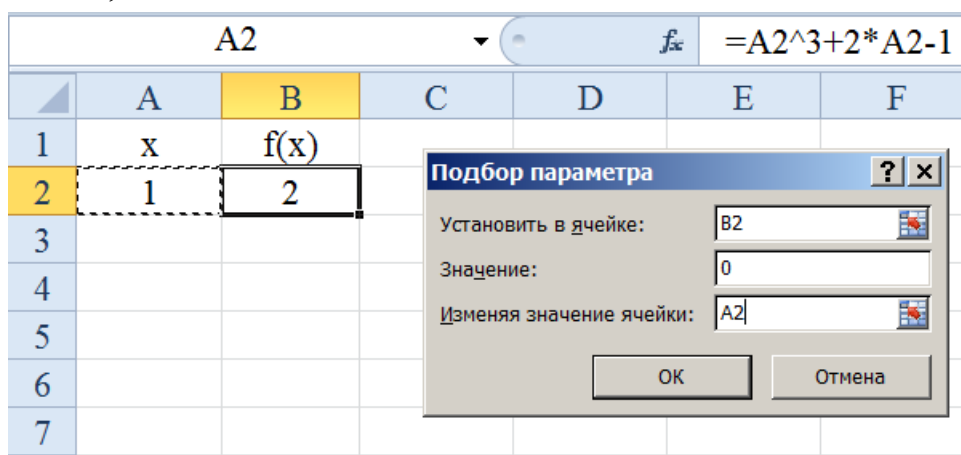


Рис.10. Работа с надстройкой «Подбор параметра».

После нажатия кнопки «ОК» сразу же появится результат:

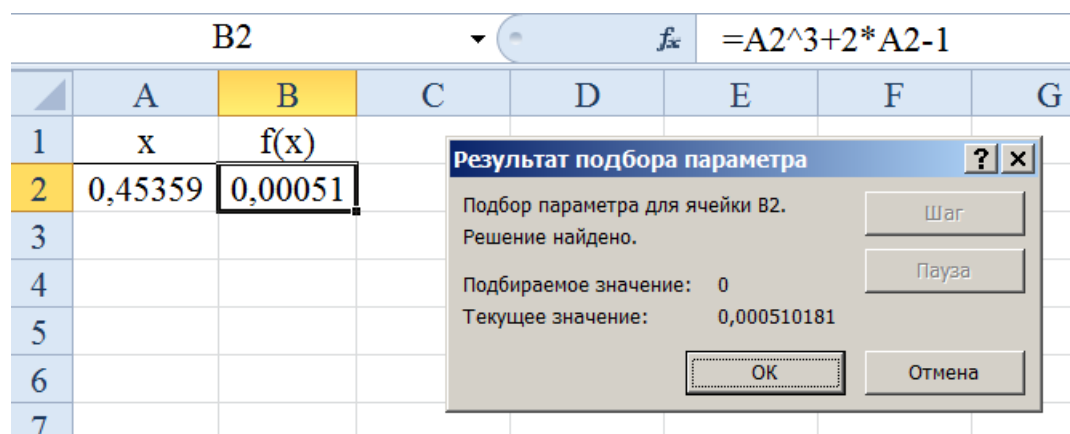


Рис.11. Результат работы надстройки «Подбор параметра».

Видим, что уравнение решено весьма приближенно: в ячейке B2 получили не 0, а 0,00051. Хотя по большому счету все вычисления на компьютере являются приближенными (и при правильной постановке задачи заказчик должен задать нам требуемую точность решения), в данном случае число 0,00051 явно не может нас удовлетворить.

Поэтому мы, во-первых, уточним условие задачи: найдем решение того же уравнения с точностью  $10^{-4}$ , то есть гарантируем четыре знака после запятой.

Во-вторых, настроим Excel так, чтобы он проводил все вычисления еще точнее (это делается один раз на данном компьютере, и с этого дня Excel будет считать гораздо точнее). Для этого в главном меню Excel выберем Файл>Параметры>Формулы.

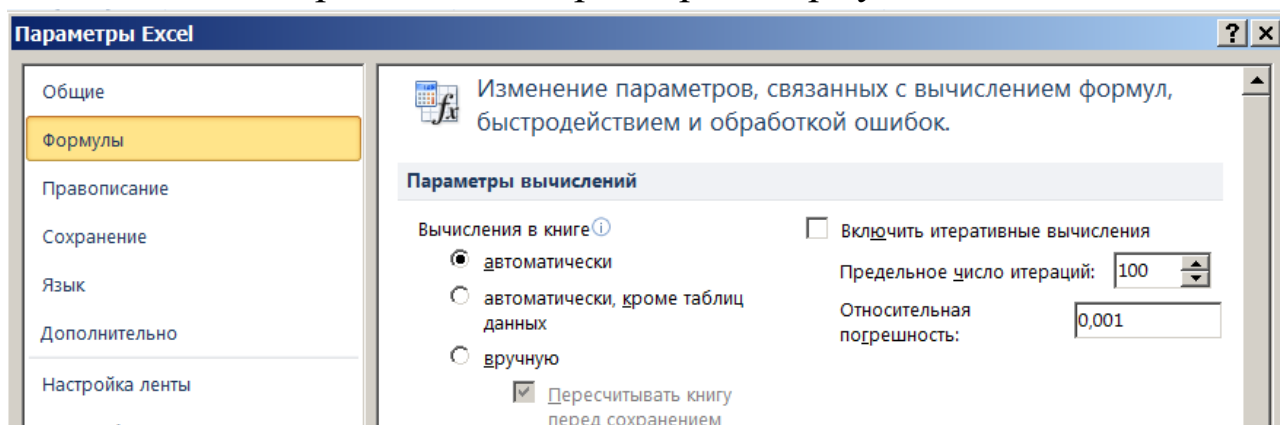


Рис.12. Настройка точности вычислений в Excel.

Увеличим в этом окне предельное число итераций со 100 до 1000, одновременно уменьшив относительную погрешность с 0,001 до 0,00001 – тем самым заставим Excel считать дольше и точнее (на современных быстродействующих компьютерах пользователь не почувствует разницу по времени вычислений).

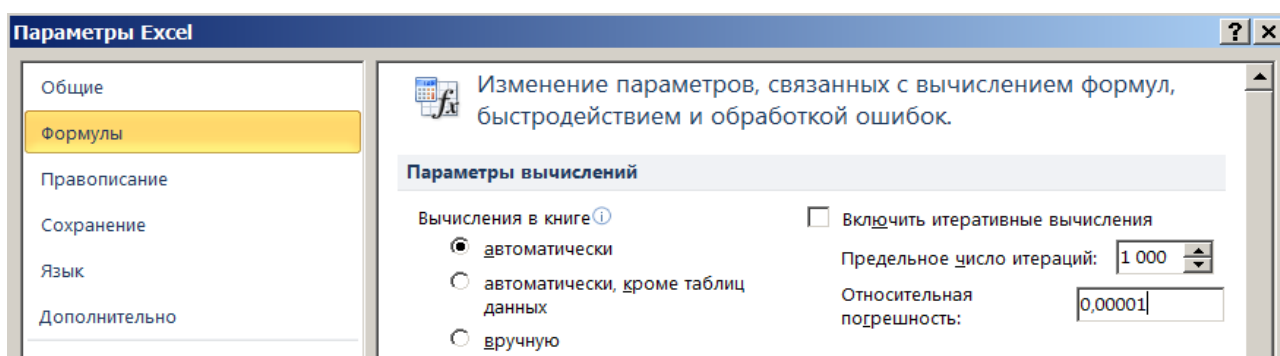


Рис.13. Повышение точности вычислений в Excel.

Теперь повторно вызываем надстройку «Подбор параметра» – сам лист у нас уже подготовлен, ничего менять на нем не следует.

И получаем ответ с гораздо большей точностью:

		B2	fx =A2^3+2*A2-1			
	A	B	C	D	E	F
1	x	f(x)				
2	0,453397	-0,000001				
3						

Рис.14. Ответ с повышенной точностью.

Отметим, что с точки зрения оформления работы лучше форматировать ячейки в соответствии с заданием: если требуемая точность 4 знака после запятой, то и формат ячеек должен быть с 4 знаками после запятой.

Поэтому выделим ячейки A2 и B2, вызовем «Формат ячеек» (либо нажав комбинацию клавиш Ctrl+1, либо щелкнув правой кнопкой мыши на этих ячейках и выбрав в выпадающем меню «Формат ячеек») и установим в них формат 4 знака после запятой.

	A	B	
1	x	f(x)	
2	0,4534	0,0000	
3			

Рис.15. Отформатированный ответ с 4 знаками после запятой.

Такой дизайн ответа наиболее приятен для глаз.

Если заданное уравнение имеет несколько корней, и нужно найти все эти корни, то задача усложняется, так как заранее неизвестно ни количество корней, ни их приближенные значения.

В этом случае рекомендуется сначала построить таблицу значений и график заданной функции с помощью диаграммы Excel (см. страницы 5-8).

Допустим, мы построили следующий график функции:

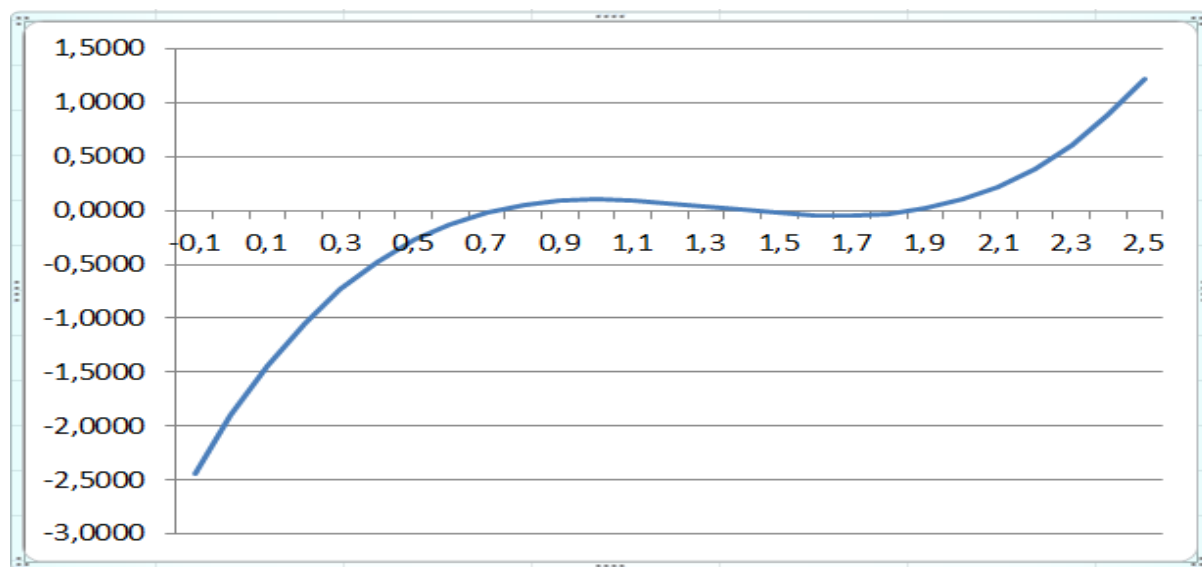


Рис.16. График функции для определения числа корней уравнения и их приближенных значений.

Тогда, наблюдая пересечения этого графика с осью  $Ox$ , видим, что уравнение имеет три корня, и их приближенные значения «на глазок» примерно таковы:  $x_1 \approx 0,7$  ;  $x_2 \approx 1,5$  ;  $x_3 \approx 1,9$  .

После этого необходимо трижды вызвать надстройку «Подбор параметра», каждый раз задавая начальное значение  $x$  заново (первый раз равным 0,7, второй раз 1,5, а третий раз 1,9).

Надстройка «Подбор параметра» найдет все три корня с заданной точностью. Увидим примерно следующую картину:

	А	В
1	x	f(x)
2	0,7204	0,0000
3	1,4126	0,0000
4	1,8670	0,0000

Отметим, что без построения графика мы вряд ли смогли бы получить все эти результаты.

## **Надстройка «Поиск решения»**

Теперь переходим к рассмотрению второй, гораздо более мощной надстройки «Поиск решения». Она позволяет решать разнообразные математические задачи: находить решения систем уравнений с двумя, тремя (и даже более) неизвестными; находить максимумы и минимумы функций от одной или нескольких переменных при наличии ограничений на переменные или же без ограничений.

Естественно, такая надстройка гораздо сложнее, чем «Подбор параметра». Нам придется разобрать несколько примеров, чтобы освоить разные случаи ее применения.

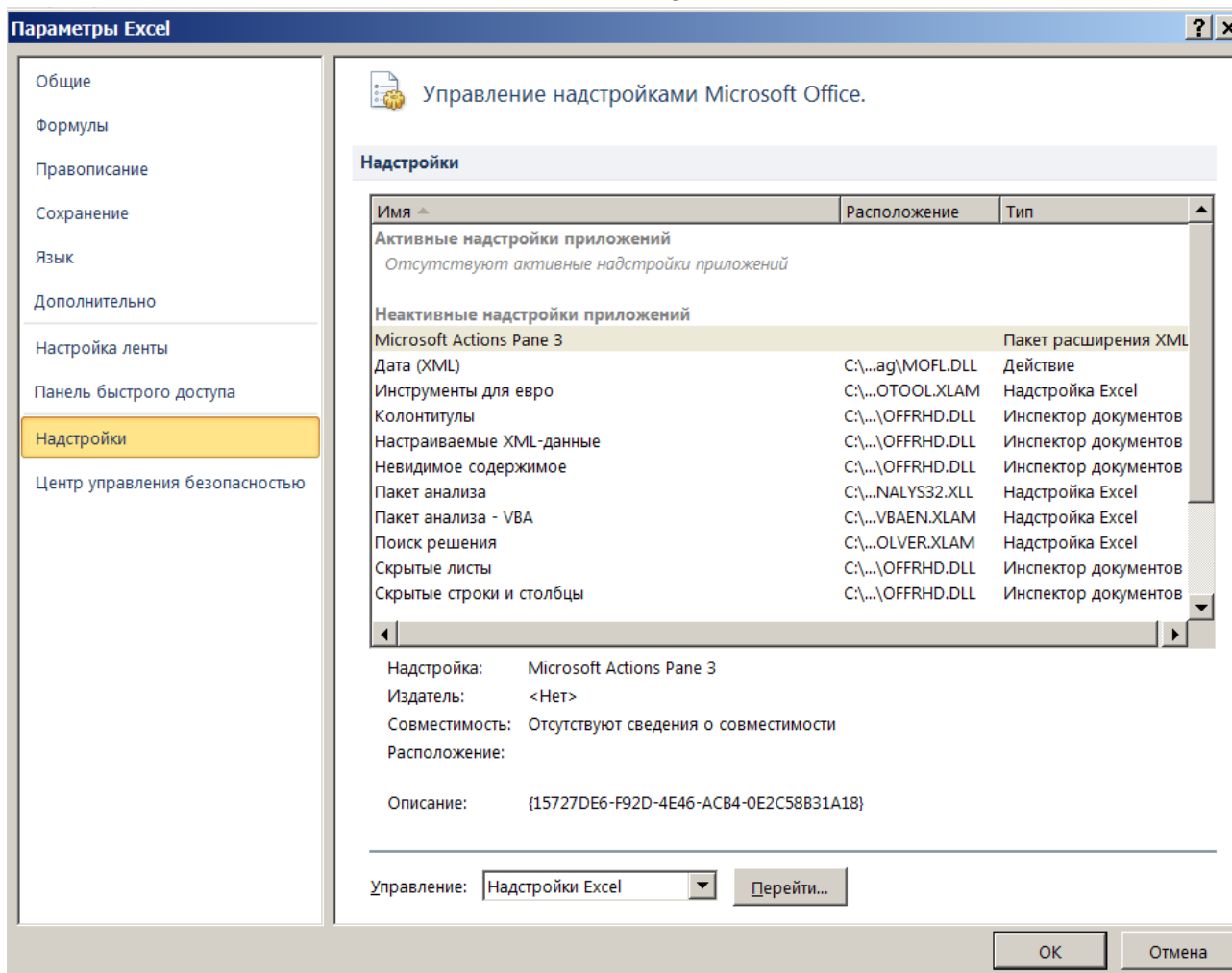
Но прежде всего отметим, что надстройка «Поиск решения», как правило, не установлена в Excel по умолчанию (поскольку многие пользователи Excel – например, бухгалтеры – никогда ее не применяют). Поэтому опишем несложный процесс ее начальной установки.

Если в меню «Данные» в Excel вы не обнаружили кнопку «Поиск решения», это означает, что никто до Вас не устанавливал эту надстройку на этом компьютере.

Тогда следует вызвать меню

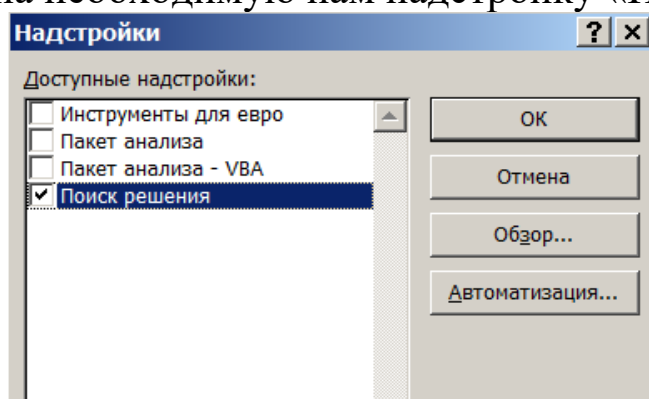
Файл > Параметры > Надстройки

и обнаружить следующую картину:



Как видим, пока что отсутствуют активные надстройки.

Нажав кнопку «Перейти», попадаем к списку надстроек и ставим мышью флажок на необходимую нам надстройку «Поиск решения»:



После нажатия «ОК» надстройка «Поиск решения» устанавливается и через несколько секунд ее кнопка появляется на вкладке «Данные». Отныне она активна, и устанавливать ее на данном компьютере больше не нужно.

Ознакомимся с видом окна, появляющегося при вызове самой надстройки «Поиск решения»:

Как видим, здесь много кнопок, и ознакомление с их работой требует нескольких примеров. Перейдем к их рассмотрению.

*Пример 1.* С помощью надстройки «Поиск решения» найти решение системы уравнений

$$\begin{cases} x^3 + e^y = 11 \\ \operatorname{tg} x - y^3 = -3 \end{cases}$$

*Решение.* Подготовим лист Excel (напомним, что на пустой лист надстройки никогда не вызывают).

Разметим лист, введя в ячейку A1 надпись  $x$ , в ячейку B1 надпись  $y$ , в ячейку C1 надпись  $f$ , а в ячейку D1 надпись  $g$  (здесь  $f$  и  $g$  означают функции, стоящие в левых частях первого и второго уравнений системы). В ячейку A2 и B2 введем произвольные числа – например, 1 и 1. В ячейку C2 введем формулу Excel, вычисляющую заданную нам в



первом уравнении функцию  $f$ . В данном примере видим, что в ячейку C2 следует ввести формулу  $=A2^3+EXP(B2)$ , а в ячейку D2 следует ввести формулу  $=TAN(A2)-B2^3$ .

Введя эти формулы и нажав клавишу <Enter>, мы увидим в ячейках C2 и D2 некоторые дробные числа:

D2		fx		=TAN(A2)-B2^3		
	A	B	C	D	E	F
1	x	y	f	g		
2	1	1	3,718282	0,557408		
3						

Подготовка листа завершена.

Вызываем надстройку «Поиск решения», требуем оптимизировать целевую функцию в ячейке C2 до значения 11 (которое задано в условии), изменяя ячейки A2 и B2. Чтобы выполнялось и второе равенство системы, добавим ограничение  $D2 = -3$ :

**Добавление ограничения**

Ссылка на ячейки: D2 Ограничение: = -3

ОК Добавить Отмена

Теперь окно поиска решения полностью подготовлено:

**Параметры поиска решения**

Оптимизировать целевую функцию: \$C\$2

До: ☐ Максимум ☐ Минимум ☒ Значения: 11

Изменяя ячейки переменных: \$A\$2:\$B\$2

В соответствии с ограничениями: \$D\$2 = -3

☐ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ

Метод решения  
Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка Найти решение Закрыть

Нажимаем кнопку «Найти решение» и получаем ответ:

	A	B	C	D
1	x	y	f	g
2	1,4129	2,1016	11,0000	-3,0000

Система решена.

### Случай нескольких решений системы

Отметим, что если система уравнений имеет несколько решений и требуется найти все её решения, то процедура весьма усложняется.

В этом случае необходимо

1. Выразить в каждом уравнении системы  $y$  через  $x$ .
2. Составить таблицы значений всех полученных функций  $y(x)$ .
3. Построить на одной диаграмме Excel графики всех полученных функций  $y(x)$ .
4. На диаграмме Excel увидеть количество точек пересечения графиков первого и второго уравнений (то есть число решений системы) и приближенные значения  $x$  и  $y$  для каждого из решений системы.
5. После этого придется столько раз, сколько решений у системы, повторить действия примера 4 (то есть подготовить лист и вызвать надстройку «Поиск решения») и таким образом найти все решения системы.

Эту сложную процедуру мы включаем в предстоящую курсовую работу по информатике.

### Максимумы и минимумы функций

*Пример 2.* С помощью надстройки «Поиск решения» найти максимум функции  $f(x)=3x^2-x^4$ .

*Решение.* Подготовим лист Excel (напомним, что на пустой лист надстройки никогда не вызывают).

Разметим лист, введя в ячейку A1 надпись  $x$ , а в ячейку B1 надпись  $f(x)$ . В ячейку A2 введем произвольное число – например, 1. В ячейку B2 введем формулу Excel, вычисляющую заданную нам функцию. В данном примере видим, что в ячейку B2 следует ввести формулу

$$=3*A2^2-A2^4.$$

Нажав клавишу <Enter>, мы увидим в ячейке B2 число 2, поскольку, очевидно,  $3 \cdot 1^2 - 1^4 = 2$ . Подготовка листа завершена.

		B2	fx = 3*A2^2-A2^4			
	A	B	C	D	E	F
1	x	f(x)				
2	1,0000	2,0000				
3						

Вызываем надстройку «Поиск решения», требуем оптимизировать целевую функцию в ячейке B2 до максимума, изменяя ячейку A2. Никаких ограничений не задаем, поскольку их нет. Настоятельно рекомендуем снять флажок «Сделать переменные без ограничений неотрицательными», поскольку он не позволяет отыскать отрицательные  $x$ , а во многих задачах  $x$  в ответе может быть отрицательным.

Этот флажок следует оставить (или поставить самому) только в тех редких ситуациях, когда переменные не могут быть отрицательными либо по их житейскому смыслу, либо по математическим свойствам – например, функции =КОРЕНЬ() или =LN() не могут быть вычислены от отрицательных чисел.

**Параметры поиска решения**

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☒ Максимум ☐ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Добавить

Изменить

Удалить

Сбросить

Загрузить/сохранить

☐ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Параметры

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Найти решение

Заккрыть

Нажимаем кнопку «Найти решение» и получаем ответ:

	A	B
1	x	f(x)
2	1,2247	2,2500

*Пример 3.* С помощью надстройки «Поиск решения» найти минимум функции  $f(x)=2x^4-\cos x$  при ограничении  $x \geq 1$ .

**Решение.** Подготовим лист Excel (напомним, что на пустой лист надстройки никогда не вызывают).

Разметим лист, введя в ячейку A1 надпись  $x$ , а в ячейку B1 надпись  $f(x)$ . В ячейку A2 введем произвольное число – например, 1. В ячейку B2 введем формулу Excel, вычисляющую заданную нам функцию. В данном примере видим, что в ячейку B2 следует ввести формулу  $=2*A2^4-\cos(A2)$ .

Нажав клавишу <Enter>, мы увидим в ячейке В2 некоторое дробное число, равное  $2 \cdot 1^4 - \cos 1$ . Подготовка листа завершена.

	A	B	C	D	E	F
1	x	f(x)				
2	1,0000	1,4597				
3						

Вызываем надстройку «Поиск решения», требуем оптимизировать целевую функцию в ячейке В2 до минимума, изменяя ячейку А2. В соответствии с условием необходимо задать ограничение  $x \geq 1$ .

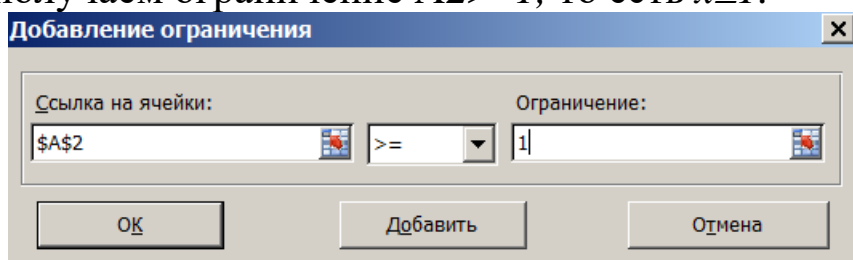
Для этого в окне «Параметры поиска решения» нажимаем кнопку «Добавить», и появляется окно добавления ограничения:

**Добавление ограничения**

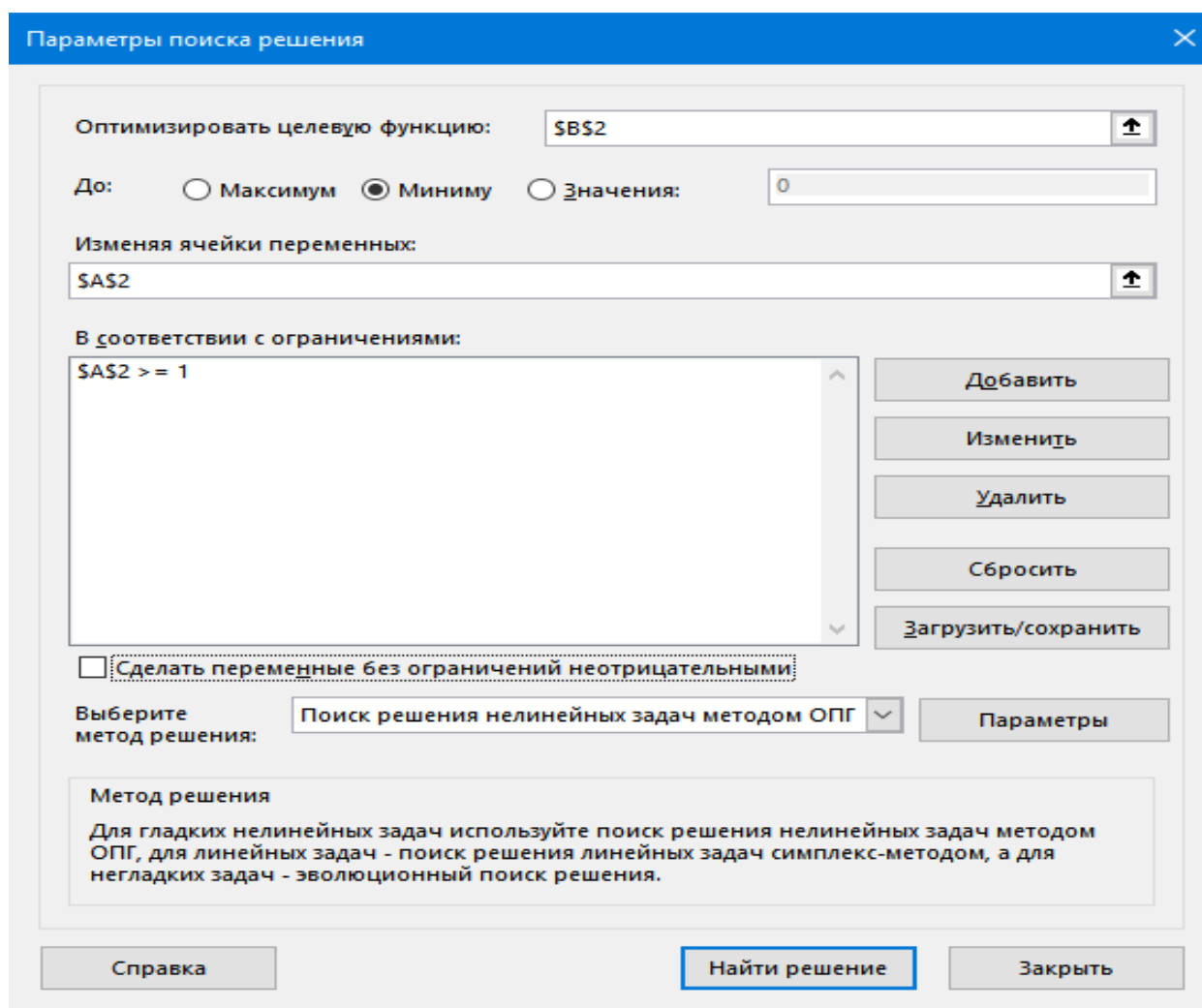
Ссылка на ячейки:  Ограничение:  <=

В его левом окошке вводим ячейку A2, в которой находится число  $x$ , в среднем окошке из выпадающего списка выбираем значок  $\geq$ , а в правом окошке вводим вручную число 1 и нажимаем ОК.

Так получаем ограничение  $A2 \geq 1$ , то есть  $x \geq 1$ .



Теперь окно поиска решения полностью подготовлено:



Нажимаем кнопку «Найти решение» и получаем ответ:

x	f
1	1,459698

*Пример 4.* С помощью надстройки «Поиск решения» найти минимум функции  $f(x,y)=x^4 - xy + y^2$ .

*Решение.* Подготовим лист Excel (напомним, что на пустой лист надстройки никогда не вызывают). Разметим лист, введя в ячейку A1

надпись  $x$ , в ячейку B1 надпись  $y$ , а в ячейку C1 надпись  $f(x,y)$ . В ячейку A2 и B2 введем произвольные числа – например, 1 и 1. В ячейку C2 введем формулу Excel, вычисляющую заданную нам функцию. В данном примере видим, что в ячейку C2 следует ввести формулу  $=A2^4-A2*B2+B2^2$ .

Нажав клавишу <Enter>, мы увидим в ячейке В2 число 1, так как  $1^4 - 1 \cdot 1 + 1^2 = 1$ . Подготовка листа завершена.

	A	B	C	D	E	F
1	x	y	f(x,y)			
2	1	1	1			
3						

Вызываем надстройку «Поиск решения», требуем оптимизировать целевую функцию в ячейке С2 до минимума, изменяя ячейки А2 и В2. Никаких ограничений не задано.

×

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До:

☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Добавить

Изменить

Удалить

Сбросить

Загрузить/сохранить

☐ Сделайте переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

▼

Параметры

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Найти решение

Закреть

Нажимаем кнопку «Найти решение» и получаем ответ:

A	B	C
x	y	f(x,y)
0,3536	0,1768	-0,0156

## Работа с матрицами в Excel

Имеется несколько функций Excel, предназначенных для работы с матрицами (двумерными массивами). Они весьма облегчают громоздкие вычисления с матрицами и потому каждый серьезный пользователь Excel должен ими владеть.

### 1. Определитель матрицы.

Если требуется вычислить определитель квадратной матрицы, то необходимо ввести эту матрицу на лист Excel (пусть для определенности в ячейки A1:C3) и в отдельной ячейке ввести функцию =МОПРЕД(A1:C3).

После нажатия клавиши <Enter> в этой ячейке появится число – это и есть определитель введенной матрицы.

Отметим, что диапазон ячеек, в которых введена данная матрица (в нашем примере это A1:C3), вовсе не обязательно вводить вручную.

Гораздо удобнее и надежнее выделить матрицу мышью, и тогда Excel сам впишет в скобки этот диапазон (при этом курсор должен стоять именно между скобками!).

### 2. Обратная матрица.

Пусть дана квадратная невырожденная матрица  $A$  и требуется найти обратную к ней матрицу  $A^{-1}$ .

Точно так же, как и для вычисления определителя, необходимо ввести эту матрицу на лист Excel (например, в ячейки A1:C3) и в отдельной ячейке (например, в ячейке E1) ввести функцию =МОБР(A1:C3).

После нажатия клавиши <Enter> в этой ячейке E1 появится число – это и есть первый элемент  $a_{11}$  обратной матрицы.

Очевидно, что поместить всю обратную матрицу в одной ячейке невозможно. Поэтому здесь требуется особым способом распространить введенную формулу =МОБР(A1:C3) из одной ячейки E1 на несколько ячеек, чтобы получить всю обратную матрицу  $A^{-1}$ , а не только её первый элемент  $a_{11}$ .

Такой способ создан разработчиками Excel, он получил название «формула массива». То есть формула вводится в одну ячейку и затем распространяется на весь массив (в данном случае матрицу).

Итак, чтобы получить формулу массива, после ввода формулы в ячейку E1 необходимо сделать три шага:

1. Выделить мышью диапазон ячеек под будущую обратную матрицу (в нашем примере это ячейки E1: G3).
2. Нажать функциональную клавишу F2.
3. Нажать комбинацию клавиш Ctrl+Shift+Enter.

После этого на листе Excel появляется вся обратная матрица  $A^{-1}$ .

Важно отметить, что после шага 3 уже нельзя делать никакие изменения ячеек E1: G3 – иначе появится сообщение «нельзя изменять часть массива» и Excel зависнет (не будет выполнять никакие другие команды пользователя). Если же такая неприятная ситуация всё же возникла, достаточно нажать клавишу <Esc>, и Excel вернется в исходное состояние (имевшее место до этой ошибки).

Проиллюстрируем всё сказанное рисунками:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	3	2	1		=МОБР(A1:C3)					
2	4	5	2							
3	8	1	6							
4										
5										

Рис.1. Ввод формулы для вычисления обратной матрицы.

	A	B	C	D	E	F	G
1	3	2	1		=МОБР(A1:C3)		
2	4	5	2				
3	8	1	6				
4							
5							

Рис.2. После выделения области под обратную матрицу и нажатия F2.



	A	B	C	D	E	F	G
1	3	2	1		0,875	-0,344	-0,03
2	4	5	2		-0,25	0,313	-0,06
3	8	1	6		-1,13	0,406	0,219
4							

Рис.3. После нажатия комбинации клавиш Ctrl+Shift+Enter.

Отметим, что вид полученной матрицы улучшится, если задать единый формат для всех выделенных ячеек. Так, если нажать комбинацию клавиш Ctrl+1 (формат ячеек), затем выбрать числовой формат с 4 знаками после запятой, то получим следующую картину:

	A	B	C	D	E	F	G
1	3	2	1		0,8750	-0,3438	-0,0313
2	4	5	2		-0,2500	0,3125	-0,0625
3	8	1	6		-1,1250	0,4063	0,2188
4							

Рис.4. После форматирования ячеек обратной матрицы.

### 3. Умножение матриц.

Пусть даны две матрицы A и B, требуется найти их произведение – матрицу A·B.

Напомним, что такая операция выполнима, только если длина строки матрицы A совпадает с длиной столбца матрицы B (иными словами, если размеры матрицы A будут  $m \times n$ , а размеры матрицы B будут  $n \times r$ ). В частности, для квадратных матриц A и B одинакового размера умножение всегда выполнимо.

Подобно двум предыдущим случаям, необходимо ввести обе матрицы A и B на лист Excel (пусть для определенности в ячейки A1:C3 и E1:G3 соответственно), затем в отдельной ячейке (пусть для определенности в ячейке K1) ввести функцию

=МУМНОЖ(A1:C3; E1:G3).

После нажатия клавиши <Enter> в этой ячейке K1 появится число – это и есть первый элемент  $c_{11}$  матрицы A·B.

Очевидно, что поместить всю матрицу A·B в одной ячейке невозможно. Поэтому и здесь требуется применить формулу массива, как при вычислении обратной матрицы.

То есть после ввода формулы в ячейку K1 необходимо сделать уже известные нам три шага:

1. Выделить мышью диапазон ячеек под будущую матрицу  $A \cdot B$  (в нашем примере это ячейки K1:M3).
2. Нажать функциональную клавишу F2.
3. Нажать комбинацию клавиш Ctrl+Shift+Enter.

После этого на листе Excel появляется вся матрица  $A \cdot B$ .

Проиллюстрируем всё сказанное рисунками:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Матрица A				Матрица B						Матрица AB			
2	3	2	1		4	1	7				=МУМНОЖ(A2:C4;E2:G4)			
3	4	5	2		2	6	5							
4	8	1	6		9	0	3							
5														
6														

Рис.5. Ввод формулы для вычисления произведения матриц.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Матрица A				Матрица B						Матрица AB			
2	3	2	1		4	1	7				=МУМНОЖ(A2:C4;E2:G4)			
3	4	5	2		2	6	5							
4	8	1	6		9	0	3							
5														

Рис.6. После выделения области под произведение матриц и нажатия F2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Матрица A				Матрица B						Матрица AB		
2	3	2	1		4	1	7				25	15	34
3	4	5	2		2	6	5				44	34	59
4	8	1	6		9	0	3				88	14	79
5													
6													

Рис.7. После нажатия комбинации клавиш Ctrl+Shift+Enter.

Как известно из математики, операции над матрицами имеют многочисленные применения. Так, с помощью их можно решать системы уравнений по правилу Крамера и находить многое другое.

Информатика. Математические возможности MS Excel : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной формы обучения по всем направлениям подготовки.

ЛЕОНИД ИЗРАИЛЕВИЧ ПУГАЧ

Научный редактор	Д.Г.Лагереv
Компьютерный набор	Л.И.Пугач

Темплан 2020 г., п. \_\_\_\_\_

---

Подписано в печать	Формат 60×84 1/16 Бумага офсетная. Офсетная
печать Усл. печ. л. 1,0 Уч.-изд. л. 1,0 . Тираж 1 экз. Заказ	Бесплатно

---

Издательство Брянского государственного технического университета.  
241035, Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7, БГТУ, тел. 58-82-49  
Лаборатория оперативной полиграфии БГТУ, ул. Институтская, 16