

Лабораторная работа № 4

Табулирование функций и построение графиков

Цель:

Приобрести навыки вычисления таблицы значений функции и построения графиков.

Методические указания:

Табулирование функции - это вычисление значений функции при изменении аргумента от некоторого начального значения до некоторого конечного значения с определенным шагом.

При работе с формулами и функциями в Excel используется несколько **типов ссылок**: относительные, абсолютные и смешанные.

Чаще всего в формулах используют относительные ссылки. **Относительная ссылка** — это ссылка на ячейку, меняющаяся при копировании формулы. Относительная ссылка на ячейку A1 выглядит так: **A1**. Например, если в ячейку **A3** ввести формулу **=A1+A2**, то при копировании ее из ячейки **A3** в ячейку **B3** она преобразуется в формулу **=B1+B2**.

Абсолютная ссылка жестко привязывает формулу к конкретной ячейке и не изменяется при копировании. Чтобы сделать ссылку абсолютной, нужно добавить знак \$ перед буквой и числом, которые составляют адрес ячейки, например **\$G\$7**. Это можно сделать вручную или нажав клавишу **F4** после ввода адреса ячейки.

Смешанная ссылка является комбинацией абсолютных и относительных ссылок. Например, если не должен меняться только столбец, то адрес записывается как **\$B5**; если не должна меняться только строка, то адрес записывается как **B\$5**.

Задание:

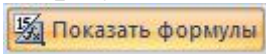
Переменная x меняет свое значение от $x_n=0,1$ до $x_k=3$ с шагом $h=(x_{кон}-x_{нач})/10$. Вычислить таблицу значений функции $y=f(x)$ и суммы $S(x)$ при каждом значении x и построить их графики. Сумма $S(x)$ вычисляется по формуле

$$S(x) = \sum_{n=0}^4 (-1)^n \frac{2n^2 + 1}{(2n)!} x^{2n} \text{ и является разложением в ряд функции } Y(x), \text{ поэтому}$$

$S(x) \approx Y(x)$. Значение n изменяется от 0 до 4. Функция $Y(x)$ вычисляется по

формуле $Y(x) = (1 - \frac{x^2}{2}) \cos x - \frac{x}{2} \sin x$ для контроля правильности вычисления суммы $S(x)$.

Ход выполнения работы:

1. Назовите первый лист книги **Y(x)** (сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши по ярлычку листа *или* щелчок правой кнопкой по ярлычку листа и из контекстного меню выберите команду **Переименовать**. Введите новое имя и нажмите **Enter**).
2. Перейдите в режим проверки формул (Вкладка **Формулы** → **Зависимости** **формул** → **Показать формулы**  или воспользуйтесь комбинацией «горячих» клавиш **Ctrl+`**).
3. Сформируйте таблицу, как показано на рисунке 1. Здесь для вычисления текущего значения аргумента x используется выражение $x=x+h$. Чтобы запретить при копировании изменение адреса ячейки **C2**, где находится значение шага h , используется абсолютный адрес **\$C\$2**. Размножьте формулу, введенную в ячейку **A7** в диапазон ячеек **A8:A16** с помощью маркера заполнения (маленький черный квадратик в нижнем правом углу ячейки).
4. В ячейку **B6** введите формулу, по которой вычисляется функция

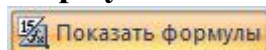
$$Y(x) = (1 - \frac{x^2}{2}) \cos x - \frac{x}{2} \sin x :$$

$$=(1-A6^2/2)*COS(A6)-A6/2*SIN(A6)$$
5. Размножьте данную формулу в диапазон ячеек **B7:B16** с помощью маркера заполнения. Результат представлен на рисунке 1:

	A	B	C
1	$X_{нач}$	$X_{кон}$	h
2	0,1	3	=(B2-A2)/10
3	X	Y(x)	
4	=A2	=(1-A4^2/2)*COS(A4)-A4/2*SIN(A4)	
5	=A4+\$C\$2	=(1-A5^2/2)*COS(A5)-A5/2*SIN(A5)	
6	=A5+\$C\$2	=(1-A6^2/2)*COS(A6)-A6/2*SIN(A6)	
7	=A6+\$C\$2	=(1-A7^2/2)*COS(A7)-A7/2*SIN(A7)	
8	=A7+\$C\$2	=(1-A8^2/2)*COS(A8)-A8/2*SIN(A8)	
9	=A8+\$C\$2	=(1-A9^2/2)*COS(A9)-A9/2*SIN(A9)	
10	=A9+\$C\$2	=(1-A10^2/2)*COS(A10)-A10/2*SIN(A10)	
11	=A10+\$C\$2	=(1-A11^2/2)*COS(A11)-A11/2*SIN(A11)	
12	=A11+\$C\$2	=(1-A12^2/2)*COS(A12)-A12/2*SIN(A12)	
13	=A12+\$C\$2	=(1-A13^2/2)*COS(A13)-A13/2*SIN(A13)	
14	=A13+\$C\$2	=(1-A14^2/2)*COS(A14)-A14/2*SIN(A14)	

Рисунок 1 Вычисление функции Y(x) в режиме проверки формул

6. Выйдите из режима проверки формул (Вкладка **Формулы**→**Зависимости** **формул**→**Показать формулы**



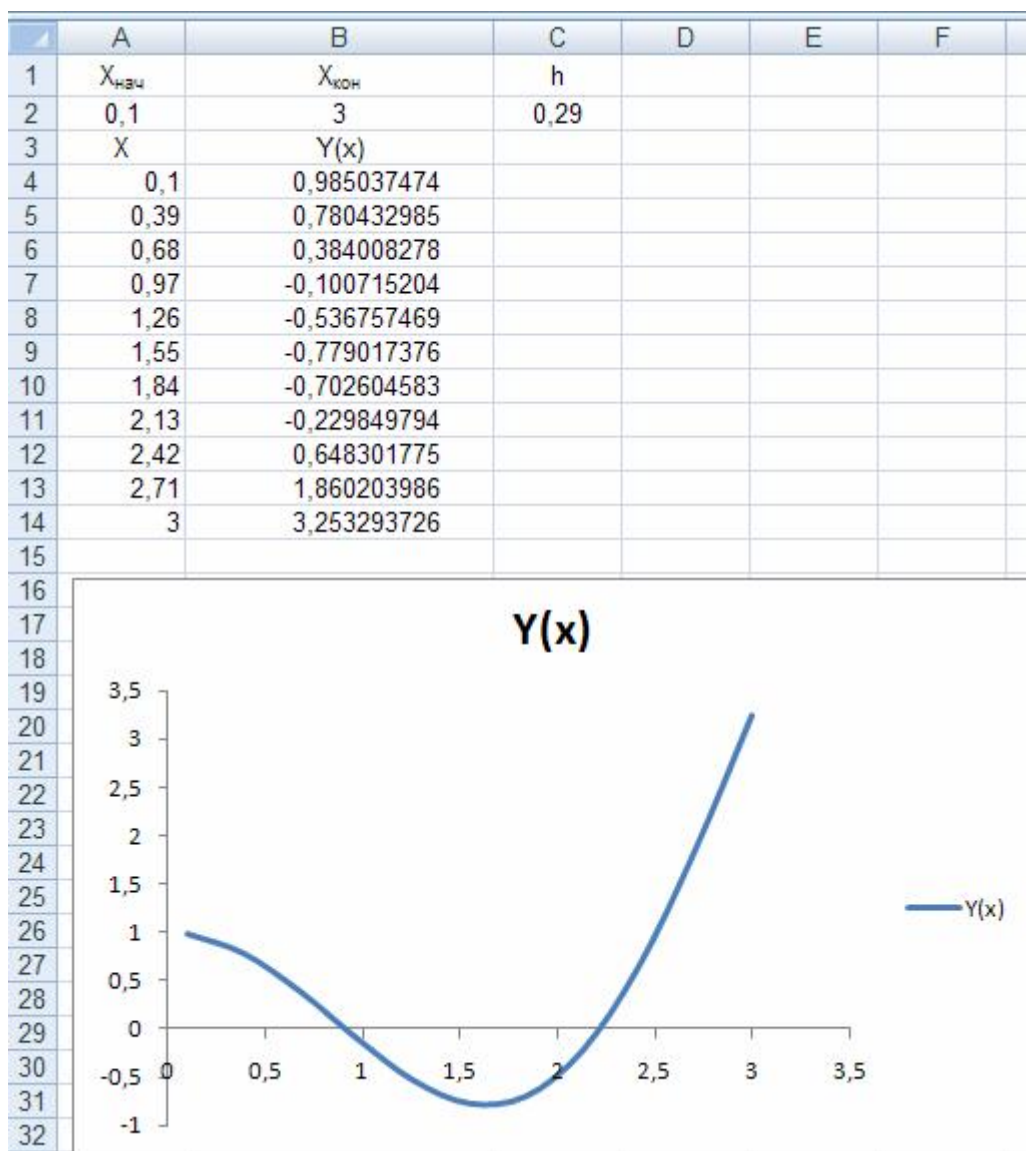
или воспользуйтесь комбинацией «горячих» клавиш **Ctrl+`**) и получите результаты табулирования функции, которые показаны на рисунке 2:

	A	B	C
1	$X_{нач}$	$X_{кон}$	h
2	0,1	3	0,29
3	X	Y(x)	
4	0,1	0,985037474	
5	0,39	0,780432985	
6	0,68	0,384008278	
7	0,97	-0,100715204	
8	1,26	-0,536757469	
9	1,55	-0,779017376	
10	1,84	-0,702604583	
11	2,13	-0,229849794	
12	2,42	0,648301775	
13	2,71	1,860203986	
14	3	3,253293726	

Рисунок 2 Результаты вычисления функции Y(x)

7. Постройте график функции **Y(x)**. Для этого:
- выделите диапазон ячеек **A3:B14**;
 - перейдите на вкладку **Вставка**, в группе инструментов **Диаграммы** выберите вид диаграммы
 - в первом окне **Мастера диаграмм (шаг 1 из 4)** выберите тип диаграммы **Точечная** и вид диаграммы – **Точечная с гладкими кривыми**;
 - удалите линии сетки;

- поместите диаграмму под таблицей.

Рисунок 3 График функции $Y(x)$

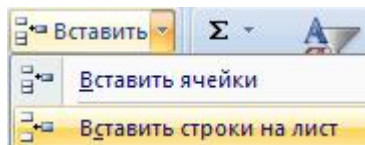
8. Узнайте из справочной системы Excel информацию про функцию **Факториал**. Для этого:
- встаньте в любую свободную ячейку и вызовите **Мастер функций**;
 - в поле **Поиск функции** введите слово **факториал** и нажмите на кнопку **Найти**;
 - в нижнем левом углу окна нажмите на ссылку [Справка по этой функции](#);
 - ознакомьтесь с информацией в открывшемся окне **Справка Microsoft Excel**;
 - вернитесь в **Мастер функций** и нажмите кнопку **Отмена**.

9. На новом листе вычислите таблицу значений суммы

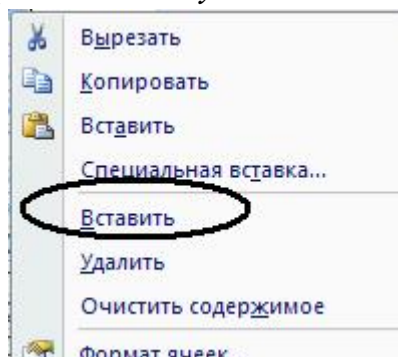
$$S(x) = \sum_{n=0}^4 (-1)^n \frac{2n^2 + 1}{(2n)!} x^{2n}, \text{ состоящей из двух слагаемых, т.е.}$$

S(x)=S0+S1, где S0 – значение S(x) при $n=0$, S1 – значение S(x) при $n=1$, и представьте ее на одном листе с таблицей значений функции Y(x). Для этого:

- скопируйте лист Y(x), щелкнув по ярлычку листа правой кнопкой мыши и выбрав из контекстного меню команду **Переместить/Скопировать...** либо с помощью мыши (при перемещении ярлычка удерживайте нажатой клавишу **Ctrl**);
- присвойте копии листа новое имя **Y,S0+S1**;
- выше 3-й строки вставьте 2 строки (выделите 3-ю строку, на вкладке **Главная** в группе инструментов **Ячейки** из раскрывающегося списка **Вставить** выберите команду **Вставить строки на лист**



строчки на лист или из контекстного меню для 3-й строки выберите команду **Вставить**).



Повторите эту операцию еще раз.

- в диапазон ячеек **B4:D4** введите информацию

n=	0	1
----	---	---

- в диапазон ячеек **C5:E5** введите информацию


S0	S1	S(x)
----	----	------

- в ячейку **C6** введите формулу для вычисления суммы **S0**, используя смешанные ссылки:




на ячейки со значением переменной x – абсолютная по столбцу, относительная по строке **\$A6**;

на ячейки со значением n – относительная по столбцу, абсолютная по строке **C\$4**:

$$=(-1)^{C\$4} * (2 * C\$4^2 + 1) / \text{ФАКТР}(2 * C\$4) * \$A6^{(2 * C\$4)}$$

- с помощью маркера заполнения размножьте формулу в диапазоне ячеек **C7:D16** (сначала размножьте формулу вниз до ячейки **C16**, а затем вправо на один столбец);
- в ячейке **E6** подсчитайте сумму значений **S(x)** (выделите ячейки **C6:D6**, на вкладке **Главная** в группе инструментов **Редактирование** нажмите на кнопку  – в ячейке **E6** отобразится результат вычислений. Выделите ячейку **E6** – в строке формул отобразится функция):

=СУММ(C6:D6);

- с помощью маркера заполнения размножьте формулу в диапазоне ячеек **E7:E16**.
10. Для диапазона ячеек **B6:E16** назначьте формат **Числовой**, количество десятичных знаков после запятой, равное **5**. Для этого:
 - выделите диапазон ячеек **B6:E16**;
 - откройте диалоговое окно **Формат ячеек**, нажав комбинацию клавиш **Ctrl+1**;
 - на вкладке **Число** выберите формат **Числовой**, в поле справа введите значение **5**.
 11. Для диапазонов ячеек **A1:C2**; **B4:D4** и **A5:E16** задайте границы – тонкие сплошные линии черного цвета. Для этого:
 - выделите соответствующие диапазоны ячеек;
 - на вкладке **Главная** в группе инструментов **Шрифт** из раскрывающегося списка  выберите команду  **Все границы** или откройте диалоговое окно **Формат ячеек** вкладка **Граница**;
 12. Для диапазона ячеек **A5:A16** задайте цвет заливки ячеек **желтый**. Для этого:
 - выделите диапазон ячеек **A5:A16**;
 - на вкладке **Главная** в группе инструментов **Шрифт** из раскрывающейся палитры  выберите желтый цвет.
 13. Для диапазона ячеек **B4:D4** задайте цвет заливки ячеек **светло-зеленый**.
 14. Для диапазона ячеек **B5:B16** задайте цвет заливки ячеек **голубой**.
 15. Для диапазона ячеек **E4:E16** задайте цвет заливки ячеек **светло-лиловый**.

	A	B	C	D	E
1	$X_{нач}$	$X_{кон}$	h		
2	0,1	3	0,29		
3					
4		n=		0	1
5	X	Y(x)	S0	S1	S(x)
6	0,1	0,98504	1,00000	-0,01500	0,98500
7	0,39	0,78043	1,00000	-0,22815	0,77185
8	0,68	0,38401	1,00000	-0,69360	0,30640
9	0,97	-0,10072	1,00000	-1,41135	-0,41135
10	1,26	-0,53676	1,00000	-2,38140	-1,38140
11	1,55	-0,77902	1,00000	-3,60375	-2,60375
12	1,84	-0,70260	1,00000	-5,07840	-4,07840
13	2,13	-0,22985	1,00000	-6,80535	-5,80535
14	2,42	0,64830	1,00000	-8,78460	-7,78460
15	2,71	1,86020	1,00000	-11,01615	-10,01615
16	3	3,25329	1,00000	-13,50000	-12,50000

Рисунок 4 Результаты табулирования функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$, состоящей из двух слагаемых: $S0+S1$

16. Добавьте к построенному графику функции $Y(x)$ график функции $S(x)$. Для этого:

- щелкните правой кнопкой мыши по области диаграммы и из контекстного меню выберите команду **Выбрать данные..**. Откроется диалоговое окно **Выбор источника данных**;
- удерживая клавишу **Ctrl**, выделите диапазон ячеек **E5:16** – в полях **Диапазон данных для диаграммы** и **Элементы легенды (ряды)** автоматически произойдут изменения (Рисунок 5), а на диаграмме отобразится график функции $S(x)$ (Рисунок 6):

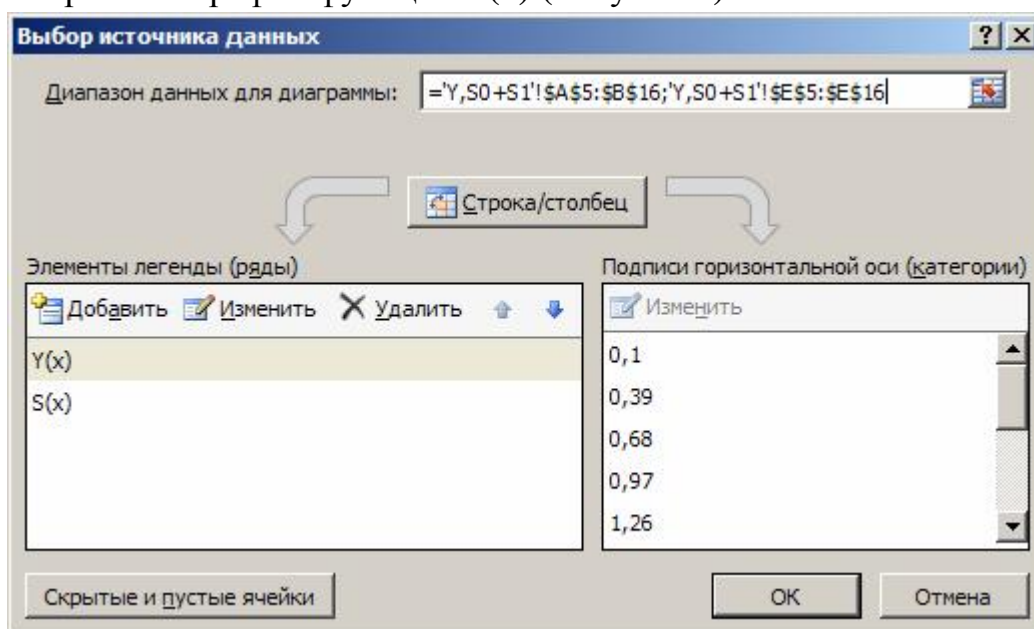


Рисунок 5 Диалоговое окно **Выбор источника данных**

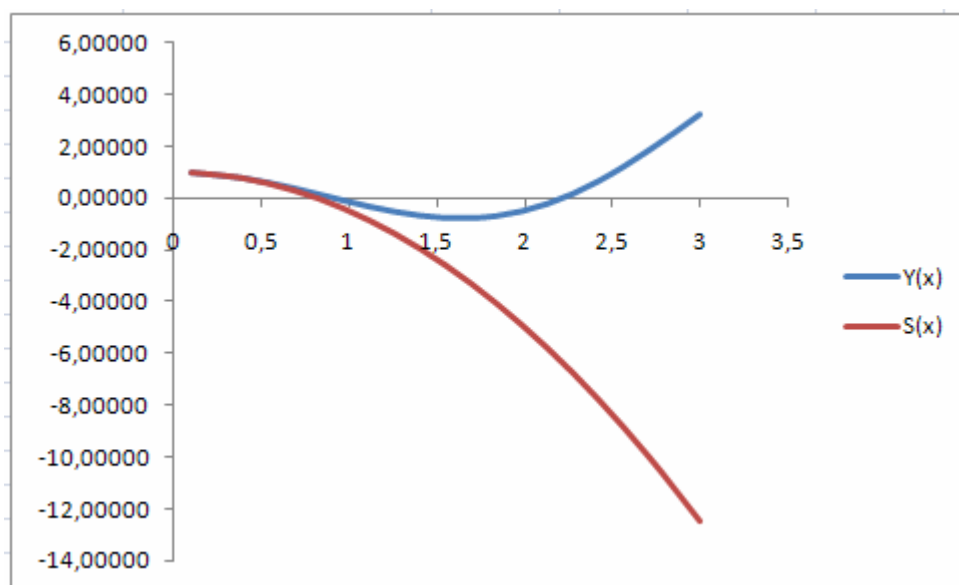


Рисунок 6 Результаты построения графиков функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$, состоящей из двух слагаемых: S_0+S_1

17. На новом листе вычислите таблицу значений суммы $S(x)$, состоящей из трех слагаемых, т.е. $S(x)=S_0+S_1+S_2$, где S_0 – значение $S(x)$ при $n=0$; S_1, S_2 значение $S(x)$ при $n=1$ и $n=2$ соответственно. Для этого:

- скопируйте лист **Y, S_0+S_1** , щелкнув по ярлычку листа правой кнопкой мыши и выбрав из контекстного меню команду **Переместить/Скопировать...** либо с помощью мыши (при перемещении ярлычка удерживайте клавишу **Ctrl**);
- присвойте копии новое имя **Y, $S_0+S_1+S_2$** ;
- скопируйте столбец **D** в буфер обмена (щелкните правой кнопкой мыши по названию столбца **D** и выберите команду **Копировать**);
- вставьте скопированный столбец между столбцами **D** и **C**, щелкнув правой кнопкой мыши по названию столбца **D** и выбрав из контекстного меню команду **Добавить скопированные ячейки**;
- отредактируйте данные в таблице как показано на рисунке 6. Обновление графика суммы $S(x)$ произойдет автоматически.

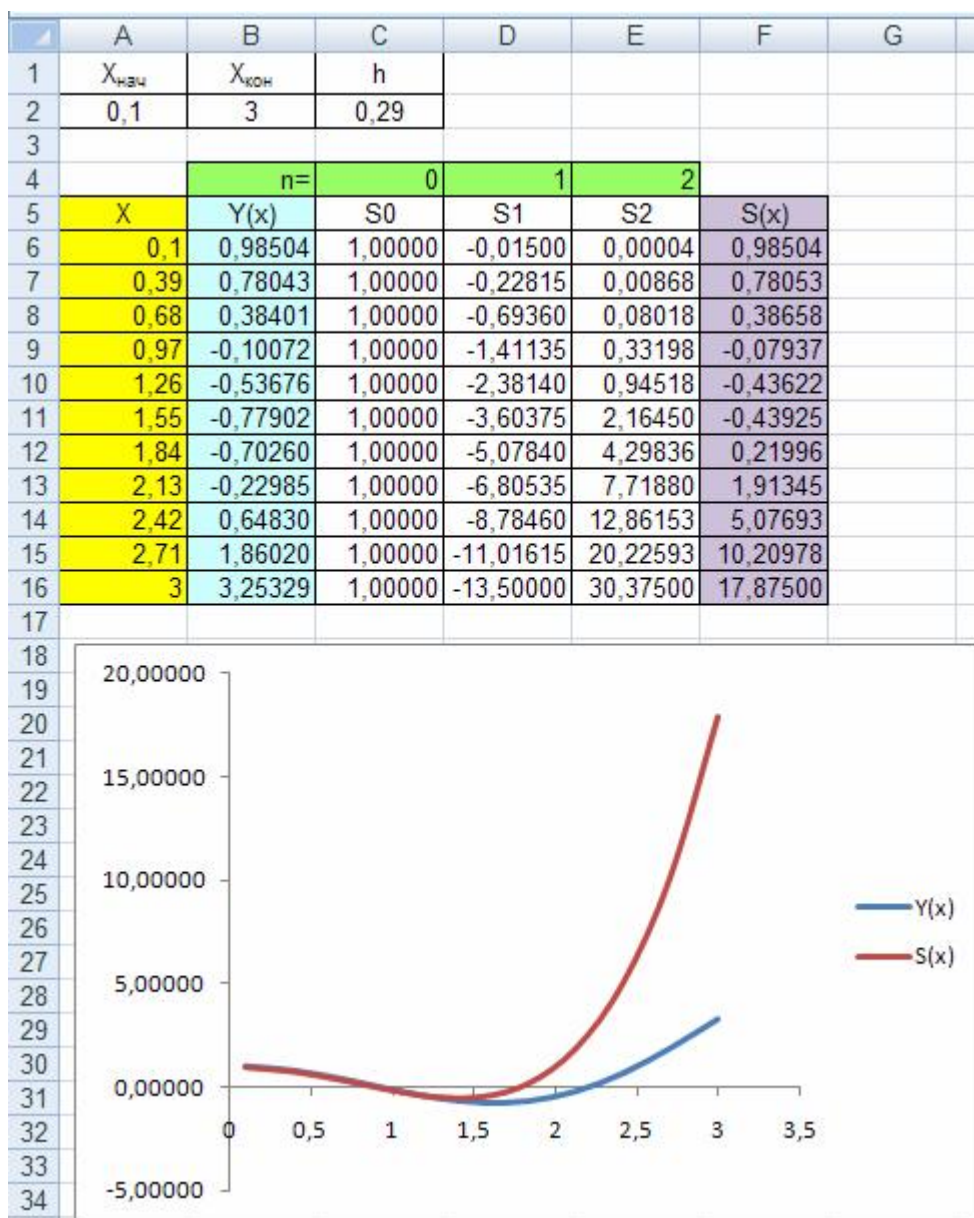


Рисунок 7 Результаты табулирования и построения графиков функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$, состоящей из трех слагаемых: $S_0+S_1+S_2$

18. Выполните аналогичные действия для суммы, состоящей из четырех слагаемых $S(x)=S_0+S_1+S_2+S_3$ и представьте полученные результаты на листе с именем **Y,S0+S1+S2+S3**, как показано на рисунке 7:

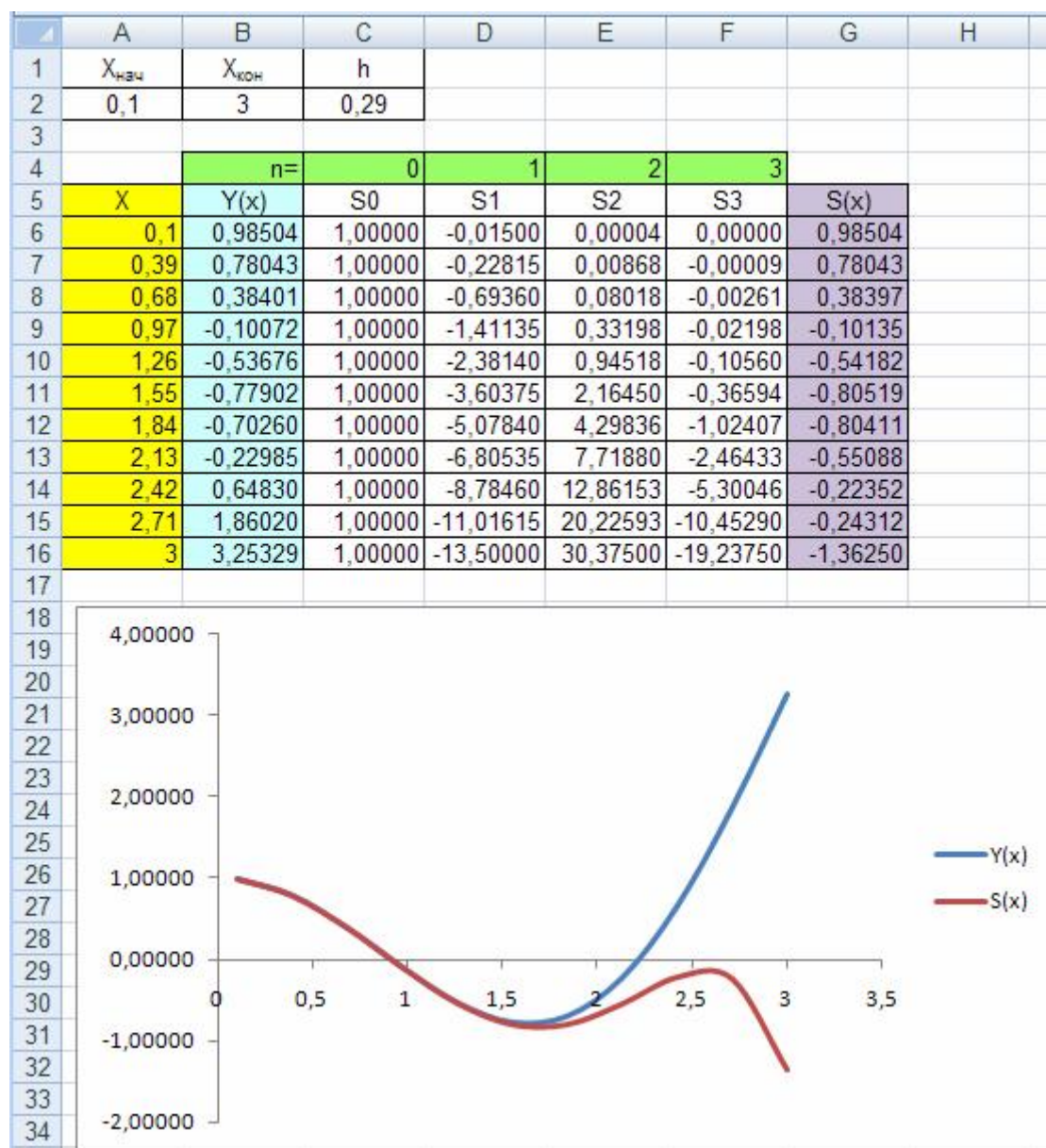


Рисунок 8 Результаты табулирования и построения графиков функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$, состоящей из четырех слагаемых: $S_0+S_1+S_2+S_3$

19. Выполните аналогичные действия для суммы, состоящей из пяти слагаемых $S(x)=S_0+S_1+S_2+S_3+S_4$ и представьте полученные результаты на листе с именем **Y,S0+S1+S2+S3+S4**, как показано на рисунке 8:

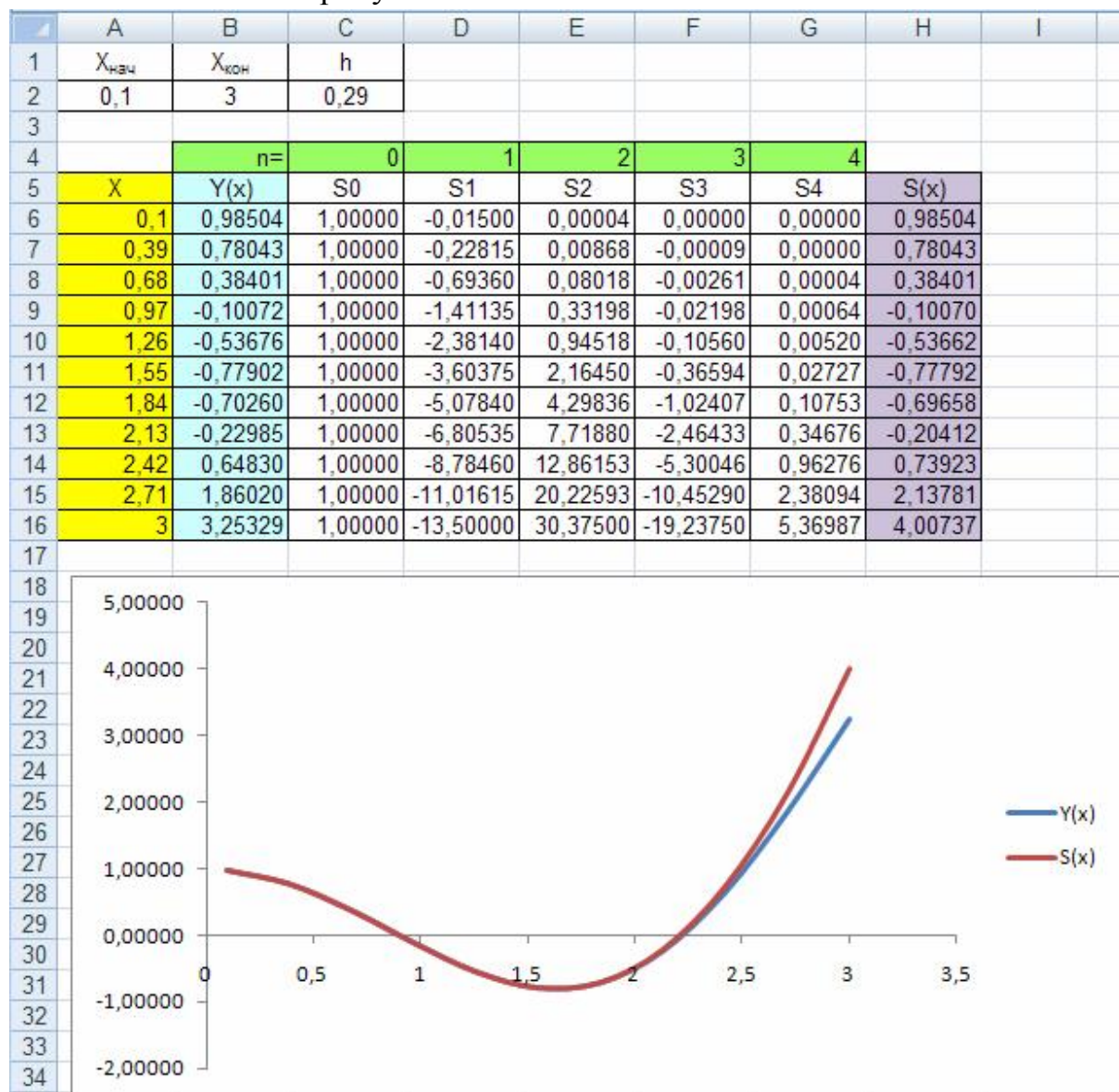
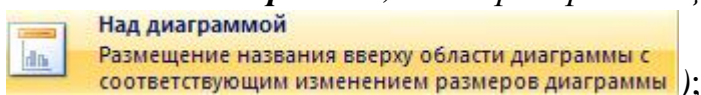


Рисунок 9 Результаты табулирования и построения графиков функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$, состоящей из пяти слагаемых: $S_0+S_1+S_2+S_3+S_4$

20. Отформатируйте диаграмму с графиками функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$:
- для осей X и Y выберите числовой формат с количеством десятичных знаков после запятой, равное 2 (вызовите контекстное меню для осей, выберите команду **Формат оси...**, в открывшемся диалоговом окне перейдите на вкладку **Число**);



- добавьте к диаграмме название **График функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$** (откройте контекстную вкладку **Макет**, нажмите на кнопку **Название диаграммы**, из раскрывающегося списка выберите



-);
- измените цвет линий графиков в соответствии с цветом заливки соответствующих диапазонов в таблице, но более яркие и насыщенные (щелкните правой кнопкой мыши по линии графика, в контекстном меню выберите команду **Формат рядов данных**. В открывшемся диалоговом окне перейдите на вкладку **Цвет линии**, установите переключатель в позиции **Сплошная линия**, из палитры выберите соответствующие цвета).

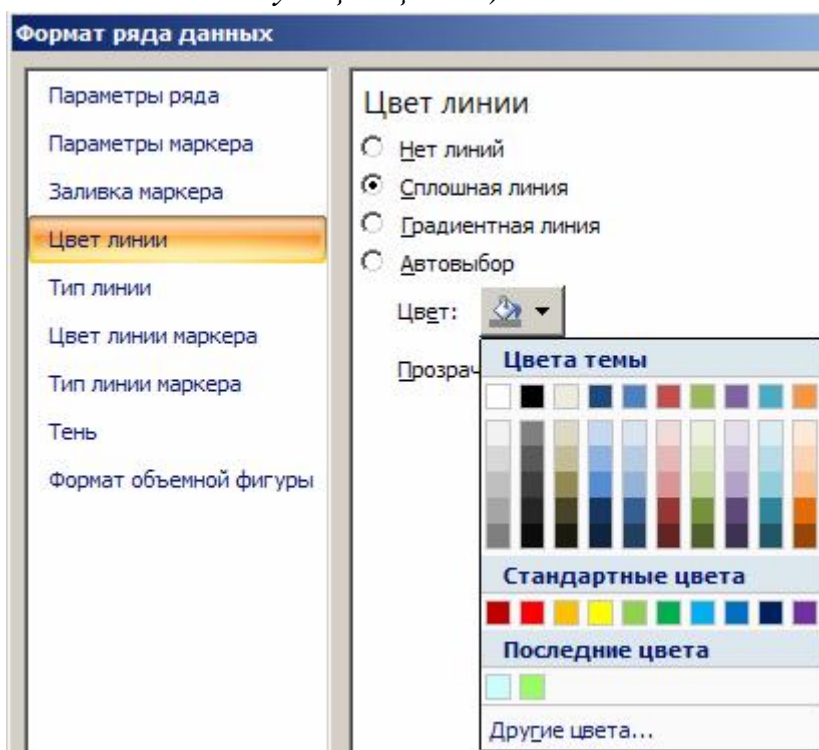


Рисунок 10 Диалоговое окно формат рядов данных

21. В итоговой таблице для значений функции $Y(x)$ и суммы $S(x)$ назначьте полужирное начертание, размер шрифта 12 (*при*

необходимости измените ширину столбцов, переместив правую границу названия столбца).

Ваш лист может выглядеть, как показано на рисунке 11:

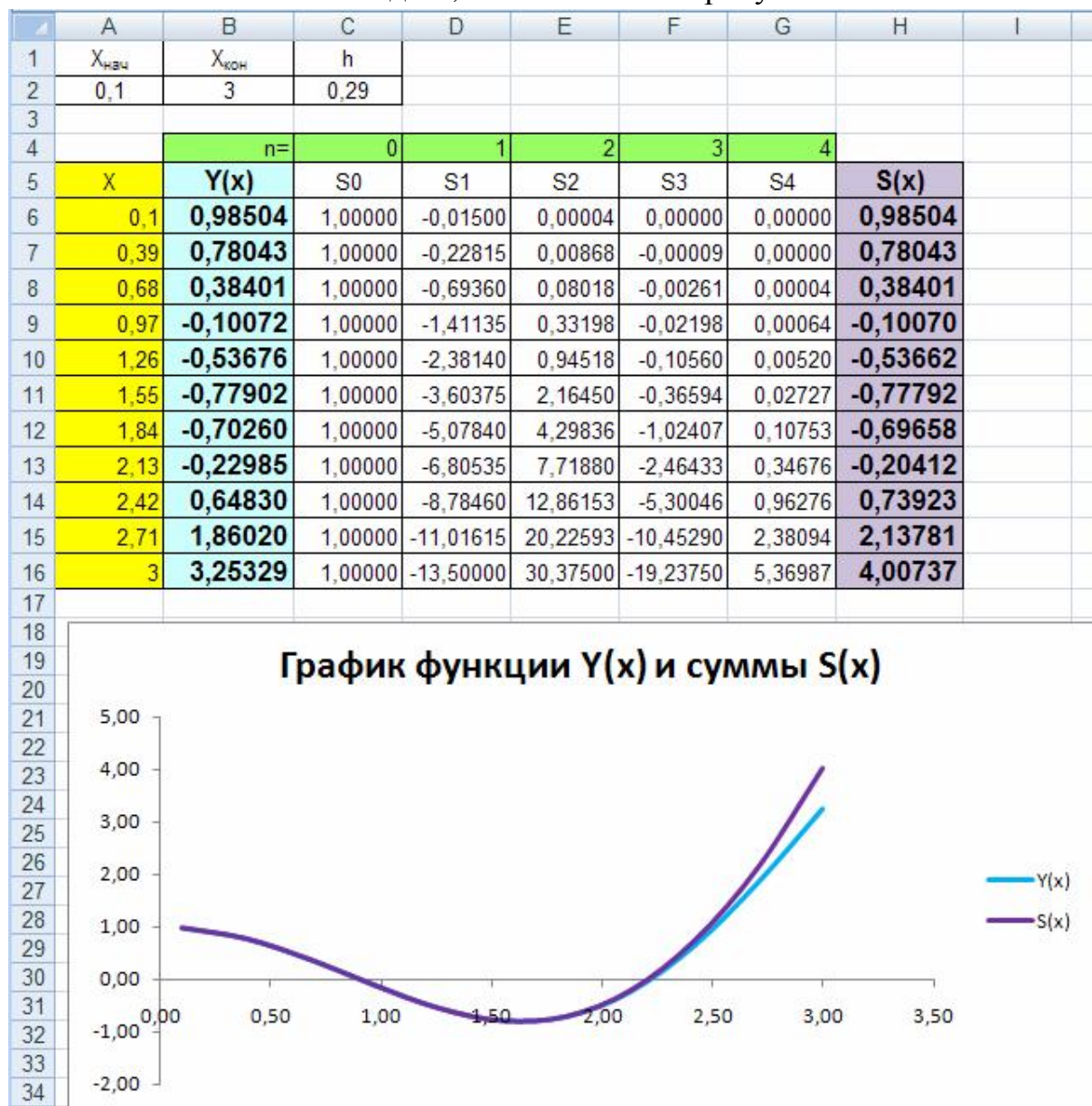


Рисунок 11 Результаты форматирования

22. Сохраните вашу работу под именем **ЛР_4_метод** в свою папку.
23. Из таблицы 1 выберите варианты индивидуальных заданий в соответствии с вашим номером в журнале.
24. Выполните индивидуальное задание 1 (таблица 2) описанным выше способом. Отформатируйте итоговую диаграмму не повторяя методические указания. Сохраните работу под именем **ЛР_4_табулирование_1** в свою папку.

25. Выполните индивидуальное задание 2 (таблица 2) , вычислив значение сумму $S(x)$ на одном листе. Отформатируйте итоговую диаграмму, не повторяя методические указания и задание 1. Сохраните работу под именем **ЛР_4_табулирование_2** в свою папку.

Индивидуальные задания

Таблица 1

Выбор варианта индивидуального задания в соответствии с номером в журнале

Номер по списку в журнале	Задание 1	Задание 2	Номер по списку в журнале	Задание 1	Задание 2
1.	1	7	16.	14	2
2.	2	8	17.	15	3
3.	3	9	18.	1	4
4.	4	10	19.	2	5
5.	5	11	20.	3	6
6.	6	13	21.	4	7
7.	7	12	22.	5	8
8.	8	14	23.	6	9
9.	9	15	24.	7	10
10.	10	1	25.	8	11
11.	11	2	26.	9	12
12.	12	3	27.	10	13
13.	13	4	28.	11	14
14.	14	5	29.	12	15
15.	15	6	30.	13	1

Вычислить таблицу значений суммы $S(x)$ и функции $Y(x)$ для различных значений аргумента x от $x_{нач}$ до $x_{кон}$ с шагом $h=(x_{кон} - x_{нач})/15$. Сумма $S(x)$ является разложением в ряд функции $Y(x)$, поэтому $S(x) \approx Y(x)$. Функция $Y(x)$ вычисляется для контроля правильности вычисления суммы. Близость значений $S(x)$ и $Y(x)$ во всем диапазоне значений x указывает на правильность вычисления $S(x)$ и $Y(x)$. Построить графики суммы $S(x)$ и функции $Y(x)$.

Таблица 2

Исходные данные для вычисления выражения

№ варианта	$x_{нач}$	$x_{кон}$	$Y(x)$	$S(x)$	n
1.	0.1	0.5	$arctgx$	$\sum_n (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{2n+1}$	0..4
2.	0.1	0.8	$xarctgx - \ln \sqrt{1+x^2}$	$\sum_n (-1)^{n+1} \frac{x^{2n}}{2n(2n-1)}$	1..5
3.	0.1	1	$2(\cos^2 x - 1)$	$\sum_n (-1)^n \frac{(2x)^{2n}}{(2n)!}$	1..5
4.	-2	-0.1	$\ln \frac{1}{2+2x+x^2}$	$\sum_n (-1)^n \frac{(1+x)^{2n}}{n}$	1..5
5.	0.2	0.8	$\frac{1}{4} \left(\frac{x+1}{\sqrt{x}} sh\sqrt{x} - ch\sqrt{x} \right)^*$	$\sum_n \frac{n^2}{(2n+1)!} x^n$	1..6
6.	-0.9	1	$\ln(1+x)$	$\sum_n (-1)^{n-1} \frac{x^n}{n}$	1..6
7.	0.1	1	$\sin x$	$\sum_n (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$	0..4
8.	0.1	1	$\frac{e^x + e^{-x}}{2}$	$\sum_n \frac{x^{2n}}{(2n)!}$	0..5

* sh – синус гиперболический, ch – косинус гиперболический (синтаксис написания функций узнайте в справочной системе Microsoft Excel).

№ варианта	$x_{нач}$	$x_{кон}$	$Y(x)$	$S(x)$	n
9.	0.1	1	$e^{x \cos \frac{p}{4}} \cos(x \sin \frac{p}{4})$	$\sum_n \frac{\cos n \frac{p}{4}}{n!} x^n$	0..6
10.	0.1	1	$\cos x$	$\sum_n (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!}$	0..5
11.	0.1	1	e^{-x^2}	$\sum_n (-1)^n \frac{x^{2n}}{n!}$	0..5
12.	0.1	1	$\frac{e^x - e^{-x}}{2}$	$\sum_n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$	0..4
13.	0.1	1	$\frac{1+x^2}{2} \arctg x - \frac{x}{2}$	$\sum_n (-1)^{n+1} \frac{x^{2n+1}}{4n^2 - 1}$	1..4
14.	0.1	1	e^{2x}	$\sum_n \frac{(2x)^n}{n!}$	0..6
15.	0.1	1	$\left(\frac{x^2}{4} + \frac{x}{2} + 1 \right) e^{\frac{x}{2}}$	$\sum_n \frac{n^2 + 1}{n!} \left(\frac{x}{2} \right)^n$	0..6