

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**  
**Агрономический факультет**  
Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

**Автоматизация инженерных расчетов**  
Методические указания для выполнения контрольной работы

Новосибирск 2015

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Автоматизация инженерных расчетов: методические указания для выполнения контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак-т; сост. И.И. Некрасова. – Новосибирск, 2015. – 13 с.

Составители: к. п. наук, доцент, *И.И. Некрасова*

Рецензент: *Паркина О.В.* канд. с.-х. наук, доц., НГАУ

Методические указания составлены для изучения дисциплины, выполнения самостоятельной и контрольной работы студентов очной формы обучения по направлению подготовки: 20.03.02 – Природообустройство и водопользование.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 5 от 25 мая 2015 г.).

## **Контрольная работа**

### **Прогнозирование с помощью функций Excel «Тенденция» и «Рост»**

Прогнозирование с использованием статистической функции «Тенденция» основано на линейной связи между результатом наблюдения и временем, в которое это наблюдение было зафиксировано. То есть функцию «Тенденция» можно рассматривать как наиболее простой способ линейного регрессионного анализа.

Если взаимосвязь (по диаграмме) явно нелинейная, то для прогноза используется функция «Рост». Существует большое количество типов данных, которые изменяются во времени нелинейным способом. Примерами таких данных являются: объем продаж новой продукции; прирост населения и др.

Имеются две наблюдаемые величины  $x$  и  $y$ , например, объем реализации фирмы, торгующей кондитерскими изделиями, за ряд лет ее работы. Необходимо выяснить, какая из наиболее распространенных функциональных зависимостей подходит для описания процесса реализации товара, и какого результата по объемам продаж можно ожидать в последующие годы работы фирмы. Для того чтобы построить прогноз развития, зачастую необходимо знать закономерность изменения исследуемой величины или объекта.

Для выявления тенденций развития процесса продаж необходимо построить тренды и осуществить их анализ. Построим и проанализируем, как описывают процесс динамики продаж линейная, логарифмическая, полиномиальная, степенная и экспоненциальная зависимости.

*Алгоритм выполнения.*

1. В MSExcel создайте рабочую книгу с листами: «Прогнозирование», «Линейная», «Логарифмическая», «Полиномиальная», «Степенная», «Экспоненциальная» и оформите лист «Прогнозирование», как показано на рис.132.

Для правильности последующих вычислений в Excel необходимо, чтобы значения периодов были представлены их номерами, начиная с 1 (ячейки A9:A19).

2. Исходным пунктом моделирования трендов является построение диаграммы (рис.133). На основе исходных данных, представленных в таблице, постройте точечную диаграмму со значениями, соединенными сглаживающими линиями без маркеров. Для построения рекомендуется использовать «Мастер диаграмм». Выберите подтип диаграммы «Точечная диаграмма со значениями, соединенными сглаживающими линиями без маркеров». Если в левом нижнем углу диалогового окна «Мастер диаграмм» нажать и удерживать кнопку «Просмотр результата», то справа вместо галереи видов вы увидите образец будущей диаграммы. В качестве диапазонов значений для построения диаграммы взять диапазоны ячеек B6:B19 и C8:C19. В третьем шаге «Мастера диаграмм» на вкладке «Заголовки» обозначьте ось  $X$  заголовком «Годы», а ось  $Y$  – заголовком «Объем продаж». На этом же шаге расположите легенду внизу. На четвертом шаге поместите диаграмму на имеющемся листе. Сохраните результат работы в файле.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7			Статистические данные					
8		Год	Объем продаж	линейная аппроксимация	логарифмическая аппроксимация	полиномиальная аппроксимация 2 степени	степенная аппроксимация	экспоненциальная аппроксимация
9	1	1996	149					
10	2	1997	145					
11	3	1998	168					
12	4	1999	146					
13	5	2000	177					
14	6	2001	176					
15	7	2002	190					
16	8	2003	186					
17	9	2004	176					
18	10	2005	211					
19	11	2006	170					
20	Контрольные суммы							
21	ПРОГНОЗ на 2007 год							
22	12	2007						
23	12	2007	ПРЕДСКАЗ					
24	12	2007	РОСТ					
25	12	2007	ТЕНДЕНЦИЯ					
26								
27								
28								
29								
30								
31								

Рис. 132. Оформление листа с исходными данными

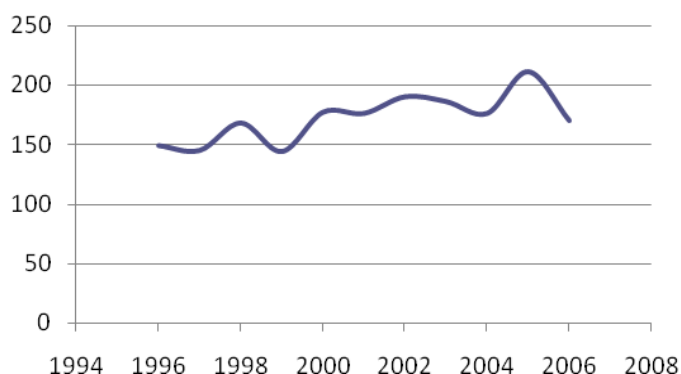


Рис. 133. Вид оформления диаграммы по объемам реализации товара

3. Для свободного размещения на графике текстовых меток тренда, содержащих вид уравнения и коэффициент детерминации (величина достоверности аппроксимации  $R^2$ ), предварительно занесите график в буфер обмена и скопируйте его в начало других пяти листов («Линейная», «Логарифмическая», «Полиномиальная», «Степенная», «Экспоненциальная»). Если у вас в книге недостает листов, выполните их вставку.

4. Построить линейный тренд для диаграммы (рис.134). На вкладке «Параметры» установить следующие параметры (рис.135):

- название аппроксимирующей кривой: автоматическое;
- прогноз: вперед на 2 периода;
- показывать уравнение на диаграмме: установите флажок;

- поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации: установите флажок;
- подтвердить действия нажатием кнопки «ОК».

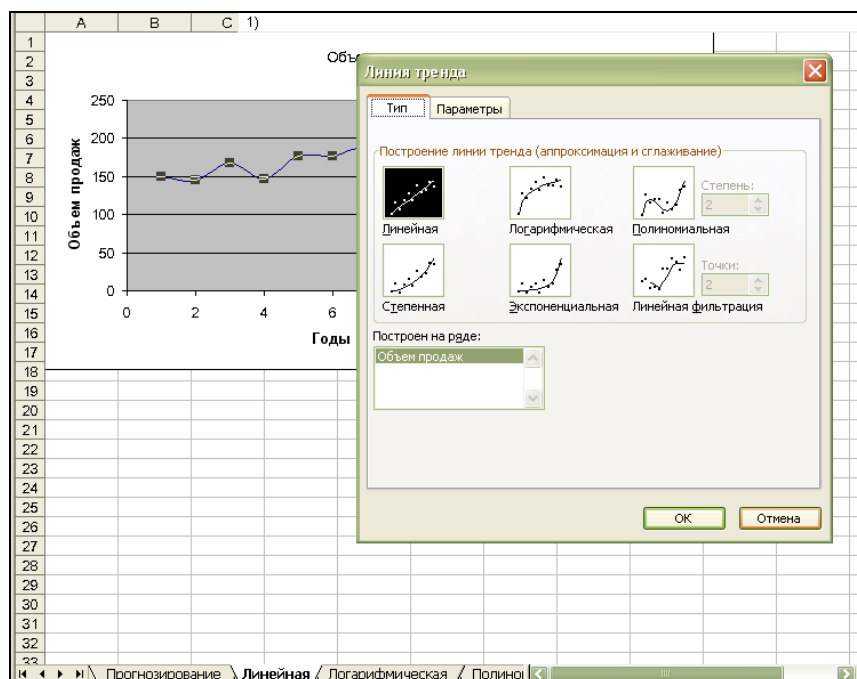


Рис. 134. Построение линии тренда

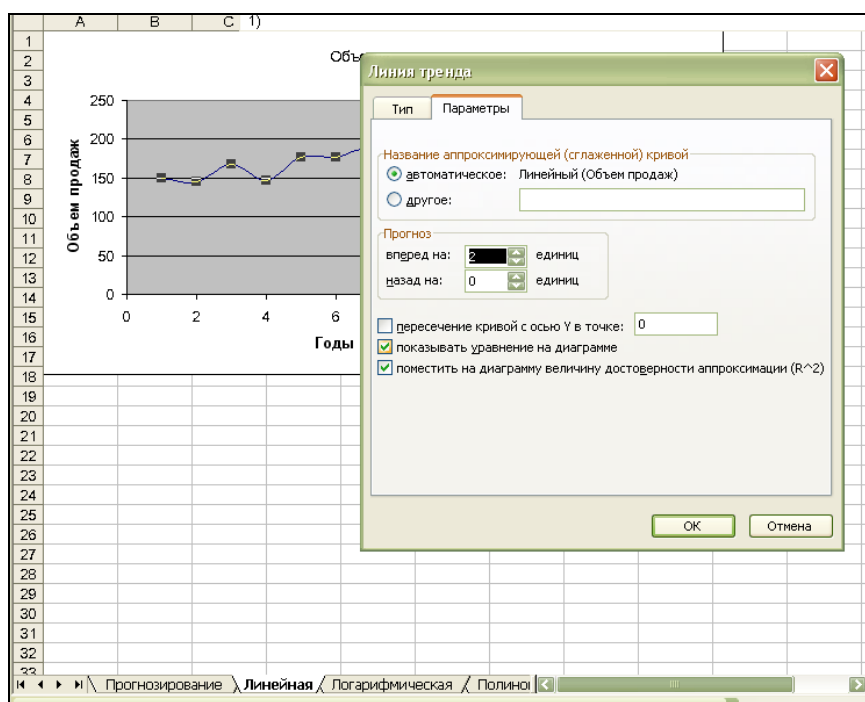


Рис. 135. Выбор параметров линии тренда

Произвести настройку оформления вида полученного тренда в области рабочего листа «Тренды», отведенной для представления диаграмм. Итог оформления графически представленных данных приведен на рис.136.

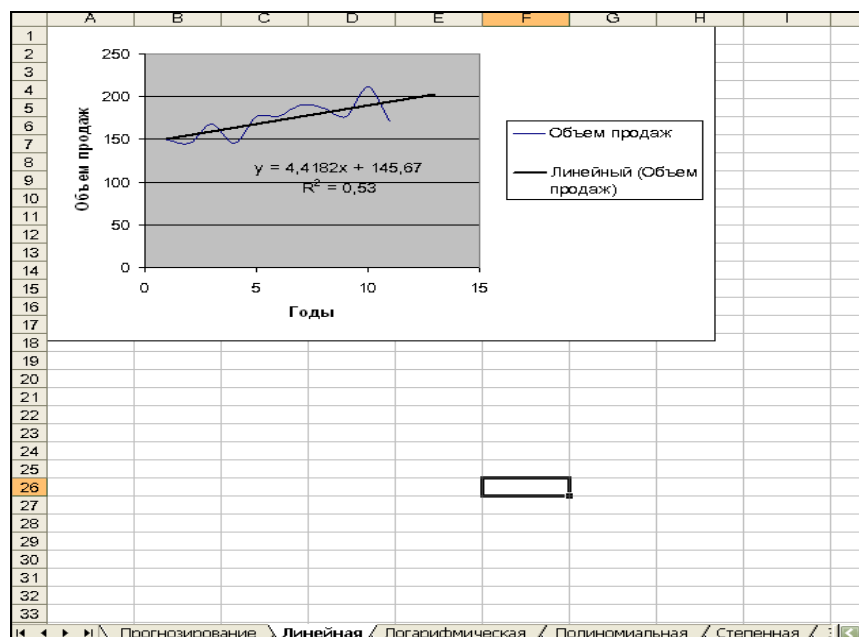


Рис. 136. Вид оформления диаграммы и линейного тренда

5. Перейти на лист «Логарифмическая». Построить аналогичным образом логарифмический тренд для диаграммы.

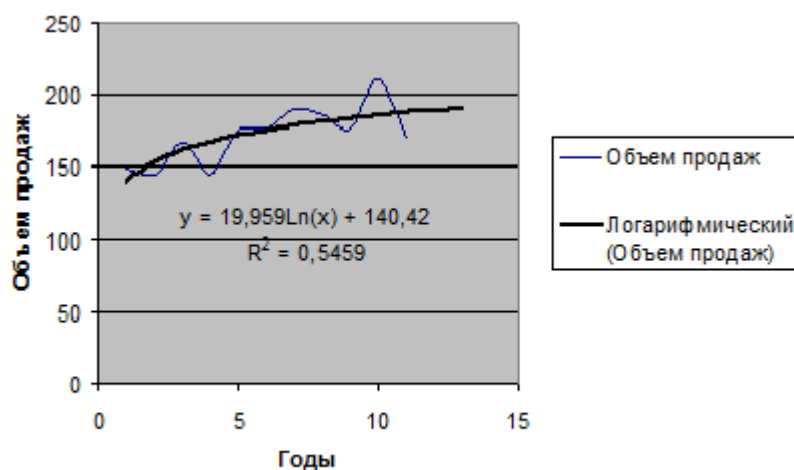


Рис. 137. Вид оформления диаграммы и линейного тренда

6. Построить полиномиальный тренд для диаграммы. Для этого необходимо:
- установить указатель мыши на линии диаграммы и щелкнуть левой кнопкой мыши так, чтобы на линии появились черные метки;
  - для выделенной диаграммы вызвать контекстное меню, щелкнув правой кнопкой мыши;
  - выполнить команду «Добавить линию тренда»;

- в диалоговом окне «Линия тренда» на вкладке «Тип» выбрать окно «полиномиальная», установить для полинома степень 2;
- на вкладке «Параметры» установить следующие параметры:
  - название аппроксимирующей кривой: автоматическое;
  - прогноз: вперед на 2 периода;
  - показывать уравнение на диаграмме: установите флажок;
  - поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации: установите флажок;
- подтвердить действия нажатием кнопки «ОК».

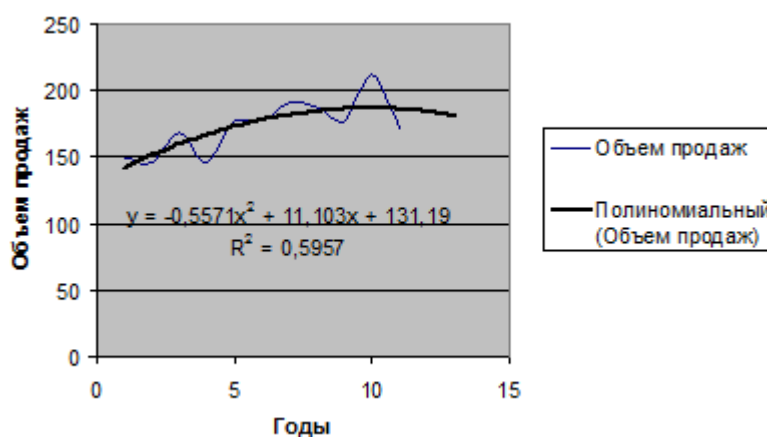


Рис. 138. Вид оформления диаграммы и полиномиального тренда по динамике объема продаж товара

7. Аналогичным образом построить степенной и экспоненциальный тренды для диаграммы на соответствующих листах книги Excel.

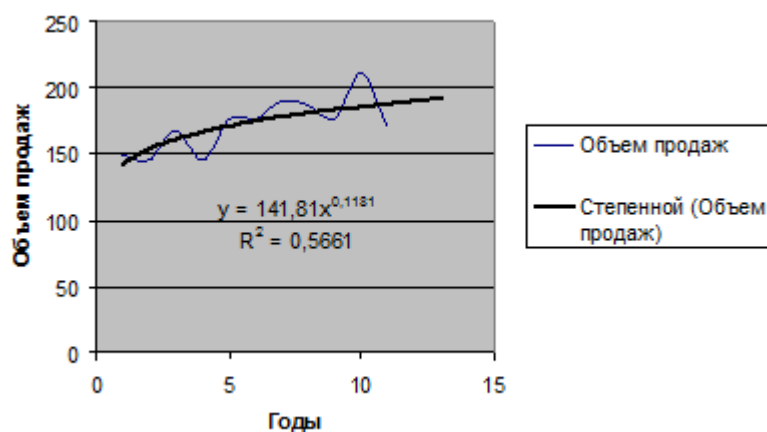


Рис. 139. Вид оформления диаграммы и степенного тренда по динамике объема продаж товара

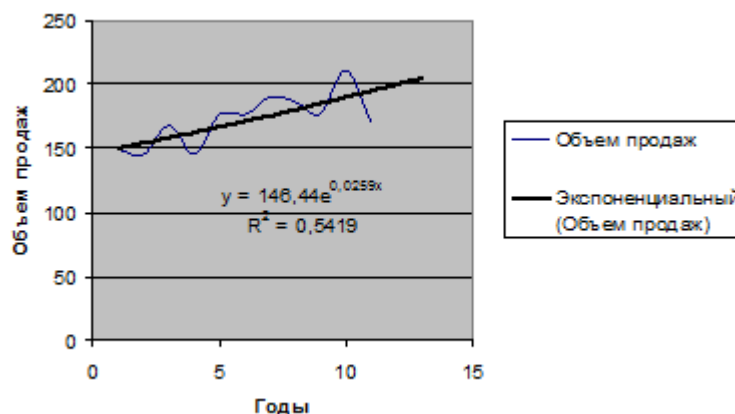


Рис. 140. Вид оформления диаграммы и экспоненциального тренда по динамике объема продаж товара

## 7.6. Анализ полученных трендов и прогнозирование

Конечный результат моделирования должен оцениваться пользователем с точки зрения здравого смысла на основе неформального комплекса знаний об условиях развития процесса, о допустимых предельных значениях показателя и т. п. В Excel для анализа трендов автоматически выводится только коэффициент детерминации ( $R^2$ ). Статистики-практики применяют метод сверки контрольных сумм теоретического (сглаженного по тренду) ряда признака с суммой значений исходного ряда. Однако для подсчета этих сумм сначала необходимо построить ряды теоретических значений показателя по найденным уравнениям трендов.

1. Перейдите на лист «Прогнозирование». Скопируйте метки трендов с диаграмм и вставьте их в соответствующие ячейки, как показано на рис. 141.

2. Введите формулы для вычисления значений аппроксимирующих функций в соответствующие ячейки D9, E9, F9, G9, H9 (рис. 141). Скопируйте формулы вниз по столбцам.

3. Произведите подсчет контрольных сумм в ячейках C20:H20 (рис. 142). В результате получится множество числовых рядов исходных данных, сглаженных по исследуемым трендам (D9:D19; E9:E19; F9:F19; G9:G19; H9:H19), множество вспомогательных контрольных сумм (D20:H20) для выявления наилучшего тренда путем сверки их с главной контрольной суммой (C20).

4. Поместите выводы из анализа полученных результатов исследования динамики продаж с помощью аппроксимации в этом же листе (рис. 143).

Поскольку величина достоверности аппроксимации  $R^2$  максимальна для регрессионной линии, описываемой полиномиальной зависимостью второй степени  $R^2 = 0,5957$ , то эта зависимость, описываемая уравнением

$$y = -0,5571x^2 + 11,103x + 131,19,$$

где  $x$  – номер года,

$y$  – объем реализации за год, является наиболее достоверной для описания динамики продаж.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Прогнозирование объема продаж предприятия			
2								
3					Метки трендов на диаграммах			
4				$y = 4,4182x +$	$y = 19,959\ln(x) + 140,42$	$y = -0,5571x^2 + 11,103x + 131,19$	$y = 141,81x^{0,1181}$	$y = 146,44e^{0,0259x}$
5				$R^2 = 0,53$	$R^2 = 0,5459$	$R^2 = 0,5957$	$R^2 = 0,5661$	$R^2 = 0,5419$
6				Объем продаж				
7			Статистичес кие данные	Теоретические данные				
8		Год	Объем продаж	линейная аппроксимация	логарифмическая аппроксимация	полиномиальная аппроксимация 2 степени	степенная аппроксимация	экспоненциальная аппроксимация
9	1	1996	149	$=4,4182 \cdot A9 + 145,67$	$=19,959 \cdot \ln(A9) + 140,42$	$=-0,5571 \cdot A9^2 + 11,103 \cdot A9 + 131,19$	$=141,81 \cdot A9^{0,1181}$	$=146,44 \cdot \exp(0,0259 \cdot A9)$
10	2	1997	145					
11	3	1998	168					
12	4	1999	146					
13	5	2000	177					
14	6	2001	176					
15	7	2002	190					
16	8	2003	186					
17	9	2004	176					
18	10	2005	211					
19	11	2006	170					
20	Контрольные суммы							
21	ПРОГНОЗ на 2007 год							
22	12	2007						
23	12	2007	ПРЕДСКАЗ					
24	12	2007	РОСТ					
25	12	2007	ТЕНДЕНЦИЯ					
26								
27								
28								
29								
30								
31								

Рис. 141. Оформление листа для анализа трендов

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Прогнозирование объема продаж предприятия			
2								
3					Метки трендов на диаграммах			
4				$y = 4,4182x + 145,67$	$y = 19,959\ln(x) + 140,42$	$y = -0,5571x^2 + 11,103x + 131,19$	$y = 141,81x^{0,1181}$	$y = 146,44e^{0,0259x}$
5				$R^2 = 0,53$	$R^2 = 0,5459$	$R^2 = 0,5957$	$R^2 = 0,5661$	$R^2 = 0,5419$
6				Объем продаж				
7			Статистические данные	Теоретические данные				
8		Год	Объем продаж	линейная аппроксимация	логарифмическая аппроксимация	полиномиальная аппроксимация 2 степени	степенная аппроксимация	экспоненциальная аппроксимация
9	1	1996	149	150,0882	140,4200	141,7359	141,8100	150,2823
10	2	1997	145	154,5064	154,2545	151,1676	153,9070	154,2255
11	3	1998	168	158,9246	162,3472	159,4851	161,4563	158,2721
12	4	1999	146	163,3428	168,0890	166,6884	167,0360	162,4249
13	5	2000	177	167,7610	172,5428	172,7775	171,4965	166,6867
14	6	2001	176	172,1792	176,1817	177,7524	175,2292	171,0602
15	7	2002	190	176,5974	179,2584	181,6131	178,4485	175,5486
16	8	2003	186	181,0156	181,9236	184,3596	181,2850	180,1547
17	9	2004	176	185,4338	184,2744	185,9919	183,8243	184,8816
18	10	2005	211	189,8520	186,3773	186,5100	186,1259	189,7326
19	11	2006	170	194,2702	188,2796	185,9139	188,2328	194,7109
20	Контрольные суммы			1893,9712	1893,9486	1893,9954	1888,8515	1887,9801
21	ПРОГНОЗ на 2007 год							
22	12	2007	На основе аппроксимирую щей кривой	198,6884	190,0163	184,2036	190,1771	199,8198
23	12	2007	ПРЕДСКАЗ	198,6909				
24	12	2007	РОСТ					199,9452
25	12	2007	ТЕНДЕНЦИЯ	198,6909				
26								

Рис. 142. Оформление листа для проведения анализа

Контрольная сумма объемов продаж за анализируемый период, вычисленная по этой зависимости, наиболее близка по значению 1893,9954 к контрольной сумме статистических данных объемов продаж 1894,0000.

Вывод: для прогнозирования объемов продаж следует воспользоваться полиномиальной зависимостью.

	A	B	C	D	E	F	G	H
15	7	2002	190	176,5974	179,2584	181,6131	178,4485	175,5486
16	8	2003	186	181,0156	181,9236	184,3596	181,2850	180,1547
17	9	2004	176	185,4338	184,2744	185,9919	183,8243	184,8816
18	10	2005	211	189,8520	186,3773	186,5100	186,1259	189,7326
19	11	2006	170	194,2702	188,2796	185,9138	188,2328	194,7109
20	Контрольные суммы		1894,0000	1893,9712	1893,9486	1893,9954	1888,8515	1887,9801
21	ПРОГНОЗ на 2007 год							
22	12	2007	На основе аппроксимирующей кривой	198,6884	190,0163	184,2036	190,1771	199,8198
23	12	2007	ПРЕДСКАЗ	198,6909				
24	12	2007	РОСТ					199,9452
25	12	2007	ТЕНДЕНЦИЯ	198,6909				
26								
27	Результаты по исследованию динамики продаж с помощью регрессионного анализа.							
28								
29	Результаты по исследованию динамики продаж с помощью регрессионного анализа.							
30	Поскольку величина достоверности аппроксимации $R^2$ максимальна для регрессионной							
31	линии, описываемой полиномиальной зависимостью второй степени $R^2=0,5957$ ,							
32	то эта зависимость, описываемая							
33	$y = -0,5571x^2 + 11,103x + 131,19$ ,							
34	где $x$ - номер года, $y$ - объем реализации за год,							
35	является наиболее подходящей для описания динамики продаж.							
36								
37	Контрольная сумма объемов продаж за анализируемый период,							
38	вычисленная по этой зависимости, наиболее близка по значению 1893,9954							
39	к контрольной сумме статистических данных объемов продаж 1894,0000.							
40								
41	Вывод. Для прогнозирования объемов продаж следует воспользоваться указанной							
42	зависимостью.							
43								
44								

Рис. 143. Оформление листа для анализа трендов с выводами

Рассчитайте прогноз объема продаж на основе функций прогнозирования «Предсказ», «Рост», «Тенденция» и расположите результаты вычислений прогноза с помощью функций в соответствующих столбцах. При этом следует учитывать следующее.

Функция «Тенденция» возвращает значения в соответствии с линейным трендом. Аппроксимирует прямой линией (по методу наименьших квадратов) массивы известные\_значения\_уи известные\_значения\_х. Возвращает значения у, в соответствии с этой прямой для заданного массива новые\_значения\_х:

ТЕНДЕНЦИЯ(известные\_значения\_у;известные\_значения\_х;новые\_значения\_х;конст)

Известные\_значения\_у— множество значений у, которые уже известны для соотношения  $y = mx + b$ .

Функция «Рост» возвращает значения в соответствии с экспоненциальным трендом. Рассчитывает прогнозируемый экспоненциальный рост на основании имеющихся данных. Функция «Рост» возвращает значения у для последовательности новых значений х, задаваемых с помощью существующих х- и у-значений. Функция рабочего листа «Рост» может применяться также для аппроксимации существующих х- и у-значений экспоненциальной кривой:

РОСТ(известные\_значения\_у;известные\_значения\_х;новые\_значения\_х;конст)

Известные\_значения\_y– это множество значений  $y$ , которые уже известны в соотношении  $y = b \cdot m^x$ .

Функция «Предсказ» возвращает значение линейного тренда. Вычисляет или предсказывает будущее значение по существующим значениям. Предсказываемое значение – это  $y$ -значение, соответствующее заданному  $x$ -значению. Известные значения – это  $x$ - и  $y$ -значения, а новое значение предсказывается с использованием линейной регрессии. Эту функцию можно использовать для предсказания будущих продаж, потребностей в оборудовании или тенденций потребления:

**ПРЕДСКАЗ** ( $x$ ; известные\_значения\_y; известные\_значения\_x)

$x$ – это точка данных, для которой предсказывается значение;

известные\_значения\_y– это зависимый массив или интервал данных;

известные\_значения\_x– это независимый массив или интервал данных;

сделайте сравнительный анализ используемых методов прогнозирования.

Сохраните результаты работы в файле.

### **Практическое задание**

1. Создайте новую рабочую книгу.
2. Выберите таблицу с данными согласно своему индивидуальному варианту (варианты представлены после задания).
3. Сохраните результат работы в файл.
4. В ячейку A1 введите описание переменной  $x$ , в ячейку B1 – описание переменной  $y$ .
5. Осуществите ввод исследуемых данных в столбцы A и B ниже описанных переменных.
6. Оформите созданную расчетную таблицу.
7. Сохраните результат работы в файл.
8. Установите курсор в ячейку C1 и постройте диаграмму «Объем реализации продукции за неделю» по диапазону значений столбца B.
9. Произведите оформление построенной диаграммы.
10. Сохраните результат работы в файл.
11. Постройте первый тренд для диаграммы.
12. Произведите настройку оформления вида полученного тренда.
13. Постройте второй тренд для диаграммы.
14. Произведите настройку оформления вида построенных трендов.
15. Произведите анализ полученных результатов.
16. Сохраните результат работы в файл.

**Вариант 1**

День	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество проданных ящиков деталей	13	19	29	30	37	44	49	55

*Исследуемые зависимости:* линейная, степенная.

**Вариант 2**

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество поступивших упаковок продукции	9	16	20	27	34	39	44	52	58	64

*Исследуемые зависимости:* экспоненциальная, логарифмическая.

**Вариант 3**

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество отпущенных флаконов пеногерметика	7	17	19	28	35	42	41	52	57

*Исследуемые зависимости:* полиномиальная, экспоненциальная.

**Вариант 4**

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество заказанных пачек медикамента С	12	21	30	36	44	54	61	70	78

*Исследуемые зависимости:* логарифмическая, линейная.

**Вариант 5**

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Количество заказов на переплетные работы	12	17	23	32	35	40	48	54	59	65	72

*Исследуемые зависимости:* степенная, полиномиальная.

**Вариант 6**

Час	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество проданных бутылок напитка К	10	18	22	28	34	39	46	51	54

*Исследуемые зависимости:* линейная, экспоненциальная.

**Вариант 7**

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество проданных поддержанных машин	12	18	25	32	40	46	53	60

*Исследуемые зависимости:* экспоненциальная, линейная.

**Вариант 8**

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество заказов на хлебобулочное изделие N	14	23	30	39	45	54	63	70	78

*Исследуемые зависимости:* полиномиальная, линейная.

**Вариант 9**

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Количество проданных сувениров А	15	22	26	33	40	45	52	58	63	69	78

*Исследуемые зависимости:* логарифмическая, экспоненциальная.

**Вариант 10**

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество заказов на установку машинной сигнализации	9	15	24	29	38	46	52	58

*Исследуемые зависимости:* степенная, логарифмическая.

**Вариант 11**

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Количество заказов на ремонт стиральных машин	9	12	17	23	30	36	40	48	54	65	76

*Исследуемые зависимости:* линейная, полиномиальная.

**Вариант 12**

День	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество абитуриентов, интересующихся специальностью Z	13	19	26	30	37	44	49	55

*Исследуемые зависимости:* экспоненциальная, линейная.

**Вариант 13**

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество заказов на литературу типа X	12	18	25	32	40	46	53	60

*Исследуемые зависимости:* полиномиальная, экспоненциальная.

**Вариант 14**

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество проданных флаконов шампуня B	7	17	19	28	35	42	41	52	57

*Исследуемые зависимости:* логарифмическая, линейная.

**Вариант 15**

Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество проданных ящиков кондитерской продукции типа III	9	15	24	29	38	46	52	58

*Исследуемые зависимости:* степенная, полиномиальная.

**Контрольные вопросы**

1. Что отражает величина достоверности аппроксимации?
2. Дайте определение тренда.
3. В каких случаях необходимо использовать построение трендов?
4. На основе каких данных выбирается наилучшая регрессионная линия?
5. Как изменить формат представления регрессионной линии?
6. Какие типы регрессионных зависимостей вам известны?
7. Опишите действия, необходимые для построения линии тренда.
8. Возможен ли ретроспективный анализ данных с использованием линий тренда?
9. Возможно ли использование регрессионных зависимостей при решении задач по оптимизации ресурсов и запасов?
10. Опишите ситуации, в которых правомочно представление нескольких графиков в одной системе координат.