

**Казанский инновационный университет
имени В. Г. Тимирязова (ИЭУП)**

ЭКОНОМЕТРИКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Лабораторная работа № 3

по теме «Моделирование изолированного динамического ряда»

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	3
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ЗАДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3	5
ПОЯСНЕНИЯ И ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3	8
ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3	26
ПРИЛОЖЕНИЕ	27

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Лабораторная работа оформляется в виде файла MS Word. Статистические и эконометрические расчеты лабораторной работы № 3 выполняются с помощью встроенных функций и инструментов пакета «Анализ данных» MS Excel. Выполненная лабораторная работа должна содержать:

- 1) титульный лист, включающий все необходимые сведения о студенте и вариант работы (образец титульного листа приведен в Приложении);
- 2) исходные данные лабораторной работы согласно своему варианту;
- 3) таблицы, скриншоты с результатами расчетов в MS Excel и обоснованные эконометрические выводы с единицами измерений полученных показателей согласно образцу выполнения заданий лабораторной работы.

Вариант лабораторной работы определяется по двум последним цифрам зачетной книжки. Работы с другим номером варианта не засчитываются. Предусмотрено 100 вариантов данных:

Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания	Цифры зачетной книжки	Вариант задания
01	1	21	21	41	41	61	61	81	81
02	2	22	22	42	42	62	62	82	82
03	3	23	23	43	43	63	63	83	83
04	4	24	24	44	44	64	64	84	84
05	5	25	25	45	45	65	65	85	85
06	6	26	26	46	46	66	66	86	86
07	7	27	27	47	47	67	67	87	87
08	8	28	28	48	48	68	68	88	88
09	9	29	29	49	49	69	69	89	89
10	10	30	30	50	50	70	70	90	90
11	11	31	31	51	51	71	71	91	91
12	12	32	32	52	52	72	72	92	92
13	13	33	33	53	53	73	73	93	93
14	14	34	34	54	54	74	74	94	94
15	15	35	35	55	55	75	75	95	95
16	16	36	36	56	56	76	76	96	96
17	17	37	37	57	57	77	77	97	97
18	18	38	38	58	58	78	78	98	98
19	19	39	39	59	59	79	79	99	99
20	20	40	40	60	60	80	80	00	100

Исходные данные лабораторной работы № 3 по вариантам приведены в файле MS Excel «Исходные данные лабораторной работы №5».

Сдача лабораторной работы предусматривает также процедуру защиты. Защита работы проводится в форме ответов на вопросы преподавателя по проведенным в работе расчетам, а также ответов на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Для удобства проведения защиты рекомендуется

иметь с собой распечатанный вариант выполненной работы (либо электронный вид на планшете и т.п.).

После сдачи отчет по лабораторной работе возвращается студенту для дальнейшей работы, подготовки к промежуточной аттестации и возможности продемонстрировать на промежуточной аттестации освоение соответствующих компонентов компетенций.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ЗАДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Индивидуальные исходные данные по вариантам для Лабораторной работы № 3 приведены в файле MS Excel «Исходные данные лабораторной работы № 3».

ЗАДАНИЕ:

Данная лабораторная работа состоит из Задания 1 и Задания 2.

Задание 1

Имеются поквартальные данные о доходах предприятия за 4 года, млн. руб. Построить аддитивную модель временного ряда и получить прогноз доходов на два следующих квартала.

Для этого необходимо:

1. Сформировать расчетную таблицу: Скользящая средняя за 4 квартала, Центрированная скользящая средняя, Оценка сезонной вариации, S , $Y - S = T + E$, T , $T+S$, $E = Y - (T + S)$.

2. Выполнить расчет скользящей средней за 4 квартала: просуммировать уровни ряда за каждые четыре квартала со сдвигом на один момент времени. Разделив полученные суммы на 4, найдем скользящие средние.

3. Выполнить расчет центрированной скользящей средней: найти центрированные скользящие средние как средние значения из двух последовательных скользящих средних.

4. Выполнить оценку сезонной вариации S : найти разность между уровнями и центрированными скользящими средними.

5. Выполнить расчет скорректированной сезонной компоненты в таблице:

Год	№ квартала				
	1	2	3	4	
1					
2					
3					
4					
Итого					
Среднее					
S					

6. Выполнить расчет $Y - S = T + E$.

7. Используя статистическую функцию Тенденция к столбцу $Y - S = T + E$, выполнить расчет T для $t=1 \dots 16$.

8. Выполнить расчет $T+S$, $E = Y - (T + S)$ для $t=1 \dots 16$.
9. Продлить переменную t значениями 17, 18. Получить прогноз тренда T , продлив функцию Тенденция на значение $t=17$, затем на значение $t=18$.
10. Получить прогноз дохода, просуммировав T_{17} и T_{18} со значениями S_1 и S_2 соответственно.

Задание 2

Имеются поквартальные данные о прибыли предприятия за 4 года, млн. руб. Построить мультипликативную модель временного ряда и получить прогноз прибыли на два следующих квартала.

Для этого необходимо:

1. Сформировать расчетную таблицу: Скользящая средняя за 4 квартала, Центрированная скользящая средняя, Оценка сезонной вариации, S , $Y/S = T \cdot E$, T , $T \cdot S$, $E = Y / (T \cdot S)$.
2. Выполнить расчет скользящей средней за 4 квартала: просуммировать уровни ряда за каждые четыре квартала со сдвигом на один момент времени; разделить полученные суммы на 4, найдем скользящие средние.
3. Выполнить расчет центрированной скользящей средней: найти центрированные скользящие средние как средние значения из двух последовательных скользящих средних.
4. Выполнить оценку сезонной вариации S : найти отношение между уровнями и центрированными скользящими средними.
5. Выполнить расчет скорректированной сезонной компоненты в таблице:

Год	№ квартала				
	1	2	3	4	
1					
2					
3					
4					
Итого					
Среднее					
S					

6. Выполнить расчет $Y / S = T \cdot E$.
7. Используя статистическую функцию Тенденция к столбцу $Y / S = T \cdot E$, выполнить расчет T для $t=1 \dots 16$.
8. Выполнить расчет $T \cdot S$, $E = Y / (T \cdot S)$ для $t=1 \dots 16$.
9. Продлить переменную t значениями 17, 18. Получить прогноз тренда T , продлив функцию Тенденция на значение $t=17$, затем на значение $t=18$.
10. Получить прогноз прибыли, умножив T_{17} и T_{18} со значениями S_1 и S_2 соответственно.

ПОЯСНЕНИЯ И ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3

Комментарий: Существует принципиальное различие между анализом перекрестных выборок (cross-section) и временных рядов (time series): наблюдения во временных рядах строго упорядочены, тогда как порядок наблюдений в перекрестных выборках можно менять произвольно. Переставлять и удалять отдельные наблюдения во временных рядах нельзя, так как из-за этого меняется закономерность развития временного ряда.

Случайный процесс – процесс, реализациями которого в каждый момент времени являются случайные величины. В анализе временных рядов различают слабо стационарные и сильно стационарные случайные процессы. Также в анализе временных рядов предполагается, что значения исследуемой случайной величины являются непрерывными, а время является дискретным. Сильно стационарным процессом является процесс, для которого совместная функция распределения n последовательных элементов не меняется во времени. Процесс является слабо стационарным, если его математическое ожидание, дисперсия и автоковариационная функция не зависят от времени (при этом, конечно, предполагается, что все необходимые величины существуют и конечны). В практических приложениях требование сильной стационарности излишне, а слабая стационарность (синоним – стационарность) может обеспечить хорошие свойства процесса. Для характеристики процесса выполняется проверка временного ряда на стационарность (тест Дики – Фуллера, тест Квятковски – Филлипса – Шмидта – Шина). Наиболее распространенными линейными моделями стационарных временных рядов, используемыми для прогноза, являются модели $AR(p)$ – авторегрессии, $MA(q)$ – скользящего среднего, $ARMA(p,q)$ – авторегрессии и скользящего среднего.

Большинство процессов экономике являются нестационарными. Нестационарность ведет к тому, что при росте размера выборки математическое ожидание, дисперсия и автоковариационная функция изменяются во времени. Различают нестационарные процессы с детерминистическим трендом и со стохастическим трендом. Наиболее распространенной моделью прогноза временного ряда нестационарного процесса со стохастическим трендом является модель $ARIMA(p,d,q)$. Для моделирования детерминистического тренда используются линейные и нелинейные модели регрессии, а также тренд-сезонные модели (аддитивные или мультипликативные), когда наряду с трендом во временном ряде присутствует сезонная компонента.

Анализ временного ряда начинается с его графической визуализации и тестирования на стационарность. Затем выполняется выбор модели, приемлемой для прогноза.

Задание 1. Имеются поквартальные данные о доходах предприятия за 4 года, млн. руб. Построить аддитивную модель временного ряда и получить прогноз доходов на два следующих квартала.

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Y_t	6	4,4	5	9	7,2	4,8	6	10
t	9	10	11	12	13	14	15	16
Y_t	8	5,6	6,4	11	9	6,6	7	10,8

Для этого необходимо:

1. Сформировать расчетную таблицу: Скользящая средняя за 4 квартала, Центрированная скользящая средняя, Оценка сезонной вариации, S , $Y - S = T + E$, T , $T+S$, $E = Y - (T + S)$.

2. Выполнить расчет скользящей средней за 4 квартала: просуммировать уровни ряда за каждые четыре квартала со сдвигом на один момент времени. Разделив полученные суммы на 4, найдем скользящие средние.

3. Выполнить расчет центрированной скользящей средней: найти центрированные скользящие средние как средние значения из двух последовательных скользящих средних.

4. Выполнить оценку сезонной вариации S : найти разность между уровнями и центрированными скользящими средними.

5. Выполнить расчет скорректированной сезонной компоненты в таблице:

Год	№ квартала				
	1	2	3	4	
1					
2					
3					
4					
Итого					
Среднее					
S					

6. Выполнить расчет $Y - S = T + E$.

7. Используя статистическую функцию Тенденция к столбцу $Y - S = T + E$, выполнить расчет T для $t=1 \dots 16$.

8. Выполнить расчет $T+S$, $E = Y - (T + S)$ для $t=1 \dots 16$.

9. Продлить переменную t значениями 17, 18. Получить прогноз тренда T , продлив функцию Тенденция на значение $t=17$, затем на значение $t=18$.

10. Получить прогноз дохода, просуммировав T_{17} и T_{18} со значениями S_1 и S_2 соответственно.

Решение.

Выполним графическую визуализацию исходного временного ряда дохода предприятия. Используем из Главного меню MS Excel: Вставка – Диаграммы – Точечная – Точечная с гладкими кривыми и маркерами.

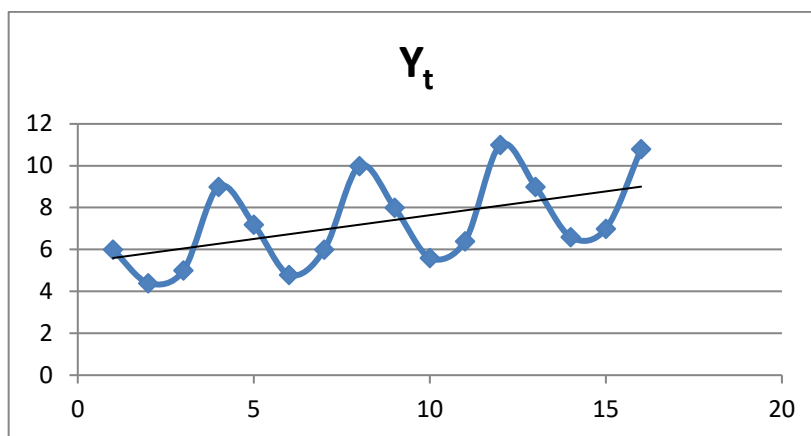


Рис. 1. Динамика дохода предприятия за 4 года

Вывод 1: График временного ряда демонстрирует линейный тренд с периодически повторяющейся сезонной волной примерно одинаковой амплитуды. В силу наличия тренда математическое ожидание дохода зависит от времени, и, следовательно, процесс является нестационарным. Для прогноза представляется возможным применить аддитивную (в силу примерно одинаковой амплитуды в сезонной волне) тренд-сезонную модель:

$$Y_t = T_t + S_t + E_t.$$

1. Чтобы сформировать расчетную таблицу 1 (последовательно выполняя пункты 1-4 данной лабораторной работы), необходимо использовать Мастер формул MS Excel. В данном пункте достаточно заполнить столбцы: t – сквозной порядковый номер периода (или момента) времени, Y_t – уровень временного ряда для данного периода (момента) времени.

Таблица 1

Подготовка данных для построения аддитивной тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	S_t	$Y_t - S_t = T_t + E_t$	T_t	$T_t + S_t$	$E_t = Y_t - (T_t + S_t)$
1	6								
2	4,4								
3	5								
4	9								
5	7,2								
6	4,8								
7	6								
8	10								
9	8								
10	5,6								
11	6,4								
12	11								
13	9								
14	6,6								
15	7								
16	10,8								

2. Чтобы выполнить расчет скользящей средней за 4 квартала в расчетной таблице 1 надо последовательно просуммировать уровни ряда за каждые четыре квартала со сдвигом на один момент времени и затем разделить каждую полученную сумму на 4 согласно формулам:

$$\bar{Y}_3 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4}{4} = \frac{6 + 4,4 + 5 + 9}{4} = 6,1.$$

$$\bar{Y}_4 = \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{4} = \frac{4,4 + 5 + 9 + 7,2}{4} = 6,4.$$

$$\bar{Y}_5 = \frac{Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6}{4} = \frac{5 + 9 + 7,2 + 4,8}{4} = 6,5.$$

и т. д.

3. Чтобы выполнить расчет центрированной скользящей средней в расчетной таблице 1 необходимо определить средние значения из двух последовательных скользящих средних:

$$\bar{Y}_3^* = \frac{\bar{Y}_3 + \bar{Y}_4}{2} = \frac{6,1 + 6,4}{2} = 6,25.$$

$$\bar{Y}_4^* = \frac{\bar{Y}_4 + \bar{Y}_5}{2} = \frac{6,4 + 6,5}{2} = 6,45.$$

и т. д.

4. Чтобы рассчитать оценку сезонной вариации I_s необходимо найти разность между уровнями и центрированными скользящими средними:

$$Is_3 = Y_3 - \bar{Y}_3^* = 5 - 6,25 = -1,25.$$

$$Is_4 = Y_4 - \bar{Y}_4^* = 9 - 6,45 = 2,55.$$

и т. д.

Таблица 1

Подготовка данных для построения аддитивной тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	S_t	$Y_t - S_t = T_t + E_t$	T_t	$T_t + S_t$	$E_t = Y_t - (T_t + S_t)$
1	6								
2	4,4								
3	5	6,1	6,25	-1,25					
4	9	6,4	6,45	2,55					
5	7,2	6,5	6,625	0,575					
6	4,8	6,75	6,875	-2,075					
7	6	7	7,1	-1,1					
8	10	7,2	7,3	2,7					
9	8	7,4	7,45	0,55					
10	5,6	7,5	7,625	-2,025					
11	6,4	7,75	7,875	-1,475					
12	11	8	8,125	2,875					
13	9	8,25	8,325	0,675					
14	6,6	8,4	8,375	-1,775					
15	7	8,35							
16	10,8								

5. Расчет скорректированной сезонной компоненты S_t необходимо выполнить в расчетной таблице 2, которую можно заполнить в 4 шага:

Шаг 1: оценку сезонной вариации Is необходимо разместить согласно соответствующему году и соответствующему кварталу в расчетной таблице 2;

Шаг 2: суммы и средние по столбцам в расчетной таблице 2 необходимо определить с помощью функций $CYMM(...)$ и $CP3H4C(...)$.

Комментарий: сумма средних сезонных компонент в аддитивной модели равна нулю.

Шаг 3: необходимо определить сумму по строке «Среднее» в расчетной таблице 2. Она, к сожалению, не равна нулю. Поэтому определим коэффициент корректировки:

$$k = \frac{0,075}{4} = 0,01875.$$

Шаг 4: из средней сезонной компоненты для каждого квартала вычтем коэффициент корректировки, равный 0,01875. Полученный результат из последней строки расчетной таблицы 2 перенесем в столбец S_t – Сезонная компонента, расчетной таблицы 1.

Скорректированная сезонная компонента

Год	№ квартала				
	1	2	3	4	
1			-1,25	2,55	
2	0,575	-2,075	-1,1	2,7	
3	0,55	-2,025	-1,475	2,875	
4	0,675	-1,775			
Итого	1,8	-5,875	-3,825	8,125	
Среднее	0,6	-1,9583	-1,275	2,70833	0,075
S_t	0,58125	-1,9770	-1,2937	2,68958	0

6. В расчетной таблице 1 необходимо заполнить столбец:

$$Y_t - S_t = T_t + E_t.$$

7. В расчетной таблице 1 необходимо заполнить столбец T_t – Трендовая компонента, применив статистическую функцию *Тенденция* к данным из столбца $Y_t - S_t = T_t + E_t$. В Главном меню MS Excel выберем: Формулы – Вставить функцию – Статистические – ТЕНДЕНЦИЯ(...).

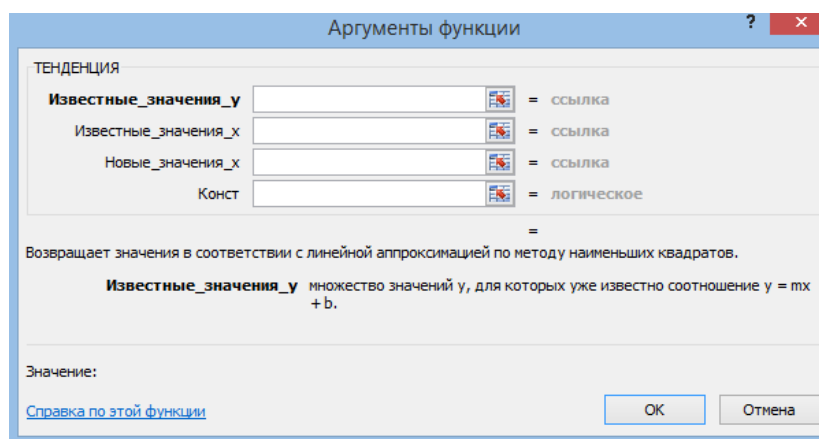


Рис. 2. Окно параметров функции ТЕНДЕНЦИЯ (...) в MS Excel

Чтобы определить трендовую компоненту T_t в поле *Известные значения Y* необходимо выбрать столбец $Y_t - S_t = T_t + E_t$. В поле *Известные значения X* необходимо выбрать столбец t , который содержит сквозной порядковый номер времени (в нашем случае квартала). Оба поля надо зафиксировать значком \$. В поле *Новые значения X* необходимо выбрать ячейку для $t=1$. В поле *Константа* необходимо ввести 1 (что соответствует логическому значению *Истина*), чтобы уравнение тренда вычислить обычным образом, со свободным коэффициентом (рис 3).

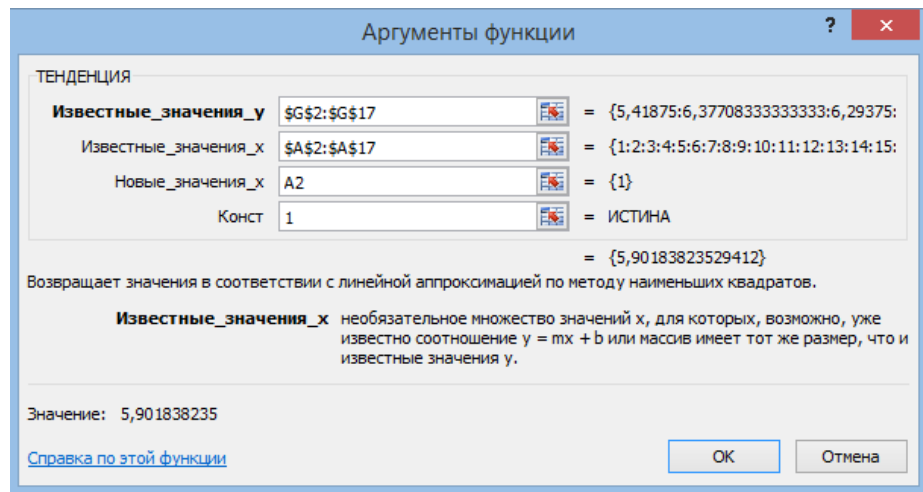


Рис.3. Окно параметров функции ТЕНДЕНЦИЯ (...) с введенными значениями в MS Excel

8. В расчетной таблице 1 необходимо заполнить столбец $T+S$ и столбец $E = Y - (T + S)$ для $t=1...16$.

Таблица 1

Подготовка данных для построения аддитивной тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользя средняя	Оценка сезонной вариации	S	$Y-S = T+E$	T	$T+S$	$E=Y-(T+S)$
1	6				0,58	5,42	5,90	6,48	-0,48
2	4,4				-1,98	6,38	6,09	4,11	0,29
3	5	6,1	6,25	-1,25	-1,29	6,29	6,27	4,98	0,02
4	9	6,4	6,45	2,55	2,69	6,31	6,46	9,15	-0,15
5	7,2	6,5	6,625	0,575	0,58	6,62	6,65	7,23	-0,03
6	4,8	6,75	6,875	-2,075	-1,98	6,78	6,83	4,86	-0,06
7	6	7	7,1	-1,1	-1,29	7,29	7,02	5,73	0,27
8	10	7,2	7,3	2,7	2,69	7,31	7,21	9,90	0,10
9	8	7,4	7,45	0,55	0,58	7,42	7,39	7,97	0,03
10	5,6	7,5	7,625	-2,025	-1,98	7,58	7,58	5,60	0,00
11	6,4	7,75	7,875	-1,475	-1,29	7,69	7,77	6,47	-0,07
12	11	8	8,125	2,875	2,69	8,31	7,95	10,64	0,36
13	9	8,25	8,325	0,675	0,58	8,42	8,14	8,72	0,28
14	6,6	8,4	8,375	-1,775	-1,98	8,58	8,33	6,35	0,25
15	7	8,35			-1,29	8,29	8,51	7,22	-0,22
16	10,8				2,69	8,11	8,70	11,39	-0,59

Используя из Главного меню MS Excel: Вставка – Диаграммы – Точечная – Точечная с гладкими кривыми и маркерами, представим графически компоненты: сезонную – S_t , трендовую – T_t , случайную – E_t .

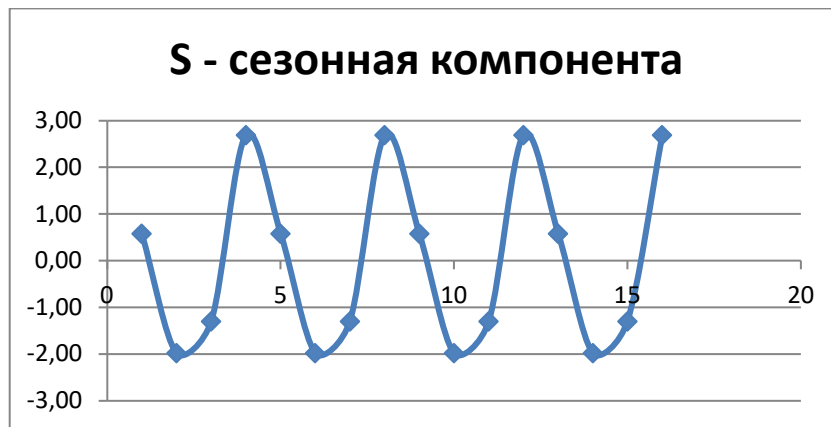


Рис. 4. Сезонная компонента в доходе предприятия за 4 года

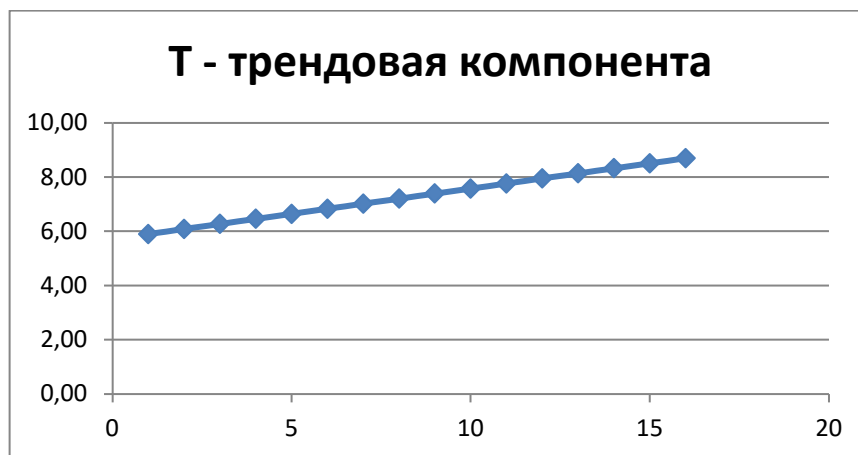


Рис. 5. Трендовая компонента в доходе предприятия за 4 года



Рис. 6. Случайная компонента в доходе предприятия за 4 года

9. Необходимо продлить переменную t значениями 17, 18, 19, 20. Затем надо получить прогноз тренда T , продлив функцию Тенденция на значение $t=17$, затем на значение $t=18$, $t=19$, $t=20$.

10. Получить прогноз дохода, просуммировав $T_{17} + S_1$, $T_{18} + S_2$, $T_{19} + S_3$, $T_{20} + S_4$ соответственно.

Подготовка данных для построения аддитивной тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользя средняя	Оценка сезонной вариации	S	$Y-S=$ $=T+E$	T	$T+S$	$E=Y-$ $-(T+S)$
1	6				0,58	5,42	5,90	6,48	-0,48
2	4,4				-1,98	6,38	6,09	4,11	0,29
3	5	6,1	6,25	-1,25	-1,29	6,29	6,27	4,98	0,02
4	9	6,4	6,45	2,55	2,69	6,31	6,46	9,15	-0,15
5	7,2	6,5	6,625	0,575	0,58	6,62	6,65	7,23	-0,03
6	4,8	6,75	6,875	-2,075	-1,98	6,78	6,83	4,86	-0,06
7	6	7	7,1	-1,1	-1,29	7,29	7,02	5,73	0,27
8	10	7,2	7,3	2,7	2,69	7,31	7,21	9,90	0,10
9	8	7,4	7,45	0,55	0,58	7,42	7,39	7,97	0,03
10	5,6	7,5	7,625	-2,025	-1,98	7,58	7,58	5,60	0,00
11	6,4	7,75	7,875	-1,475	-1,29	7,69	7,77	6,47	-0,07
12	11	8	8,125	2,875	2,69	8,31	7,95	10,64	0,36
13	9	8,25	8,325	0,675	0,58	8,42	8,14	8,72	0,28
14	6,6	8,4	8,375	-1,775	-1,98	8,58	8,33	6,35	0,25
15	7	8,35			-1,29	8,29	8,51	7,22	-0,22
16	10,8				2,69	8,11	8,70	11,39	-0,59
17					0,58		8,88	9,47	
18					-1,98		9,07	7,09	
19					-1,29		9,26	7,96	
20					2,69		9,44	12,13	

Используя из Главного меню MS Excel: Вставка – Диаграммы – Точечная – Точечная с гладкими кривыми и маркерами, представим графически прогноз дохода предприятия на 4 квартала следующего года (красным цветом).

Вывод 2: Предварительное выделение сезонной и трендовой компоненты позволило спрогнозировать снижение дохода в 1 и 2 квартале и сохранить в прогнозе сезонную волну и растущий тренд.

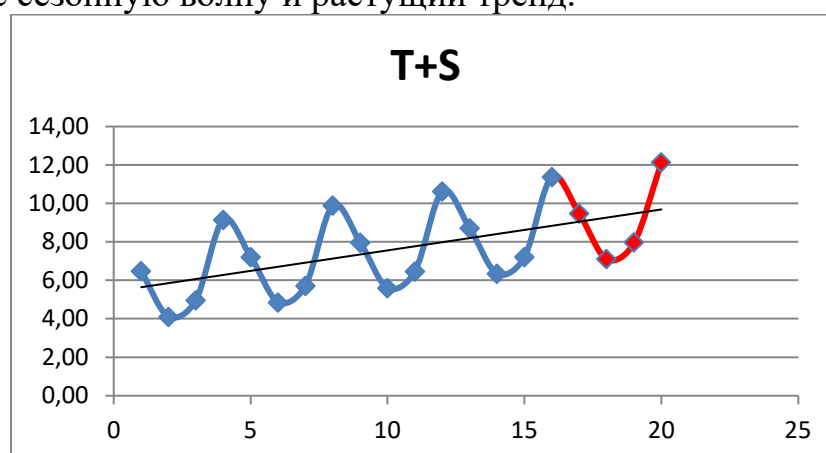


Рис. 7. Прогноз дохода предприятия на 4 квартала следующего года

Задание 2. Имеются поквартальные данные о прибыли предприятия за 4 года, млн. руб. Построить мультипликативную модель временного ряда и получить прогноз прибыли на два следующих квартала.

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Y_t	40	50	60	70	60	80	100	110
t	9	10	11	12	13	14	15	16
Y_t	50	70	80	130	30	50	60	70

Для этого необходимо:

1. Сформировать расчетную таблицу: Скользящая средняя за 4 квартала, Центрированная скользящая средняя, Оценка сезонной вариации, S , $Y/S = T \cdot E$, T , $T \cdot S$, $E = Y / (T \cdot S)$.

2. Выполнить расчет скользящей средней за 4 квартала: просуммировать уровни ряда за каждые четыре квартала со сдвигом на один момент времени; разделить полученные суммы на 4, найдем скользящие средние.

3. Выполнить расчет центрированной скользящей средней: найти центрированные скользящие средние как средние значения из двух последовательных скользящих средних.

4. Выполнить оценку сезонной вариации S : найти отношение между уровнями и центрированными скользящими средними.

5. Выполнить расчет скорректированной сезонной компоненты в таблице:

Год	№ квартала			
	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
Итого				
Среднее				
S				

6. Выполнить расчет $Y/S = T \cdot E$.

7. Используя статистическую функцию Тенденция к столбцу $Y/S = T \cdot E$, выполнить расчет T для $t=1 \dots 16$.

8. Выполнить расчет $T \cdot S$, $E = Y / (T \cdot S)$ для $t=1 \dots 16$.

9. Продлить переменную t значениями 17, 18. Получить прогноз тренда T , продлив функцию Тенденция на значение $t=17$, затем на значение $t=18$.

10. Получить прогноз прибыли, умножив T_{17} и T_{18} со значениями S_1 и S_2 соответственно.

Решение.

Выполним графическую визуализацию исходного временного ряда дохода предприятия. Используем из Главного меню MS Excel: Вставка – Диаграммы – Точечная – Точечная с гладкими кривыми и маркерами.

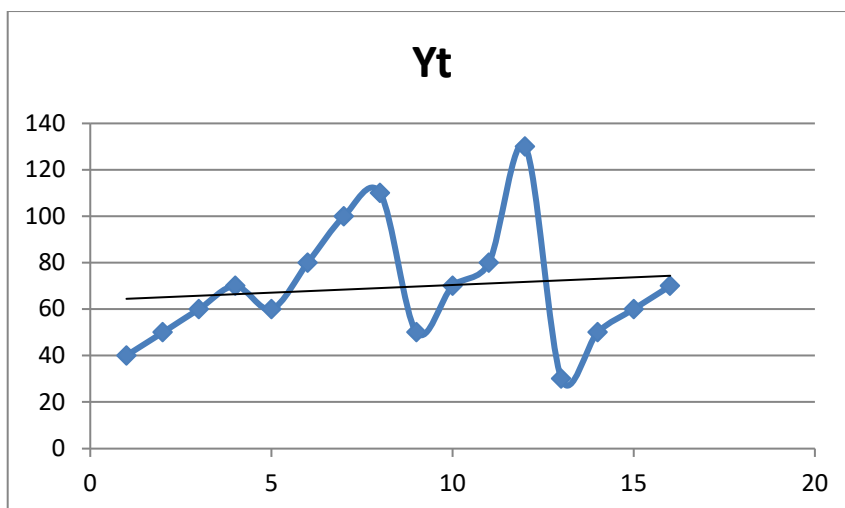


Рис. 1. Динамика прибыли предприятия за 4 года

Вывод 1: График временного ряда демонстрирует линейный тренд с сезонной волной растущей амплитуды. В силу наличия тренда и растущей амплитуды сезонных колебаний математическое ожидание прибыли зависит от времени, и, следовательно, процесс является нестационарным. Для прогноза представляется возможным применить мультипликативную (в силу растущей амплитуды в сезонной волне) тренд-сезонную модель:

$$Y_t = T_t \cdot S_t \cdot E_t.$$

1. Чтобы сформировать расчетную таблицу 1 (последовательно выполняя пункты 1-4 данной лабораторной работы), необходимо использовать Мастер формул MS Excel. В данном пункте достаточно заполнить столбцы: t – сквозной порядковый номер периода (или момента) времени, Y_t – уровень временного ряда для данного периода (момента) времени.

Подготовка данных для построения мультипликативной
тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	S_t	$Y_t/S_t = T_t * E_t$	T_t	$T_t * S_t$	$E_t = Y_t / (T_t * S_t)$
1	40								
2	50								
3	60								
4	70								
5	60								
6	80								
7	100								
8	110								
9	50								
10	70								
11	80								
12	130								
13	30								
14	50								
15	60								
16	70								

2. Чтобы выполнить расчет скользящей средней за 4 квартала в расчетной таблице 1 надо последовательно просуммировать уровни ряда за каждые четыре квартала со сдвигом на один момент времени и затем разделить каждую полученную сумму на 4 согласно формулам:

$$\bar{Y}_3 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4}{4} = \frac{40 + 50 + 60 + 70}{4} = 55.$$

$$\bar{Y}_4 = \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{4} = \frac{50 + 60 + 70 + 60}{4} = 60.$$

$$\bar{Y}_5 = \frac{Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6}{4} = \frac{60 + 70 + 60 + 80}{4} = 67,5.$$

и т. д.

3. Чтобы выполнить расчет центрированной скользящей средней в расчетной таблице 1 необходимо определить средние значения из двух последовательных скользящих средних:

$$\bar{Y}_3^* = \frac{\bar{Y}_3 + \bar{Y}_4}{2} = \frac{55 + 60}{2} = 57,5.$$

$$\bar{Y}_4^* = \frac{\bar{Y}_4 + \bar{Y}_5}{2} = \frac{60 + 67,5}{2} = 63,75.$$

и т. д.

4. Чтобы рассчитать оценку сезонной вариации I_s необходимо разделить исходные уровни на центрированные скользящие средние:

$$I_{s_3} = Y_3 / \bar{Y}_3^* = 60 / 57,5 = 1,043.$$

$$I_{s_4} = Y_4 / \bar{Y}_4^* = 70 / 63,75 = 1,098.$$

и т. д.

Таблица 1

Подготовка данных для построения мультипликативной
тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	S_t	$Y_t/S_t = T_t*E_t$	T_t	T_t*S_t	$E_t = Y_t/(T_t*S_t)$
1	40								
2	50								
3	60	55	57,5	1,043478					
4	70	60	63,75	1,098039					
5	60	67,5	72,5	0,827586					
6	80	77,5	82,5	0,969697					
7	100	87,5	86,25	1,15942					
8	110	85	83,75	1,313433					
9	50	82,5	80	0,625					
10	70	77,5	80	0,875					
11	80	82,5	80	1					
12	130	77,5	75	1,733333					
13	30	72,5	70	0,428571					
14	50	67,5	60	0,833333					
15	60	52,5							
16	70								

5. Расчет скорректированной сезонной компоненты S_t необходимо выполнить в расчетной таблице 2, которую можно заполнить в 4 шага:

Шаг 1: оценку сезонной вариации I_s необходимо разместить согласно соответствующему году и соответствующему кварталу в расчетной таблице 2;

Шаг 2: суммы и средние по столбцам в расчетной таблице 2 необходимо определить с помощью функций $CYMM(...)$ и $CP3HAY(...)$.

Комментарий: сумма средних сезонных компонент в мультипликативной модели равна количеству циклов в исследуемом периоде (нашем случае равна 4, т.к. в году четыре квартала);

Шаг 3: необходимо определить сумму по строке «Среднее» в расчетной таблице 2. Она, к сожалению, не равна 4. Поэтому определим коэффициент корректировки:

$$k = \frac{4}{3,969} = 1,008.$$

Шаг 4: каждую среднюю сезонную компоненту для каждого квартала умножим на коэффициент корректировки, равный 1,008. Полученный результат из последней строки расчетной таблицы 2 перенесем в столбец S_t – Сезонная компонента, расчетной таблицы 1.

Таблица 2

Год	№ квартала				
	1	2	3	4	
1			1,043478	1,098039	
2	0,827586	0,969697	1,15942	1,313433	
3	0,625	0,875	1	1,733333	
4	0,428571	0,833333			
Средняя	0,627053	0,892677	1,067633	1,381602	3,968964
Скорр S	0,631956	0,899657	1,075981	1,392405	4

6. В расчетной таблице 1 необходимо заполнить столбец $Y_t / S_t = T_t \cdot E_t$.

7. В расчетной таблице 1 необходимо заполнить столбец Tt – Трендовая компонента, применив статистическую функцию *Тенденция* к данным из столбца $Y_t / S_t = T_t \cdot E_t$. В Главном меню MS Excel выберем: Формулы – Вставить функцию – Статистические – ТЕНДЕНЦИЯ(...).

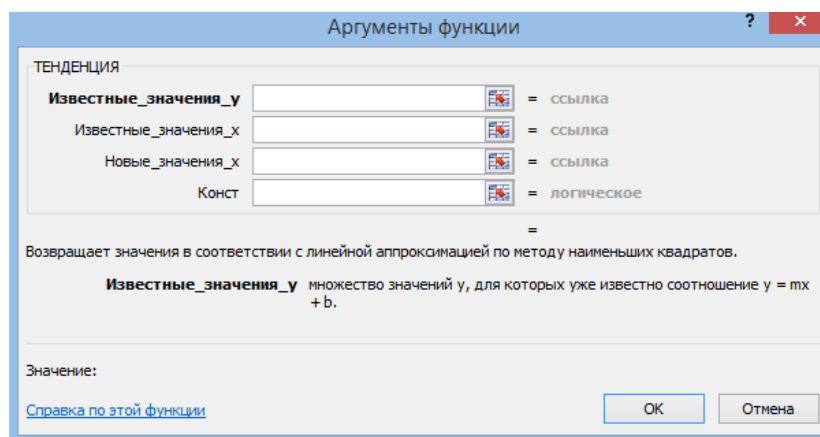


Рис. 2. Окно параметров функции ТЕНДЕНЦИЯ (...) в MS Excel

Чтобы определить трендовую компоненту T_t в поле *Известные значения Y* необходимо выбрать столбец $Y_t - S_t = T_t + E_t$. В поле *Известные значения X* необходимо выбрать столбец t , который содержит сквозной порядковый номер времени (в нашем случае квартала). Оба поля надо зафиксировать значком $\$$. В поле *Новые значения X* необходимо выбрать ячейку для $t=1$. В поле Кон-

станта необходимо ввести 1 (что соответствует логическому значению *Истина*), чтобы уравнение тренда вычислить обычным образом, со свободным коэффициентом (рис 3).

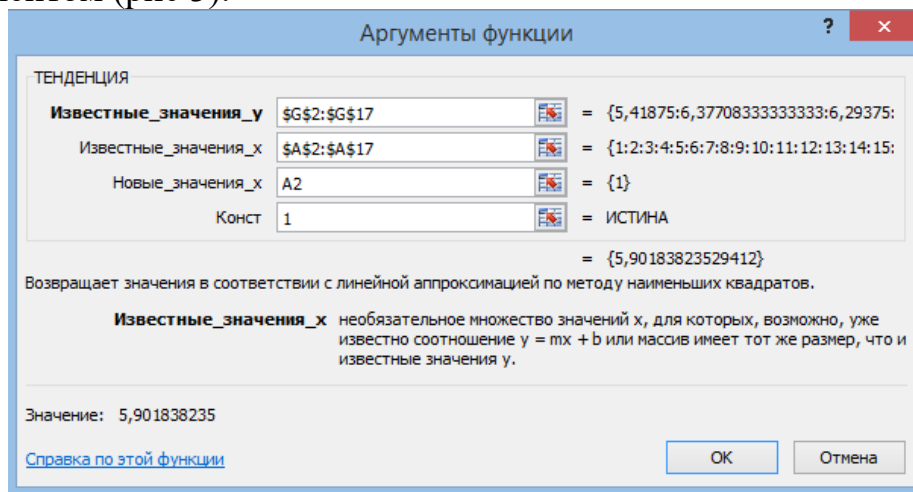


Рис.3. Окно параметров функции ТЕНДЕНЦИЯ (...) с введенными значениями в MS Excel

8. В расчетной таблице 1 необходимо заполнить столбец $T \cdot S$ и столбец $E = Y / (T \cdot S)$ для $t=1 \dots 16$.

Таблица 1

Подготовка данных для построения мультипликативной тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	S_t	$Y_t/S_t = T_t \cdot E_t$	T_t	$T_t \cdot S_t$	$E_t = Y_t / (T_t \cdot S_t)$
1	40				0,631956	63,29556	73,50572	46,45238	0,861097
2	50				0,899657	55,57672	72,99194	65,66773	0,761409
3	60	55	57,5	1,043478	1,075981	55,76305	72,47816	77,98515	0,769377
4	70	60	63,75	1,098039	1,392405	50,27271	71,96438	100,2036	0,698578
5	60	67,5	72,5	0,827586	0,631956	94,94333	71,4506	45,15363	1,328797
6	80	77,5	82,5	0,969697	0,899657	88,92276	70,93682	63,81882	1,253549
7	100	87,5	86,25	1,15942	1,075981	92,93841	70,42304	75,77388	1,319716
8	110	85	83,75	1,313433	1,392405	78,99998	69,90926	97,34203	1,130036
9	50	82,5	80	0,625	0,631956	79,11945	69,39548	43,85488	1,140124
10	70	77,5	80	0,875	0,899657	77,80741	68,88169	61,96991	1,12958
11	80	82,5	80	1	1,075981	74,35073	68,36791	73,5626	1,087509
12	130	77,5	75	1,733333	1,392405	93,36361	67,85413	94,48047	1,375946
13	30	72,5	70	0,428571	0,631956	47,47167	67,34035	42,55613	0,704951
14	50	67,5	60	0,833333	0,899657	55,57672	66,82657	60,12101	0,831656
15	60	52,5			1,075981	55,76305	66,31279	71,35133	0,840909
16	70				1,392405	50,27271	65,79901	91,6189	0,764035

Используя из Главного меню MS Excel: Вставка – Диаграммы – Точечная – Точечная с гладкими кривыми и маркерами, представим графически компоненты: сезонную – S_t , трендовую – T_t , случайную – E_t .



Рис. 4. Сезонная компонента в прибыли предприятия за 4 года

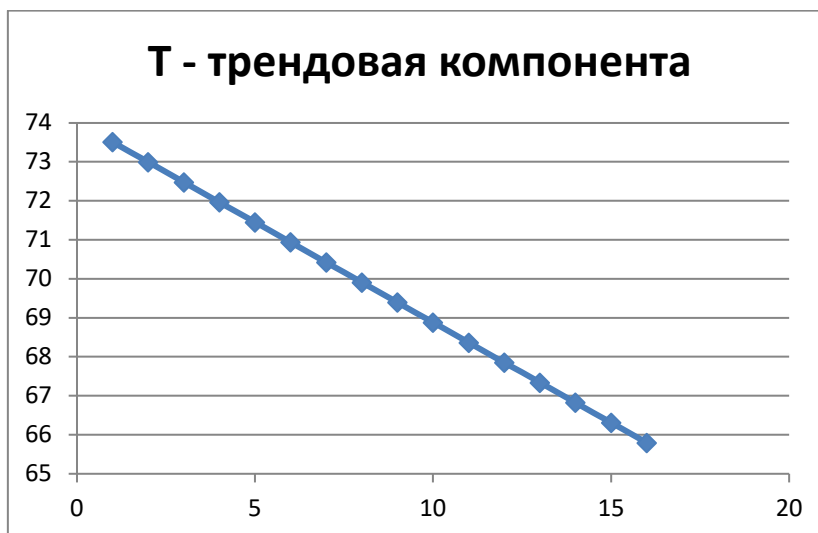


Рис. 5. Трендовая компонента в прибыли предприятия за 4 года



Рис. 6. Случайная компонента в прибыли предприятия за 4 года

9. Необходимо продлить переменную t значениями 17, 18, 19, 20. Затем надо получить прогноз тренда T , продлив функцию Тенденция на значение $t=17$, затем на значение $t=18$, $t=19$, $t=20$.

10. Получить прогноз дохода, умножив $T_{17} \cdot S_1$, $T_{18} \cdot S_2$, $T_{19} \cdot S_3$, $T_{20} \cdot S_4$ соответственно.

Таблица 1

Подготовка данных для построения мультипликативной
тренд-сезонной модели

t	Y_t	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной вариации	St	$Y_t/St = Tt*Et$	Tt	$Tt*St$	$Et = Y_t/(Tt*St)$
1	40				0,631956	63,29556	73,50572	46,45238	0,861097
2	50				0,899657	55,57672	72,99194	65,66773	0,761409
3	60	55	57,5	1,043478	1,075981	55,76305	72,47816	77,98515	0,769377
4	70	60	63,75	1,098039	1,392405	50,27271	71,96438	100,2036	0,698578
5	60	67,5	72,5	0,827586	0,631956	94,94333	71,4506	45,15363	1,328797
6	80	77,5	82,5	0,969697	0,899657	88,92276	70,93682	63,81882	1,253549
7	100	87,5	86,25	1,15942	1,075981	92,93841	70,42304	75,77388	1,319716
8	110	85	83,75	1,313433	1,392405	78,99998	69,90926	97,34203	1,130036
9	50	82,5	80	0,625	0,631956	79,11945	69,39548	43,85488	1,140124
10	70	77,5	80	0,875	0,899657	77,80741	68,88169	61,96991	1,12958
11	80	82,5	80	1	1,075981	74,35073	68,36791	73,5626	1,087509
12	130	77,5	75	1,733333	1,392405	93,36361	67,85413	94,48047	1,375946
13	30	72,5	70	0,428571	0,631956	47,47167	67,34035	42,55613	0,704951
14	50	67,5	60	0,833333	0,899657	55,57672	66,82657	60,12101	0,831656
15	60	52,5			1,075981	55,76305	66,31279	71,35133	0,840909
16	70				1,392405	50,27271	65,79901	91,6189	0,764035
17					0,631956		65,28523	41,25738	
18					0,899657		64,77145	58,2721	
19					1,075981		64,25766	69,14005	
20					1,392405		63,74388	88,75733	

Используя из Главного меню MS Excel: Вставка – Диаграммы – Точечная – Точечная с гладкими кривыми и маркерами, представим графически прогноз прибыли предприятия на 4 квартала следующего года (красным цветом).

Вывод 2: Предварительное выделение сезонной и трендовой компоненты позволило спрогнозировать снижение прибыли в 1 квартале, сохранить в прогнозе сезонную волну.

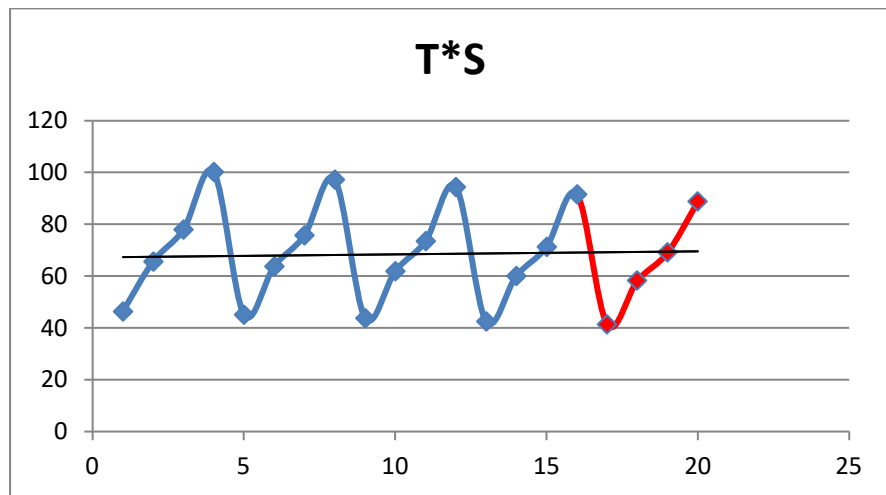


Рис. 7. Прогноз прибыли предприятия на 4 квартала следующего года

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3

1. В чем особенность временного ряда?
2. Каковы основные компоненты уровней временного ряда?
3. В чем состоит основная задача эконометрического исследования временного ряда?
4. Какие свойства имеет коэффициент автокорреляции?
5. Как определяется автокорреляционная функция?
6. Что такое коррелограмма? Что выявляют при помощи анализа коррелограммы?
7. Как сформулировать вывод о структуре временного ряда?
8. Что такое аналитическое выравнивание временного ряда?
9. Какие функции могут использоваться для построения тренда?
10. Какие этапы содержит процедура построения тренд-сезонных моделей временных рядов?
11. В чем отличие аддитивной и мультипликативной моделей временных рядов?
12. Чему равна сумма сезонных компонент в аддитивной модели временного ряда?
13. Как осуществляется прогнозирование на основе трендовой и тренд-сезонной моделей временных рядов?

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

**КАЗАНСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. В.Г. ТИМИРЯСОВА (ИЭУП)**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭКОНОМЕТРИКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ»**

Тема: _____

Вариант ____

Выполнил:
студент группы № _____
факультета _____

Фамилия Имя Отчество
зачетная книжка № _____

Руководитель:
проф. (доц.; ст. преп.; асс.) Фамилия И.О.

Город обучения – 20 ____ г.