

**Прогнозный анализ доходов и расходов от обычных видов деятельности с помощью построения аддитивной модели временного ряда**

*В данной практической статье авторами рассмотрено применение аддитивной модели временных рядов с целью прогнозирования доходов и расходов предприятия.*

*Ключевые слова: доходы и расходы, анализ временных рядов, аддитивная модель*

*In this practical article authors consider the use of additive model of dynamic series to forecast enterprise's incomes and expenditures*

*Keywords: incomes and expenditures, dynamic series analysis, additive model*

Необходимость составления прогнозов определяется многими причинами, основными из них являются неопределенность будущего, оптимизация экономических последствий, координация деятельности компании.

Целью перспективного анализа является выявление факторов, которые будут оказывать существенное влияние на деятельность предприятия и ее результаты в будущем, а также определение степени этого влияния. Прогнозный анализ является инструментом при составлении планов, прогнозов, бюджетов деятельности компании.

Основной целью статистического анализа временных рядов является изучение соотношения между закономерностью и случайностью в формировании значений уровней ряда, оценка их количественной меры влияния. Закономерности, объясняющие динамику показателя в прошлом, используются для прогнозирования его значений в будущем, а учет случайностей позволяет определить вероятность отклонения от закономерного развития и его возможную величину.

Анализ временных рядов позволяет решать следующие задачи:

- изучить структуру временного ряда, включающий тренд, долговременные и кратковременные циклические колебания, а также случайные колебания;
- проанализировать причинно-следственные взаимосвязи между процессами, проявляющиеся в корреляционных связях между членами временных рядов;
- построить математическую модель временного ряда;
- спрогнозировать будущие значения, как самого временного ряда, так

и его составляющих.

Графический анализ временного ряда позволяет сделать вывод:

- о наличии тренда и его характере;
- о наличии сезонных и циклических колебаниях;
- об относительной степени плавности или непрерывности изменения последующих значений ряда после устранения тренда.

Для анализа временных рядов необходимо построить аддитивную модель, которая сводится к расчету значений  $T$ ,  $S$  или  $E$  для каждого уровня ряда. Процесс построения модели включает в себя следующие шаги [1, с.117]:

- выравнивание исходного ряда методом скользящей средней;
- расчет значений сезонной компоненты  $S$ ;
- устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных ( $T+E$ ) в аддитивной модели;
- аналитическое выравнивание уровней ( $T+E$ ) и расчет значений  $T$  с использованием полученного уравнения тренда;
- расчет полученных по модели значений ( $T+S$ );
- расчет абсолютных и относительных ошибок.

Пусть имеются поквартальные данные о выручке от продаж ООО «Вендком-Сервис» за последние четыре года, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для анализа временных рядов

Период	Объем продаж, тыс. руб.			
	2008	2009	2010	2011
1 квартал	65413	78496	87218	98120
2 квартал	47970	52331	61052	71955
3 квартал	54511	65413	69774	76315
4 квартал	98120	109022	119924	117744
Итого	266014	305262	337968	364134



Рис. 1. Динамика доходов ООО «Вендом-Сервис» и линия тренда

Из рисунка 1 видно, что при использовании линейной зависимости достигнута достаточно высокая степень аппроксимации линии тренда затрат, так как коэффициент детерминации  $R^2$  равен 0,7723, что позволяет сделать вывод, что почти 77% исходной зависимости учтено в созданной модели. Следовательно, данная линия тренда может быть использована для составления прогноза. Так как амплитуда колебаний приблизительно постоянна, построим аддитивную модель, в которой значения сезонной компоненты предполагаются постоянными для различных циклов.

В таблице 2 проведен анализ временных рядов доходов на производство продукции четырех кварталов 2008-2011 гг.

Таблица 2

Расчет оценок сезонной компоненты

Период	Объем продаж, тыс. руб.	Итого за 4 квартала	Четырехквартальная скользящая средняя, тыс. руб.	Центрированная средняя, тыс. руб.	Объем продаж/Тренд, %
2008 год, 1 квартал	65413				
2 квартал	47970				
3 квартал	54511	266014	66503	68139	-13628
4 квартал	98120	279097	69774	70319	27801
2009 год, 1 квартал	78496	283457	70864	72227	6269
2 квартал	52331	294360	73590	74953	-22622
3 квартал	65413	305262	76315	77406	-11992

4 квартал	109022	313984	78496	79586	29436
2010 год, 1 квартал	87218	322705	80676	81221	5996
2 квартал	61052	327066	81767	83129	-22077
3 квартал	69774	337968	84492	85855	-16081
4 квартал	119924	348871	87218	88580	31344
2011 год, 1 квартал	98120	359773	89943	90761	7359
2 квартал	71955	366314	91579	91306	-19351
3 квартал	76315	364134	91033		
4 квартал	117744				

Вторым этапом анализа временных рядов является расчет значений сезонной компоненты  $S$ . Для этого найдем средние за каждый квартал оценки сезонной компоненты  $S_i$ . Взаимопогашаемость сезонных воздействий в аддитивной модели выражается в том, сумма значений сезонной компоненты по всем точкам (здесь – по четырем кварталам) должна быть равна нулю [2, с.123]. Результаты расчетов сведем в таблицу 3.

Таблица 3

Расчет значений сезонной компоненты  $S$

Показатели	Год	№ квартала, $i$			
		I	II	III	IV
	1	-	-	-13627,76	27800,63
	2	6268,77	-22622,08	-11992,43	29435,96
	3	5996,21	-22076,97	-16080,76	31343,85
	4	7358,99	-19351,42	-	-
Итого за I-й квартал (за все годы)		19623,98	-64050,48	-28073,19	60779,81
Средняя оценка сезонной компоненты для I-го квартала, $\bar{S}_i$		6541,33	-21350,16	-9357,73	20259,94
Скорректированная сезонная компонента, $S_i$		7517,98	-20373,50	-8381,07	21236,59

Для данной модели сумма средних оценок сезонной компоненты равна:  
 $6541,33-21350,16-9357,73+20259,94= -3906,62$ .

Эта сумма оказалась не равной нулю, поэтому каждую оценку уменьшим на величину поправки, равной одной четверти полученного значения:

$$\Delta = -3906,62/4 = -976,66.$$

Скорректированные значения сезонной компоненты рассчитываются следующим образом:

$$S_i = \bar{S}_i - \Delta, \quad i = \overline{1,4} \quad (1)$$

Эти значения при суммировании уже равны нулю:

$$7517,98-20373,50-8381,07+21236,59=0.$$

Значения скорректированных сезонных компонент записаны в последней строке таблицы 3. Занесем эти данные в таблицу 4.

Таблица 4

Расчет временных рядов объема продаж ООО «Вендком-Сервис»

t	$y_t$	$S_i$	$T+E=y_t-S_i$	T	T+S
1	2	3	4	5	6
1	65413	7517,982	57895	63316,98	70834,96
2	47970	-20373,5	68343	65486,20	45112,70
3	54511	-8381,07	62892	67655,42	59274,35
4	98120	21236,59	76883	69824,64	91061,23
5	78496	7517,982	70978	71993,86	79511,84
6	52331	-20373,5	72704	74163,08	53789,57
7	65413	-8381,07	73794	76332,30	67951,22
8	109022	21236,59	87785	78501,52	99738,11
9	87218	7517,982	79700	80670,73	88188,72
10	61052	-20373,5	81426	82839,95	62466,45
11	69774	-8381,07	78155	85009,17	76628,10
12	119924	21236,59	98688	87178,39	108414,99
13	98120	7517,982	90602	89347,61	96865,59
14	71955	-20373,5	92328	91516,83	71143,33
15	76315	-8381,07	84697	93686,05	85304,97
16	117744	21236,59	96507	95855,27	117091,86

Следующим шагом анализа является разделение каждого уровня исходного ряда на соответствующие значения сезонной компоненты. Тем самым мы получим величины  $T+E=y_t-S_i$ , которые содержат только тенденцию и случайную компоненту (колонка 4 таблицы 4).

Линейный тренд найдем по следующей формуле:

$$Y_t = a_0 + a_i * t_i, \quad (2)$$

где,  $Y_t$  – выручка от продаж, тыс. руб.;

$t$  – период по порядку;

$a_i$  – коэффициенты уравнения регрессии.

Затем определяем трендовую компоненту в аддитивной модели. Для этого рассчитаем параметры линейного тренда, используя уровни  $(T+E)$  с помощью анализа данных «Регрессия». Вывод итогов представлен на рисунке 2. После проведенного анализа мы получаем следующее уравнение тренда:

$$Y = 61147,76 + 2169,21 * t$$

Подставляя в это уравнение значения  $t=1,2,3,..16$ , найдем уровни  $T$  для каждого момента времени (колонка 5 таблицы 4). Уже рассчитанные значения представлены в «Выводе итогов» это значения столбца

«Предсказанное  $Y$ ».

Далее найдем значения уровней ряда, полученные по аддитивной модели. Для этого прибавим к уровням  $T$  значения сезонной компоненты для соответствующих кварталов, т.е. к значениям в колонке 5 таблицы 4 прибавим значения в колонке 3. Результаты операции представлены в колонке 6 таблицы 4, которые являются прогнозными значениями выручки от продаж на 2012-2015 года.

Таким образом, анализ данных по объему продаж ООО «Вендком-Сервис» позволяет спрогнозировать, что в четвертом квартале 2015 года выручка от продаж будет составлять 117092 тыс. руб. и являться наибольшей. Наименьший объем от продаж во 2 квартале 2012 года, прогнозное значение которого составляет 45113 тыс. руб.

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный R	0,878801716							
R-квадрат	0,772292456							
Нормированный R-квадрат	0,756027631							
Стандартная ошибка	5804,658011							
Наблюдения	16							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	1599873644	1599873644	47,4823722	7,43317E-06			
Остаток	14	471716764,8	33694054,63					
Итого	15	2071590409						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	61147,76419	3043,988341	20,08804152	1,0132E-11	54619,05854	67676,46984	54619,05854	67676,46984
Переменная X 1	2169,218919	314,80178	6,890745405	7,4332E-06	1494,036254	2844,401584	1494,036254	2844,401584
ВЫВОД ОСТАТКА								
<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное Y</i>	<i>Остатки</i>						
1	63316,98311	-5421,711242						
2	65486,20203	2857,020039						
3	67655,42095	-4763,303331						
4	69824,63987	7058,645843						
5	71993,85878	-1015,936232						
6	74163,0777	-1458,972074						
7	76332,29662	-2537,970102						
8	78501,51554	9283,979073						
9	80670,73446	-971,0447833						
10	82839,95338	-1414,080626						
11	85009,1723	-6853,962215						
12	87178,39122	11509,3123						
13	89347,61013	1254,288446						
14	91516,82905	811,2526037						
15	93686,04797	-8989,512548						
16	95855,26689	651,9948462						

Рис.2. Вывод итогов по выручке от продаж ООО «Вендком-Сервис»

Аналогичным образом прогнозируем расходы предприятия по обычным видам деятельности. К расходам по обычным видам деятельности отнесем себестоимость продаж, управленческие и коммерческие расходы.

Поквартальные данные о расходах от обычных видов деятельности компании за последние 4 года представлены в таблице 5.

Таблица 5

Исходные данные для анализа временных рядов расходов по обычным видам деятельности ООО «Вендком-Сервис»

Квартал \ Год	I	II	III	IV
2008	68036	44485	54952	94204
2009	77788	46096	63383	100836
2010	89764	56518	73141	113036
2011	105220	71399	82673	116494

Построим график временного ряда (см. рис. 3).



Рис. 3 График временного ряда расходов ООО «Вендком-Сервис»

График временного ряда свидетельствует о наличии сезонных колебаний периодичностью 4 квартала и общей возрастающей тенденции уровней ряда и относительно одинаковыми циклическими колебаниями.

Далее проведем выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней. Оценка сезонной компоненты находится как частное от деления фактических уровней ряда (объема продаж) на центрированные скользящие средние. Результаты расчетов оценок сезонной компоненты

представлены в таблице 6.

Таблица 6

Расчет оценок сезонной компоненты

Период	Расходы по обычным видам деятельности, тыс. руб.	Итого за 4 квартала	Четырехквартальная скользящая средняя, тыс. руб.	Центрированная средняя, тыс. руб.	Объем продаж/Тренд, %
2008 год, 1 квартал	68036				
2 квартал	44485				
3 квартал	54952	261677	65419	66638	-11686
4 квартал	94204	271429	67857	68059	26145
2009 год, 1 квартал	77788	273040	68260	69314	8474
2 квартал	46096	281471	70368	71197	-25100
3 квартал	63383	288103	72026	73523	-10140
4 квартал	100836	300079	75020	76322	24513
2010 год, 1 квартал	89764	310500	77625	78845	10919
2 квартал	56518	320259	80065	81590	-25072
3 квартал	73141	332459	83115	85047	-11906
4 квартал	113036	347915	86979	88839	24197
2011 год, 1 квартал	105220	362797	90699	91891	13329
2 квартал	71399	372328	93082	93514	-22115
3 квартал	82673	375786	93947		
4 квартал	116494				

Используем полученные оценки сезонной компоненты для расчета значений сезонной компоненты  $S_i$ . Результаты расчетов сведем в таблицу 7:

Таблица 7

Расчет оценки сезонной компоненты

Показатели	Год	№ квартала, i			
		I	II	III	IV
	1	-	-	-11686,04	26145,23
	2	8473,85	-25100,23	-10140,11	24513,49
	3	10919,03	-25071,70	-11905,79	24197,12
	4	13329,46	-22114,96	-	-
Итого за I-й квартал (за все года)		32722,34	-72286,90	-22045,90	48710,62
Средняя оценка сезонной компоненты для I-го квартала, $\bar{S}_i$		10907,45	-24095,63	-7348,63	16236,87
Скорректированная сезонная компонента, $S_i$		11982,43	-23020,65	-6273,65	17311,86

В данном случае величина поправки равна 1074,99. Если вычесть полученное значение из средней оценки сезонной компоненты, то мы получим скорректированную сезонную компоненту, представленной в последней строке таблицы 7.

Занесем значения в новую таблицу (колонка 3 таблицы.8).

Таблица 8

Расчет временных рядов расходов по обычным видам деятельности  
ООО «Вендком-Сервис»

T	yt	Si	T+E=yt-Si	T	T+S
1	2	3	4	5	6
1	68036	11982	56054	59625,96	71608,39
2	44485	-23021	67506	62159,38	39138,73
3	54952	-6274	61226	64692,79	58419,14
4	94204	17312	76892	67226,21	84538,06
5	77788	11982	65805	69759,62	81742,05
6	46096	-23021	69117	72293,03	49272,39
7	63383	-6274	69656	74826,45	68552,80
8	100836	17312	83524	77359,86	94671,72
9	89764	11982	77782	79893,28	91875,71
10	56518	-23021	79539	82426,69	59406,05
11	73141	-6274	79415	84960,11	78686,46
12	113036	17312	95724	87493,52	104805,38
13	105220	11982	93238	90026,94	102009,37
14	71399	-23021	94420	92560,35	69539,71
15	82673	-6274	88947	95093,77	88820,12
16	116494	17312	99182	97627,18	114939,04

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный R	0,918841973							
R-квадрат	0,844270572							
Нормированный R-квадрат	0,833147041							
Стандартная ошибка	5361,993029							
Наблюдения	16							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	2182184610	2182184610	75,8995146	5,00719E-07			
Остаток	14	402513569,4	28750969,25					
Итого	15	2584698179						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	57092,54639	2811,852866	20,30424389	8,7623E-12	51061,72181	63123,37097	51061,72181	63123,37097
Переменная X 1	2533,414698	290,7949007	8,712032748	5,0072E-07	1909,721668	3157,107727	1909,721668	3157,107727
ВЫВОД ОСТАТКА								
<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное Y</i>	<i>Остатки</i>						
1	59625,96109	-3572,252788						
2	62159,37578	5346,439464						
3	64692,79048	-3466,876929						
4	67226,20518	9665,823473						
5	69759,61988	-3954,350673						
6	72293,03457	-3175,972505						
7	74826,44927	-5170,231527						
8	77359,86397	6164,187011						
9	79893,27867	-2111,761121						
10	82426,69336	-2888,004486						
11	84960,10806	-5545,465742						
12	87493,52276	8230,703838						
13	90026,93746	3210,709747						
14	92560,35215	1859,633915						
15	95093,76685	-6147,201107						
16	97627,18155	1554,619431						

Рис.4. Вывод итогов по расходам от обычных видов деятельности ООО «Вендком-Сервис»

Далее воспользуемся средствами Excel для расчета коэффициентов регрессии, по аналогии с анализом временного ряда объема продаж.

На новом листе появляется «Вывод итогов», представленный на рисунке 4. Исходя из этого значение  $a_0$  будет равно 57092,55 и 2533,41 -  $a_1$ .

Уравнение тренда имеет вид:

$$T = 57092,55 + 2533,41 * t.$$

Уже рассчитанные значения T представлены на рисунке 4 в столбце «Предсказанное Y».

Таким образом, с помощью анализа временных рядов мы рассчитали прогнозные значения расходов по обычным видам деятельности. Данные анализа показывают, что расходы имеют тенденцию к возрастанию.

Далее сопоставим полученные результаты прогноза расходов по обычным видам деятельности с прогнозом выручки от продаж для получения значений прибыли (убытка) от продаж на 2012-2015 гг., представленный на рисунке 5.

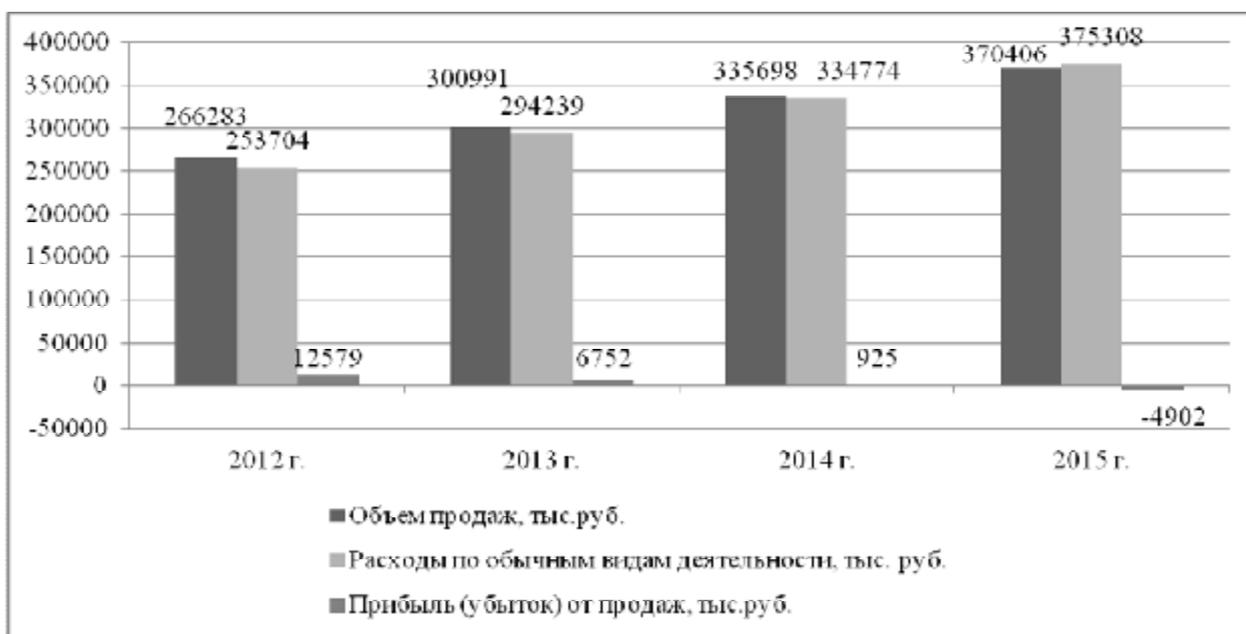


Рис. 5 Сопоставление доходов и расходов по обычным видам деятельности в поквартальном разрезе ООО «Вендком-Сервис»

Из графика видим, что в результате превышения расходов над доходами в 2015 году получим убыток. В связи с этим необходимо выяснить причины увеличения расходов и принять меры по их снижению. В остальных прогнозируемых годах будет получена прибыль, наибольшая из которых будет составлять 12579 тыс. руб. в 2012 году, а наименьшая прибыль в 2014 году, значение которой будет равна 925 тыс.руб.

В ходе проведения анализа спрогнозированы результаты деятельность предприятия в будущем, а также определена степень этого влияния. Прогнозный анализ является инструментом при составлении планов, прогнозов, бюджетов деятельности компании. Достоинством прогнозного

анализа временных рядов является относительная простота метода и наличие информации в нем об особенностях и закономерностях протекания анализируемого процесса. Поэтому статистический анализ этих данных позволяет выявить тенденции развития и использовать их для оценки характеристик процесса в будущем.

#### Библиографический список

1. Костромин А.В. Эконометрика: Курс лекций. – Казань: Изд-во «Таглимат», 2004. – 136 с.
2. Любушин Н.П. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / Н.П.Любушин. – 3-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 448 с.
3. Экономический анализ активов организации / под ред. Д.А.Ендовицкого. – М.: Эксмо, 2009. – 608 с.