

Прогнозирование доходов и расходов предприятия на основе мультипликативной модели временных рядов

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

Ключевые слова: доходы и расходы, анализ временных рядов, мультипликативная модель

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

Keywords: incomes and expenditures, dynamic series analysis, multiplicative model

В условиях нестабильности отечественной экономики по-прежнему остаются актуальными вопросы прогнозирования доходов и расходов промышленных предприятий. Качественно составленные прогнозы являются неотъемлемой частью процесса бюджетирования на предприятии.

В данной статье мы покажем, как спрогнозировать доходы и расходы предприятия на основе построения мультипликативной модели временных рядов. Временной ряд – это совокупность значений какого – либо показателя за несколько последовательных моментов или периодов времени [1].

Анализ временных рядов основан на сравнении каждой статьи отчетности за определенный период времени и определения тренда. Определение тренда означает определение основной тенденции динамики показателя без учета случайных влияний и индивидуальных особенностей отдельных периодов. Назначение анализа – это формирование возможных значений показателей в будущем.

Для прогнозирования объема продаж на краткосрочную перспективу на основе динамики временного ряда можно воспользоваться следующей моделью:

$$Y(t) = T(t) * S(t) * E(t), \quad (1)$$

где: $T(t)$ – временной тренд динамического ряда - регулярная компонента, характеризует общую тенденцию развития (глобальные изменения в экономике);

$S(t)$ – сезонная компонента – характеризуется длительностью периода сезонных колебаний, их амплитудой, расположения максимума и минимума во времени. В зависимости от стабильности указанных характеристик во времени сезонная компонента носит постоянный или переменный характер;

$E(t)$ – остаточная вариация (случайная составляющая), которая подразделяется на аномальную вариацию – неестественно большое отклонение

временного ряда в результате чрезвычайной ситуации, который оказывает воздействие на единичное наблюдение; и на случайную вариацию – малые отклонения, которые невозможно предвидеть, в долгосрочной перспективе они могут как снизить, так и увеличить объем продаж.

Построение модели сводится к расчету значений T , S или E для каждого уровня ряда. Процесс построения модели включает в себя следующие шаги:

- 1) выравнивание исходного ряда методом скользящей средней;
- 2) расчет значений сезонной компоненты S ;
- 3) устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных в модели;
- 4) аналитическое выравнивание уровней ряда и расчет значений T с использованием полученного уравнения тренда;
- 5) расчет полученных по модели значений;
- 6) расчет абсолютных и относительных ошибок.

С целью прогнозирования доходов и расходов в работе использованы поквартальные данные о выручке ООО «Бирленд» за последние 4 года, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для анализа временных рядов объема продаж
ООО «Бирленд»

Период	Объем продаж, тыс. руб.			
	2008	2009	2010	2011
1 квартал	41508	66638	83721	85507
2 квартал	69180	94404	115478	120244
3 квартал	83016	111064	132799	133604
4 квартал	71947	86075	101043	96195
Итого	265651	358181	433041	435549

Построим график временного ряда доходов ООО «Бирленд» (рис. 1).



Рис 1. График временного ряда доходов ООО «Бирленд»

График временного ряда свидетельствует о наличии сезонных колебаний периодичностью 4 квартала. Выручка компании в весенне-летний период выше, чем в осенне-зимний период. Так как амплитуда сезонных колебаний возрастает, можно предположить существование мультипликативной модели. Определим ее компоненты.

Шаг 1. Проведем выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней.

Результаты расчетов оценок сезонной компоненты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчет оценок средней сезонной компоненты

№ квартала	Выручка компании, тыс. руб.	Итого за четыре квартала	Скользящая средняя за четыре квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты
1	41508				
2	69180				
3	83016	265651	66413	69554	1,194
4	71947	290781	72695	75848	0,949
5	66638	316006	79001	82507	0,808
6	94404	344054	86013	87779	1,075
7	111064	358181	89545	91681	1,211
8	86075	375264	93816	96450	0,892
9	83721	396337	99084	101801	0,822
10	115478	418073	104518	106389	1,085
11	132799	433041	108260	108483	1,224
12	101043	434826	108707	109302	0,924

13	85507	439592	109898	109999	0,777
14	120244	440397	110099	109493	1,098
15	133604	435549	108887		
16	96195				

Поскольку циклические колебания имеют периодичность в 4 квартала, просуммируем уровни ряда последовательно за каждые 4 квартала со сдвигом на один момент времени и определим условные годовые объёмы производства (колонка 3).

Разделив полученные суммы на 4, найдем скользящие средние (колонка 4). Полученные таким образом выровненные значения уже не содержат сезонной компоненты.

Поскольку скользящие средние получены осреднением четырех соседних уровней ряда, т.е. четного числа значений, они соответствуют серединам подинтервалов, состоящих из четверок чисел, т.е. должны располагаться между третьим и четвертым значениями четверок исходного ряда. Для того, чтобы скользящие средние располагались на одних временных отметках с исходным рядом, пары соседних скользящих средних ещё раз усредняются и получают центрированные скользящие средние (колонка 5). При этом теряются первые две и последние две отметки временного ряда, что связано с осреднением по четырем точкам.

Найдем оценки сезонной компоненты как частное от деления фактических уровней ряда на центрированные скользящие средние (колонка 6).

Шаг 2. Используем полученные оценки сезонной компоненты для расчета значений сезонной компоненты S_i . Для этого найдем средние за каждый квартал оценки сезонной компоненты S_i . Взаимопогашаемость сезонных воздействий в мультипликативной модели выражается в том, что сумма значений сезонной компоненты по всем кварталам должна равняться числу периодов в цикле. В нашем случае число периодов одного цикла (год) равно четырем кварталам. Результаты расчетов сведем в таблицу 3.

Таблица 3

Расчет скорректированной сезонной компоненты

Показатели	Год	№ квартала, i			
		I	II	III	IV
	1	-	-	1,194	0,949
	2	0,808	1,075	1,211	0,892
	3	0,822	1,085	1,224	0,924
	4	0,777	1,098	-	-
Итого за I-й квартал (за все годы)		2,407	3,259	3,629	2,765
Средняя оценка сезонной компоненты для I-го квартала, \bar{S}_i		0,802	1,086	1,210	0,922
Скорректированная сезонная компонента, S_i		0,798	1,081	1,204	0,917

По данным таблицы 3 видно, что сумма средних оценок сезонных компонент по всем четырем кварталам равна 4,02. Необходимо чтобы данная сумма равнялась четырем, для этого умножим каждое слагаемое на поправочный коэффициент, который рассчитывается следующим образом:

$$k = 4 / 4,02 = 0,9949.$$

Скорректированная сезонная компонента находится по формуле:

$$S_i = \bar{S}_i * k, \quad i = \overline{1,4}, \quad (2)$$

где: S_i – скорректированная сезонная компонента;

\bar{S}_i – средняя оценка сезонной компоненты для i -го квартала;

k – поправочный коэффициент.

Значения скорректированных сезонных компонент записаны в последней строке таблицы 3. Теперь их сумма равна четырем. Занесем значения в новую таблицу (колонка 3 таблицы 4).

Таблица 4

Расчет временных рядов объема продаж ООО «Бирленд»

T	Yt	Si	$T \cdot E =$ $= Y_t / S_i$	T	T*S
1	41508	0,798	51988	65528	52318
2	69180	1,081	64004	69181	74775
3	83016	1,204	68974	72834	87661
4	71947	0,917	78447	76486	70149
5	66638	0,798	83464	80139	63984
6	94404	1,081	87342	83792	90568
7	111064	1,204	92278	87445	105247
8	86075	0,917	93851	91098	83550
9	83721	0,798	104860	94751	75650
10	115478	1,081	106838	98404	106361
11	132799	1,204	110337	102056	122833
12	101043	0,917	110171	105709	96951
13	85507	0,798	107096	109362	87316
14	120244	1,081	111248	113015	122154
15	133604	1,204	111005	116668	140419
16	96195	0,917	104885	120321	110351

Шаг 3. Разделим каждый уровень исходного ряда на соответствующие значения сезонной компоненты, представим данное отношение в следующей формуле:

$$T * E = Y / S, \quad (3)$$

Тем самым получим величины, которые содержат только тенденцию и случайную компоненту (колонка 4 в таблице 4).

Шаг 4. Определим трендовую компоненту в мультипликативной модели. Для этого рассчитаем параметры линейного тренда, используя уровни (T + E).

Линейный тренд найдем по следующей формуле:

$$Y_t = a_0 + a_i * t_i, \quad (4)$$

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

t – период по порядку;

a_i – коэффициенты уравнения регрессии.

Далее воспользуемся средствами Excel для расчета коэффициентов регрессии.

Проследуем алгоритму: «Данные – Анализ данных – Регрессия». В появившемся окне в ячейке входной Y вводим диапазон данных колонки 4 таблицы 4, а в ячейке входной интервал X – колонки 1 таблицы 4. Ставим флажок «Остатки», далее «ОК». На новом листе появляется «Вывод итогов». Необходимые нам значения коэффициентов уравнения регрессии определены как: a_0 – это Y пересечение, a_1 – переменная X1, исходя из этого значение a_0 будет равно 61875,04 и 3652,85– a_1 .

Уравнение тренда доходов ООО «Бирленд» имеет вид:

$$T = 61875,04 + 3652,85 * t .$$

Подставляя в это уравнение значения $t = 1, 2, \dots, 16$, найдем уровни T для каждого момента времени (колонка 5 таблицы 4).

Шаг 5. Найдем уровни ряда по мультипликативной модели, умножив уровни T на значения сезонной компоненты для соответствующих кварталов (колонка 6 таблицы 4).

Прогнозирование по мультипликативной модели временного ряда сводится к расчету будущего значения временного ряда по уравнению модели без случайной составляющей в виде для мультипликативной модели.

$$y_t = T \cdot S \quad (5)$$

То есть прогнозные значения выручки от продаж на следующие 4 года по кварталам представлены в колонке 6 таблицы 4.

Из полученного прогноза видно, что товарооборот предприятия ООО «Бирленд» за 2012 - 2015 годы может составить 1490287 тыс. руб., зная сезонность сбыта можно спрогнозировать объем продаж в поквартальном разрезе. Так, объем продаж в первом квартале 2012 года составит 52318 тыс. руб.,

во втором – 74775 тыс. руб., в третьем – 87661 тыс. руб., в четвертом – 70149 тыс. руб.

Аналогичным образом спрогнозируем 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 ООО «Бирленд» за последние 4 года представлены в таблице 5.

Таблица 5

Исходные данные для анализа временных рядов расходов по обычным видам деятельности ООО «Бирленд»

Период	Расходы по обычным видам деятельности, тыс. руб.			
	2008	2009	2010	2011
1 квартал	39721	63554	79384	82068
2 квартал	66202	90035	111633	113198
3 квартал	79443	105924	124037	130178
4 квартал	68850	82091	89307	99048
Итого	254217	341604	404360	424492

Построим график временного ряда расходов ООО «Бирленд» (рис. 2).



Рис. 2. График временного ряда расходов ООО «Бирленд»

График временного ряда свидетельствует о наличии сезонных колебаний периодичностью 4 квартала. Определим компоненты мультипликативной модели.

Шаг 1. Проведем выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней. Методика, применяемая на этом шаге, полностью совпадает с методикой анализа временного ряда объема продаж организации. Результаты расчетов оценок сезонной компоненты представлены в таблице 6.

Таблица 6

Расчет оценок средней сезонной компоненты

№ квартала	Расходы компании, тыс. руб.	Итого за четыре квартала	Скользкая средняя за четыре квартала	Центрированная скользкая средняя	Оценка сезонной компоненты
1	39721				
2	66202				
3	79443	254217	63554	66533	1,194
4	68850	278049	69512	72491	0,950
5	63554	301882	75471	78781	0,807
6	90035	328363	82091	83746	1,075
7	105924	341604	85401	87380	1,212
8	82091	357433	89358	92058	0,892
9	79384	379031	94758	97022	0,818
10	111633	397144	99286	100188	1,114
11	124037	404360	101090	101426	1,223
12	89307	407045	101761	101957	0,876
13	82068	408610	102152	102920	0,797
14	113198	414750	103688	104905	1,079
15	130178	424492	106123		
16	99048				

Шаг 2. Используем полученные оценки сезонной компоненты для расчета значений сезонной компоненты S . Результаты расчетов сведем в таблицу 7.

Таблица 7

Расчет оценки сезонной компоненты

Показатели	Год	№ квартала, i			
		I	II	III	IV
	1	-	-	1,194	0,950
	2	0,807	1,075	1,212	0,892
	3	0,818	1,114	1,223	0,876
	4	0,797	1,079	-	-
Итого за I-й квартал (за все годы)		2,422	3,268	3,629	2,717
Средняя оценка сезонной компоненты для I-го квартала, \bar{S}_i		0,807	1,089	1,210	0,906
Скорректированная сезонная компонента, S_i		0,805	1,086	1,206	0,903

В данном случае поправочный коэффициент равен:

$$k = 4 / 4,012 = 0,9969.$$

Значения скорректированных сезонных компонент записаны в последней строке таблицы 7. Теперь их сумма равна четырем. Занесем значения в новую таблицу (колонка 3 таблицы 8).

Таблица 8

Расчет временных рядов расходов по обычным видам деятельности ООО «Бирленд»

T	yt	Si	$T \cdot E =$ $= Y_t / S_i$	T	T*S
---	----	----	--------------------------------	---	-----

1	39721	0,805	49347	61604	49587
2	66202	1,086	60955	65223	70838
3	79443	1,206	65874	68843	83023
4	68850	0,903	76246	72462	65433
5	63554	0,805	78955	76081	61241
6	90035	1,086	82899	79701	86562
7	105924	1,206	87832	83320	100482
8	82091	0,903	90909	86940	78506
9	79384	0,805	98621	90559	72894
10	111633	1,086	102785	94178	102285
11	124037	1,206	102852	97798	117942
12	89307	0,903	98900	101417	91580
13	82068	0,805	101956	105036	84548
14	113198	1,086	104226	108656	118009
15	130178	1,206	107944	112275	135401
16	99048	0,903	109688	115894	104653

Далее воспользуемся средствами Excel для расчета коэффициентов регрессии, по аналогии с анализом временного ряда объема продаж. Значение a_0 будет равно 57984,66 и $3619,36 - a_1$.

Уравнение тренда расходов ООО «Бирленд» имеет вид:

$$T = 57984,66 + 3619,36 * t .$$

Подставляя в это уравнение значения $t = 1,2,\dots,16$, найдем уровни T для каждого момента времени (колонка 5 таблицы 8).

Прогнозные значения расходов по обычным видам деятельности на следующие 4 года по кварталам представлены в колонке 6 таблицы 8.

Из полученного прогноза видно, что расходы предприятия ООО «Бирленд» за 2012 и 2015 годы могут составить 830080,97 тыс. руб., зная сезонность сбыта можно спрогнозировать расходы по текущей деятельности в поквартальном разрезе. Так, расходы ООО «Бирленд» в первом квартале 2012 года составят 49587 тыс. руб., во втором – 70838 тыс. руб., в третьем – 83023 тыс. руб., в четвертом – 65433 тыс. руб.

Сопоставив прогнозные значения выручки от продаж и расходов по обычной деятельности, можно так же найти прогнозные значения прибыли от продаж в поквартальном разрезе. Расчеты приведены в таблице 9.

Таблица 9

Прогноз прибыли от продаж ООО «Бирленд»

Показатели		Объем продаж	Расходы по обычной деятельности	Прибыль от продаж
2012 год	1 кв.	52318	49587	2731
	2 кв.	74775	70838	3937

	3 кв.	87661	83023	4638
	4 кв.	70149	65433	4716
Итого за 2012 год		284903	268882	16022
2013 год	1 кв.	63984	61241	2743
	2 кв.	90568	86562	4006
	3 кв.	105247	100482	4765
	4 кв.	83550	78506	5043
Итого за 2013 год		343349	326791	16557
2014 год	1 кв.	75650	72894	2755
	2 кв.	106361	102285	4075
	3 кв.	122833	117942	4891
	4 кв.	96951	91580	5371
Итого за 2014 год		401794	384701	17093
2015 год	1 кв.	87316	84548	2768
	2 кв.	122154	118009	4145
	3 кв.	140419	135401	5018
	4 кв.	110351	104653	5699
Итого за 2015 год		460240	442611	17629
Итого		1490287	1422985	67301

По данным таблицы видно, что прогнозная совокупная прибыль от продаж ООО «Бирленд» за 2012-2015 годы составит 67301 тыс. руб. Выручка от продаж больше в 2015 году, поэтому наибольшая прогнозная прибыль ожидается в 2015 году, она в данный период составит 17629 тыс. руб. Данный показатель растет с каждым годом, так в 2012 году прибыль от продаж составляет 16022 тыс. руб., в 2013 году – 16557 тыс. руб., в 2014 году – 17093 тыс. руб., в 2015 году – 17629 тыс. руб., что может свидетельствовать о расширении деятельности бизнеса, продажах более рентабельной продукции пользующейся спросом, эффективном менеджменте.

Полученные в результате прогнозирования данные о размере будущих доходов и расходов предприятия могут быть использованы для составления бюджета финансовых результатов, а также расчета показателей рентабельности деятельности на перспективу.

Библиографический список

1. Костромин А.В. Эконометрика: Курс лекций. – Казань: Изд-во «Таглитмат», 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.