

*Махлачева О. В.  
магистрант,  
Вятский государственный университет  
Киров, Россия*

**ПОСТРОЕНИЕ АДДИТИВНОЙ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА  
МЕСЯЧНОЙ ВЫРУЧКИ КОМПАНИИ**

*Аннотация: Статья посвящена построению модели аддитивного временного ряда, с помощью которого строится уравнение тренда и прогнозируется дальнейшее развитие предприятия. Получено уравнение тренда выручки на примере компании «ВНИАП».*

*Ключевые слова: временной ряд, сезонность, выручка, тренд, скользящая*

*Makhlacheva O. V.  
undergraduate student,  
Vyatka State University  
Kirov, Russia*

**CONSTRUCTION OF AN ADDITIVE MODEL OF A TIME SERIES  
OF MONTHLY REVENUE OF THE COMPANY**

*Abstract: The article is devoted to the construction of an additive time series model, with the help of which the trend equation is constructed and the further development of the enterprise is predicted. The equation of the revenue trend is obtained using the example of the company "VNIAP".*

*Keywords: time series, seasonality, revenue, trend, moving average*

В анализе динамики финансовых результатов важное значение имеет трендовый анализ. Построение трендов позволяет:

- выявить общие тенденции изменения исследуемых показателей (выручки, прибыли) на основе выравнивания динамического ряда по соответствующим математическим моделям;

- тренд дает характеристику качества управления бизнесом;
- на основе экстраполяции тенденции тренд позволяет спрогнозировать значение исследуемых показателей на будущее [1].

На основе данных о выручке ООО «ВНИАП» за 12 месяцев, скорректированных на инфляцию, построим аддитивную модель тренда и сезонности для прогнозирования выручки компании на следующие кварталы. Общий вид аддитивной модели следующий:

$$Y = T + S + E$$

Эта модель предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как сумма трендовой (T), сезонной (S) и случайной (E) компонент. Рассчитаем компоненты временного ряда.

1. Проведем выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней. Для этого:

1.1. Найдем скользящие средние. Полученные таким образом выровненные значения уже не содержат сезонной компоненты.

1.2. Найдем оценки сезонной компоненты как разность между фактическими уровнями ряда и центрированными скользящими средними.

Таблица 1- Выравнивание исходных уровней ряда месячной выручки методом скользящей средней

T (месяцы)	$Y_t$ (выручка в месяц)	Скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты
1	144	-	-
2	145	145.8	-0.8
3	144	146	-2
4	150	146.5	3.5
5	145	148	-3
6	147	147.5	-0.5
7	150	147.3	2.8
8	148	147	1
9	144	147	-3
10	146	147.5	-1.5
11	150	-	-
12	150	-	-

2. Используем полученные оценки для расчета значений сезонной компоненты  $S$ . Для этого найдем средние за каждый квартал оценки. В моделях с сезонной компонентой предполагается, что сезонные воздействия за период взаимопогашаются. В аддитивной модели это выражается в том, что сумма значений сезонной компоненты по всем кварталам должна быть равна нулю.

Таблица 2 - Значения сезонной компоненты по всем кварталам

Показатели	1	2	3	4
1	-	-0.75	-2	3.5
2	-3	-0.5	2.75	1
3	-3	-1.5	-	-
Всего за период	-6	-2.75	0.75	4.5
Средняя оценка сезонной компоненты	-3	-0.917	0.375	2.25
Скорректированная сезонная компонента, $S_i$	-2.677	-0.594	0.698	2.573

Для данной модели имеем:

$$-3 - 0.917 + 0.375 + 2.25 = -1.292$$

Корректирующий коэффициент:  $k = -1.292/4 = -0.323$

Рассчитываем скорректированные значения сезонной компоненты  $S_i$  и заносим полученные данные в таблицу.

3. Исключим влияние сезонной компоненты, вычитая ее значение из каждого уровня исходного временного ряда. Получим величины  $T + E = Y - S$  (гр. 4 табл.28). Эти значения рассчитываются за каждый момент времени и содержат только тенденцию и случайную компоненту.

Находим параметры уравнения методом наименьших квадратов (табл. 3). Для наших данных система уравнений имеет вид:

$$12a_0 + 78a_1 = 1763$$

$$78a_0 + 650a_1 = 11487.44$$

Получаем  $a = 145.647$ ,  $b = 0.195$

4. Определим компоненту  $T$  данной модели. Для этого проведем аналитическое выравнивание ряда  $(T + E)$  с помощью линейного тренда. Результаты аналитического выравнивания, следующие:

$$T = 145.647 + 0.195t$$

Таблица 3 - Исключение влияния сезонной компоненты

t	y	t <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	t·y	y(t)		(y-y(t)) <sup>2</sup>
1	146.677	1	21514.167	146.677	145.842	0.0574	0.697
2	145.594	4	21197.54	291.188	146.038	1.75	0.197
3	143.302	9	20535.487	429.906	146.233	13.065	8.59
4	147.427	16	21734.745	589.708	146.428	0.261	0.998
5	147.677	25	21808.521	738.385	146.624	0.578	1.11
6	147.594	36	21783.915	885.563	146.819	0.458	0.6
7	149.302	49	22291.112	1045.115	147.014	5.69	5.234
8	145.427	64	21149.037	1163.417	147.21	2.219	3.178
9	146.677	81	21514.167	1320.094	147.405	0.0574	0.53
10	146.594	100	21489.728	1465.938	147.6	0.104	1.013
11	149.302	121	22291.112	1642.323	147.796	5.69	2.269
12	147.427	144	21734.745	1769.125	147.991	0.261	0.318
78	1763	650	259044.275	11487.438	1763	30.191	24.733

Подставляя в полученное уравнение значения  $t = 1, \dots, 12$ , найдем уровни  $T$  для каждого момента времени (гр. 5 табл.4); гр.4 ( $y_t - S_i$ ) представляет собой десеонализированный объем продаж,  $A - S = T + E$

Таблица 4 - Определение компоненты  $T$  данной модели

t	y <sub>t</sub>	S <sub>i</sub>	y <sub>t</sub> - S <sub>i</sub>	T	T + S <sub>i</sub>	E = y <sub>t</sub> - (T + S <sub>i</sub> )	E <sup>2</sup>	E/y <sub>t</sub>	E /y <sub>t</sub>
1	144	-2.677	146.677	145.842	143.165	0.835	0.697	0.0058	0.0058
2	145	-0.594	145.594	146.038	145.444	-0.444	0.197	-0.00306	0.00306
3	144	0.698	143.302	146.233	146.931	-2.931	8.59	-0.0204	0.0204
4	150	2.573	147.427	146.428	149.001	0.999	0.998	0.00666	0.00666
5	145	-2.677	147.677	146.624	143.947	1.053	1.11	0.00727	0.00727
6	147	-0.594	147.594	146.819	146.225	0.775	0.6	0.00527	0.00527
7	150	0.698	149.302	147.014	147.712	2.288	5.234	0.0153	0.0153
8	148	2.573	145.427	147.21	149.783	-1.783	3.178	-0.012	0.012
9	144	-2.677	146.677	147.405	144.728	-0.728	0.53	-0.00506	0.00506
10	146	-0.594	146.594	147.6	147.007	-1.007	1.013	-0.0069	0.0069
11	150	0.698	149.302	147.796	148.494	1.506	2.269	0.01	0.01
12	150	2.573	147.427	147.991	150.564	-0.564	0.318	-0.00376	0.00376
						3.41060	24.733	-0.000883	0.101

5. Найдем значения уровней ряда, полученные по аддитивной модели. Для этого прибавим к уровням  $T$  значения сезонной компоненты для соответствующих кварталов (гр. 6 табл.). Проверим качество полученной модели. Рассчитаем среднюю процентную ошибку.

что меньше 5%.

Рассчитаем среднюю абсолютную процентную ошибку.

Поскольку  $MARE < 10\%$ , то модель подогнана с высокой точностью.

Средняя ошибка.

Среднее абсолютное отклонение.

Среднеквадратическая ошибка.

Для оценки качества построенной модели применим сумму квадратов полученных абсолютных ошибок.

Коэффициент детерминации.

Получаем  $a = 144.485$ ,  $b = 0.374$

Среднее значение

Таблица 5- Значения уровней ряда по аддитивной модели

t	y		t	y	
1	144	8.507	8	148	1.174
2	145	3.674	9	144	8.507
3	144	8.507	10	146	0.84
4	150	9.507	11	150	9.507
5	145	3.674	12	150	9.507

6	147	0.00694	сумма		
7	150	9.507	78	1763	72.917

Коэффициент детерминации.

Следовательно, можно сказать, что аддитивная модель объясняет 66% общей вариации уровней временного ряда.

Проверка адекватности модели данным наблюдения.

=

где  $m$  - количество факторов в уравнении тренда ( $m=1$ ).

$$F_{кр} = 4.96$$

Поскольку  $F > F_{кр}$ , то уравнение статистически значимо

6. Прогнозирование по аддитивной модели. Прогнозное значение  $F_t$  уровня временного ряда в аддитивной модели есть сумма трендовой и сезонной компонент. Для определения трендовой компоненты воспользуемся уравнением тренда:  $T = 145.647 + 0.195t$

Прогноз на первый прогнозный период (квартал):

$$T_{13} = 145.647 + 0.195 \cdot 13 = 148.187$$

Значение сезонного компонента за соответствующий период равно:

$$S_1 = -2.677$$

$$\text{Таким образом, } F_{13} = T_{13} + S_1 = 148.187 - 2.677 = 145.509$$

Прогноз на второй прогнозный период (квартал):

$$T_{14} = 145.647 + 0.195 \cdot 14 = 148.382$$

Значение сезонного компонента за соответствующий период равно:

$$S_2 = -0.594$$

$$\text{Таким образом, } F_{14} = T_{14} + S_2 = 148.382 - 0.594 = 147.788$$

В целом полученные результаты говорят о положительном характере прогноза выручки.

**Использованные источники:**

1. Адамайтис Л.А., Махлачева О.В., Адамайтис И.М. Обоснование управленческих решений на основе анализа финансовых результатов организации // Вектор экономики. 2023. № 6 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2023/6/accounting/Adamaitis\\_Makhlacheva\\_Adamaitis.pdf](http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2023/6/accounting/Adamaitis_Makhlacheva_Adamaitis.pdf) (дата обращения: 23.06.2023).
2. Эконометрика. Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]- URL: <http://uchebnik.biz/book/568-yekonometrika-uchebnometodicheskoe-posobie/19-43-modelirovaniyesezonnyx-kolebanij.html> (дата обращения: 01.06.2023)
3. Орлова А. И. Эконометрика. [Электронный ресурс]- URL: <http://www.aup.ru/books/m153/6.htm> (дата обращения: 21.06.2023)