

УДК 330.45

DOI: 10.26140/anie-2020-0901-0056

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ ВЫРАВНИВАНИЕ РЯДОВ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПАО «ГАЗПРОМ»

© 2020

AuthorID: 816348

SPIN: 7621-0942

ResearcherID: AAE-3545-2019

ORCID: 0000-0003-3566-5654

ScopusID: 57192810505

**Митюшина Ирина Леонидовна**, ассистент кафедры  
Инновационной экономики и финансов

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
(308015, Россия, Белгород, улица Победы, 85, e-mail: irenemityshina@mail.ru)*

**Аннотация.** Метод аналитического выравнивания динамического ряда считается одним из способов выявления тенденции развития в ряде динамики. Выбранная тематика статьи является актуальной, так как прогнозирование изменений факторов или процессов приводит к оценке рисков и быстрому изменению финансово-экономической политики компании. Данная статья посвящена анализу показателя рентабельности с помощью аналитического выравнивания. Аналитическое выравнивание способствует прогнозированию изучаемых процессов и явлений, но решение задач методом аналитического выравнивания не прогнозирование уровня ряда имеющихся данных с большой колеблемостью показателей. Для выявления общей тенденции развития показателя рентабельности в статье подобрана некая кривая тренда, которая выражает основные данные фактической динамики. Так же в статье применялся метод наименьших квадратов, который показал приближенное значение, при котором сумма квадратов отклонений минимальна. В научной статье производился расчет коэффициента эластичности, который представляет собой показатель силы связи временного фактора с результатом исследуемого показателя. Применялся в расчетах эмпирическое корреляционное отношение, которое применяется для всех форм связи и оценивает зависимость тесноты между анализируемыми факторами. В статье производился расчет коэффициента детерминации, который анализирует точно подбора уравнения тренда. Сделан анализ точности определения оценок параметров уравнения тренда, а также произведена проверка гипотез относительно коэффициентов линейного уравнения тренда по критерию Стьюдента и Фишера с применением табличной части коэффициентов. Данная статья актуальна для бакалавров, магистрантов и преподавателей, которые занимаются научной деятельностью по заданной тематике. Результаты, полученные в научной статье, могут быть применены для дальнейших расчетов прибыльности компании.

**Ключевые слова.** Рентабельность, аналитическое выравнивание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, аппроксимация, коэффициент эластичности, эмпирическое корреляционное отношение, критерий Стьюдента, критерий Фишера.

## ANALYTICAL ALIGNMENT OF THE DYNAMICS OF THE PROFITABILITY INDICATOR OF PJSC GAZPROM»

© 2020

**Mityushina Irina Leonidovna**, assistant of the Department  
of Innovative Economics and Finance  
*Belgorod State National Research University*

*(308015, Russia, Belgorod, Pobedy street, 85, e-mail: irenemityshina@mail.ru)*

**Abstract.** The method of analytical alignment of the dynamic series is considered to be one of the ways to identify trends in a number of dynamics. The chosen topic of the article is relevant, as forecasting changes in factors or processes leads to risk assessment and rapid changes in the financial and economic policy of the company. This article is devoted to the analysis of the profitability indicator using analytical alignment. Analytical alignment contributes to the prediction of the studied processes and phenomena, but the solution of problems by the method of analytical alignment does not predict the level of a number of available data with a large fluctuation of indicators. To identify the General trend in the development of the profitability indicator, the article selects a certain trend curve that expresses the main data of the actual dynamics. The article also used the method of least squares, which showed an approximate value at which the sum of the squares of deviations is minimal. In the scientific article, the elasticity coefficient was calculated, which is an indicator of the strength of the connection of the time factor with the result of the studied indicator. An empirical correlation relation was used in the calculations, which is applied to all forms of communication and estimates the dependence of closeness between the analyzed factors. The article calculates the coefficient of determination, which analyzes the accuracy of the selection of the trend equation. Made the analysis of the accuracy of estimates of the parameters of the equation of the trend and checked hypotheses regarding the coefficients of linear trend equations for the student's t-test and Fisher with the use table coefficients. This article is relevant for bachelors, undergraduates and teachers who are engaged in scientific activities on a given subject. The results obtained in the scientific article can be used for further analysis of the profitability of the company.

**Keyword:** profitability, analytical alignment, variance, standard deviation, approximation, elasticity coefficient, empirical correlation ratio, Student's criterion, Fisher's criterion.

### ВВЕДЕНИЕ

Аналитическое выравнивание считается одним из способов выявления основной совершенной тенденции развития в ряде динамики. Тема исследования считается актуальным, так как применение математико-статистических форм анализа дает более точную оценку экономическим показателям. Общей тенденции метода аналитического выравнивания служит изменения уровней ряда динамики, которые могут выражаться через математические функции.

Вид уравнения принимает исходя из характера явления. Задача, возникающая при анализе рядов динамики,

устанавливает закономерности изменяемых уровней коэффициента рентабельности во времени.

Одной из тенденций развития можно считать отображение уровня динамического ряда. Но встречаются частные случаи с рядами динамики, когда уровни ряда терпят все возможные изменения, то есть либо к уменьшению, либо к увеличению и это приводит к общей тенденции развития процесса (в первом случае к тенденции возрастания, во-втором случае к тенденции снижения).

Для выявления главной тенденции развития процесса или явления требуется применять на всем временном периоде, особые методы обработки рядов динамики.

МЕТОДОЛОГИЯ

Основной целью аналитического выравнивания является выявление или определение аналитической или графической зависимости  $y=f(t)$  [5]. Целью научной статьи выступает проведение анализа показателя рентабельности с помощью аналитического выравнивания динамического ряда.

Для выполнения цели нужно решить ряд задач: рассмотреть теоретическую часть аналитического выравнивания; привести примеры системы уравнения вида  $y=f(t)$  аналитического выравнивания динамического ряда; произвести расчет показателей уравнения  $a_1$  и  $a_2$  на основании имеющихся данных; выявить уравнение линейного тренда; применить результаты уравнения аналитического выравнивания показателя рентабельности ПАО «Газпром» за 2014-2018 гг. графически; проверить адекватность уравнения регрессии с помощью модели ошибки аппроксимации; рассчитать дисперсию, средне-квадратическое отклонение; произвести расчет коэффициента эластичности; применить в расчетах эмпирическое корреляционное отношение; выявить коэффициент детерминации; анализировать точность определения оценок параметров уравнения тренда; провести проверку гипотез относительно коэффициентов линейного уравнения тренда по критерию Стьюдента и Фишера.

В научной статье использовались основной метод анализа аналитического выравнивания, а также метод аппроксимации, метод статистического изучения тренда укрупнение интервалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В практической части имеющемуся временному ряду задают форму, находят параметры  $y=f(t)$  (функции), а затем происходит анализ поведения отклонения от тенденции. В выравнивании чаще всего используют линейную, параболическую или экспоненциальную зависимости.

Если результаты по этим трем зависимостям не подходят или не дают удовлетворяющий результат, то используют гармонический анализ. Использование именно этого анализа дает точный прогноз значений уровня ряда [3,8,9].

$$\hat{y}_t = a_0 + \sum(a_k \cos kt + b_k \sin kt) \quad (1)$$

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cos t + b_1 \sin t + a_2 \cos 2t + b_2 \sin 2t \quad (2)$$

Основной целью аналитического выравнивания является выявление или определение аналитической или графической зависимости  $y=f(t)$  [5,7]. При этом функцию  $y=f(t)$  выбирают исходя из содержательного результата изучаемой темы. К ним можно отнести различные функции (таблица 1).

Таблица 1 - Системы уравнения вида  $y=f(t)$  аналитического выравнивания динамического ряда.

Вид зависимости	Уравнение тренда	Система уравнений
Прямая	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t$	$\begin{cases} n \times a_0 + a_1 \times \sum t = \sum y_t \\ a_0 \times \sum t + a_1 \times \sum t^2 = \sum y_t \times t \end{cases}$
Гипербола	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \frac{1}{t}$	$\begin{cases} n \times a_0 + a_1 \times \sum \frac{1}{t} = \sum y_t \\ a_0 \times \sum \frac{1}{t} + a_1 \times \sum \frac{1}{t^2} = \sum \frac{y_t}{t} \end{cases}$
Парабола 2-го порядка	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$	$\begin{cases} n \times a_0 + a_1 \times \sum t + a_2 \times \sum t^2 = \sum y_t \\ a_0 \times \sum t + a_1 \times \sum t^2 + a_2 \times \sum t^3 = \sum y_t \times t \\ a_0 \times \sum t^2 + a_1 \times \sum t^3 + a_2 \times \sum t^4 = \sum y_t \times t^2 \end{cases}$
Парабола 3-го порядка	$\begin{cases} \hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \\ \hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \end{cases}$	$\begin{cases} n \times a_0 + a_1 \times \sum t + a_2 \times \sum t^2 + a_3 \times \sum t^3 = \sum y_t \\ a_0 \times \sum t + a_1 \times \sum t^2 + a_2 \times \sum t^3 + a_3 \times \sum t^4 = \sum y_t \times t \\ a_0 \times \sum t^2 + a_1 \times \sum t^3 + a_2 \times \sum t^4 + a_3 \times \sum t^5 = \sum y_t \times t^2 \\ a_0 \times \sum t^3 + a_1 \times \sum t^4 + a_2 \times \sum t^5 + a_3 \times \sum t^6 = \sum y_t \times t^3 \end{cases}$
Экспонента	$\hat{y}_t = a_0 \times a_1^t$	$\begin{cases} n \times \lg a_0 + \lg a_1 \times \sum t = \sum \lg y_t \\ \lg a_0 \times \sum t + \lg a_1 \times \sum t^2 = \sum \lg y_t \times t \end{cases}$
Степенная функция	$\hat{y}_t = a_0 \times t^{a_1}$	$\begin{cases} n \times \lg a_0 + a_1 \times \sum \lg t = \sum \lg y_t \\ \lg a_0 \times \sum \lg t + a_1 \times \sum (\lg t)^2 = \sum \lg y_t \times \lg t \end{cases}$

\*Составлено автором по данным <https://www.ekonomstat.ru/>

Таблица 2- Исходные и расчетные данные для аналитического выравнивания рентабельности предпринятия

Год	Рентабельность используемого капитала (y)	Порядковый номер года (t)	Расчетные данные		Выровненный ряд $y=0,06+(-0,03) \times t$	$(y-y_p)^2$	$(y-y(t))^2$	$(y-y(t)) \times y$
			$Y \times t$	$t^2$				
2014	0,15	-2	-0,3	4	0,12	0,0074	0,201	3
2015	0,03	-1	-0,03	1	0,09	0,0012	0,004	2
2016	0,03	0	0	0	0,06	0,0012	0,001	1
2017	0,01	1	0,01	1	0,03	0,0029	0	0
2018	0,1	2	0,02	4	0	0,0013	0,006	0,08
Итого	0,32	0	-0,3	10	0,3	0,014	0,384	1,938

\*Составлено автором на основании данных [1].

Произведем расчет показателей уравнения [3]  $a_1$  и  $a_2$  на основании данных таблицы 2.

$$n=5$$

$$a_0 = \sum \frac{y}{n} = \frac{0,32}{5} = 0,06; \quad (3)$$

$$a_1 = \frac{\sum y \times t}{\sum t^2} = \frac{-0,3}{10} = -0,03 \quad (4)$$

Уравнение линейного тренда рассмотрим в следующем виде:

$$y_T = a_0 + a_1 \times t; \quad (5)$$

$$y_{2014} = 0,06 + (-0,03) \times (-2) = 0,12;$$

$$y_{2015} = 0,06 + (-0,03) \times (-1) = 0,09;$$

$$y_{2016} = 0,06 + (-0,03) \times 0 = 0,06;$$

$$y_{2017} = 0,06 + (-0,03) \times 1 = 0,03;$$

$$y_{2018} = 0,06 + (-0,03) \times 2 = 0.$$

Сумма исходных данных ряда должна ровняться сумме уровней выровненных данных, что подтверждают правильность практических расчетов. Линейный тренд (выровненный ряд динамики по прямой 0 имеет вид:  $Y=0,06+(-0,03) \times t$ . Из данных расчетов следует, что средний показатель рентабельности составил в пределах от -0,03 до 0,06 - значение выровненной рентабельности для центрального в динамическом ряду принятого за начало отчета и с увеличением t времени на 1 год, y (рентабельность) уменьшится в среднем на (-0,03).

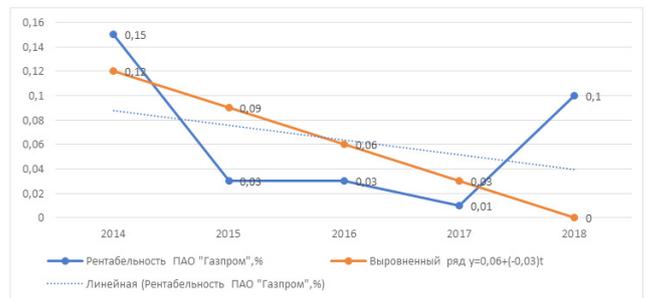


Рисунок 1 - Аналитическое выравнивание показателя рентабельности ПАО «Газпром» за 2014-2018 гг.

\*Составлено автором

1. Проверим адекватность уравнения регрессии с помощью модели ошибки аппроксимации. Для этого подставим данные в формулу [6]:

$$\bar{\epsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100\% = \frac{1,938}{5} \times 100\% = 38,76\% \quad (6)$$

Рекомендованное значение составляет в пределах 12-15%. В нашем расчете этот показатель больше чем в два раза превышает норму.

Среднее значение:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{0}{5} = 0; \quad (7)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{0,32}{5} = 0,064; \quad (8)$$

$$\bar{t}y = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times y_i}{n} = \frac{-0,3}{5} = -0,06. \quad (9)$$

Дисперсия:

$$D_t = \frac{\sum t_i^2}{n} - t^2 = \frac{10}{5} - 0 = 2; \quad (10)$$

$$D_y = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2 = \frac{0,0344}{5} - 0,004096 = 0,00592. \quad (11)$$

Среднеквадратическое отклонение:  
 $\sigma_t = \sqrt{D_t} = 1,41;$  (12)

$\sigma_y = \sqrt{D_y} = 0,0769.$  (13)

Коэффициент эластичности рассчитывается следующим образом:

$$E = \alpha \frac{f}{y} = 0,06 \times \frac{0}{0,064} = 0. (14)$$

Таким образом, коэффициент эластичности меньше 1, значит при изменении t на 1%, y будет меняться на 1%, т.е. влиянием t на y слабое.

Следующим этапом расчета выступает эмпирическое корреляционное отношение, которое вычисляется для всех форм и применяется для измерения тесноты зависимости между анализируемыми данными. Рекомендованное значение [0;1].

Этот анализ характеризует нелинейные связи и не характеризует направление ее. Применяется шкала Чеддока (таблица 3).

Таблица 3 - Пределы допустимых значений показателя Чеддока

1 предел		Показатель		2 предел	Значение
0,1	<	□	<	0,3	слабая
0,3	<	□	<	0,5	умеренная
0,5	<	□	<	0,7	заметная
0,7	<	□	<	0,9	высокая
0,9	<	□	<	1	весьма высокая

\*Составлено автором

Полученная величина говорит о том, что изменение времени t существенно влияет на величину y (рентабельность).

2. Коэффициент детерминации [2]:  
 $R^2 = 1 - \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{0,384}{1,938} = 0,8019. (15)$

Из расчета следует, что 80,19% влияют на изменение данных, значит точность подбора очень высокая.

Следующим шагом проведем анализ точности определения оценок параметров уравнения тренда. За m примем величину равную 1, которая обозначает количество влияющих факторов в модели тренда.

На ходим значение дисперсии ошибки уравнения:  
 $S_y^2 = \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - m - 1} = \frac{0,384}{3} = 0,128 (16)$

Стандартная ошибка уравнения:  
 $S_y = \sqrt{S_y^2} = \sqrt{0,128} = 0,35 (17)$

$S_{a1} = S_y \times \frac{\sqrt{\sum t^2}}{n \sigma_t} = 0,35 \times \frac{\sqrt{10}}{5 \times 1,41} = 0,1575 (18)$

$S_{a0} = \frac{S_y}{\sqrt{n} \sigma_t} = \frac{0,128}{1,41 \sqrt{5}} = 0,041 (19)$

3. Проведем проверку гипотез относительно коэффициентов линейного уравнения тренда.

1) Критерий Стьюдента. t-статистика. По таблице Стьюдента находим  $t_{табл.}$

$t_{табл.} = (n - m - 1; \frac{\alpha}{2}) = (3; 0,025) = 3,182. (20)$

$t_{a0} = \frac{a_0}{S_{a0}} = \frac{0,06}{0,041} = 1,46 < 3,182 (21)$

Статистическая значимость коэффициента  $a_0$  не подтвердилась, а следовательно оценка не является значимой и тренд не существует у временного ряда.

$t_{a1} = \frac{a_1}{S_{a1}} = \frac{-0,03}{0,1575} = -0,19 < 3,182 (22)$

Статистическая значимость коэффициента  $a_1$  не подтвердилась, а следовательно оценка не является значимой и тренд не существует у временного ряда.

Рассчитаем границы интервала, в котором будет сосредоточено 95% возможных значений y при неограниченно большом числе наблюдений и t=1.

$$(a_1 - t_{табл.} S_{a1}; a_1 + t_{табл.} S_{a1}) = (-0,03 - 3,182 \times 0,041; -0,03 + 3,182 \times 0,041) = (-0,1605; 0,101) (23)$$

$$(a_0 - t_{табл.} S_{a0}; a_0 + t_{табл.} S_{a0}) = (0,06 - 3,182 \times 0,1575; 0,06 + 3,182 \times 0,1575) = (-0,444; 0,56) (24)$$

Точка ноль (0) находится внутри интервала, но интервальная оценка  $a_0$  и  $a_1$  статистически не значима.

2) Критерий Фишера. F-статистика.  
 $R^2 = 1 - \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{0,384}{1,938} = 0,8019 (25)$

$$F = \frac{R^2 \times (n - m - 1)}{(1 - R^2) \times m} = \frac{0,8019 \times 3}{(1 - 0,8019) \times 1} = 12,144 (26)$$

$F_{табл.} = 10,13 < 12,144 = F_{расч.}$   
По сколько выполняется неравенство  $F_{табл.} < F_{расч.}$ , следовательно коэффициент детерминации статистически значим и уравнение тренда в целом значимо.

**ВЫВОДЫ:**  
1. Линейный тренд имеет вид:  $y = 0,06 + (-0,03) \times t$ . Средний показатель рентабельности составил в пределах от -0,03 до 0,06 - значение выровненной рентабельности для центрального в динамическом ряду принятого за начало отчета и с увеличением t времени на 1 год, y (рентабельность) уменьшится в среднем на (-0,03).

2. Аналитическое выравнивание показателя рентабельности ПАО «Газпром» за 2014-2018 гг. представлен графически на рисунке 1, с использованием трендовой линии и показывает на сколько происходит уменьшение показателя рентабельности.  
3. Рекомендованное значение составляет в пределах 12-15%. В нашем расчете этот показатель больше чем в два раза превышает норму, значит уравнение не соотвечает с трендовой линией по анализу адекватность уравнения регрессии модели ошибки аппроксимации.

4. Эмпирическое корреляционное отношение, которое вычисляется для всех форм и применяется для измерения тесноты зависимости между анализируемыми данными. Рекомендованное значение [0;1]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменение времени t существенно влияет на величину y (рентабельность).

5. Коэффициент детерминации равный 80,19% влияют на изменение данных, значит точность подбора очень высокая.

6. Проверка гипотез относительно коэффициентов линейного уравнения тренда по Критерию Стьюдента выявило, что Статистическая значимость коэффициента  $a_0$  и  $a_1$  не подтвердилась, а следовательно оценка не является значимой и тренд не существует у временного ряда.

7. Проверка гипотез относительно коэффициентов линейного уравнения тренда по Критерию Фишера выполняется неравенство  $F_{табл.} < F_{расч.}$ , следовательно коэффициент детерминации статистически значим и уравнение тренда в целом значимо.

Перспективы изыскания в этом направлении велики и актуальны. Можно рассмотреть более подробно, в чем происходило уменьшение показателя рентабельности по отдельным факторам, например, влияние заемных средств, выручки, чистой прибыли и т.д. И результаты полученные дадут более открытую и понятную картину прибыльности компании.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Официальный сайт ПАО «Газпром» // Режим доступа: <https://www.gazprom.ru/> (дата обращения 30.12.2019);
2. Годин А.М. Статистика: учебник. – М.: «Дашков и Ко», 2007. – 464с.
3. Елисеева И.И. Статистика: учебник // Учебник. – М.: Проспект, 2013. – 448с.
4. Кулик А.Н., Галимова А.Ф. Выявление тенденций роста (снижения) методом аналитического выравнивания // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2017. Т. 11. № 5. С. 120-122.
5. Ктемисова А.А., Кунакбаев Т.М. Аналитическое выравнивание временных рядов методом скользящих средних // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сфе-