

Abstract

E. Arinov, V. M. Zherebcov, L. R. Kundakova

(Zhezkazgan University named. O. A. Nikonorova, Zhezkazgan, Kazakhstan)

THE ECONOMETRIC ANALYSIS OF REGULARITIES OF ECONOMIC PROCESSES` DYNAMICS

Keywords: econometric analysis, trend, types of economic processes` development.

This article discusses the factors of the trends` formation in the economy and the statistical evaluation based on the actual dynamics of economic processes is given. An econometric analysis of time series components: the trend, periodic and random fluctuations is performed. In the study of the trend, the etalon types of economic processes` development are taken into account. The approximation of initial data is conducted, parabolic model is obtained and its adequacy is assessed. The results of investigation can be used in the practice of companies for the purposes of forecasting and taking reasonable management decisions.

E. АРИНОВ, В. М. ЖЕРЕБЦОВ, Л. Р. КУНДАКОВА

(Жезказганский университет им. О. А. Байконурова, Жезказган, Казахстан)

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В статье рассматриваются факторы формирования трендов в экономике и дается статистическая оценка с учётом фактической динамики экономических процессов. Выполнен эконометрический анализ компонентов временного ряда: тренда, периодических и случайных колебаний. При исследовании тренда учитывались эталонные типы развития экономических процессов. Проведена аппроксимация исходных данных, получена параболическая модель и оценена её адекватность. Результаты исследования могут быть использованы в практической деятельности предприятий для целей прогнозирования и принятия обоснованных управленческих решений.

Ключевые слова: эконометрический анализ, тренд, типы развития экономических процессов.

Тірек сөздер: эконометрлік талдау, тренд, экономикалық процестердің даму түрлері.

Keywords: econometric analysis, trend, types of economic processes' development.

Основным направлением при изучении экономических процессов является установление общей тенденции (тренда) и их развитие на основе специальных методов анализа. Как показывает практика, динамика экономических процессов обусловлена влиянием факторов, неоднородных по направлению, времени и степени воздействия. Так, постоянно действующие факторы оказывают на экономику определяющее действие и формируют тренд её динамики.

Кроме того, на динамику воздействуют периодические влияющие факторы, образующие повторяющиеся во времени колебания уровней рядов динамики, а также спорадические (разовые) факторы, вызывающие случайные кратковременные изменения в экономике.

Отсюда следует, что для получения адекватной модели экономического процесса необходимо изучать все три компоненты рядов динамики: тренд, периодические и случайные колебания. На практике в отдельных случаях основная тенденция обнаруживается при визуальном рассмотрении исходной информации, а в других случаях тренд можно рассчитать в виде некоторой теоретической функции.

В настоящее время известны три основных метода статистического исследования тренда [1, 2]:

1. Укрупнение интервалов.
2. Сглаживание скользящей средней.
3. Аналитическое выравнивание.

Метод укрупнения интервалов используется для установления тренда в рядах динамики, уровни которых имеют устойчивую амплитуду колебаний, что не позволяет визуально определить тенденцию развития. Этот метод заключается в преобразовании исходного статистического ряда динамики в ряд с более длительными периодами.

Метод скользящей средней заключается в сглаживании исходного ряда динамики, в результате чего случайные колебания (пики) погашаются, а основная линия (тренд) проявляется в виде некоторой плавной линии. Например, при сглаживании многолетнего ряда динамики по кварталам скользящие средние составляются из четырехчленных звеньев. При этом расчёт скользящих средних состоит в определении средних величин четырёх уровней исходного ряда с последующим отбрасыванием для вычисления каждой новой скользящей средней одного уровня слева и присоединением одного уровня справа:

$$\bar{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4}; \quad \bar{y}_2 = \frac{y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{4} \quad (1)$$

Аналитическое выравнивание. После получения значений дискретной функции тренда $y_i(t)$ проводится её аналитическое выравнивание, т.е. получение аналитической функции $y=f(t)$ для оценки расчётных (теоретических) уровней $y(t)$ исследуемого экономического процесса. Основной практической проблемой при выравнивании эмпирической функции $\square y_i(t)$ является подбор

адекватной теоретической функции $y=f(t)$, так как эта функция должна применяться на практике для расчётов и прогнозирования (экстраполяции).

В практике статистического изучения тренда различают следующие эталонные типы развития экономических явлений во времени:

1. *Равномерное развитие*, при котором абсолютные приросты стабильны (приближенно постоянны), т.е. когда $\Delta t_n \approx \text{const}$.

Тренд в таких рядах динамики отображается уравнением линейной функции:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t, \quad (2)$$

где a_0, a_1 – параметры; t – время.

Параметр a_1 называется коэффициентом регрессии, определяющим направление развития: при $a_1 > 0$ уровни ряда равномерно возрастают, а при $a_1 < 0$ – равномерно убывают.

2. *Равноускоренное(равнозамедленное) развитие*, при котором оно постоянно ускоряется (замедляется) во времени, при этом темпы прироста постоянны, т.е. когда $T_n \approx \text{const}$, а тренд в таких рядах отображается параболой второго порядка:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (3)$$

где параметр a_2 характеризует постоянное изменение интенсивности развития в единицу времени: при $a_2 > 0$ происходит ускоренное развитие, а при $a_2 < 0$ – замедление роста.

3. *Развитие с переменным ускорением (замедлением)* для которого тренд отображается параболой 3-его порядка:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3,$$

где a_3 отражает изменение ускорения: при $a_3 > 0$ ускорение возрастает, а при $a_3 < 0$ ускорение замедляется.

4. *Экспоненциальное развитие*, при котором стабильны темпы роста, т.е. когда $T_n \approx \text{const}$, а тренд отображается показательной функцией:

$$\hat{y} = a_0 a_1^t,$$

где a_1 – интенсивность развития, т.е. темп роста (снижения) в единицу времени.

5. *Развитие с замедленным темпом роста* в конце периода, при котором значения цепного абсолютного прироста сокращаются для конечных уровней ряда динамики, т.е. когда $\Delta t_n \rightarrow 0$, а тренд здесь является полулогарифмической функцией:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \lg t.$$

При аналитическом выравнивании в рядах динамики применяются и другие функции, так при изучении неудовлетворённого и реализованного спроса населения используется степенная и гиперболическая функции:

$$\hat{y} = a_0 t^{a_1},$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 / t.$$

Пример. Имеются статистические данные по реализации сельскохозяйственной продукции магазинами города по кварталам в течение четырех лет (таблица 1).

Таблица 1 – Среднегодовая реализация продукции, тыс. тг.

| Квартал | Год | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| I | 335 | 357 | 430 | 336 |
| II | 373 | 408 | 551 | 559 |
| III | 436 | 476 | 563 | 592 |
| IV | 425 | 480 | 550 | 591 |

Требуется установить основную тенденцию развития по методу скользящей средней. Составим следующую расчетную таблицу 2.

Таблица 2 – Исходные данные и скользящие средние

| Год | Квартал | Исходные уровни y_i | Скользящие средние \bar{y}_{oi} | Сглаженные уровни с центрированием \bar{y}_i |
|-----|---------|-----------------------|--------------------------------------|--|
| 1 | I | 335 | – | – |
| 2 | II | 357 | 364,5 | 369,3 |
| 3 | III | 430 | 374 | 380,4 |
| 4 | IV | 336 | 386,75 | 401,9 |
| 5 | I | 373 | 417 | 444,9 |
| 6 | II | 408 | 472,75 | 480,6 |
| 7 | III | 551 | 488,5 | 497,0 |
| 8 | IV | 559 | 505,5 | 507,0 |
| 9 | I | 436 | 508,5 | 512,6 |
| 10 | II | 476 | 516,75 | 515,4 |
| 11 | III | 563 | 514 | 514,5 |
| 12 | IV | 592 | 515 | 513,4 |
| 13 | I | 425 | 511,75 | 511,6 |
| 14 | II | 480 | 511,5 | – |
| 15 | III | 550 | – | – |
| 16 | IV | 591 | – | – |

По формулам (1) определяем 13 скользящих средних \bar{y}_o при этом с учетом четности числа 4 уровней каждое значение скользящей средней приходится на промежуток между двумя смежными кварталами, так значение 364,5 записывается между II и III кварталами, а значение 374,0 – между III и IV кварталами и т.д.

Для определения сглаженных уровней по кварталам проводится операция центрирования значений \bar{y}_{oi} .

Например, для 1-го года находим средние значения \bar{y}_{oi} :

$$\bar{y}_1 = (364,5 + 374,0) : 2 = 369,3; \bar{y}_2 = (374,0 + 386,75) : 2 = 380,4 \text{ и т.д.}$$

В случае если для составления звеньев скользящей средней берется нечетное число уровней \bar{y}_i , то необходимости в центрировании нет, так как каждое значение \bar{y}_o приходится на середину интервала.

Построены графики значений \bar{y}_{oi} и \bar{y}_i на основе (таблица 2).



Как видно из графиков на рисунке 1, линия сглаженных уровней $\bar{y}_i(t)$ адекватно отражает основную тенденцию изучаемого процесса во времени, при этом, начиная с $t=5$ до $t=12$, имеется устойчивый тренд.

Отсюда следует, что для целей прогнозирования данного экономического процесса следует аппроксимировать участок сглаженной кривой \bar{y}_i на отрезке $t=5,12$ наиболее подходящей кривой в данном случае, а именно параболой 2-го порядка (3). Оценим параметры a_0 , a_1 , a_2 этой параболы на указанном участке графика по методу избранных точек, для этого поменяем $t=5,12$ на $t=1,8$, а в качестве расчётных точек примем: (1;480,6); (5;515,4); (8;511,6). Составим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} a_0 + 1 \cdot a_1 + 1 \cdot a_2 = 480,6 \\ a_0 + 5 \cdot a_1 + 25a_2 = 515,4 \\ a_0 + 8 \cdot a_1 + 64a_2 = 511,6 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, находим: $a_2=-1,49$; $a_1=17,24$; $a_0=466,88$, тогда уравнение тренда имеет вид:

$$\hat{y}=466,88 + 17,24t - 1,49t^2 \quad (4)$$

Вычисляем по формуле (4) теоретические значения \hat{y}_i на участке $t=1,8$, составим расчетную таблицу и оценим погрешность выполняемой аппроксимации.

Таблица 3 – Расчетная таблица

| t_i | \bar{y}_i | \hat{y}_i | $\left \frac{\bar{y}_i - \hat{y}_i}{\bar{y}_i} \right $ | $(\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2$ | $(y_i - \bar{y})^2$ |
|----------|-------------|-------------|--|-----------------------------|---------------------|
| 1 | 480,6 | 482,63 | 0,0042 | 4,1209 | 672,75 |
| 2 | 497,0 | 495,41 | 0,0032 | 2,5281 | 90,96 |
| 3 | 507,0 | 505,21 | 0,0035 | 3,2041 | 0,21 |
| 4 | 512,8 | 512,04 | 0,0015 | 0,5776 | 39,22 |
| 5 | 515,4 | 515,90 | 0,0010 | 0,2500 | 78,54 |
| 6 | 514,5 | 516,78 | 0,0044 | 5,1984 | 63,40 |
| 7 | 513,4 | 514,70 | 0,0025 | 1,6900 | 47,09 |
| 8 | 511,6 | 509,64 | 0,0038 | 3,8416 | 25,63 |
| Σ | 4052,3 | 4052,3 | 0,0242 | 21,4107 | 1017,8 |

На основе таблицы 3 находим среднюю ошибку аппроксимации по формуле при $n=8$:

$$\bar{\varepsilon}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\bar{y}_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100 = \frac{1}{8} \cdot 0,0242 \cdot 100 = 0,3025\% < 1\%,$$

т.е. имеем высокую точность принятой параболической модели, для описания тренда изучаемого ряда динамики по рассматриваемому примеру надо принять уравнение (4).

Оценим также адекватность построенной трендовой модели по F- критерию Фишера, для этого вычисляем на основе данных табл.3:

$$\sigma_{ocm.}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{21,4107}{8} = 2,6763$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{4052,3}{8} = 506,5375$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n} = \frac{1017,8}{8} = 127,225$$

$$\sigma_{trend}^2 = \sigma_y^2 - \sigma_{ocm.}^2 = 127,225 - 2,6763 = 124,5487$$

$$F_{расч.} = \frac{\sigma_{trend}^2 (n - k)}{\sigma_{ocm.}^2 (k - 1)} = \frac{124,5487(8 - 3)}{2,6763(3 - 1)} = 116,3441$$

По стандартной таблице распределения F-распределения находим при $\alpha=0,05$, $v_1=k-1=2$, $v_2=n-k=5$ значение $F_{крит}=5,79$. Так как $F_{расч.} > F_{крит}=5,79$, то по критерию Фишера найденное уравнение параболы адекватно фактической временной тенденции и может быть использовано для прогнозирования и принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Жеребцов В.М. Эконометрические методы исследования экономики: учебное пособие. – Жезказган: АО «ЖезУ», 2005. – 144 с.

2 Рахметова Р.У., Дуброва Т.А. Прикладные модели эконометрики :монография. – Алматы: Экономика, 2011. – С. 131-197.

REFERENCES

1 Zhrebtcov V.M. Econometricheskiye metody issledovaniya economiki: uchebnoye posobie. [Econometric methods of economics' research: a tutorial]. Zhezkazgan: AO «Zhezu», 2005. 114 p.

2 Rakhmetova R.U., Dubrova T.A. Prikladnye modeli econometrii: [Applied econometrics models: monograph]. Almaty: Economics, 2011. P. 131-197.

Резюме

Е. Аринов, В. М. Жеребцов, Л. Р. Кундакова

(О. А. Байқоныров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған, Қазақстан)

ЭКОНОМИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ДИНАМИКА ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН ЭКОНОМЕТРЛІК ТАЛДАУ

Мақалада экономикадағы трендтің қалыптасу факторлары және экономикалық процестердің нақты динамикасын ескеріп статистикалық баға беріледі. Тренд, периодты және кездейсок тербелістерді ескеріп уақыт қатар компоненттеріне эконометрлік талдау жасалған. Зерттеу барысында, экономикалық процестердің дамудағы эталонды түрлері есептелген. Параболлалық модельмен оның адекваттылығы бағалануы алынып, бастапқы деректеріне аппроксимация жасалған. Зерттеу нәтижелері мекемелердің тәжірибелік қызметтерінде болжай және басқаруда нақты шешім қабылдау үшін қолданылуы мүмкін.

Тірек сөздер: эконометрлік талдау, тренд, экономикалық процестердің даму түрлері.

Поступила 19.06.2014 г.