

Список использованной литературы

1. Копп, В. Г. О подгруппах вращений пятимерных и шестимерных евклидовых и лоренцовых пространств / В. Г. Копп // Учен. зап. Казан. ун-та. – 1966. – Т. 126, № 1. – С. 13–22.

УДК 330.4(075.8)

А. В. КОВАЛЬЧУК, Л. С. ЗОЛОТУХИНА

Брест, БрГТУ

ВЫЯВЛЕНИЕ АВТОКОРРЕЛЯЦИИ В ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДАХ

Экономические процессы и явления, изучаемые статистикой, находятся в постоянном развитии и изменении. Информационной базой для анализа этих процессов являются динамические ряды. *Ряд динамики (временной ряд)* – ряд показателей, расположенных в хронологическом порядке, изменение которых имеет определенную тенденцию развития изучаемого явления. Спецификация модели динамического ряда включает в себя тренд, сезонную компоненту, циклическую составляющую, случайную компоненту.

Тренд представляет собой долговременную компоненту динамического ряда, характеризующую основную тенденцию развития явления. При этом остальные компоненты рассматриваются как мешающие процедуре его определения.

Обычно различают тенденции трех видов:

- ✓ тенденция среднего уровня;
- ✓ тенденция дисперсии;
- ✓ тенденция автокорреляции.

Тенденция автокорреляции характеризует изменения связи между отдельными уровнями ряда динамики.

Одной из важнейших задач при исследовании экономических временных рядов является оценка взаимосвязи в изменениях уровней двух или более рядов динамики различного содержания, но связанных между собой. Эта задача решается методом коррелирования. Однако коррелирование рядов динамики с применением парного коэффициента корреляции возможно лишь в том случае, если в каждом из динамических рядов отсутствует автокорреляция.

Автокорреляцией называют зависимость между соседними членами динамического ряда. Различают автокорреляцию в наблюдениях за одной или более переменных и автокорреляцию ошибок или автокорреляцию в отклонениях от тренда. Наличие автокорреляции остатка приводит

к искажению величин средних квадратических ошибок коэффициентов тренда, что затрудняет построение доверительных интервалов для коэффициентов тренда, а также проверку их значимости.

Поэтому прежде, чем коррелировать ряды динамики, необходимо проверить каждый ряд на наличие в нем автокорреляции. Автокорреляцию можно установить при перемещении уровня на одну дату.

$$r_{\alpha} = \frac{\overline{y_t y_{t+1}} - \bar{y}_t \bar{y}_{t+1}}{\sigma_{y_t} \sigma_{y_{t+1}}}$$

Таким образом, коэффициент автокорреляции вычисляется по данным, когда фактические уровни одного ряда выступают в качестве факторного признака, а уровни этого же ряда со сдвигом на один период являются результативным признаком. Такой сдвиг уровней ряда называется *лагом*. Стоит отметить то, что с увеличением лага на единицу число пар значений, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции, на одну уменьшается. Поэтому максимальный лаг должен быть равен $n/4$, где n – число уровней исходного ряда.

Последовательность коэффициентов автокорреляции называют *автокорреляционной функцией* временного ряда. А график зависимости коэффициентов от величины лага – *коррелограммой*. Анализ корреляционной функции и коррелограммы позволяет выявить структуру ряда, т. е. определить присутствие в ряде той или иной компоненты.

Если наибольшим оказался коэффициент автокорреляции первого порядка, то исследуемый динамический ряд содержит только тенденцию. Если же наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции порядка k , то ряд содержит циклические колебания с периодом k моментов времени. В случае, если не один из коэффициентов не является значимым, то можно сделать один из двух выводов:

1. Ряд не содержит тенденций и циклических колебаний, а его уровень определяется случайной компонентой;
2. Ряд содержит сильную нелинейную тенденцию, для выявления которой необходимы дополнительные исследования.

По данным о численности населения Республики Беларусь за 2005–2019 годы (тыс. чел.) выявим структуру ряда, рассчитав коэффициент автокорреляции. Данные и расчетные значения представлены в таблице 1.

Коэффициент автокорреляции первого порядка:

$$r_{1,t-1} = \frac{\overline{y_t \cdot y_{t-1}} - \bar{y}_t \cdot \bar{y}_{t-1}}{\delta(y_t) \cdot \delta(y_{t-1})} = \frac{90531964,37 - 9522,62 \cdot 9506,73}{66,29 \cdot 46,03} = 0,979.$$

Аналогичным образом вычисляем значения коэффициентов автокорреляции II, III, IV порядков:

$$r_{t,t-2} = \frac{\overline{y_t \cdot y_{t-2}} - \overline{y_t} \cdot \overline{y_{t-2}}}{\delta(y_t) \cdot \delta(y_{t-2})} = \frac{90463434,31 - 9525,05 \cdot 9497,22}{68,18 \cdot 31,85} = 0,896;$$

$$r_{t,t-3} = \frac{\overline{y_t \cdot y_{t-3}} - \overline{y_t} \cdot \overline{y_{t-3}}}{\delta(y_t) \cdot \delta(y_{t-3})} = \frac{90413147,66 - 9529,73 \cdot 9490,36}{70,71 \cdot 22,09} = 0,713;$$

$$r_{t,t-4} = \frac{\overline{y_t \cdot y_{t-4}} - \overline{y_t} \cdot \overline{y_{t-4}}}{\delta(y_t) \cdot \delta(y_{t-4})} = \frac{90392175,59 - 9529,34 \cdot 9485,63}{73,3 \cdot 16,24} = 0,372.$$

Таблица 1 – Расчетная таблица

Год	Всего, тыс.чел. у _t	у _{t-1}	у _t *у _{t-1}	у _t ²	у _{t-1} ²
2005	9697,5	9630,4	93390804,0	94041506,3	92744604,2
2006	9630,4	9579,5	92254416,8	92744604,2	91766820,3
2007	9579,5	9542,4	91411420,8	91766820,3	91057397,8
2008	9542,4	9513,6	90782576,6	91057397,8	90508585,0
2009	9513,6	9500,0	90379200,0	90508585,0	90250000,0
2010	9500,0	9481,2	90071400,0	90250000,0	89893153,4
2011	9481,2	9465,2	89741454,2	89893153,4	89590011,0
2012	9465,2	9463,8	89576759,8	89590011,0	89563510,4
2013	9463,8	9468,1	89604204,8	89563510,4	89644917,6
2014	9468,1	9481,0	89767056,1	89644917,6	89889361,0
2015	9481,0	9498,0	90050538,0	89889361,0	90212004,0
2016	9498,0	9505,0	90278490,0	90212004,0	90345025,0
2017	9505,0	9491,0	90211955,0	90345025,0	90079081,0
2018	9491,0	9475,0	89927225,0	90079081,0	89775625,0
2019	9475,0				
∑	133316,7	133094,2	1267447501,1	1269585976,9	1265320095,7

Проанализировав полученные значения, можно сделать вывод, что исследуемый динамический ряд имеет только тенденцию, т. к. наибольшим является коэффициент автокорреляции I порядка ($r = 0,979$).

Таким образом, при анализе большинства регрессионных моделей может иметь место зависимость между соседними уровнями ряда. Поэтому достаточно важным является обнаружение автокорреляции, это позволяет определить структуру временного ряда, выявить наличие тенденции либо циклических колебаний, а также понять, насколько уровни ряда определяются действием случайной компоненты.

Список использованной литературы

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 25.04.2019.

2. Гусаров, В. М. Статистика : учеб. пособие для вузов / В. М. Гусаров. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 463 с.

3. Эконометрика : учеб. для вузов / под ред. проф. Н. Ш. Кремера. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 311 с.

УДК 004.9

А. А. КОЗИНСКИЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ
И ИНФОРМАТИКИ (НА ПРИМЕРЕ СНИЛ «АКТУАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ,
ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ»)**

История студенческой научно-исследовательской лаборатории (СНИЛ) тесно связана с практическими задачами, которые решались в разное время на физико-математическом факультете. Таким задачам и краткому обзору их решений посвящена настоящая статья. Задачи порождались разными ситуациями, коллективами, этапами развития СНИЛ. Ниже приведем только общее описание решенных в разное время задач и некоторые соображения, положенные в основу их решения.

Одна из первых задач связана с международным проектом автономной яхты RepSail [1]. Наш университет не участвовал в проекте, однако автором проводились расчеты по данным, представленным сторонними коллективами. Задача состояла в следующем: на основе экспериментальных данных зарядки-разрядки аккумуляторной батареи постоянным током спрогнозировать состояние емкости батареи как функции от времени в зависимости от суммы потребляемых (отдаваемых) токов. Решение задачи было выполнено на основе экспериментальных данных о процессах зарядки-разрядки батареи постоянным током. Формула вычисления емкости батареи не вызывает вопросов. Она имеет вид:

$$E'(t, I') = E_{start} + \sum_{r=1}^w \Delta E'_r$$

График, отображающий данные измерений, изображен на рисунке 1.

Однако величина тока на практике не остается постоянной во времени. С другой стороны, практические данные носят дискретный характер. Это значит, что экспериментальные данные не могут быть получены для всех возможных состояний емкости, тока, времени. По этой причине основная