

у слушателей наблюдается неподдельный энтузиазм и живой интерес в решении экономических, кадровых задач в сравнении с обычными теоретическими лекциями.

В результате проведенного исследования выявлено, что образовательная функция ДИ очень значима, поскольку «деловая игра позволяет задать в обучении предметный и социальный контексты будущей профессиональной деятельности и тем самым смоделировать более адекватное по сравнению с традиционным обучением условия формирования личности специалиста» [2, с. 128]. Применение ДИ оправдано при подготовке управленческих, кадровых работников, государственных служащих, работников экономических специальностей. Следует иметь в виду, что вследствие затратности и трудоемкости ДИ их имеет смысл разрабатывать и внедрять только в случаях, когда другими формами и методами обучения нельзя или затруднительно достигнуть намеченных целей и результатов.

### Список использованных источников

1. Бельчиков, Я. М. Деловые игры / Я. М. Бельчиков, М. М. Бирштейн. – Рига : АВОТС, 1989. – 304 с.
2. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход : метод. пособие / А. А. Вербицкий. – М. : Высш. шк., 1991. – 207 с.
3. Панфилова, А. П. Игротехнический менеджмент. Интерактивные технологии для обучения и организационного развития персонала : учеб. пособие / А. П. Панфилова. – СПб. : Знание, 2003. – 536 с.
4. Лазарева, А. А. Анализ современных компьютерных обучающих деловых игр / А. А. Лазарева // *Universum: Психология и образование*. – 2015. – № 7 (17). – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/2368>. – Дата доступа: 17.03.2020.
5. Отдел разработки и сопровождения информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pac.by/about/structure/centers/center-of-information-technologies/departement-of-development-and-support-of-information-systems/>. – Дата доступа: 17.03.2020.

УДК 330.43

**М. Н. Борисевич**

*Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,  
Витебск, Беларусь, botini54@mail.ru*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННОГО РЯДА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Модели временных рядов активно применяются в изучении значительного числа реальных процессов различной природы. Основное внимание в данной статье уделяется исследованию временного ряда «Потребление электроэнергии сельским хозяйством Республики Беларусь за 1998–2006». В основу статьи положена эконометрическая методика. Ключевые положения этой методики составляют первую часть статьи. Вторая часть статьи содержит результаты эконометрического исследования названного временного ряда.*

**Ключевые слова:** *временной ряд, случайные величины, электроэнергия, случайный процесс*

**M. Borisevich**

*Vitebsk State Awarded the «Badge of Honour» Order Veterinary Medicine Academy,  
Vitebsk, Belarus, bomini54@mail.ru*

## **RESULTS OF ECONOMETRIC STUDY OF TIME SERIES OF ELECTRICITY CONSUMPTION BY AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Time series models are actively used in studies of a significant number of real processes of different nature. The purpose of this article is to study the time series «Electricity consumption by agriculture of the Republic of Belarus for 1998–2006». The article is based on econometric methodology. The main provisions of this methodology form the first part of the article. The second part of the article contains the results of econometric study of the mentioned time series.*

**Keywords:** *time series, random values, electric power, random process*

Модели временных рядов активно применяются в исследованиях значительного числа реальных процессов различной природы [1]. Например, в изучении временной динамики потребления нефти, газа, электроэнергии и других ресурсов, пассажиропотоков, складских запасов, спроса на различные виды продукции, финансовых рынков, в анализе динамики финансовых показателей, а также прогнозировании различных статистических показателей [2]. Во всех этих случаях круг социально-экономических, технических и естественно-научных процессов часто представляется набором упорядоченных во времени случайных величин  $Y(x_1), Y(x_2), Y(x_3), \dots, Y(x_n)$ , где  $x_i < x_{i+1}$ . Такая последовательность называется временным рядом, а набор наблюдений  $\{y_i\}, i = 1, 2, 3, \dots, n$  над  $\{Y(x_i)\}$  в моменты времени  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  – временной выборкой. Временной ряд  $\{Y(x_i)\}$  можно интерпретировать как наблюдения над непрерывным случайным процессом (случайной функцией)  $Y(x_n)$  в моменты времени  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  [3].

Цель данной статьи – исследование временного ряда «Потребление электроэнергии сельским хозяйством Республики Беларусь за 1998–2006 гг.». В основу статьи положена эконометрическая методика [4]. Она наследует статистические методы измерения взаимосвязей различных переменных исходного числового массива.

Обратимся вначале к методике исследования и сформулируем ее основные моменты.

Изменения величины  $Y(x_n)$  во времени в реальной жизни обычно происходят под воздействием многочисленных причин, факторов. Поэтому совокупное влияние этих факторов формирует некоторую закономерность в развитии временного ряда, что дает основание применить для описания динамики  $Y(x_n)$  эконометрические модели из класса аддитивных моделей [5]:

$$Y(x_i) = q(x_i) + \varepsilon(x_i), i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

где неслучайная (детерминированная) составляющая  $q(x_i)$  может включать в себя одну или несколько компонент: трендовую  $t(x_i)$ , сезонную  $s(x_i)$  и периодическую  $p(x_i)$ .

Тренд, или тенденция  $t(x_i)$ , представляет собой устойчивую закономерность, наблюдаемую в течение периода времени. Обычно тренд (тенденция) описывается с помощью той или иной неслучайной функцией, аргументом которой является время. Эта функция в большинстве случаев достаточно «гладкая», часто монотонная.

Сезонная компонента  $s(x_i)$  связана с наличием факторов, действующих с заранее известной периодичностью. Это регулярные колебания, которые носят периодический или близкий к периодическому характер и заканчиваются в течение года. Сезонная компонента со временем может меняться либо иметь плавающий характер.

Периодическая (циклическая) компонента  $p(x_i)$  – неслучайная функция, описывающая длительные периоды (более одного года) относительного подъема и спада и состоящая из циклов переменной длительности и амплитуды. Чаще всего эта компонента характерна для рядов макроэкономических показателей. Циклическую компоненту крайне трудно идентифицировать формальными методами, руководствуясь только данными исследуемого ряда.

Случайная компонента  $\varepsilon(x_i)$  – это составная часть временного ряда, оставшаяся после выделения систематических компонент. Она отражает воздействие многочисленных факторов случайного характера и представляет собой случайную, нерегулярную компоненту. Является обязательной составной частью любого временного ряда особенно в экономике, т. к. случайные отклонения здесь неизбежно сопутствуют любому экономическому явлению.

Названный выше временной ряд относится к классу стационарных временных рядов. Его числовые характеристики приведены в табл. 1 и на рис. 1. В широком смысле стационарный ряд это такой ряд, у которого случайные величины  $Y(x_n)$  не зависят от времени  $x_n$ . Для такого временного ряда в качестве оценок математического ожидания и дисперсии можно использовать выборочное среднее  $\bar{y}$  и выборочную дисперсию  $s^2$ . Для исследуемого ряда  $\bar{y} = 11,84$ , а  $s^2 = 0,9503$ .

Таблица 1

**Потребление электроэнергии сельским хозяйством Республики Беларусь  
и значения временного ряда**

Годы	Порядок	Млрд кВт·ч	Значения временного ряда						
			$y_{i-1}$	$y_{i-2}$	$y_{i-3}$	$y_{i-4}$	$y_{i-5}$	$y_{i-6}$	$y_{i-7}$
1998	1	14,1							
1999	2	12,1	14,1						
2000	3	11,4	12,1	14,1					
2001	4	11,3	11,4	12,1	14,1				
2002	5	11,2	11,3	11,4	12,1	14,1			
2003	6	11,1	11,2	11,3	11,4	12,1	14,1		
2004	7	11	11,1	11,2	11,3	11,4	12,1	14,1	
2005	8	12,1	11	11,1	11,2	11,3	11,4	12,1	14,1
2006	9	12,3	12,1	11	11,1	11,2	11,3	11,4	12,1

Еще одной характеристикой данного временного ряда может являться степень статистической связи между двумя последовательностями  $Y(x_1), Y(x_2), Y(x_3), \dots, Y(x_n)$  и  $Y(x_{1+l}), Y(x_{2+l}), Y(x_{3+l}), \dots, Y(x_{n+l})$ , сдвинутыми относительно друг друга на  $l$  моментов времени,

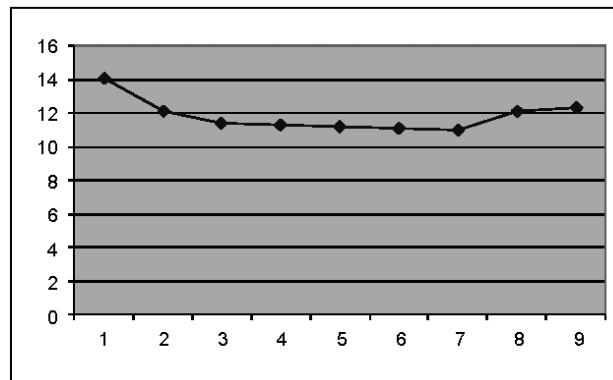


Рис. 1. Значения временного ряда

называемых лагом  $l$  [6]. Степень статистической связи определяется с помощью коэффициента автокорреляции  $\rho(l)$  [7]. Для исследуемого стационарного временного ряда  $\rho(l)$  зависит только от лага  $l$ . При этом, если  $l = 0$ , то  $\rho(0) = 1$ . Оценкой для  $\rho(l)$  является выборочный коэффициент автокорреляции  $r(l)$ . Заметим, что с увеличением  $l$  число пар наблюдений  $y_i, y_{i+l}$  уменьшается и поэтому число  $l$  не должно быть большим (рекомендуемое значение  $l \leq n/4$ ). Существуют и такие стационарные ряды, у которых математическое ожидание равно 0, а величины  $\varepsilon(x_i)$  некоррелированы. Такие временные ряды называют белым шумом. Для них выполняются следующие соотношения:  $\rho(l) = 1$ , если  $l = 0$  и  $\rho(l) = 0$ , если  $l \neq 0$  [4].

Для стационарного временного ряда с увеличением лага  $l$  взаимосвязь членов  $Y(x_i), Y(x_{i+l})$ , ослабевает, и абсолютные величины коэффициента автокорреляции  $\rho(l)$  должны убывать. В то же время для выборочного коэффициента автокорреляции  $r(l)$  (особенно при небольших значениях  $n - l$ ) свойство монотонного убывания (по абсолютной величине) при возрастании  $l$  может нарушаться.

Отметим два важных свойства коэффициента автокорреляции, которые нам потребуются [8].

Во-первых, коэффициент автокорреляции вычисляется по аналогии с линейным коэффициентом корреляции [8] и таким образом характеризует тесноту линейной зависимости между случайными величинами  $Y(x_i), Y(x_{i+l})$ . Поэтому по величине коэффициента автокорреляции можно судить о наличии линейной (или близкой к линейной) тенденции развития временного ряда.

Во-вторых, по знаку коэффициента автокорреляции нельзя делать вывод о возрастающей или убывающей тенденции значений временного ряда. Многие временные ряды на практике могут иметь положительные величины коэффициентов автокорреляции, однако при этом наблюдается убывающая тенденция.

Последовательность коэффициентов автокорреляции  $\rho(0), \rho(1), \rho(2), \rho(2), \dots$  называют автокорреляционной функцией временного ряда, а график зависимости значений  $\rho(l)$  от величины лага  $l$  (или порядка коэффициента автокорреляции  $l$ ) – коррелограммой [7, 8].

Анализ автокорреляционной функции позволяет выявить структуру временного ряда, т. е. наличие в нем составляющих  $t(x_i), s(x_i), p(x_i)$ . При этом придерживаются следующих правил. Если наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции  $\rho(l)$ , то исследуемый ряд

содержит только трендовую составляющую. Если наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции  $\rho(l)$ , то ряд содержит колебания с периодичностью  $l$  моментов времени. Если ни один из коэффициентов  $r(l)$  не является значимым (проверка значимости осуществляется точно так же, как и для коэффициента  $r_{xy}$  [6–8]), то относительно структуры ряда можно сделать одно из двух предположений: либо временной ряд не содержит тренда и циклических колебаний, т. е. является белым шумом; либо временной ряд содержит сильный нелинейный тренд, для выявления которого необходимо провести дополнительный анализ. Поэтому коэффициент автокорреляции и автокорреляционную функцию целесообразно использовать для выявления во временном ряде трендовой, периодической и сезонной составляющих.

На этом закончим теоретические изыскания по поводу эконометрических исследований упомянутого выше временного ряда.

Обратимся к полученным результатам. Они приведены в табл. 1, 2 и рис. 1, 2.

Таблица 2

Коэффициенты автокорреляции  $\rho(1)$ ,  $1 = 1, 2, 3, \dots, 7$

Порядок	1	2	3	4	5	6	7
$\rho(1)$	0,5204	-0,21946	-0,332	-0,483	-0,736	-0,994	-0,998
$abs\rho(1)$	0,5204	0,21946	0,3322	0,483	0,736	0,9941	0,9979

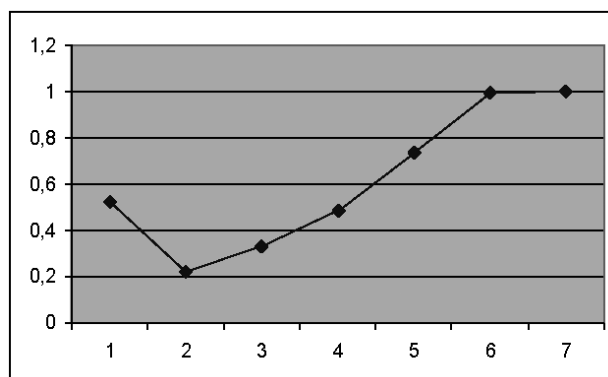


Рис. 2. Коррелограмма временного ряда

В табл. 1 представлены данные фактического потребления электроэнергии сельским хозяйством Республики Беларусь (млрд кВт·ч) и значения  $y_{i-1}, y_{i-2}, y_{i-3}, y_{i-4}, y_{i-5}, y_{i-6}, y_{i-7}$  данного временного ряда.

Таблица является вспомогательным массивом для расчета коэффициентов автокорреляции. Последние вычислялись по стандартным математическим соотношениям, которые неплохо реализуются в компьютерной программе *Excel*. Из данных табл. 1 следует, что коэффициент автокорреляции вначале опускается до минимальной отметки 0,21946, а затем постепенно возрастает до своего максимального значения 0,9979. Отсюда можно заключить, что временной ряд содержит сильный нелинейный тренд, для его выявления требуется дополнительный анализ. Заключение подтверждается также значением исследуемого ряда и его коррелограммой, которые приведены на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

Подводя итог, можно отметить, что используемая в статье методика эконометрического исследования временного ряда весьма плодотворна и заслуживает внимания различных исследователей, особенно в области экономики и бизнеса. Она позволяет не только выявить наличие во временном ряду трендовой, периодической и сезонной составляющих и на их основе затем построить его корректную математическую модель, но и осуществить с ее помощью пошаговое или интервальное прогнозирование с наперед заданной точностью.

### Список использованных источников

1. *Воскобойников, Ю. Е.* Математическая статистика : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников, Е. И. Тимошенко. – Новосибирск : НГАСУ, 2000. – 289 с.
2. *Воскобойников, Ю. Е.* Математическая статистика (с примерами в Excel) : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников, Е. И. Тимошенко. – Новосибирск : НГАСУ, 2006. – 152 с.
3. *Гмурман, В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1998. – 312 с.
4. *Воскобойников, Ю. Е.* Эконометрика : метод. указания к лабораторным и контрольным работам / Ю. Е. Воскобойников, Т. Н. Воскобойникова. – Новосибирск : Новосибирский филиал Санкт-Петерб. акад. упр. и экон., 2006. – 112 с.
5. *Кремер, Н. Ш.* Эконометрика / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. – М. : ЮНИТИ, 2002. – 315 с.
6. *Айвазян, С. А.* Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ, 1998. – 412 с.
7. *Минус, Я. Р.* Эконометрика. Начальный курс / Я. Р. Минус, Л. К. Катышев, А. А. Пересецкий. – М. : Дело, 2000. – 312 с.
8. Эконометрика : учеб. пособие / И. И. Елисеева [и др.]. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 346 с.

УДК 658.87

**А. Д. Веренич**

*Белорусский государственный университет,  
Минск, Беларусь, [aleksbor.d@yandex.ru](mailto:aleksbor.d@yandex.ru)*

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СБЫТОМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЕ АДАПТИВНОСТИ

*Определяется роль информации и информационных потоков в системе управления сбытом. Обоснована необходимость использования цифровых технологий в ходе трансформации системы управления сбытом в целях обеспечения ее адаптивности. Проанализирована структура системы управления сбытом. Выделен комплекс механизмов системы управления сбытом, направленных на управление информационными потоками. Предложены инструменты цифровизации механизмов системы управления сбытом, способствующие формированию адаптивных систем управления сбытом.*

**Ключевые слова:** *адаптивная система, управление сбытом, информационный поток, трансформация, цифровые технологии*