

УДК 330.45

UDC 330.47

08.00.00 Экономические науки

Economic science

**ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА**

**PROGNOSTIC RESEARCH ON THE NATURAL  
AND ECONOMIC PROCESSES**

Кумратова Альфира Менлигуловна  
к.э.н., доцент  
SPIN-код=2144-8802

Kumratova Alfira Menligulovna  
Cand. Econ. Sci., Assistant professor  
SPIN-code=2144-8802

Василенко Игорь Иванович  
к.с.-х.н., доцент  
SPIN-код: 1828-1453

Vasilenko Igor Ivanovich  
Cand.Agr.Sci., Assistant professor  
SPIN-code=1828-1453

Ксёنز Станислав Юрьевич  
магистрант  
*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный  
аграрный университет», г. Краснодар, Россия*

Ksenz Stanislav Yurievich  
Master of Science  
*Federal state budget institution of higher professional  
education "Kuban state agrarian University",  
Krasnodar, Russia*

Ратушная Елена Анатольевна  
к.э.н.  
*Филиал Ростовского государственного  
экономического университета, Черкесск, Россия*

Ratushnaya Elena Anatolievna  
Cand.Econ.Sci.  
*Branch of Rostov State Economic University,  
Cherkessk, Russia*

Увеличение объема обрабатываемых данных и бурное развитие мониторинга окружающей среды, моделирования, предвидения, анализа, визуализации, прогнозирования в современных условиях связано с последовательным ростом уровня их формализации. Базисом этому всему послужили требования существенно изменившейся стохастики природных и экономических процессов. В статье предлагается один из новых методов нелинейной динамики, а именно метод последовательного R/S-анализа. В статье авторами уделено методу фрактального анализа временных рядов. Основоположителем фрактального анализа является британский гидролог Х.Е. Херст. Он показал, что природные и естественные явления, такие как стоки рек, осадки, температуры, солнечная активность следуют «смещенному случайному блужданию», т.е. тренду с шумом. Уровень шума и устойчивость тренда оцениваются изменением нормированного размаха уровней временного ряда по истечению времени, или, другими словами, насколько введенная им величина, называемая показателем Херста, превосходит значение 0,5. Для составления прогноза весьма существенную информацию носит циклическая компонента. Тем самым, возникает необходимость дальнейшего исследования природно-экономических процессов на базе новых математических моделей. Эти методы привносят в прогноз новые полезные методологические элементы, отсутствующие в непрерывной методологии, такие понятия, как: «цвет шума», персистентность и антиперсистентность рядов,

The increase in volume of processed data and the rapid development of environmental monitoring, modeling, forecasting, analysis, visualization, prediction in modern conditions is connected with the consistent increase in their level of formalization. The bases for all this are requirements of significantly changed stochastic natural and economic processes. A new method of nonlinear dynamics, namely the method of sequential R/S-analysis is proposed. In the article, the authors paid attention to the method of fractal analysis of time series. The founder of fractal analysis is a British hydrologist H.E Hurst. He showed that natural phenomena such as river flows, rainfall, temperature, solar activity is followed by «biased random walk», i.e. trend with noise. The noise level and trend resistance are estimated in change in the normalized amplitude levels of the time series for the expiration time, or, in other words, how they entered a quantity called the Hurst exponent exceeds the value of 0.5. Rather essential information is a cyclical component to forecast. Thus, there is a need for further study of natural and economic processes based on the new mathematical models. These methods bring to forecast new useful methodological elements that are not in continuous methodology, concepts such as «noise color» persistence and anti-persistent series, Hurst, «long-term memory», R/S-trajectory and the trajectory of the Hurst exponent, etc.

показатель Херста, «долговременная память», R/S-траектории и траектории показателя Херста и пр

Ключевые слова: ВРЕМЕННОЙ РЯД, ПРЕДПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ R/S-АНАЛИЗ, ПОКАЗАТЕЛЬ ХЕРСТА

Keywords: TIME SERIES, PRE-FORECASTED ANALYSIS, SERIAL R/S-ANALYSIS, HURST

Прогностическое исследование природно-экономического процесса начинается в первую очередь с разработки задания на прогноз, т.е. предпрогнозная ориентация. Другими словами, создание такого документа, в котором определены предмет и объект прогнозирования, порядок разработки, задачи и цели прогнозирования, временной интервал ретроспекции и дальности прогнозных оценок, что является актуальной задачей во многих сферах экономики. В связи с этим уже в самом задании на прогноз содержится основание для разработки прогноза.

Развитие мониторинга окружающей среды, моделирования, предвидения, анализа, визуализации, прогнозирования в современных условиях связано с последовательным ростом уровня их формализации, а также роста объема обрабатываемых данных. Базисом этому всему послужили требования существенно изменившейся стохастичности природных и экономических процессов. В статье предлагается один из новых методов нелинейной динамики, а именно метод последовательного *R/S*-анализа.

Актуальность статьи продиктована следующим обстоятельством. Как отмечено в книге математика-экономиста Э. Петерса [1313], современная экономическая теория вступила в новую фазу своего развития. Это обусловлено несколькими, факторами. В первую очередь, усложнением и глобализацией мировой экономики, а также, вторжением в науку математических методов нелинейной динамики. Вследствие этого, появлением новых компьютерных и информационных технологий, сделавших возможным исследование сложных процессов и явлений на экране дисплея.

Адаптированный авторами [19] метод последовательного *R/S*-анализа зарегистрирован в Российском агентстве по патентам и товарным знакам (свидетельство № 2003611093).

Актуальность предмета настоящего исследования приобрела особо важное экономическое значение после наводнения, имевшего место по р. Кубань в июне 2002 г. Материальный ущерб этого наводнения оценивается суммой свыше 0,5 млрд. долларов.

Отметим, что в результате наводнения на юге России пострадало свыше 240 населенных пунктов, разрушено более 110 километров газопровода, 269 мостов, 1490 километров автодорог, погибло 102 человека. Общее же число пострадавших в Южном федеральном округе достигло 340 тысяч человек, а материальный ущерб превысил 15 миллиардов рублей. Огромные потери претерпело и сельское хозяйство, ущерб которого составляет около 250 миллионов рублей.

В статье авторами уделено методу фрактального анализа временных рядов (ВР) [6,13]. Отметим, что основателем фрактального анализа является британский гидролог Х.Е. Херст. Он показал, что природные и естественные явления, такие как речные стоки, температуры, осадки, числа Вольфа солнечной активности, следуют «смещенному случайному блужданию», т.е. тренду с шумом. Такие показатели, как устойчивость тренда и уровень шума могут быть оценены тем, как изменяется нормированный размах исследуемого временного ряда со временем, или, другими словами, насколько введенная им величина  $H \in (0; 1)$ , называемая показателем Херста, превосходит значение 0,5.

Если уровни временного ряда отражают «чисто случайный процесс» (являются независимыми случайными величинами), то в соответствии с классической статистикой для такого ВР значения показателя Херста  $H \approx 0,5$ . Исследованные Херстом, а позже Мандельбротом и др. многочисленными природные временные ряды (выпадение осадков, пятна

на солнце, годовые кольца и т.д.) обладают так называемой долговременной памятью [13], в силу чего показатель Херста для каждого из этих ВР принимал значение, превосходящее число 0,7.

Отметим, что к моменту выхода в свет монографий [12,13] уже сложилось общепризнанное мнение о том, что для подавляющего большинства природных систем величина  $H$  значительно отклоняется от 0,5 в область черного шума [13].

В англоязычной литературе исследуемый метод называется как «метод нормированного размаха Херста» (в источнике [14] он назван « $R/S$ -анализ: Руководство шаг за шагом»)

В течение более чем полувекового периода  $R/S$ -анализ природных, экономических и др. ВР исследователи осуществляют на базе опубликованного в работе [18] алгоритма, который.

В качестве модельного временного ряда рассмотрим ряд ежемесячных объемов стока горной реки Кубань (материалы по данным Карачаево-Черкесской Республики) за период с 1926 г. по 2003 г. включительно. Графическое представление части исходного ВР дано на рисунке 1.

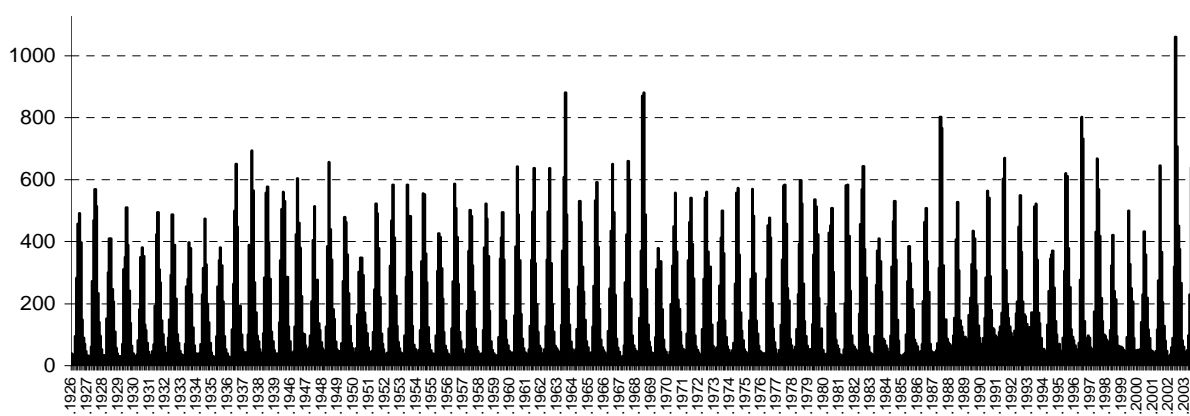


Рисунок 1 – Графическое изображение ежемесячных объемов стоков р. Кубань за период 1988 - 2003 гг.

Из рисунка 1 видно, что рассматриваемому ряду присуще свойство

периодичности.

Для верификации метода НР Херста на базе ВР, представленного на рисунке 1, строим чисто периодический ВР:

$$Z^0 = \langle z_i^0 \rangle, i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

который представляет собой последовательность одного и того же цикла, представленного на рисунке 2. В дальнейшем ВР  $Z^0$  называем термином «эталонный ВР».

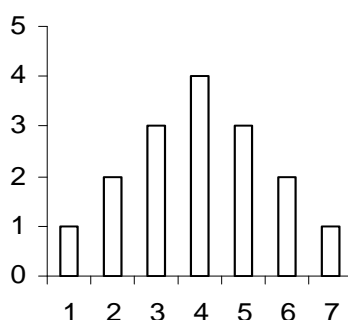


Рисунок 2 – Графическое изображение цикла эталонного временного ряда (по оси  $x$  – временной интервал, по оси  $y$  значение измерения во времени  $z_1^0 = 1$ ,  $z_2^0 = 2$ ,  $z_3^0 = 3$ ,  $z_4^0 = 4$ ,  $z_5^0 = 3$ ,  $z_6^0 = 2$ ,  $z_7^0 = 1$ )

С учетом длины цикла (т.е. количества составляющих его уровней)  $L = 7$  в качестве длины эталонного ВР (1) принимаем значения  $N = 700$ , т.е. ВР (1) состоит из 100 следующих один за другим циклов длины  $L = 7$  вышеуказанного вида.

Далее, применим к эталонному ВР (1) алгоритм нормированного размаха Херста для последовательности длин отрезков:

$$n_1 = 10, n_2 = 11, \dots, n_k = k + 9, \dots, n_{341} = 350 \quad (2)$$

В результате реализации описанных этапов в [13] получим множество точек, определяемых логарифмическими координатами вида:

$$x_k = \log(n_k), y_k = \log\left(\left(\frac{R}{S}\right)_k\right), k = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Геометрическое расположение этих точек, а также линейного тренда для них представлено на рисунке 3, где для удобства визуализации

множество (3) представлено в виде  $R/S$ -траектории, которая в свою очередь получается путем соединения отрезков каждой пары соседних точек  $(x_k, y_k), (x_{k+1}, y_{k+1}), k = \overline{1, m}, m = 341$ .

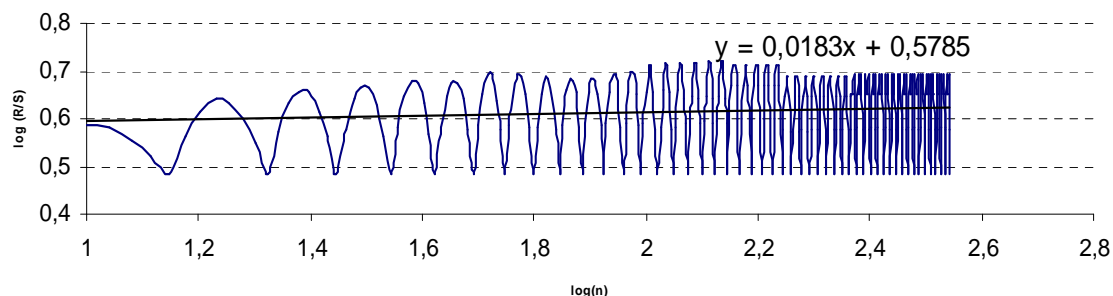


Рисунок 3 – Линейный тренд эталонного временного ряда (1) и ее  $R/S$ -траектория

Визуализация рисунка 3 дает основание для следующего вывода: полученная линия регрессии практически параллельна оси абсцисс, т.е. угол наклона прямой регрессии  $y = ax + b$  близок к 0. В силу этого получаем низкую оценку показателя Херста  $H$ , значение которой находится в зоне розового шума [13], т.е. существенно меньше 0,5. Последнее является противоречием теории  $R/S$ -анализа [13,14], согласно которой для периодических ВР показатель Херста находится в области черного шума, т.е., как указано в [12], его значения обычно превосходят 0,7.

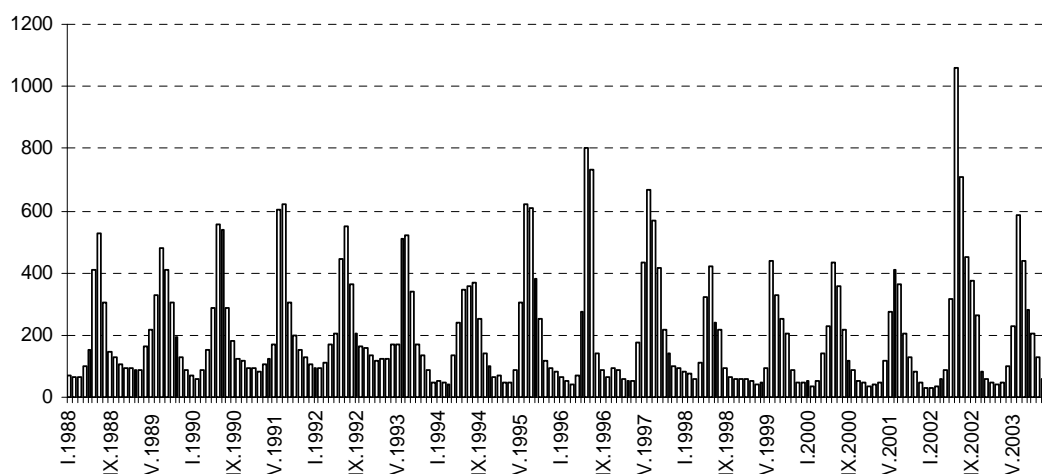


Рисунок 4 – Гистограмма временного ряда  $Z$  (ежемесячных объемов стоков р. Кубань) за период с 01.1988 г.- 12.2003 г.

В работе с достаточной полнотой реализованы численные расчеты с целью обосновать верхнюю оценку глубины памяти рассматриваемых ВР (алгоритм  $\alpha_1$ ) [13]. Работа алгоритма  $\alpha_1$  подробно описана в работах [6,13].

Результат работы алгоритма  $\alpha_1$  исследуемого временного ряда  $Z$  представлен в таблице 1.

Представленные в последней строке таблицы 1 значения  $\mu(l)$  функции принадлежности элементов  $l$  нечеткому множеству  $M(Z)$  пропорциональны числам  $d(l)$ ,  $l \in L(Z)$ , они получаются путем нормирования значений долей  $d(l)$  так, что  $\mu(l) < 1$  для всякого  $l \in L(S)$ . Результат работы этапа 2 для ВР  $Z$  представлен в таблице 1. Значения элементов  $\mu(l)$  последней строки в таблице 1 вычисляются следующим образом. Сначала находим максимальную долю  $d^* = \max_{l \in L(Z)} d(l)$  (например, в таблице 1 значение  $d^* = 0,17$ ) и соответствующую ей глубину  $l^*$  ( $d^*(l) = l^*$ , в таблице 1 значение  $l^* = 16$ ).

Таблица 1 – Глубина памяти для ВР ежемесячных объемов стока р. Кубань за период с 01.1988 г. по 12.2003 г.

Глубина памяти	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Количество глубины памяти	1	6	12	16	17	17	9	9	8	5
Доля глубины памяти	0,01	0,06	0,12	0,16	0,17	0,17	0,09	0,09	0,08	0,05
Функция принадлежности глубины памяти	0,05	0,3	0,64	0,85	0,9	0,9	0,47	0,47	0,42	0,26

Далее для этой глубины  $l^*$  экспертным путем устанавливается значение функции принадлежности  $\mu^* = \mu(l^*)$  (в таблице 1 значение  $\mu^* = \mu(16) = 0,9$ ). После чего для остальных элементов  $l \in L(Z)$  соответствующие им значения функции принадлежности  $\mu(l)$  вычисляются по формуле  $\mu(l) = \frac{\mu^*}{d^*} d(l)$ . Формирование НМ  $M(Z)$  осуществляется путем попарного объединения элементов первой и

последней строк таблицы 1. Полученная оценка глубины памяти для ВР  $Z$  представляется в виде следующего нечеткого множества:

$$M(Z) = \{(12; 0,05), (13; 0,3), (14; 0,64), (15; 0,85), (16; 0,9), (17; 0,9), (18; 0,47), (19; 0,47), (20; 0,42), (21; 0,26)\} \quad (5)$$

Геометрическое изображение нечеткого множества рассматриваемого ВР  $Z$  представлено на рисунке 6.

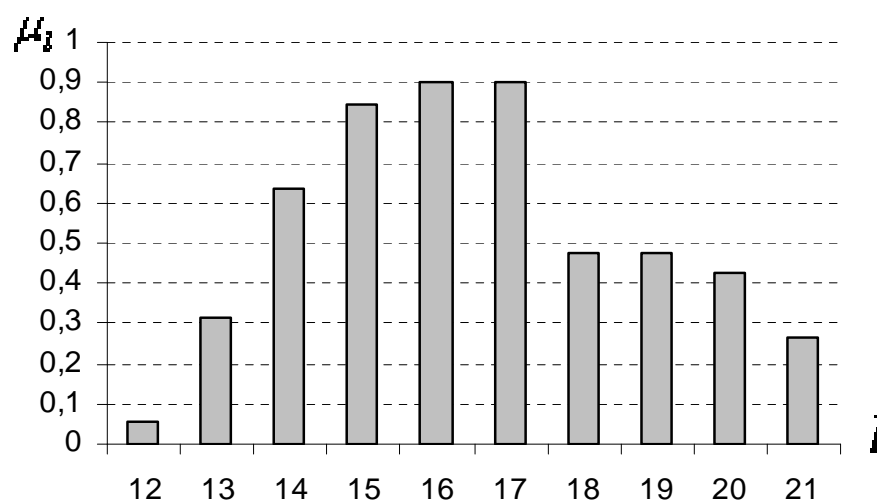


Рисунок 6 – Графическое представление нечеткого множества глубины памяти для временного ряда  $Z$

Исходя из выполненных расчетов получены следующие выводы:

1. Глубина памяти исследуемого временного ряда ежемесячных объемов стока р. Кубань не является постоянным числом. Из таблицы 1 видно, что численные значения глубины памяти меняются в диапазоне натурального ряда 12, 14, ..., 21.

2. Для численного представления глубины памяти рассматриваемого ВР (4)  $Z$  наиболее целесообразным является математический аппарат теории нечетких множеств, т.е. оцениваемая глубина представляет собой нечеткое множество  $M(Z) = \{(l, \mu(l))\}$ ,  $l \in \{l^0, l^0 + 1, \dots, L^0\}$ , где  $l$  – численное значение встречающейся глубины памяти,  $\mu(l)$  – значение функции принадлежности для этой глубины.



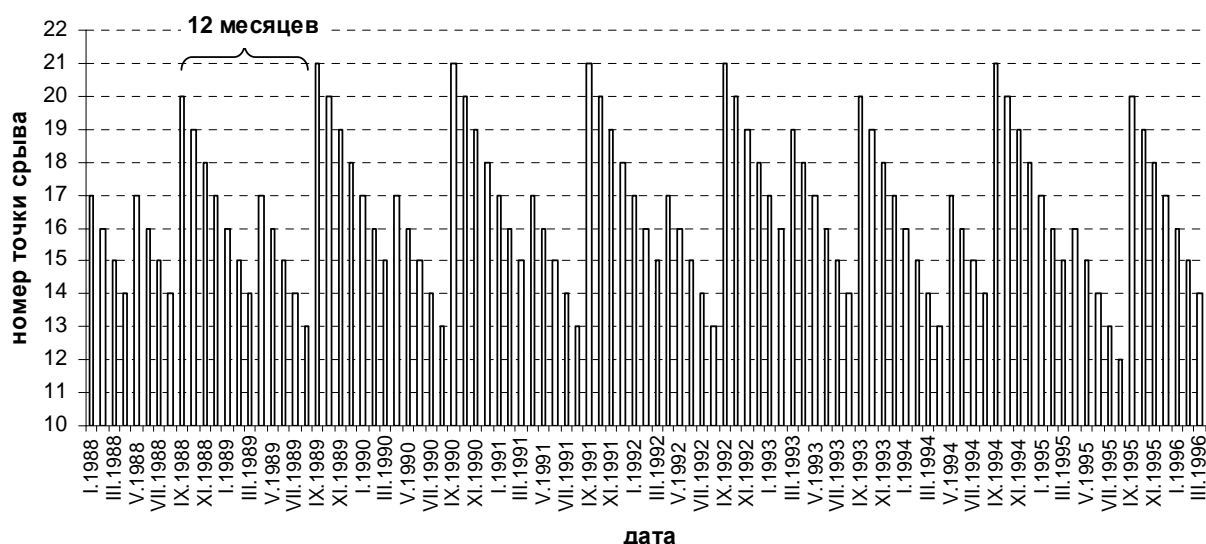


Рисунок 7 – Графическое представление номеров смены тренда  $R/S$ -траекторий временных рядов  $Z^r$  из семейства  $S(Z)$

Как отмечено в [14],  $R/S$ -анализ представляет собой инструмент для выявления циклов, как периодических так и непериодических. На рисунке 7 представлено изображение в виде гистограммы динамики точек смены тренда  $R/S$ -траекторий временных рядов  $Z^r \in S(Z)$  для индексов  $r$ , поставленных в соответствие месяцам, начиная с января 1988 по апрель 1996 г. Исходя из этого, можно выносить суждение о новых дополнительных «циклических» возможностях «алгоритма последовательного  $R/S$ -анализа» по отношению к «алгоритму нормированного размаха Херста».

**Примечание.** Для изложения выводов, вытекающих из визуализации рисунка б, необходимо использовать понятие «цикл». На рисунке 7 представлено графическое представление ВР  $L = \langle l_i \rangle, i = 1, 2, \dots, N$ . Согласно определению, под термином «цикл» подразумевается отрезок:

$$l_i, l_{i+1}, \dots, l_{i+r}, \tag{6}$$

состоящий из двух частей, первая из которых является возрастающей (убывающей), а вторая – убывающей (возрастающей). При этом указанный отрезок (6) является локально-максимальным по своей длине  $(r + 1)$ .

Обнаружение долговременной памяти в ежемесячных объемах стоков горных рек является не самоцелью, а должно послужить объективным обоснованием принципиальной возможности построения прогнозной модели, в процессе работы которой учитываются все существенные факторы (например, наличие циклов вида (6)), которыми обусловлено наличие этой памяти. В контексте проблемы прогнозирования уместно отметить уже сложившееся, т.е. ставшее классическим основное положение декомпозиционного анализа временных рядов [17]. В общем случае временной ряд условно разделяется на следующие составляющие части: тренд; циклическая компонента; сезонное колебание; нерегулярная или остаточная компонента.

При этом циклическая компонента может нести весьма существенную информацию для составления прогноза. Тем самым, возникает необходимость дальнейшего исследования природно-экономических процессов на базе новых математических моделей. Эти методы привносят в прогноз новые полезные методологические элементы, отсутствующие в непрерывной методологии, такие понятия, как: «цвет шума», персистентность и антиперсистентность рядов, показатель Херста, «долговременная память», R/S-траектории и траектории показателя Херста и пр.

### Литература

1. Кумратова А. М. Выявление свойств прогнозируемости методами классической статистики / А. М. Кумратова // В сборнике: Актуальные проблемы социально-экономических исследований сборник материалов 6-й Междунар. научно-практ. конф. НИЦ «Апробация». – 2014. – С. 99-101.
2. Кумратова А. М. Исследование тренд-сезонных процессов методами классической статистики / А.М. Кумратова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 103. – С. 312-323.
3. Кумратова А. М. Методы искусственного интеллекта для принятия решений и прогнозирования поведения динамических систем / А. М. Кумратова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 103. – С. 324-341.

4. Кумратова А. М. Методы многокритериальной оптимизации и классической статистики для оценки риск-эстремальных значений / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, Н. В. Третьякова // Известия КубГУ. Естественные науки. 2014. № 1. С. 55-60.
5. Кумратова А. М. Методы нелинейной динамики как основа построения двухуровневой модели прогноза / А. М. Кумратова // В сборнике: Экономическое прогнозирование: модели и методы материалы X международной научно-практической конференции. Воронеж, 2014. С. 169-174.
6. Кумратова А. М. Оценка и управление рисками: анализ временных рядов методами нелинейной динамики: монография / А. М. Кумратова, Е. В. Попова. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 212 с.
7. Кумратова А. М. Прогноз динамики экономических систем: клеточный автомат / А. М. Кумратова. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 241 с.
8. Кумратова А. М. Прогнозирование и выявление сезонных компонент временного ряда туристского потока / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, М. И. Попова // В сборнике: Актуальные проблемы социально-экономических исследований сборник материалов 6-й Международной научно-практической конференции. НИЦ «Апробация». 2014. С. 89-98.
9. Кумратова А. М. Сопоставительный анализ прогноза урожайности для зон рискованного земледелия / А. М. Кумратова // Экономическое прогнозирование: модели и методы: Материалы X междунар. научно-практ. конф. Воронеж. – 2014. – С. 174-179.
10. Кумратова А. М. Точный прогноз как эффективный способ снижения экономического риска агропромышленного комплекса / А.М. Кумратова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 103. – С. 293-311.
11. Кумратова А. М. Экономико-математическое моделирование риска в задачах управления ресурсами здравоохранения / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, А. З. Биджиев. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 168 с.
12. Перепелица В.А., Попова Е.В. Математические модели и методы оценки рисков экономических, социальных и аграрных процессов. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. Ун-та, 2002. – 202с.
13. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка / Э. Петерс. - М.: Мир, 2000. - 333 с.
14. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике. – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304с.
15. Попова Е. В. Методы моделирования поведения экономических систем на основе анализа временных рядов / Е. В. Попова, А. М. Кумратова, М. И. Попова // Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы X междунар. научно-практ. конф. – Воронеж. - 2014. - С. 200-206.
16. Попова Е. В. Управление рисками в вопросах безопасности инвестиций в АПК / Е. В. Попова, А. М. Кумратова // Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы X междунар. научно-практ. конф. - Воронеж, - 2014. - С. 194-200.
17. Сигэл Э. Практическая бизнес-статистика. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. -1056с.
18. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. - 260 с.
19. Янгишиева А. М. Моделирование экономических рисков методами нелинейной динамики. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ставропольский государственный университет. Ставрополь, 2005. – 24 с.

## References

1. Kumratova A. M. Vyjavlenie svojstv prognoziruemosti metodami klassicheskoj statistiki / A. M. Kumratova // V sbornike: Aktual'nye problemy social'no-jekonomicheskikh issledovanij sbornik materialov 6-j Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. NIC «Aprobacija». – 2014. – S. 99-101.
2. Kumratova A. M. Issledovanie trend-sezonnyh processov metodami klassicheskoj statistiki / A.M. Kumratova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 103. – S. 312-323.
3. Kumratova A. M. Metody iskusstvennogo intellekta dlja prinjatija reshenij i prognozirovanija povedenija dinamičeskikh sistem / A. M. Kumratova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 103. – S. 324-341.
4. Kumratova A. M. Metody mnogokriterial'noj optimizacii i klassicheskoj statistiki dlja ocenki risk-jektremal'nyh znachenij / A. M. Kumratova, E. V. Popova, N. V. Tret'jakova // Izvestija KubGU. Estestvennye nauki. 2014. № 1. S. 55-60.
5. Kumratova A. M. Metody nelinejnoj dinamiki kak osnova postroenija dvuhurovnevoj modeli prognoza / A. M. Kumratova // V sbornike: Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody materialy X mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Voronezh, 2014. S. 169-174.
6. Kumratova A. M. Ocenka i upravlenie riskami: analiz vremennyh rjadov metodami nelinejnoj dinamiki: monografija / A. M. Kumratova, E. V. Popova. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 212 s.
7. Kumratova A. M. Prognoz dinamiki jekonomicheskikh sistem: kletochnyj avtomat / A. M. Kumratova. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – 241 s.
8. Kumratova A. M. Prognozirovanie i vyjavlenie sezonnyh komponent vremennogo rjada turistskogo potokami /A. M. Kumratova, E. V. Popova, M. I. Popova // V sbornike: Aktual'nye problemy social'no-jekonomicheskikh issledovanij sbornik materialov 6-j Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. NIC «Aprobacija». 2014. S. 89-98.
9. Kumratova A. M. Sopostavitel'nyj analiz prognoza urozhajnosti dlja zon riskovogo zemledelija / A. M. Kumratova // Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody: Materialy X mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Voronezh. – 2014. – S. 174-179.
10. Kumratova A. M. Tochnyj prognoz kak jeffektivnyj sposob snizhenija jekonomicheskogo riska agropromyshlennogo kompleksa / A.M. Kumratova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 103. – S. 293-311.
11. Kumratova A. M. Jekonomiko-matematicheskoe modelirovanie riska v zadachah upravlenija resursami zdavoohranenija / A. M. Kumratova, E. V. Popova, A. Z. Bidzhiev. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 168 s.
12. Perepelica V.A., Popova E.V. Matematicheskie modeli i metody ocenki riskov jekonomicheskikh, social'nyh i agrarnyh processov. – Rostov n/D: Izd-vo Rost. Un-ta, 2002. – 202s.
13. Peters Je. Haos i porjadok na rynkah kapitala. Novyj analiticheskij vzgljad na cikly, ceny i izmenčivost' rynka / Je. Peters. – M.: Mir, 2000. – 333 s.
14. Peters Je. Fraktal'nyj analiz finansovyh rynkov: Primenenie teorii Haosa v investicijah i jekonomike. – M.: Internet-trejding, 2004. – 304s.
15. Popova E. V. Metody modelirovanija povedenija jekonomicheskikh sistem na osnove analiza vremennyh rjadov / E. V. Popova, A. M. Kumratova, M. I. Popova // Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody. Materialy X mezhdunar. nauchno-prakt. konf. – Voronezh. – 2014. – S. 200-206.

16. Popova E. V. Upravlenie riskami v voprosah bezopasnosti investicij v APK / E. V. Popova, A. M. Kumratova // Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody. Materialy X mezhdunar. nauchno-prakt. konf. - Voronezh, - 2014. - S. 194-200.

17. Sigjel Je. Prakticheskaja biznes-statistika. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2004. -1056s.

18. Feder E. Fraktaly. – M.: Mir, 1991. - 260 s.

19. Jangishieva A. M. Modelirovanie jekonomicheskikh riskov metodami nelinejnoj dinamiki. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskikh nauk / Stavropol'skij gosudarstvennyj universitet. Stavropol', 2005. – 24 s.