

УДК 330.47

UDC 330.47

08.00.00 Экономические науки

08.00.00 Economic science

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА
ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕНДОВ
ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ПРИРОДНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ****MATHEMATICAL METHODS AND TOOLS OF
TRENDS' RESEARCH IN THE
EVOLUTIONARY DEVELOPMENT OF THE
NATURAL AND ECONOMIC PROCESSES**

Кумратова Альфира Менлигуловна
к.э.н., доцент
SPIN-код=2144-8802
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет», г. Краснодар, Россия

Kumratova Alfira Menligulovna
Cand.Econ.Sci., assistant professor
SPIN-code=2144-8802
Federal state budget institution of higher professional
education "Kuban state agrarian University",
Krasnodar, Russia

Представленное исследование выполнялось с учетом того, что к настоящему времени отсутствуют сколько-нибудь завершенные теории прогнозирования временных рядов с памятью. Этот факт обуславливает актуальность и необходимость разработки новых математических методов и алгоритмов для выявления возможной потенциальной прогнозируемости рядов с памятью и построения адекватных прогнозных моделей. Классические методы прогнозирования экономических временных рядов базируются на математическом аппарате эконометрики. Это базирование осуществляется в предположении, что наблюдения, составляющие прогнозируемый временной ряд, являются независимыми, в силу чего выполняется необходимое подчинение нормальному закону. Последнее, однако, является скорее исключением, чем правилом для экономических временных рядов, которые обладают так называемой долговременной памятью. Инструментарием реализации методов нелинейной динамики послужили новые компьютерные технологии, сделавшие возможным исследование сложных явлений и процессов, образно говоря, на экране дисплея. Предложенный подход отличается от классических методов прогнозирования новой реализацией учета трендов (эволюция центров и размеров габаритных прямоугольников), а является новым инструментарием (фазовых портретов) для выявления циклической компоненты рассматриваемого временного ряда

The present study was carried out in the view of the fact that there is no more or less complete theory of time series prediction memory to date. This determines the urgency and necessity of the development of new mathematical methods and algorithms to detect possible potential predictability of the series with the memory and the construction of adequate predictive models. Classical methods of forecasting economic time series are based on the mathematical apparatus of econometrics. It is carried out basing on the assumption that the observations that make up the projected time series are independent, whereby to perform the necessary subordination of the normal law. The latter, however, is the exception rather than the rule for economic time series that have so-called long-term memory. Toolkit implementations of nonlinear dynamics were the new computer technology that made it possible to study complex phenomena and processes "on the display screen". The proposed approach differs from the classical methods of forecasting by the implementation of a new accounting trends (evolution of centers and the size of a bounding box), and is a new tool (phase portraits) to identify the cyclical components of the considered time series

Ключевые слова: ВРЕМЕННОЙ РЯД, ФАЗОВЫЙ ПОРТРЕТ, ГАБАРИТНЫЙ ПРЯМОУГОЛЬНИК, КВАЗИЦИКЛ, ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

Keywords: TIME SERIES, PHASE PORTRAITS, BOUNDING BOXES, QUASICYCLES, PHASE ANALYSIS

В работе представлено еще одно применение исследований, актуальность которого также не вызывает сомнений, а именно,

использование методов фазового анализа к задачам экономико-математического моделирования отрасли растениеводства и природных риск-факторов. Автором комплексно используются как методы классической статистики, так и методы нелинейной динамики.

Переход на новую экономику вызывает необходимость создания принципиально новых инструментальных средств математического моделирования, в том числе и оценки уровня риска, в частности, таких, как фазовый анализ, фрактальный анализ, методы детерминированного хаоса и др.

Касаясь темы актуальности пользы прогнозирования значений временных рядов (ВР) урожайностей сельскохозяйственных культур, можно отметить, что значение планирования, достижения и поддержания высоких темпов экономического роста для обеспечения более высокого уровня жизни населения, постоянно и закономерно возрастает. При любой экономической системе, любой форме собственности планирование и прогнозирование деятельности предприятия является объективной необходимостью. На сегодняшний день санкции – одна из острых тем для политики и экономики. Во всех сферах страна нацелена на импортозамещение. И в сложившейся ситуации производителям не обойтись без помощи государства. Содействие развитию агропромышленных комплексов, территорий и создание условий для успешного функционирования АПК было, есть и остается одной из основных задач, стоящей перед нашей страной.

В статье представлено сравнение результатов предпрогнозного анализа временных рядов разной природы цикличности (цены на пшеницу и объемы стоков горной реки Кубань), полученных на базе фазового анализа. Продемонстрируем метод фазового анализа на базе ВР ежемесячных объемов стоков горной реки Кубань за период с 1926 года по 2003 год (далее ВР «Кубань»), который имеет четкую годовую

цикличность [9]. А в качестве сравнения рассмотрим ВР цен за бушель на пшеницу в американских центах с января 1993 года по декабрь 2014 года (далее ВР «Пшеница»). Отметим, что бушель единица объёма, используемая в английской системе мер. Применяется для измерения сыпучих товаров, в основном сельскохозяйственных. Один бушель пшеницы приблизительно равен 27,2 кг.

Рассмотрим ВР ежемесячных объемов стоков горной реки Кубань:

$$Z = \langle z_i \rangle, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

где N – количество наблюдений или уровней, составляющих этот ВР.

При исследовании ВР стока горных рек достаточно информативным и целесообразным является построение фазовых портретов ВР (1) в фазовом пространстве $F(Z)$ [2,15] размерности 2: $F(Z) = \{(z_i, z_{i+1})\}$, $i = 1, 2, \dots, n-1$. Такого вида фазовая траектория ВР стока горной реки Кубань за период с 1926 года по 2003 год представлена на рисунке 1, причем отметим, что для удобства визуализации, автором выбрана трехцветная раскраска этих фазовых портретов, которая соответствует временным периодам: с января 1926 года по декабрь 1939 года (синий цвет), с января 1946 года по декабрь 1987 года (зеленый цвет) и с января 1988 года по декабрь 2003 год (красный цвет).

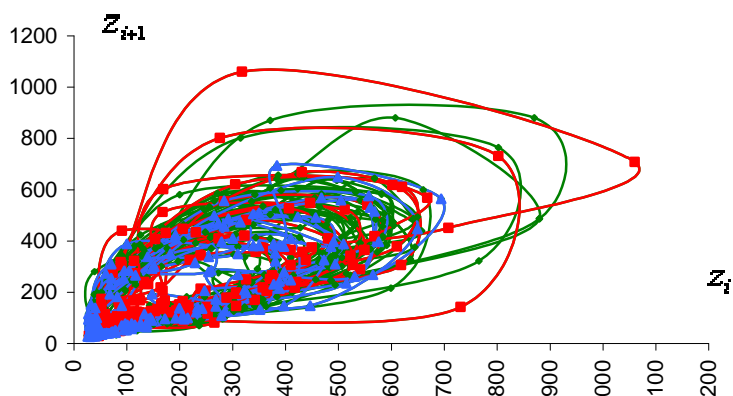


Рисунок 1 – Фазовый портрет временного ряда Z стока горной реки Кубань за период с 1926 по 2003 гг.

Примечание 1. Следуя Петерсу [16], Пакарду [1] и многим другим исследователям для ВР Z (1) в качестве его фазового пространства используем простейший вариант вида

$$\Phi_{\rho}(Z) = \{z_i, z_{i+1}, \dots, z_{n-\rho+1}\}, \quad i = 1, 2, \dots, n - \rho + 1 \quad (2)$$

Как известно, при построении фазового пространства (2) для конкретного временного ряда принципиально важным вопросом является вопрос о его размерности ρ . Эта размерность должна быть не меньше чем размерность аттрактора наблюдаемого ряда. В свою очередь, как известно, в качестве размерности аттрактора с достаточно приемлемой точностью можно использовать фрактальную размерность C его ряда. Значение этой размерности, как отмечено в [16], вычисляется по формуле

$$D = 2 - H \quad (3)$$

Поскольку для анализируемых в настоящей работе значение $H \in (0, 1)$, то получаем оценку $D < 2$ [16]. Таким образом, для целей нашего исследования достаточно использовать фазовое пространство размерности $\rho = 2$.

Рассмотрим этот фазовый портрет в виде траектории, т.е. последовательности точек, в которой каждая соседняя пара соединена звеном, т.е. отрезком или кривой. В этой траектории выделяем также ее отрезки, которые называются термином «фазовые квазициклы» или кратко «квазициклы». Определение фазового квазицикла в определенном смысле близко к определению классического цикла. Различие между этими двумя понятиями состоит в том, что начальная и конечная точки фазового квазицикла не обязательно должны совпадать. Конечная точка квазицикла определяется ее входением в окрестность начальной точки. При этом допускается самопересечение начального и конечного звеньев квазицикла, если это приведет к максимальному сближению начальной и конечной точек. В реальности существуют такие временные ряды эволюционных

процессов, у которых фазовые портреты содержат такие пары несоседних по времени точек (наблюдений), у которых координаты в фазовом пространстве фактически совпадают. Наличие таких пар точек фактически разрушает циклическую структуру фазовых траекторий.

Примечательная и весьма важная особенность прогнозирования рассматриваемых ВР стока горных рек состоит в том, что фазовый портрет состоит из последовательности непересекающихся квазициклов, длина которых равна 12 месяцам. В целом траектория фазового портрета для временного ряда Z состоит из 16-ти непересекающихся квазициклов C_r , $r=1,2,\dots,16$. Все квазициклы строятся с февраля по январь месяц, образуя тем самым 12-месячные циклы (т.е. год).

Отметим, что широко известные и используемые на практике статистические прикладные пакеты сделали доступными и наглядными большинство классических методов исследования, т.к. трудоемкую работу по расчету различных статистических показателей, параметров, характеристик, построение таблиц и графиков в основном стал выполнять в автоматическом режиме компьютер. На долю исследователя остается главным образом творческая работа: постановка задачи, выбор метода её решения, интерпретация по реализации результатов. Именно эту цель и преследует разработанная и представленная автором в статье программа «Фазовый анализ» (среда Си++) для автоматической реализации расчетов фазового анализа (в соответствии с рисунком 4). Эта программа имеет удобный интерфейс и дает возможность экономисту-эксперту реализовать аналитический процесс.

Примечание 2. На рисунке 3 в терминах инструментария фазового анализа в качестве типичного представлен отдельный годовой цикл, принадлежащий ВР Z (1).

Наряду с ВР «Кубань» (в соответствии с рисунком 4а) построены фазовые портреты для ВР «Пшеница» (в соответствии с рисунком 4б).

Последнее обусловлено существованием лага в работе алгоритма последовательного анализа. В данном случае размер этого лага равен 3. На рисунке 2а указанный лаг представлен тремя точками, окрашенными в розовый цвет, это точки 13, 14 и 15.

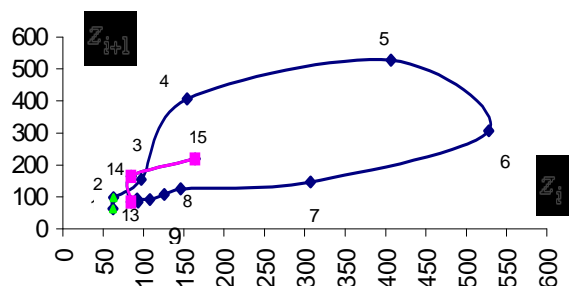


Рисунок 2 – Первый квазицикл фазового портрета $\Phi_2(Z)$, включая лаг – 13, 14, 15

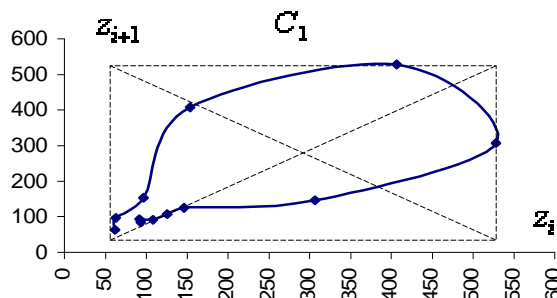
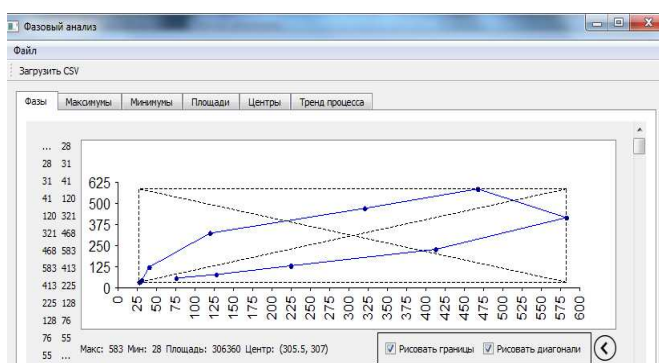
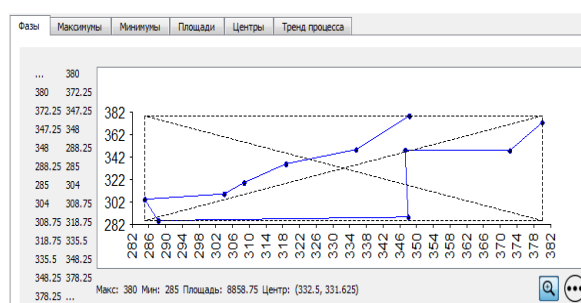


Рисунок 3 – Первый 12-месячный квазицикл BP Z



а) BP «Кубань»



б) BP «Пшеница»

Рисунок 4 – Вкладка «Фазовые портреты» программы «Фазовый анализ»

Размерности L_k всех 16 квазициклов представлены в таблице 1.

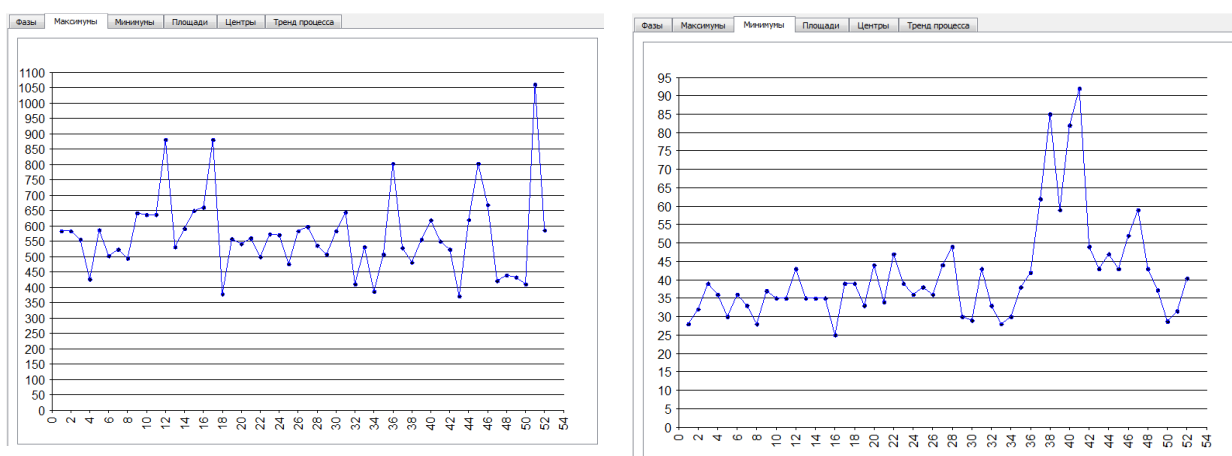
Таблица 1 – Размерности квазициклов и номера точек срыва в R/S-траекториях

C_k	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
L_k	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Обозначим через Z_k такой отрезок BP Z, который получается путем удаления из Z всех точек наблюдения, относящихся к квазициклам C_1, C_2, \dots, C_{r-1} ; согласно этому определению $Z_1 = Z$.

Из таблицы 1 вытекает вывод о том, что наличие долговременной памяти в рассматриваемом BP наряду с другими факторами обусловлено также циклической компонентой этого BP.

Примечание 3. Для каждого квазицикла C_r определим понятие «габаритный прямоугольник квазицикла C_r ». Через точки (z_i, z_{i+1}) с максимальным и минимальным значением абсциссы (ординаты) проводим прямые, параллельные оси ординат (абсцисс). Пересечение двух полученных пар параллельных прямых (на рисунке 2б представлены пунктиром) и образует габаритный прямоугольник квазицикла C_r . Иными словами, габаритный прямоугольник представляет собой такую минимальную выпуклую оболочку точек квазицикла C_r , которая является прямоугольником со сторонами, параллельными осям координат. Пересечение диагоналей габаритного прямоугольника определяет так называемый *центр вращения квазицикла* O_r , координаты которого обозначим $O_r(x_r, y_r)$.

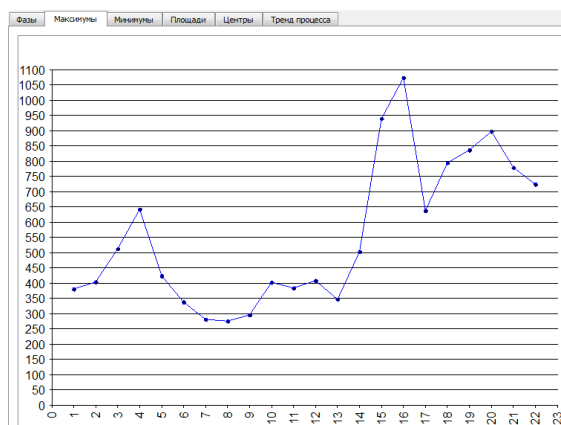


а) ВР «Кубань»

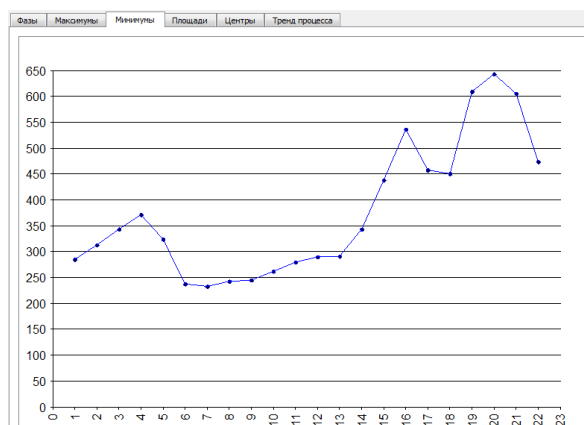
б) ВР «Кубань»

Рисунок 5 – Эволюция максимальных и минимальных значений по оси Ox ВР ежемесячных объемов стоков горной реки Кубань за период с 1926 года по 2003 год с учетом параметра времени.

Вкладки «Максимумы» и «Минимумы» программы «Фазовый анализ»



а) ВР «Пшеница»



б) ВР «Пшеница»

Рисунок 6 – Эволюция максимальных и минимальных значений по оси Ох ВР цен на пшеницу в американских центах за бушель с января 1993 года по декабрь 2014 года с учетом параметра времени.

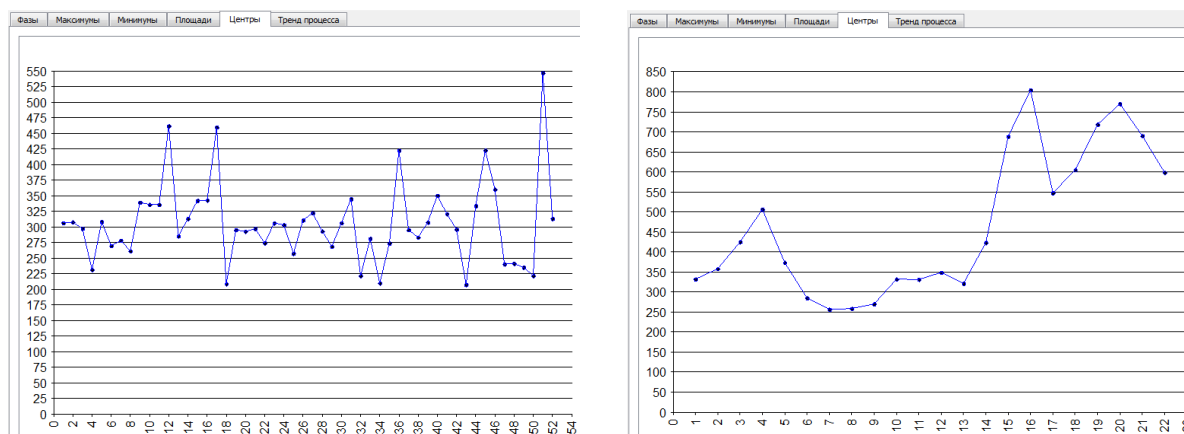
Вкладки «Максимумы» и «Минимумы» программы «Фазовый анализ»

Перечислим выявленные характерные особенности фазового портрета ВР Z.

1. Фазовый портрет ВР Z разбивается на квазициклы, которые имеют размерность 12. Этот факт в достаточной степени согласуется с результатами фрактального анализа, посвященного оценке глубины памяти ВР [22].

2. В каждом квазицикле в точности каждое звено имеет направление вращения по часовой стрелке. При этом габаритный прямоугольник можно разбить на 4 сектора прямыми линиями, параллельными осям координат с пересечением в центре габаритного прямоугольника.

3. Центры квазициклов $O_r(x_r, y_r)$, в порядке их нумерации $r = \overline{1, 72}$ эволюционируют по определенной траектории, точки которой расположены в достаточно малой окрестности биссектрисы положительного ортанта декартовых координат.



а) ВР «Кубань»

б) ВР «Пшеница»

Рисунок 7 – Эволюция центров квазициклов исследуемых временных рядов

Как видно из рисунка 8, хотя координаты центров всех квазициклов определяют собой точки биссектрисы положительного органта x_r, x_{r+1} декартовых координат. Однако траектория движения этих координат характеризуется значительным размахом $R \approx 550 - 200 = 350$, что более чем в 1,5 раза превосходит точку минимума.

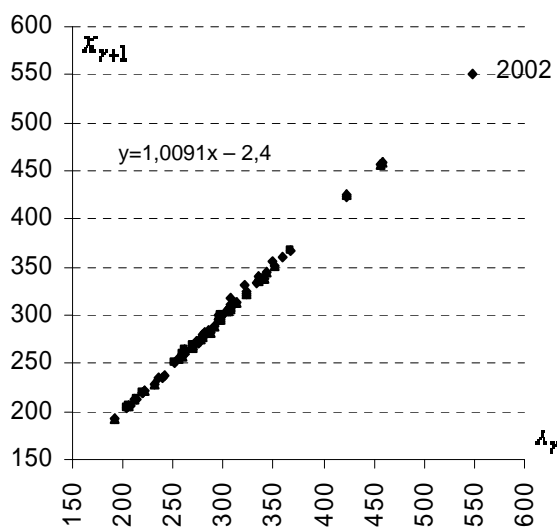
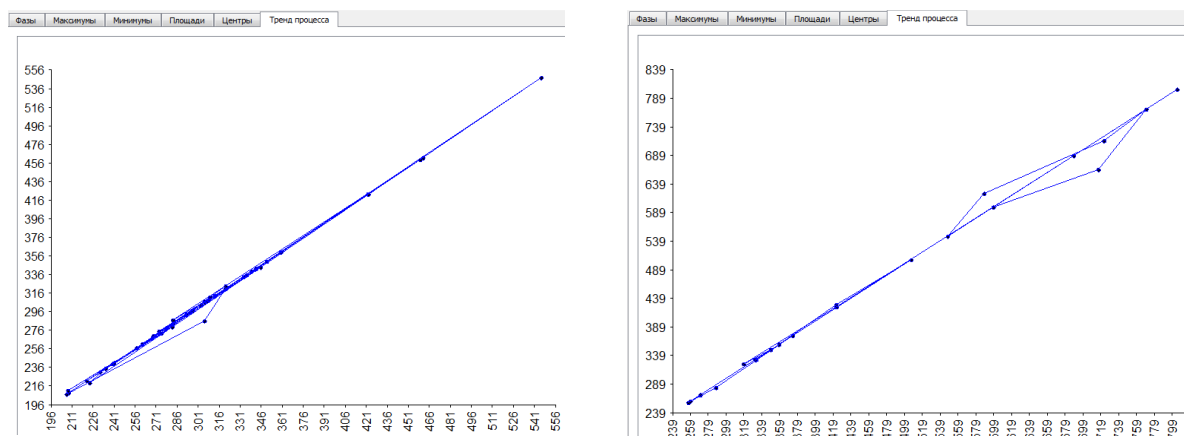


Рисунок 8 – Эволюция центров квазициклов ВР Z за период с 1926 по 2003 гг.



а) ВР «Кубань»

б) ВР «Пшеница»

Рисунок 9 – Эволюция центров квазициклов ВР «Кубань» и «Пшеница»

В свете этого факта представляет интерес выявить долгосрочные тенденции, которым подчиняется эволюционирование этих центров габаритных прямоугольников. С этой целью осуществлено разбиение на рисунке 10 на три периода: 1926-1940гг. – рисунок 10а; 1946-1987гг. – рисунок 10б; 1988-2003гг. – рисунок 10в. Из визуализации рисунка 8 с достаточной определенностью проявляется следующая тенденция: при приблизительно одном и том же значении $\min \approx 200$ с течением времени растет значение размаха в следующем соотношении: $R_1 \approx 350 - 200 = 150$ (рисунок 10а), $R_2 \approx 450 - 200 = 200$ (рисунок 10б), $R_3 \approx 550 - 200 = 350$ (рисунок 10в). Приведенный ряд значений величины размаха подтверждает известное высказывание климатологов о существовании общей тенденции потепления климата в северном полушарии, т.к. наполнение горных рек, особенно в летние месяцы, определяется интенсивностью таяния ледников.

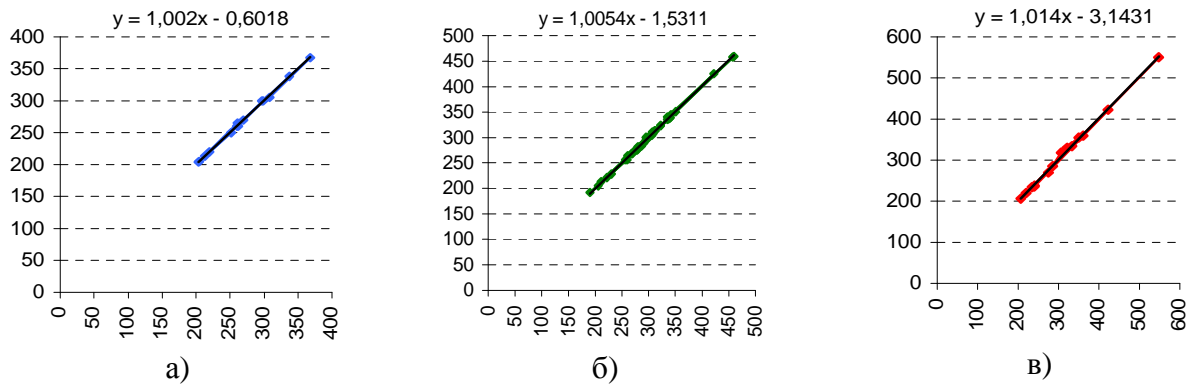


Рисунок 10 – Разложение траектории центров на временные периоды

4. Эволюционирование размеров (площади) габаритных прямоугольников квазициклов имеет циклический характер, что вытекает из визуализации рисунка 11.

На основании проведенного анализа автором предлагается следующий подход к прогнозированию ВР рассмотренного вида, который состоит из следующих этапов:

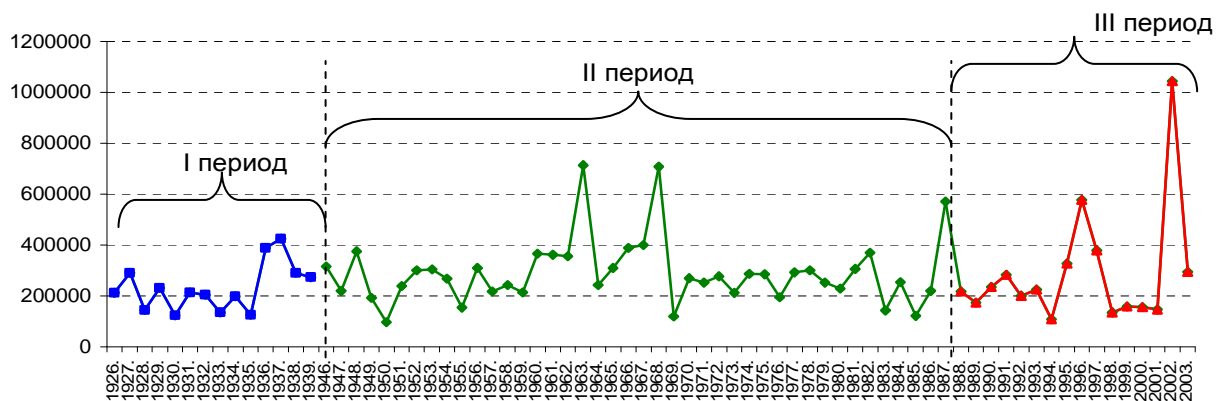
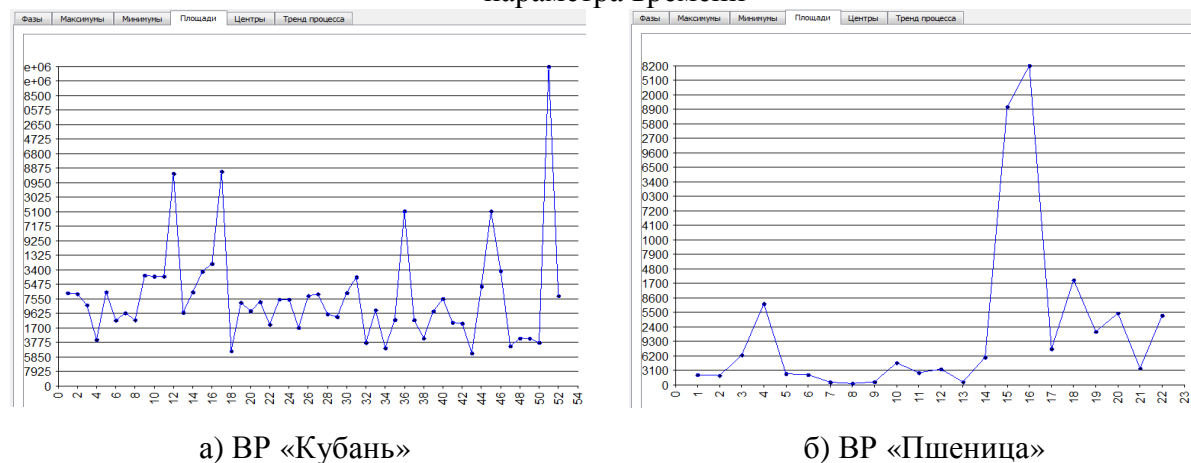


Рисунок 11 – Движение площадей габаритных прямоугольников с учетом параметра времени



а) ВР «Кубань»

б) ВР «Пшеница»

Рисунок 12 – Движение площадей габаритных прямоугольников с учетом параметра времени. Вкладка «Площади» программы «Фазовый анализ»

Этап 1. Фрактальный анализ ВР (1) с целью установления наличия долговременной памяти и оценки ее глубины. На выходе получаем нечеткое множество $L = L(Z) = \{(l, \mu_l)\}$ оценки глубины памяти ВР Z .

Этап 2. Построение для данного ВР фазового портрета $\Phi_p(Z)$.

Этап 3. Разложение фазового портрета на квазициклы C_r , с учетом того факта, что могут оказаться незавершенными начальный и конечный квазициклы.

Этап 4. Проведение анализа эволюции центров квазициклов $O_r(x_r, y_r)$, эволюции размеров (площади) габаритных прямоугольников квазициклов, а также характера вращения звеньев квазициклов.

Этап 5. Построение прогноза по принципу продолжения (достройки) соответствующего квазицикла с использованием результатов этапа 4 для двух случаев, когда последний квазицикл является:

а) незавершенным (используем габаритные размеры и характер вращения квазициклов с учетом сектора габаритного прямоугольника, которому принадлежит прогнозируемая точка);

б) завершенным (используем габаритные размеры и характер вращения квазициклов, но с учетом эволюции центров и переходов от завершающей точки одного цикла к начальной точке нового цикла).

Таким образом, предложенный подход отличается от классических методов прогнозирования новой реализацией учета трендов (эволюция центров и размеров габаритных прямоугольников), а является новым инструментарием (фазовых портретов) для выявления циклической компоненты рассматриваемого ВР.

Литература

1. Packard N. Geometry from a Time Series / N. Packard, J. Crutchfield, D. Farmer and R. Shaw. Physical Review Letters 45, 1980.
2. Винтизенко И. Г. Детерминированное прогнозирование в экономических системах // Труды III международной конференции «Новые технологии в управлении, бизнесе и праве», Невинномысск: Издательство ИУБП, 2003. -С.163-167.

3. Иванов А.В. Многокритериальная модель ранжирования заболеваемости населения с оценкой риска их распространения / А. В. Иванов, В.А. Перепелица, Е. В. Попова, Н. И. Соломашенко, А. М. Янгишиева // Человек и Вселенная. 2002. – № 8. – С. 79-89.
4. Кумратова А. М. Выявление свойств прогнозируемости методами классической статистики / А. М. Кумратова // В сборнике: Актуальные проблемы социально-экономических исследований сборник материалов 6-й Международной научно-практической конференции. НИЦ «Апробация». 2014. С. 99-101.
5. Кумратова А. М. Исследование тренд-сезонных процессов методами классической статистики / А.М. Кумратова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 103. – С. 312-323.
6. 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.
7. Кумратова А. М. Методы многокритериальной оптимизации и классической статистики для оценки риск-экстремальных значений / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, Н. В. Третьякова // Известия КубГУ. Естественные науки. 2014. № 1. С. 55-60.
8. 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.
9. 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.
10. Кумратова А. М. Прогноз динамики экономических систем: клеточный автомат / А. М. Кумратова. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 241 с.
11. 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.
12. Кумратова А. М. Сопоставительный анализ прогноза урожайности для зон рискованного земледелия / А. М. Кумратова // В сборнике: Экономическое прогнозирование: модели и методы материалы X международной научно-практической конференции. Воронеж, 2014. С. 174-179.
13. 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.
14. 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.
15. Перепелица В. А. Использование методологии нелинейных динамических систем в дискретной многокритериальной оптимизации / В.А. Перепелица, Е. В. Попова, В. А. Окопная // Деп. в ВИНТИ, 1998. № 2619-В98. - 118с.
16. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка / Э. Петерс. - М.: Мир, 2000. - 333 с.
17. Подгорнова Н. А. Прогнозирование временных рядов потоков денежных средств предприятия с помощью нейросетевых технологий / Н. А. Подгорнова // Перспективы науки. 2010. № 8 (10). С. 37-43.

18. Попова Е. В. Методы моделирования поведения экономических систем на основе анализа временных рядов / Е. В. Попова, А. М. Кумратова, М. И. Попова // В сборнике: Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы X международной научно-практической конференции. - Воронеж, - 2014. - С. 200-206.
19. Попова Е. В. О прогнозировании дискретных эволюционных процессов на базе теории нечетких множеств и линейных клеточных автоматов / Е. В. Попова, А. М. Янгишиева, С. Н. Степанов, С. А. Чижиков // Труды КубГАУ. – 2007. – № 5. – С. 32-36.
20. Попова Е. В. Управление рисками в вопросах безопасности инвестиций в АПК / Е. В. Попова, А. М. Кумратова // В сборнике: Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы X международной научно-практической конференции. - Воронеж, - 2014. - С. 194-200.
21. Попова Е. В. Устойчивость развития аграрного сектора: комплекс математических методов и моделей / Е. В. Попова, А. М. Кумратова, Л. А. Чикатуева // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2013. – №06(090). - С. 794-809.
22. 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. Packard N. Geometry from a Time Series / N. Packard, J. Crutchfield, D. Farmer and R. Shaw. Physical Review Letters 45, 1980.
2. Vintzenko I. G. Determinirovannoe prognozirovanie v jekonomicheskix sistemah // Trudy III mezhdunarodnoj konferencii «Novye tehnologii v upravlenii, biznese i prave», Nevinnomyssk: Izdatel'stvo IUBP, 2003. -S.163-167.
3. Ivanov A.V. Mnogokriterial'naja model' ranzhirovanija zaboлеваemosti naselenija s ocenкой riska ih rasprostraneniya / A. V. Ivanov, V.A. Perepelica, E. V. Popova, N. I. Solomashhenko, A. M. Jangishieva // Chelovek i Vselennaja. 2002. – № 8. – S. 79-89.
4. Kumratova A. M. Vyjavlenie svojstv prognoziruемости metodami klassicheskoj statistiki / A. M. Kumratova // V sbornike: Aktual'nye problemy social'no-jekonomicheskix issledovanij sbornik materialov 6-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. NIC «Aprobacija». 2014. S. 99-101.
5. Kumratova A. M. Issledovanie trend-sezonnyh processov metodami klassicheskoj statistiki / A.M. Kumratova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 103. – S. 312-323.
6. Kumratova A. M. Metody iskusstvennogo intellekta dlja prinjatija reshenij i prognozirovanija povedeniya dinamičeskix sistem / A. M. Kumratova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 103. – S. 324-341.
7. 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.
8. 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-prakticheskoj konferencii. Voronezh, 2014. S. 169-174.

9. 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.
10. Kumratova A. M. Prognoz dinamiki jekonomicheskikh sistem: kletochnyj avtomat / A. M. Kumratova. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – 241 s.
11. 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-prakticheskoj konferencii. NIC «Aprobacija». 2014. S. 89-98.
12. Kumratova A. M. Sopostavitel'nyj analiz prognoza urozhajnosti dlja zon riskovogo zemledelija / A. M. Kumratova // V sbornike: Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody materialy X mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Voronezh, 2014. S. 174-179.
13. 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.
14. Kumratova A. M. Jekonomiko-matematicheskoe modelirovanie riska v zadachah upravlenija resursami zdravoohranenija / A. M. Kumratova, E. V. Popova, A. Z. Bidzhiev. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 168 s.
15. Perepelica V. A. Ispol'zovanie metodologii nelinejnyh dinamicheskikh sistem v diskretnoj mnogokriterial'noj optimizacii / V.A. Perepelica, E. V. Popova, V. A. Okopnaja // Dep. v VINITI, 1998. № 2619-V98. - 118s.
16. Peters Je. Haos i porjadok na rynkah kapitala. Novyj analiticheskij vzgljad na cikly, ceny i izmenchivost' rynka / Je. Peters. - M.: Mir, 2000. - 333 s.
17. Podgornova N. A. Prognozirovanie vremennyh rjadov potokov denezhnyh sredstv predprijatija s pomoshh'ju nejrosetevykh tehnologij / N. A. Podgornova // Perspektivy nauki. 2010. № 8 (10). S. 37-43.
18. Popova E. V. Metody modelirovanija povedenija jekonomicheskikh sistem na osnove analiza vremennyh rjadov / E. V. Popova, A. M. Kumratova, M. I. Popova // V sbornike: Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody. Materialy X mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Voronezh, - 2014. - S. 200-206.
19. Popova E. V. O prognozirovanii diskretnykh jevoljucionnyh processov na baze teorii nechetkih mnozhestv i linejnyh kletochnyh avtomatov / E. V. Popova, A. M. Jangishieva, S. N. Stepanov, S. A. Chizhikov // Trudy KubGAU. – 2007. – № 5. – S. 32-36.
20. Popova E. V. Upravlenie riskami v voprosah bezopasnosti investicij v APK / E. V. Popova, A. M. Kumratova // V sbornike: Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody. Materialy X mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Voronezh, - 2014. - S. 194-200.
21. Popova E. V. Ustojchivost' razvitija agrarnogo sektora: kompleks matematicheskikh metodov i modelej / E. V. Popova, A. M. Kumratova, L. A. Chikatueva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2013. – №06(090). - S. 794-809.
22. 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.