

УДК 519.6

UDC 519.6

ТОЧНЫЙ ПРОГНОЗ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

ACCURATE FORECAST AS AN EFFECTIVE WAY TO REDUCE THE ECONOMIC RISK OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Кумратова Альфира Менлигуловна
к.э.н., доцент
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

Kumratova Alfira Menligulovna
Cand.Econ.Sci., assistant professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье рассматриваются вопросы путей снижения финансово-экономических и социальных рисков на базе точного прогноза. Исследуются значения природных временных рядов урожайности озимой пшеницы, минимальных зимних, зимне-весенних суточных температур. Особенностью временных рядов этого класса является неподчинение нормальному закону распределения, отсутствие видимого тренда

This article discusses the ways of reducing the financial, economic and social risks on the basis of an accurate prediction. We study the importance of natural time series of winter wheat yield, minimum winter, winter-spring daily temperatures. The feature of the time series of this class is disobeying a normal distribution, there is no visible trend

Ключевые слова: R/S-АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ, ЭМПИРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ПАМЯТЬ, ПОКАЗАТЕЛЬ ХЕРСТА, АГРАРНЫЙ СЕКТОР

Keywords: R/S-ANALYSIS OF NATURAL TIME SERIES, EMPIRICAL DISTRIBUTION FUNCTION, LONG-TERM MEMORY, HURST EXPONENT, AGRICULTURAL SECTOR

Настоящая работа посвящена анализу временных рядов, отражающих эволюцию природных процессов и систем. В этом контексте одной из важнейших задач, стоящих перед страной, является проблема устойчивости сельскохозяйственного производства. Как известно, подавляющее большинство пахотных угодий нашей страны находится в зоне рискованного земледелия. Межгодовые колебания в производстве сельскохозяйственной продукции достигают 25%. Не вызывает сомнения, что точный прогноз урожайности следующего года может, в конечном счете, представлять собой наиболее экономный и наиболее эффективный способ снижения экономического риска всего агропромышленного комплекса.

Основную суть комплекса мероприятий по снижению экономического риска, обусловленного погодно-климатическими колебаниями, представляют следующие мероприятия:

- варьирование различных сортов культур не только по районам региона, но и с учетом ожидаемых в следующем году климатических условий, имея в виду использование в неблагоприятном году наиболее устойчивых неприхотливых сортов; более того, возможна замена не только сортов, но и видов культур, например, расширения посевов озимой ржи за счет сокращения посевов яровой пшеницы;

- использование, так называемой, асинхронности урожаев различных культур [3], имея в виду возможность расширять посевы культуры, для которой прогноз благоприятный, за счет уменьшения площади посева культуры с неблагоприятным прогнозом урожая культуры;

- варьирование нормы внесения удобрений под различные культуры для различных агроклиматических ситуаций (благоприятная, средняя, неблагоприятная) и с учетом экономической эффективности, вытекающей из соотношения затрат-доходов и ожидаемых цен на рынке;

- взаимоувязывание выноса питательных веществ почвы с колебаниями метеопроцессов, например, перед неблагоприятным годом целесообразно расширять площадь под парами или под бобовыми, которые характеризуются пониженным выносом питательных веществ;

- варьирование различными технологиями обработки почвы в зависимости от прогноза относительно климатических условий следующего года, например, в засушливый год следует использовать щадящие технологии, сохраняющие влагу в почве, а в благоприятный год использовать активные технологии, позволяющие эффективно бороться и получать максимальный урожай;

- планирование форвардных и фьючерсных операций, межгосударственного сотрудничества, заключения торговых соглашений с учетом прогноза урожайности и ожидаемой конъюнктуры внутреннего и мирового рынков;

- определение размеров государственных резервов продовольствия по критерию минимизации затрат на создание и хранение этих резервов.

Как показывают оценочные расчеты, учет средне- и долгосрочных агрометеорологических прогнозов только за счет рационального использования удобрений и проведения экспортно-импортных операций позволяет повысить на 10-15% уровень устойчивого обеспечения потребности страны в зерне [14,27]. Неудивительно, что внимание большого количества ученых, хозяйственников и плановых органов направлено на вопросы долгосрочного прогнозирования природных условий сельскохозяйственного производства. Подавляющее большинство предпринятых в этом направлении исследований базируется на применении системно-статистических методов. Возможно, наиболее надежные методы прогнозирования разработаны в процессе создания системы «Зонт» [27]. Оправдываемость полученных на её базе прогнозов достигает 90%. В ряду научных результатов, полученных при разработке системы «Зонт», особого внимания заслуживают выявленные закономерности в поведении временных рядов урожайности сельскохозяйственных культур. Впервые доказана на строгом математическом уровне возможность прогнозирования межгодовых колебаний урожаев, основываясь на информации, аккумулированной в самих рядах урожаев, иными словами, этим рядам присуща так называемая «долговременная память» [17,18,19,23]. Вместе с тем эти результаты оставляют открытым вопрос о хотя бы 95% оправдываемости долгосрочных прогнозов урожайностей сельскохозяйственных культур в зоне рискованного земледелия. Представленные в списке литературы [27] многочисленные публикации, можно рассматривать в качестве начальной стадии фундаментального анализа временных рядов урожайностей сельскохозяйственных культур. При этом заметим, что надёжные методы прогноза есть ни что иное, как наиболее действенный способ снижения

финансово-экономического и социального рисков, как в рамках отдельного региона, так и в масштабе всей страны [16,20,27].

В качестве конкретных объектов для исследования в настоящей работе рассмотрены три временных ряда. Первый из них представляет собой ряд минимальных суточных температур, остальные два представляют собой урожайности озимой пшеницы соответственно для Ставропольского края и для Карачаево-Черкесской Республики (КЧР).

Из визуализации ряда урожайностей (см. рисунок 1) вытекает, что в сельскохозяйственной истории Ставропольского края существует, по крайней мере, два качественно различных периода, обусловленных сменой применяемых технологий возделывания культур, перехода на более продуктивные сорта пшеницы и т.д.[3]. Первым является период с 1970г. до 1933 г. Оставшаяся часть относится ко второму периоду. Для наглядности на рисунках 1, 2 и 3 приведены графические представления соответственно всего ряда, первой и второй части рассматриваемого ряда. Рассмотренный ряд минимальных зимних и зимне-весенних суточных температур имеет длину 824 (отражает период с 1995 по 1999 гг.). На рисунке 4 приведено графическое представление этого временного ряда.

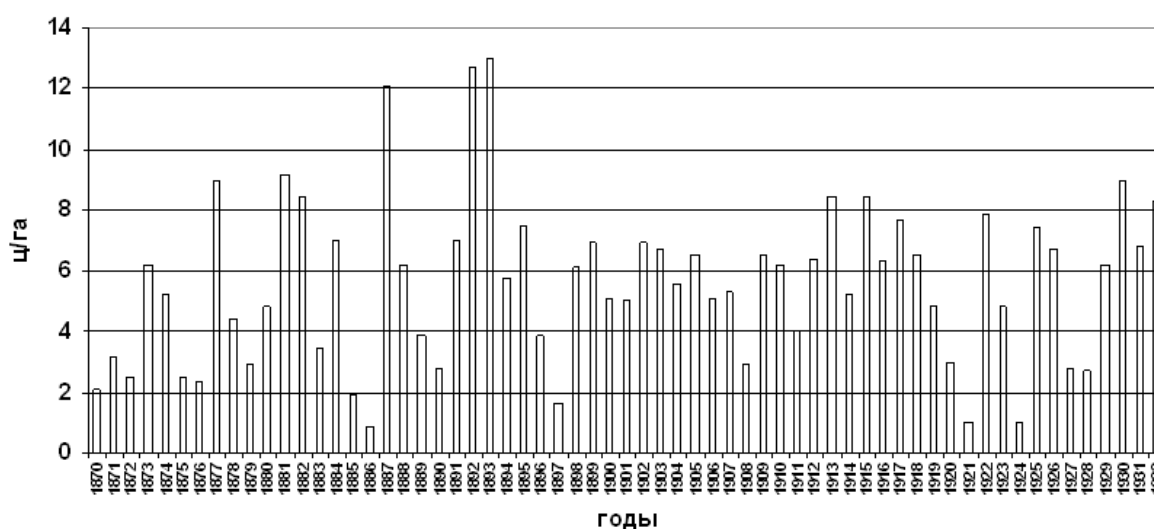


Рисунок 1 – Гистограмма для временного ряда урожайностей по Ставропольскому краю за период с 1870 по 1933 гг.

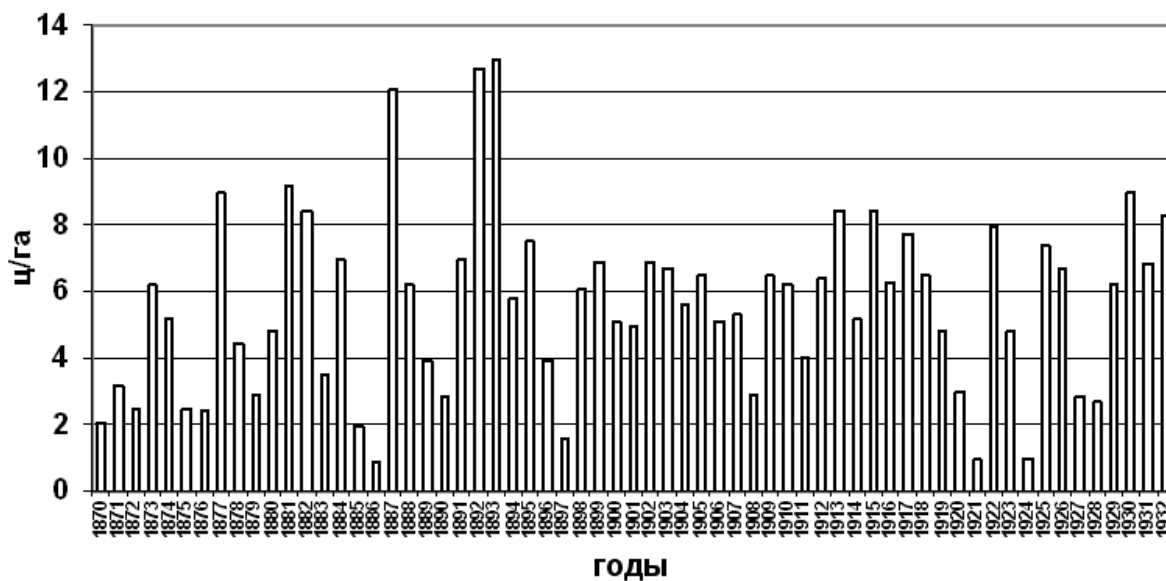


Рисунок 2 – Гистограмма для временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за период с 1870 по 1933 гг..

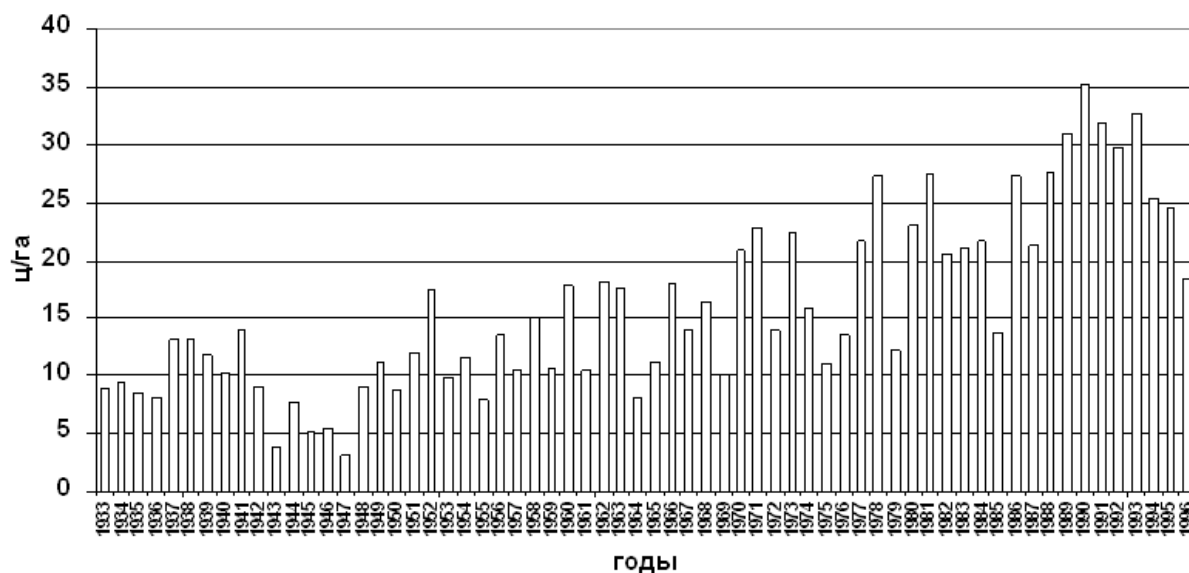


Рисунок 3 – Гистограмма для временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за период с 1934 по 1996 гг..

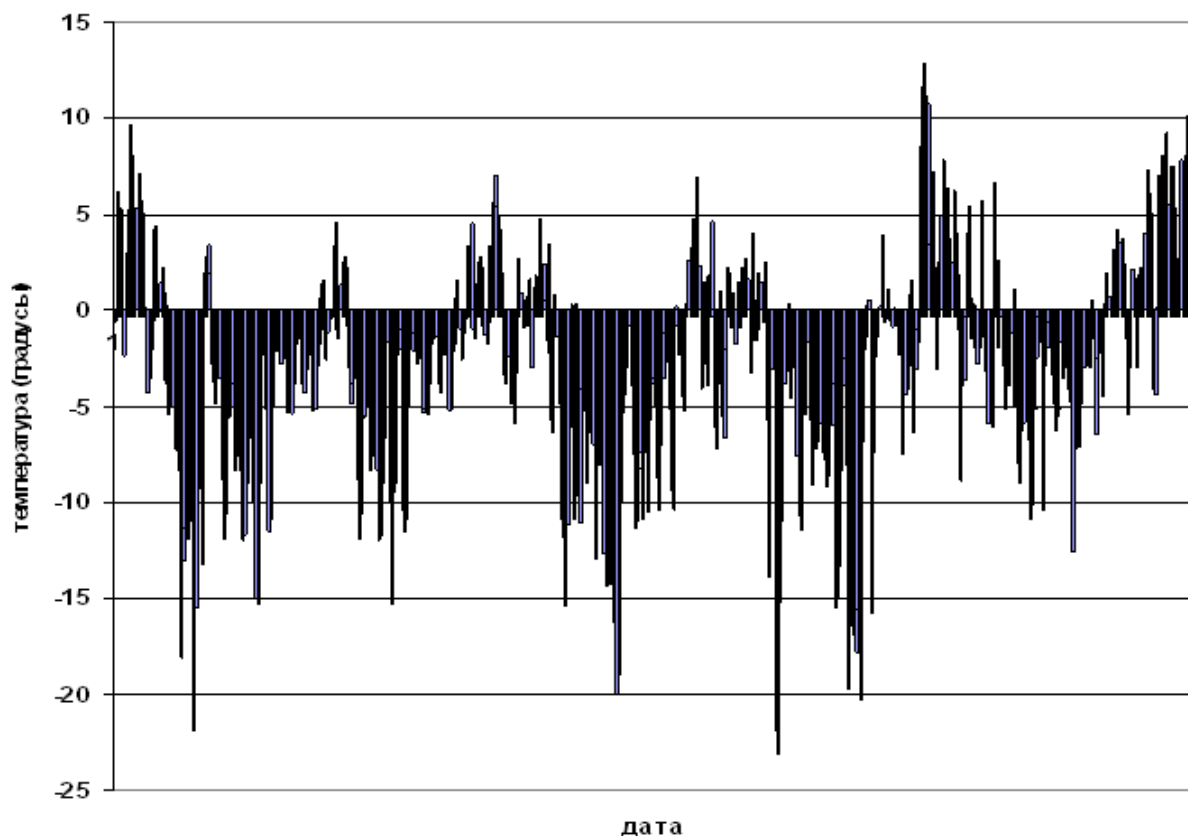


Рисунок 4 – Гистограмма для временного ряда минимальных зимних, зимне-весенних суточных температур по КЧР с 1995 по 1999 гг.

Ограничимся также только графическим представлением рассмотренного временного ряда урожайностей озимой пшеницы по КЧР в период с 1960 по 2001 годы (см. диаграмму на рис.5).

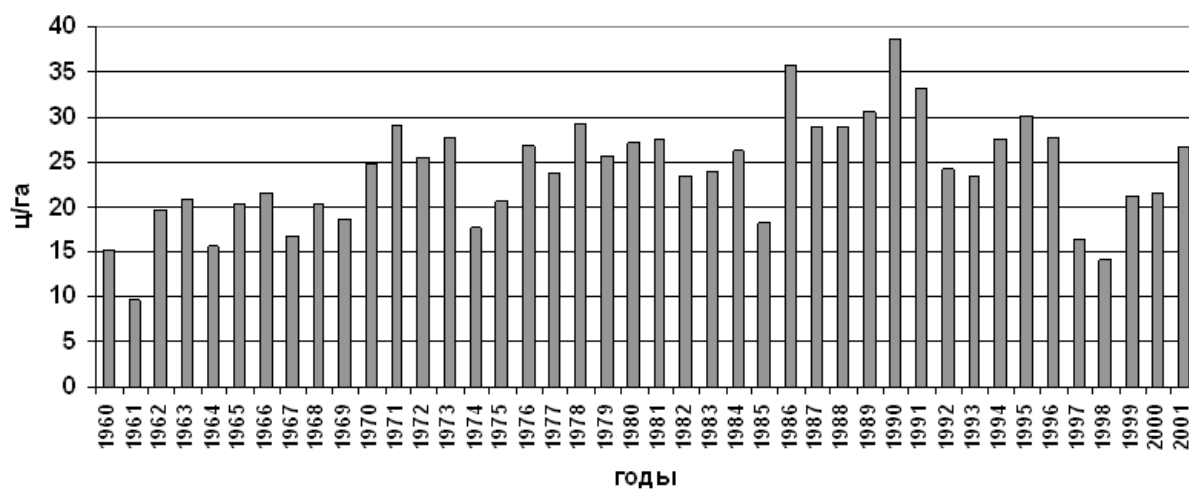


Рисунок 5 – Гистограмма временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Карачаево-Черкесской Республике с 1960 по 2001 гг.

Как отмечено в [27], такие ряды аккумулируют информацию о колебаниях погодных условий и их влиянии на урожайность сельскохозяйственных культур. Иными словами, в этих рядах заключена информация об определенных закономерностях, которые в научной литературе принято относить к так называемой долговременной памяти [19]. Одно из основных научных положений в [27] звучит так: «Межгодовые колебания природных условий зернопроизводства происходят в зависимости от природно-климатических условий, складывающихся в предшествующем году». Там же сформулировано предположение о существовании так называемой «скрытой дробной квазипериодичности в рядах урожайностей».

В [27] также отмечены фрактальные свойства временных рядов урожайностей, что, вообще говоря, можно считать общепризнанным фактом в целом по отношению к природным объектам и процессам. Суть этого факта заключается в том, что природа не является рядом повторяющихся закономерностей, а в противоположность этому характеризуется локальной случайностью и глобальным порядком. Каждый естественный фрактал отличен в деталях и в то же время подобен любому другому в общей концепции. Например, все дубовые деревья различны, и в то же время легко узнаются как дубы. На дальнейшее оговоримся, что изложение основ фрактальной геометрии можно найти в [1,19]. Однако следует обратить внимание на сущность содержательного различия фрактальных геометрических объектов и фрактальных временных рядов. Первые из них обнаруживают пространственное самоподобие. А фрактальные временные ряды имеют статистическое самоподобие во времени, причем это самоподобие чаще всего имеет наглядное графическое представление.

Особо отметим, что для нас не является самоцелью обнаружение свойств самоподобия для рассматриваемого временного ряда. Дело в том,

что временной ряд, обладающий свойством самоподобия, характеризуется прежде всего тем, что его вероятностное распределение не подчиняется нормальному закону. Свойство самоподобия означает так же то, что рассматриваемый временной ряд характеризуется долговременными корреляциями или, иначе говоря, имеет упомянутую выше «долгую память». Как отмечено в [19], при наличии вышеуказанных двух свойств (самоподобие и неподчинение нормальному закону) обуславливает неправомерность использования среднего квадратического отклонения (СКО) σ в качестве меры риска. В таком случае вместо СКО рекомендуется привлекать фрактальную размерность временного ряда с целью хотя бы косвенной оценки меры риска. Здесь термин «косвенная оценка» подразумевает качественную сравнительную характеристику, т.е. если у одного объекта фрактальная размерность больше (меньше) по сравнению с другим объектом, то, соответственно, ему присуща большая (меньшая) мера риска.

Исследуемые в настоящей работе временные ряды отражают эволюцию природных процессов. Для того, чтобы иметь возможность сравнивать фрактальные свойства различных природных процессов, таких, как сток рек, отложение ила или рост колец деревьев, Херст [19] использовал при анализе временных рядов наблюдений безразмерный показатель в виде отношения двух величин: «размах (R) накопленного отклонения от среднего» к «среднеквадратическому отклонению (S)» - так называемый (R/S) метод. Познавательная сила понятия фрактальной размерности состоит в том, что с её помощью можно упорядочивать исследуемые процессы по свойствам хаотичности или сложности и, таким образом, классифицировать (разделять) их. Для отражения специфической сути таких процессов используются такие термины, как «розовый шум» и «черный шум» [19,21].

«Розовый шум» присущ так называемым антиперсистентным рядам

[19]. Такого вида ряд реверсирует чаще, чем ряд случайный, т.е. если ряд возрастал в предыдущий период, то наиболее вероятно, что он будет снижаться в следующий период и наоборот.

«Черный шум» присущ персистентным рядам, которые склонны следовать трендам [19], т.е. если значение ряда увеличилось в предыдущий период, то наиболее вероятно, что они будут продолжать увеличиваться и в следующий период. Персистентный ряд имеет долгую память, т.е. в нем имеют место долговременные корреляции между текущими событиями и событиями будущими.

Заметим, что в контексте этих пояснений общеизвестный термин «белый шум» относится к таким явлениям, как совершенно не скореллированный сигнал. Херст показал, а его последователи подтвердили, что большинство изученных природных явлений имеют персистентные временные ряды, т.е. ряды с «черным шумом».

В контексте этого факта очень интересным является вопрос: Временные ряды урожайностей в зоне рискованного земледелия России – это персистентные или антиперсистентные ряды? Оказалось, что для Ставропольского края временному ряду урожайности озимой пшеницы явно присущ «черный шум», т.е. он является персистентным. Т.о. поведение урожайностей в зоне рискованного земледелия представляет собой типичное явление среди подавляющего большинства природных процессов и явлений [6,9,11]. Вкратце охарактеризуем методологию выявления «цвета шума» применительно к временным рядам урожайностей.

Рассмотрим методологию R/S -анализа применительно к природным временным рядам.

Пусть u_t - урожайность в году t , $t=1,2,\dots,n$, M_n - средняя урожайность за n лет,

$$X_{T,n} = \sum_{t=1}^T (u_t - M_n) \quad (1)$$

где $X_{N,n}$ - накопленное отклонение за T лет в ряду длины n ;

$$R = \max_T(X_{T,n}) - \min_T(X_{T,n}) \quad (2)$$

где R - размах отклонения в рассматриваемом ряду, σ - среднее квадратическое отклонение рассматриваемого ряда. Херст ввел следующее соотношение:

$$\frac{R}{\sigma} = (a * n)^H, \quad (3)$$

где a - константа из (0,1) и H - показатель Херста.

Показатель Херста имеет следующую известную содержательную и качественную трактовку [1,19].

1) Если в выражении (3) значение $H=0,5$, то мы имеем дело с известным нам белым шумом, т.е. анализируемый временной ряд отражает случайное блуждание. Например, броуновское движение.

2) Если H принимает значение в окрестности точек 0,7; 0,8; 0,9, то имеем дело с «черным шумом», т.е. с персистентным рядом, который обладает долговременной памятью. Именно это свойство персистентности и присуще большинству рядов отражающих природные процессы.

3) Если же H принимает значения 0,1; 0,2; 0,3, то мы имеем дело с «розовым шумом», т.е. антиперсистентным рядом. Принято говорить, что такой ряд волатилен, т.е. более изменчив, чем ряд случайный. Он состоит из частых реверсов «спад-подъем». В этом случае принято также говорить, что рассматриваемой системе присущ «возврат к среднему». Как утверждается в монографии [19], до сих пор найдено очень мало существующих в реальности антиперсистентных рядов.

Расчеты, проведенные по формулам (1)-(3) для временного ряда урожайностей Ставропольского края, привели к значению коэффициента

показателя Херста $H=0,93$, т.е. в зоне рискованного земледелия, по крайней мере Ставропольского края, временной ряд урожайностей озимой пшеницы имеет явно «черную» окраску, т.е. является персистентным.

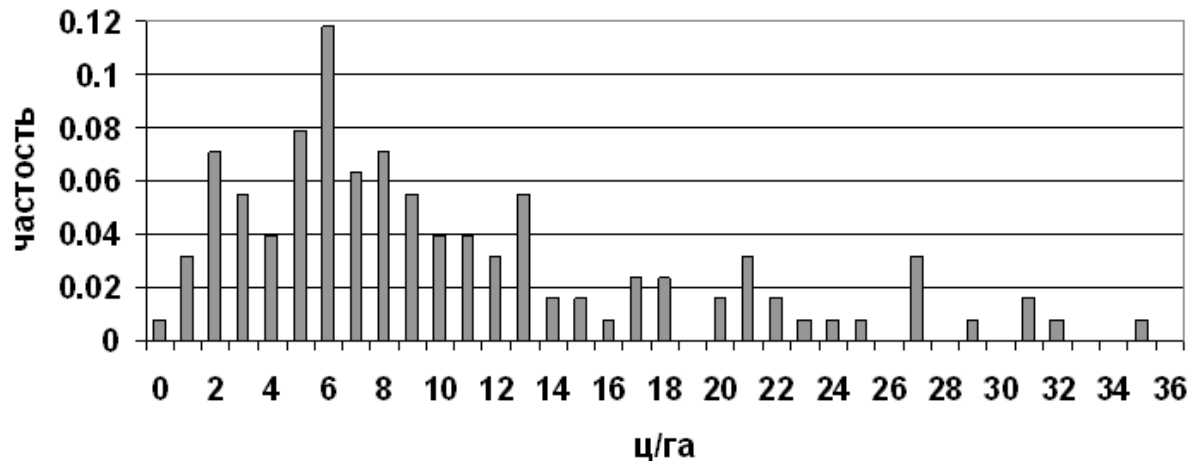


Рисунок 6 – Эмпирическая функция распределения для временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за I период

Естественно предположить, что временной ряд урожайностей складывается из достаточно коротких отрезков, определяющих собой соответственно короткие периоды спада или подъема урожайностей. Такая постановка вопроса обусловлена тем, что ряду урожайностей присуща так называемая фрактальная размерность $D = 2 - H = 1,07$. Близость к 1 значения фрактальной размерности позволяет утверждать, что исследуемый временной ряд урожайностей не подчиняется нормальному закону. Заметим, что это утверждение не противоречит визуализации гистограммы эмпирической функции распределения для временного ряда [5] (см. рисунки 6,7 и 8).

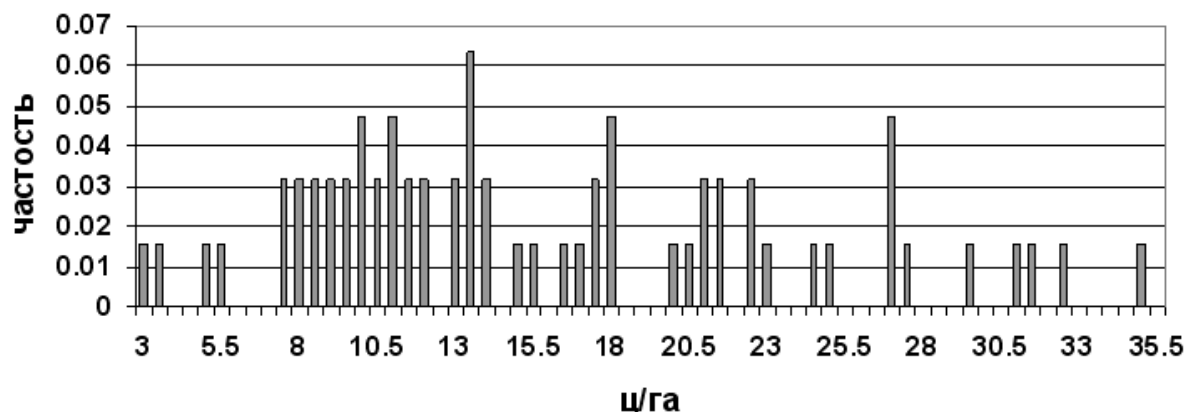


Рисунок 7 – Эмпирическая функция распределения для временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за II период

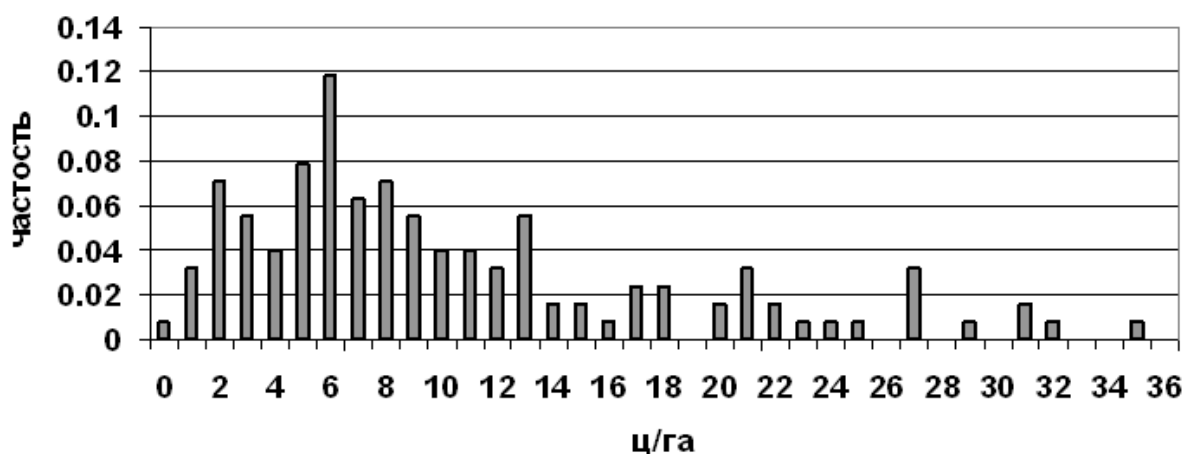


Рисунок 8 – Эмпирическая функция распределения для временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за период с 1970 по 2001 гг.

Принято говорить, что при значениях H , заметно превосходящих 0.5, рассматриваемый временной ряд является персистентным или трендоустойчивым. Последнее свойство проявляется в следующем. Если ряд возрастает (убывает), на протяжении некоторого периода, то весьма вероятно, что он сохранит эту тенденцию какое-то время в будущем. Такая трендоустойчивость поведения усиливается при приближении H к 1. Когда H приближается к 1, ряд становится менее зашумленным и имеет больше последовательных наблюдений с одинаковым знаком. При возрастании H все больше положительных приращений следует за положительными и отрицательных за отрицательными, т.е. память (циклы)

имеют все большую глубину (длину).

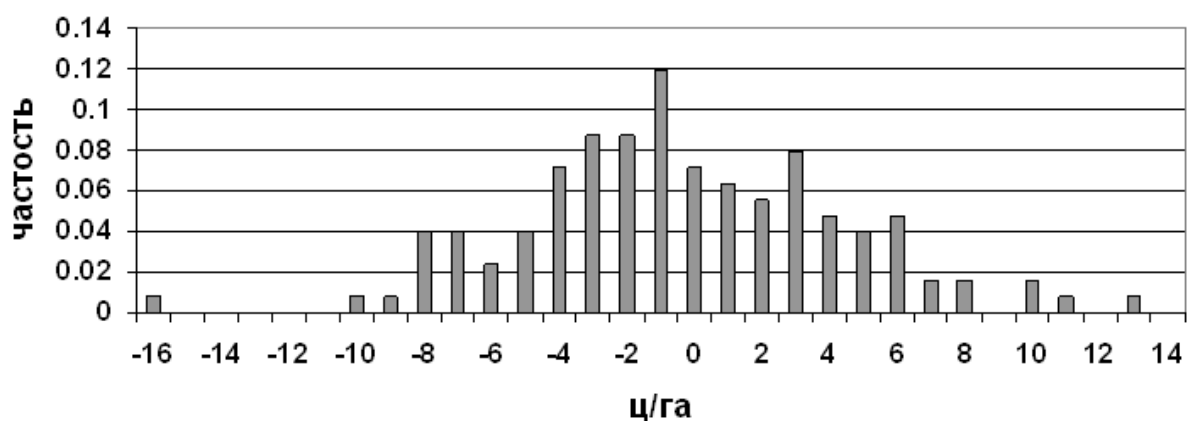


Рисунок 9 – Эмпирическая функция распределения для ежегодных приращений временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за период с 1870 по 2001 гг.

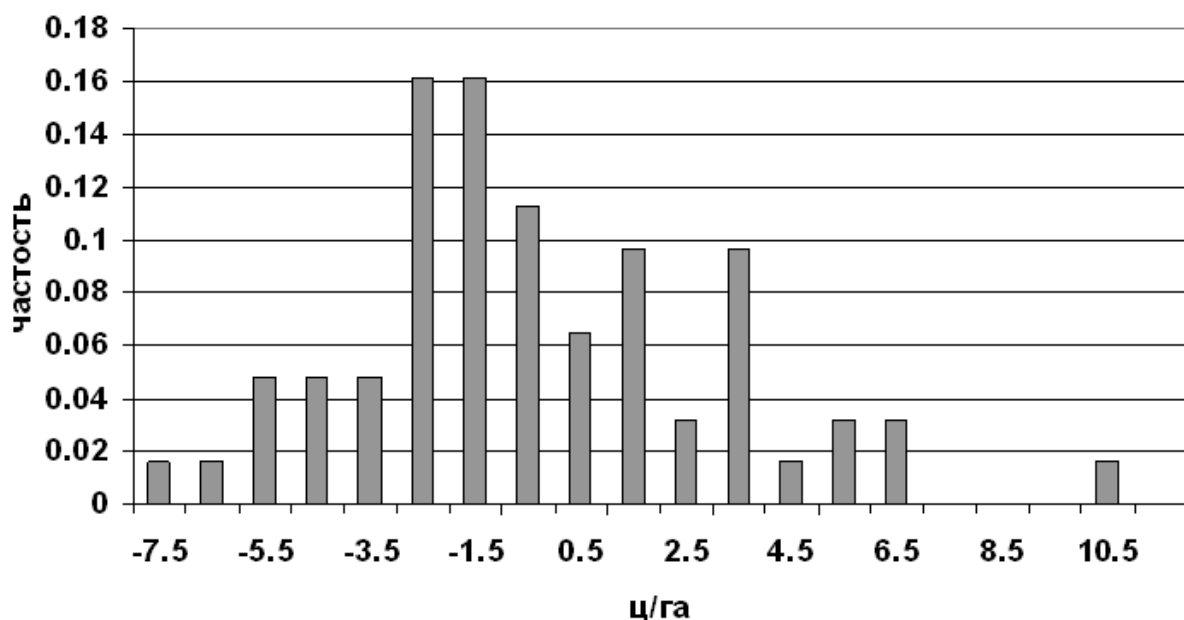


Рисунок 10 – Эмпирическая функция распределения ежегодных приращений временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за I период

Из визуализации ряда урожайностей u_t , $t = \overline{1, n}$ вытекает существование в сельскохозяйственной истории Ставропольского края по меньшей мере двух качественно различных периодов, обусловленных сменой применяемых технологий возделывания культур, перехода на более продуктивные сорта озимой пшеницы и т.д. [13]. К первому периоду можно отнести первую половину, вычлняемую значениями $t = \overline{1, n_1}$, где n_1

соответствует 1933 году. Оставшаяся часть временного ряда относится ко второму периоду. Для этих периодов показатель Херста имеет соответственно значения: $H_1=0,65$, $H_2=0,91$.

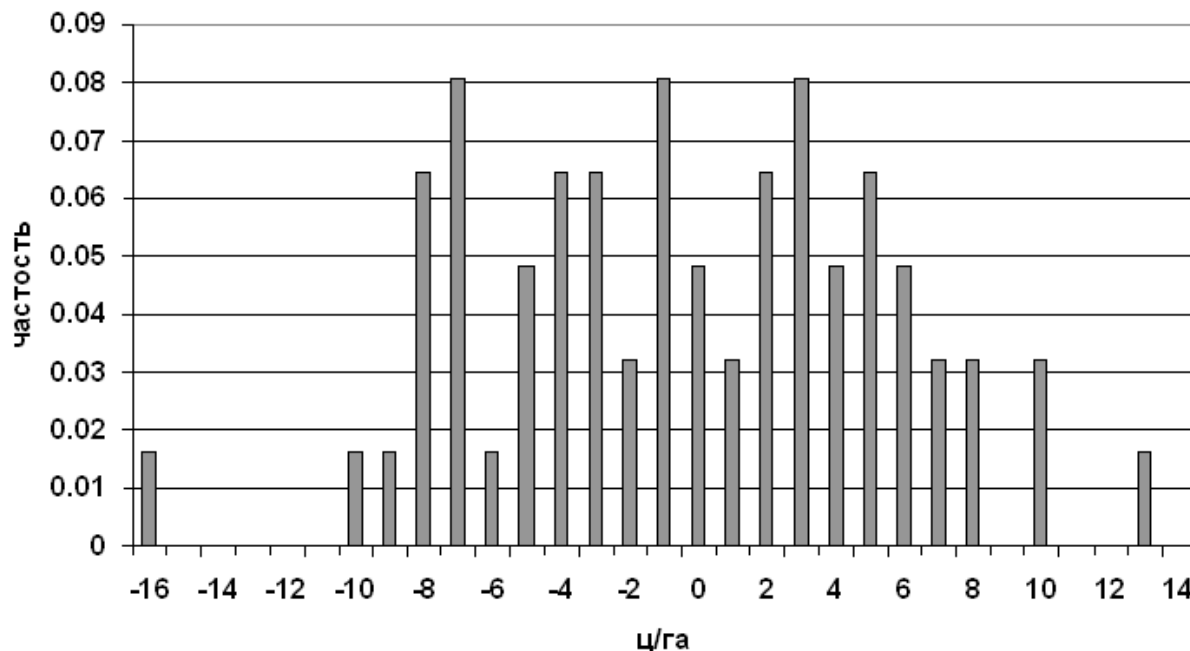


Рисунок 11 – Эмпирическая функция распределения ежегодных приращений временного ряда урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю за II период с 1934 по 1996 гг.

Проводимый фрактальный анализ природных временных рядов полезно применить к таким процессам, которые предположительно обладают антиперсистентностью, т.е. розовым шумом. Гипотетически такой антиперсистентный ряд образуется последовательностью приращений или убываний рассматриваемого ряда урожайностей: $\Delta_t = u_t - u_{t-1}$, $t = \overline{1, n}$. Проведенные расчеты подтвердили эту гипотезу: для временного ряда ежегодных приращений урожайностей значение показателя Херста составляют значения: $H_1=0,43$, $H_2=0,44$, $H=0,42$, которые вычислены соответственно для первого периода ($t = \overline{1, n_1}$), второго периода ($t = \overline{n_1 + 1, n}$) и всего ряда ($t = \overline{1, n}$). Эти значения согласуются с существующим представлением о том, что поведению приращений Δ_t

присуще свойство «белого шума», т.е. характер этого поведения относительно близок к нормальному закону (см. рис 9,10 и 11).

Наряду с временным рядом урожайностей озимой пшеницы по Ставропольскому краю автором исследовался ряд урожайностей озимой пшеницы по КЧР за последние 42 года. Результаты исследований по обоим регионам достаточно хорошо согласуются. Для ряда, относящегося к КЧР, значение показателя Херста составляет $H=0,86$. Последнее означает существование долговременной памяти у временного ряда урожайностей озимой пшеницы по КЧР. Непротиворечивый результат получен также и для временного ряда приращений урожайностей озимой пшеницы по КЧР. Здесь значение показателя Херста $H=0,508$ (см. рис.12).

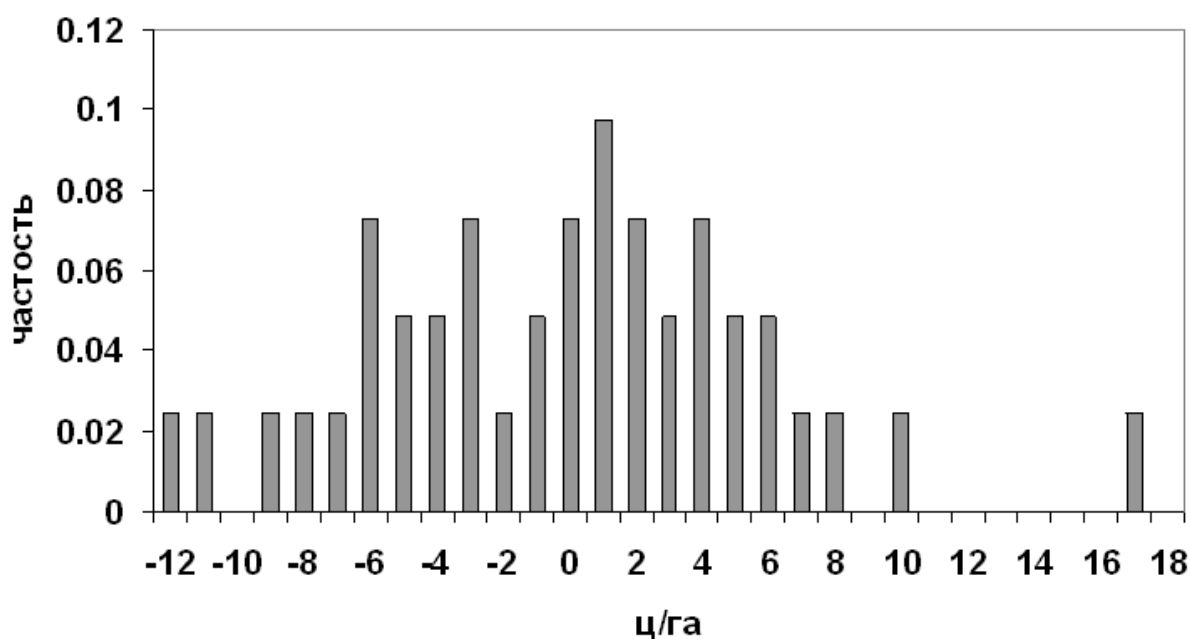


Рисунок 12 – Эмпирическая функция распределения ежегодных приращений временного ряда урожайностей озимой пшеницы по КЧР за период с 1960 по 2001 гг.

Предварительный качественный вывод, вытекающий из анализа приращений урожайностей, можно сформулировать следующим образом: рядам, отражающим приращение, присуще свойство белого шума, т.е. «полная непредсказуемость».

Общеизвестно, что урожайность практически любой

сельскохозяйственной культуры обусловлена целым рядом природно-климатических и погодных факторов [4,25]. Среди этих факторов в качестве одного из наиболее существенных можно назвать ряд минимальных суточных температур. Для этого временного ряда значения коэффициента Херста $H=0,8$, а для соответствующего ряда ежесуточных приращений температур это значения $H=0,4$. Важный вывод из этих численных значений показателя Херста состоит в том, что временной ряд суточных температур обладает долговременной памятью, в силу чего появляются основания для разработки системы среднесрочного прогноза ежесуточных минимальных температур, которые в зимне-весенний период обуславливают морозы, приводящие к весьма значительным потерям в производстве сельскохозяйственной продукции [2,25].

Полученные результаты могут служить основанием для практической постановки вопроса о разработке новых методов и моделей наиболее точного прогноза урожайности следующего года, что в свою очередь обеспечит экономный и эффективный способ снижения экономического риска всего агропромышленного комплекса [22,24,26].

Литература

1. Mandelbrot B. Statistical Methodology for Non-Periodic Cycles: From the covariance to R/S Analysis, Annals of Economic Social Measurements, 1972.
2. Батова В. М. Агроклиматические ресурсы Северного Кавказа. – Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1966. – 151 с.
3. Векленко В. Н. Экономические проблемы устойчивости и повышение эффективности земледелия. – Курск: Изд-во Курской сельскохозяйственной академии, 1999. – 154 с.
4. Гирусов Э.В. Экология и экономика природопользования. – М.: ЮНИТИ. 2000. – 455 с.
5. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для ВУЗов. – М.: ЮНИТИ, 2000.
6. Кумратова А. М. Математические методы в задачах оценки зон земледелия с точки зрения безопасности финансовых вложений / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, В. И. Тинякова, Л. А. Чикатуева // Экономика устойчивого развития. 2014. – № 1 (17). – С. 83-92.

7. Кумратова А. М. Методы классической статистики в исследовании степени «рисковости» тренд-сезонных процессов / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, Г. И. Попов, Д. К. Текеев, Н. С. Курносова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. Т. 100. – С. 1118-1137.
8. Кумратова А. М. Сезонные колебания временного ряда туристского потока / Кумратова А. М., Попова Е. В., Третьякова Н. В., Чикагуева В. Ю. // Международный студенческий научный вестник. – 2014. – № 1. – С. 19-26.
9. Кумратова А. М. Экономико-математическое моделирование риска в задачах управления ресурсами здравоохранения: монография / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, А. З. Биджиев. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 168 с.
10. Кумратова А. М. Влияние сезонной и событийной составляющих на процессы планирования и управления туристскими потоками / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, М. И. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). – С. 58-66.
11. 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.
12. Кумратова А. М. Сравнительный анализ прогнозных оценок урожайности зон земледелия разной степени риска / А. М. Кумратова, В. И. Тинякова, Н. В. Третьякова // Современная экономика: проблемы и решения. 2013. – № 12. – С. 111-117.
13. Минеев В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В. Г. Минеев, Б. Дебречени, Т. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
14. Пасов В. М. Синоптико-статистический метод прогнозирования урожайности зерновых культур // Метеорология и гидрология. – 1992. - №10. – С.77-84.
15. Перепелица В. А. Использование методов нелинейной динамики для предпрогнозного анализа объема стока горных рек / В. А. Перепелица, Е. В. Попова, А. М. Янгишиева, А. Д. Салпагаров // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2005. – № 1. – С. 73-84.
16. Перепелица В. А. Анализ основных исторических и современных определений понятия «риск» / В. А. Перепелица, Е. В. Попова, Д. Н. Савинская // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2011. – № 72. – С. 210-223.
17. Перепелица В. А. Предпрогнозный анализ объемов стока горных рек как элемент экономической безопасности региона / В. А. Перепелица, Е. В. Попова, Т. М. Леншова, А. М. Янгишиева // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. Экономика и управление. - 2005. - №1. - С. 73-84.
18. 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.
19. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. – М.: Мир, 2000. – 333с.
20. Попова Е. В. Математические модели и методы оценки рисков социально-экономических процессов. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Черкесск, 2002.
21. Попова Е. В. Туристско-рекреационная деятельность: методы, модели, прогноз: монография / Попова Е. В., Кумратова А. М. и др. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 194 с.
22. 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 Кубанского государственного аграрного университета. 2007. № 5. С. 32-36.

23. Попова Е. В. Теория нечетких множеств и клеточных автоматов как инструментарий прогноза и адекватного отражения стохастической природы экономических процессов / Е. В. Попова, Н. О. Позднышева, Д. Н. Савинская, А. М. Кумратова и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 67. – С. 173-194.
24. 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. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). - С. 953 – 968.
25. Федосеев А. П. Агротехника и погода. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 240 с.
26. Янгишиева А. М. Моделирование экономических рисков методами нелинейной динамики: Автореферат дисс. канд. экон. наук / Ставропольский государственный университет. Ставрополь, 2005.
27. Яновский Л. П. Принципы, методология и научное обоснование урожая по технологии «Зонт». – Воронеж: ВГАУ, 2000. - 379 с.

References

1. Mandelbrot B. Statistical Methodology for Non-Periodic Cycles: From the covariance to R/S Analysis, *Annals of Economic Social Measurements*, 1972.
2. Batova V. M. *Agroklimaticheskie resursy Severnogo Kavkaza*. – Leningrad: Gidrometeorologicheskoe izd-vo, 1966. – 151 s.
3. Veklenko V. N. *Jekonomicheskie problemy ustojchivosti i povyshenie jeffektivnosti zemledelija*. – Kursk: Izd-vo Kurskoj sel'skohoz'jajstvennoj akademii, 1999. – 154 s.
4. Girusov Je.V. *Jekologija i jekonomika prirodnopol'zovanija*. – M.: JuNITI. 2000. – 455 s.
5. Kremer N. Sh. *Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika: Uchebnik dlja VUZov*. – M.: JuNITI, 2000.
6. Kumratova A. M. *Matematicheskie metody v zadachah ocenki zon zemledelija s točki zrenija bezopasnosti finansovyh vložhenij* / A. M. Kumratova, E. V. Popova, V. I. Tinjakova, L. A. Chikatueva // *Jekonomika ustojchivogo razvitija*. 2014. – № 1 (17). – S. 83-92.
7. Kumratova A. M. *Metody klassicheskoj statistiki v issledovanii stepeni «riskovosti» trend-sezonnyh processov* / A. M. Kumratova, E. V. Popova, G. I. Popov, D. K. Tekeev, N. S. Kurnosova // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU*. – 2014. T. 100. – S. 1118-1137.
8. Kumratova A. M. *Sezonnye kolebanija vremennogo rjada turistskogo potoka* / Kumratova A. M., Popova E. V., Tret'jakova N. V., Chikatueva V. Ju. // *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik*. – 2014. – № 1. – S. 19-26.
9. Kumratova A. M. *Jekonomiko-matematicheskoe modelirovanie riska v zadachah upravlenija resursami zdravoohranenija: monografija* / A. M. Kumratova, E. V. Popova, A. Z. Bidzhiev. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 168 s.
10. Kumratova A. M. *Vlijanie sezonnoj i sobytijnoj sostavljajushhij na processy planirovanija i upravlenija turistskimi potokami* / A. M. Kumratova, E. V. Popova, M. I. Popova // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). – S. 58-66.
11. 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.
12. Kumratova A.M. *Sravnitel'nyj analiz prognoznyh ocenok urozhajnosti zon zemledelija raznoj stepeni riska* / A. M. Kumratova, V. I. Tinjakova, N. V. Tret'jakova // *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija*. 2013. – № 12. – S. 111-117.

13. Mineev V. G. Biologicheskoe zemledelie i mineral'nye udobrenija / V. G. Mineev, B. Debreceni, T. Mazur. – M.: Kolos, 1993. – 415 s.
14. Pasov V. M. Sinoptiko-statisticheskij metod prognozirovanija urozhajnosti zernovyh kul'tur // Meteorologija i gidrologija. – 1992. - №10. – S.77-84.
15. Perepelica V. A. Ispol'zovanie metodov nelinejnoj dinamiki dlja predprognoznogo analiza ob#ema stoka gornyh rek / V. A. Perepelica, E. V. Popova, A. M. Jangishieva, A. D. Salpagarov // Jekologicheskij vestnik nauchnyh centrov Chernomorskogo jekonomicheskogo sotrudnichestva. – 2005. – № 1. – S. 73-84.
16. Perepelica V. A. Analiz osnovnyh istoricheskikh i sovremennyh opredelenij ponjatija «risk» / V. A. Perepelica, E. V. Popova, D. N. Savinskaja // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. 2011. – № 72. – S. 210-223.
17. Perepelica V. A. Predprognoznij analiz ob#emov stoka gornyh rek kak jelement jekonomicheskoy bezopasnosti regiona / V. A. Perepelica, E. V. Popova, T. M. Lenshova, A. M. Jangishieva // Vestnik Voronezh. un-ta. Ser. Jekonomika i upravlenie. - 2005. - №1. - S. 73-84.
18. 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.
19. Peters Je. Haos i porjadok na rynkah kapitala. Novyj analiticheskij vzgljad na cikly, ceny i izmenchivost' rynka. – M.: Mir, 2000. – 333s.
20. Popova E. V. Matematicheskie modeli i metody ocenki riskov social'no-jekonomicheskikh processov. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora jekonomicheskikh nauk / Cherkessk, 2002.
21. Popova E. V. Turistsko-rekreacionnaja dejatel'nost': metody, modeli, prognoz: monografija /Popova E. V., Kumratova A. M. i dr. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 194 s.
22. Popova E. V. O prognozirovanii diskretnyh jevoljucionnyh processov na baze teorii nechetkih mnozhestv i linejnyh kletochnyh avtomatov / E. V. Popova, A. M. Jangishieva, S. N. Stepanov, S. A. Chizhikov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007. № 5. S. 32-36.
23. Popova E. V. Teorija nechetkih mnozhestv i kletochnyh avtomatov kak instrumentarij prognoza i adekvatnogo otrazhenija stohasticheskoy prirody jekonomicheskikh processov / E. V. Popova, N. O. Pozdnysheva, D. N. Savinskaja, A. M. Kumratova i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU. 2011. – № 67. – S. 173-194.
24. 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. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №06(090). - S. 953 – 968.
25. Fedoseev A. P. Agrotehnika i pogoda. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. – 240 s.
26. Jangishieva A. M. Modelirovanie jekonomicheskikh riskov metodami nelinejnoj dinamiki: Avtoreferat diss. kand. jekon. nauk / Stavropol'skij gosudarstvennyj universitet. Stavropol', 2005.
27. Janovskij L. P. Principy, metodologija i nauchnoe obosnovanie urozhaja po tehnologii «Zont». – Voronezh: VGU, 2000. - 379 s.