

---

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗНЫХ ОЦЕНОК УРОЖАЙНОСТИ ЗОН ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ РИСКА**

---

**Кумратова Альфира Менлигуловна,**

кандидат экономических наук, доцент кафедры социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин Российской академии правосудия; alfa05@yandex.ru

**Тинякова Виктория Ивановна,**

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева; tviktoria@yandex.ru

**Третьякова Наталья Владимировна,**

кандидат экономических наук, заместитель директора по учебной работе Ростовского государственного экономического университета; rseu@mail.svkchr.ru

В статье представлен сравнительный анализ прогнозных значений урожайностей озимой пшеницы и кукурузы на зерно для зон земледелия разной степени риска (Краснодарского края – благоприятная зона растениеводства и для Карачаево-Черкесской Республики – зона рискового земледелия), полученных на базе клеточно-автоматной модели.

**Ключевые слова:** урожайность, временной ряд (ВР), прогноз, риск, земледелие, клеточно-автоматная модель (КАМ).

В настоящей работе освещены результаты полученных прогнозных значений для временных рядов урожайностей озимой пшеницы и кукурузы на зерно для двух регионов Российской Федерации – Краснодарского края и Карачаево-Черкесской Республики. Географическое расположение этих субъектов Российской Федерации выбрано не случайно, так как они оба находятся на реке Кубань, берущей начало с ледников высочайшей горы Кавказа – Эльбрус и впадающей в Темрюкский залив Азовского моря. Отметим, что Кубань – Краснодарский край главная житница России. Высококачественная пшеница, миллион тонн кубанского риса, сахарная свекла, подсолнечник, чайные плантации, цитрусовые, виноградники, сады и целый ряд других сельскохозяйственных культур растут и дают богатые урожаи на плодородной земле Кубани Краснодарского края.

В Краснодарском крае сочетаются все три вариации климата: это умеренный климат в степной зоне, субтропический на побережье Черного моря и горный климат. Неравномерное распределение осадков, резкие температурные колебания, губительное действие суховеев и засухи вызывают необходимость строгого соблюдения научно обоснованной системы земледелия при возделывании сельскохозяйственных культур.

Климат Карачаево-Черкесской Республики разнообразен и не может быть охарактеризован одним показателем. Осадки выпадают в виде дождя, снега, града. Крупный град не только повреждает и уничтожает растительность, но и наносит урон животному миру. Территория КЧР является наиболее градоопасным регионом Северного Кавказа, который ежегодно подвергается воздействию грозоградных явлений, так как рельеф и климатические условия способствуют их развитию.

Математическая модель и метод для прогнозирования ожидаемой в наступающем году урожайности сельскохозяйственной культуры рассматриваются в процессе решения задач землепользования [3] для отдельного хозяйства, для района, для региона и т.д. Предлагаемая модель базируется на инструментарию клеточных автоматов [2]. Исходными данными для этой модели служат элементы временного ряда урожайностей [4]. Результатом применения предлагаемого метода к данному ряду является значение ожидаемой в наступающем году урожайности в виде нечеткого множества [1].

Целью работы является не только получение возможно более точного прогноза ожидаемой урожайности, но и обеспечение возможно более адекватного отражения стохастической природы моделируемого процесса. Достижение этих целей становится исключительно актуальным в случае практического решения задач землепользования, относящихся к зоне рискованного земледелия [6].

Временной ряд (ВР) озимой пшеницы обозначим через  $u_i^k$ , где  $k=1$  представляют собой значения урожайностей по Краснодарскому краю,  $k=2$  данные по Карачаево-Черкесской Республике и  $i=1,2,\dots,n$  (календарный отрезок времени 1966–2012 гг. для ВР по Краснодарскому краю и 1952–2012 гг. для ВР по Карачаево-Черкесской Республике). Аналогично ВР кукурузы на зерно обозначим  $w_i^k$ . Таким образом:

$u_i^1$  – озимая пшеница по Краснодарскому краю 1966–2012 гг.;

$u_i^2$  – озимая пшеница по Карачаево-Черкесской Республике 1952–2012 гг.;

$w_i^1$  – кукуруза на зерно по Краснодарскому краю 1966–2012 гг.;

$w_i^2$  – кукуруза на зерно по Карачаево-Черкесской Республике 1952–2012 гг.

Авторами предложен следующий вариант раскраски для ВР  $u_i^1$  в 4 цвета: Н – низкий, С – средний, П – промежуточный и В – высокий ожидаемый урожай озимой пшеницы в Краснодарском крае.

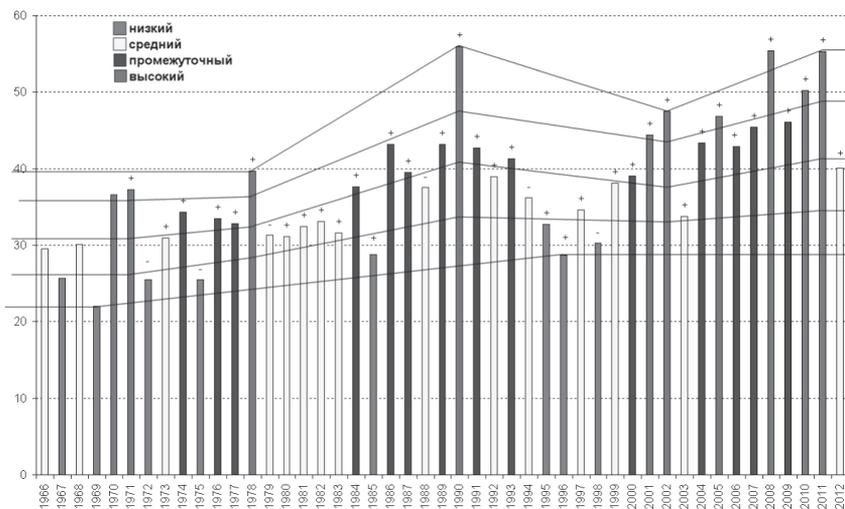


Рис. 1. ВР  $u_i^1$  урожайностей озимой пшеницы в Краснодарском крае за период с 1966 по 2012 г. и его преобразование в лингвистический ВР для клеточного автомата (4 тона)

Результаты валидации: количество совпадающих прогнозных и фактических уровней – 36 шт., количество несовпадающих уровней – 6 шт. Прогноз урожайности озимой пшеницы в Краснодарском крае на 2013 г. составил 42,28 ц/га.

Для ВР  $u_i^2$  предложен следующий вариант раскраски в 3 цвета: Н – низкий, С – средний и В – высокий ожидаемый урожай озимой пшеницы в Карачаево-Черкесской Республике.

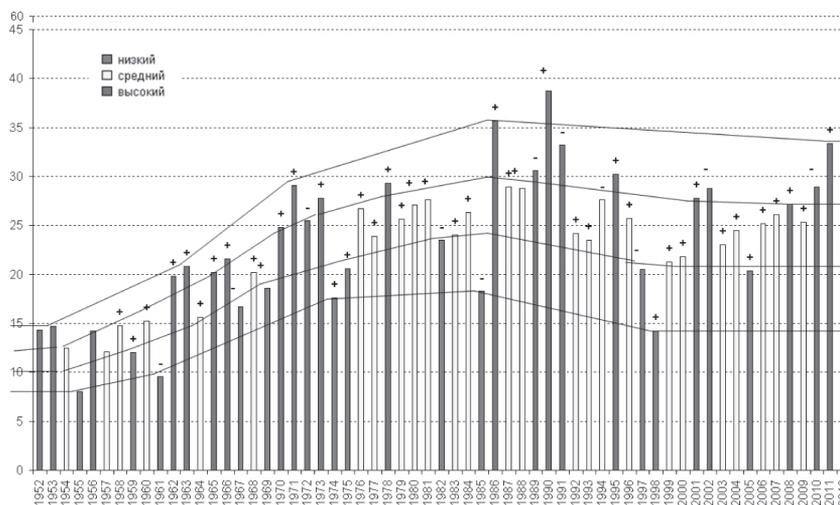


Рис. 2. ВР  $u_i^2$  урожайностей озимой пшеницы в КЧР за период с 1952 по 2012 г. и его преобразование в лингвистический ВР для клеточного автомата (3 тона)

Результаты валидации: количество совпадающих прогнозных и фактических уровней – 44 шт., количество несовпадающих уровней – 11 шт. Про-

гноз урожайности озимой пшеницы в Карачаево-Черкесской Республике на 2013 г. составил 24,07 ц/га.

Для ВР  $w_i^1$  авторами предложена четырехцветная клеточно-автоматная модель: Н – низкий, С – средний, П – промежуточный и В – высокий ожидаемый урожай кукурузы на зерно в Краснодарском крае.

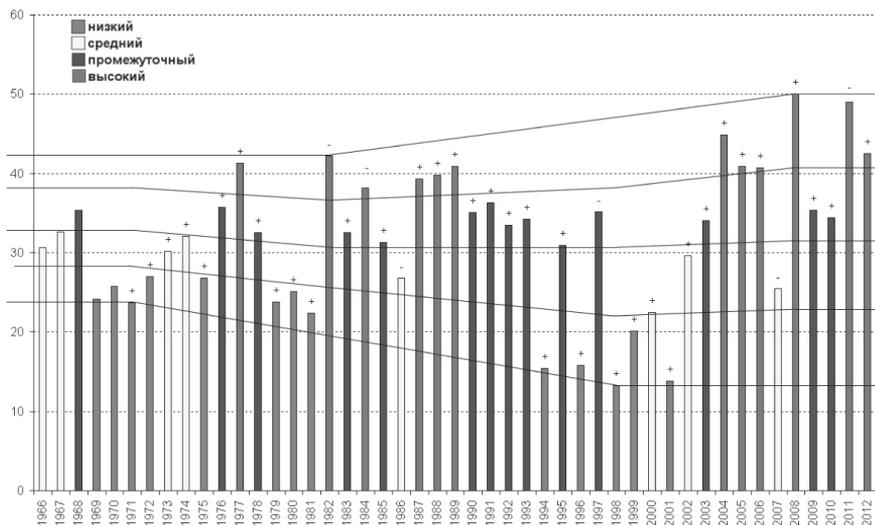


Рис. 3. ВР  $w_i^1$  урожайностей кукурузы на зерно в Краснодарском крае за период с 1966 по 2012 г. и его преобразование в лингвистический ВР для клеточного автомата (4 тона)

Аналогично для ВР  $w_i^2$  имеем раскраску в 4 тона: Н – низкий, С – средний, П – промежуточный и В – высокий ожидаемый урожай кукурузы на зерно в Карачаево-Черкесской Республике.

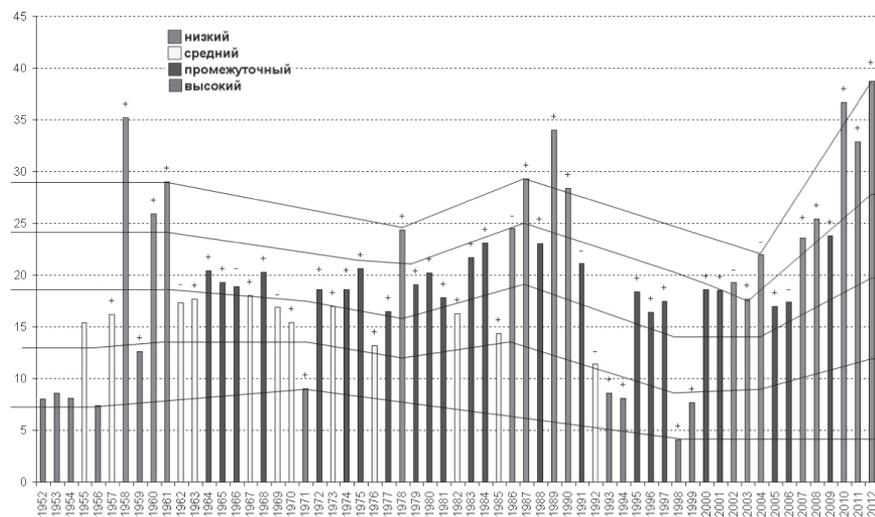


Рис. 4. ВР  $w_i^2$  урожайностей кукурузы на зерно в КЧР за период с 1952 по 2012 г. и его преобразование в лингвистический ВР для клеточного автомата (4 тона)

В терминах лингвистических переменных такого представления временных рядов урожайностей выявлено, что абсолютно все циклы в четырех рядах заканчиваются только в момент «реверса», т.е. в момент смены одной лингвистической переменной на другую.

Очевидный практический интерес представляет сравнительный анализ полученных результатов прогнозирования данных урожайностей двух регионов.

Таблица

Результаты применения КАМ для исследуемых ВР

	Краснодарский край		Карачаево-Черкесская Республика	
	Урожайность озимой пшеницы	Урожайность кукурузы на зерно	Урожайность озимой пшеницы	Урожайность кукурузы на зерно
Глубина памяти	l=5	l=5	l=6	l=5
Ошибка прогноза	12,7%	13,95%	18%	14,7%
Прогноз (ц/га)	42,28	40,86	24,07	21,54
Количество тонов в ЛВР	4	4	3	4
Прогноз в виде лингвистической переменной	П	В	С	П

Следует отметить, что ошибка прогноза для ВР Краснодарского края значительно ниже, чем ВР Карачаево-Черкесской Республики.

Таким образом, из представленных результатов следует вывод: на протяжении каждого цикла сохраняется свойство достаточной трендоустойчивости [5], что позволяет обоснованно ставить вопрос о разработке математической модели для прогнозирования в наступающем году ожидаемой урожайности в терминах лингвистических переменных [7].

Точность прогноза для урожайности озимой пшеницы значительно выше по Краснодарскому краю. Для ВР урожайности кукурузы на зерно разница достигает лишь 1%, тем не менее эти результаты подтверждают следующий вывод: растениеводство в зонах рискованного земледелия относится к стохастическим системам, развитие которых связано с неопределенностью объективного и субъективного характера, что обуславливает риски в их различных формах как макроэкономического, так и микроэкономического уровня [8].

#### Список источников

1. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях [текст] / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: ТюмГУ, 2000. – 352 с.
2. Нейман, Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов [текст] / Дж. Нейман. – М.: Мир, 1971. – 378 с.

3. Перепелица, В.А. Математическое моделирование экономических и социально-экологических рисков [текст] / В.А. Перепелица, Е.В. Попова. – Ростов н/Д.: Рост. ун-т, 2001. – 126 с.
4. Перепелица, В.А. Предпрогнозный анализ объемов стока горных рек как элемент экономической безопасности региона [текст] / В.А. Перепелица, Е.В. Попова, Т.М. Леншова, А.М. Янгишиева // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Экономика и управление. – Воронеж, 2005. – № 1. – С. 73.
5. Петерс, Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка [текст] / Э. Петерс. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
6. Попова, Е.В. Устойчивость развития аграрного сектора: комплекс математических методов и моделей [текст] / Е.В. Попова, А.М. Кумратова, Л.А. Чикатуева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 06 (090). – С. 953 – 968.
7. Попова, Е.В. Теория нечетких множеств и клеточных автоматов как инструментарий прогноза и адекватного отражения стохастической природы экономических процессов [электронный ресурс] / Е.В. Попова, Н.О. Позднышева, Д.Н. Савинская, А.М. Кумратова, А.Г. Терехов // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 67(03). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/20.pdf>.
8. Яновский, Л.П. Принципы, методология и научное обоснование урожая по технологии «Зонт» [текст] / Л.П. Яновский. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – 379 с.

---

## **A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FORECAST YIELD FOR FARMING ZONES VARYING DEGREES OF RISK**

---

**Kumratova Alfira Menligulovna,**

Ph. D. of Economics, Associate Professor of Social and humanitarian and natural-science disciplines, Russian Academy of Justice; alfa05@yandex.ru

**Tinyakova Victoria Ivanovna,**

Dr. Sc. of Economics, Professor, Head of Applied Information Science department, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; tviktoria@yandex.ru

**Tretyakova Natalya Vladimirovna,**

Ph. D. of Economics, vice director for training activity, Rostov State University of Economics; rseu@mail.svkchr.ru

The article presents a comparative analysis of the predictive values of winter wheat and corn for grain farming zones varying degrees of risk (Krasnodar Territory – favorable area for the crop and the Karachay-Cherkess Republic – risk farming area) obtained based on cellular automaton model.

**Keywords:** productivity, dynamic series, assumptions, risk, agriculture, cellular-automaton model.