

преимущество *Greenfield* основано на относительной дешевизне ее услуг по сравнению с услугами традиционных конкурентов, собирающих данные с помощью телефонных и почтовых опросов.

Можно сделать вывод, что будущее принадлежит стратегиям комбинированного обслуживания рыночных ниш, достижения конкурентного преимущества за счет лидерства в технологиях, более высокого качества или уникальных потребительских свойств товаров, быстроты и удобства использования продукта, оптимального сочетания его цены и качества.

В электронном бизнесе очень важно первым вывести на рынок инновационный товар или услугу для завоевания прочной конкурентной позиции и лидерства в избранном сегменте.

Литература:

1. Рублевская Ю.В., Попов Е.В. Моделирование бизнеса в интернет-среде /Ю. В. Рублевская, Е. В. Попов// - Маркетинг в России и за рубежом. – 2014. - №2. – С. 13-18
2. PriceWaterhouse Coopers, E-Business made in Switzerland, Zurich, [Электронный ресурс].- Режим доступа // <http://www.pwcglobal.com/ch/ger/ins-sol/publ/ebiz/ebizmadeinch.pdf>. – Дата доступа: 13.02.2016

УДК 332.362 : 519.237.5(8)

### АВТОРЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ

БАЧИШИНА Л.Д., старший преподаватель, ГРИЦЮК П.М., заведующий кафедрой

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина

Ключевые слова: автокорреляция, авторегрессионная модель, зернопроизводство, прогнозирование, качество модели.

Реферат: в работе выполнен анализ автокорреляционных функций урожайности зерновых. С использованием авторегрессионных моделей, осуществлен прогноз урожайности зерновых культур на 2016 год для областей Украины.

Зерновые культуры являются основой продовольственной безопасности страны. Производя больше 60 миллионов тонн зерна в год, Украина является одним из ведущих экспортеров зерна в мире. В связи с этим представляет интерес задача моделирования и прогнозирования объемов зернопроизводства в Украине и ее отдельных регионах.

Для кратковременных прогнозов чаще всего используют стандартные эконометрические методы. Представим временной ряд урожайности в виде суммы.

$$x_t = v_t + c_t + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где  $v_t$  – трендовая составляющая,  $c_t$  – циклическая составляющая,  $\varepsilon_t$  – случайная составляющая. Текущая урожайность зерновых в значительной мере определяется прошлогодней урожайностью, а также природно-климатическими условиями, для которых свойственна цикличность. Вследствие этого, временные ряды урожайности тоже, как правило, содержат циклическую компоненту. Исследованиями в этом направлении занимались многие ученые. Среди них В.Г. Михайловский, М.И. Семенов, И.Б. Загайтов, Л.П. Яновский. Изучая закономерности изменения валового сбора и урожайности озимых в Харьковской области, О.В. Олийнык обнаружил циклы продолжительностью 4 и 16 лет [1]. Исследования В.В. Витлинского и П.М. Грицюка подтвердили существование циклов урожайности зерновых культур для всех областей Украины [2]. При этом были выделены циклы длительностью 4 года и 15 – 20 лет. Кроме того, был обнаружен эффект реверсивности урожайности, который предполагает преимущественное чередование положительных и отрицательных изменений урожайности. Благодаря свойствам реверсивности и цикличности, эффективным инструментом прогнозирования урожайности являются авторегрессионные модели, независимыми переменными в которых выступают значения урожайности предыдущих лет. В качестве влияющих факторов предлагается использовать лишь некоторые значения урожайности предыдущих лет. Свойства реверсивности и цикличности определяют годы, которые необходимо включать в прогнозную модель.

Обязательными компонентами должны быть: урожайность прошлого года (эффект реверсивности) и урожайность года, отдаленного от текущего на 3 – 4 года (эффект цикличности).

Проведенные исследования АКФ рядов урожайности зерновых показали медленное убывание автокорреляций, что значительно усложняет построение модели. В связи с этим мы перешли к исследованию рядов первых разностей урожайности, которые, как правило, лишены тренда.

В общем виде авторегрессионная модель урожайности имеет вид множественной линейной регрессии:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + \varepsilon . \quad (2)$$

Здесь  $y$  – будущее приращение урожайности зерновых,  $x_1$  – приращение урожайности в поточном году,  $x_2$  – приращение урожайности в прошлом году,  $x_3$  – приращение урожайности в позапрошлом году,  $x_4$  – приращение урожайности три года назад. В зависимости от вида АКФ ряда разностей строится авторегрессионная модель: в эту модель следует включить только те переменные, которые соответствуют статистически значимым коэффициентам автокорреляции ряда разностей.

В нашем исследовании выполнены расчеты и произведен сравнительный анализ АКФ ряда первых разностей урожайности зерновых для трех временных периодов (1959-2005гг., 1959-2010 гг., 1959-2015гг.). Установлено, что в основном статистически значимыми являются первый, второй и четвертый коэффициенты АКФ. Предварительные оценки значимости параметров моделей показали, что в большинстве случаев коэффициент  $b_0$  не является значимым, поэтому в дальнейшем будем рассматривать авторегрессионные модели вида:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_4x_4 . \quad (3)$$

$$y = b_1x_1 + b_4x_4 . \quad (4)$$

Таблица 1 – Параметры авторегрессионной модели урожайности для областей Украины

Период	Название области	$b_1$	$b_4$	$t_{b_1}$	$t_{b_4}$	Средняя ошибка прогноза	Соответствие знака
1959-2005 гг.	Кировоградская	-0,362	0,315	2,73	2,23	19,3%	63%
	Херсонская	-0,490	0,453	4,05	3,37	21,83%	73%
	Одесская	-0,487	0,246	3,89	1,69	19,9%	59%
1959-2010 гг.	Кировоградская	-0,402	0,345	3,22	2,55	19,5%	63%
	Херсонская	-0,484	0,458	4,30	3,82	21,81%	73%
	Одесская	-0,473	0,299	4,08	2,44	19,9%	59%
1959-2014 гг.	Кировоградская	-0,459	0,188	3,83	1,51	20,0%	63%
	Херсонская	-0,512	0,372	4,50	3,17	22,01%	75%
	Одесская	-0,521	0,165	4,59	1,37	20,0%	61%

Проверка качества уравнений регрессии показала, что модели вида (4) лучше описывают динамику урожайности зерновых для большинства областей Украины (таблица 1). Анализ моделей, построенных для временного периода 1959-2010 гг., позволил установить их адекватность в соответствии с критерием Фишера ( $F_{кр}=3,18$ ). Коэффициенты регрессии также являются статистически значимыми ( $t_{кр}=2,01$ ). Поэтому, именно эти модели были использованы нами для прогнозирования урожайности зерновых на будущее.

Результаты ретроспективного прогноза урожайности зерновых, выполненного с использованием авторегрессионных моделей, построенных для временного периода 1959 – 2010

гг. представлені в таблиці 2. Прогнозні значення отримані як сума фактичної урожайності та прогнозного значення приросту урожайності, обчисленого на основі побудованої вище авторегресійної моделі.

Таблиця 2 – Результати ретроспективного прогнозування урожайності (ц/га)

Год	Кіровоградська область		Херсонська область		Одеська область	
	факт	Прогноз	факт	прогноз	факт	прогноз
2013	44,2	31,84	22,2	20,95	31,2	20,92
2014	43,6	38,14	28,3	19,44	31,3	24,97
2015	40,7	47,98	35,4	30,07	30,0	32,36

Прогноз урожайності зернових на 2016 рік наступний: Кіровоградська область -37,97 ц/га; Херсонська область – 25,45 ц/га; Одеська область – 29,99 ц/га.

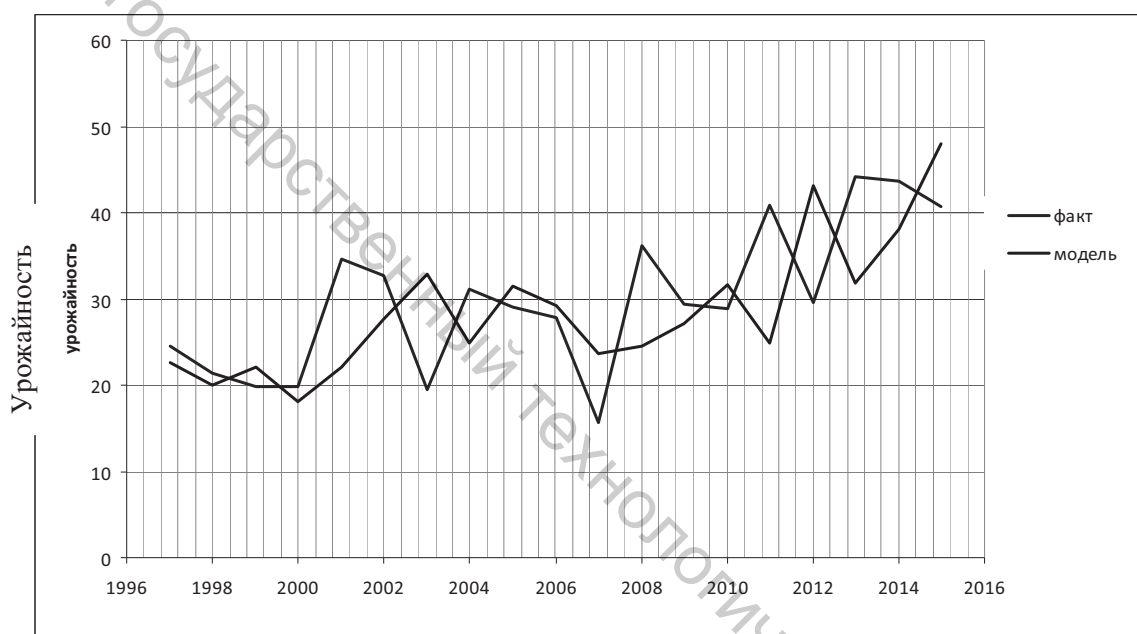


Рисунок 1 – Авторегресійна модель динаміки урожайності зернових для Кіровоградської області

Графічна ілюстрація авторегресійної моделі для Кіровоградської області представлена на рисунку 1. Як видно з рисунка, модель не спроможна передбачити неурожай, викликаний поганими погодними умовами. Починаючи з 2010 року, ми спостерігаємо повне невідповідність знаків прогнозного та фактичного графіків. Проведені додаткові дослідження показали, що це є наслідком значительних змін клімату України та використання нових аграрних технологій, передбачивши помітне підвищення урожайності зернових в останні роки. В результаті цього циклічна складова ряду урожайності помітно ослабла.

Література:

1. Олійник О.В. Економічний механізм розширеного відтворення в сільському господарстві в умовах циклічності його розвитку: автореф. дис. д. екон. наук.– Суми, 2005.
2. Витлинский В.В., Грицюк П.М. Полигармоническое прогнозирование как метод минимизации инвестиционных рисков в зернопроизводстве//Труды Межд. Науч. Школы МА БР.СПб, ГУАП, 2008, с. 231-236.
3. Грицюк П.М. Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: [моногр.]/ П.М.Грицюк. – Рівне : НУВГП, 2010. – 350 с.