

K.A. AXMETOV, P.A. ACAEB, C.T. УТЕБЕКОВ

(Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы)

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ПО АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье рассматривается статистическое прогнозирование урожайности кукурузы на зерно по Алматинской области. Установлена нелинейная форма тренда, в частности, функция оптимума. Приведен анализ колеблемости урожайности.

Ключевые слова: статистический прогноз, урожайность, динамика колеблемости, теоретическая линия.

Разработка прогнозов опирается на применение различных методов прогнозирования. В настоящее время насчитывают более 150 методов и приемов прогнозирования. При этом каждый из них имеет свои особенности в зависимости от цели его использования и уровня проводимых исследований. Среди них более распространеными является методы экстраполяции динамического ряда. Методы экстраполяции основываются на предположении о неизменности факторов, определяющих развитие изучаемого объекта, и заключаются в распространении закономерностей развития объекта, и заключаются в распространении закономерностей развития объекта в прошлом на его будущее.

Статистический прогноз – это вероятностная оценка возможности развития того или иного объекта (процесса) и величины его признаков в будущем, полученная на основе статистической закономерности, выявленной по данным прошлого периода. Объектом статистического прогнозирования могут быть те явления и процессы, управление которыми, а тем более планирование их развития, затруднено из-за действия многих факторов, влияние которых не может быть однозначно и полностью определено. Статистический прогноз предполагает не только верное качественное предсказание, но и достаточно точное количественное измерение вероятных возможностей ожидаемых значение признаков.

Урожай является сложным продуктом взаимодействия природных и производственных факторов. Урожайность же характеризует продуктивность определенной культуры в конкретных условиях ее возделывания. Оно-то и является объектом исследования настоящей работы как результат взаимодействия хозяйственно-агротехнических или управляемых факторов и факторов метеорологических, обуславливаемых ее случайную колеблемость.

Анализ и статистическое описание динамики какого-либо существенного колеблющегося показателя начинается с выявления формы его тренда. После этого приступают к статистической оценке параметров тренда.

Ошибка модели:

$$E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{p_i})^2}{n-k}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n-k}}, \quad (1)$$

где $(y_i - y_{p_i})^2 = e_i^2$ – остатки модели – отражают влияние неучтенных факторов;

n – объем выборки;

k – число параметров модели, включая свободный член.

Стандартная ошибка модели E зависит от единиц измерения y и не сопоставима со стандартными ошибками других моделей. Стандартная ошибка модели, выраженная в процентах к среднему значению y , лишена этого недостатка. $E\%$ – стандартная ошибка модели, выраженная в процентах к среднему значению y :

$$E\% = \frac{E}{\bar{y}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

В экономических исследованиях принято считать, что если ошибка модели $E\%$ не превышает 15%, то модель хорошая, если $E\%$ меньше 5%, то модель очень хорошая; если $E\%$ больше 20%, то модель считается плохой.

Общая дисперсия:

$$S_{общ}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}. \quad (3)$$

Остаточная дисперсия:

$$S_{ocm}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{p_i})^2}{n-k}. \quad (4)$$

Абсолютный показатель колеблемости:

$$S_{y(t)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n-k}},$$

т.е. совпадает с ошибкой модели (1).

Относительный показатель – коэффициент колеблемости:

$$V_{y(t)} = \frac{S_{y(t)}}{\bar{y}_p} \cdot 100\%. \quad (5)$$

По отношению к урожайности на основе опыта массового измерения колебаний по разным культурам и территориям при:

- $V_{y(t)} < 0,1$ – колеблемость можно характеризовать как слабую;
- $0,1 < V_{y(t)} \leq 0,2$ – как умеренную;
- $0,2 < V_{y(t)} \leq 0,4$ – как сильную;
- $V_{y(t)} > 0,4$ – как очень сильную.

Коэффициент детерминации рассчитывается по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{S_{ocm}^2}{S_{общ}^2}. \quad (6)$$

Коэффициент случайной колеблемости определяется по формуле:

$$d = \frac{S_{ocm}^2}{S_{общ}^2}. \quad (7)$$

Рассмотрим в качестве примера методики расчета динамику колеблемости урожайности кукурузы на зерно по Алматинской области за 1998-2011 гг.

Для принятия ответственных управлеченческих решений на основе прогнозных расчетов желательно все расчеты проводить с использованием авторитетных профессиональных статистических пакетов. Одним из таких пакетов является *Stadia*. Рассмотрим наиболее распространенные функции: линейная, параболическая, логарифмическая, степенная, гиперболическая и оптимум и выберем из тут функцию, показатели которой лучше других. Для нашего примера лучшей оказалась функция оптимум:

$$y_p = \frac{t}{0,01496 + 0,02467 \cdot t - 0,0005547 \cdot t^2}, \quad (8)$$

со следующими показателями:

- корреляционное отношение $\eta = 0,9788$;
- коэффициент детерминации $R^2 = 0,9581 = 95,81\%$;
- расчетное значение критерия Фишера $F = 786,4$;
- параметры регрессии достоверны;
- коэффициент вариации $v = 19,92\%$. Совокупность считается однородной, если $v \leq 33\%$.

На рис. 1 приведена теоретическая линия и доверительные интервалы модели оптимум; на рис. 2 – точечный и интервальный прогноз зависимости Y от t на три шага вперед. Для этого в модели (8) вместо t подставляются последовательно значения 15, 16 и 17.

Расчетные значения основных показателей приведены на рис. 3.

Расчеты показывают, что ошибка модели составляет 4,08%, т.е. модель очень хорошая; колеблемость урожайности является слабой и составляет 4,08% среднего многолетнего уровня. Это означает, что урожайность кукурузы на зерно в Алматинской области ежегодно отклонялась от многолетнего уровня в среднем на 4,08%. Коэффициент устойчивости $U_{y(t)} = 1 - V_{y(t)} = 1 - 0,0408 = 0,9592 = 95,92\%$. Общая дисперсия $S_{общ}^2 = 75,43$ характеризует общую колеблемость урожайности, обусловленную как стихийными метеорологическими факторами, так и управляемыми факторами. Остаточная (случайная) дисперсия $S_{ост}^2 = 3,16$ обобщает отклонения фактической урожайности от теоретической,

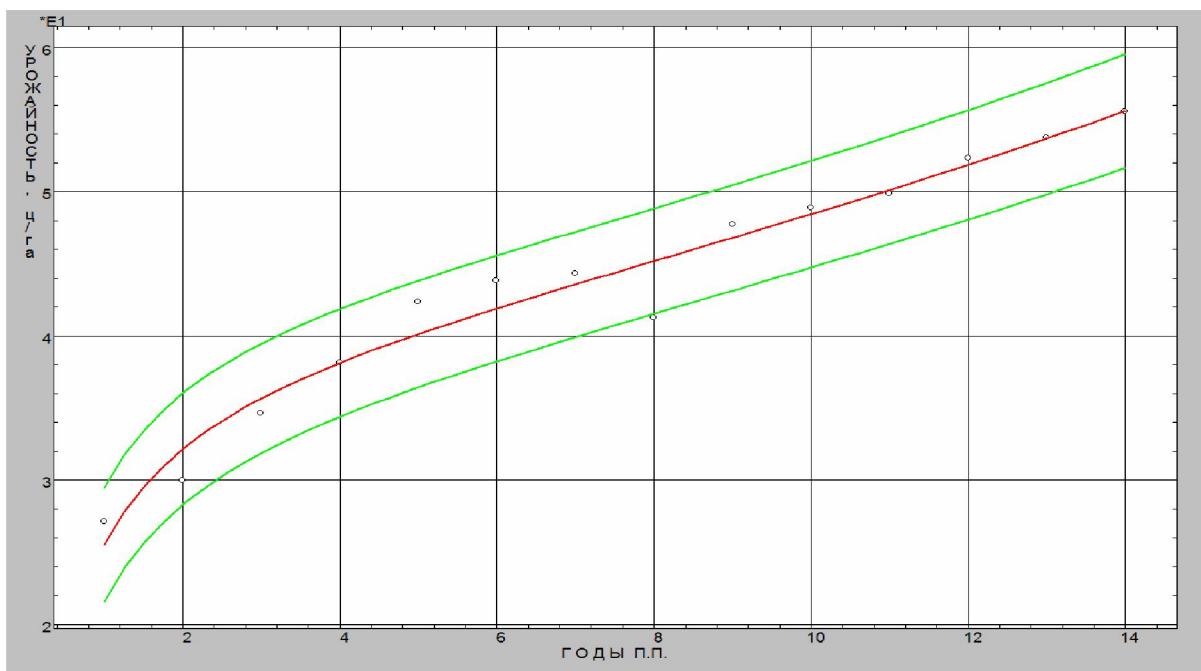
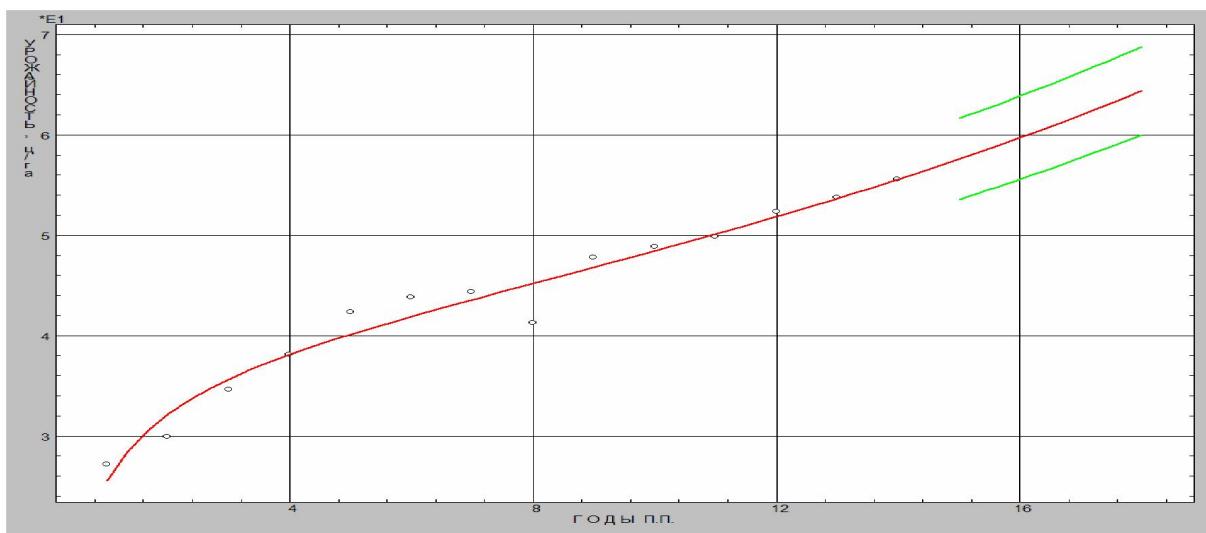


Рис. 1. Теоретическая линия и доверительные интервалы нелинейной модели

Рис. 2. Точечный и интервальный прогноз зависимости Y от t на три шага вперед

обусловленные, в основном, причинами, не зависящими от человека и прежде всего, метеорологическими условиями. Коэффициент случайной колеблемости $d = 4,19\%$ характеризует роль случайных факторов в общей колеблемости урожайности. Чем ниже этот показатель, тем меньше зависит урожайность от метеофакторов. Следовательно, за период 1998-2011 гг. в ежегодной колеблемости урожайности кукурузы на зерно в Алматинской области роль случайных факторов, не зависящих от человека, измерялась 4,19%.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ГОДЫ	п/п	Y	Ур	e	e^2	$(Y_i - Y_{ср})^2$	$(Y_{ср} - Y_{ср})^2$	Дов. инт.
2	1998	1	27,2	25,59161	1,6084	2,5869	269,194337	322,1111139	4,337
3	1999	2	30,0	32,21587	-2,2159	4,9101	185,154337	128,2147737	4,245
4	2000	3	34,7	35,72377	-1,0238	1,0481	79,3371939	61,07889627	4,167
5	2001	4	38,2	38,18076	0,0192	0,0004	29,2371939	28,71143655	4,103
6	2002	5	42,4	40,1792	2,2208	4,9320	1,45719388	11,28872074	4,055
7	2003	6	43,9	41,95487	1,9451	3,7835	0,08576531	2,509673944	4,023
8	2004	7	44,4	43,62194	0,7781	0,6054	0,62862245	0,006868092	4,006
9	2005	8	41,3	45,24396	-3,9440	15,5548	5,32290816	2,906639762	4,006
10	2006	9	47,8	46,86053	0,9395	0,8826	17,580051	11,03208688	4,023
11	2007	10	48,9	48,49896	0,4010	0,1608	28,0143367	24,60049778	4,055
12	2008	11	49,9	50,17989	-0,2799	0,0783	39,600051	44,10057712	4,103
13	2009	12	52,4	51,92036	0,4796	0,2301	77,3143367	70,2460674	4,167
14	2010	13	53,8	53,73551	0,0645	0,0042	103,894337	103,9673481	4,245
15	2011	14	55,6	55,63972	-0,0397	0,0016	143,828622	146,42581	4,337
16									
17	Среднее		43,6	43,5	0,1	2,5	70,0	68,4	
18	Сумма		610,5	609,5	1,0	34,8	980,6	957,2	
19	k = 3		a = 0,01496		b = 0,02467		c = -0,0005547		
20	n = 14								
21	Общая дисперсия		75,43456	=G18/(B20-1)					
22	Остат. дисперсия		3,161698	=F18/(B20-B19)					
23	Дисперсия регрес.		72,27286	=C21-C22					
24	Абс. показ. колеблем.		1,778116	=КОРЕНЬ(F18/(B20-B19))					
25	Коэф. колеблемости		4,083956	=C24/D17*100					
26	Ошибка модели, Е		1,778116	=КОРЕНЬ(F18/(B20-B19))					
27	E%		4,08	=C26/C17*100					
28	Коэф. случ. колеблем.		4,19	=C22/C21*100					
29	Коэффициент детермин.		95,81	=(1-C22/C21)*100					

Рис. 3. Расчетные значения основных показателей

Коэффициент детерминации $R^2 = 95,81\%$ характеризует влияние величины факторной дисперсии на общую дисперсию. Чем больше этот показатель, тем больше зависит урожайность от уровня агротехнических мероприятий и других управляемых факторов, и наоборот. Следовательно, за период 1998-2011 гг. в ежегодной колеблемости урожайности кукурузы на зерно в Алматинской области роль управляемых факторов измерялась 95,81%. Индекс корреляции $I = -0,98$ характеризует зависимость урожайности от уровня агротехники, организации и управления производством. Зависимость между урожайностью и управляемыми факторами в Алматинской области сильная.

Заключение. В целом условия выращивания кукурузы на зерно, в частности, в Алматинской области можно характеризовать как благоприятные, о чем свидетельствует проведенный экономико-статистический анализ, результаты которого позволяют сделать вывод о существовании тенденции динамики в построенном динамическом ряде урожайности кукурузы на зерно в Алматинской области. Установлена нелинейная форма тренда с постоянным абсолютным повышением, что касается степени колеблемости, то ее можно охарактеризовать как низкую – 4,08% среднего многолетнего уровня.

Как показал анализ общей колеблемости, организационно-техническим факторам в общей колеблемости урожайности отводится 95,81%, случайному – 4,19%. Зависимость урожайности от уровня агротехники, организации и управления производством по Алматинской области – сильная.

В результате экономико-статистического анализа урожайности кукурузы на зерно в Алматинской области за период 1988-2011 гг. был составлен точечный и интервальный прогноз уровней урожайности (рис. 3).

Результаты проведенного экономического анализа свидетельствуют в получении в будущем при сохранении существующей тенденции довольно высоких урожаев кукурузы на зерно.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бутакова М.М. Экономическое прогнозирование: методы и приемы практических расчетов. – М.: КНОРУС, 2008.
- 2 Гришин А.Ф., Кочерова Е.В. Статистические модели: построение, оценка, анализ. – Финансы и статистика, 2005.
- 3 Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан. Статистический сборник. – Астана: 2012.

LITERATURA

- 1 Butakova M.M. Jekonomiceskoe prognozirovanie: metody i priemy prakticheskikh raschetov. – M.: KNORUS, 2008.
- 2 Grishin A.F., Kocherova E.V. Statisticheskie modeli: postroenie, ocenka, analiz. – Finansy i statistika, 2005.
- 3 Sel'skoe, lesnoe i rybnoe hozjajstvo v Respublike Kazahstan. Statisticheskij sbornik. – Astana: 2012.

K.A. AHMETOV, P.A. ACAEV, S.T. UTEBEKOV

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ БОЙЫНША ДӘНДІ ЖҮГЕРІ ӨНІМДІЛІГІН СТАТИСТИКАЛЫҚ БОЛЖАУ

Резюме

Мақалада Алматы облысы бойынша дәнді жүгерінің өнімділігіне статистикалық болжам жасалынған. Сызықтық емес тренд формасы, яғни оптимум функциясы тұрғызылыған. Өнімділік ауытқуларының талдауы келтірілген.

Кітт сөздер: статистикалық болжам, өнімділік, тербеліс динамикасы, теориялық сызық.

K.A. AHMETOV, A.R. ASAEV, S.T. UTEBEKOV

STATISTICAL FORECASTING OF PRODUCTIVITY OF CORN FOR GRAIN ON ALMATY AREA

Summary

The article discusses statistical forecasting corn yield of grain in Almaty region. The nonlinear form of the trend, in particular, the function of the optimum. The analysis of yield variability.

Keywords: statistical forecast, productivity, dynamics of a deviation, theoretical line.