

Автайкина А.А. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы в учхозе «Кубань» // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №1 (январь). – АРТ 120-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 51-77

Автайкина Анна Андреевна
студентка 1 курса, архитектурно-строительного факультета
Научный руководитель: Сергеев А. Э. – канд. физ. – мат. наук,
доцент кафедры высшей математики
Кубанского Государственного Аграрного Университета
г. Краснодар, Российская Федерация
e-mail: anya.avtaykina@mail.ru

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В УЧХОЗЕ «КУБАНЬ»**

Аннотация: В статье рассматривается построение модели прогноза урожайности с учетом структурных сдвигов.

Ключевые слова: временной ряд, модель, метод наименьших квадратов, прогноз, тренд, тест Чоу.

Avtaikina Anna Andreevna
1st year student, Faculty of Architecture and Construction
Scientific adviser: A.E. Sergeev - Ph.D. physical - mat sciences,
Associate Professor at the Department of Higher Mathematics
Kuban State Agrarian University
Krasnodar, Russian Federation
e-mail: anya.avtaykina@mail.ru

FORECASTING THE WINTER WHEAT YIELD IN THE UTHOZ «KUBAN»

Abstract: The article discusses the construction of a model for predicting yield with regard to structural changes.

Keywords: time series, model, least squares method, prognosis, trend, Chou test.

Урожайность сельскохозяйственных культур – один из наиболее важных показателей, использующихся при принятии землеустроительных решений. В реальных условиях планирование осложняется не четко выраженными темпами и неравномерностью интенсификации сельскохозяйственного производства, влияющими на урожайность. Таким образом верный выбор методики расчета этих показателей и ее усовершенствование является основным условием повышения эффективности землеустроительных проектов на основе экономико-математических методов. Рассмотрим применение экономико-статистических методов, основанных на выравнивании рядов динамики без учета изменения отдельных факторов [1-3]. Все методы всегда следует дополнять методами экспертных оценок, позволяющими грамотно скорректировать расчетные показатели.

Прогнозирование с использованием временных рядов.

Последовательность наблюдений за процессом через одинаковые промежутки времени, называется временным рядом

$$y_1, y_2, y_3, \dots, y_n.$$

Таблица 1- Урожайность озимой пшеницы, ц/га [6,7]

год	Озимые зерновые	год	Озимые зерновые	год	Озимые зерновые
1965	37,5	1982	51,8	2001	78,8
1966	33,8	1983	47,9	2002	76,3
1967	37,9	1984	54,8	2003	48,8
1968	36,8	1985	42,8	2004	61,8
1969	39,2	1986	58,0	2005	66,9
1970	40,8	1987	48,9	2006	57,7
1971	56,2	1988	48,9	2007	47,8
1972	44,5	1989	56,7	2008	76,9
1973	39,6	1990	66,0	2009	54,8
1974	50,6	1991	46,9	2010	67,3
1975	30,2	1992	48,6	2011	77,6
1976	54,2	1993	49,4	2012	48,2
1977	49,8	1994	45,7	2013	60,4
1978	49,1	1995	43,4	2014	69,6
1979	47,0	1996	31,5	2015	77,9
1980	39,1	1997	44,4	2016	73,0
1981	49,2	1998	53,4	2017	77,4
1982	51,8	1999	59,5	2018	83,2
1983	47,9	2000	62,3		

Примером временного ряда, например, является урожайность (таблица 1). В простейшем случае временной ряд можно представить, как

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t,$$

где $t = 1, 2, \dots, n$

$f(t)$ – гладкая функция – тренд, ε_t – случайное возмущение.

Для изучения циклических колебаний временного ряда рассматривается автокорреляционная функция, представляющая собой коэффициенты корреляции между последовательными уровнями временного ряда. Например, коэффициент автокорреляции первого порядка имеет вид

$$r_1 = \frac{\sum_{t=2}^n (y_t - Y_1)(y_{t-1} - Y_2)}{\sqrt{\sum_{t=2}^n (y_t - Y_1)^2 \sum_{t=2}^n (y_{t-1} - Y_2)^2}},$$

$$Y_1 = \frac{\sum_{t=2}^n y_t}{n-1}, Y_2 = \frac{\sum_{t=2}^n y_{t-1}}{n-1}.$$

Аналогично можно рассмотреть коэффициенты автокорреляции более высоких порядков, например, для данных таблицы 1 коэффициенты автокорреляции представлены ниже

r_1	0,512
r_2	0,416
r_3	0,483
r_4	0,303
r_5	0,187

Все коэффициенты автокорреляции меньше 0,5, значит, циклических колебаний нет. Самое большое значение имеет коэффициент автокорреляции первого порядка $r_1 = 0,512$, что может говорить о наличии линейного тренда

$$y = a_0 + a_1 x,$$

где y - урожайность с/х культур в год, ц с 1 га; x – факторы времени (порядковый номер года); a_0 и a_1 - коэффициенты уравнения.

Эти коэффициенты вычислим с помощью метода наименьших квадратов (сумма квадратов разности фактических данных от выровненных была минимальной), т.е.

$$z = (a_0 + a_1 x_1 - y_1)^2 + (a_0 + a_1 x_2 - y_2)^2 + \dots + (a_0 + a_1 x_n - y_n)^2 = \\ = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2 =$$

$$= \sum_{j=1}^n \varepsilon_j^2 \rightarrow \min$$

Рассчитаем частные производные для нахождения экстремума:

Приравняв их к нулю, получим:

$$\begin{cases} na_0 + \sum_{j=1}^n x_j a_1 = \sum_{j=1}^n y_j; \\ \sum_{j=1}^n x_j a_0 + \sum_{j=1}^n x_j^2 a_1 = \sum_{j=1}^n x_j y_j. \end{cases}$$

Функция z имеет минимум (вторые производные больше нуля):

$$\frac{\partial^2 z}{\partial a_0^2} = 2n, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial a_1^2} = 2\sum_{j=1}^n x_j^2,$$

где n - число лет наблюдения за урожайностью [3,4,9].

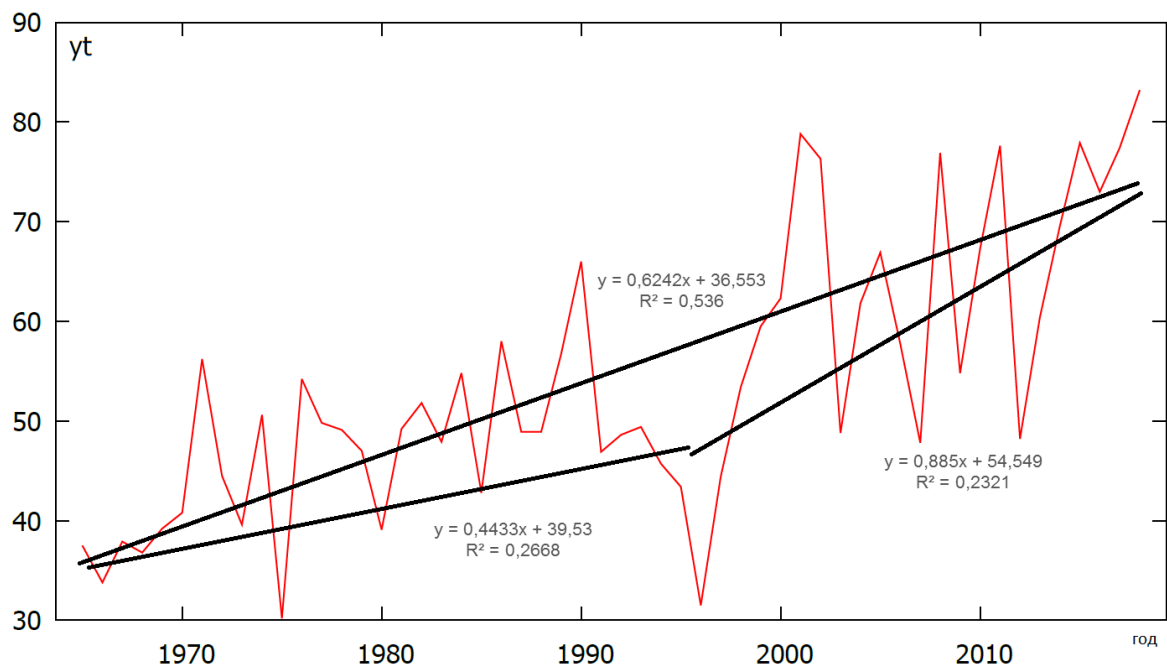


Рисунок 1 – Динамика урожайности озимой пшеницы в учхозе «Кубань», 1965-2018 гг.

Проследим за урожайностью и выявим параметры тренда в учхозе Кубань КГАУ за 1965 – 2018 гг, опираясь на данные таблицы 1.

Общий вид линейной модели за весь период

$$y = 0,6242x + 36.553 \quad (1)$$

Коэффициент регрессии показывает ежегодное увеличение урожайности на 0,62 ц. с 1 га. Спад урожайности в 1996 году до 31,5 ц с 1 га, позволяет

утверждать о наличии структурных изменений в этом году. Можно рассмотреть вместо зависимости (1) два тренда:

$$y = 0,4433x + 39,53 - \quad (2)$$

за 1965-1995 гг.,

$$y = 0,885x + 54,549 - \quad (3)$$

за 1997-2018 гг.[8,9]

Проверка гипотезы на однородность данных проводится с помощью теста Чоу (гипотеза H_0 – разбиение совокупности на части нецелесообразно – выборка однородная) [5]:

$$F_H = \frac{(SS_{\text{общ}} - SS_1 - SS_2)}{(SS_1 + SS_2)} \cdot \frac{n - m_1 - m_2 - 2}{m_1 + m_2 + 1 - m},$$

где $SS_{\text{общ}}, SS_1, SS_2$ – суммы квадратов отклонений эмпирических и теоретических значений y , соответствующих моделям (1), (2), (3).

$$\text{У нас } n = 54, m_1 = m_2 = m = 1$$

$$F_H = \frac{(4425,021 - 1397,487 - 2294,44)}{(1397,487 + 2294,44)} \cdot \frac{54 - 1 - 1 - 2}{1 + 1 + 1 - 1} = 5,013.$$
$$F_{\text{кр}}(k_1 = 2, k_2 = 50) = 3,18.$$

Так как $F_H > F_{\text{кр}}$, то нулевая гипотеза отвергается и целесообразно построение моделей (2) и (3) вместо одной модели (1). Подставляя в модель (3) порядковый номер года, получим прогноз на 2019-2021 гг. (Таблица 2)

год	урожайность
2019	75,0
2020	75,8
2021	76,7

Таблица 2 – Прогнозирование урожайности озимой пшеницы, ц/га

Заключение. Широкое использование методов экономико-математического моделирования связано с тем, что в ходе решения широкого круга задач требуется максимальная точность, которую позволяет получить математический аппарат. Крупномасштабная цифровизация должна

облегчить процедуры сбора и анализа информации, прогнозирование, нахождение трендов и периодичностей в данных, анализа зависимостей, оценку рисков при принятии решений.

Список использованной литературы:

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Под редакцией академика РАСХН В.И. Кирюшина, академика РАСХН А.Л. Иванова. Методическое руководство. -М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. – 784 с.
2. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учеб. Пособие/В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 384 с.
3. Волков С. Н. Землеустройство. Экономико-математические методы и модели. Т.4. – М.: Колос, 2001. – 696 с.
4. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве/ Гатаулин А. М., Гаврилов Г. В., Сорокина Т. М. и др.; Под ред. А. М. Гатаулина. – М. Агропромиздат, 1990. – 432 с.
5. Практикум по эконометрике - Елисеева И.И. - Учебное пособие. «Финансы и статистика», 2003 - 192 с.
6. Подколзин О.А., Соколова И.В., Осипов А.В., Слюсарев В.Н. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №68 С. 117-124
7. Подколзин О.А., Соколова И.В., Осипов А.В., Баракина Е.Е., Петров А.Ю. Содержание основных микроэлементов в почвах краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №69 С. 171-176.
8. Практически-ориентированное обучение при изучении математики. Сергеев А.Э. В сборнике: Практико-ориентированное обучение: опыт и современные тенденции. Сборник статей по материалам учебно-методической конференции. 2017. С.100
9. Обусловленность систем линейных уравнений. Сергеев А.Э. В сборнике Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. 2017. С. 44-45.

Дата поступления в редакцию: 23.01.2019 г.

Опубликовано: 29.01.2019 г.

© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2019

© Автайкина А.А., 2019