

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Е.В. Гончарова, преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (г. Горки)

Урожайность сельскохозяйственных культур является весьма важным показателем агропромышленного комплекса, поскольку этот показатель в значительной степени определяет экономическое положение страны или отдельного региона.

Предпосылкой прогноза урожайности сельскохозяйственных культур является установление в процессе многолетних исследований следующей закономерности: колебание комплекса природных условий, вегетации зерновых культур на определенных территориях происходит в зависимости от природных условий, сложившихся в каждом предшествующем году на определенных участках земной поверхности. Например, если значительная часть межгодовых колебаний урожаев повсеместно вполне рационально объяснима с позиций описанных К. Марксом «малых циклов» урожаев, в основе которых лежит известная зависимость между динамикой метеорежима, выносом питательных веществ из почвы и урожаями каждого последующего года, то остальные колебания гипотетично в большей части можно отнести к последствиям проявлений солнечно-земных связей, что и предопределяет межгодовую изменчивость сроков смены метеосезонов, межгодовые различия в распределении помесечных осадков, температур и т. п.

В результате свойство динамичности изменения урожайности сельскохозяйственных культур часто преобладает над свойством инерционности, поэтому более эффективными являются адаптивные методы прогнозирования, учитывающие информационную неравнозначность данных. Цель адаптивных методов заключается в построении самокорректирующихся рекуррентных моделей, которые способны отражать изменяющиеся во времени динамические свойства временного ряда, учитывать информационную ценность различных членов временной последовательности и давать достаточно точные оценки будущих членов данного ряда.

Цель нашего исследования определить адаптивную эконометрическую модель, интерпретирующую динамику и позволяющую наиболее точно спрогнозировать значение урожайности зерновых культур. В качестве источников информации были использованы статистические сборники за 1956–2005 гг.

Исходя из данных динамического ряда урожайности зерновых культур в Республике Беларусь (рисунок 1) максимум был достигнут в 2004 г. — 29,6 ц/га, что только на 1,1 ц/га больше, чем в 1987 г., минимум приходится на 1956 г. (5,7 ц/га).

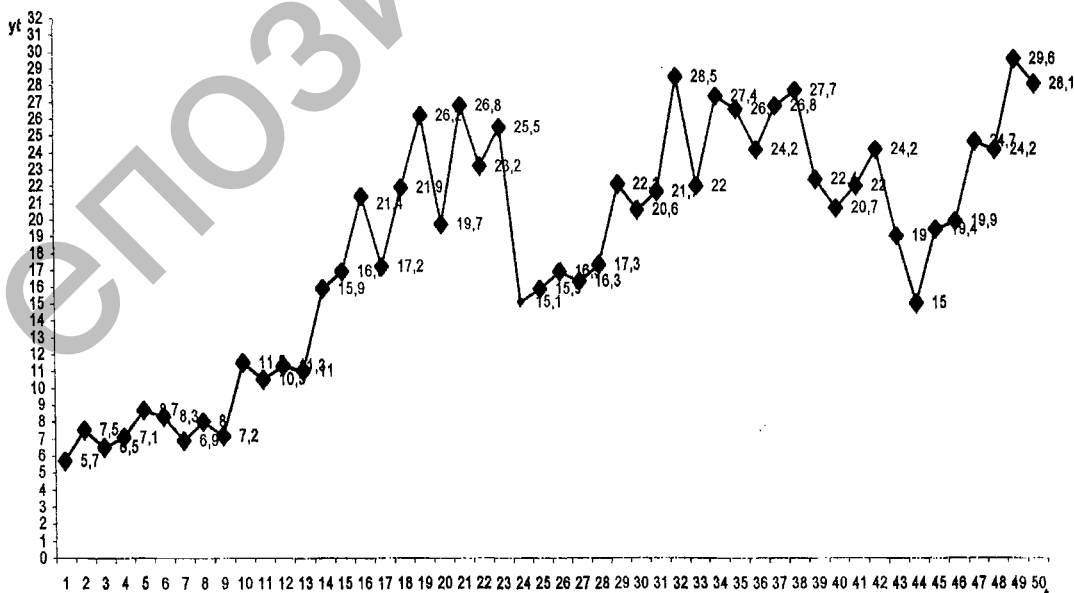


Рисунок 1 — Динамика урожайности зерновых культур в Республике Беларусь

С 1993г. по 1999г. наблюдалась стойкая тенденция снижения урожайности, а 2000 г. можно считать переломным для производства зерновых. В 2005 г. был получен урожай сопоставимый с уровнем 1987 г. Несмотря на постоянную колеблемость, в целом данный временной ряд показателей имеет явную тенденцию к росту. Если исходить только из его крайних точек, то урожайность зерновых культур за исследуемый период увеличилась почти в пять раз. Можно отметить, что в России за аналогичный период урожайность увеличилась только в двое.

Исследуемого динамического ряда произведено с помощью трех моделей:

$$1) \bar{y}_t = 8,92 + 0,37t;$$

$$2) \bar{y}_t = 3,12 + 1,02t + 0,013t^2;$$

$$3) \bar{y}_t = 4,24 \times 1,17^t.$$

Расчетные значения критерия Фишера значительно больше табличных, что свидетельствует о существенности полученных уравнений. При этом  $R > 0,7$  и  $D > 0,65$  для всех функций.

Для того, чтобы определить какая функция является наиболее подходящей для представления тенденции развития ряда динамики вычислим средние квадратичные отклонения ( $S_u$ ) и ошибку аппроксимации ( $\bar{\varepsilon}$ ):

$$S_1 = 4,588; S_2 = 3,932; S_3 = 4,185;$$

$$\bar{\varepsilon}_1 = 0,237; \bar{\varepsilon}_2 = 0,180; \bar{\varepsilon}_3 = 0,861.$$

Сравнивая полученные значения, отмечаем, что в наибольшей степени к фактическим данным приближается тренд, рассчитанный по адаптивной полиномиальной модели второго порядка, которую в дальнейшем использовали для прогнозирования методом экспоненциальной средней:

$$S_t = \alpha x_t + \beta S_{t-1};$$

$$S_t^{[2]} = \alpha S_t + \beta S_{t-1}^{[2]};$$

$$S_t^{[3]} = \alpha S_t^{[2]} + \beta S_{t-1}^{[3]}.$$

Начальные условия были определены по следующим формулам:

$$S_0 = \frac{\alpha}{\alpha} a_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} a_{2,0} + \frac{\beta(2-\alpha)}{2\alpha^2} a_{3,0};$$

$$S_0^{[2]} = a_{1,0} - \frac{2\beta}{\alpha} a_{2,0} + \frac{\beta(3-2\alpha)}{\alpha^2} a_{3,0};$$

$$S_0^{[3]} = a_{1,0} - \frac{3\beta}{\alpha} a_{2,0} + \frac{3\beta(4-3\alpha)}{2\alpha^2} a_{3,0}.$$

Оценка прогнозируемого значения с периодом упреждения  $\tau$  находили из выражения:

$$\hat{x}_t = \left[ 6\beta^2 + (6-5\alpha)\alpha\tau + \alpha^2\tau^2 \right] \frac{S_{t-\tau}}{2\beta^2} - \left[ 6\beta^2 + 2(5-4\alpha)\alpha\tau + 2\alpha^2\tau^2 \right] \frac{S_{t-\tau}^{[2]}}{2\beta^2} + \left[ 2\beta^2 + (4-3\alpha)\alpha\tau + \alpha^2\tau \right] \frac{S_{t-\tau}^{[3]}}{2\beta^2}.$$

Для получения адекватного прогноза необходимо подобрать такое значение коэффициента сглаживания ( $\alpha$ ), чтобы получить минимальные сумму квадратов отклонений и ошибку прогноза. С этой целью протабулировали значение коэффициента сглаживания от 0,1 до 0,9 с шагом 0,1.

С 1993г. по 1999г. наблюдалась стойкая тенденция снижения урожайности, а 2000 г. можно считать переломным для производства зерновых. В 2005 г. был получен урожай сопоставимый с уровнем 1987 г. Несмотря на постоянную колеблемость, в целом данный временной ряд показателей имеет явную тенденцию к росту. Если исходить только из его крайних точек, то урожайность зерновых культур за исследуемый период увеличилась почти в пять раз. Можно отметить, что в России за аналогичный период урожайность увеличилась только в двое.

Исследуемого динамического ряда произведено с помощью трех моделей:

$$1) \bar{y}_t = 8,92 + 0,37t;$$

$$2) \bar{y}_t = 3,12 + 1,02t + 0,013t^2;$$

$$3) \bar{y}_t = 4,24 \times 1,17^t.$$

Расчетные значения критерия Фишера значительно больше табличных, что свидетельствует о существенности полученных уравнений. При этом  $R > 0,7$  и  $D > 0,65$  для всех функций.

Для того, чтобы определить какая функция является наиболее подходящей для представления тенденции развития ряда динамики вычислим средние квадратичные отклонения ( $S_t$ ) и ошибку аппроксимации ( $\bar{\varepsilon}$ ):

$$S_1 = 4,588 ; S_2 = 3,932 ; S_3 = 4,185 ;$$

$$\bar{\varepsilon}_1 = 0,237 ; \bar{\varepsilon}_2 = 0,180 ; \bar{\varepsilon}_3 = 0,861.$$

Сравнивая полученные значения, отмечаем, что в наибольшей степени к фактическим данным приближается тренд, рассчитанный по адаптивной полиномиальной модели второго порядка, которую в дальнейшем использовали для прогнозирования методом экспоненциальной средней:

$$S_t = \alpha x_t + \beta S_{t-1};$$

$$S_t^{[2]} = \alpha S_t + \beta S_{t-1}^{[2]};$$

$$S_t^{[3]} = \alpha S_t^{[2]} + \beta S_{t-1}^{[3]}$$

Начальные условия были определены по следующим формулам:

$$S_0 = \hat{a}S_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} \hat{a}_{2,0} + \frac{\beta(2-\alpha)}{2\alpha^2} \hat{a}_{3,0};$$

$$S_0^{[2]} = \hat{a}_{1,0} - \frac{2\beta}{\alpha} \hat{a}_{2,0} + \frac{\beta(3-2\alpha)}{\alpha^2} \hat{a}_{3,0};$$

$$S_0^{[3]} = \hat{a}_{1,0} - \frac{3\beta}{\alpha} \hat{a}_{2,0} + \frac{3\beta(4-3\alpha)}{2\alpha^2} \hat{a}_{3,0}.$$

Оценка прогнозируемого значения с периодом упреждения  $\tau$  находили из выражения:

$$\hat{x}_t = \left[ 6\beta^2 + (6-5\alpha)\alpha\tau + \alpha^2\tau^2 \right] \frac{S_{t-\tau}}{2\beta^2} - \left[ 6\beta^2 + 2(5-4\alpha)\alpha\tau + 2\alpha^2\tau^2 \right] \frac{S_{t-\tau}^{[2]}}{2\beta^2} + \left[ 2\beta^2 + (4-3\alpha)\alpha\tau + \alpha^2\tau \right] \frac{S_{t-\tau}^{[3]}}{2\beta^2}.$$

Для получения адекватного прогноза необходимо подобрать такое значение коэффициента сглаживания ( $\alpha$ ), чтобы получить минимальные сумму квадратов отклонений и ошибку прогноза. С этой целью протабулировали значение коэффициента сглаживания от 0,1 до 0,9 с шагом 0,1.

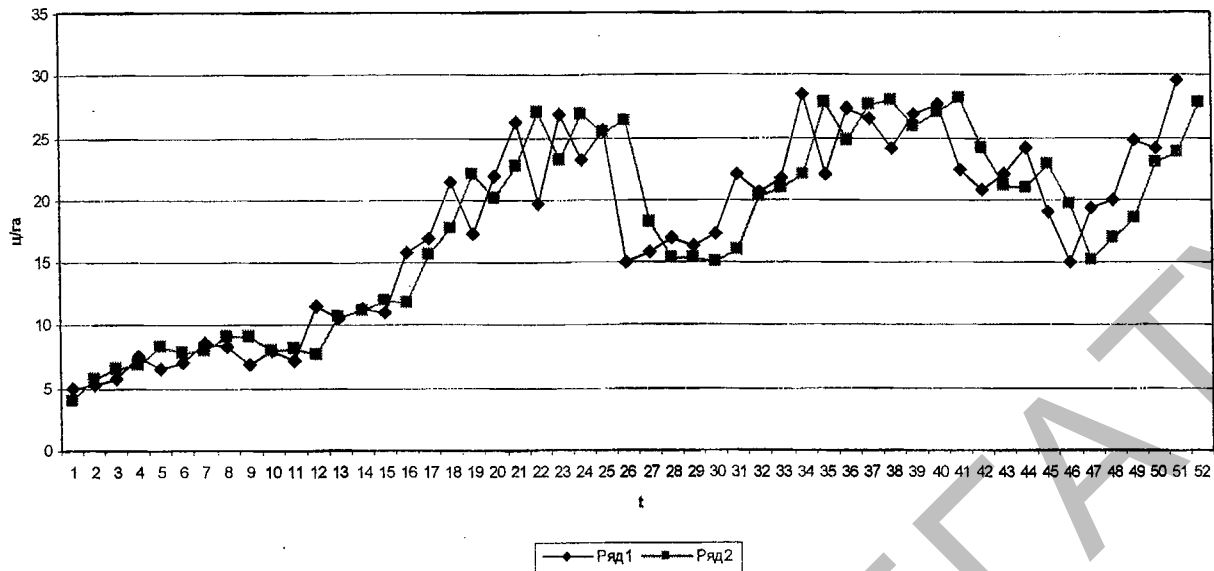


Рисунок 3 — Результаты прогноза

**Литература:**

1. Кендел, М. Временные ряды / М. Кендел. — Москва : Финансы и статистика, 1981. — 199 с.
2. Лукашин, Ю.П. Нелинейные адаптивные регрессионные модели / Ю.П. Лукашин // Вопросы статистики, 2006. — № 6. — С.37–45.
3. Тихонов, Э.Е. Методы прогнозирования в условиях рынка : учеб. пособие / Э.Е. Тихонов. — Невинномысск, 2006. — 221 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

**Л.Н. Григорович**, ассистент кафедры экономической теории и права  
Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)

Инновационное развитие сельского хозяйства требует от специалистов высокого профессионализма, что предполагает активное усвоение современных достижений науки, глубокое знание новейших технологий производства и методов управления. Для обеспечения конкурентоспособности каждому хозяйствующему субъекту необходимы профессионалы в правовой, экономической и коммерческой деятельности.

Существуют различные организационные, технологические и методические факторы, влияющие на качество обучения и подготовки будущих специалистов.

Педагогические коллективы, заинтересованные в подготовке конкурентоспособных специалистов, выстраивают подходы, которые отвечают основным принципам стратегии личностно-ориентированного образования, способствующие творческому становлению будущих специалистов.

Во-первых, личностно-ориентированный процесс обучения призван помочь студенту осознать:

- связь между психогенными факторами и возникновением затруднений в учебной деятельности;
- ситуации, вызывающие негативные эмоции, провоцирующие появление состояний учебной дезадаптации;
- особенности своего поведения и эмоционального реагирования;