

Симоненко Е.И. ©

Кандидат экономических наук, доцент кафедры учета, анализа и аудита Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

МЕТОДОЛОГИЯ СРЕДНЕСРОЧНОГО И ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И ВАЛОВОГО СБОРА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация

В статье исследованы особенности построения среднесрочных и долгосрочных прогнозов урожайности и валового сбора зерновых культур. Доказано, что основным инструментом прогнозирования является линейно-гармоничная модель для сглаженного ряда. Такой подход позволяет повысить прогнозные качества линейно-гармоничной модели и выполнять прогнозы с горизонтом от одного года до нескольких лет демонстрируя высокую эффективность.

Ключевые слова: зернопроизводство, урожайность, прогнозирование.

Keywords: grain production, productivity, forecasting.

Характерной особенностью системы зернопроизводства Украине в последние годы является резкое увеличение дисперсии урожайности и валового сбора. Такое поведение системы увеличивает неопределенность и риск принятия инвестиционных решений. Если вероятность реализации критически низкой урожайности становится существенной, инвестор может принять решение об изменении инвестиционных планов. Но для этого необходимо иметь такую оценку в годовой перспективе.

За несколько последних лет Украина вошла в главную группу мировых экспортеров зерна. Для сохранения этой позиции необходимо обеспечить стабильно высокую урожайность зерновых. Основными механизмами стабилизации должны стать внедрение передовых технологий и финансовая поддержка государством зернопроизводителей, в частности: предоставление льготных кредитов, страхования зернопроизводства, гарантированные государственные закупки зерна по приемлемым ценам. На современном этапе, когда соответствующие механизмы только формируются, важную роль играет прогнозирование урожайности зерновых культур. Особенно важное значение имеют прогнозы с периодом предубеждения от одного до нескольких лет, которые можно использовать для принятия управленческих и инвестиционных решений с целью уменьшения рисков.

Целью статьи является необходимость разработки новых и совершенствования существующих методов и моделей среднесрочного и долгосрочного прогнозирования урожайности и валового сбора зерновых культур.

Большинство из известных методов среднесрочного и долгосрочного прогнозирования урожайности (1, 2) основываются на принципах теории временных рядов. За последние десятилетия были разработаны новые методы и подходы к прогнозированию урожайности такие как метод "Зонт" (4) и метод клеточных автоматов (5). Ряд работ была посвящена разработке новых методов среднесрочного прогнозирования и совершенствованию и адаптации известных методов прогнозирования урожайности. Некоторые из этих методов уже активно используются (метод авторегрессии, метод ближайших соседей, метод нейронных сетей, метод скользящего среднего).

Однако следует иметь в виду, что даже использование известных методов прогнозирования рядов урожайности имеет свои особенности, без учета которых прогнозирование не может быть эффективным. Прежде всего это обусловлено главными особенностями динамики урожайности зерновых : реверсивностью и цикличностью. Поэтому использование каждого метода прогнозирования требует длительного этапа подготовительной работы, который начинается с предпрогнозного анализа и продолжается путем компьютерных экспериментов, которые позволяют подобрать оптимальную конфигурацию и значения

параметров прогнозных моделей. Исследования ученых доказывают, что большинство из перечисленных выше методов среднесрочного прогнозирования сохраняют хорошие прогнозные свойства при расширении прогнозного горизонта до 10 лет, то есть в случае долгосрочного прогнозирования.

Одним из главных признаков детерминированного поведения системы является цикличность. Для линейных консервативных систем характерна строго периодическая цикличность. Большинство природных и экономических систем относятся к классам нелинейных диссипативных систем и нелинейных автоколебательных систем. Для таких объектов характерны колебания с переменными значениями периода и амплитуды.

Исследования ученых показали, что временным рядам урожайности и валового сбора озимой пшеницы присущи короткие циклы 4 года, средние циклы 17 - 23 года и долгие циклы 41 - 56 лет. Короткий цикл скорее всего вызван цикличностью погодно - климатических факторов, средний может быть объяснен в рамках модели "урожайность - плодородная способность", которая является моделью типа "хищник - жертва", длинный цикл, возможно, имеет технологические причины. Наиболее четко выраженный эффект цикличности для областей степной зоны. Для областей западного региона Украины цикличность урожайности менее заметна, что объясняется стохастическим воздействием климата Атлантики. Эффективным способом моделирования временных рядов с эффектом цикличности является линейно- гармоничная модель урожайности (3), в основе которой лежит гипотеза о том, что функция урожайности является суммой линейной функции, нескольких гармоник и случайного фактора (шума)

$$Y(t) = c_0 + c_1 t + \sum_{i=1}^m a_i \cos\left(\frac{2\pi}{T_i} t\right) + \sum_{i=1}^m b_i \sin\left(\frac{2\pi}{T_i} t\right) + E(t) \quad (1).$$

Здесь $Y(t)$ фактические значения урожайности, c_0, c_1 - коэффициенты линейной функции, a_i, b_i - амплитуды i -й гармоники, T_i - период гармоники, t - настоящее время (целое число в пределах от 1 до 55, обозначающее порядковый номер года), m - количество главных гармоник. Впервые предложил использовать гармоничную функцию для моделирования трендов сложных процессов известный украинский кибернетик А.Г. Ивахненко. В начале 2000-х годов гармоничную модель использовал для моделирования динамики урожайности зерновых культур Олейник О.В. Наиболее существенными являются первые две - три гармоники модели (2). Значения параметров i -й гармоники ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) последовательно определяются из условия минимума функционала погрешности модели

$$\Psi = \sum_{t=T_{\min}}^{T_{\max}} \left(x_t - c_0 - c_1 t - \sum_{k=1}^i \left[a_k \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_k} t\right) + b_k \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_k} t\right) \right] \right)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

методом наименьших квадратов в комбинации с полным перебором значений периода. Данный подход выражает суть подхода к гармоническому анализу рядов урожайности (валового сбора), описанного как адаптивный гармонический анализ. Учитывая высокую стабильность выявленных циклов зернопроизводства, полигармоническую модель можно использовать для прогнозирования урожайности. Прогноз получается путем экстраполяции трехгармоничного тренда

$$Y^*(t) = c_0 + c_1 t + \sum_{i=1}^3 a_i \cos\left(\frac{2\pi}{T_i} t\right) + \sum_{i=1}^3 b_i \sin\left(\frac{2\pi}{T_i} t\right) \quad (3).$$

Прогнозирование урожайности (валового сбора) является сложной задачей, поскольку динамика урожайности имеет смешанный детерминированно-стохастический характер. Наиболее сильными стохастическими возмущениями являются засухи, которые могут привести к катастрофическому снижению урожайности, как это было, например, в 2003 году.

Гармоничная модель, как и большинство других моделей детерминированного типа, не в состоянии предусмотреть случайные возмущения.

Адекватность полигармонических моделей можно повысить, если уменьшить эффект случайных возмущений. С этой целью используют сглаживание временных рядов (фильтрации высокочастотных шумов). Наиболее употребляемыми методами сглаживания является метод скользящего среднего и метод дискретного преобразования Фурье. Оценка ряда остатков и прогнозной погрешности показывают, что оптимальным (с точки зрения простоты и прогнозируемости) вариантом сглаживания рядов урожайности является сглаживание модифицированным методом скользящего среднего с шириной окна 9 лет и постепенным сужением окна на краях ряда. Сглаженный ряд оптимальным образом отражает детерминированную составляющую начального ряда. Основным инструментом прогнозирования является линейно-гармоничная модель (3) для сглаженного ряда. Такой подход позволяет повысить прогнозные качества линейно-гармоничной модели и позволяет выполнять прогнозы с горизонтом от одного года до нескольких лет. Во многих случаях модель (3) демонстрирует высокую эффективность и при учете только первых двух гармоник.

Литература

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсон. – М. : Наука, 1976. – 378с.
2. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 608 с.
3. Грицюк П.М. До питання про циклічність урожайності зернових / П.М. Грицюк // Моделювання та інформаційні системи в економіці : зб. наук. праць / відп. ред. В.К. Галіцин. – К.: КНЕУ, 2008. – Вип.77. – с. 299–314.
4. Загайтов И.Б. Прогноз колебаний природных условий сельскохозяйственного производства и всемирная статистика урожаев / И.Б. Загайтов, Л.С. Воробьева. – Воронеж: ВГАУ, 1998. – 216 с.
5. Максишко Н.К. Моделювання економіки методами дискретної нелінійної динаміки : [монографія / наук. ред. В.О. Перепелиця] / Н.К. Максишко. – Запоріжжя: Поліграф, 2009. – 416с.