

УДК 330.45

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Машин В.В.**

Старший преподаватель кафедры финансов и бухгалтерского учета

**Смагин Б.И.**

Профессор кафедры математики, физики и информационных

технологий

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Прогнозирование – основа планирования производства. Имеется широкий спектр методик и моделей прогнозирования. В статье рассмотрены модели прогнозирования, применяемые для стационарных, нестационарных и сезонных процессов.

**Ключевые слова:** прогноз, планирование, прогнозные модели, нечеткие множества, адаптативные методы.

Прогнозирование как инструмент в сфере экономики той или иной отрасли является неотъемлемым элементом на стадии планирования, как краткосрочного или среднесрочного, так и долгосрочного. В особенности, это касается сферы сельского хозяйства, функционирование которой носит стохастический характер [4, 5].

Планирование – один из ключевых аспектов управления, состоящая в разработке и осуществлении планов, определяющих предполагаемое состояние экономической системы, путей, способов и средств его достижения.

Создание производственного плана на основе бюджета и имеющихся средств оправдано с позиции государственного регулирования, однако, с позиции хозяйствующего субъекта, прогнозирование оказывает существенное влияние на бюджет предприятия. Ни одно управленческое решение не должно приниматься без оценки возможных последствий, отраженных в прогнозе. При этом разные уровни управления требуют различных моделей построения прогноза.

К наиболее распространенным вероятностным моделям, используемым в сельском хозяйстве, являются цепи Маркова и системы массового обслуживания, регрессионные, биофизические модели. Менее изученными и распространенными являются системы на базе методов нечетких множеств, а также нейронных сетей [1].

Подробнее остановимся на каждом из описанных методов.

Система представляется в виде цепи Маркова, если она имеет фиксированное число состояний, из одного в другое она может переходить через некоторые фиксированные моменты времени, вероятности переходов одно в другое состояние должны быть заданы или оценены.

Цепь Маркова предназначена, для вероятностного описание поведения достаточно хорошо структурированных процессов с небольшим числом различных состояний, при условии знания вероятностей переходов из одного состояния в другое.

Также, довольно обширно применяется КРА (корреляционно - регрессионный анализ). Для построения КРА – моделей оценивается характер и степень связей между выбранными результативными факторами и, собственно, исследуемым процессом. В сельском хозяйстве, обычно, выделяют три группы факторов:

1. Метеорологические и агрометеорологические показатели, характеризующие условия произрастания культуры, связанные с погодой.
2. Фитометрические показатели, отражающие состояние культуры.
3. Агротехнические показатели, характеризующие уровень культуры земледелия.

Широко используются подходы биофизические модели, в которых качестве входных параметров применяются данные дистанционного зондирования с целью калибровки модели и её настройки. Основным недостатком таких моделей является необходимость задания многочисленных специфических параметров для каждой культуры: характеристик почвы, методов обработки культур, агрометеорологических данных, сроков посева. Среди таких моделей следует отметить SERES, WOFOST, CROPSYST, STICS. Данные дистанционного зондирования наиболее часто применяются для построения полиномиальных моделей, описывающих соотношение между различными вегетационными индексами и статистическими данными по урожайности. Эти методы, как правило, просты, и их реализация не требует задания многочисленных параметров.

Основным недостатком эмпирических регрессионных методов является то, что соотношения между урожайностью и вегетационными индексами, как правило, строятся для отдельных районов или областей, причем зачастую для ограниченных выборок данных, поэтому такие модели не являются робастными и не распространяются на другие области. Тем не менее, индукционный подход, и основанные на нем регрессионные модели, являются наиболее распространенными в силу ограниченных требований к задаче и простоты в применении.

Вместе с тем, данные методы подвержены таким недостаткам, как неточность прогноза вследствие упрощенности, отсутствия возможности в полной мере описать факторную модель, использование корректирующих коэффициентов на основе экспертных методов.

Отдельно стоит отметить имеющийся опыт в использовании метода распознавания образов (кластерный анализ и дискриминантный анализ), а также стохастических моделей временных рядов.

Для стационарных временных рядов используются модели авторегрессии, скользящего среднего, смешанные модели авторегрессии-скользящего среднего. Для нестационарных временных рядов применимы модели авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего [1,6].

Модель авторегрессии порядка  $p$  имеет вид:

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t$$

Модель скользящего среднего порядка  $q$ :

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Смешанный процесс авторегрессии – скользящего среднего

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q},$$

где  $\tilde{z}_t = z_t - \mu$  – отклонение значения временного ряда в момент времени  $t$  от среднего значения;  $\{a_t\}$  – белый шум – последовательность некоррелированных случайных величин с нулевым средним и постоянной дисперсией;  $\theta_i, \phi_j$  – весовые параметры.

Модель авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего имеет вид:

$$\phi(B) \nabla^d z_t = \theta(B) a_t,$$

где  $\nabla^d z_t$  –  $d$ -я разность ряда  $z_t$ ;  $\phi(B)$  – стационарный оператор авторегрессии;  $\theta(B)$  – оператор скользящего среднего.

Общая мультипликативная модель сезонного ряда имеет вид:

$$\Phi(B^s) \nabla_s^D z_t = \Theta(B^s) a_t,$$

где  $s$  – период сезонности.

Основная трудность при построении моделей данного типа состоит в идентификации зависимости. Для этих целей рекомендуется провести анализ теоретических автоковариационных и автокорреляционных функций и сравнить их с эмпирическими [3].

В условиях, когда исходные факторы задаются в виде размытых (нечетких) характеристик, для прогнозирования применяются другие подходы, основанные на интеллектуальных технологиях, в частности основанные на использовании теории нечетких множеств [7].

Результаты решения задач прогнозирования обычно представляются в виде вариантов(альтернатив) исходов и оценок решений, которые могут быть приняты и реализованы в условиях неопределенности в исходных состояниях среды.

Применение теории нечетких множеств для моделирования задач прогнозирования аграрной сферы производства имеет ряд преимуществ, наиболее важными из которых являются следующие:

1. Результативность при решении неформализованных или плохо формализованных задач, к числу которых относятся исследуемые задачи прогнозирования.
2. Устойчивость к частым изменениям состояний и характера воздействий внешних факторов среды.
3. Результативность при работе с большим объемом противоречивой информации.
4. Результативность при работе с неполной и “зашумленной” информацией, а также с информацией, оцениваемой на интуитивном уровне.

Интересен опыт использования адаптивных методов, который обосновывался возможностью построения самокорректирующихся моделей,

способных учитывать результаты прогноза, сделанного на предыдущем шаге. При поступлении фактического значения показателя оценивается ошибка прогнозного значения и учитывается определенной процедурой корректировки модели. Адаптивные методы позволяют учесть различную информационную ценность уровней ряда, что используется при краткосрочном прогнозировании, характерном для сельскохозяйственного производства с ярко выраженной цикличностью. Процедура адаптации итеративно осуществляется для каждой новой точки исследуемого процесса, обеспечивая моделирование тенденции развития в каждый момент времени [2].

Использование статистических методов позволяет оценить состояние исследуемого объекта, представленного в виде вектора компонент. Результатом прогнозирования является не конкретная величина того или иного показателя или доверительный интервал её значений, а также оценка вероятности этого результата.

Однако, основной недостаток этих методов заключается в необходимости наличия достаточно большого объема данных для обеспечения приемлемой достоверности прогноза.

Таким образом, можно сделать вывод:

- 1) для стационарных процессов возможно использование моделей авторегрессии, скользящего среднего и смешанных процессов авторегрессии – скользящего среднего;
- 2) для нестационарных процессов, как правило, можно использовать модель авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего;
- 3) для нестационарных сезонных процессов рекомендуется использование мультипликативных сезонных моделей.

Более высокий уровень адекватности построенных зависимостей, как правило, может быть достигнут использованием адаптивных подходов и интеллектуального анализа данных.

## Список литературы

1. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Кн. 1 / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 406с.
2. Давнис, В.В. Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах/В.В. Давнис, В.И. Тинякова. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. – 380с.
3. Смагин, Б.И. Анализ автоковариационных и автокорреляционных функций в задачах идентификации мультипликативных сезонных моделей прогнозирования/Б.И. Смагин//Экономика и управление качеством: учет, анализ, методы, модели, инструменты и аудит. Сб. научных трудов. – Тамбов: ТГТУ, 2006. – Вып. 1 – С. 129 – 207.
4. Смагин Б.И. Определение производственного потенциала в аграрном производстве / Б.И. Смагин // Аграрная наука. – 2003. - № 1. – С. 4.
5. Эффективность аграрного производства: учебное пособие / И.А. Минаков, Л.А. Сабетова, В.А. Солопов, С.Н. Воропаев, В.А. Мартынов, И.Л. Ермаков, Э.А. Климентова, Б.И. Смагин, В.А. Курьянов, С.К. Неуймин и др. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 1996. – 290 с.
6. Яновский, Л.П. Введение в эконометрику: учебное пособие /Л.П. Яновский, А.Г. Буховец. 2-е изд. доп. – М.: КНОРУС, 2007. – 256с.
7. Ярушкина, Н.Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие /Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 320с.

**UDC 330.45**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF FORECASTING TECHNIQUES IN  
AGRICULTURE**

**Mashin V. V.**

Senior lecturer, Department of Finance and accounting

**Smagin I. B.**

Professor of mathematics, physics and information technology

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** Forecasting is the basis of production planning. There is a wide range of forecasting techniques and models. The article deals with forecasting models used for stationary, non-stationary and seasonal processes.

**Keywords:** forecast, planning, predictive models, fuzzy sets, adaptive methods.