

УДК 303.733.32

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АВТОРЕГРЕССИИ ПРОИНТЕГРИРОВАННОГО СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СЕЗОННОСТИ

Бычков А.А., Потетюнко Э.Н., Золотарев А.А., Сотникова А.М.

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,*

*e-mail: mehmat@aanet.ru*

Метод авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС) использовался для анализа данных о производстве молока в регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. В качестве инструмента анализа, использовался программный пакет Statistica. Произведено предварительное сглаживание временных рядов. Исследованы различные модели АРПСС, среди которых выбраны наиболее адекватные исследуемым данным. Выявлены общие тенденции в рассматриваемой предметной области и получены прогнозные значения.

**Ключевые слова:** временной ряд, авторегрессия, скользящее среднее, сезонность, дисперсия, модель, тренд

Производство сырого молока в России в целом имеет сезонный характер с сезонным пиком летом и спадом зимой. Сезонность связана с экстенсивным характером молочного производства. Предметом настоящей работы было исследование и моделирование процесса производства сырого молока, с учетом сезонного фактора в регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов.

Для исследования данных использовались методы анализа временных рядов. Оценка параметров моделей временных рядов и расчет прогнозных значений выполнены с помощью метода авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Были выполнены следующие работы: построение статистических моделей производства сырого молока в регионах ЮФО и СКФО, исследование наличия сезонности в производстве и надоях молока, сравнительный анализ сезонности в исследуемых регионах, оценка тенденций в развитии молочной промышленности, текущий прогноз производства по каждому региону.

Исследовались статистические данные Министерства сельского хозяйства РФ «Оперативная информация по надоям реализации молока» [1]. Для анализа использовались

данные за 2001-2009 гг. о средних суточных надоях, суточных объемах надоев молока в регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов.

Исследуемые данные представляют собой временные ряды. Анализ временных рядов включает поиск закономерности, которая помогла бы понять характер изменения данных и предсказать будущие наблюдения. Для временных рядов могут наблюдаться так называемые сезонные изменения разной периодичности. Учет сезонных изменений имеет большое значение для точности предсказаний. Обычный способ анализа временных рядов – создание диаграммы зависимости данных от времени для отображения тренда, сезонных изменений и выбросов. Если данные изменяются со временем, то они преобразовываются для сохранения постоянства дисперсии. Для анализа экономических данных наиболее часто используются логарифмические преобразования. Такой анализ требует проверки постоянства дисперсии для исходных и логарифмированных данных с течением времени [2].

Анализ временных рядов предполагает, что данные содержат систематическую составляющую (обычно включающую несколько компонент) и случайный шум, ко-

торый затрудняет обнаружение регулярных компонент. Большинство методов исследования временных рядов включает различные способы фильтрации шума, позволяющие увидеть регулярную составляющую более отчетливо. Большинство регулярных составляющих временных рядов принадлежит к двум классам: они являются либо трендом, либо сезонной составляющей. Оба эти вида регулярных компонент часто присутствуют одновременно. Существует особый тип моделей временных рядов, в которых амплитуда сезонных изменений увеличивается вместе с трендом: модели с мультипликативной сезонностью [3].

Оценка параметров моделей временных рядов и расчет прогнозных значений выполнены с помощью метода авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Мультипликативная сезонная АРПСС представляет развитие и обобщение обычной модели АРПСС на ряды, в которых имеется периодическая сезонная компонента. В дополнении к несезонным параметрам (параметры авторегрессии ( $p$ ), порядок разности ( $d$ ), параметры скользящего среднего ( $q$ )), в модель вводятся сезонные параметры для определенного лага, устанавливаемого на этапе идентификации порядка модели:

сезонная авторегрессия ( $Ps$ ), сезонная разность ( $Ds$ ) и сезонное скользящее среднее ( $Qs$ ). Полная сезонная АРПСС записывается как АРПСС ( $p, d, q$ ) ( $Ps, Ds, Qs$ ).

Выполнены сглаживание и фильтрация исходных рядов, произведена идентификация порядка моделей. В качестве инструментов идентификации порядка модели АРПСС использовались исходные графики объемов производства, автокорреляционная функция и частная автокорреляционная функция. Для каждого из регионов, исследованы различные модели АРПСС и выбраны наиболее оптимальные по статистической значимости и экономичности, оценены параметры выбранных моделей. Выполнена проверка адекватности построенных моделей, проведено исследование независимости остатков, соответствия их распределения нормальному. Построенные модели АРПСС объемов произведенного сырого молока представлены в таблице. Для каждой из моделей, по регионам, указаны оценки соответствующих параметров и порядок разности для регулярной и сезонной составляющих. По результатам исследования, получены прогнозные значения объемов производства молока и надоев молока в исследуемых регионах, на 2010 год.

Построенные модели АРПСС объемов произведенного сырого молока (тонн в месяц) в регионах ЮФО и СКФО

Регион *	Оценки коэффициентов АРПСС ( $p, d, q$ ) ( $Ps, Ds, Qs$ )					
	$p$	$d$	$q$	$Ps$	$Ds$	$Qs$
1	-0,6959 -0,4155	2	0	-0,3836	1	0
2	-0,4145 -0,2270	2	0	-0,4748	1	0
3	0,2452	1	0	-0,5728	1	0
4	0	2	0,9481	0,9673	1	0,8771
5	-0,4051 -0,4150	2	0	-0,4059	1	0
6	-0,431924 -0,22798	2	0	-0,4169	1	0

Примечание: \* 1 – Краснодарский край, 2 – Ставропольский край, 3 – Астраханская область, 4 – Волгоградская область, 5 – Ростовская область, 6 – всего, по перечисленным регионам ЮФО и СКФО.

Анализ полученных результатов показывает, что сезонность в разной степени характерна для всех исследуемых регионов. Минимальная сезонность отмечается в Краснодарском крае, высокий уровень сезонности присутствует в Волгоградской и Астраханской областях. В общем, наблюдается постепенная тенденция к уменьшению разницы сезонных значений производства молока.

*Благодарности: работа выполнена при поддержке федерального гранта № 02.740.11.0043.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оперативная информация по надоям и реализации молока. – (<http://www.mcx.ru/moloko/index.html>).
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – 320 с.
3. Кендэл М. Временные ряды. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 200 с.

## APPLICATION OF THE METHOD OF AUTO-REGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE IN RESEARCH OF SEASONALITY OF MANUFACTURE

**Bychkov A.A., Potetunko E.N., Zolotarev A.A., Sotnikova A.M.**

*Southern Federal University, Rostov-on-Don,  
e-mail: mehmat@aanet.ru*

The method of auto-regressive integrated moving average (ARIMA) was used for the analysis of data about milk manufacture in regions of Southern and North-Caucasian federal districts. As the analysis tool, software package Statistica was used. Preliminary smoothing of time numbers is made. Various models ARIMA among which the most adequate are chosen to investigated data are investigated. The general tendencies in a considered subject domain are revealed and predicted values are received.

**Keywords: time series, autoregress, moving average, seasonality, dispersion, model, trend**