

**Таблица 2. Рекомендуемые уровни рентабельности  
товарной продукции растениеводства**

Наименование сельскохозяйственной продукции	Уровень рентабельности товарной продукции, %		
	Для обеспечения простого воспроизводства	Для обеспечения расширенного воспроизводства	Для привлечения инвестиций внебюджетного происхождения
Продукция растениеводства	15,0–20,0	45,0–60,0	Не менее 100,0

вались с учетом количества оборотов соответствующего вида продукции в течение года.

#### Заключение

1. Растениеводство является одной из самых затратных отраслей национальной экономики. Данное обстоятельство обусловлено, во-первых, низким уровнем оборачиваемости оборотных средств (один оборот за год), а во-вторых, как следствие, значительным их размером.

2. Сложившийся на современном этапе развития сельского хозяйства Республики Беларусь уровень рентабельности товарной продукции растениеводства отличается крайне низкими показателями, которые не обеспечивают даже простого воспроизводства.

3. Инвестиционная привлекательность хозяйственной деятельности в данной сфере сельского хо-

зяйства возможна лишь за счет обеспечения высоко-рентабельного производства. Так, уровень рентабельности получаемой товарной продукции растениеводства должен составлять не менее 50,0 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Золотогоров, В.Г. Энциклопедический словарь по экономике / В.Г. Золотогоров. – Мн.: Полымя, 2004. – 571 с.
2. Сельское хозяйство Респ. Беларусь: стат. сб. – Мн: Мин-во статистики и анализа Респ. Беларусь, 2009. – 147 с.
3. Отчет Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь за 2009 г. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия. – Мн., 2009. – 49 с.

УДК 338.5

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.10.2011

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ ИНДЕКСОВ ЦЕН ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Л.Е. Сошников, канд. физ.-мат. наук, В.С. Ионин, канд. техн. наук (БГАТУ)

#### Аннотация

*Проведено моделирование уровней временного ряда индексов цен производителей продовольственных товаров АПК Республики Беларусь за период 2003 - 2010 гг. средствами пакета «Statistica» с применением мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием и нейросетевых технологий. Выявлены сезонные и циклические составляющие ряда. Получены прогнозные значения показателя на 2011 г.*

*Levels of time series of Producer Price Indices (PPI) for food goods produced by Agro Industrial Complex of the Republic of Belarus have been simulated by means of STATISTICA using the multiplicative model with exponential smoothing and neural network technology for the period 2003-2010. Seasonal and cyclical components have been detected. The forecasted values of the PPI have been received for 2011.*

#### Введение

В условиях функционирования рыночной экономики имеют место периодические колебания макроэкономических показателей. Это касается и такого показателя, как индекс цен. Индекс цен является одним из важнейших макроэкономических показателей, широко используемый в социально-экономической политике государства. Индексы цен производителей (ИЦП) промышленной продукции определяются на основе наблюдения за изменением этих цен путем регистрации цен на

товары-представители. Наблюдение за изменением цен производителей продукции осуществляется по выборочной сети базовых предприятий, которые являются наиболее типичными для промышленности республики и в наибольшей степени отражают ее сложившуюся структуру. При этом учитываются фактически сложившиеся в текущем периоде отпускные цены организаций на реализованную продукцию без учета налога на добавленную стоимость и акцизов. В качестве товаров-представителей принимаются товары, характерные для конкретной отрасли промышленности, имеющие наи-

большой удельный вес в общем объеме выпуска товаров и выпускаемые в организациях в течение длительного времени. Рассчитанные по товарам-представителям индексы распространяются путем последовательной агрегации на отрасли, представленные выбранными товарами-представителями. В качестве весов используются данные стоимости отгруженной продукции в базисном периоде.

В работе исследуется динамика индексов цен производителей продовольственных товаров промышленного сектора АПК Республики Беларусь в достаточно большом временном интервале – с января 2003 года по декабрь 2010 года, а также прогнозные значения на 2011 год. Исследования уровней временного ряда в большом временном интервале позволяют выявить тенденцию изменения ИЦП и получить прогнозные значения уровней, к примеру, на следующий год, выявить его сезонные колебания, а также циклические изменения под влиянием случайных факторов.

**Основная часть**

**Методика и результаты исследования**

Исследования динамики индекса цен производителей выполнены на основе оперативных статистических данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1] в период с января 2003 года по декабрь 2010 года ежемесячно. Вычисления проводились с использованием пакета Statistica 7.0 в рамках мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием, а также с применением нейросетевых технологий.

Мультипликативная модель [2] предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как произведение трендовой  $T$ , сезонной  $S$  и случайной  $E$  компонент:  $Y = T \cdot S \cdot E$ . Выбор моде-

ли обусловлен изменениями амплитуды или структурой сезонных колебаний. Мультипликативная модель временного ряда ставит уровни ряда в зависимость от значений сезонной компоненты. Построение модели включает в себя ряд последовательных действий:

1. Выравнивание значений исходного ряда методом скользящей средней.
2. Расчет значений сезонной составляющей  $S$  (Seasonal Factors).
3. Устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выравненных данных  $T \cdot E$  (Adjusted Series).
4. Аналитическое выравнивание уровней  $T \cdot E$  и расчет значений трендовой компоненты  $T$ .
5. Вычисление полученных модельных значений  $T \cdot S$  (Smoothed Series).
6. Расчет значений случайной компоненты  $E$ .
7. Расчет абсолютных и относительных ошибок.

Моделирование уровней временного ряда при помощи нейросетевых технологий сводится к выбору архитектуры и мощности нейросети и начальных данных для ее обучения. В работе при моделировании уровней временных рядов использовались нейросети с архитектурой многослойный перцептрон MLP (multilayer perceptron), преимущественно используемые в задачах прогнозирования и классификации наряду с нейросетями с архитектурой RBF (radial basis function). По результатам моделирования отбирались нейросети с модельными данными, имеющими наименьшие отклонения от исходных данных.

На рис. 1-3 представлены результаты моделирования динамических временных рядов изменения цен производителей продовольственных товаров в республике.



Рисунок 1. Индексы цен производителей продовольственных товаров: сплошная линия – статистические данные; штриховая – прогнозные значения; пунктирная – сезонные изменения; штрихпунктирная линия обозначает полиномиальную аппроксимацию модельных значений

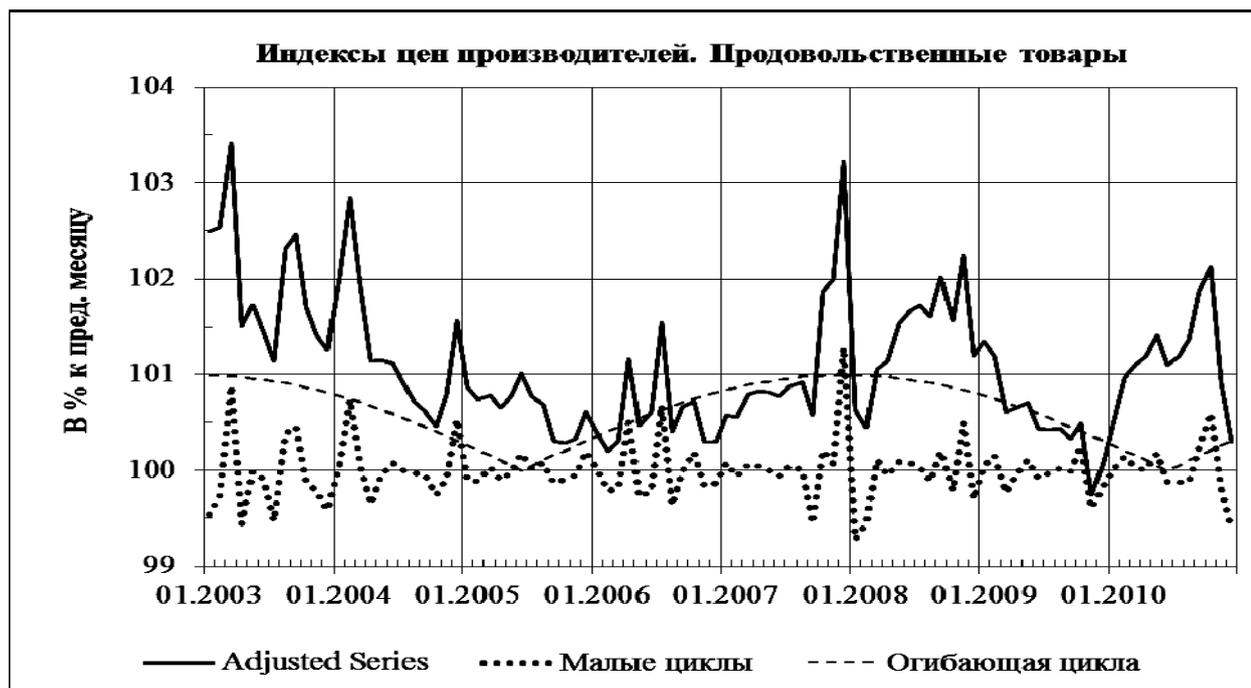


Рисунок 2. Индексы цен производителей продовольственных товаров: сплошная линия – данные с учетом сезонной составляющей; пунктирная – вычисленные изменения в пределах малых пятилетних циклов

Большинство временных рядов экономических показателей имеют тенденцию, характеризующую совокупное долговременное воздействие множества факторов на динамику изучаемого показателя. Эти факторы, взятые в отдельности, могут оказывать разнонаправленное воздействие на исследуемый показатель. В совокупности они формируют его возрастающую или убывающую тенденцию. Применительно к данным по индексам цен производителей продовольственных товаров на основании вышеприведенных исследований, можно сделать вывод о появлении с 2008 года возрастающей тенденции уровней цен продовольственных товаров. Изучаемый показатель подвержен циклическим колебаниям. Эти колебания носят сезонный характер, поскольку экономическая деятельность предприятий, производящих продовольственные товары, зависит от времени года (рис. 1).

При наличии больших массивов данных за длительные промежутки времени можно выявить циклические колебания, связанные с общей динамикой

конъюнктуры рынка. На основе полученных данных выделена циклическая составляющая. Проанализировав полученные результаты, можно выделить малый цикл, период которого составляет 5 лет. Этот цикл начинается с середины 2005 года и продолжается до середины 2010 года (рис. 2).

Кривая уровней индексов цен показывает резкие скачки цен, из которых самый значительный приходится на октябрь – декабрь 2007 года. В этом году наблюдалось снижение темпов роста производства пищевой промышленности – от 106,7% в 2006 году до 101,6% в 2007 [3]. В 2008 году возросли индексы промышленного производства предприятий пищевой промышленности – от 101,6% до 108,7% с повышением затрат (на тысячу рублей продукции) на 6,7% - от -2,0% в 2007 году до 4,7% в 2008. Индекс цен производителей относится к группе опережающих индикаторов потребительской инфляции в силу того, что производители увеличивающиеся затраты на обслуживание и сырье перекладывают на потребителя. В 2010 году наблюдался рост объемов

Таблица 1. Основные показатели работы пищевой промышленности [3,4]

Показатель/год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Объем промышленного производства (в фактически действовавших ценах), млрд руб.	8063	10155	12249	14584	19156	22835	25004.3
Индексы промышленного производства (в сопоставимых ценах), в процентах к предыдущему году	114,4	113,4	106,7	101,6	108,7	102,4	109.5
Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг, процентов	6,2	8,3	8,3	10,0	6,1	7,1	-
Снижение(-), повышение затрат на тысячу рублей продукции (в фактически действовавших ценах), в процентах к предыдущему году	-0,5	-2,5	0,7	-2,0	4,7	-2,9	-



Рисунок 3. Базисные индексы цен производителей продовольственных товаров: прогнозные значения уровней, полученные из мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием и с применением нейросети с архитектурой многослойный персептрон MLP 12-68-1

промышленного производства предприятий пищевой промышленности [4] с изменением индексов на 7,1% – от 102,4% в 2009 г. до 109,5% в 2010 г. (табл. 1).

Изменение цен или базисные индексы цен производителей продовольственных товаров по отношению к декабрю 2002 года, а также результаты моделирования представлены на рис. 3.

Базисные индексы или изменение цен производителей продовольственных товаров по отношению к декабрю 2002 года показывают возрастающую тенденцию или увеличение цен на продовольственную продукцию. Прогнозные значения уровней временного ряда, полученные из мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием, продолжают возрастающую тенденцию. Модельные значения, полученные из расчетов с применением нейросетевых технологий, более приближаются к фактическим данным (рис. 3). Тем не менее, резкий рост индексов цен в середине 2011 года [5] не прогнозировался использованными моделями, по-видимому, вследствие государственного регулирования цен в течение рассматриваемого временного интервала.

#### Заключение

Индекс цен производителей продовольственных товаров АПК Республики Беларусь показывает сезонную составляющую, что вполне объясняется характером производимой продукции и сезонными поставками сырьевой компоненты. Анализ указывает на существование малой цикличности с пятилетним периодом. Моделирование временного ряда при помощи нейросетевого моделирования оказывается более

адекватным по сравнению с результатами моделирования при помощи мультипликативной модели. Прогнозные значения показателя на 2011 год продолжают возрастающую тенденцию, однако оперативные данные имеют опережающий рост. Применение моделей в этом случае ограничено вследствие, по-видимому, государственного регулирования цен в данной области в исследованном временном интервале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Оперативные данные [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 20.02.2011.
2. Эконометрика: учебник/И.И. Елисеева [ и др.]; под редакцией И.И. Елисеевой. – 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Статистический ежегодник Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2010.– Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/publications/yearbook/2010/main.php>. – Дата доступа: 10.08.2011.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Годовые данные. Промышленность [Электронный ресурс] . – 2011. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/indicators/industry1.php>. – Дата доступа: 10.08.2011.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: стат. сб. Цены в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 22.08.2011.