

**L. Soshnikov
V. Ikonnikov
A. Buter**
BSEU (Minsk)

MODELING OF TIME SERIES OF INDUSTRIAL PRODUCER PRICE INDEX IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Industrial producer price index (PPI) dynamical series have been modeled within an econometric multiplicative model with exponential smoothing and using neural networks with the architecture of multilayer perceptron MLP (multilayer perceptron), over a range from January 2003 to October 2015. The forecasted values of PPI have been obtained for 2016. The predicted values for 2016 are analyzed and compared with statistical data obtained by of the National Statistics Committee of Belarus.

Keywords: neural network; multilayer perceptron; neural network modeling; econometric model; multiplicative model; macroeconomic indices; time series; economic system; economic model; price index.

Л. Е. Сошников
кандидат физико-математических наук
В. Ф. Иконников
доктор технических наук, доцент
А. П. Бутер
БГЭУ (Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ ИНДЕКСОВ ЦЕН ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Динамические ряды индексов цен производителей промышленной продукции Республики Беларусь в интервале с января 2003 г. по октябрь 2015 г. моделируются в рамках эконометрической мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием и с применением нейросетевых технологий на основе нейросетей с архитектурой многослойный перцептрон MLP (multilayer perceptron). Полученные в результате моделирования прогнозные значения на 2016 г. анализируются и сравниваются со статистическими данными Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Ключевые слова: нейронная сеть; многослойный перцептрон; нейросетевое моделирование; эконометрическая модель; мультипликативная модель; макроэкономические показатели; временной ряд; экономическая система; экономическая модель; индекс цен.

Введение

Построение моделей экономических систем является в настоящее время неотъемлемым инструментом теоретической и практической экономики. Модели, как правило, строятся с целью ретроспективного анализа, а также прогнозирования поведения экономической системы. В настоящее время наряду с традиционными математическими способами построения моделей экономических систем и процессов разработаны современные методы, к которым относится аппарат нейронных сетей. Нейронные сети позволяют решать задачи, с которыми не могут справиться традиционные методы, они способны успешно решать задачи, опираясь на неполную, зашумленную, искаженную информацию.

Моделирование и прогнозирование динамических рядов макроэкономических показателей в последние годы становится особенно актуальным вследствие неустойчивости национальных экономик на фоне вялотекущего мирового экономического и финансового кризиса. Индекс цен является одним из важнейших макроэкономических показателей, широко используемых при анализе состояния экономики. Индексы цен производителей промышленной продукции (ППП) определяются на основе наблюдения за изменением этих цен путем регистрации цен на товары-представители. Рассчитанные по товарам-представителям индексы распространяются путем последовательной агрегации на отрасли, представленные выбранными товарами-представителями. В качестве весов при построении индексов используются показатели стоимости отгруженной продукции в базисном периоде.

Применение нейронных сетей в исследованиях наряду с традиционными эконометрическими моделями обусловлено как наличием в динамических рядах экономических показателей сложных закономерностей, не обнаруживаемых применяемыми эконометрическими методами, так и возможностями сопоставлять нейросетевые прогнозные значения с прогнозными данными эконометрического моделирования.

В работе исследуются динамические ряды индексов цен производителей промышленной продукции Республики Беларусь в достаточно большом временном интервале с января 2003 г. по октябрь 2015 г., а также получены прогнозные значения индексов цен ППП на 2016 г. Исследования уровней временного ряда в большом временном интервале позволяют выявить тенденцию изменения цен ППП, получить прогнозные значения на следующий год, а также выявить сезонные колебания и циклические изменения.

Методика и результаты исследования

Исследования динамики индексов цен ППП выполнены на основе статистических данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1] в период с января 2003 г. по октябрь 2015 г. Вычисления проводились с использованием пакета STATISTICA 8.0 с применением нейросетевых технологий, а также в рамках эконометрической мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием.

Моделирование уровней временного ряда при помощи нейросетевых технологий сводится к выбору архитектуры и мощности нейросети и начальных данных для ее обучения. В работе для моделирования уровней временных рядов применялись нейросети с архитектурой многослойный перцептрон MLP (*multilayer perceptron*), преимущественно используемые в задачах прогнозирования и классификации. По результатам моделирования отбирались нейросети с модельными данными, имеющими наименьшие среднеквадратичные отклонения от наблюдаемых значений. Результаты нейросетевого моделирования сравниваются с результатами эконометрического моделирования.

При эконометрическом моделировании применялась мультипликативная модель с экспоненциальным сглаживанием [2]. Декомпозиция уровней временного ряда с использованием мультипликативной модели 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 модели обусловлен изменениями амплитуды или структурой сезонных колебаний. Построение модели включает в себя ряд последовательных действий, в том числе расчет значений сезонной составляющей S (*Seasonal Factors*), устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выравненных данных $T \cdot E$ (*Adjusted Series*), расчет значений трендовой компоненты T , расчет значений случайной компоненты E , а также вычисление полученных модельных значений $T \cdot S$ (*Smoothed Series*) с прогнозными данными.

На рис. 1 и 2 представлены результаты моделирования динамических временных рядов уровней индексов цен ППП, полученные при помощи нейросетей и эконометрической мультипликативной модели.

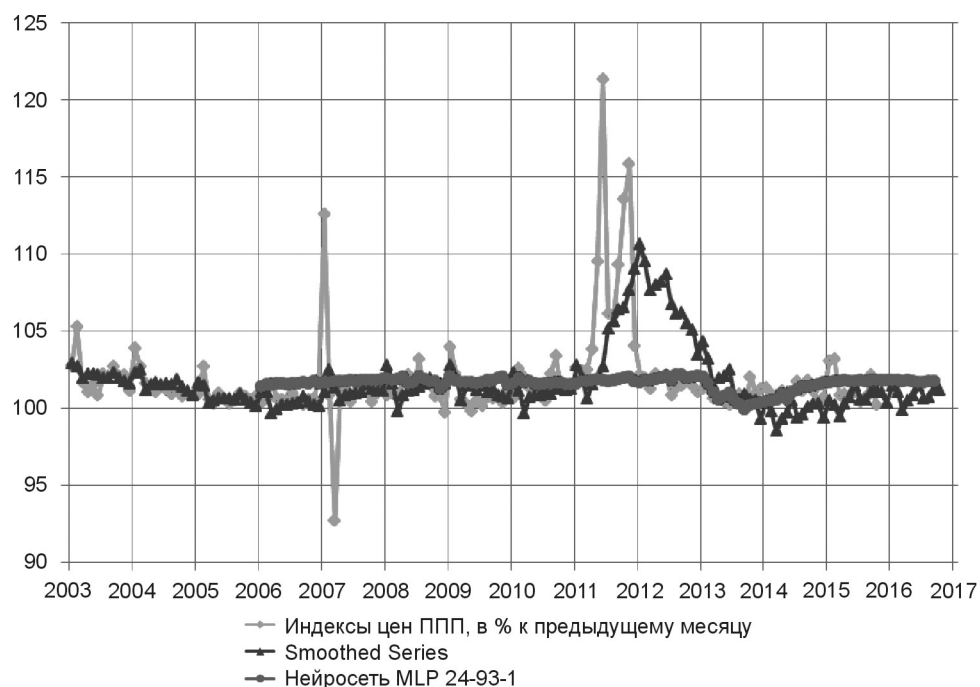


Рис. 1. Индексы цен ППП за период с января 2003 г. по октябрь 2015 г. в % к предыдущему месяцу и результаты нейросетевого и эконометрического моделирования с прогнозными данными на 2016 г.

Источники: разработано авторами.

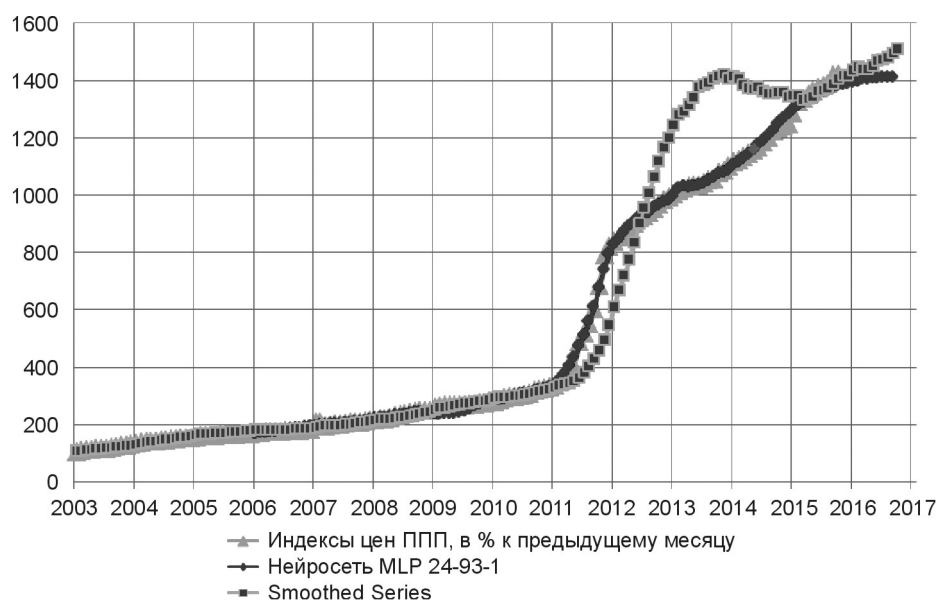


Рис. 2. Изменение индексов цен ППП за период с января 2003 г. по февраль 2013 г. в % к декабрю 2002 г. и результаты нейросетевого и эконометрического моделирования с прогнозными данными на 2016 г.

Источники: разработано авторами.

Динамический ряд уровней индексов цен ППП показывает резкое (на 15—20 процентных пунктов) повышение индексов цен во второй половине 2011 г. и постепенное уменьшение темпов роста в 2012 г. и в дальнейшем в период 2013—2015 гг. до уровня в среднем 1,3 процентного пункта в месяц.

Эконометрическое моделирование с использованием мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием дает прогнозные значения на 2016 г. уменьшения прироста индексов цен ППП до уровня в среднем на 0,94 процентного пункта в месяц (см. рис. 1).

Нейросетевое моделирование динамического ряда индексов цен ППП при помощи радиальных базисных функций с использованием нейросети MLP 24-93-1 более адекватно отражает изменения статистической кривой временного ряда ИЦП с прогнозом уменьшения темпов роста цен в среднем до 0,1 процентного пункта в месяц. Результаты прогноза, полученные с использованием нейросетей и эконометрического моделирования, говорят о тенденции уменьшения темпов роста цен производителей промышленной продукции в 2016 г.

Расхождение результатов моделирования динамического ряда индексов цен ППП при помощи нейросетей с исходными статистическими данными (среднеквадратичное отклонение составляет 2,33) несколько лучше, чем в случае использования эконометрической модели (среднеквадратичное отклонение составляет 3,23).

На рис. 2 представлены результаты моделирования динамического ряда индексов цен ППП относительно уровня декабря 2002 г., который берется в качестве базисного.

Динамика индексов цен ППП по отношению к декабрю 2002 г. обнаруживает резкий рост цен во второй половине 2011 г., сменяющийся более пологим участком роста цен в 2012—2014 гг. Кривая достаточно монотонна и позволяет применить моделирование на основе нейросетей с архитектурой многослойный перцептрон MLP. Результаты моделирования представлены на рис. 2. Модельные значения практически совпадают с исходными данными динамического ряда, однако прогнозные значения обнаруживают тенденцию к дальнейшему уменьшению темпов роста индексов цен.

Прогнозные значения на период 2016 г., полученные в результате применения нейросети MLP 24-118-1, показывают тенденцию изменения значений индексов в сторону увеличения. На рис. 2 для сравнения представлена кривая результатов эконометрического моделирования.

Имеется и вариант прогноза эконометрической модели, согласно которому в 2016 г. ожидается дальнейший рост цен производителей промышленной продукции.

Полученные данные Национального статистического комитета Республики Беларусь на конец 2015 г. [1] в значительной степени соответствуют прогнозу слабого изменения цен производителей промышленной продукции, что говорит о наиболее адекватном прогнозе, выполненном при помощи нейросетевых технологий.

Заключение

Нейросетевое моделирование динамического ряда уровней индексов цен ППП нейросетями с архитектурой MLP многослойный перцептрон выявляет вариант прогнозных значений на 2016 г. в виде уменьшения темпов роста цен производителей промышленной продукции. Прогнозные значения, полученные из эконометрической мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием, говорят о дальнейшем повышении цен производителей промышленной продукции в течение 2015 г. при уменьшении темпов роста цен ППП в 2016 г.

Сравнение результатов прогноза изменения цен производителей промышленной продукции, выполненных посредством различных моделей, с полученными статистическими данными говорит о том, что прогнозируемые данные на 2016 г., полученные по-

средством нейросетевого моделирования, наиболее приближаются к реальным статистическим данным [1] Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Оперативные данные [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. — Дата доступа 10.03.2013.

2. Эконометрика : учебник / И. И. Елисеева [и др.] ; под ред. И. И. Елисеевой. — 2-е изд. — М. : Финансы и статистика, 2005.

Ekonometrika : uchebnik / I. I. Eliseeva [i dr.] ; pod red. I. I. Eliseevoy. — 2-e izd. — M. : Finansy i statistika, 2005.

Статья поступила в редакцию 01.12.2015 г.

УДК 339.56

O. Starovoytova
BSEU (Minsk)

FEATURES OF REALIZATION OF IMPORT SUBSTITUTION POLICY IN OPEN ECONOMIES OF DIFFERENT TYPES

In article the analysis of world experience of implement of Import substitution policy in the different open economies is carried out. The features of Import substitution strategy in the big, growing and small open economies concerning the directions, models, objects, mechanisms and instruments of import substitution are revealed. It allowed to define the directions of import substitution in the small open economy which are characterized by high industrialization, small market capacity and low supply of energy resources, as the Republic of Belarus.

Keywords: protectionism; import substitution; export-oriented policy; big, growing and small open economy; industrialization; «advancing» strategy.

О. В. Старовойтова
кандидат экономических наук
БГЭУ (Минск)

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В СТРАНАХ С ОТКРЫТОЙ ЭКОНОМИКОЙ РАЗНЫХ ТИПОВ

На основе разработанных классификационных признаков в статье проводится анализ мирового опыта реализации политики импортозамещения в странах с открытой экономикой различного типа. Выявлены особенности стратегий импортозамещения в странах с большой, растущей и малой открытой экономикой, касающиеся направлений, моделей, объектов, механизмов и инструментов импортозамещения. Это позволило определить направления импортозамещения в условиях малой открытой экономики, для которой характерны высокая степень индустриализации, малая емкость рынка и низкая обеспеченность энергоресурсами, в частности для Республики Беларусь.

Ключевые слова: протекционизм; импортозамещение; экспортостимулирование; большая, растущая и малая открытая экономика; индустриализация; «опережающая» стратегия.

Проблема выбора экспортоориентированного или импортозамещающего подходов внешней торговой политики в то или иное время вставала перед многими странами неза-