

ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

© 2022 Е.А. Мешкова^{1,2}, О.В. Дидковская¹, А.А. Мешков³

¹Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

² Самарский университет государственного управления
«Международный институт рынка», г. Самара, Россия

³Самарский университет, г. Самара, Россия

В статье предлагается методология прогнозирования показателей индексов отпускных цен стоимости строительства. Прогнозы осуществляются методом скользящего среднего, выбранного из классических методов прогнозирования, и методом нейросетевого моделирования. Авторами анализируется возможность осуществления прогноза данными методами и выбор из них оптимального. Выполненное прогнозирование позволит значительно повысить конкурентоспособность организаций, что очень важно в условиях современной экономики.

Ключевые слова: прогнозирование ценообразования, рынок строительных материалов, методы прогнозирования, метод экспоненциального сглаживания, нейросетевое моделирование.

В строительстве для стабильного развития и повышения уровня конкурентоспособности очень важно более точно прогнозировать при формировании сметной стоимости, определении цены контрактов строительных и планировании капитальных вложений организаций.

Целью исследования является выбор оптимального метода прогнозирования стоимости строительного объекта на основе данных о ресурсах, задействованных в строительстве в предыдущие периоды времени.

Объектом исследования является ценообразование в строительной отрасли, предмет исследования — методы прогнозирования стоимости на основе анализа временных рядов.

Общая стоимость объекта строительства складывается из совокупной стоимости

всех задействованных при строительстве ресурсов, на цену которых влияет множество факторов. Для прогнозирования ценообразования их объединяют в укрупненные группы [2, 3].

В данном исследовании все ресурсы для строительства объекта разделим на четыре группы:

- 1) материалы;
- 2) строительные-монтажные работы;
- 3) механизмы;
- 4) заработная плата.

В таблице 1 представлены показатели индексов отпускных цен по аналогичным группам ресурсов при строительстве схожих объектов (начиная с 2005 года), основанных на данных, полученных Самарским центром по ценообразованию в строительстве [5].

Таблица 1 - Изменение индексов отпускных цен

На начало периода	Материалы	Индекс строительно-монтажных работ	Механизмы	Заработная плата
2005, апрель	2,85	2,96	2,43	3,59
2005, октябрь	3,00	3,07	2,52	4,05
2006, апрель	3,10	3,20	2,79	3,96
2006, октябрь	3,51	3,49	2,79	4,94

2007, апрель	3,71	3,71	3,02	5,75
2007, октябрь	4,34	4,39	3,17	6,70
2008, апрель	4,49	4,66	3,45	7,95
2008, октябрь	5,41	5,58	4,01	8,38
2009, апрель	5,17	5,47	4,06	7,71
2009, октябрь	5,07	5,26	5,64	7,40
2010, апрель	4,93	5,24	5,82	7,64
2010, октябрь	5,09	5,57	5,31	9,04
2011, апрель	5,45	8,86	5,84	9,16
2011, октябрь	5,90	6,28	5,94	10,11
2012, апрель	5,90	6,43	6,43	9,89
2012, октябрь	6,15	6,68	7,30	10,55
2013, апрель	6,31	6,91	7,66	11,98
2013, октябрь	6,49	7,08	7,73	13,15
2014, апрель	6,53	7,34	7,92	13,43
2014, октябрь	6,59	7,58	9,06	14,45
2015, апрель	6,62	7,86	8,87	13,72
2015, октябрь	6,79	7,96	8,85	14,22
2016, апрель	6,88	8,04	9,13	15,24
2016, октябрь	7,19	8,28	9,26	15,75
2017, апрель	7,40	8,70	9,88	15,79
2017, октябрь	7,53	8,80	9,99	14,72
2018, апрель	7,83	9,04	10,21	20,03
2018, октябрь	7,96	9,94	11,18	17,95
2019, апрель	8,12	10,14	10,94	17,15
2019, октябрь	8,15	10,03	10,87	20,28
2020, апрель	8,10	9,97	10,81	16,55
2020, октябрь	8,04	9,93	10,76	17,69
2021, апрель	9,01	10,58	10,99	19,50
2021, октябрь	10,90	11,80	11,05	

Прогнозирование ценообразования на основе анализа временных рядов, продемонстрированных таблицей 1, можно осуществлять с помощью различных методов.

В данном исследовании приводится сравнение взвешенной величины методом «скользящего среднего» прогнозирования с использованием нейросетевого моделирования.

Метод скользящего среднего выбран из всех статистических методов, т.е. методов, основанных на выявлении зависимости, описанной в виде уравнения, как самый усредняющий. Данный метод основан на принятии во внимание среднего значения данных наблюдений, на основании которых осуществляется прогноз. Используя метод прогнозирования взвешенного скользящего среднего, был сделан прогноз на будущие цены до 2026 года. Все расчеты для прогнозирования

методом экспоненциального сглаживания производились в табличном процессоре Excel [1].

Формула для определения прогноза в соответствии с данным методом:

$$F_t = (A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-n})/n, \quad (1)$$

где:

F_t — прогноз для периода t ;

A_{t-1} — фактические данные наблюдений за предшествующий период $t-1$;

F_{t-1} — прогноз для предшествующего периода;

n — количество данных наблюдений, учитываемых при выполнении прогноза.

Произведя расчеты по всем группам ресурсов по формуле (1), получаем данные прогноза, представленные на рисунке 1. На графике отображены исходные данные ин-

дексов отпускных цен по материалам, индексам строительно-монтажных работ (СМР), механизмам и прогнозы индексов

отпускных цен по материалам (пр), индексам строительно-монтажных работ (СМР) (пр), механизмам (пр) до 2026 года.

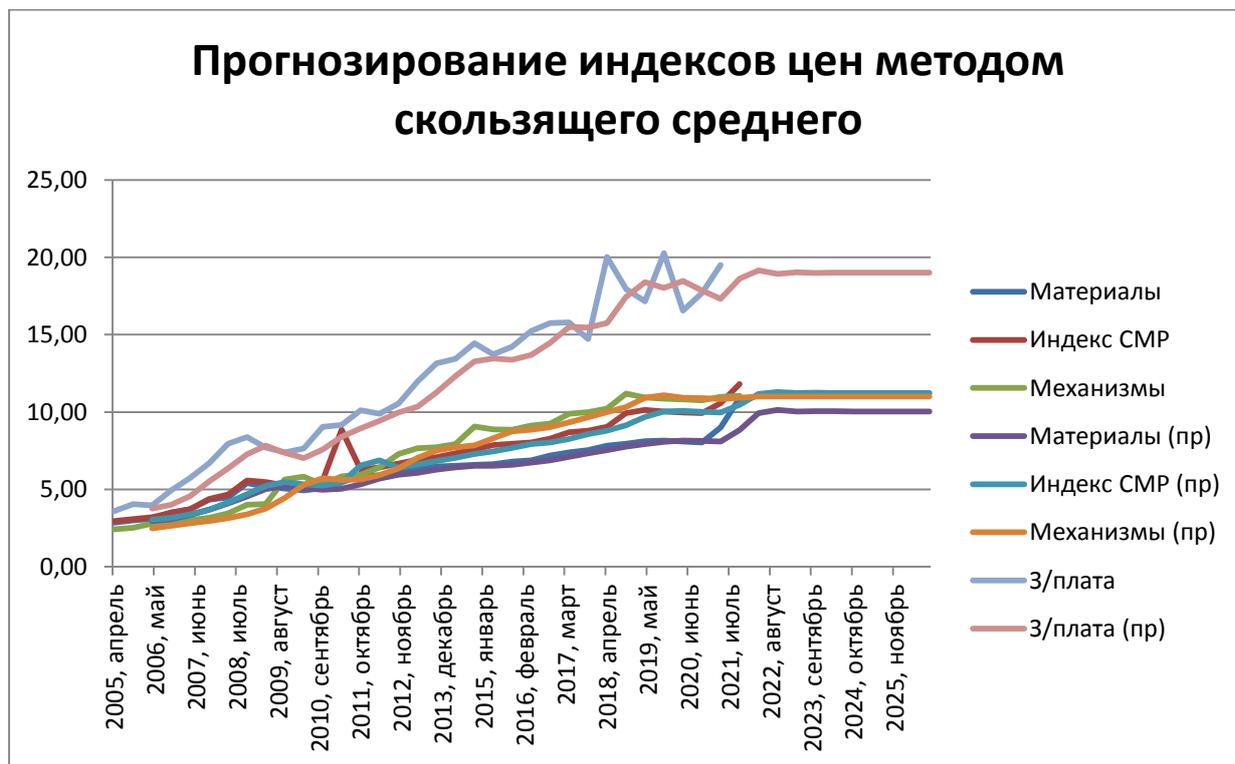


Рисунок 1 - Исходные данные и прогноз, выполненный методом скользящего среднего значения

Ошибку прогноза рассчитаем по следующей формуле:

$$\delta = \frac{\sum x_{ipr} - \sum x_{iisx}}{n}, \quad (2)$$

где:

x_{ipr} — прогнозные значения факторов;

x_{iisx} — исходные значения факторов;

n — количество данных.

После расчета всех показателей по формуле (2) было выявлено, что среднее значение отклонения прогноза от исходных данных равно 5,80%.

Нейросетевое моделирование можно применять при исследовании сложных систем. Ценообразование в строительстве можно считать сложной системой, так как при прогнозировании мы учитываем совокупность различных факторов в целом, влияющих на ценообразование, а не каждого фактора в отдельности. Следовательно,

но, когда оказывается влияние на один из факторов ценообразования на остальные факторы тоже оказывается влияние. В настоящее время существуют готовые инструментальные средства для выполнения таких прогнозов [4, 6-10]. Нейросетевое моделирование прогноза ценообразования в данном исследовании было выполнено в программе STATISICA [11]. Для этого были внесены исходные данные в программу, выбраны параметры для построения нейронных сетей. По заданным параметрам было построено пять нейронных сетей. После этого прогнозируемые данные сравнивались графически с исходными, в результате чего была выбрана наиболее приближенная по прогнозу к имеющимся исходным данным нейронная сеть (рис. 2).

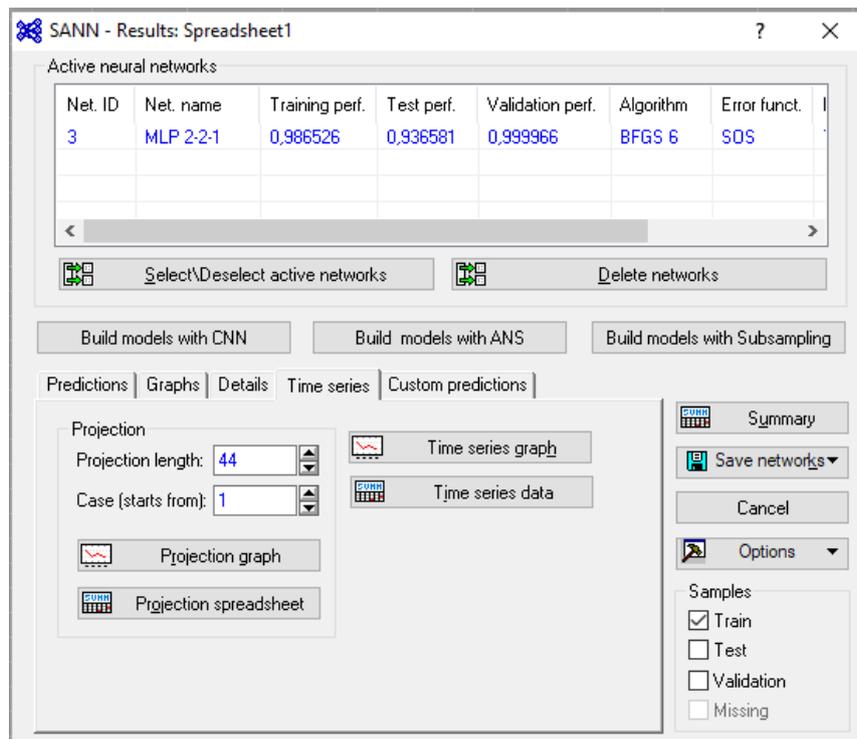


Рисунок 2 – Выбранная для выполнения прогноза нейронная сеть

На основании выбранной нейронной сети было выполнено прогнозирование индексов цен по всем группам ресурсов до 2026. Данные прогноза, представлены на рисунке 3. На графике отображены исходные данные индексов отпускных цен по

материалам, индексам строительно-монтажных работ (СМР), механизмам и прогнозы индексов отпускных цен по материалам (пр), индексам строительно-монтажных работ (СМР) (пр), механизмам (пр) до 2026 года.

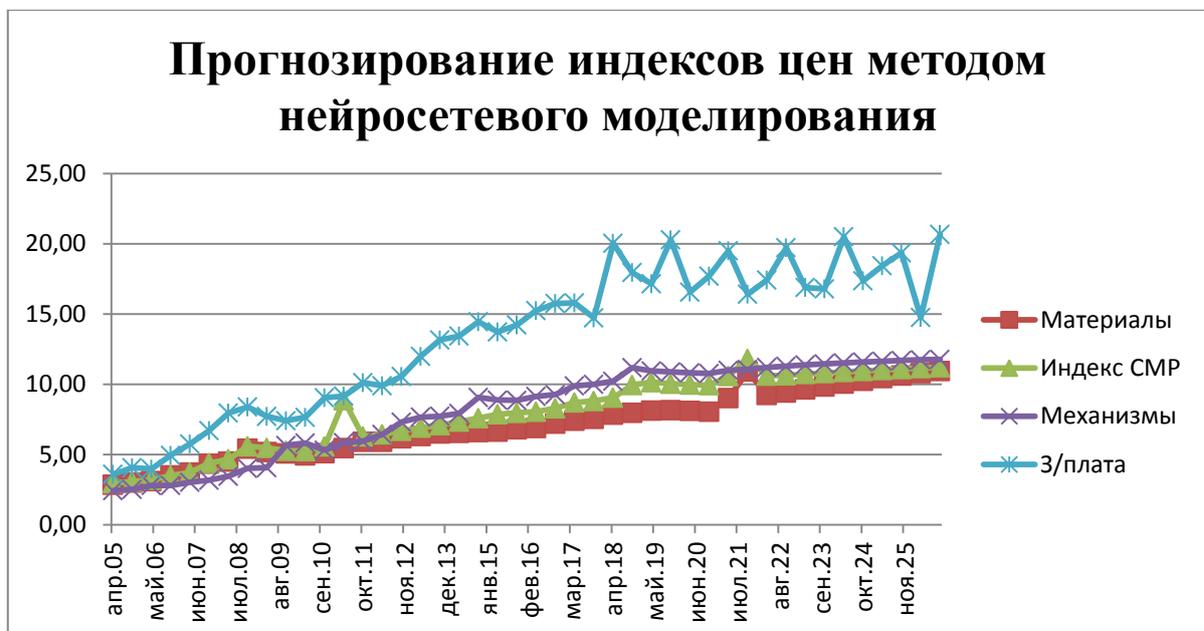


Рисунок 3 - Исходные данные и прогноз, выполненный методом нейросетевого моделирования

После расчета всех показателей по формуле (2) было выявлено, что прогнозируемые индексы отпускных цен отличаются от исходных данных на 0,58 %.

Таким образом, оба метода можно использовать для прогнозирования цен на строительные ресурсы и, следовательно, на строительство объекта. Но следует учитывать, что прогноз, выполненный методом нейросетевого моделирования, значительно ближе к данным временного ряда, чем

прогноз, выполненный методом скользящего среднего.

Использование метода нейросетевого моделирования позволит строительным организациям повысить уровень конкурентоспособности при планировании капитальных вложений, формировании сметной стоимости и определении цены контрактов строительных организаций. Хотелось бы отметить и то, что прогнозирование цен каждым из методов имеет потенциал в управлении стоимостью строительства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. – СПб.: Изд-во «Питер», 2003. – 688 с.
2. Дидковская О.В., Ильина М.В., Мамаева О.А., Коновалова М.А., Спирина Е.С. Методические подходы к формированию системы стоимостного инжиниринга в строительстве. – Самара, СГАСУ, 2013. – 192 с.
3. Дидковская О.В., Ильина М.В., Мамаева О.А., Коновалова М.А. Сметное ценообразование как основа формирования стоимости строительства. – Самара, СГАСУ, 2012. – 194 с.
4. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Методы принятия оптимальных решений в управлении экономическими системами. – Самара, НОУ ВПО «Международный институт рынка», 2012. – 236 с.
5. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Экономико-математические методы принятия управленческих решений: практикум. – Самара, АНО «Изд-во СНЦ РАН», 2013. – 166 с.
6. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Управление инвестиционными проектами при проведении энергоэффективных модернизаций предприятий в регионе // Экономические науки. – 2013. – № 4 (101). – С. 109–113.
7. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Модели и методы управления энергоэффективностью в организациях с учетом ограниченности инвестиционных ресурсов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С.262.
8. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Методология управления энергоэффективностью предприятий (организаций) в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов // Экономические науки. – М, 2012. – № 87. – С. 80–84.
9. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Модели и методы сбалансированного управления предприятиями в сфере ЖКХ с учетом энергоэффективных модернизаций // Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 409–418.
10. Хаймович И.Н., Рамзаев В.М., Чумак П.В. Модели прогнозирования конкурентного роста предприятий при энергоэффективной модернизации // Проблемы прогнозирования. – 2015. – № 1. – С. 49–54.
11. Lippman R. P. An introduction to computing with neural nets// IEEE ASSP Magazine. - 1987. – P. 4–22.

PRICING IN CONSTRUCTION BASED ON TIME SERIES ANALYSIS USING NEURAL NETWORK MODELING

© 2022 Ekaterina A. Meshkova^{1,2}, Olga V. Didkovskaya¹, Artem A. Meshkov³

¹Samara State Technical University, Samara, Russia

²University «IMI», Samara, Russia

³Samara University, Samara, Russia

The article proposes a methodology for forecasting indicators of selling price indices of construction costs. Forecasts are carried out using the moving average method, selected from the classical forecasting methods, and the neural network modeling method. The authors analyze the possibility of forecasting by these methods and the choice of the optimal one. The performed forecasting will significantly increase the competitiveness of organizations, which is very important in today's economy.

Keywords: pricing forecasting, building materials market, forecasting methods, exponential smoothing method, neural network modeling.