

УДК 338.27 : 007.5 : 620.9

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Г.А. Дегтяренко¹, И.В. Долгова²

^{1,2}Северо-Западный институт управления филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Искусственные нейронные сети применяются во многих областях исследований, однако очень мало исследований с использованием данного метода проводится при анализе показателей в сфере жилищно-коммунального хозяйства. В статье представлена возможность применения искусственных нейронных сетей для прогноза социально - экономических показателей.

Ключевые слова: прогнозирование, социально-экономические показатели, жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), тарифы, электроэнергия, искусственные нейронные сети (ИНС), метод Хольта (МХ).

Искусственные нейронные сети (ИНС) в настоящее время признаются одним из наиболее перспективных методов для проведения различных исследований больших и сложных систем, таких как социологические, биологические, экономические и др. Одной из важнейших задач исследования систем является, несомненно, задача управления системами.

Особый интерес представляет применение парадигмы ИНС в управлении организациями и, что особенно важно, в стратегическом управлении, в том числе социально-экономическими системами в любой сфере экономики [1, с. 195].

Экономические, финансовые и социальные системы достаточно сложны, так как являются результатом влияния множества факторов, в том числе человеческого, и практически невозможно создать полную математическую модель с учетом всех возможных условий, противодействий и существующих ограничений [1, с. 200].

Прогнозирование социально-экономических показателей в сфере энергетики, как составляющих (элементов) общей системы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) в России, и, в частности, тарифов на все виды услуг является, несомненно, необходимой и важной задачей [2, с. 19].

Применяемые в различных областях экономики прогнозные модели, основанные на «классических» методах статистической аппроксимации, дают неплохие результаты в случае достаточных и

качественных исходных данных. Тем не менее, прогноз всегда осуществляется с некоторой погрешностью, которая зависит, как от используемой прогнозной модели, так и от полноты исходных данных. В случае, когда исходная информация неполная, неформализованная или плохо формализованная, содержит большое количество противоречивых данных, как, например, в случае с социально-экономическими показателями, «классические» методы прогнозирования часто дают погрешности, и на помощь приходят другие методы, в частности, ИНС, относящиеся к структурным методам прогнозирования [3, с. 8].

В настоящее время ИНС, обладая рядом существенных преимуществ, а именно, возможностью использования их при решении неформализованных или плохо формализованных задач применительно к нелинейным и адаптивным системам, устойчивостью к частым изменениям среды, результативностью при работе с неполной информацией, нашли свое применение во многих областях науки, бизнеса и промышленности.

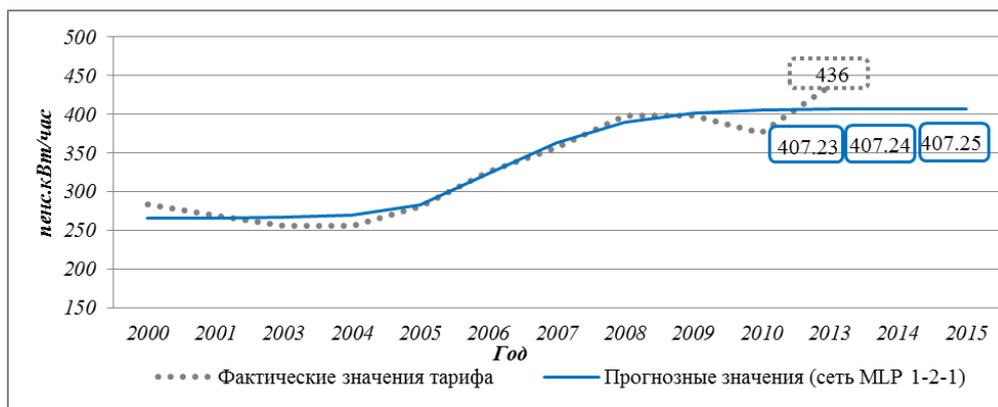
Однако при всей важности и необходимости построения прогнозов в социально – экономической сфере недостаточное количество исследований проводится в направлении оценки и выбора методов аппроксимации показателей в сфере ЖКХ, учитывающих особую специфику этой составляющей социально-экономической системы.

Подробно не рассматривая положения теории ИНС, которых в настоящее время достаточно в соответствующей литературе [4, с. 47-86], покажем получившиеся в эксперименте прогнозные данные тарифа на электроэнергию для бытовых пользователей в среднем по РФ (коп., кВт/час) и для средних бытовых пользователей Англии (пенс.кВт/час).

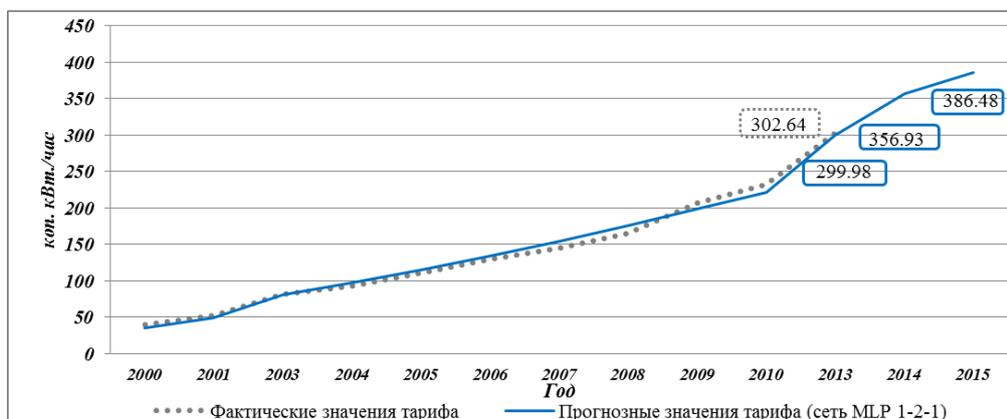
В эксперименте для решения задачи построения прогнозных трендов тарифов с применением аппарата ИНС был выбран программный модуль Statistica, который позволяет тестировать различные ИНС. Экспериментально, методом итераций и сравнений выбиралась как рациональная ИНС, так и параметры сети для исходных данных. Данная программа позволила свести к минимуму трудоемкие вычислительные манипуляции и существенно сократить время на проведение исследований. Эта программа также позволяет выбрать рациональную ИНС, основываясь на анализе формальных признаков (производительность обучения, контрольная ошибка, тестовая ошибка, алгоритм обучения, функция ошибки и т.д.).

В результате анализа эксперимента была выбрана ИНС типа многослойный персептрон с 1 входным слоем, двумя скрытыми слоями и одним выходным слоем.

Не приводя подробных расчетов, покажем графически получившиеся результаты (рис.1, 2).



Р и с . 1. Прогнозные значения тарифа, полученные методом ИНС в сравнении с фактическими значениями тарифа на электроэнергию в Англии, пенс./кВт. час



Р и с . 2. Прогнозные значения тарифа, полученные методом ИНС в сравнении с фактическими значениями тарифа на электроэнергию в России, коп./кВт. час

Анализ полученных результатов показывает, что ИНС дают, в целом, неплохие результаты и довольно точно отражают фактическую динамику тарифов на электроэнергию в этих странах. Тем не менее, при условии различных единиц (в данном случае – валюты) измерения, наиболее корректно будет провести анализ ошибки MAPE (табл. 1), так как критерий MAPE используется для сравнения точности прогнозов любых (в том числе разнородных) объектов прогнозирования, имеющих даже разные единицы измерения. [5, с. 136].

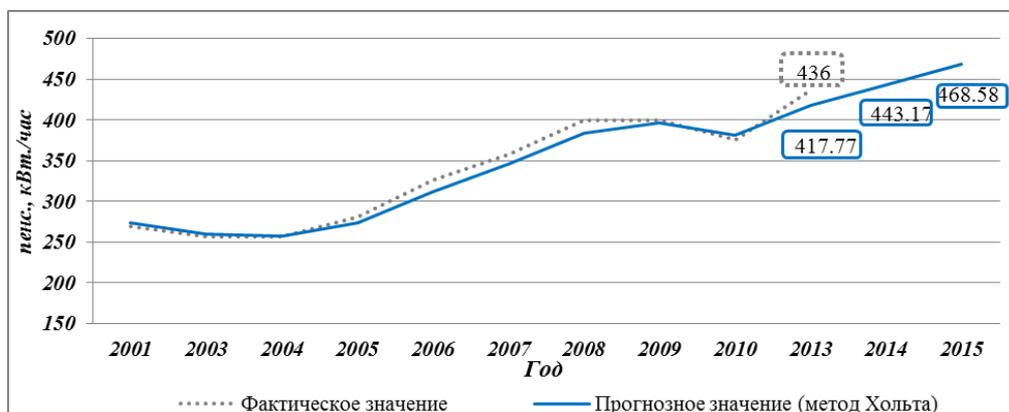
Т а б л и ц а 1

Значение критерия MAPE для оценки точности ИНС

	ИНС для тарифа в Англии, %	ИНС для тарифа в России, %
MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах)	3.39	4.40

Выбранная ИНС показала низкую процентную ошибку для тарифов в разных странах. Однако для того, чтобы сделать вывод о

возможности прогнозирования социально-экономических показателей в энергетической сфере с помощью ИНС, необходимо сравнить полученные результаты, с другими прогнозными методами, в частности, с методом Хольта (МХ), который показал свою результативность в исследовании [6, с. 264-273].



Р и с .3. Прогнозные значения тарифа, полученные методом Хольта в сравнении с фактическими значениями тарифа на электроэнергию в Англии, пенс./кВт. час



Р и с .4. Прогнозные значения тарифа, полученные методом Хольта в сравнении с фактическими значениями тарифа на электроэнергию в России, коп./кВт. час

При использовании МХ были выбраны следующие веса: $\alpha = 0,4$ и $\beta = 0,3$. На рис. 3, 4 представлены ряды, полученные для тарифа на электроэнергию в Англии и России с использованием МХ в сравнении с их фактическими значениями.

Так же как в случае с ИНС, ряды, полученные по МХ, достаточно хорошо отражают фактическую динамику тарифов.

Сравним ошибку MAPE для обоих случаев (табл. 2):

Таблица 2

Значение критерия MAPE для оценки точности МХ

	МХ для тарифа в Англии, %	МХ для тарифа в России, %
MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах)	4.40	5.01

В процентном выражении МХ в среднем дает ошибку прогноза 4,7 %, что сравнимо с показателем ИНС, которая составила 3,9%.

Однако одного критерия MAPE не достаточно, чтобы оценить качество упреждения с использованием рассмотренных методов.

В табл. 3 и 4 представлены RMSE (средняя квадратическая ошибка/ СКО/ σ), MSE (средний квадрат ошибки/ дисперсия/ σ^2) и MAD (среднее абсолютное отклонение) прогноза.

Таблица 3

Ошибки прогноза для тарифа на электроэнергию в Англии, полученные методами ИНС и МХ

	ИНС для тарифа в Англии, пенс.кВт/час	МХ для тарифа в Англии, пенс.кВт/час
RMSE (средняя квадратическая ошибка/ СКО/ σ)	14.93	9.65
MSE (средний квадрат ошибки/ дисперсия/ σ^2)	222.87	93.07
MAD (среднее абсолютное отклонение)	0.003	0.70

Анализ ошибок для тарифа на электроэнергию в Англии показывает, что при моделировании динамики тарифа на электроэнергию в Англии, МХ предпочтительнее в смысле исследуемых критериев (RMSE, MSE, MAD), чем метод ИНС.

Аналогично, сравнивая эти же показатели ошибок для тарифа на электроэнергию в России, лучшие результаты дал метод ИНС (см. табл. 4).

Таблица 4

Ошибки прогноза для тарифа на электроэнергию в России, полученные методами ИНС и МХ

	ИНС для тарифа в России, коп.кВт/час	МХ для тарифа в России, коп.кВт/час
RMSE (средняя квадратическая ошибка/ СКО/ σ)	6.32	10.92
MSE (средний квадрат ошибки/ дисперсия/ σ^2)	39.95	119.30
MAD (среднее абсолютное отклонение)	0.50	0.857

Таким образом, однозначно сказать какой из рассмотренных методов наилучшим образом может быть использован к упреждению социально-экономических показателей не представляется возможным.

Следует отметить, что ИНС можно успешно использоваться наряду с классическими методами прогнозирования социально-экономических показателей в сфере ЖКХ.

Однако чтобы прогнозная модель была адекватна, необходимо придерживаться ряда основополагающих моментов:

1. необходимо проводить тщательный эксперимент по обучению и тестированию выборки, в соответствии с этим проводить деление выборки на обучающую, контрольную и тестовую в зависимости от характера данных и поставленных задач;

2. определять тип нейронной сети, тип функции активации для каждого нейронного слоя и пр. в зависимости от исследуемого показателя;

3. выбирать влияющие факторы (если это необходимо).

Следует отметить некоторые недостатки метода ИНС для оперативного построения прогнозных трендов в социально-экономической сфере:

– как правило, необходимо иметь некоторый минимум наблюдений (более пятидесяти и даже ста), что не всегда представляется возможным;

– большие временные затраты для расчетов, что иногда невозможно в рамках тех организаций, которым эти прогнозные данные необходимы;

– интерпретировать результаты, а также численно оценивать значимость получаемых прогнозов, могут только специально обученные специалисты или, имеющие хорошие навыки в моделировании ИНС. [5, с. 43]

Таким образом, ИНС могут быть использованы в:

– прогнозировании социально-экономических показателей (в т. ч. показателей ЖКХ) как отдельно, так и совместно с классическими методами прогнозирования;

– долгосрочных и в краткосрочных прогнозах;

– оперативной и исследовательской работе.

При этом обязательно необходимо учитывать специфику исследуемых показателей, полноту исходных данных, влияющие факторы и т.д., а также поставленную перед исследователями задачу.

Список литературы

1. Лапыгин Ю.Н. Экономическое прогнозирование: уч. пособие / Ю. Н. Лапыгин, В. Е. Крылов, А. П. Чернявский. – М.: Эксмо, 2009. – 256с.
2. Дегтяренко Г.А. Моделирование социально-экономических показателей жилищно-коммунального хозяйства /Г.А. Дегтяренко, И.В. Долгова //

Математика, статистика и информационные технологии в экономике, управлении и образовании: материалы II Международной научно-практ. конф. 5 июня 2013 г. Тверь. – Тверь, 2013. – С. 19 – 23.

3. Долгова И.В. Нейронные сети в прогнозировании социально-экономических показателей в сфере электроэнергетики / Долгова И.В., Дегтяренко Г.А. // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий: научно-практ. журнал № 3 (7) 2013. – Омск, 2013. – С. 3 – 8.
4. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры [Текст]: учебное пособие по курсу «Микропроцессоры» / П. Г. Круг. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
5. Васильев А.А. Критерии селекции моделей прогноза (обзор) / А.А. Васильев // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Экономика и управление» – 2012. – выпуск 13. – С. 134 – 148.
6. Дегтяренко Г.А. Прогнозирование в сфере электроэнергетики как функция управления / Г. А. Дегтяренко, И. В. Долгова // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Экономика и управление» – 2014. – выпуск 23. – С. 264 – 273.
7. <https://www.gov.uk/government/collections/energy-price-statistics> (дата обращения 20.02.2014)

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR FORECASTING OF SOCIO - ECONOMIC INDICATORS IN THE ENERGY SPHERE

G.A. Degtyarenko¹, I.V. Dolgova²

¹The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, St. Petersburg

²North-West Institute of Management, St. Petersburg

Artificial neural networks are used in many areas of research, but only few researches in the field of housing and communal services apply this method. The article describes the possibility of using artificial neural networks for forecasting different socio - economic indicators.

Keywords: forecasting, socio-economic indexes, housing and communal services (HCS), rates, electricity, artificial neural network (ANN), Holt method (HM).

Об авторах:

ДЕГТЯРЕНКО Галина Анатольевна – заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры бизнес-информатики, математических и статистических методов Северо-Западного института управления филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, e-mail: dga_spb@mail.ru

ДОЛГОВА Ирина Владимировна – аспирант Северо-Западного института управления филиала Российской академии народного

хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, e-mail: irina77710@yandex.ru

About the authors:

DEGTJaRENKO Galina Anatol'evna – Honored worker of science, professor, doctor of technical sciences, professor of the Department of Business Informatics, mathematical and statistical methods of RANE&PA NIM, Saint-Petersburg, e-mail: dga_spb@mail.ru

Dolgova Irina Vladimirovna – postgraduate research student North-West Institute of Management the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, St. Petersburg, e-mail: irina77710@yandex.ru

References

1. Lapygin Ju.N. Jekonomicheskoe prognozirovanie: uch. posobie / Ju. N. Lapygin, V. E. Krylov, A. P. Chernjavskij. – M.: Jeksmo, 2009. – 256s.
2. Degtjarenko G.A. Modelirovanie social'no-jekonomicheskikh pokazatelej zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva /G.A. Degtjarenko, I.V. Dolgova // Matematika, statistika i informacionnye tehnologii v jekonomike, upravlenii i obrazovanii: materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konf. 5 ijunja 2013 g. Tver'. – Tver', 2013. – S. 19 – 23.
3. Dolgova I.V. Nejronnye seti v prognozirovanii social'no-jekonomicheskikh pokazatelej v sfere jelektrojenergetiki / Dolgova I.V., Degtjarenko G.A. // Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informacionnyh tehnologij: nauchno-prakt. zhurnal № 3 (7) 2013. – Omsk, 2013. – S. 3 – 8.
4. Krug P.G. Nejronnye seti i nejrokom'jutery [Tekst]: uchebnoe posobie po kursu «Mikroprocessory» / P. G. Krug. – M.: Izdatel'stvo MJeI, 2002. – 176 s.
5. Vasil'ev A.A. Kriterii selekcii modelej prognoza (obzor) / A.A. Vasil'ev // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Jekonomika i upravlenie» – 2012. – vypusk 13. – S. 134 – 148.
6. Degtjarenko G.A. Prognozirovanie v sfere jelektrojenergetiki kak funkcija upravlenija / G. A. Degtjarenko, I. V. Dolgova // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Jekonomika i upravlenie» – 2014. – vypusk 23. – S.264 – 273.
7. <https://www.gov.uk/government/collections/energy-price-statistics> (data obrashhenija 20.02.2014).
- 8.