

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВЛОЖЕНИЙ*

Евгений Юрьевич ХРУСТАЛЁВ^а*, Олег Григорьевич ШРАМКО^б

^а доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук, Москва, Российская Федерация
stalev@cemi.rssi.ru

^б главный государственный налоговый инспектор, Межрайонная инспекция Федеральной налоговой службы № 7 по Московской области, Коломна, Российская Федерация
dj-59@mail.ru

• Ответственный автор

История статьи:

Получена 05.07.2017
Получена в доработанном виде 13.07.2017
Одобрена 24.07.2017
Доступна онлайн 29.08.2017

УДК 332.1
JEL: O11

Аннотация

Предмет. Определение направлений инвестиционных вложений в региональную экономику субъектов Федерации.

Цели. Для определения направлений инвестиционных вложений следует выбрать регионы, способные в наибольшей степени эффективно реализовать поступающие финансовые средства для стимулирования реальных секторов экономики, формирования точек роста, которые могли бы повлечь за собой развитие региона в целом. Для решения данной проблемы необходимо разработать новый комплексный и точный инструментарий оценки потенциальных возможностей региональной экономической структуры.

Методология. Предложенная методология и реализующий ее инструментарий базируются на комплексном использовании метода нейронных сетей применительно к экономике региона. Предлагается использовать региональные экономические показатели, определяющие результативную составляющую, представленную валовым региональным продуктом. При этом сами показатели выбраны таким образом, что они характеризуют экономическое развитие в наибольшей степени.

Результаты. Для комплексной оценки эффективности инвестиционных вложений разработан метод, с помощью которого при ограниченном количестве исходных показателей, характеризующих экономическую деятельность региона, можно получить достаточно точные оценки результативности проводимой инвестиционной политики в отношении каждого субъекта Федерации. Перспективность данного подхода состоит в возможности моделирования регионального социально-экономического развития в ответ на возможные структурные изменения, происходящие в экономике региона и имеющие как внутренние, так и внешние причины. Предложенный метод позволяет определить наиболее целесообразное направление инвестиционных вложений для социально-экономического развития регионов, осуществить задачу по сглаживанию пространственной поляризации, которая в настоящее время имеет тенденцию к увеличению.

Выводы. Разработанный методический подход дает возможность оценить целесообразность кластерного объединения субъектов Российской Федерации и использования метода нейросетевого моделирования для совершенствования государственной инвестиционной политики.

Ключевые слова: регион, экономические факторы, развитие, инвестиции

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Для цитирования: Хрусталёв Е.Ю., Шрамко О.Г. Использование метода нейронных сетей для прогнозирования эффективности инвестиционных вложений // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2017. – Т. 16, № 8. – С. 1438–1454.

<https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1438>

Актуальность исследования состоит в том, что в настоящее время проблема

дифференциации регионов по социально-экономическим показателям становится все более острой. Продолжающийся разрыв между развитыми и депрессивными регионами приводит к диспропорциям в общей структуре экономики государства,

* Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 17-06-00325-а «Финансово-экономический инструментарий и эконометрическая модель для оценки и прогнозирования доступности и стоимости заемного финансирования для предприятий России».

накоплению проблем во всех сферах жизни, снижает уровень налоговых поступлений, как это указано в работах И.В. Горского [1], Е.В. Балацкого [2], П.А. Кадочникова с соавторами [3], А.Б. Гусева [4].

Данное явление вынуждает федеральный центр к финансовым вливаниям в региональную экономику для смягчения социальной напряженности. Не всегда такая помощь оказывается адресной и эффективной.

Поддержка заведомо угасающих предприятий и отраслей экономики только лишь продлевает неизбежные депрессивные процессы, приводит к выпуску неликвидной и не пользующейся спросом продукции как на внутреннем, так и на мировом рынках.

Эта проблема отражена такими авторами, как, например, И.А. Бланк [5], П.Л. Виленский [6] и др. Но главное состоит в том, что неэффективная, безадресная помощь тормозит инновационное развитие экономической системы, приводит к иждивенческим настроениям, оттягивает реструктуризацию отраслевой экономики, которая произойдет неизбежно, только с более сильной социальной напряженностью, миграционными процессами и значительными издержками во всех сферах жизненного пространства, что указано, например, в работах С.Г. Зеленской [7], З. Боди с соавторами [8], Н.-Н. Норре [9].

Рассмотрим комплексный метод (инструментарий), использующий возможности нейронных сетей для оптимизации инвестиционных вложений в экономику регионов.

Для демонстрации углубляющейся пространственной региональной дифференциации можно привести анализ стандартного отклонения такого важного признака, как валовой региональный продукт.

Динамика этого показателя в некоторых регионах Российской Федерации с 2008 по 2014 г. представлена в *табл. 1*.

На наш взгляд, показатели величины стандартного отклонения дают общее представление о распределении значений показателей валового регионального продукта относительно среднего, то есть позволяют определить, насколько велик разброс между регионами.

Вычисления произведены по следующей формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{ср}})^2}{n-1}},$$

где s – величина стандартного отклонения;

x_i – показатели валового регионального продукта каждого региона;

$x_{\text{ср}}$ – средний показатель валового регионального продукта за соответствующий год.

Результаты вычисления представлены на *рис. 1*. Данная диаграмма показывает динамику коэффициента вариации признака за период с 2008 по 2014 г. Обращает на себя внимание непрерывно возрастающая дисперсия такого важного показателя, как валовой региональный продукт.

Одним из вариантов сглаживания пространственной поляризации регионов являются инвестиционные вложения в экономику регионов в целях стимулирования экономических процессов и повышения уровня жизни населения, как указано в работах М.В. Глазырина [10], S.M. Bragg [11].

Помимо непосредственного стимулирования реальных секторов экономики особое значение приобретает формирование точек роста, которые могли бы повлечь за собой развитие региона в целом.

Из авторов, освещавших данный вопрос, следует упомянуть М.Г. Полозкова [12], .

Перевод России на инновационный путь развития, отказ от сырьевой экономики невозможен без масштабных инвестиций во

все сферы производства, обучения персонала, внедрения новых технологий [13, 14].

Эффективное социально-экономическое развитие субъекта Федерации приводит в свою очередь к еще большей заинтересованности потенциальных инвесторов как отечественных, так и зарубежных, в развитии инвестиционной деятельности. В то же время привлечение инвестиционных средств приводит к стимулированию хозяйственной активности на всех уровнях, создавая таким образом мультипликативный эффект [15].

Вместе с тем инвестиции в основной капитал составили с 2005 по 2014 г. соответственно 3 611,1 млрд руб., 9 152,1 млрд руб., 11 035,7 млрд руб., 12 586,1 млрд руб., 13 450,2 млрд руб., 13 557,5 млрд руб. Это составляет в процентах к предыдущему году в сопоставимых ценах 110,2%, 106,3%, 110,8%, 106,8%, 100,8%, 97,3% соответственно. В то же время степень износа основных фондов на конец года составила соответственно 45,2%, 47,1%, 47,9%, 47,7%, 48,2%, 49,4%.

На наш взгляд простые финансовые вливания в депрессивные регионы для стимулирования происходящих в них экономических процессов и поддержки уровня жизни населения не являются достаточно эффективными.

Инвестирование следует производить только там, где есть потенциальная возможность структурного развития, формирования точек роста и существенного прорыва в инновационном развитии.

Задача представляется непростой, требующей постоянной корректировки с учетом изменяющейся экономической составляющей как на внутреннем, так и на мировом рынках. Сложная и порой непредсказуемая динамика требует постоянного мониторинга и своевременного внесения корректив в процесс инвестирования.

Простая дифференциация субъектов Российской Федерации по такому

параметру, как валовой региональный продукт, или по какому-либо другому признаку, не является достаточно корректной.

Следует подчеркнуть, что имеются значительные различия между регионами по природно-климатическим, природно-ресурсным, демографическим и иным факторам. Поэтому затруднительно сравнивать регионы не только по уровню их развития, но и по возможностям их социально-экономического роста [16].

В настоящее время общепризнанной является следующая дифференциация субъектов Российской Федерации:

- **регионы – локомотивы роста.** Представителями этой группы являются такие субъекты Федерации, как Москва, Московская область, Краснодарский край, Ленинградская область и др. Характерен высокий темп валового регионального продукта и значительный потенциал развития;
- **опорные регионы** (Кемеровская, Сахалинская области, Республика Коми, Республика Саха (Якутия) и др.). Эта группа представлена в основном регионами, имеющими в своей экономике значительную природно-ресурсную составляющую;
- **депрессивные регионы** (Астраханская область, Алтайский край, Мурманская, Новгородская, Псковская области и др.). Эти регионы характеризуются низким уровнем жизни населения, дефицитом трудовых ресурсов, низкими или полностью отсутствующими темпами роста валового регионального продукта;
- **особые регионы** (Республика Ингушетия, Чеченская Республика).

В данном случае мы преследуем узконаправленную задачу: определить эффективность инвестиционных вложений. Поэтому кластеризация регионов неизбежно будет отличаться от общепринятой типологии регионов Российской Федерации.

Количество кластеров было ограничено тремя для удобства и наглядности проводимого анализа, а также с тем, чтобы придерживаться концепции общепринятой классификации.

Представляется целесообразным объединение регионов в следующие группы:

- регионы для приоритетного направления инвестиционных вложений;
- регионы с низкой результативностью от инвестиционных вложений;
- регионы, индифферентные к инвестиционным вложениям.

Кластеризация и в какой-то степени классификация регионов не являются самоцелью. К данным группам становится возможным приложить метод нейросетевого программирования для определения эффективности инвестиционных вложений.

Нами предлагается механизм определения эффективности инвестиционных вложений с помощью метода моделирования экономических систем.

Анализ проводился с использованием статистической программы StatSoft. Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system). Version 10. www.statsoft.com.

Нейронные сети как мощный метод моделирования экономических систем позволяет воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости.

Их главное преимущество состоит в нелинейности исследуемых функций, что является аналогом значительной динамики и изменчивости современной экономической ситуации.

Таким образом, данный метод моделирования имеет значительные преимущества перед такими методами, как исследование множественной регрессии, дисперсионный анализ, общие линейные и нелинейные модели, анализ временных рядов и многие другие, что отражено в

работах таких авторов, как Ю.С. Соловьева с соавторами [17], В.М. Казиев [18].

Способность обучаться на примерах является одной из особенностей нейронных сетей. При этом подбираются представительные данные, а затем запускается алгоритм обучения, который автоматически воспринимает структуру данных. Допускается, что исследуемые данные могут быть зашумленными и неточными.

Входные переменные имеют определенную силу, называемую весом. Сила связи или вес представляется числом. Чем больше значение веса, тем сильнее его входной сигнал и, следовательно, тем большее влияние оказывает соответствующий вход на выходной результат сети.

Задача нейронной сети состоит в том, чтобы построить наиболее адекватную зависимость между входами и выходом путем подгонки и композиции различных функций по имеющимся примерам исходных данных (наблюдениям).

Обучение сети производилось на основе показателей социально-экономического развития регионов за 2010–2014 гг.

Для формирования нейронной сети выбраны представители из каждой группы, в частности, Московская область, Кемеровская область, Астраханская область, и на этих субъектах Федерации была произведена апробация нейронной сети.

Непрерывными входными переменными явились следующие:

- инвестиции в основной капитал в фактически действующих ценах, млн руб.;
- количество предприятий и организаций, ед.;
- среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.;

- численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, тыс. чел.;
- стоимость основных фондов на конец года, млн руб.

Непрерывные входные переменные выбраны в соответствии с теорией производственной функции Кобба – Дугласа [19].

Непрерывной входной переменной был выбран, естественно, показатель валового регионального продукта в миллионах рублей.

Из авторов, наиболее полно проводящих исследования в данном направлении, следует отметить Д.-Э. Бэстенс с соавторами [20].

Очень подробно использование методики нейросетевого моделирования рассмотрено в работе Ю.А. Кузнецова с соавторами¹. Работа посвящена исследованию особенностей инновационного развития регионов России.

Проведенный анализ позволяет определить динамику инновационной активности субъектов Российской Федерации и выявить регионы, обладающие наибольшей инновационной активностью. Инструментом исследований в работе являются самоорганизующиеся карты Кохонена, реализованные в пакете Statistica.

Отличие нашей работы от упомянутой состоит в том, что при анализе используется сеть с управляемым обучением, которая вместе с входными переменными содержит также и соответствующие им выходные значения.

Таким образом, сеть должна восстановить отображение, переводящее первые во вторые, в то время как сеть Кохонена учится понимать саму структуру данных, распознавать кластеры в данных, а также

устанавливать близость классов. Сеть Кохонена распознает кластеры в обучающих данных и относит все данные к тем или иным кластерам.

Мы ставили перед собой задачу экспериментально отразить изменения выходной переменной (валового регионального продукта) в зависимости от степени изменения входящих предикторов.

Общая схема нейронной сети [21] представлена на *рис. 2*.

Показатели для Московской, Кемеровской, Астраханской областей представлены в *табл. 2–4*.

В результате обучения выбрана нейронная сеть типа многослойного персептрона с наибольшей производительностью.

Для Московской области выбрана архитектура № 2, для Кемеровской области – № 1, для Астраханской – № 3 (*табл. 5–7*).

Количество скрытых нейронов во всех случаях от трех до десяти. Ввиду отсутствия некоторых статистических показателей, произведена замена средним значением пропущенных данных.

Установлена зависимость увеличения валового регионального продукта от увеличения инвестиционных вложений при неизменности остальных показателей (входящих переменных). Гипотетическое увеличение показателей инвестиций производилось с шагом в два раза.

Для групп регионов динамика предполагаемого роста валового регионального продукта представлена в *табл. 8*.

Графически это можно представить с помощью программы Microsoft Excel (*рис. 3–5*).

Таким образом, на данном этапе исследования, нам представляется возможность оценить влияние одной из переменной (инвестиции) на предполагаемый интегративный результат (валовой региональный).

¹ Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Эйвазова Э.Н. Нейросетевое моделирование динамики инновационного развития регионов Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2014. Т. 12. Вып. 4. С. 18–28.

Анализ представлял собой кратное увеличение инвестиционных вложений и оценку выходного фактора.

В результате анализа можно сделать следующие выводы:

- наибольшая «степень отклика» наблюдается при инвестировании регионов, уже стоящих на высокой ступени социально-экономического развития. Поэтому можно использовать известное выражение: «помогать следует сильным». Очевидно, на данном этапе экономическая инфраструктура только данных субъектов Российской Федерации наиболее оптимально может реализовать и эффективно использовать инвестиционные средства;
- во всех группах регионов через некоторое время наблюдается резкое снижение отдачи от вложенных инвестиций. Данное явление связано скорее всего с тем обстоятельством, что без радикальной замены структуры экономики регионов, перепрофилирования отраслей, возможного перехода на инновационный путь развития невозможно дальнейшее поступательное движение даже с привлечением инвестиций.

Представляется перспективным использовать данный метод для анализа каждого субъекта Российской Федерации, учесть динамику изменчивой экономической ситуации, осуществить прогноз по другим показателям регионального социально-экономического развития.

Рыночную экономику, особенно на современном этапе глобализации и интеграции экономических систем, невозможно представить без грамотной и хорошо продуманной инвестиционной политики.

Это не только и даже не столько финансовые вложения, но и внедрение новых технологий, инновационных разработок, что приводит к модернизации производства.

С одной стороны, возникает заинтересованность потенциальных инвесторов в развитии хозяйственных связей, изменении структуры производства, повышении конкурентоспособности производства.

С другой стороны, инвестирование приводит к повышению благосостояния населения, уменьшению безработицы, повышению трудовой активности.

Таблица 1**Валовой региональный продукт регионов Российской Федерации с 2008 по 2014 г., млн руб.****Table 1****Gross regional product of regions of the Russian Federation from 2008 to 2014, million RUB**

Объект анализа	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Белгородская область	319 071,4	304 343	397 069,9	511 663	546 151	569 414,1	619 388,1
Брянская область	127 019,5	126 199,3	144 264	179 920,9	209 824	223 324,3	243 026
Владимирская область	176 257,3	188 466,3	218 712,3	256 409,2	285 623	307 486	327 885,3
Воронежская область	289 322,3	302 510,1	328 770,8	447 155,4	568 613	606 667,7	709 068,3
Ивановская область	86 084,2	86 572,8	98 209	127 218,6	136 512	157 735,1	151 047
Магаданская область	41 948,5	48 128,4	58 174,3	75 147	76 875	88 490,1	97 015,6
Сахалинская область	335 878,4	392 311,7	492 730,3	596 906,8	641 603	673 775,4	793 481,6
Еврейская автономная область	26 695,2	25 345,1	32 537,5	36 533,8	42 451	37 885,4	41 741,8
Чукотский автономный округ	30 699,1	45 397	41 974,2	44 756,9	48 852	46 989,7	56 556,2
Величина стандартного отклонения	1 007 244	866 453	1 014 530	1 219 340	1 302 701	1 427 336	1 554 412

Источник: Росстат

Source: Rosstat

Таблица 2**Показатели по Московской области для формирования нейронной сети****Table 2****Indicators for the Moscow oblast to build a neural network**

Год	ВРП, млн руб.	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.	Численность занятых научными исследованиями и разработками, тыс. чел.	Количество предприятий и организаций, ед.	Стоимость основных фондов на конец года, млн руб.
2010	1 832 867,3	394 284	2 905,9	84 574	224 181	4 442 527
2011	2 176 795,3	449 666	2 924,4	86 130	236 263	5 012 245
2012	2 357 081,9	516 872	2 933,9	86 349	235 814	5 109 551
2013	2 545 951,5	587 645	2 982,7	85 856	243 124	5 538 512
2014	2 705 578,7	644 830	3 040,5	87 780	250 244	6 072 673
2015	–	640 320	3 071,2	85 864	259 804	–

Источник: Росстат

Source: Rosstat

Таблица 3

Показатели по Кемеровской области для формирования нейронной сети

Table 3

Indicators for the Kemerovo oblast to build a neural network

Год	ВРП, млн руб.	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.	Численность занятых научными исследованиями и разработками, тыс. чел.	Количество предприятий и организаций, ед.	Стоимость основных фондов на конец года, млн руб.
2010	655 914,9	156 519	1 288,2	1 258	51 888	1 259 707
2011	751 198,4	214 780	1 301	1 231	51 212	1 406 912
2012	718 320,4	267 812	1 305,4	1 097	51 953	1 635 052
2013	667 950,5	217 711	1 303,2	1 232	50 631	1 900 837
2014	747 414,6	230 951	1 278,2	1 475	51 303	2 106 247
2015	–	162 059	1 238,2	1 491	52 012	–

Источник: Росстат

Source: Rosstat

Таблица 4

Показатели по Астраханской области для формирования нейронной сети

Table 4

Indicators for the Astrakhan oblast to build a neural network

Год	ВРП, млн руб.	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.	Численность занятых научными исследованиями и разработками, тыс. чел.	Количество предприятий и организаций, ед.	Стоимость основных фондов на конец года, млн руб.
2010	144 888,8	59 863	447,7	917	18 204	623 538
2011	172 616,6	69 024	448,5	966	17 880	747 640
2012	209 654,4	81 665	442,5	1 014	17 952	808 160
2013	273 917,1	122 618	436,9	1 083	18 515	850 132
2014	288 951,6	116 856	436,4	904	18 736	912 746
2015	–	111 562	434,7	933	18 904	–

Источник: Росстат

Source: Rosstat

Таблица 5**Итоги моделей для Московской области****Table 5****The results of models for the Moscow oblast**

<i>N</i>	Архитектура	Производит. обучения	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Алгоритм обучения	Функция активации скрытых нейронов
1	MLP 5-8-1	1	1	0	BFGS 158	Логистическая
2	MLP 5-10-1	1	0	0	BFGS 429	Экспонента
3	MLP 5-11-1	0,999775	34 646 874	149,9071	BFGS 21	Логистическая
4	MLP 5-10-1	1	109	0	BFGS 139	Гиперболическая

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 6****Итоги моделей для Кемеровской области****Table 6****The results of models for the Kemerovo oblast**

<i>N</i>	Архитектура	Производит. обучения	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Алгоритм обучения	Функция активации скрытых нейронов
1	MLP 5-8-1	1	0	0	BFGS 24	Экспонента
2	MLP 5-9-1	1	0	0	BFGS 25	Экспонента
3	MLP 5-3-1	0,999579	894 821,4	0	BFGS 251	Тождественная
4	MLP 5-6-1	1	0	0	BFGS 30	Экспонента
5	MLP 5-5-1	1	0,2	0	BFGS 235	Гиперболическая

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 7****Итоги моделей для Астраханской области****Table 7****The results of models for the Astrakhan oblast**

<i>N</i>	Архитектура	Производит. обучения	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Алгоритм обучения	Функция активации скрытых нейронов
1	MLP 5-7-1	0,994609	12 349 000	1,04237	BFGS 16	Гиперболическая
2	MLP 5-5-1	0,999994	22 331	29,68317	BFGS 16	Экспонента
3	MLP 5-6-1	1	0	0	BFGS 22	Тождественная
4	MLP 5-10-1	1000	2 151	0,06757	BFGS 20	Гиперболическая
5	MLP 5-11-1	1	0	0	BFGS 142	Гиперболическая

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 8

Динамика предполагаемого роста ВРП в зависимости от увеличения инвестиций, млн руб.

Table 8

Changes in GRP projected growth depending on an increase in investment, million RUB

Наблюдение	Динамика увеличения инвестиционных вложений			Показатели предполагаемого роста ВРП		
	для первой группы регионов	для второй группы регионов	для третьей группы регионов	для первой группы регионов	для второй группы регионов	для третьей группы регионов
1	394 284	156 519	59 863	1 832 867	625 914,9	144 888,8
2	788 564	313 038	119 726	2 683 870	751 198,4	217 400,4
3	1 577 128	626 076	239 452	3 663 007	751 198,4	288 646,5
4	3 154 256	1 252 152	478 904	4 022 958	751 198,4	288 950,3
5	6 308 512	2 504 304	957 808	4 099 611	751 198,4	288 950,4
6	12 617 024	5 008 608	1 915 616	4 103 648	751 198,4	288 949,8
7	25 234 048	10 017 216	3 831 232	4 103 660	500 779,6	288 947,8

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Рисунок 1**

Величина стандартного отклонения показателя ВРП с 2008 по 2014 г., млн руб.

Figure 1

Standard deviation from the GRP indicator for 2008–2014, million RUB

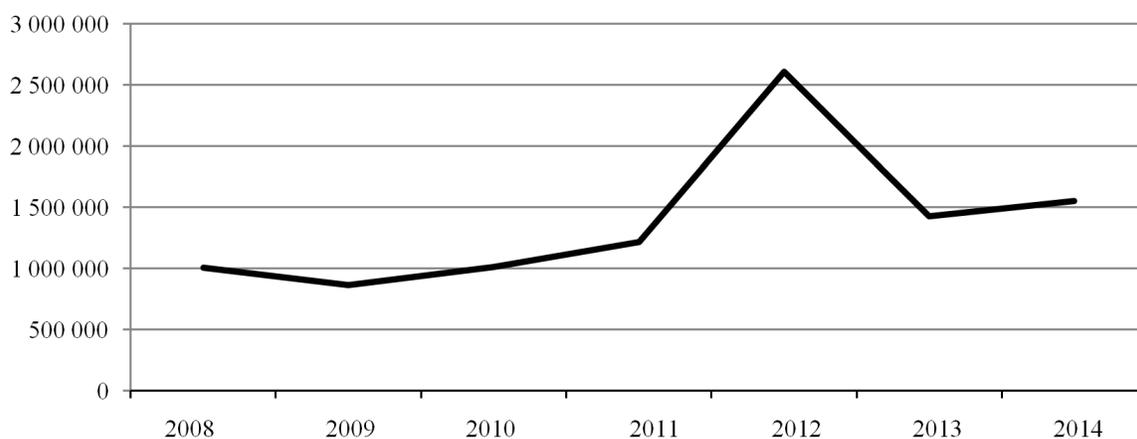
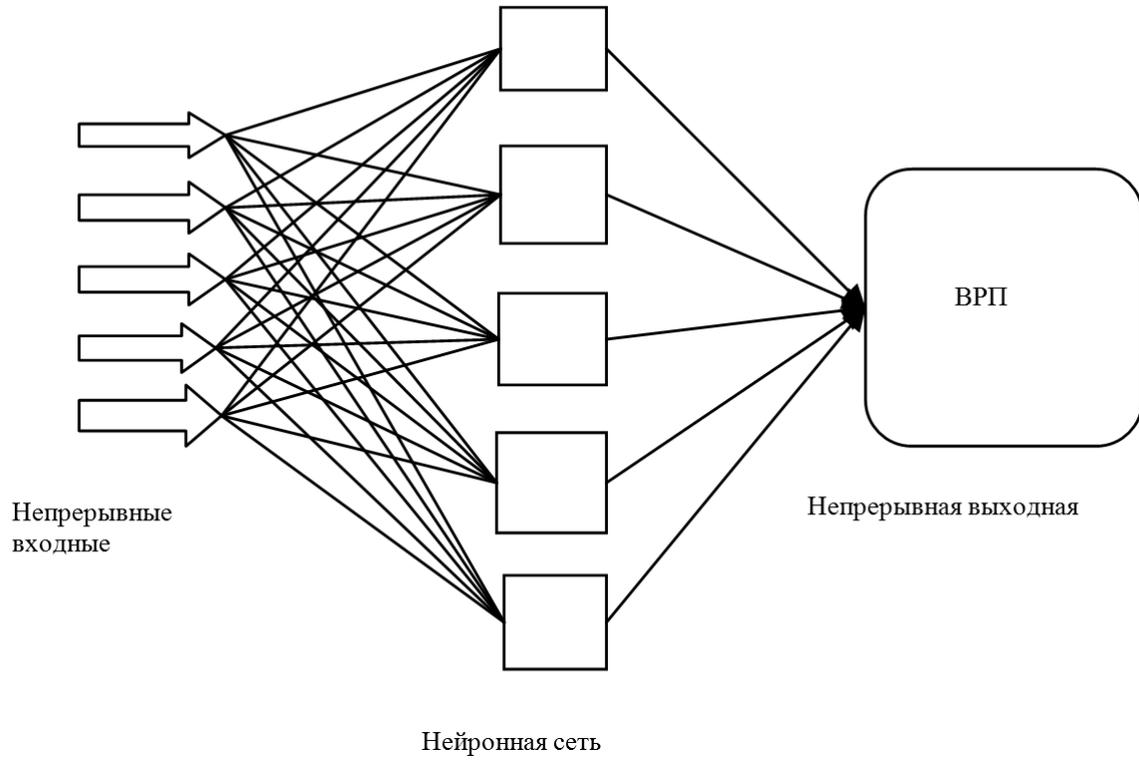
*Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring

Рисунок 2

Общая схема нейронной сети

Figure 2

General scheme of neural network



Источник: авторская разработка

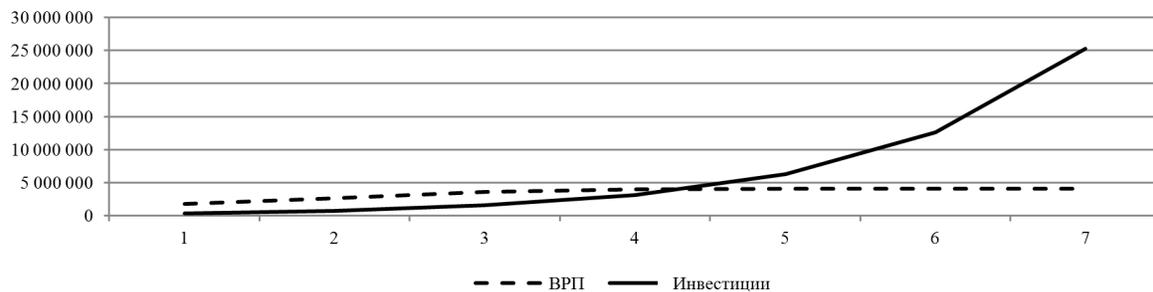
Source: Authoring

Рисунок 3

Динамика предполагаемого роста ВРП в зависимости от увеличения инвестиций первой группы регионов, млн руб.

Figure 3

Changes in GRP projected growth depending on an increase in investments of the first group of regions, million RUB



Источник: авторская разработка

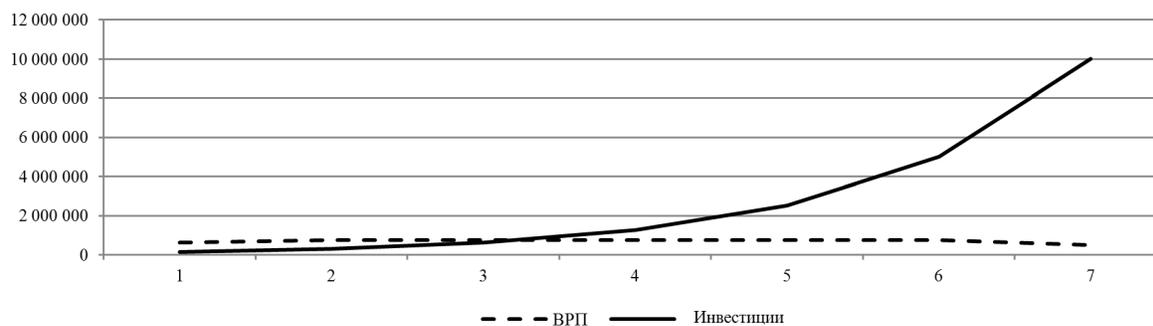
Source: Authoring

Рисунок 4

Динамика предполагаемого роста ВРП в зависимости от увеличения инвестиций второй группы регионов, млн руб.

Figure 4

Changes in GRP projected growth depending on an increase in investments of the second group of regions, million RUB



Источник: авторская разработка

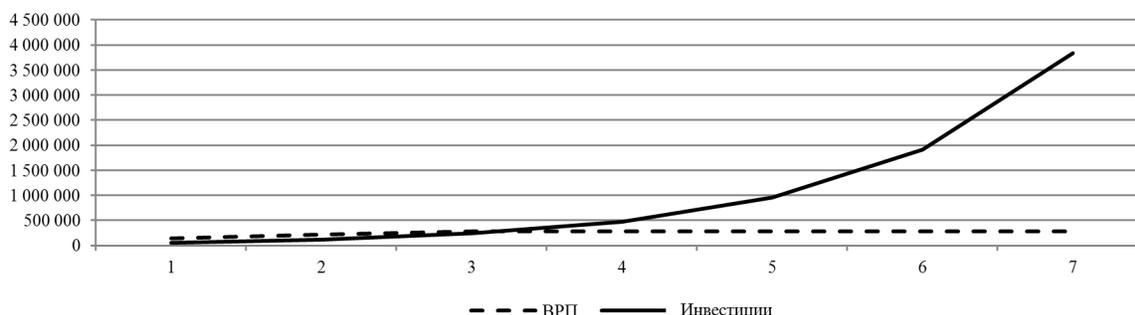
Source: Authoring

Рисунок 5

Динамика предполагаемого роста ВРП в зависимости от увеличения инвестиций третьей группы регионов, млн руб.

Figure 5

Changes in GRP projected growth depending on an increase in investments of the third group of regions, million RUB



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Горский И.В. Налоговый потенциал в механизме межбюджетных отношений // Финансы. 1999. № 6. С. 27–30.
2. Балацкий Е.В. Эффективность фискальной политики государства // Проблемы прогнозирования. 2000. № 5. С. 32–45.
3. Кадочников П., Луговой О., Синельников С., Шкребела Е. Моделирование динамики налоговых поступлений, оценка налогового потенциала территорий. М.: ИЭПП, 1999. 237 с.
4. Гусев А.Б. Налоги и экономический рост: теории и эмпирические оценки. М.: Экономика и право, 2003. 317 с.
5. Бланк И.А. Основы инвестиционного менеджмента: в 2-х томах. Киев: Эльга-Н, Ника-Центр, 2004.
6. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. М.: Поли Принт Сервис, 2015. 1300 с.
7. Зеленская С.Г. Инвестиционный потенциал развития регионов: налоговая нагрузка // Инновационный Вестник Регион. 2007. № 2. С. 43–46.
8. Боди З., Кейн А., Маркус А. Принципы инвестиций. М.: Вильямс, 2002. 348 с.
9. Норре Н.-Н. The Economics and Sociology of Taxation. *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, 1990, vol. 1, no. 2, pp. 61–90.
10. Глазырин М.В. Социально-производственный комплекс – системная основа модернизации и саморазвития. М.: Наука, 2012. 311 с.
11. Bragg S.M. Financial Analysis: Second Edition: A Business Decision. Colorado, Accounting Tools, 2014, 2nd edition, 342 p.

12. *Полозков М.Г.* Проблемы выравнивания социально-экономической асимметрии территорий // Научные записки Сибирской академии государственной службы. Сер.: Региональная экономика. 2003. № 2. С. 81–84.
13. *Хрусталёв Е.Ю.* Финансово-экономические аспекты формирования региональной инфраструктуры двойного назначения // Вооружение и экономика. 2008. № 1. С. 75–86. URL: http://www.viek.ru/vie_08_1.pdf
14. *Уколов В.Ф.* Формирование стратегии социально-экономического развития территорий регионального значения. М.: Государственный университет управления, 2014. 135 с.
15. *Новиков Д.А.* Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2007. 584 с.
16. *Иванова Е.И., Хрусталёв Е.Ю.* Методология организации и использования информационных ресурсов для управления региональной экономикой // Информационные ресурсы России. 2008. № 3. С. 2–7.
17. *Соловьева Ю.С., Грекова Т.И.* Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. № 3. С. 49–57.
18. *Казиев В.М.* Введение в системный анализ и моделирование. М.: Интернет-Университет информационных технологий, 2013. 475 с.
19. *Geoff Renshaw.* Maths for Economics. New York, Oxford University Press, 2005, pp. 516–526.
20. *Бэстенс Д.-Э., Ван ден Берг В.-М., Вуд Д.* Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. М.: ТВП, 1997. 236 с.
21. *Гальберштам Н.М., Баскин И.И., Палюлин В.А., Зефиоров Н.С.* Нейронные сети как метод поиска зависимостей структура – свойство органических соединений // Успехи химии. 2003. Т. 72. № 7. С. 706–727.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

USING THE NEURAL NETWORK METHOD TO FORECAST INVESTMENT EFFICIENCY

Evgenii Yu. KHRUSTALEV^{a*}, Oleg G. SHRAMKO^b

^a Central Economics and Mathematics Institute, RAS, Moscow, Russian Federation
stalev@cemi.rssi.ru

^b District Inspectorate of Federal Tax Service No. 7, Kolomna, Moscow Oblast, Russian Federation
dj-59@mail.ru

* Corresponding author

Article history:

Received 5 July 2017
Received in revised form
13 July 2017
Accepted 24 July 2017
Available online
29 August 2017

JEL classification: O11

Keywords: economic factor,
development, investment

Abstract

Subject The article is dedicated to identifying the areas of investment in the economy of subjects of the Russian Federation.

Objectives The purpose of the study is to develop new comprehensive and accurate tools to assess the potential of regional economic structure to determine the areas of investment.

Methods The proposed methodology and tools for its implementation rest on integrated use of the neural network method as applied to the region's economy.

Results For the purpose of integrated evaluation of investment efficiency, we developed a method that helps obtain quite accurate figures of investment policy efficiency in respect of each subject of the Russian Federation, using a limited number of initial indicators of economic activity in the region. This approach enables to determine the most appropriate areas of investing for socio-economic development of regions, to smooth the spatial polarization that currently tends to increase.

Conclusions and Relevance Our methodological approach makes it possible to assess the expediency of clustering the constituent entities of the Russian Federation and using the neural network modeling to perfect the State investment policy.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

Please cite this article as: Khrustalev E.Yu., Shramko O.G. Using the Neural Network Method to Forecast Investment Efficiency. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 8, pp. 1438–1454.
<https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1438>

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 17-06-00325-a *Financial and Economic Tools and an Econometric Model to Assess and Forecast the Availability and Cost of Debt Financing for Russian Companies*.

References

1. Gorskii I.V. [Taxable capacity in the mechanism of inter-budget relations]. *Finansy = Finance*, 1999, no. 6, pp. 27–30. (In Russ.)
2. Balatskii E.V. [The efficiency of the fiscal policy of the State]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2000, no. 5, pp. 32–45. (In Russ.)
3. Kadochnikov P., Lugovoi O., Sinel'nikov S., Shkrebela E. *Modelirovanie dinamiki nalogovykh postuplenii, otsenka nalogovogo potentsiala territorii* [Modeling the dynamics of tax revenue, assessment of taxable capacity of territories]. Moscow, Gaidar Institute Publ., 1999, 237 p.
4. Gusev A.B. *Nalogi i ekonomicheskii rost: teorii i empiricheskie otsenki* [Taxes and economic growth: Theory and empirical estimates]. Moscow, Ekonomika i pravo Publ., 2003, 317 p.
5. Blank I.A. *Osnovy investitsionnogo menedzhmenta* [Fundamentals of investment management]. Kiev, El'ga-N, Nika-Tsentr Publ., 2004.

6. Vilenskii P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov: teoriya i praktika* [Evaluating the efficiency of investment projects: Theory and practice]. Moscow, Poli Print Servis Publ., 2015, 1300 p.
7. Zelenskaya S.G. [Investment potential of regional development: Tax burden]. *Innovatsionnyi Vestnik Region*, 2007, no. 2, pp. 43–46. (In Russ.)
8. Bodie Z., Kane A., Marcus A.J. *Printsipy investitsii* [Essentials of Investments]. Moscow, Vil'yams Publ., 2002, 348 p.
9. Hoppe H.-H. The Economics and Sociology of Taxation. *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, 1990, vol. 1, pp. 61–90.
10. Glazyrin M.V. *Sotsial'no-proizvodstvennyi kompleks – sistemnaya osnova modernizatsii i camorazvitiya* [Socio-industrial complex as a system-based modernization and self-development]. Moscow, Nauka Publ., 2012, 311 p.
11. Bragg S.M. *Financial Analysis: Second Edition: A Business Decision*. Colorado, Accounting Tools, 2014, 2nd edition, 342 p.
12. Polozkov M.G. [The problem of leveling the social and economic asymmetry of territories]. *Nauchnye zapiski Sibirskoi akademii gosudarstvennoi sluzhby. Ser.: Regional'naya ekonomika = Proceedings of Siberian Academy of Public Service. Series: Regional Economy*, 2003, no. 2, pp. 81–84. (In Russ.)
13. Khrustalev E.Yu. [Economic and financial aspects of forming the dual-use regional infrastructure]. *Vooruzhenie i Ekonomika*, 2008, no. 1, pp. 75–86. (In Russ.)
URL: http://www.viek.ru/vie_08_1.pdf
14. Ukolov V.F. *Formirovanie strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territorii regional'nogo znacheniya* [Forming a strategy of social-economic development of territories of regional significance]. Moscow, State University of Management Publ., 2014, 135 p.
15. Novikov D.A. *Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami* [Theory of organizational systems control]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2007, 584 p.
16. Ivanova E.I., Khrustalev E.Yu. [A methodology for information resources organization and use to control the regional economy]. *Informatsionnye resursy Rossii = Information Resources of Russia*, 2008, no. 3, pp. 2–7. (In Russ.)
17. Solov'eva Yu.S., Grekova T.I. [Construction of the models of behavior of the economic processes by neuronet technologies]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Tomsk State University Journal. Control, Computer Engineering and Computer Science*, 2009, no. 3, pp. 49–57. (In Russ.)
18. Kaziev V.M. *Vedenie v sistemnyi analiz i modelirovanie* [Introduction to the systems analysis and modeling]. Moscow, Internet-Universitet informatsionnykh tekhnologii Publ., 2013, 475 p.
19. Renshaw G. *Maths for Economics*. New York, Oxford University Press, 2005, pp. 516–526.
20. Baestaens D.E., Van den Bergh W.M., Wood D. *Neironnyye seti i finansovye rynki: prinyatie reshenii v togovykh operatsiyakh* [Neural Network. Solutions for Trading In Financial Markets]. Moscow, TVP Publ., 1997, 236 p.

21. Halberstam N.M., Baskin I.I., Palyulin V.A., Zefirov N.S. [Neural networks as a method for elucidating structure-property relationships for organic compounds]. *Uspekhi khimii* = *Russian Chemical Reviews*, 2003, vol. 72, no. 7, pp. 706–727. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.