

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В РАМКАХ СОРСИНГА*****Ильнур Илдусович ФАРХУТДИНОВ^а, Алексей Геннадьевич ИСАВНИН^б**

^а кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики и математических методов в экономике, Набережночелнинский институт (филиал Казанского федерального университета), Набережные Челны, Российская Федерация
ilnour1986@inbox.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 3352-2380

^б доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой бизнес-информатики и математических методов в экономике, Набережночелнинский институт (филиал Казанского федерального университета), Набережные Челны, Российская Федерация
isavnin@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 5509-1687

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 12.02.2019
Получена в доработанном виде 08.04.2019
Одобрена 13.05.2019
Доступна онлайн 30.08.2019

УДК 330.4

JEL: C45

Ключевые слова:

аутсорсинг, инсорсинг,
задача make or buy,
искусственные нейронные
сети

Аннотация

Предмет. Повышение конкурентоспособности предприятия посредством применения моделей сорсинга.

Цели. Проверить применимость искусственных нейронных сетей для решения экономических задач в рамках сорсинга, в частности, для решения задачи make or buy.

Методология. Применены авторская матрица аутсорсинга и стандартная модель искусственного нейрона.

Результаты. Доказана применимость искусственных нейронных сетей для решения экономических задач в рамках сорсинга. Результаты исследования могут служить основой для формирования инструментов оценки целесообразности применения моделей сорсинга посредством построения искусственных нейронных сетей.

Выводы. Построение инструментов оценки целесообразности применения моделей сорсинга, основанных на искусственных нейронных сетях, является перспективным направлением развития теории моделирования использования ресурсов.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Фархутдинов И.И., Исавин А.Г. Перспективы применения искусственных нейронных сетей для решения экономических задач в рамках сорсинга // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 8. – С. 1565 – 1580.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.8.1565>

В настоящее время применение моделей сорсинга является весьма востребованным и перспективным инструментом реструктуризации крупных промышленных предприятий и оптимизации деятельности компаний, однако опыт отечественных и иностранных предприятий показывает, что не всякое применение сорсинга положительно

сказывается на эффективности бизнеса, в частности каждая модель сорсинга имеет свои преимущества и недостатки, например, с одной стороны, аутсорсинг позволяет снизить уровень безубыточности организации [1, с. 54–67], а с другой – затраты на производство продукции при применении комплектующих изделий от стороннего поставщика могут оказаться гораздо выше, так как неверная оценка может не учесть возникновения некоторых затрат, например,

* Авторы выражают глубокую признательность доктору экономических наук, профессору А.Н. МАКАРОВУ за детальное рассмотрение рукописи и ценные замечания.

транзакционных [2]. Поэтому при оценке целесообразности и эффективности оптимизации производства посредством сорсинга необходимо учитывать все особенности применяемой модели.

В научно-практической литературе встречаются разнообразные инструменты и методические подходы, так или иначе позволяющие выявить потенциальные сложности, с которыми компания может столкнуться при применении сорсинга, однако данные подходы и инструменты не являются универсальными для всех возможных ситуаций, тем более что на практике могут возникать новые (неизвестные) особенности моделей. При решении экономических задач начинают применяться технологии, пришедшие из других дисциплин, которые позволяют существенно расширить возможности существующих инструментов менеджмента. К таким технологиям можно отнести искусственные нейронные сети. Наше исследование направлено на проверку применимости искусственных нейронных сетей для решения определенных задач в рамках экономики сорсинга, в частности для решения задачи *make or buy*.

Задача *make or buy* занимает центральное место в оценке целесообразности применения моделей сорсинга и несмотря на то, что она характеризует полярность в процессе принятия решения (в частности, руководство компании взвешивает возможности развития собственного производства с возможностями применения ресурсов сторонних поставщиков), на базе решения данной задачи возникают новые методические подходы, позволяющие учитывать другие модели сорсинга, например, такие как разновидности моделей сорсинга, гибридные модели сорсинга и др. В ранее опубликованных работах мы дополняли задачу *make or buy* гибридной моделью косорсинга и тем самым определяли новую задачу – *make and/or buy* [1, с. 100; 3, с. 4583]. В данном случае в качестве платформы для проверки применимости искусственных нейронных сетей для решения задач в рамках экономики сорсинга воспользуемся классической задачей

make or buy и самым распространенным методом ее решения – матрицей аутсорсинга.

В отечественной и зарубежной научно-практической литературе представлено большое количество разнообразных матриц аутсорсинга. Вкратце рассмотрим некоторые из них.

Матрица аутсорсинга А.Х. Курбанова основана на использовании таких факторов принятия решения, как «уровень эффективности системы» и «индекс целесообразности аутсорсинга/инсорсинга» (рис. 1) [4].

Матрица аутсорсинга Н.К. Моисеевой, О.Н. Малютиной и И.А. Москвиной основана на использовании таких факторов принятия решения, как «стратегическая важность» и «уровень компетентности» (рис. 2) [5, с. 93–98].

Стратегическая важность определяется количеством ключевых факторов успеха, на которые влияет бизнес-процесс, и определяется по следующим условиям:

- процесс не входит в сферу ключевых компетенций компании – 3 балла;
- требования к качеству выполнения не так высоки – 2 балла;
- высокий уровень стандартизации – 2 балла;
- малая взаимозависимость функций;
- наличие совместимости ИТ-системы – 1 балл;
- имеется возможность улучшить положение на рынке за счет передачи бизнес-процесса в аутсорсинг – 1 балл.

Уровень компетентности находится на основе экспертного метода и имеет четыре варианта решений: А – высокий уровень, В – средний уровень, С – низкий уровень и D – неудовлетворительный уровень.

Матрица аутсорсинга К. Витачек и М. Ледьярд основана на использовании таких факторов принятия решения, как «потенциальная ценность для организации» и

«организационные экспертные знания» (рис. 3) [6].

Матрица аутсорсинга Р. Макивора, П. Хумфрейса, Э. Уолла и А. Маккиттрика основана на использовании таких факторов принятия решения, как «относительная возможность реализации» и «важность процесса к конкурентному преимуществу» (рис. 4) [7].

Предложенная нами матрица¹ основана на использовании таких факторов принятия решения, как «стратегическая значимость» и «рентабельность» (рис. 5).

В данном случае воспользуемся собственной матрицей аутсорсинга.

В настоящее время искусственные нейронные сети являются одним из самых востребованных средств обработки информации, широко применяемым для реализации инновационных технологических решений в сфере технического распознавания образов, в управлении сложными системами, для обработки речевых сообщений и т.д. Однако несмотря на высокую востребованность и нарастающую популярность, которая, в том числе характеризуется применением данной математической модели в экономике, финансах и здравоохранении, искусственные нейронные сети давно известны академическому и профессиональному сообществам. Первая формальная модель искусственного нейрона была представлена еще в 1943 г. американскими учеными Уорреном МакКаллоком и Уолтером Питсом [8], а периодами бурного развития теории нейронных сетей являются 1960-е и 1980-е гг., которые связаны с такими именами, как Фрэнк Розенблатт, опубликовавший в 1962 г. книгу о теории динамических нейронных систем для моделирования мозговой деятельности [9],

Джон Хопфилд, работы которого, изданные в 1982 г., стали отправной точкой стремительного развития теории нейронных сетей [10]. Области применения нейросетевых технологий весьма разнообразны. Это, как было отмечено ранее, распознавание образов, прогнозирование котировок акций и валютного курса, распознавание автомобильных номеров и идентификация личности и др. На рынке присутствует ряд компаний, специализирующихся на разработке прикладных программных продуктов, в том числе позволяющих работать с разными видами искусственных нейронных сетей [11, с. 5]. Рассмотрим некоторые примеры применения нейросетевых технологий в экономике.

В научной работе Д.В. Полупанова и Н.А. Хайруллиной на основе искусственной нейронной сети с обучением без учителя, в частности самоорганизующейся карты Кохонена, были предложены методики сегментации торговых центров на основе количественных характеристик. Результаты такого моделирования позволяют дать практические рекомендации для принятия решений о дальнейшем развитии торговых центров и повышения прозрачности рынка [12].

Компанией Angoss на основе искусственных нейронных сетей был разработан программный продукт KnowledgeSeeker для кредитных организаций, позволяющий выяснить, кто в будущем из клиентов будет с высокой долей вероятности задерживать выплаты по кредитам. Применение этого программного продукта показало на практике, что проблемы с платежами возникают у тех клиентов, которые на фоне регулярных выплат иногда якобы забывали заплатить, и такая забывчивость была связана с серьезными финансовыми трудностями [13].

Американский банк Chemical Bank применяет программный продукт, разработанный фирмой Neural Data на основе искусственных нейронных сетей, обрабатывающий транзакции на валютных биржах ряда стран для отслеживания подозрительных сделок [14].

¹ Исавин А.Г., Фархутдинов И.И. Метод оценки целесообразности применения производственного аутсорсинга // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 4. С. 16–20.; Фархутдинов И.И., Исавин А.Г. Методика оценки целесообразности применения производственных моделей сорсинга // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 8. С. 158–171.

Компания HNC разработала программный продукт Falcon на основе нейросети, позволяющий выявлять и предотвращать в реальном времени подозрительные сделки по краденым картам. Крупные банки, применившие данный продукт, существенно сократили ущерб от подобных преступлений [15, с. 5].

В научной работе Е.Ю. Хрусталева и О.Г. Шрамко предложен метод, базирующийся на использовании искусственных нейронных сетей, который при ограниченном количестве исходных показателей, характеризующих экономическую деятельность региона, позволяет получить достаточно точные оценки результативности проводимой инвестиционной политики в отношении каждого субъекта Российской Федерации. Предложенный авторами метод позволяет определить наиболее целесообразное направление инвестиционных вложений для социально-экономического развития регионов [16].

В научной работе В.И. Перовой и К.В. Зайцевой на основе нейросетевого моделирования проведено исследование показателей, характеризующих динамику инновационной деятельности регионов Российской Федерации за 2012–2015 гг. В результате проведенного анализа определены инновационно слаборазвитые регионы страны, которые нуждаются в государственной поддержке по стимулированию инновационных процессов [17].

Теперь рассмотрим базовое понятие теории нейронных сетей – формальный нейрон, в частности стандартную модель нейрона, и на основе данной модели продемонстрируем решение задачи make or buy. Стандартная модель нейрона (в некоторых источниках именуется как классическая модель нейрона) наряду с паде-нейроном, нейроном с квадратичным сумматором, нейроном со счетчиком совпадений [18], нейроном типа адалайн [19] и другими моделями является разновидностью формального нейрона и представляет собой обычную модель

МакКаллока – Питса, предложенную в 1943 г., которая имитирует работу биологического нейрона и является простейшим элементом искусственной нейронной сети. Структурная схема стандартного нейрона представлена на рис. 6, а математическая модель имеет следующий вид:

$$y = F(S) = F\left(\sum_{i=1}^n x_i w_i\right),$$

где y – выходной сигнал нейрона; $F(S)$ – функция активации; w_i – вес i -го входа; x_i – i -й входной сигнал; i – номер входа нейрона; n – число входов.

В общем случае работа стандартного нейрона заключается в следующем. На каждый i -й вход нейрона поступают сигналы x_i от других нейронов. Каждый сигнал умножается на синаптический коэффициент w_i . Далее результаты данных умножений алгебраически складываются и полученная сумма подается на блок функционального преобразования $F(S)$.

В связи с тем, что проверка применимости нейросетей для решения задачи make or buy осуществляется на базе искусственного нейрона, представленная стандартная модель не содержит переменную «начальное состояние нейрона».

Далее вкратце изложим принцип решения задачи make or buy посредством применения нашей матрицы аутсорсинга. Эта матрица, как уже было отмечено, основана на использовании факторов принятия решения «стратегическая значимость» и «рентабельность». Рассмотрим подробнее каждый фактор принятия решения.

Стратегическая значимость компонента определяется посредством составления таблицы, состоящей из столбцов «№», «Критерии стратегической значимости», «Баллы» и «Степень приоритетности» (табл. 1).

Далее производится анализ компонентов продукта, где определяется соответствующий ему уровень баллов и присваивается значение данного уровня. После для каждого

анализируемого компонента определяется итоговый балл по следующей формуле:

$$B^* = \sum_{j=1}^m A_j C_j,$$

где B^* – итоговый балл компонента; A_j – степень приоритетности j -го критерия; C_j – соответствующий компоненту уровень балла по j -му критерию; m – количество критериев.

Следующим шагом является построение таблицы, в которой отображаются все проанализированные компоненты с полученными итоговыми баллами (табл. 2).

Определение рентабельности компонента. В данном случае можно воспользоваться такими показателями, как «рентабельность продукции», «рентабельность продаж», «маржинальная рентабельность» и т.д. Другими словами, каждое предприятие индивидуально определяет для себя удобный ему показатель.

Построение декартовой системы координат. Следующим шагом является построение сводной таблицы (табл. 3).

Далее строится точечный график в декартовой системе координат (рис. 7).

Следующим шагом является построение матрицы аутсорсинга (рис. 5) на основе точечного графика. Из полученной матрицы аутсорсинга видно, что те компоненты, которые принадлежат элементу матрицы m_{21} , выводятся в аутсорсинг, так как имеют низкую стратегическую значимость и рентабельность, а компоненты, имеющие высокую стратегическую значимость и рентабельность, то есть принадлежащие элементу m_{12} , остаются внутри предприятия.

Проверка применимости нейросетей для решения задачи make or buy осуществляется на базе искусственного нейрона, в частности, перенесением нашей авторской матрицы аутсорсинга на стандартную модель формального нейрона, где фактор принятия решения «стратегическая значимость» соответствует входному сигналу x_1 , фактор «рентабельность» – x_2 , а функцией активации является пороговая функция, которая выдает два возможных варианта выходного сигнала –

инсорсинг или аутсорсинг (рис. 8), то есть описывается следующим образом:

$$F(S) = \begin{cases} \text{аутсорсинг, если } S < T; \\ \text{инсорсинг, если } S \geq T, \end{cases}$$

где T – порог нейрона.

В связи с тем, что в нашей матрице аутсорсинга факторы принятия решения «стратегическая значимость» и «рентабельность» являются равнозначными, веса входных сигналов x_1 и x_2 равны между собой и значению 0,5, то есть $w_1 = w_2 = 0,5$.

Математическая модель искусственного нейрона, решающего задачу make or buy, имеет вид:

$$y = F(S) = F(x_1 w_1 + x_2 w_2).$$

На основании предложенной модели, а также того, что искусственный нейрон может принимать более двух входных сигналов, такое преимущество исключает главный недостаток матрицы аутсорсинга – двухфакторность [20], можно заключить, что применение искусственных нейронных сетей для решения задачи make or buy является перспективным направлением развития инструментариев оценки целесообразности применения моделей сорсинга.

Следующим шагом является построение полноценной нейросети на базе предложенной примитивной модели, которая как минимум должна охватывать следующие аспекты.

Классификация. Очевидно, что входными сигналами искусственной нейронной сети, решающей задачу make or buy, должны быть не сами факторы принятия решения, а критерии, формирующие данные факторы. Например, критериями, формирующими фактор «стратегическая значимость», могут быть «значимость для бренда», «перспективы на будущее», «рынок аутсорсеров» и прочие [1, с. 107], а фактор принятия решения «рентабельность» можно переименовать в «экономическая значимость», формируемый, к примеру, такими критериями, как «маржинальная рентабельность», «доля чистой прибыли в маржинальной рентабельности», «депрессивность закупочной

цены комплектующего изделия» и др. В этом случае нейросеть будет решать задачу классификации, смысл которой – в грамотном отнесении входного сигнала к одному из факторов принятия решения.

Кластеризация. В данном случае под кластеризацией понимается формирование новых факторов принятия решения, ранее не выделенных в процессе обучения или не заданных разработчиком.

Функция активации. В примитивной модели была применена пороговая функция активации, которая выдавала два возможных варианта выходного сигнала – инсорсинг или аутсорсинг. Этого, очевидно, при построении искусственной нейросети недостаточно, так как, во-первых, в научно-практической литературе представлено большое количество разновидностей как инсорсинга, так и аутсорсинга, которые могут существенно отличаться друг от друга, например, говоря о реструктуризационном аутсорсинга, выделяют такие модели, как «минимальный аутсорсинг», «эффективный аутсорсинг» и «радикальный аутсорсинг» [21, с. 335], и, более того, пока

классификация форм и видов сорсинга не является устоявшейся и окончательной [1, с. 15], во-вторых, помимо инсорсинга и аутсорсинга существуют другие модели сорсинга, например, гибридные модели – косорсинг и модели сорсингового маневра [22]. Актуальным является применение в нейросетях таких функций активации, которые включали бы несколько моделей сорсинга и/или разновидностей модели.

Обучение нейросети. Суть этого аспекта в том, чтобы, разработав искусственную нейронную сеть, обучить математическую модель в эталонной среде и грамотно перенять успешный опыт компаний.

Результаты исследования демонстрируют возможность применения искусственных нейронных сетей для решения экономических задач, в частности, задачи make or buy, а построение инструментов оценки целесообразности применения моделей сорсинга, основанных на интеллектуальных математических методах, является перспективным направлением развития теории моделирования использования ресурсов.

Таблица 1

Критерии оценки стратегической значимости компонента

Table 1

Criteria for assessing the strategic importance of the component

№	Критерии стратегической значимости	Баллы			Степень приоритетности, %
		B_1	B_2	...	
1	Критерий 1 (K_1)	...	...	...	...
2	Критерий 2 (K_2)	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
m	Критерий m (K_m)	...	...	...	...

Примечание. Количество критериев стратегической значимости, уровень баллов и значения данных уровней являются индивидуальными для каждой компании.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Оценка стратегической значимости компонентов

Table 2

Assessment of the strategic importance of components

№	Компонент	Итоговый балл
1	Компонент 1	...
2	Компонент 2	...
...	...	...
p	Компонент p	...

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3
Пример сводной таблицы

Table 3
A pivot table example

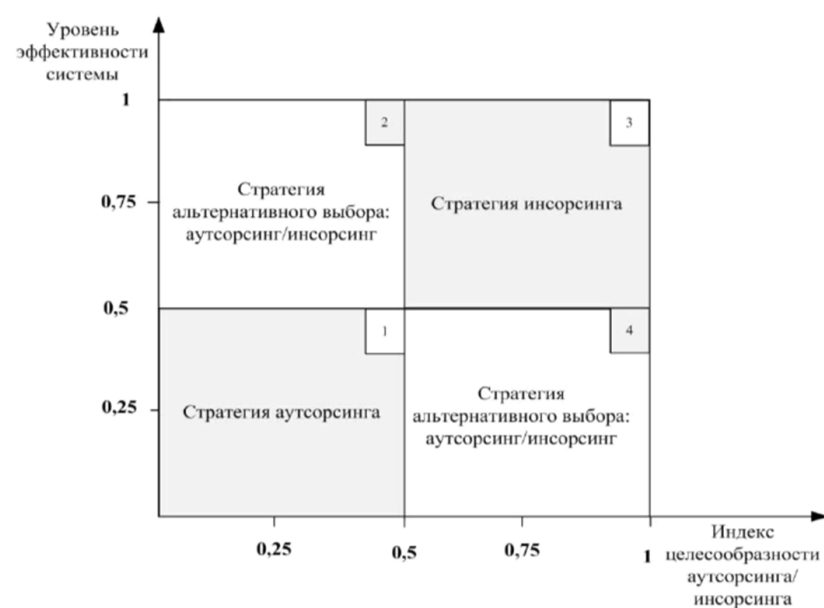
№	Компонент	Итоговый балл	Рентабельность продаж, %
1	Компонент 1	2,2	15
2	Компонент 2	2,45	25
...	...	...	...
p	Компонент p	1,95	30

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1
Матрица аутсорсинга А.Х. Курбанова

Figure 1
Matrix of outsourcing by A.Kh. Kurbanov



Источник: [4]

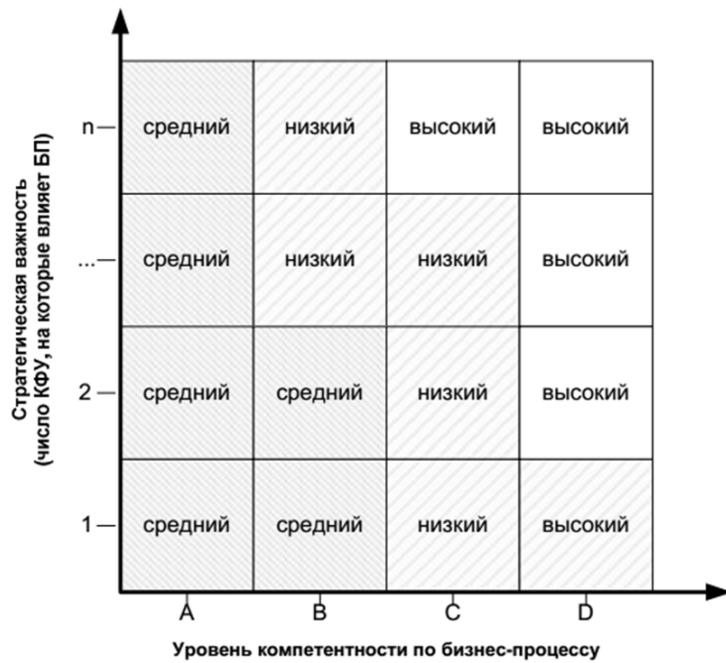
Source: [4]

Рисунок 2

Матрица аутсорсинга Н.К. Моисеевой, О.Н. Малютиной и И.А. Москвиной

Figure 2

Matrix of outsourcing by N.K. Moiseeva, O.N. Malyutina and I.A. Moskvina



Источник: [5]

Source: [5]

Рисунок 3

Матрица аутсорсинга К. Витачек и М. Ледьярд

Figure 3

Matrix of outsourcing by K. Vitasek and M. Ledyard



Источник: [6]

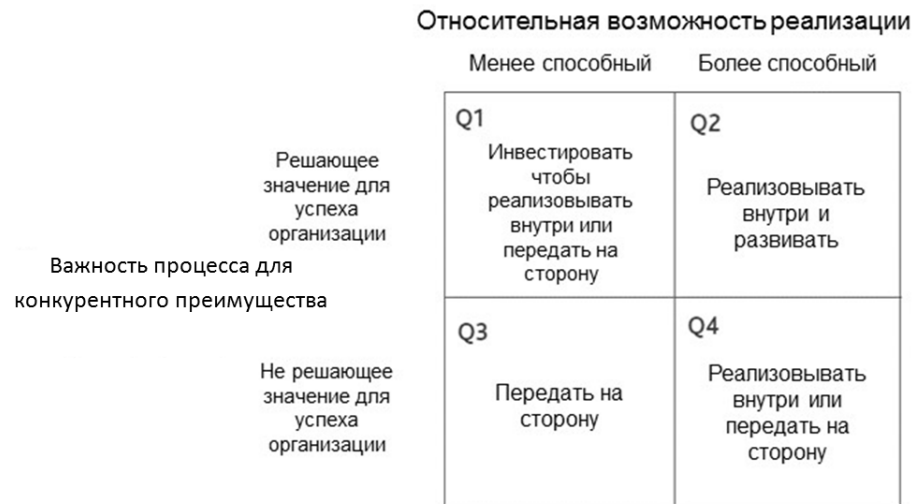
Source: [6]

Рисунок 4

Матрица аутсорсинга Р. Макивора, П. Хумфрейса, Э. Уолла и А. Маккиттрика

Figure 4

Matrix of outsourcing by R. McIvor, P. Humphreys, A. Wall and A. McKittrick



Источник: [7]

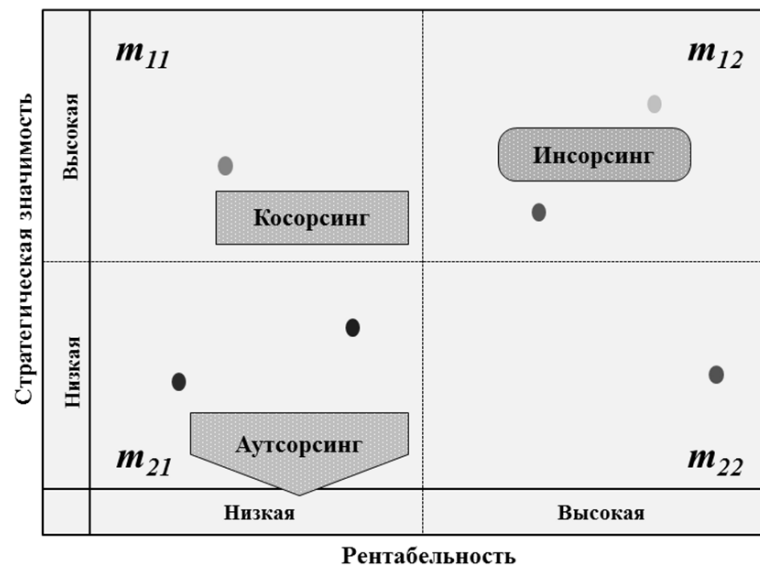
Source: [7]

Рисунок 5

Матрица аутсорсинга А.Г. Исавнина и И.И. Фархутдинова

Figure 5

Matrix of outsourcing by A.G. Isavnin and I.I. Farkhutdinov

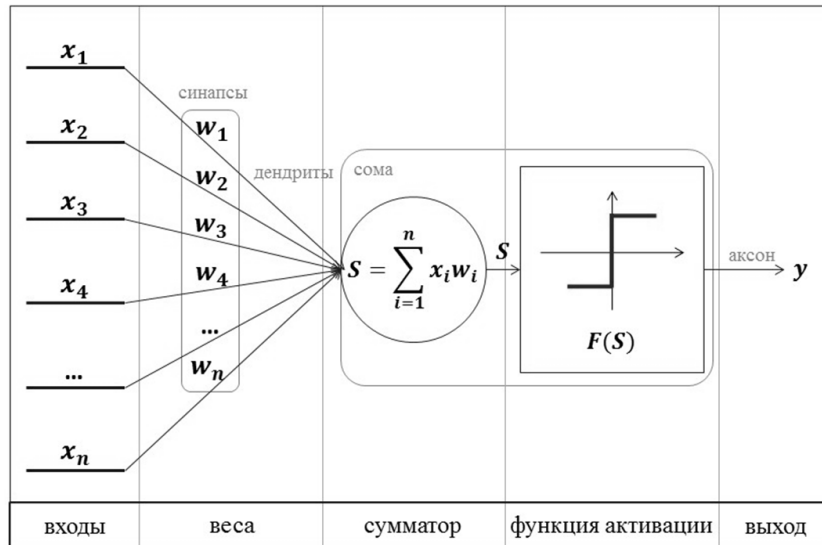


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 6
Стандартная модель нейрона

Figure 6
A standard neuron model



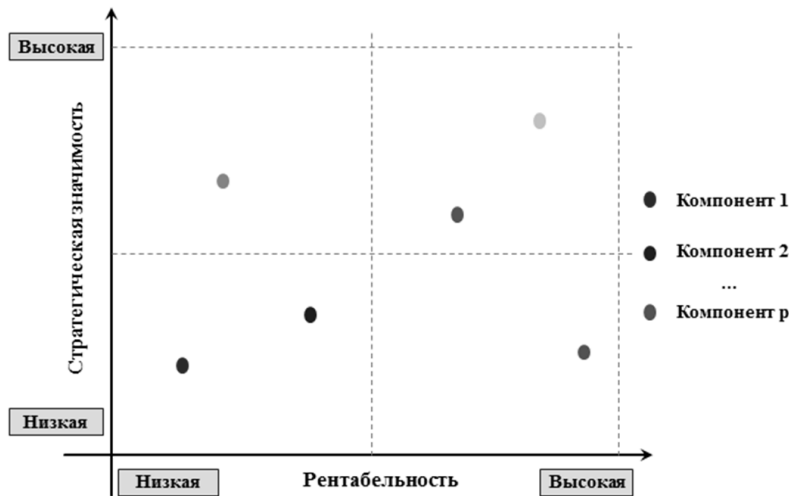
Примечание. Симметричная пороговая функция, изображенная в блоке функционального преобразования нейрона, является лишь одним из видов функций активации.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

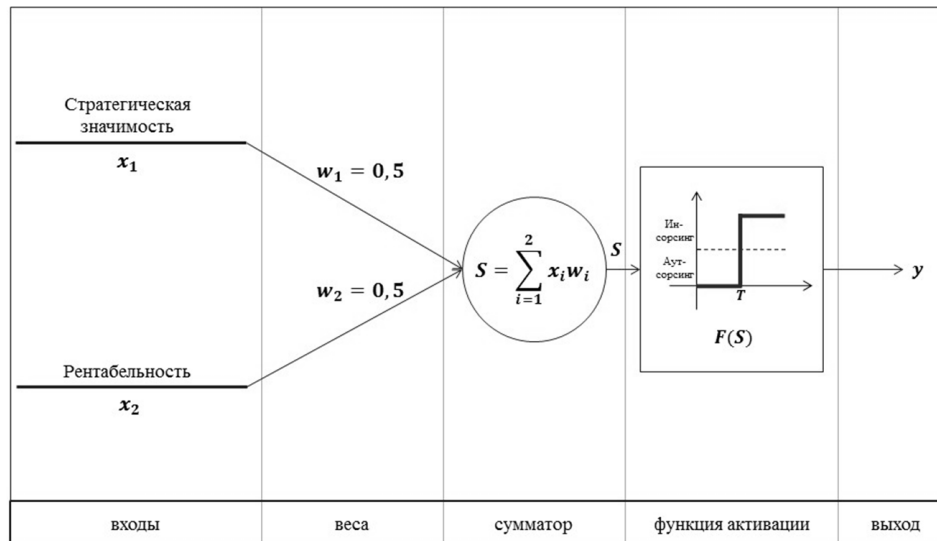
Рисунок 7
Точечный график

Figure 7
A scatter plot



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 8**Матрица аутсорсинга в разрезе искусственного нейрона****Figure 8****Outsourcing matrix in the context of an artificial neuron**

Источник: [4]

Source: [4]

Список литературы

1. Исавнин А.Г., Фархутдинов И.И. Особенности применения производственного аутсорсинга на российском автомобилестроительном предприятии. Saarbrücken, Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013, 188 p.
2. Coase R.H. The Nature of the Firm. *Economica*, 1937, vol. 4, no. 16, pp. 386–405. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>
3. Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. Justification of Expediency of Application of Industrial Cosourcing at Industrial Enterprises. *International Business Management*, 2016, vol. 10, iss. 19, pp. 4580–4587. URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=ibm.2016.4580.4587>
4. Курбанов А.Х. Методика оценки целесообразности использования аутсорсинга // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/1/138.pdf>
5. Мусеева Н.К., Малютина О.Н., Москвина И.А. Аутсорсинг в развитии делового партнерства. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. 240 с.
6. Vitasek K., Ledyard M., Manrodt K. Vested Outsourcing: Five Rules That will Transform Outsourcing. New York, Palgrave Macmillan, 2013, 208 p.
7. McIvor R., Humphreys P.K., Wall A.P., McKittrick A. A Study of Performance Measurement in the Outsourcing Decision. *CIMA, Research Executive Summaries Series*, 2009, vol. 4, iss. 3. URL: http://www.cimaglobal.com/documents/importeddocuments/cid_ressum_a_study_of_performance_measurement_in_the_outsourcing_decision_dec08.pdf

8. McCulloch W.S., Pitts W.H. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 1943, vol. 5, pp. 115–133.
URL: <http://www.cse.chalmers.se/~coquand/AUTOMATA/mcp.pdf>
9. Rosenblatt F. Principle of Neurodynamics. Washington, Spartan Books, 1962.
10. Hopfield J. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities. *PNAS*, 1982, vol. 79, pp. 2554–2558.
URL: <https://bi.snu.ac.kr/Courses/g-ai09-2/hopfield82.pdf>
11. Богославский С.Н. Область применения искусственных нейронных сетей и перспективы их развития // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2007. № 27(3).
URL: <http://ej.kubagro.ru/2007/03/pdf/27.pdf>
12. Полупанов Д.В., Хайруллина Н.А. Интеллектуальное моделирование сегментации торговых центров на основе самоорганизующихся карт Кохонена // Наукоедение. 2014. Вып. 1.
URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/47EVN114.pdf>
13. Писаренко И. Нейросетевые технологии в безопасности // Information Security. 2009. № 4.
URL: <http://lib.itsec.ru/articles2/Oborandteh/neyrosetevye-tehnologii-v-biznese>
14. Кондрашова А.С. Применение нейронных сетей для прогнозирования на финансовых рынках // Аллея науки. 2017. Т. 3. № 9. URL: https://www.alley-science.ru/domains_data/files/Journal_May17/PRIMENENIE%20NEYRONNYH%20SETEY%20DLYa%20PROGNOZIROVANIYa%20NA%20FINANSOVYH%20RYNKAN.pdf
15. Касторнова В.А., Можаяева М.Г. Искусственные нейронные сети как современные средства информатизации // Информационная среда образования и науки. 2012. № 7.
URL: http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/ison_2012/num_7_2012/Kastornova_Mozhaeva.pdf
16. Хрусталёв Е.Ю., Шрамко О.Г. Использование метода нейронных сетей для прогнозирования эффективности инвестиционных вложений // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. Вып. 8. С. 1438–1454.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1438>
17. Перова В.И., Зайцева К.В. Исследование динамики инновационной деятельности регионов России с применением нейросетевого моделирования // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. Вып. 5. С. 887–901. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.16.5.887>
18. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Наука, 1996. 278 с.
19. Widrow B., Hoff M. Adaptive Switching Circuits. In: 1960 IRE WESCON Convention Record, 1960, pp. 96–104. URL: <http://www-isl.stanford.edu/~widrow/papers/c1960adaptiveswitching.pdf>
20. Фирсова С.А. Инструменты оценки аутсорсинга непрофильных бизнес-функций.
URL: <http://new.mrconsulting.ru/lib/articles/?id=3>
21. Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. Restructuring of Russian Enterprises on Basis of Industrial Outsourcing. *Astra Salvensis*, 2017, no. 2, pp. 331–338.
URL: <https://astrasalva.files.wordpress.com/2018/01/astra-salvensis-supplement-no-2-2017.pdf>

22. Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. Sourcing's Maneuver as Tool for Effective Restructuring of Industrial Enterprise. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, vol. 7, no. 327, pp. 579–581. URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/18500>

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.

PROSPECTS FOR APPLYING THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO SOLVE BUSINESS PROBLEMS UNDER SOURCING CONDITIONS

Il'nur I. FARKHUTDINOV^{a,*}, Aleksei G. ISAVNIN^b

^a Branch of Kazan (Volga Region) Federal University in Naberezhnye Chelny,
Naberezhnye Chelny, Republic of Tatarstan, Russian Federation
ilnour1986@inbox.ru
ORCID: not available

^b Branch of Kazan (Volga Region) Federal University in Naberezhnye Chelny,
Naberezhnye Chelny, Republic of Tatarstan, Russian Federation
isavnin@mail.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 12 February 2019
Received in revised form
8 April 2019
Accepted 13 May 2019
Available online
30 August 2019

JEL classification: C45

Keywords: outsourcing,
insourcing, make-or-buy
decision, artificial neural
network

Abstract

Subject The article addresses the issue of improving the competitiveness of a company through the use of sourcing models.

Objectives The study aims to check the applicability of artificial neural networks to solve economic problems within the framework of sourcing, in particular, to solve the make-or-buy problem.

Methods In the study, we employ our own matrix and a standard model of artificial neuron.

Results We prove the applicability of artificial neural networks to solve economic problems within the framework of sourcing. The findings may serve as a basis for creating the tools to assess the feasibility of sourcing models by building artificial neural networks.

Conclusions Creating the tools to assess the applicability of sourcing models that are based on artificial neural networks is a promising area in developing the resource utilization theory.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Farkhutdinov I.I., Isavnin A.G. Prospects for Applying the Artificial Neural Networks to Solve Business Problems under Sourcing Conditions. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 8, pp. 1565–1580.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.8.1565>

Acknowledgments

We express our deep gratitude to A.N. MAKAROV, Doctor of Economics, Professor, for the detailed consideration of the manuscript and valuable comments.

References

1. Isavnin A.G., Farkhutdinov I.I. *Osobennosti primeneniya proizvodstvennogo outsorsinga na rossiiskom avtomobilstroitel'nom predpriyatii* [Specifics of applying the production outsourcing at a Russian automaker]. Germany, Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013, 188 p.
2. Coase R.H. The Nature of the Firm. *Economica*, 1937, vol. 4, iss. 16, pp. 386–405.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>

3. Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. Justification of Expediency of Application of Industrial Cosourcing at Industrial Enterprises. *International Business Management*, 2016, vol. 10, iss. 19, pp. 4580–4587. URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=ibm.2016.4580.4587>
4. Kurbanov A.Kh. [Methods of assessing the value of outsourcing]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, no. 1. (In Russ.)
URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/1/138.pdf>
5. Moiseeva N.K., Malyutina O.N., Moskvina I.A. *Autsorsing v razvitii delovogo partnerstva* [Outsourcing in business partnership development]. Moscow, Finansy i statistika, INFRA-M Publ., 2010, 240 p.
6. Vitasek K., Ledyard M., Manrodt K. *Vested Outsourcing: Five Rules That will Transform Outsourcing*. New York, Palgrave Macmillan, 2013, 208 p.
7. McIvor R., Humphreys P.K., Wall A.P., McKittrick A. A study of performance measurement in the outsourcing decision. *CIMA, Research Executive Summaries Series*, 2009, vol. 4, iss. 3. URL: http://www.cimaglobal.com/documents/importeddocuments/cid_ressum_a_study_of_performance_measurement_in_the_outsourcing_decision_dec08.pdf
8. McCulloch W.S., Pitts W.H. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 1943, vol. 5, pp. 115–133.
URL: <http://www.cse.chalmers.se/~coquand/AUTOMATA/mcp.pdf>
9. Rosenblatt F. *Principle of Neurodynamics*. Washington, Spartan Books, 1962.
10. Hopfield J. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities. *PNAS*, 1982, vol. 79, pp. 2554–2558.
URL: <https://bi.snu.ac.kr/Courses/g-ai09-2/hopfield82.pdf>
11. Bogoslavskii S.N. [Scope of artificial neural networks and their development prospects]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2007, no. 27(3). (In Russ.) URL: <http://ej.kubagro.ru/2007/03/pdf/27.pdf>
12. Polupanov D.V., Khairullina N.A. [Intelligent simulation of shopping malls segmentation on the basis of Self Organizing Maps technique]. *Naukovedenie*, 2014, iss. 1. (In Russ.)
URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/47EVN114.pdf>
13. Pisarenko I. [Neural network technologies in security]. *Information Security*, 2009, no. 4. (In Russ.) URL: <http://lib.itsec.ru/articles2/Oborandteh/neyrosetevye-tehnologii-v-biznese>
14. Kondrashova A.S. [Application of neural networks for forecasting financial markets]. *Alleya nauki*, 2017, vol. 3, no. 9. (In Russ.) URL: https://www.alley-science.ru/domains_data/files/Journal_May17/PRIMENENIE%20NEYRONNYH%20SETEY%20DLYa%20PROGNOZIROVANIYa%20NA%20FINANSOVYH%20RYNKAH.pdf
15. Kastornova V.A., Mozhaeva M.G. [Artificial neural networks as modern means of informatization]. *Informatsionnaya sreda obrazovaniya i nauki*, 2012, no. 7, pp. 18–34. (In Russ.) URL: http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/ison_2012/num_7_2012/Kastornova_Mozhaeva.pdf
16. Khrustalev E.Yu., Shramko O.G. [Using the neural network method to forecast investment efficiency]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 8, pp. 1438–1454. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1438>

17. Perova V.I., Zaitseva K.V. [Researching the trends in innovation activity of Russian regions using the neural simulation]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 5, pp. 887–901. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.16.5.887>
18. Gorban' A.N., Rossiev D.A. *Neironnye seti na personal'nom komp'yutere* [Neural networks on personal computer]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1996, 278 p.
19. Widrow B., Hoff M. Adaptive Switching Circuits. Reprinted from IRE WESCON Convention Record, part 4, 1960, pp. 96–104.
URL: <http://www-isl.stanford.edu/~widrow/papers/c1960adaptiveswitching.pdf>
20. Firsova S.A. *Instrumenty otsenki outsorsinga neprofil'nykh biznes-funktsii* [Tools to assess the outsourcing of non-core business functions]. URL: <http://new.mrconsulting.ru/lib/articles/?id=3> (In Russ.)
21. Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. Restructuring of Russian Enterprises on Basis of Industrial Outsourcing. *Astra Salvensis*, 2017, no. 2, pp. 331–338.
URL: <https://astrasalva.files.wordpress.com/2018/01/astra-salvensis-supplement-no-2-2017.pdf>
22. Farkhoutdinov I.I., Isavnin A.G. Sourcing's Maneuver as Tool for Effective Restructuring of Industrial Enterprise. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, vol. 7, no. 3.27, pp. 579–581. URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/18500>

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.