

УДК 338.45

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ПЕРЕДАЧЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА НА АУТСОРСИНГ****Шимохин А.В.***ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет», Омск,  
e-mail: schimokhin@yandex.ru*

В статье рассмотрены достижения нейросетевого моделирования в различных областях. Приведены результаты применения нейросетевого моделирования для решения различных экономических задач и рассмотрены теоретические области применения нейронных сетей в экономике. В статье рассматривается вопрос применения нейросетевого моделирования для решения задачи менеджмента – принятия решения о передаче бизнес-процесса на аутсорсинг. Выделены параметры, по значениям которых принимается решение о необходимости вывода вспомогательного процесса из деятельности предприятия и передачи его на аутсорсинг. Приведены варианты управленческих решений при различных значениях данных параметров, на основе которых проведено обучение разработанной нейронной сети. Выбрана архитектура и функция активации нейронной сети для решения поставленной задачи. На языке программирования Python реализована нейронная сеть для проверки возможности применения нейросетевого моделирования в области принятия решения о аутсорсинге, приведен код разработанной нейронной сети и пример ее работы. На основе выборки управленческих решений проведено обучение нейронной сети. В результате проверки работы нейронная сеть показала те же результаты, что принимались экспертами. Ввод новых значений параметров показал результаты, которые не противоречат суждениям экспертов. Данное исследование демонстрирует способность нейронных сетей решать задачи менеджмента, связанные с аутсорсингом, что позволит организациям принимать своевременные и оптимальные решения, качество принимаемых решений обеспечивает устойчивое развитие организации.

**Ключевые слова:** аутсорсинг, нейросетевое моделирование, нейронная сеть, менеджмент, Python**APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELING TO MAKE A DECISION ABOUT OUTSOURCING****Shimokhin A.V.***Omsk State Agrarian University, Omsk, e-mail: schimokhin@yandex.ru*

The article discusses the achievements of neural network modeling in various fields. The results of the use of neural network modeling for solving various economic problems are presented, and theoretical areas of application of neural networks in economics are considered. The article discusses the use of neural network modeling for solving the task of management – making a decision on the transfer of the business process to outsourcing. The parameters are singled out according to the values of which the decision is made on the necessity of withdrawing the auxiliary process from the company's activity and transferring it to outsourcing. Variants of management decisions are given for various values of these parameters, on the basis of which the developed neural network has been trained. The architecture and activation function of the neural network for the solution of the task. In the Python programming language, a neural network is implemented to test the possibility of using neural network modeling in the field of making an outsourcing decision; the code of the developed neural network and an example of its work are given. On the basis of a sample of management decisions, the neural network was trained. As a result of testing the neural network showed the same results that were taken by the experts. Entering new parameter values showed results that do not contradict expert judgment. This study demonstrates the ability of neural networks to solve management problems associated with outsourcing, which will allow organizations to make timely and optimal decisions, the quality of their decisions ensures the sustainable development of the organization.

**Keywords:** outsourcing, neural network modeling, neural network, management, Python

С каждым годом стремительно увеличиваются объём информации и скорость её изменения. Человеческий интеллект становится малоэффективным для обработки и управления таким количеством данных, при этом использование традиционных вычислений становится трудоемким процессом. Необходима разработка и применение в различных экономических задачах современных информационных технологий. Большинство методов, применяемых для повышения эффективности функционирования предприятия, имеют серьёзный недостаток – линейность, т.е. описывают большинство процессов линейной зависимостью.

Количество успешных примеров применения нейронных сетей в экономике растёт

с каждым днём. Ими успешно решаются различные прикладные финансово-экономические задачи. Нейронные сети позволяют качественно и быстро обработать огромные потоки данных, что, например, поможет оценить ситуацию на рынке. Таким образом, можно говорить об актуальности разработки методов решения различных прикладных экономических задач на основе нейросетевого моделирования. В том числе таких, как принятие решения о аутсорсинге.

Искусственные нейронные сети являются незаменимыми при качественной обработке колоссальных потоков данных, без чего очень сложно, а порой и невозможно принять верное решение. Всё это свидетельствует о необходимости дальнейшего изуче-

ния, развития и внедрения аппарата искусственных нейронных сетей на практике.

Для моделирования нейронной сети и проверки ее работы как нового инструмента для принятия решения о аутсорсинге необходимо:

1. Провести обзор возможностей нейронных сетей.
2. Провести обзор применения нейронных сетей в экономике.
3. Определить параметры характеризующие процесс в организации для принятия решения о его передаче на аутсорсинг.
4. Создать выборку управленческих решений для обучения нейронной сети.
5. Выбрать архитектуру и функцию активации нейронной сети.
6. Реализовать нейронную сеть на языке программирования Python.
7. Провести обучение нейронной сети.
8. Проверить качество работы нейронной сети.

Ключевые слова: аутсорсинг, инструмент аутсорсинга, нейронные сети, нейросетевые технологии в экономике.

Цель исследования: анализ возможности применения нейронных сетей для решения задач менеджмента, связанных с передачей бизнес-процессов на аутсорсинг.

**Материалы и методы исследования**

За последние годы нейросетевые технологии находят свое применение в различных видах деятельности. В общем виде работу нейронных сетей можно описать так: на вход поступают сигналы (это могут быть различные исходные данные) через несколько входных каналов. При этом сигнал проходит через соединение (синапс), который имеет определенное пороговое значение. Затем вычисляется взвешенная сумма входов, из которой вычитается пороговое значение,

и в результате получается величина активации нейрона. С помощью функции активации данное значение преобразуется, и в результате получается выходной сигнал. Общий вид такой модели показан на рис. 1.

Нейронные сети, созданные на основе модели – персептроны представляют собой искусственные нейронные сети с одним или несколькими скрытыми слоями, обучающиеся с учителем или без [1]. Они успешно применяются для решения задач, связанных с аппроксимацией данных, прогнозированием состояния на основе временного ряда, классификацией.

Структуры нейронных сетей, называемых персептроны, показаны на рис. 2.

В настоящее время на основе нейросетевого моделирования создаются удачные стартапы. Так компания Google купила нейронная сеть стартапа Deepmin, в 2014 г., за 500 миллионов долларов, которая самостоятельно обучилась игре Atkanoid [2]. На начальном этапе нейронная сеть ничего не знала про эту игру. Единственное, что было известно, это то, что можно управлять платформой и необходимо набирать очки. Постепенно нейронная сеть замечает, каким способом набирать наибольшее количество очков в игре. В итоге нейронная сеть спустя 2 ч обучилась играть как профессионал.

Через 4 ч в какой-то момент НС понимает, как сразу набрать много очков (рис. 3). В марте 2016 г. другая нейронная сеть Deepmind победила в настольную игру Го лучшего игрока в мире [2]. Таким образом, нейросетевое моделирование демонстрирует миру, что разработчики смогли создать алгоритмы обучения искусственного интеллекта, все это и оценила компания Google. И теперь в Google разрабатывают, на основе данной технологии, различные приложения, связанные с распознаванием изображений, звука, голосов, нахождении людей с камер наблюдений и многое другое [2]. Но кроме игр и интернет-сервисов нейросетевые технологии находят свое применение в других видах деятельности, например, в сельскохозяйственной деятельности – распознавание и сортировка овощей [3], в медицине – нейронная сеть проанализировала базу МРТ снимков, с точными заключениями за последние 10 лет. На основе этих данных программа смогла поставить диагнозы за несколько минут с точностью 98%. [4].

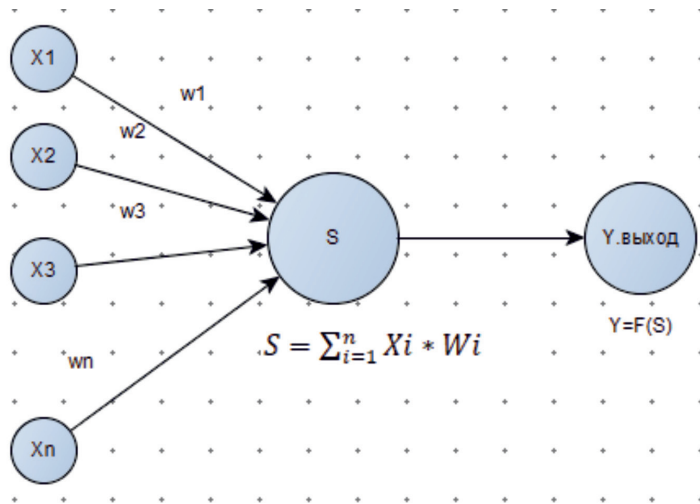


Рис. 1. Модель нейронной сети

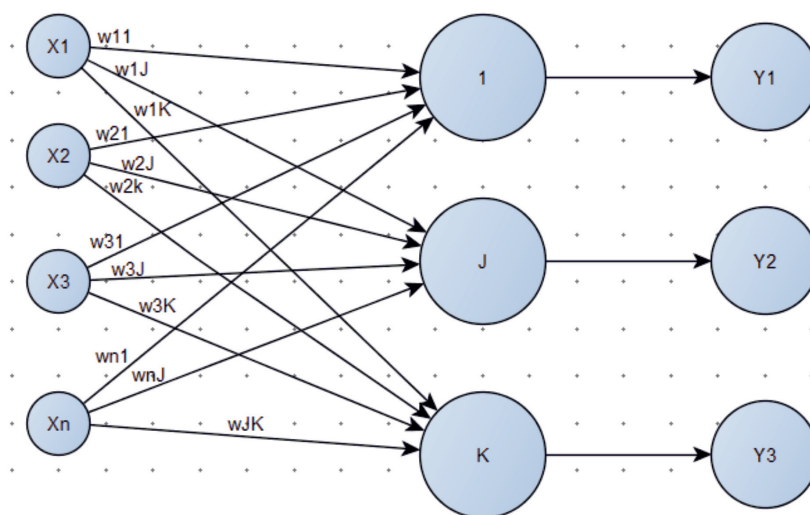


Рис. 2. Персептрон с  $n$  входами и  $K$  выходами

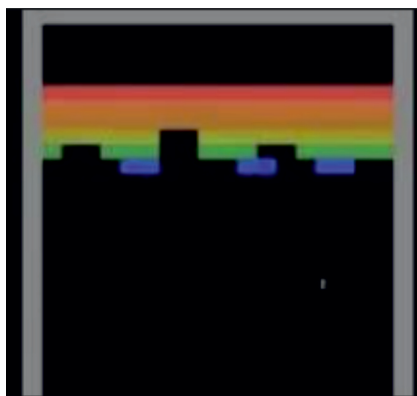


Рис. 3. Результаты четырёхчасового обучения

Известны проекты, связанные с применением данной технологии в экономических задачах. Например, ForecastNOW- приложение на основе нейронной сети, которая способна выполнять такие задачи, как анализ и прогнозирование спроса, расчет оптимального товарного запаса, автоматическое формирование заказов, для управления ассортиментом решает задачи [5]:

- выявление топовых позиций по заданным критериям на основе кросс-ABC-XYZ-анализа;
- нахождение проблемных товарных групп, ранжирование поставщиков с помощью анализа товарных групп и срезов;
- поиск вышедшего ассортимента, сверхзапасов с использованием анализа ассортимента.

Нейросетевые технологии также применяются в таргетинге. Потенциально нейронные сети могут решать следующие задачи [6–8]:

- прогнозирование уровня спроса на новый товар или услугу;
- прогнозирование объёмов продаж;
- прогнозирование поведения клиентов;
- анализ надёжности фирмы и определение вероятности её банкротства;
- предсказание изменения стоимости акций в определённый период времени;

– прогнозирование целесообразности внедрения инновационных проектов и их экономической эффективности;

– оценка платёжеспособности клиента и риска предоставления ему кредита;

– прогнозирования финансовых и нефинансовых показателей работы предприятия;

– остатков средств на корреспондентских счетах, движения денежных средств, объемов продаж, загрузки производственных мощностей, поведения клиентов, задачи риск-менеджмента.

В настоящее время разрабатываются проекты для решения данных задач с помощью нейронных сетей [6, 7, 9]. Так, финансовая корпорация Citicorp применяет нейронную сеть для краткосрочного предсказания колебаний курсов валют. Результат работы нейронной сети оказался точнее самых опытных брокеров корпорации. Фирма Richard Borst, торгующая недвижимостью, также использует нейросетевую технологию для анализа рынка. Благодаря чему оборот фирмы в Нью-Йорке и Пенсильвании увеличился на 6% [6]. Многие финансовые учреждения уже используют нейронные сети для финансового прогноза и управления инвестициями и для прогнозирования экономических параметров и фондовых индексов. Крупное английское издательство приобрело у фирмы Neural Innovation Ltd. систему планирования цен и затрат, основанную на нейронной сети. LBS Capital Management за счет нейронной сети добилась повышения точности предсказания биржевых индексов S&P 500 по сравнению с использовавшимися до этого пакетами статистического анализа.

Между тем рассмотрим возможность применения нейросетевого моделирования для принятия решения о аутсорсинге. Обычно, механизмом управленческого решения является матрица аутсорсинга. Рассмотрим некоторые виды матриц.

Данные модели представляют собой двухфакторные матричные модели [10].

Модель BostonConsultingGroup основана на факторах: соответствие стратегической цели бизнеса и эффективность бизнес-процесса по рентабельности активов.

Модель Pricewaterhousecoopers применяет факторы: конкурентность процесса и стратегическая значимость [10].

Модель Н.К. Моисеевой, О.Н. Малютиной, И.А. Москвиной использует параметры: стратегическая значимость и уровень компетенции.

Модель Б.А. Аникина использует факторы: уровень стратегической значимости и качество компетенций.

Модель А.Х. Курбанова использует два параметра: индекс целесообразности аутсорсинга, уровень эффективности системы.

Модель IBD (Е.В. Митрофанова) оценивает отношение стоимости процесса внутри организации к стоимости на рынке. И сравниваются качественные характеристики процесса с рынком [8].

Модель аутсорсинга *BKG Profit Technology* (матрица Хлебникова) [10] применяет параметры: стратегическая важность и качество компетенций в сравнении с рынком.

Предположим что оценка необходимости вывода вспомогательного процесса из деятельности предприятия и передачи его на аутсорсинг, характеризуется параметрами: отношение затрат внутри организации к стоимости услуг фирмы-аутсорсера и комплексным параметром характеризующим качество результата этого процесса, учитывающий количество брака, время выполнения, количество жалоб и др. [11, 12].

В общем случае для принятия решения об аутсорсинге используются два параметра – первый по цене/стоимости, как оценка экономической целесообразности аутсорсинга либо оценка стратегической значимости для организации этого процесса, так если процесс является основным видом деятельности, то его следует развивать. И второй параметр как оценка способности организации осуществлять процесс качественно по сравнению с рынком.

Таким образом, можно говорить о предпосылках использования нейросетевых технологий для оценки целесообразности использования аутсорсинга в различных видах деятельности. Для этого необходимо наличие выборки управленческих решений, при котором передача процесса на аутсорсинг позволила предприятию повысить производительность, сократить затраты, другими словами поставленная цель аутсорсинга была выполнена [11].

### Результаты исследования и их обсуждение

Для решения поставленной задачи рассмотрим простую модель нейронной сети, представленную на рис. 1.

В табл. 1 приведены варианты управленческих решений при различных значениях параметров  $K1$  и  $K2$ , формула 1–2.

$$K1 = \frac{C1}{C2}, \quad (1)$$

где  $K1$  – отношение затрат при выполнении процесса собственными ресурсами организации к стоимости аутсорсинг.  $C1$  – значение затрат при выполнении процесса собственными ресурсами организации,  $C2$  – стоимость услуг фирмы-аутсорсера.

Таким образом,  $K1$  может использоваться для оценивания, во сколько раз

использование услуг фирмы-аутсорсера дешевле (выгоднее), чем выполнение процесса собственными ресурсами организации. Вместе с тем необходимо учитывать показания параметра  $K2$ :

$$K2 = \frac{Q1}{Q2}, \quad (2)$$

где  $Q1$  – значение параметра, характеризующего качество результата процесса с использованием услуг фирмы-аутсорсера, например количество брака при использовании услуг фирмы-аутсорсера в технологической цепочке изготовления продукции,  $Q2$  – значение параметра, характеризующего качество результата процесса, выполняемого собственными ресурсами.

Очевидно, что чем больше значение параметра  $K1$ , тем более выгодно или экономически целесообразно использование услуг фирм-аутсорсеров. Но, как отмечают авторы [11, 13, 14], принятие решения об аутсорсинге должно основываться не только на параметрах стоимости, цены услуг аутсорсера и собственных затрат на рассматриваемый процесс. Необходимо определить способность организации давать качественный результат процесса, также определить, является ли он стратегическим, важным для организации и, наконец, определить, имеет ли он социальную важность, так как увольнение сотрудников в результате аутсорсинга или их перевод в другую фирму может обострить отношения между работниками и руководством, ухудшить корпоративную среду.

Таким образом, параметр  $K2$  характеризует качество результата процесса и чем меньше его значение, тем предпочтительнее является решение об аутсорсинге.

Таким образом решения принимаются исходя из следующих суждений:

Высокая экономия и высокое показание качества – оставить как есть.

Высокая экономия и низкое показание качества – аутсорсинг.

Высокая экономия и среднее показание качества – аутсорсинг.

Низкая экономия и высокое показание качества – оставить как есть.

Низкая экономия и среднее показание качества – оставить как есть

Низкая экономия и низкое показание качества – аутсорсинг.

Рассмотрим варианты решений при различных значений параметров  $K1$  и  $K2$ .

На основе анализа принятых решений составим характеристику для коэффициентов  $K1$  и  $K2$  (табл. 1).

В табл. 2 представлены варианты управленческих решений при различных значениях коэффициентов  $K1$  и  $K2$ .

Таблица 1

## Характеристика коэффициентов K1 и K2

K1		K2	
2 и более	Высокая экономия	Более 0,6	низкое показание качества
Менее 2	Низкая экономия	От 0,4 до 0,6	среднее показание качества
		0,4 и менее	высокое показание качества

Таблица 2

## Варианты управленческих решений

K1	K2	Характеристика процесса	Решение о аутсорсинге
1	0,1	Низкая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг
1	0,3	Низкая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг
1	0,7	Низкая экономия и низкое показание качества	аутсорсинг
2	0,3	Высокая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг
2	0,4	Высокая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг
2	0,6	Высокая экономия и низкое показание качества	аутсорсинг
2	0,7	Высокая экономия и низкое показание качества	аутсорсинг
10	0,3	Высокая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг
10	0,6	Высокая экономия и низкое показание качества	аутсорсинг

На основе данной выборки управленческих решений обучим нейросеть, используя метод обучения с учителем [9, 10, 14]. Предоставим нейросети данную выборку, получение на выходе значения 1 – означает аутсорсинг, 0 оставить как есть (не выводить в аутсорсинг). Разработка программ осуществлялась на языке программирования Python. Код программы приведен ниже.

```
import numpy as np
w=np.array([[0,0]])
print(«w.shape»,w.shape)
examples=np.array([[1,0.1],[1,0.3],[1,0.7],[2,0.3],[2,0.4],[2,0.6],[2,0.7],[10,0.3],[10,0.6]])
def Target(ex):
    if ex[0]==1 and ex[1]==0.1:
        return 0
    elif ex[0]==1 and ex[1]==0.3:
        return 0
    elif ex[0]==1 and ex[1]==0.7:
        return 1
    elif ex[0]==2 and ex[1]==0.3:
        return 0
    elif ex[0]==2 and ex[1]==0.4:
        return 0
    elif ex[0]==2 and ex[1]==0.6:
        return 1
    elif ex[0]==2 and ex[1]==0.7:
        return 1
    elif ex[0]==10 and ex[1]==0.3:
        return 0
    elif ex[0]==10 and ex[1]==0.6:
        return 1
def Predict(example):
    sum=example[0]*w[0][0]+example[1]*w[0][1]
    print(«example «, example)
    print(«sum «, sum)
    if sum>0.5:
        return 1
    print(«out «,sum)
    else:
        return 0
```

```

print(«no out 0», sum)
perfect=False
while not perfect:
    perfect=True
    for e in examples:
        print(«e»,e)
        if Predict(e)!=Target(e):
            perfect=False
            if Predict(e) == 0:
                w=w+0.01*e
                print(«w»,w)
            else:
                w=w-0.01*e
                print(«w»,w)
    print(«answer»,w)

```

В результате работы программы получены веса  $[-5 \cdot 10^{-17}, 1,03]$ , то есть  $w1 = -5 \cdot 10^{-17}$ ,  $w2 = 1,03$ . Для данной нейронной сети была выбрана пороговая функция активации с уровнем активации 0.5, формула

$$\{ F(s) = \begin{cases} 1, & s > 0,5 \\ 0, & s \leq 0,5 \end{cases} \quad (3)$$

При использовании такой функции активации выход сети равен либо нулю, либо единице [12, 13, 15], для решения поставленной задачи применение данной функции будет обоснованным, так как моделируются только два варианта принятия решения «аутсорсинг» или «не отдавать на аутсорсинг».

Ниже приведен код программы реализации сети на языке программирования Python.

```

import numpy as np
K1 = 2
K2 = 0.6
def activation_function(x):
    if x > 0.5:
        return 1
    else:
        return 0
def predict(K1, K2):
    inputs=np.array([K1, K2])
    weights_input_to_hidden_1 = [-0.000000000000005,1.03]
    weights_input_to_hidden = np.array([weights_input_to_hidden_1])
    hidden_input = np.dot(weights_input_to_hidden, inputs)
    print(«hidden_input:»+ str(hidden_input))
    hidden_output = np.array([activation_function(x) for x in hidden_input])
    print(«hidden_output: « + str(hidden_output))
    output = hidden_output
    print(«output:» + str(output))
    return activation_function(output) == 1
print(«result:» + str(predict(K1, K2)))

```

В результате проверки работы нейронной сети (табл. 3) все решения совпали с вариантами, представленными в табл. 1.

**Таблица 3**

Результат работы нейронной сети

K1	K2	Характеристика процесса	Решение о аутсорсинге	Результат моделирования
2	0,1	Высокая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг	False
5	0,3	Низкая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг	True
2	0,9	Низкая экономия и низкое показание качества	аутсорсинг	False
10	0,3	Высокая экономия и высокое показание качества	не выводить в аутсорсинг	False

```

1 import numpy as np
2
3 K1 = 10
4 K2 = 0.3
5 def activation_function(x):
6     if x > 0.5:
7         return 1
8     else:
9         return 0
10 def predict(K1, K2):
11     inputs=np.array([K1, K2])
12     weights_input_to_hidden_1 = [-0.000000000000005,1.03]
13     weights_input_to_hidden = np.array([weights_input_to_hidden_1])
14
15     hidden_input = np.dot(weights_input_to_hidden, inputs)
16     print("hidden_input:" + str(hidden_input))
17     hidden_output = np.array([activation_function(x) for x in hidden_i
18     print("hidden_output:" + str(hidden_output))
19     output = hidden_output
20
21     print("output:" + str(output))
22     return activation_function(output) == 1
23
24 print("result:" + str(predict(K1, K2)))

```

```

Консоль IPython
Консоль 1/A
In [27]: runfile('C:/Users/dns/Downloads/
питон-20181209T064930Z-001/питон/статья.py', wdir='C:/Users/
dns/Downloads/питон-20181209T064930Z-001/питон')
hidden_input:[0.309]
hidden_output:[0]
output:[0]
result:False

```

Рис. 4. Пример работы разработанной нейронной сети при значениях  $K1 = 10$   $K2 = 0,3$

Пример работы разработанной нейронной сети при значениях  $K1 = 10$   $K2 = 0,3$  представлен на рис. 4.

### Выводы

Таким образом, проверена способность нейронных сетей, рассматриваемого типа обучаться на основе выборки удачных управленческих решений. После обучения нейронная сеть без ошибок смогла показать те же результаты, что принимались экспертами. Ввод новых значений параметров  $K1$  и  $K2$  показал, что результаты моделирования соответствуют суждениям экспертов. Проведенное исследование показало возможность применения нейронных сетей для решения задач менеджмента, связанных с передачей бизнес-процессов на аутсорсинг, что позволит принимать быстрые и точные решения. Возможна разработка такой нейронной сети, которая могла бы постоянно вести мониторинг показателей процессов организации, вовремя прогнозировать необходимость структурных изменений и давать рекомендации: передавать на аутсорсинг или необходимо развивать процесс (заменить оборудование, провести обучение персонала). При этом обработка большого массива данных позволит получать качественные и своевременные рекомендации, что позволит обеспечить конкурентоспособность предприятия в условиях цифровой экономики.

### Список литературы

1. Li Y., Jiang W., Yang L., Wu T. On neural networks and learning systems for business computin. Neurocomputing. 2018. Vol. 275. No С. P. 1150–1159.
2. Актуальность нейронных сетей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/actuality.html> (дата обращения: 21.01.2019).
3. Использование нейронных сетей для выращивания огурцов. Новые бизнес-идеи [Электронный ресурс]. URL:

<https://nbiplus.com/idea/ispolzovanie-neyronnyh-setey-dlya-vyraschivaniya-ogurcov#> (дата обращения: 20.01.2019).

4. Год искусственного интеллекта: топ-5 нейросетей, изменивших мир [Электронный ресурс]. URL: <https://360tv.ru/news/tekst/god-iskusstvennogo-intellekta-84792/> (дата обращения: 15.01.2019).
5. Оптимизируем складские запасы Forecast NOW [Электронный ресурс]. URL: <https://fnow.ru/> (дата обращения: 14.01.2019).
6. Лапыгин Ю.Н., Крылов В.Е., Чернявский А.П. Экономическое прогнозирование: учеб. пособие. М.: Эксмо, 2009. 256 с.
7. Кравченко М.Л., Грекова Т.И. Моделирование экономических систем с применением нейронных сетей // Вестн. Том. гос. ун-та. 2006. № 290. С. 169–172.
8. Новостной и технический портал INFO\_PARTS [Электронный ресурс]. URL: <http://www.irtysh.com.ru/> (дата обращения: 14.01.2019).
9. LukasFalat. Использование гибридных систем вычислительного интеллекта при оценке эффективности реальных инвестиций в условиях неопределенности и риска // International Scientific Conference: Business Economics and Management. 2015. № 34 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115016196> (дата обращения: 14.02.2019).
10. Хаирова С.М., Шимохин А.В. Механизм отбора операций ремонта на аутсорсинг // Проблемы современной экономики. 2017. № 3 (63). С. 79–81.
11. Шимохин А.В. Аутсорсинг как операция бизнес-процесса ремонта промышленного оборудования // In Situ. 2015. № 5. С. 50.
12. Хаирова С.М., Шимохин А.В. Совершенствование организации услуг по ремонту оборудования // Вестник СибАДИ. 2015. № 5(45). С. 194–198.
13. Бородулина С.А., Шимохин А.В. Методы процессного управления сервисной службой промышленного предприятия // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2015. № 4. С. 216–226.
14. Шимохин А.В. Принципы, цели и причины перехода ремонта промышленного оборудования на аутсорсинг // Наука молодых: сборник материалов международной научной конференции / Под ред. З.В. Поливары, Т.Н. Пановой, М.А. Комиссаровой. 2015. С. 321–326.
15. Забоев М.В. Использование гибридных систем вычислительного интеллекта при оценке эффективности реальных инвестиций в условиях неопределенности и риска // Инновации. 2008. № 12. С. 124–128.