



## Conceptual foundations for the practical use of neural networks problems and prospects

Aleksandr KOCHNEV<sup>1</sup>

US Your Next Agency

### ARTICLE INFO

**Article history:**

Received December 2022

Received in revised form

15 December 2022

Accepted 20 January 2023

Available online

15 February 2023

**Keywords:**

artificial neural networks,  
machine learning,  
deep learning,  
problems and prospects for  
the use of neural networks,  
possible ways of using  
neural networks in human  
life.

### ABSTRACT

The article is focused on the analysis of current trends in the practical use of artificial neural networks in a variety of aspects of human life. It gives a definition of a neural network, which is an important computer tool that is usually used to solve a specific range of practice-oriented tasks, based on the use of incoming information and simulating the work of the human brain. Outlined the experience of applying neural networks in different areas. Determined the general set of functions created by neural networks. Discussed types of neural networks, as well as their architectures system.

2181-1415/© 2023 in Science LLC.

DOI: <https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol4-iss1-pp1-10>

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

## Концептуальные основы практического использования нейронных сетей: проблемы и перспективы

### АННОТАЦИЯ

**Ключевые слова:**

искусственные нейронные сети,  
машинное обучение,  
глубинное обучение,  
проблемы и перспективы  
использования нейронных  
сетей, способы применения  
нейронных сетей в  
человеческой  
жизнедеятельности.

Статья посвящена вопросам анализа современных направлений практического использования искусственных нейронных сетей в различных направлениях человеческой жизнедеятельности. Дается определение нейронной сети, под которой понимается важный компьютерный инструмент, использующийся как правило в целях решения узкого круга практико-ориентированных задач, основанный на использовании входящей информации и имитирующий работу человеческого мозга. В статье также описывается опыт применения нейронных сетей в различных направлениях деятельности, определяется общий набор функций, реализуемых нейронными сетями, представляются типы нейронных сетей и система их архитектуры.

<sup>1</sup> Senior Backend Developer, San Diego, CA, US Your Next Agency. E-mail: [drdispool@gmail.com](mailto:drdispool@gmail.com)

## SUMMARY

**Реферат на английском языке.** The purpose of this study is to analyze the modern conceptual foundations for the practical use of neural networks, as well as to identify the characteristic problems and prospects of these processes. In the work, we focus on the use of such methods as analysis, synthesis, comparison, generalization, comparison, deductive and inductive methods, and observation. The study discusses the concept of an artificial neural network, emphasizing that the main advantage of the practice of using neural networks is their learning ability and the possibility of introducing into information systems as a supporting and predictive element. Neural networks are a fairly important computer tool, which is usually used to solve a limited range of practice-oriented problems; neural networks can help you to make solutions to the tasks and problems based on the analysis of the information provided and self-learning. The system of neural networks is aimed at studying process characteristics and determining patterns by analogy with the work of the human brain. It has been determined that neural networks make it possible to find patterns in supplied data and use them in modelling processes. Such areas of application of artificial neural networks as recognition and classification, management decision-making, clustering, predictive operations, object replacement, compression, data analysis, structure optimization, and others are described. It is clarified that neural networks can: reduce the costs of performing tasks in comparison with traditional approaches, search for alternative directions for solving the task, fulfil the goal, including with a small amount of input information, independently avoid mistakes, maintain efficiency for a long time and speed, learn and apply in a wide range of variations, perform parallel processes and thereby increase efficiency. At the same time, neural networks have some specific problems, including the need for high computing power (rather expensive), the presence of imperfect algorithms that require improvement in practical application, the difficulty of human perception of the relationship between incoming data and the initial result obtained, the duration of development and adjustment of effective neural network, high cost of computing.

**Реферат на русском языке.** Цель настоящего исследования - проанализировать современные концептуальные основы практического использования нейронных сетей, а также определить характерные проблемы и перспективы данных процессов. В работе мы фокусируемся на использовании таких методов, как анализ, синтез, сравнение, обобщение, сопоставление, дедуктивный и индуктивный методы, наблюдение. В исследовании рассматривается понятие искусственной нейронной сети, подчеркивается, что главное преимущество практики использования нейронных сетей заключается в их обучаемости и возможности внедрения в информационные системы в качестве поддерживающего и прогнозирующего элемента. Нейронные сети представляют собой достаточно важный компьютерный инструмент, использующийся как правило в целях решения узкого круга практико-ориентированных задач; нейронные сети позволяют формировать решения поставленных задач и проблем на основании анализа предоставляемой информации и самообучения. Система нейронных сетей направлена на изучение процессных характеристик, определение закономерностей по аналогии с работой человеческого мозга. Определено, что нейронные сети позволяют учитывать постоянно поступающие потоки информации и учитывать их в процессах моделирования. Описаны такие сферы применения искусственных

нейронных сетей, как распознавание и классификация, принятие управленческих решений, кластеризация, выполнение прогнозных операций, замена объектов, сжатие, анализ данных, оптимизация структуры и другие. Уточняется, что нейронные сети в лучшем раскладе применения позволяют: сократить издержки на выполнение задач, осуществлять поиск альтернативных направлений решения поставленной задачи, выполнять поставленную цель, в том числе при малом количестве входной информации, самостоятельно преодолевать ошибки, долго сохранять эффективность и быстродействие, обучаться и применяться в широком числе вариаций, выполнять параллельные процессы и тем самым увеличить эффективность. Вместе с тем, нейронные сети обладают некоторыми характерными проблемами, среди которых необходимость наличия высоких вычислительных мощностей (достаточно дорогих), наличие несовершенных алгоритмов, требующих улучшения при практическом применении, сложность восприятия человеком связей между входящими данными и полученным исходным результатом, длительность разработки и настройки эффективной нейронной сети, высокая стоимость вычислений.

## **ВВЕДЕНИЕ**

На современном этапе в условиях активного развития информационных технологий, вопросы их внедрения во все сферы человеческой жизни приобретают особую актуальность и значимость. Нейронные сети, являясь одним из инструментов решения практико-ориентированных задач, обладают достаточно широким числом вариаций применения во многих направлениях, связанных как с бизнесом и экономикой, социальной сферой, медициной, так и бытовой деятельностью человека, типовыми задачами. Технология нейронных сетей во многом схожа со строением клетки человеческого мозга, что позволяет достаточно точно и соизмеримо устанавливать соответствующие закономерности и связи между рассматриваемыми объектами. Главнейшее преимущество практики использования нейронных сетей заключается в их обучаемости и возможности внедрения в информационные системы в качестве поддерживающего и прогнозирующего элемента. Вариативность применения нейронных сетей, с одной стороны, становится одним из главных её достоинств, однако с другой, формирует достаточно широкий перечень условностей и отчасти тормозит развитие практики использования нейронных сетей в отдельных случаях. Исследователи и разработчики в таком случае фокусируются на отдельных разрозненных задачах, рассматривают предельные возможности нейронных сетей, а не фокусируются на конкретных важных задачах. Тем не менее, использование нейронных сетей имеет огромные перспективы; определение данных перспектив ложится в основу данного исследования.

Актуальность выбранной темы исследования диктуется также и тем, что анализ направлений использования нейронных сетей позволит актуализировать и обобщить существующие барьеры и проблемы, препятствующие распространению практики их применения на уровне решения практических задач. Дополнительным фактором, усиливающим данные проблемы, становится сам цифровой разрыв, не позволяющий внедрять нейронные сети во многие хозяйственные и бытовые процессы.

Цель исследования – проанализировать современные концептуальные основы практического использования нейронных сетей, а также определить характерные проблемы и перспективы данных процессов.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Настоящее исследование основывается на достаточно широком числе научных публикаций отечественных и зарубежных авторов, а также данных из средств массовой информации, интернет-ресурсах. Мы опираемся на такие методы, как анализ, синтез, сравнение, обобщение, сопоставление, дедуктивный и индуктивный методы, наблюдение.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Нейронные сети представляют собой достаточно важный компьютерный инструмент, использующийся как правило в целях решения узкого круга практико-ориентированных задач; нейронные сети позволяют формировать решения поставленных задач и проблем на основании анализа предоставляемой информации и самообучения, например, за счет распознавания объектов, речи или естественного языка. Система нейронных сетей направлена на изучение процессных характеристик, определение закономерностей по аналогии с работой человеческого мозга. Как верно замечает Ч. Кадурумба и его соавторы, одним из ключевых преимуществ использования нейронных сетей является их способность к самостоятельному обучению, что становится одним из элементов обеспечения эффективности распознавания объектов, прогнозирования событий, принятия сложных решений. Вместе с тем, применение нейронных сетей ограничивается сложными и много направленными алгоритмами, схожими с системой человеческого мозга; подобные задачи попросту не могут быть решены на уровне нейронных сетей [16].

Вопросам использования нейронных сетей в различных направлениях посвящено достаточно широкое число работ различных авторов; анализ ряда публикаций по теме позволяет установить, что нейронные сети могут применяться практически во всех сферах человеческой жизнедеятельности, в случае наличия необходимых алгоритмов. Так, в работе К.Ю. Косевича достаточно обширно описаны возможности использования нейронных сетей для проведения оценочной деятельности при работе с таким внебиржевым финансовым инструментом, как опцион. Автор прямо указывает на то, что в условиях невозможности формирования точных оценок, нейронные сети позволят точно оценить премию по характерным опционам, обращающимся в рамках рынка РТС. К.Ю. Косевич выделяет следующий ряд преимуществ нейронных сетей [7]:

- неограниченность определения видов зависимостей на основании входной информации;
- способность выявлять и учитывать при оценке изменение зависимостей фокусируемой величины;
- возможность устанавливать и четко разграничивать скрытые зависимости искомой величины, вне зависимости от входных данных и устанавливаемых параметров.

К схожим выводам приходят и Д.С. Курников и С.А. Петров, рассматривающие возможности использования нейронных сетей в экономике. На основании собственных алгоритмов и нейронных сетей авторы подтверждают их большую эффективность в сравнении с классическими методами экономического анализа и

моделирования [8]. В.Н. Бугорский и А.Г. Сериенко также указывают на высокие прогностические возможности использования нейронных сетей; опыт авторов указывает на перспективу принятия решений в работе трейдера на бирже. В таком случае модели искусственных нейронных сетей способны решать широкий спектр практических задач, диагностировать потенциальные (наиболее вероятные) изменения рынка, а также конкретизированные показатели котировок финансовых инструментов [1]. В индустрии туризма по мнению В.И. Дихтяр нейронные сети могут использоваться в качестве инструмента принятия управленческих решений, в целях формирования профиля клиента за счет сбора информации о нем из имеющихся баз данных и открытых источников [3]. Схожие воззрения прослеживаются и в исследовании Ю.В. Трифонова, Ю.С. Ширяевой и В.С. Громницкого, описывающего возможности проработки стратегии развития предприятия на основании решений, формируемых искусственными нейронными сетями [13].

По мнению Г.Ф. Малыхиной и И.А. Кислицыной, нейронные сети позволяют учитывать постоянно поступающие потоки информации и учитывать их в процессах моделирования поверхностей; авторы замечают, что нейронные сети могут быть использованы в процессах моделирования параметров движения спускаемого на лунную поверхность аппарата, свойства которой не могут быть учтены другими способами так эффективно [11]. Оценка и координация – это также одна из широкого множества функций, позволяющих использовать нейронные сети во многих сферах человеческой жизнедеятельности; работа В.В. Дерябина указывает на высокие перспективы использования нейросетевых моделей и алгоритмов в вопросах управления морскими и речными судами, для корректировки маршрута и стабилизации курса, траектории движения, предполагающей оценку окружающей обстановки на основании широкого числа входящих факторов и внутренних скрытых связей [2].

Причем в вопросах оценочной деятельности нейронные сети могут быть использованы и в более сложных сферах, например, в образовании. Исследование А.Н. Козлова и О.В. Козловой указывает на возможность интеграции нейронных сетей в систему менеджмента оценки качества образования, в целях сбора целой системы групп целевых показателей, их объединения и анализа, формирования закономерностей, свидетельствующих, например, об успешном освоении некоторых компетенций обучающимися. Ключевая ценность, рассматриваемая в качестве перспективы использования нейронных сетей, связана именно с возможностями самостоятельного обучения нейронной сети и установления в итоге более точных связей между функцией и объектом [6].

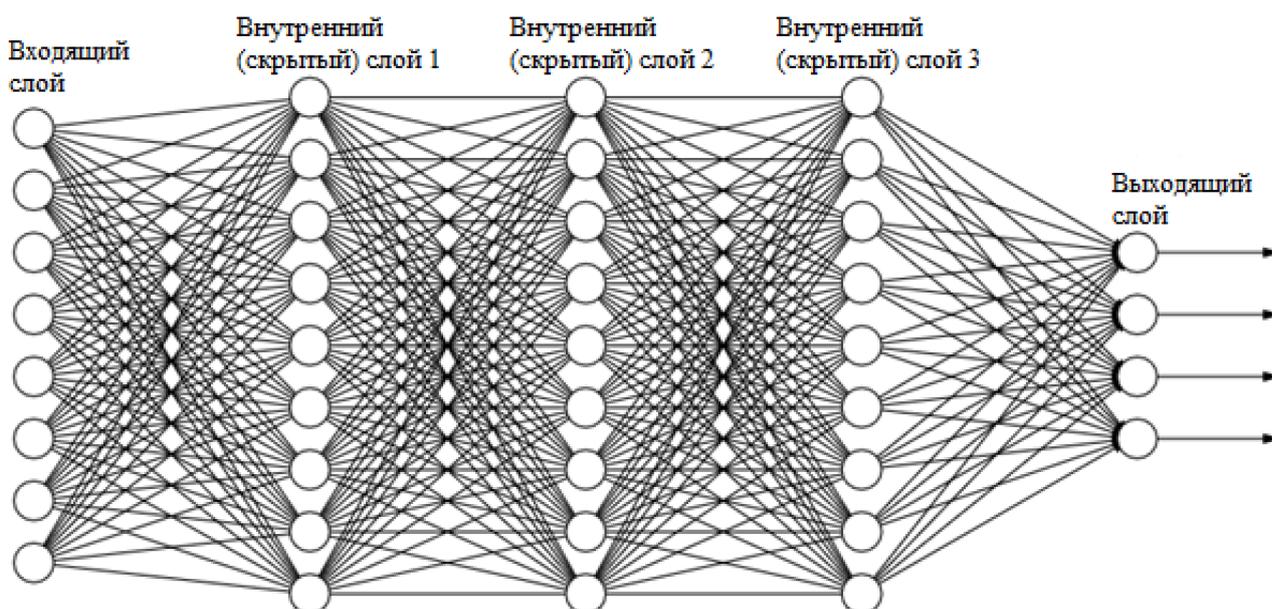
Исследование Е.А. Егунова и С.В. Панюлайтис указывает на возможности использования нейронных сетей для преобразования голоса в речь; формируя собственный алгоритм авторами удается отобразить оптимальную структуру искусственной нейронной сети и сформировать собственную методику самостоятельного обучения нейронной сети в вопросах анализа и распознавания речи [5]. А.В. Малыгин и О.И. Аравин приводят возможности использования искусственных нейронных сетей для распознавания образов объектов. Вместе с тем, авторы верно указывают на факт того, что проектирование и программирование в полной мере эффективной нейронной сети требует принятия разработчиком факта того, для чего будет предназначена сама нейронная сеть (цель) и какими свойствами должны обладать формирующие её структуры искусственные нейроны [10].

Таким образом, обобщая выше представленные возможности, подчеркнем, что система функций и областей применения нейронных сетей может быть охарактеризована следующим перечнем (рис. 1):



**Рис. 1. Функции и области применения нейронных сетей**

Обращаясь к рис. 1, подчеркнём, что реализация данных функциональных основ становится возможной за счет имитации функций нейронов головного мозга; принцип работы нейронных сетей представлен системой машинного обучения, имитирующего сигнальные процессы биологических нейронов человеческого мозга. Архитектура нейронной сети представляется в виде следующей системы (рис. 2):



**Рис. 2. Архитектура нейронной сети**

Представленная на рис. 2 архитектура искусственной нейронной сети показывает входящий слой (информацию) и внутренние сети скрытых узлов, которые представляют собой искусственные нейроны, имитирующие работу головного мозга и связанные между собой определенным весом и порогом. В случае выхода одного узла и пересечения указанного порога, активируется другой узел и его данные передаются на следующий уровень в сети. Если пороговое значение узла не превышено, данные не передаются на следующий сетевой уровень. Сопоставление нейронной сети с компьютерной показывает, что первая в отличие от последней позволяет обрабатывать входящую информацию параллельно, не следуя инструкциям и совершенствуя алгоритмы, что и называется самообучением. Кроме того, традиционные компьютеры работают с использованием логических функций, основанных на определенном наборе вычислений и установленных правил. Нейронные же компьютеры могут обрабатывать логические функции и необработанные входные данные, например, изображение, голос или видео. Повышение точности и эффективности нейронных сетей требует временных и мощностных затрат, позволяет классифицировать и группировать исходные данные в зависимости от поставленных целей.

В процессе работы, эффективность действия нейронной сети строится на реализации четырех основных функций:

1. Построение ассоциаций. Предполагает возможность формирования и учета шаблоном. В случае пересечения нейронной сети с незнакомым шаблоном, она сопоставит его с другими и учтет связь с ближайшим совпадением.

2. Формирование классификаций. Созданные шаблоны при реализации данных функций формируют собственную сеть классов, к которым обращается искусственная нейронная сеть.

3. Объединение кластеров. Позволяет идентифицировать уникальные черты каждого из экземпляра данных, в том числе при отсутствии контекста.

4. Построение прогнозов. Предполагает построение ожидаемых результатов из системы входных данных, в том числе при отсутствии части контекста.

Для эффективной работы нейронные сети требуют наличие необходимых вычислительных мощностей, обеспечивающих высокую пропускную способность для реализации вышеперечисленных базовых функций в максимально короткие временные промежутки, что становится возможным за счет параллельного развертывания процессоров.

Подчеркнем, что в зависимости от функций и задач, а также прочих характеристик, приводятся следующие типы нейронных сетей (рис. 3):



**Рис. 3. Типы нейронных сетей**

Обращаясь к рис. 3, заметим, что каждый тип нейронных сетей имеет собственные принципы работы, определяющие предельные возможности их использования для решения поставленных задач. Так, например, сверточные нейронные сети достаточно эффективно используются в сочетании с приложениями для распознавания изображений; сверточные нейронные сети используются в более сложных сценариях, таких как распознавание биометрии лица, обработка естественного языка, оптическое распознавание знаков, классификация изображений, идентификация парафраз и обработка сигналов. Деконволюционные являются полной противоположностью сверточных, предполагают обнаружение потерянных сигналов или функций.

В человеческой жизнедеятельности можно выделить такие передовые сферы, в которых перспективно и максимально эффективно используются нейронные сети (рис. 4):

Правоохранительная деятельность	• Распознавание лиц по камерам, выявление правонарушителей, эффективный поиск людей
Финансы и экономика	• Прогнозирование будущих показателей акций, доходности компаний и др.
Социальные сети	• Анализ поведения пользователей и подбор контента
Космическая и воздушная промышленность	• Проектирование полетов, свойств объектов, их поведения в определенных условиях, управление полетом, диагностика и др.
Военная промышленность	• Определение местоположения объектов, управление дронами, воздушное и морское патрулирование
Медицина и здравоохранение	• Обработка изображений и симптомов, выявление заболеваний
Анализ документов, подписей, считывание подчёрка	• Проверка подписи на подлинность, сверка личности и др.
Метеорология	• Прогнозирование погодных условий, стихийных бедствий и др.

#### **Рис. 4. Сферы жизнедеятельности, где могут быть использованы нейронные сети**

Так, обобщая анализ практики использования нейронных сетей, подчеркнем, что нейронные сети обладают высоким потенциалом совершенствования и развития, достижения определенных результатов. Практика последних десятилетий показывает значительное расширение возможностей их применения в человеческой деятельности. В связи с этим, определим ключевые перспективы использования искусственных нейронных сетей:

1. Сокращение издержек на выполнение задач в сравнении с традиционными подходами.
2. Поиск альтернативных направлений решения поставленной задачи.
3. Работоспособность, в том числе при малом количестве информации.
4. Устойчивость к ошибкам.
5. Достаточно низкая скорость потери качества работы сети.
6. Обучаемость, открывающая безграничные возможности применения.
7. Возможность организации широкого числа параллельных процессов.
8. Другие частно-адресные преимущества, характерные для определенных сфер, направлений, функций и процессов применения искусственных нейронных сетей.

Вместе с тем, проблемами, ограничивающими использование нейронных сетей, являются:

1. Высокая зависимость от качества и количества входных данных.
2. Необходимость наличия высоких вычислительных мощностей.
3. Наличие несовершенных алгоритмов, требующих улучшения.
4. Отсутствие понимания связи между входными данными и результатом.
5. Долгий срок разработки, совершенствования и развития.
6. Высокая стоимость вычислительных ресурсов.

Резюмируя все это подчеркнем, что использование нейронных сетей возможно для одних типов задач и является менее перспективным для других. В данном случае, важным становится определение тех направлений, которые действительно будут эффективно реализовываться инструментами машинного обучения.

### **ВЫВОДЫ**

Таким образом, по результатам проведенного анализа удалось установить, что:

1. Нейронная сеть – это компьютерный инструмент, использующийся как правило в целях решения узкого круга практико-ориентированных задач; нейронные сети позволяют формировать решения поставленных задач и проблем на основании анализа предоставляемой (входящей) информации и самообучения, осуществления широкого числа параллельных процессов.

2. Ключевые преимущества и перспективы использования искусственных нейронных сетей – это достаточная вариативность сценариев применения и частно-адресная эффективность в зависимости от выбранной сферы, направления, исполняемой функции, процесса. Нейронные сети в лучшем раскладе применения позволяют: сократить издержки на выполнение задач в сравнении с традиционными подходами, осуществлять поиск альтернативных направлений решения поставленной задачи, выполнять поставленную цель, в том числе при малом количестве входной информации, самостоятельно преодолевать ошибки, долго сохранять эффективность и быстродействие, обучаться и применяться в широком числе вариаций, выполнять параллельные процессы и тем самым увеличить эффективность.

3. Вместе с тем, проблемами, ограничивающими использование нейронных сетей выступают следующие: высокая зависимость результатов от качества и количества входных данных, необходимость наличия высоких вычислительных мощностей (достаточно дорогих), наличие несовершенных алгоритмов, требующих улучшения при практическом применении, сложность восприятия человеком связей между входящими данными и полученным исходным результатом, длительность разработки и настройки эффективной нейронной сети, высокая стоимость вычислений.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ:**

1. Bugorskij V.N., Sergienko A.G. 2011. Ispol'zovanie nejronnyh setej v rabote trejdera. Prikladnaja informatika 1(31), 17-28. (in Russian).
2. Derjabin V.V. 2018. Ispol'zovanie nejronnyh setej dlja stabilizacii sudna na traektorii. Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova 4, 665-678. (in Russian).
3. Dihtjar V.I. 2013. K voprosu ob ispol'zovanii nejronnyh setej v industrii turizma. Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost' 31, 56-59. (in Russian).

4. Evtjanova D.V. 2021. Iskusstvennyye neyronnye seti kak instrument planirovaniya jekonomicheskogo razvitija. Gosudarstvennoe upravlenie. Jelektronnyj vestnik 84, 207-220. (in Russian).
5. Egunov V.A., Panjulajtis S.V. 2020. Raspoznavanie rechevyh komand s ispol'zovaniem neyronnyh setej. Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii 3(51), 53-61. (in Russian).
6. Kozlov A.N., Kozlova O.V. 2012. Ocenka kachestva obrazovaniya s ispol'zovaniem neyronnyh setej. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN 4(5), 1454-1456. (in Russian).
7. Kosevich K.Ju. 2008. Ispol'zovanie neyronnyh setej dlja ocenki stoimosti opcionov. Statistika i jekonomika 4, 47-51. (in Russian).
8. Kurnikov D.S., Petrov, S.A. 2017. Ispol'zovanie neyronnyh setej v jekonomike. Juvenis scientia 6, 10-12. (in Russian).
9. Lyscov A.N., Martyshkin A.I. 2019. Neyronnye seti: primenenie i perspektivy. Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki, 3(2), 35-38. (in Russian).
10. Malygin A.V., Aravin O.I. 2007. Raspoznavanie obrazov na osnove neyronnyh setej. Matematika. Mehanika 9, 50-53. (in Russian).
11. Malyhina G.F., Kislicyna I.A. 2015. Izmerenie parametrov dvizhenija s ispol'zovaniem neyronnyh setej. Informatika, telekommunikacii i upravlenie 5(229), 59-68. (in Russian).
12. Mihajlov A.S., Staroverov B.A. 2013. Problemy i perspektivy ispol'zovaniya iskusstvennyh neyronnyh setej dlja identifikacii i diagnostiki tehniceskix ob#ektov. Vestnik IGJeU 3, 1-6. (in Russian).
13. Trifonov, Ju.V., Shirjaeva, Ju.S., Gromnickij, V.S. 2018. Formirovanie strategij dejatel'nosti predpriyatij s ispol'zovaniem neyronnyh setej. KJe 6, 805-816. (in Russian).
14. Caunit A.N. 2021. Perspektivy razvitija i primenenija neyronnyh setej. Molodoj uchenyj 23(365), 114-117. (in Russian).
15. Chto takoe neyronnaja set'? Retrieved from URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/neural-network/> (in Russian).
16. Kadurumba K., Nmamdi C.N., Nwaiwu, U. 2020. Neural network applications. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development 10(3), 11897-11910.