

DOI: 10.12731/2070-7568-2022-11-2-68-84

УДК 659.1

NEURAL NETWORK «ПЕРСЕПТРОН» И СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВВП РФ

*Н.И. Ломакин, О.С. Пескова, О.В. Юрова,
В.В. Кабина, Э.О. Федоровская*

Исследованы теоретические основы динамики ВВП в условиях рыночной неопределенности и формирования цифровой экономики. Прогнозирование ВВП имеет важное значение, поскольку позволяет обеспечить сбалансированность, устойчивость в развитии различных отраслей народного хозяйства, и его экономическую безопасность, что обуславливает практическую значимость исследования.

***Цель.** Выдвинуть и доказать гипотезу, что с помощью нейросетевой модели «перцептрон» и семантической модели представления знаний, можно получить прогноз ВВП России на следующий год.*

***Научная новизна** – в том, что были сформированы прогнозы ВВП РФ с применением семантической модели представления знаний и AI-системы «перцептрон».*

***Метод, или методология проведения работы.** В работе использовались такие методы как, монографический, аналитический, система искусственного интеллекта - перцептрон, Mind гистограмма, а также сравнительный анализ. Расчеты выполнялись в таблицах XL перцептрон был сформирован на платформе Deductor. Использовалась семантическая модель представления знаний, разработанная на языке DOT с использованием программы Graphviz 2.38.*

***Результаты.** Исследованы теоретические основы использования нейросетей в экономических прогнозах. Сформирована семантическая модель представления знаний, касательно прогнозирования ВВП РФ нейросетью. Представлена разработанная*

AI-система «персептрон», предназначенная для прогнозирования ВВП России на основе входных параметров, представляющих совокупность данных, отражающих развитие реального сектора экономики и сферы финансов России за 2011–2021 гг.

Область применения результатов: экономика, финансовая сфера, прогнозирование и планирование хозяйственной и финансовой деятельности.

Ключевые слова: ВВП; система искусственного интеллекта; «персептрон»; семантическая модель

NEURAL NETWORK “PERSEPTRON” AND A SEMANTIC MODEL OF KNOWLEDGE REPRESENTATION FOR STUDYING THE DYNAMICS OF THE RF GDP

*N.I. Lomakin, O.S. Peskova, O.V. Yurova,
V.V. Kabina, E.O. Fedorovskaya*

Theoretical foundations of GDP dynamics under conditions of market uncertainty and the formation of a digital economy are studied. Forecasting GDP is important because it allows to ensure balance, sustainability in the development of various sectors of the national economy, and its economic security, which determines the practical significance of the study.

Purpose. *To put forward and prove the hypothesis that with the help of the neural network model “perceptron” and the semantic model of knowledge representation, it is possible to obtain a forecast of Russia’s GDP for the next year.*

The scientific novelty *lies in the fact that forecasts of the RF GDP were generated using a semantic knowledge representation model and the Perceptron AI system.*

Method or methodology of the work. *The work used such methods as monographic, analytical, artificial intelligence system - perceptron, Mind histogram, as well as comparative analysis. Calculations were*

performed in tables XL perceptron was formed on the Deductor platform. We used a semantic knowledge representation model developed in the DOT language using the Graphviz 2.38 program.

Results. Theoretical foundations of the use of neural networks in economic forecasts have been studied. A semantic model of knowledge representation has been formed regarding forecasting the GDP of the Russian Federation by a neural network. The developed AI-system “perceptron” is presented, designed to forecast Russia’s GDP based on input parameters representing a set of data reflecting the development of the real sector of the economy and the financial sector of Russia for 2011–2021.

The scope of the results: economics, the financial sector; forecasting and planning of economic and financial activities.

Keywords: GDP; artificial intelligence system; perceptron; semantic model

Введение

В современных условиях, которые характеризуются нарастанием санкционного давления на экономику России со стороны недружественных стран еврозоны и США, важное значение имеет получение прогнозного значения отечественного ВВП, что вносит вклад в формирование стабильности, снижая риски рыночной неопределенности, что обуславливает актуальность и практическую значимость.

Важную роль в прогнозировании ВВП отводится применению систем искусственного интеллекта. Общеизвестно, что в условиях развития цифровой экономики, протекают процессы трансформации элементов и систем, формирующих базис нового технологического уклада, основанного на автоматизации бизнес-процессов, применении систем искусственного интеллекта, что неизбежно ведет к появлению новых социально-экономических отношений.

Целью исследования является прогнозирование ВВП с помощью AI-системы. Научная новизна – в том, что были сформированы прогнозы ВВП РФ с применением AI-системы «персептрон». В настоящей статье затрагивается проблема, использования систем

искусственного интеллекта, в целях прогнозирования ВВП России с использованием параметров реального сектора экономики.

Исследованы теоретические основы динамики ВВП в условиях рыночной неопределенности и формирования цифровой экономики. Прогнозирование ВВП имеет важное значение, поскольку позволяет обеспечить подходы, опирающиеся на сбалансированность, устойчивость в развитии различных отраслей народного хозяйства, а также его экономическую безопасность, что обуславливает практическую значимость исследования. ВВП в динамике представляет собой временной ряд. Как известно, существует множество методов и моделей прогнозирования.

Методы

В работе использовались такие методы как, монографический, аналитический, система искусственного интеллекта – перцептрон, Mind гистограмма, а также сравнительный анализ. Расчеты выполнялись в таблицах XL перцептрон был сформирован на платформе Deductor. Использовалась семантическая модель представления знаний, разработанная на языке DOT с использованием программы Graphviz 2.38.

Результаты исследования

Теоретические основы использования нейросетей в экономических прогнозах

Системы искусственного интеллекта (AI-системы) находят все более широкое применение во всех областях деятельности. Известно множество подходов в классификации AI-систем. Системы с интеллектуальной обратной связью и интеллектуальными интерфейсами. Интеллектуальный интерфейс (Intelligent interface) - интерфейс непосредственного взаимодействия ресурсов информационного комплекса и пользователя посредством программ обработки текстовых запросов пользователя [6].

В процессе проведения исследования была сформирована авторская классификация AI-систем, используемых в научных исследованиях, в частности в целях прогнозирования (рисунок 1).

Для прикладного использования при проведении научных разработок удобен перцептрон. Нейросеть – перцептрон может быть сформирована на платформе Deductor и обучена методом обратного распространения ошибки на протяжении заданного количества эпох обучения.

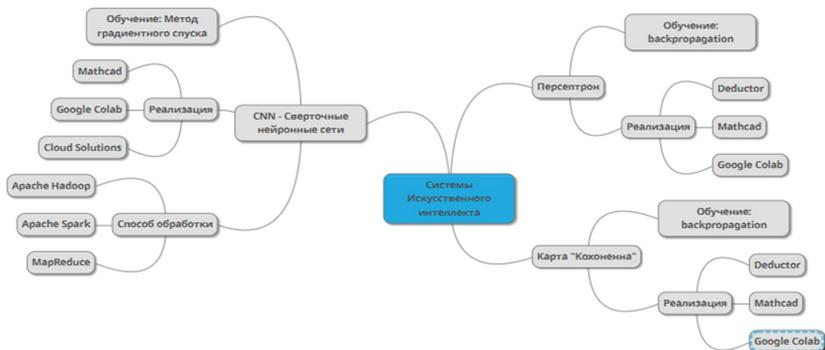


Рис. 1. Mind-гистограмма классификации AI-систем

В основе перцептрона лежит математическая модель восприятия информации мозгом. Разные исследователи по-разному его определяют. В самом общем своем виде (как его описывал Розенблатт) он представляет систему из элементов трех разных типов: сенсоров, ассоциативных элементов и реагирующих элементов [9].

С целью предсказания некоторой величины, например, величины ВВП формируется архитектура нейросети и датасет. Полученные из датасета входные данные обычно представлены множеством объектов S , в котором с каждым объектом $s \in S$, поставленным в формулу:

$$f(s) \in F \subset \mathbb{R}^n, \quad (1)$$

Что позволяет получить ответ:

$$t(s) \in T = \{n\}, \quad (2)$$

где S – множеством объектов;

$s \in S$ – отражает соответствие параметром факториального признака.

Целью исследования является прогнозирование ВВП с помощью математических методов, в том числе AI-систем.

Как известно, валовой внутренний продукт (англ. gross domestic product), общепринятое сокращение – ВВП (англ. GDP). Согласно экспертным оценкам, вклад транспортной отрасли в ВВП РФ составляет 9%.

С позиций статистики величина ВВП, меняясь в динамике, представляет собой временной ряд. Как известно, существует множество методов и моделей прогнозирования временных рядов, начиная с линейной регрессии, экстраполяции, и заканчивая применением моделей искусственного интеллекта.

Развитие экономики России можно оценить, используя анализ динамики ВВП (рисунок 2).

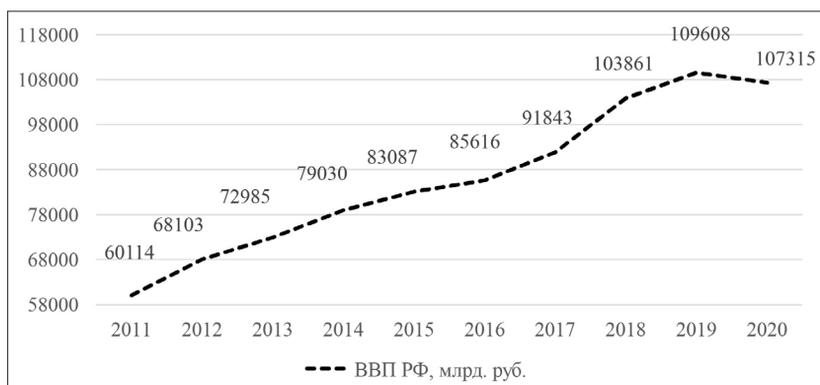


Рис. 2. Динамика ВВП РФ, млрд. руб. [2]

ВВП представляет собой макроэкономический показатель, который отражает рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, иными словами – товаров, предназначенных для непосредственного употребления, использования или применения, которые были произведены за год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления [1]. Важное значение имеет получение точного прогноза ВВП страны.

Используя динамику ВВП можно сделать выводы о том, хорошо ли работает экономика государства: если валовой внутренний продукт растет – страна развивается, а также получить представление о том,

как разные макроэкономические показатели влияют на рынок. Например, инфляция – на расходы населения, а экспорт – на курс валют. В результате пересчета ВВП разных стран в одну валюту по биржевому курсу, можно получить данные, которые позволяют сравнить экономики разных государств. Как показывает практика, целесообразно ВВП сравнивать по паритету покупательной способности, когда принимается в расчет соотношение двух валют, исходя из цен на одинаковые товары в двух странах. Все это свидетельствует об актуальности получения прогнозных и фактических значений ВВП в целях обеспечения поддержки принятия управленческих решений в масштабах отраслей, кластеров, секторов экономики и страны в целом.

Однако, по мнению некоторых экономистов, считают, бывает очень сложно оценить с помощью ВВП, например, благосостояние людей и что существуют другие, более подходящие показатели. В частности, в тех странах, где отмечается большое расслоение населения по уровню доходов, богатеет лишь малая часть граждан, поскольку на уровень жизни остальных рост производства никаким образом не сказывается: ВВП на душу населения растет, а среднестатистические граждане живут плохо [13].

Формирование семантической модели представления знаний, связанных с прогнозированием ВВП РФ нейросетью

Представляется целесообразным использовать подход, предполагающий применение семантической модели представления знаний, касательно прогнозирования ВВП на основе AI-системы. Подход, предложенный Матохиной А.В. с коллективом авторов, включает в себя:

1. Краткое описание предметной области с описанием и параметрами.
2. Примеры 3-х выделенных отношений в предметной области.
3. Текст семантической и фреймовой сети в формате dot.
4. Построенная в среде GraphViz семантическая и фреймовая сеть в виде графа [7].

DOT – язык описания графов. Граф, описанный на языке DOT, представляет собой текстовый файл с расширением .gv или .dot в

понятном для человека и обрабатывающей программы формате. Ниже представлена визуализация процесса формирования семантической модели представления знаний о нейропрогнозировании ВВП с помощью графов (рисунок 3).

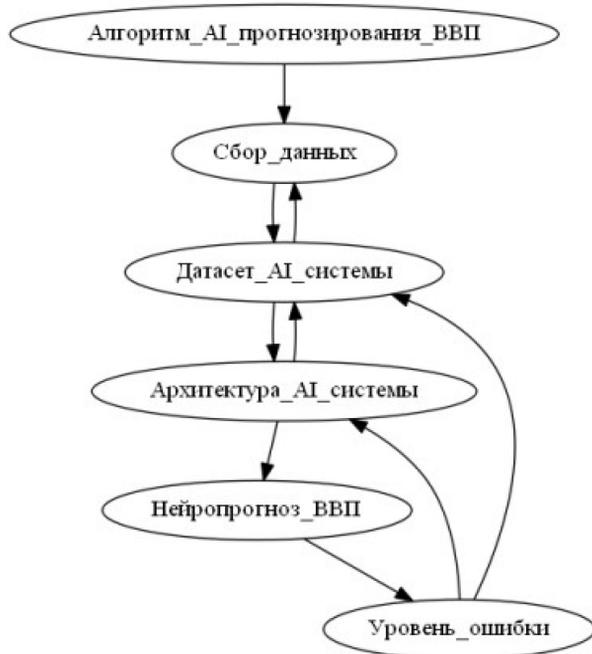


Рис. 3. Семантическая модель представления знаний

Скрипт кода на языке Dot представлен на рисунке 4.

```

digraph G {
    Алгоритм_AI_прогнозирования_ВВП->Сбор_данных->Датасет_AI_системы->Архитектура_AI_системы->Нейропрогноз_ВВП;
    Датасет_AI_системы ->Сбор_данных;
    Архитектура_AI_системы->Датасет_AI_системы;
    Уровень_ошибки->Датасет_AI_системы;
    Нейропрогноз_ВВП->Уровень_ошибки;
    Уровень_ошибки->Архитектура_AI_системы;
}
  
```

Рис. 4. Скрипт кода на языке Dot семантической модели представления знаний

В графическом виде графы, описанные на языке DOT, представляются с помощью специальных программ, например, Graphviz. Структура графа на языке DOT описывается в виде списка субграфов, каждый элемент которого представляет собой конструкцию: `graph %имя_графа% { }` внутри которой (в фигурных скобках – { }) находятся комментарии и инструкции, описывающие субграф. Инструкции описывают вершины и рёбра целевого графа и разделяются символом точки с запятой – ;.

В моделях знаний рассматривают ряд понятий:

1) Отношения в семантических сетях, которые подразделяются на классы (родовидовые отношения, отношения «целое – часть», синонимия и антонимия, логические отношения, функциональные отношения, атрибутивные отношения, количественные отношения, пространственные отношения, временные отношения, лингвистические отношения).

2) Многие знания можно представить в виде иерархических структур, имеющие иерархические связи (Гипероним – гипоним (общее – частное), Холоним – мероним (целое – часть)).

3) Между понятиями также выделяют определенные типы отношений (эквивалентность, синонимия, несовместимость, антонимия).

4) К функциональным отношениям относятся: взаимодействие, влияние, и пр., также отношения собственности, происхождения.

5) К атрибутивным относят отношение между объектом и свойством объекта, выделяют следующие отношения: а) непереносимое свойство, б) возможное свойство, в) способность, г) количественные отношения, д) пространственно-временные отношения.

Использование вышеперечисленных понятий позволяет сформировать и использовать семантическую модель представления знаний в прогнозировании ВВП РФ нейросетью, в том числе для оптимизации гиперпараметров нейросети. Целесообразно использовать нейросеть для формирования прогноза ВВП РФ.

Нейросеть Perseptron для прогноза ВВП РФ

Программа Perseptron для прогноза ВВП сформирована на платформе Deductor. Deductor – аналитическая платформа, разработанная компанией BaseGroup Labs.

Перцептрон был сформирован и обучен на исходных параметрах, вошедших в датасет, представленных в таблице с исходными данными, которые в значительной мере получены с аналитических обзоров Росстата [11], [12]. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Исходные данные за 2010–2021 гг.

| Год | Инвестиции в основной капитал, % | Экспорт, % | Индекс доли НИОКР в ВВП, % | Доля Нитеч отраслей в ВВП, % | Внешнеторговый оборот, % | Сельское хозяйство, % | ВВП РФ, млрд. руб. |
|------|----------------------------------|------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1992 | 100,0 | 100 | 1,10 | 22,8 | 100 | 100 | 1429 |
| 2000 | 43,1 | 100,0 | 1,05 | 22,8 | 132,2 | 27,5 | 7306 |
| 2005 | 310,0 | 241,9 | 1,11 | 22,8 | 133,7 | 186,0 | 21610 |
| 2010 | 253,4 | 163,6 | 1,13 | 22,8 | 132,7 | 178,3 | 46309 |
| 2015 | 151,8 | 86,9 | 1,10 | 21,10 | 66,4 | 194,7 | 83087 |
| 2016 | 106,1 | 82,5 | 1,10 | 21,30 | 88,5 | 106,6 | 85616 |
| 2017 | 108,7 | 125,3 | 0,99 | 21,80 | 125 | 99,9 | 91843 |
| 2018 | 111,0 | 125,5 | 1,04 | 21,20 | 117 | 104,7 | 103861 |
| 2019 | 108,6 | 94,5 | 1,1 | 21,20 | 97,3 | 110,5 | 109608 |
| 2020 | 105,0 | 79,0 | 1,1 | 18,9 | 92,1 | 101,3 | 107315 |
| 2021 | 98,6 | 138,0 | 1,0 | 22,7 | 109,3 | 99,1 | 131015 |

Обращает на себя внимание падение бюджетных расходов на гражданские НИОКР по сравнению с ранее планируемыми составляет в среднем 5–6% в год. Наиболее высокими темпами – на 10,8% в год – будут возрастать расходы на фундаментальные исследования, соответственно, увеличится их доля в общих расходах на гражданские НИОКР. Однако по сравнению с ранее планируемыми (на 2020–2022 гг.) ассигнованиями на фундаментальные исследования произошло небольшое их сокращение: на 2,3% на 2021 г. и на 6,9% на 2022 г. [10]

Граф нейросети представлен на рисунке 5.

Разработанный перцептрон содержит 6 параметров на входном слое. Кроме того, имеется два скрытых слоя по 2 и 1 узлу, и выходной слой с одним параметром – прогноз ВВП, (млрд. руб.). Использование функции «что-если» позволяет получить прогнозное

значение ВВП (Прогноз ВВП РФ, млрд. руб. _OUT) и сравнить их с фактическими (Прогноз ВВП РФ, млрд. руб.) (рисунок 6).

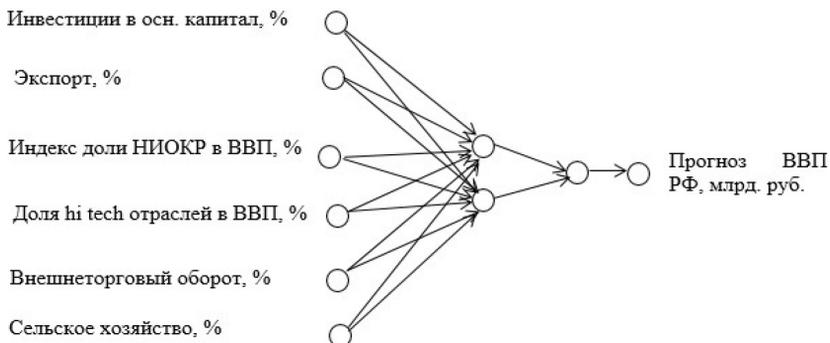


Рис. 5. Граф нейросети перцептрон

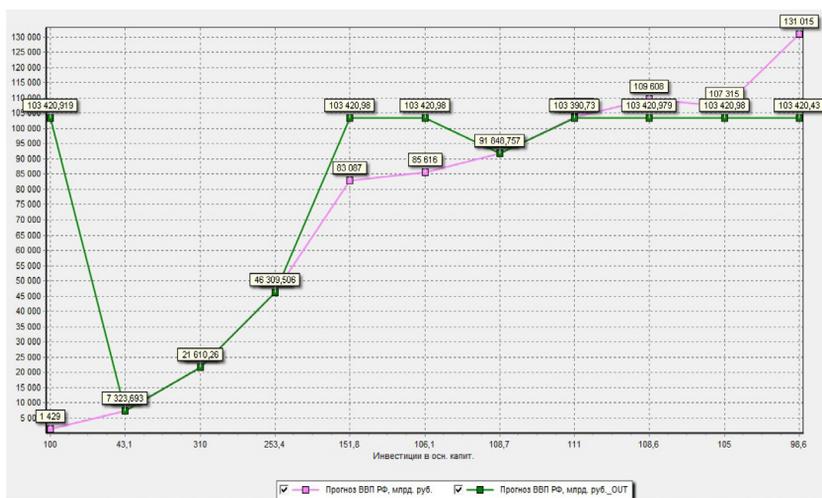


Рис. 6. Прогнозные (_OUT) и фактические значения ВВП РФ

Что касается России, то 2020 был не самым удачным годом для экономики страны. ВВП РФ в 2020 году упал до 1464 млрд. долларов или на 123 млрд. долларов, что составляет 4, 12%. По показателю ВВП на душу населения, Россия занимает 66 место в мире [8].

Обсуждение

Если сравнивать полученные результаты проведенных исследований с результатами других ученых, то следует отметить верное направление движения касательно использования систем искусственного интеллекта. Необходимо более глубокое исследование зависимости между ВВП и другими важными параметрами в условиях современных трансформаций в экономике.

Необходимо более глубокое исследование зависимости между ВВП и огромной совокупностью других параметров, выявить которые поможет использование семантической модели представления знаний в прогнозировании ВВП РФ нейросетью, в том числе для оптимизации гиперпараметров нейросети.

В отличие от предложенной нейросетевой модели, AI-модели рассмотренные в более ранних исследованиях авторов, опирались на использование иных параметров. Так, например, в ранних исследованиях авторов, был сформировали нейропрогноз ВВП глобальной экономики по факторам, включая вклад предпринимательства и энергопотребление [3, с. 255-259], кроме того, был проведен интеллектуальный поиск закономерностей глобального ВВП путём квантования данных вклада предпринимательства и инноваций [4, с. 124-126], а так же был использован искусственный интеллект в исследовании вклада предпринимательства и энергетического менеджмента ВВП глобальной экономики [5, с. 260-263].

Важно определить, каковы будущие направления исследований. Среди будущих направлений исследований следует отметить: 1) Прогнозирование финансовых рисков с использованием деревьев решений и нейронных сетей глубокого обучения [14]; 2) Применение моделей прогнозирования кредитного риска на основе XGBoost и глубокой нейронной сети на основе графа [15].

Структура ВВП по отраслям дает очень четкое представление о том, в каком состоянии находится тот или иной сегмент. Кроме того, анализ всех видов деятельности и их доли в экономике позволяет вовремя обратить внимание на хорошо развивающиеся отрасли и увидеть те, которые по каким-то причинам проседают, и принять необходимые меры.

Выводы

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Во-первых, исследование теоретических основ прогнозирования ВВП имеет важное значение, поскольку на основе анализа динамики ВВП можно сделать выводы о том, хорошо ли работает экономика государства.

Во-вторых, доказана выдвинутая гипотеза, что с помощью нейросетевой модели «персептрон» и семантической модели представления знаний, можно получить прогноз ВВП России на следующий год.

В-третьих, необходимо более глубокое исследование зависимости между ВВП и огромной совокупностью других параметров, выявить которые поможет использование семантической модели представления знаний в прогнозировании ВВП РФ нейросетью, в том числе для оптимизации гиперпараметров нейросети.

Список литературы

1. Валовой внутренний продукт. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%> (дата обращения 24.04.2022)
2. ВВП России по годам, 1995 - 2021 (в текущих ценах, данные Росстата). URL: <http://global-finances.ru/vvp-rossii-po-godam/> (дата обращения 30.04.2022)
3. Интеллектуальный анализ и нейро-прогноз ВВП глобальной экономики по факторам, включая вклад предпринимательства и энергопотребление / Н.И. Ломакин, Д. Ли, Г.М. Кондрашов, В.В. Покидова, И.А. Уланова, А.Ф. Московцев, А.В. Копылов, И.А. Самородова, О.Н. Максимова, А.В. Горбунова // Современные исследования социальных проблем: электрон. науч. журнал. 2017. Т. 8, № 1-2. С. 255-259. Режим доступа: <http://ej.soc-journal.ru> (дата обращения 24.04.2022)
4. Интеллектуальный поиск закономерностей глобального ВВП путём квантования данных вклада предпринимательства и инноваций / Н.И. Ломакин, Г.И. Лукьянов, О.Н. Максимова, И.А. Самородова, А.В. Масленников, И.О. Колодкин // Наука Красноярья. 2017. Т. 6, № 3-3. С. 124-126.

5. Искусственный интеллект в исследовании вклада предпринимательства и энергетического менеджмента ВВП глобальной экономики / Н.И. Ломакин, Д. Ли, Г.М. Кондрашов, В.В. Покидова, А.Ф. Московцев, А.В. Копылов, А.П. Тюков, И.А. Самородова, О.Н. Максимова, А.В. Горбунова, Я.А. Попова // Современные исследования социальных проблем: электрон. науч. журнал. 2017. Т. 8, № 1-2. С. 260-263. Режим доступа: <http://ej.soc-journal.ru> (дата обращения 24.04.2022)
6. Классификация систем искусственного интеллекта. URL: <https://allrefrs.ru/2-30416.html> (дата обращения 18.06.2022)
7. Матохина А.В. Практикум по системам управления знаниями в организационно-экономических и производственно-технических системах. Часть 1. Учебное пособие / А.В. Матохина, О.А. Шабалина, В.А. Камаев, А.В. Кизим. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. 141с.
8. Насколько вырос ВВП России и стран мира в 2020 году. URL: <http://bs-life.ru/makroekonomika/vvp2021.html> (дата обращения 24.04.2022)
9. Перцептрон. URL: <https://neural.radkopeter.ru/chapter/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8B/> (дата обращения 18.06.2022)
10. Российская экономика в 2020 году тенденции и перспективы. URL: <https://www.iep.ru/files/text/trends/2020/04.pdf> (дата обращения 08.07.2022)
11. Структура ВВП России 2021 по отраслям. URL: <https://bankiros.ru/wiki/term/struktura-vvp-rossii-po-otraslam> (дата обращения 24.04.2022)
12. Структура ВВП России 2022 по отраслям. URL: <https://bankiros.ru/wiki/term/struktura-vvp-rossii-po-otraslam> (дата обращения 24.04.2022)
13. Что такое ВВП. Как и зачем его считают. URL: <https://journal.tinkoff.ru/guide/gdp/> (дата обращения 08.07.2022)
14. Kristof T., Virag M. EU-27 bank failure prediction with C5.0 decision trees and deep learning neural networks. Research in International Business and Finance. 61, 101644. 2022.
15. Liu J., Zhang S., Fan H. A two-stage hybrid credit risk prediction model based on XGBoost and graph-based deep neural network. Expert Systems with Applications 195, 116624 (2022).

References

1. Gross domestic product. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%>
2. Russian GDP by years, 1995 - 2021 (in current prices, Rosstat data). URL: <http://global-finances.ru/vvp-rossii-po-godam/>
3. N.I. Lomakin, D. Li, G.M. Kondrashov, V.V. Pokidova, I.A. Ulanova, A.F. Moskovtsev, A.V. Kopylov, I.A. Samorodova, O.N. Maksimova, A.V. Gorbunova. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem* [Modern studies of social problems], 2017, vol. 8, no. 1-2, pp. 255-259.
4. N.I. Lomakin, G.I. Luk'yanov, O.N. Maksimova, I.A. Samorodova, A.V. Maslennikov, I.O. Kolodkin. *Nauka Krasnoyar'ya*, 2017, vol. 6, no. 3-3, pp. 124-126.
5. N.I. Lomakin, D. Li, G.M. Kondrashov, V.V. Pokidova, A.F. Moskovtsev, A.V. Kopylov, A.P. Tyukov, I.A. Samorodova, O.N. Maksimova, A.V. Gorbunova, Ya.A. Popova. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem* [Modern studies of social problems], 2017, vol. 8, no. 1-2, pp. 260-263
6. Classification of artificial intelligence systems. URL: <https://allrefrs.ru/2-30416.html>
7. Matokhina A.V. *Praktikum po sistemam upravleniya znaniyami v organizatsionno-ekonomicheskikh i proizvodstvenno-tekhnicheskikh sistemakh. Chast' 1* [Workshop on knowledge management systems in organizational, economic and production and technical systems. Part 1] / A.V. Matokhina, O.A. Shabalina, V.A. Kamaev, A.V. Kizim. Volgograd: VolgGTU, 2015, 141 p.
8. How much did the GDP of Russia and the countries of the world grow in 2020. URL: <http://bs-life.ru/makroekonomika/vvp2021.html>
9. Perceptron. URL: <https://neural.radkopeter.ru/chapter/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8B/>
10. Russian economy in 2020, trends and prospects. URL: <https://www.iep.ru/files/text/trends/2020/04.pdf>
11. Structure of Russian GDP 2021 by industry. URL: <https://bankiros.ru/wiki/term/struktura-vvp-rossii-po-otraslam>
12. Structure of Russian GDP 2022 by industry. URL: <https://bankiros.ru/wiki/term/struktura-vvp-rossii-po-otraslam>

13. What is GDP. How and why it is considered. URL: <https://journal.tinkoff.ru/guide/gdp/>
14. Kristof T., Virag M. EU-27 bank failure prediction with C5.0 decision trees and deep learning neural networks. *Research in International Business and Finance*. 61, 101644. 2022.
15. Liu J., Zhang S., Fan H. A two-stage hybrid credit risk prediction model based on XGBoost and graph-based deep neural network. *Expert Systems with Applications* 195, 116624 (2022).

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ломакин Николай Иванович, к.э.н., доцент

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
tel9033176642@yahoo.com*

Пескова Ольга Сергеевна, д.э.н., профессор

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
peskovaolga81@mail.ru*

Юрова Ольга Витальевна, кандидат социологических наук, доцент

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
yurova@vstu.ru*

Кабина Виктория Викторовна, аспирант кафедры Системы автома-

*тизированного проектирования и поискового конструирования
Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
victresss@mail.ru*

Федоровская Эвелина Олеговна, магистрант

*Волгоградский государственный технический университет
просп. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Российская Фе-
дерация
evelinaelvis@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Nikolay I. Lomakin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

*Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
tel9033176642@yahoo.com*

Olga S. Peskova, Doctor of Economics, Professor

*Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
peskovaolga81@mail.ru*

Olga V. Yurova, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor

*Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
yurova@vstu.ru*

Viktoriya V. Kabina, post-graduate student of the Computer-Aided De-

*sign and Exploratory Design Department
Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
victresss@mail.ru*

Evelina O. Fedorovskaya, master student

*Volgograd State Technical University
28, prosp. Lenin, Volgograd, 400005, Russian Federation
evelinaelvis@gmail.com*

Поступила 15.06.2022

После рецензирования 20.06.2022

Принята 25.06.2022

Received 15.06.2022

Revised 20.06.2022

Accepted 25.06.2022