

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Д.Ю. Саханевич

Вологодский научный центр Российской академии наук (Вологда, Россия)

### Информация о статье

Дата поступления  
6 мая 2020 г.

Дата принятия в печать  
25 мая 2020 г.

### Тип статьи

Обзорная статья

**Аннотация.** Одной из проблем, препятствующих развитию социально-экономической сферы в инновационном направлении, является недостаточное структурирование подходов и методов, используемых в машинном обучении в рамках внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в социально-экономические процессы. Эта же проблема препятствует росту темпов инновационного развития и, как следствие, повышению научно-технического уровня страны. В рамках статьи классифицированы и систематизированы аспекты машинного обучения, акцентировано внимание на необходимости ускорения построения и внедрения алгоритмов как основы ИИ для роста эффективности управления социально-экономическими процессами. В достижение этой цели приведены результаты анализа понятий машинного обучения и ИИ, изучения аналитических материалов в отношении подходов и методов к внедрению ИИ и перспективам его применения в социально-экономических процессах. Систематизированы подходы в машинном обучении к внедрению ИИ в зависимости от исторического периода, области внедрения ИИ и др., а методы – по способу обучения машины, модели прогнозирования данных для построения алгоритмов ИИ (например, вероятностные), а также по идее или характеру исследования, для которого используется такая технология (оценка и сбор статистических показателей, проведение аналитической работы). Изучение материала, связанного с машинным обучением и построением ИИ, позволило сделать следующие выводы. Теоретический фундамент в виде математических, статистических методов как основы построения алгоритмов для создания ИИ в рамках машинного обучения является необходимой частью процесса обучения ЭВМ человеческим качествам. Однако, информация о методах и подходах машинного обучения, главным образом, разрозненна, и необходимо формирование единой методологической базы с целью упрощения этапа поиска нужного метода создания ИИ для решения какой-либо социальной, экономической или другой проблемы. Наличие такой базы создаст возможности замены одного метода машинного обучения для создания ИИ другим в разных областях деятельности и социально-экономических процессах.

### Ключевые слова

Машинное обучение, искусственный интеллект, подход, метод, социально-экономический процесс

Статья подготовлена в рамках государственного задания № 0168-2019-0007 «Обеспечение конкурентоспособности регионов в условиях научно-технологических изменений и цифровизации экономики».

## RESEARCH OF APPROACHES AND METHODS OF APPLYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN SOCIO-ECONOMIC PROCESSES

D.Yu. Sakhanevich

Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (Vologda, Russia)

### Article info

Received  
May 6, 2020

Accepted  
May 25, 2020

### Type paper

Review

**Abstract.** One of the problems hindering the development of the socio-economic sphere in the innovative direction is the lack of structuring of approaches and methods used in machine learning as part of the introduction of artificial intelligence (AI) in socio-economic processes. The same problem hinders the growth of the pace of innovative development and, as a result, the improvement of the scientific and technical level of the country. The article classifies and systematizes aspects of machine learning, focuses on the need to accelerate the construction and implementation of algorithms as the basis of AI for increasing the efficiency of managing socio-economic processes. To achieve this goal, the following results are presented: analysis of the concepts of machine learning and AI, study of analytical materials regarding approaches and methods to the introduction of artificial intelligence and prospects for its application in socio-economic processes. There were systematized approaches to machine learning introduction to artificial intelligence depending on the historical period, the implementation of AI,

and another, and methods according to the method of machine learning, predictive model data for creating AI algorithms (e.g., probabilistic), and the idea or the nature of the research that uses this technology (assessment and collection of statistical indicators, analysis). The study of the material related to machine learning and AI construction allowed us to draw the following conclusions. The theoretical foundation in the form of mathematical and statistical methods as the basis for building algorithms for creating AI in the framework of machine learning is a necessary part of the process of teaching computers human qualities. However, information about machine learning methods and approaches is mostly scattered, and it is necessary to form a unified methodological base in order to simplify the stage of searching for the right method of creating AI to solve any social, economic or other problem. The presence of such a database will create opportunities to replace one machine learning method for creating AI with another in different fields of activity and socio-economic processes.

#### **Keywords**

Machine learning, artificial intelligence, approach, method, socio-economic process

**Acknowledgements.** The article was prepared in the framework of the state task No. 0168-2019-0007 "Ensuring the competitiveness of regions in the conditions of scientific and technological changes and digitalization of the economy".

**1. Введение.** В современном обществе новые цифровые технологии применяются в разнообразных сферах деятельности человека. Их внедрение в социально-экономические процессы способствует росту производительности труда, экономии времени и издержек [1]. Цифровые технологии как одна из составляющих развития общества, способствующая трансформации привычных для производственной, социальной, экономической деятельности процессов представляют собой ресурсы в виде технико-технологической основы для цифровизации. Развитие электронно-вычислительных машин (ЭВМ) направлено на наделение их человеческими качествами (логикой мышления) с целью оптимизации и ускорения управленческого процесса, в частности, в принятии решений.

Примером применения ЭВМ в этом направлении является процесс кредитования, скорость которого увеличилась в несколько раз после введения в деятельность банков специальных приложений с алгоритмами машинного обучения в рамках воссоздания искусственного интеллекта – помощника [2]. Эти приложения направлены на формирование рекламных предложений (например, рекомендаций по возможностям кредитования) для каждого пользователя индивидуально, в соответствии с определенными критериями, выбор которых осуществляется с помощью искусственного интеллекта (ИИ).

Главным отличием ЭВМ с приложениями с ИИ от обычных является возможность построения логических цепочек без участия человека. Так, ИИ, созданный на основе алгоритмов нейронных сетей с помощью методов машинного обучения, может порекомендовать клиентам банка оптимальные предложения,

исключая человеческий фактор. Также данный процесс будет более эффективным по времени, поскольку и банк, и клиент сэкономят время: банк – на обслуживании (отсутствие длительного подбора выгодных условий), а клиент – на оформлении (мобильное приложение позволяет получить кредит в любом месте).

Таким образом, машинное обучение, являясь частью цифровых технологий, способствует повышению эффективности экономической деятельности людей, ускорению процессов принятия управленческих решений (решение по выдаче кредитов), росту качества производственных и организационных операций, конкурентоспособности промышленных предприятий и др. [3].

На данный момент исследователи, которые занимаются изучением ИИ и машинного обучения, связывают свою деятельность лишь с открытием новых методов и подходов в данном направлении, а не формированием знаний и структурированием их в систему (архитектуру). Поскольку общая теория о подходах и методах машинного обучения слабо структурирована [4], то вопрос о ее разработке является актуальным. В данной статье поставлена цель систематизировать знания о применении подходов и методов машинного обучения в социально-экономических процессах и предложить рекомендации по совершенствованию данного процесса.

**2. Обзор литературы.** При проведении исследования использовались материалы научных работ, в которых рассматриваются вопросы изучения ИИ и машинного обучения. Так, в рамках анализа подходов и методов были рассмотрены труды отечественных и зарубежных исследователей. В работах таких авторов, как G.F. Luger, P. Flach, Д.Ю. Черкасов, В.В. Ива-

нов и др. [5–7], представлены аспекты, связанные с изучением сущности ИИ и машинного обучения, описывающих основное их назначение. Выявлены подходы к созданию алгоритмов в машинном обучении, схожие по предмету исследования, но различные по представлению классификаций (книги или статьи с отдельными темами, а также курсы лекций, где отсутствует явное представление информации в полном объеме как классификации) и характеру описания их сущности (в частности, различные по уровню сложности и доступности информации для всех интересующихся) у П. Норвига, С. Рассела, Р.В. Клименко, М.Ю. Опенкова и др. [8–10], а методы – у К.С. Сидорова, А.И. Майсурадзе, К.В. Воронцова и др. [11–13]. В результате изучения были сформированы классификации, которые можно объединить и представить в виде системы «подходы – методы» с выделением основных признаков (по подходам – предмет процесса построения алгоритма, временной промежуток использования во взаимосвязи с уровнем технологий, область применения; по методам – способ обучения машины, вероятностное и нестохастическое прогнозирование данных, акцент на идею использования в сторону статистики, аналитики и т. д.). Данные результаты собраны главным образом для того, чтобы акцентировать внимание на существующей проблеме необходимости единой базы подходов и методов машинного обучения для ускорения процесса внедрения ИИ в социально-экономические процессы.

**3. Гипотезы и методы исследования.** Основная гипотеза настоящего исследования: систематизация подходов и методов машинного обучения как основы создания искусственного интеллекта важна для совершенствования социально-экономических процессов. Изучение этого вопроса является актуальным в современном обществе по причине увеличения значимости технологий в роли фактора, способствующего развитию всех систем жизнедеятельности людей. Также это необходимо в рамках содействия повышению уровня производства как одной из главных составляющих социально-экономической системы, что должно проявляться в сокращении издержек и затрат, высвобождении трудовых ресурсов и т. д. Таким образом, в достижении поставленной цели в статье и приведенной гипотезы следует выполнить следующие задачи:

– изучить и проанализировать понятия машинного обучения и ИИ, в том числе выделить их отличительные особенности;

– структурировать и классифицировать подходы и методы применения машинного обучения и ИИ по выделенным в процессе исследования признакам;

– определить перспективные направления применения существующих подходов и методов машинного обучения и ИИ в социально-экономических процессах;

– представить рекомендации по совершенствованию разработки и формированию материала о подходах и методах в едином источнике.

При достижении поставленных задач использовались методы анализа и синтеза к предмету исследования, аналогии и дедукции в процессе выявления признаков распределения подходов и методов для структурирования их в классификации. Так же применялись методы обобщения и систематизации.

**4. Сущность искусственного интеллекта и машинного обучения.** Основу создания ИИ представляет машинное обучение и результаты исследований в этом направлении. Однако, данные категории не являются тождественными. На наш взгляд, первая из них представляет собой продукт (алгоритм), созданный с использованием второй (методов и подходов машинного обучения).

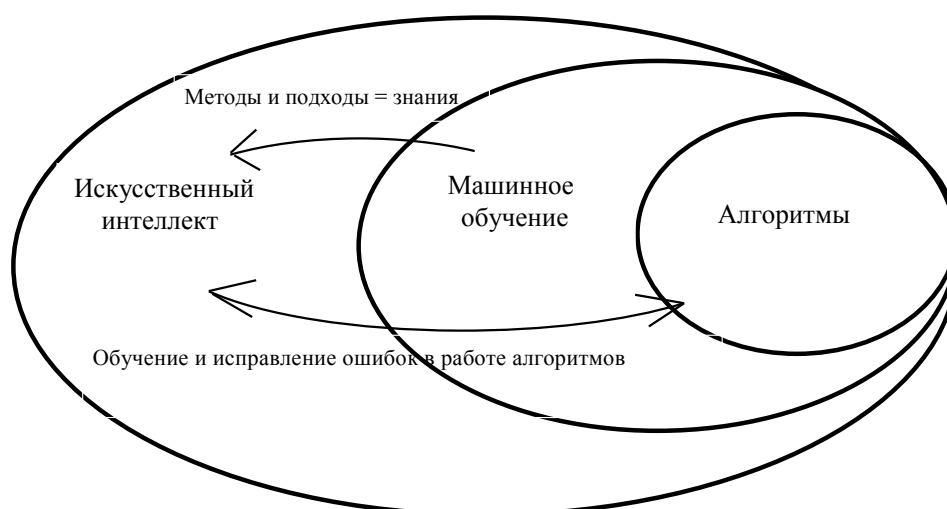
ИИ, по мнению А. Кaul [14], представляет собой информационную систему, разработанную для того, чтобы наделять компьютеры имитирующими человека способностями: слухом, зрением, способностью к обучению. Согласно Е.К. Бутенко [2], под ИИ подразумевается способность программного обеспечения производить манипуляции, схожие с действиями, реализуемыми под управлением мозга человека. Другие определения представлены в табл. 1.

Таким образом, ИИ – это система, направленная на замену умственной деятельности человека в управлении разнообразными предприятиями, проектами, операциями и т. д., созданная с помощью методов и подходов машинного обучения, включающих разнообразные алгоритмы. Машинное обучение – это система последовательных этапов построения алгоритмов, создающих основу ИИ. Следовательно, машинное обучение представляет собой часть области исследования об ИИ (рис. 1).

Таблица 1. Понятие машинного обучения и искусственного интеллекта

Table 1. The concept of machine learning and artificial intelligence

<i>Термин</i>	<i>Понятие</i>
Искусственный интеллект	Набор методов, определяющих свойство систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека [15]
	Свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека [16]
	Дисциплина, исследующая закономерности, лежащие в основе разумного поведения, путем построения и изучения артефактов, предопределяющих эти закономерности [5]
Машинное обучение	Метод анализа данных, который автоматизирует построение аналитической модели; отрасль ИИ, основанная на идее, что машины должны уметь учиться и адаптироваться через опыт [7]
	Широкая и динамически развивающаяся область исследований, использующая огромное число теоретических и практических методов [17]
	Раздел искусственного интеллекта, изучающего методы построения моделей, способных обучаться, а также алгоритмов для их построения и обучения [6]



*Взаимосвязь машинного обучения и искусственного интеллекта*

*The relationship between machine learning and artificial intelligence*

Основу этой работы составляет изучение и систематизация знаний о подходах и методах, поэтому рассмотрим уже существующие, начиная с первых.

**5. Подходы к разработке искусственного интеллекта.** Подходы – это совокупность основных способов и методов решения задач с целью получения новых знаний, обобщения и углубления понимания совокупности фактов и теорий в любой области науки [18].

В машинном обучении можно выделить ряд подходов к деятельности по построению ИИ в зависимости от различных признаков:

1. В зависимости от предмета, который является основой процесса машинного обучения [8]:

– *ориентированный на алгоритм* – подход, направленный на знания эксперта (например, IT-сферы), его способность логически использовать уравнения для встраивания их в алгоритмы работы ЭВМ в целях решить единственную задачу и поставить нахождение результата на поток без дальнейшего вмешательства человека; направлен на разработку и усовершенствование созданных алгоритмов через преобразование функций;

– *ориентированный на базу данных* – подход, основанный на самостоятельности машин в обучении через анализ тысяч примеров, которые формируются из информации, собранной онлайн, для роста их «интеллекта»; такой подход способствует повышению возможно-

стей какой-либо функции ЭВМ за счет дополнительного обучения на основе всё новых опытных образцов (примером является сбор системой *Google* информации об изображениях при входе на какой-либо сайт – выделение картинок с машинами, светофорами и т. п.).

2. В зависимости от исторического периода и уровня технологий [9; 10]:

– *традиционный* (до 2000-х гг.) – классические алгоритмы, содержание которых заключается в построении системы уравнений пользователем ЭВМ в целях решить одну задачу;

– *современный* (с 2000-х гг. и по сегодняшний день) – глубокое обучение ЭВМ посредством множества данных (например, тысячи картинок людей разного пола в целях обучения машин распознавать лица) для построения слоев нейронных сетей как инструмента извлечения признаков и их преобразования.

Разделение подходов в зависимости от предмета (алгоритма, базы данных), на развитие которого направлены исследования, рассмотрены в работе П. Норвига и С. Рассела [8]. Они выделяют такие этапы становления ИИ, где используются рассуждения с помощью аналитической деятельности в процессе выполнения алгоритма, а также подход, основанный на построении поведения, подобного человеческому, нерационального, когда процессы структурирования информации не контролируются [9]. Соответственно, в первом подходе исследования ориентированы на воссоздание логических цепочек с использованием информации из статистики (математики), а во втором – воспроизведение поведения человека, когда ЭВМ присваиваются функции – говорить, понимать, творить и т. д.

Работа в рамках подхода по развитию процесса мышления машин велась в деятельности А. Ньюэлла и Г. Саймона, которые разработали программу *GPS (General Problem Solver – букв. «универсальный решатель задач»)* [19]. Они не стремились лишь к тому, чтобы эта программа правильно решала поставленные задачи, а в большей степени направляли усилия на то, чтобы запись этапов проводимых *GPS* рассуждений совпадала с регистрацией рассуждений людей, решающих такие же задачи.

Указание на подходы, разделяющие машинное обучение на два этапа в зависимости от периода, представлено Р.В. Клименко [9], описывающим применение дедукционного и индукционного методов. Отмечено, что с мо-

мента появления электронно-вычислительной техники и до недавнего времени общепринятый подход к программированию ЭВМ-устройств основывался на написании дедуктивных алгоритмов, т. е. алгоритмов, результат выполнения которых одинаков для одних и тех же входных данных вне зависимости от полученной в процессе эксплуатации информации. Однако в последние несколько лет привычный способ программирования, благодаря которому человеческая цивилизация достигла огромных успехов в процессе обработки информации, перестал быть «монополистом» и получил мощного конкурента – *machine learning* (подход к написанию программ, которые самообучаются пропорционально опыту).

Подходы, выделяемые по признаку исторического периода, могут получать и иные обозначения. Так, М.Ю. Опенков [10] называет традиционный и современный этапы «зимой» и «новой весной» ИИ соответственно. Первый период соотносится с 2000-ми гг. и характеризуется использованием экспериментальной и консалтинговой деятельности. Второй этап связан с периодом на 30 лет позже и с ростом информации о современном мире, а также с накоплением баз данных, использованием методов анализа и прогнозирования в машинном обучении, воспроизведением человеческой деятельности в ЭВМ.

Таким образом, усовершенствование ЭВМ является одной из причин появления машинного обучения – именно этот факт послужил переходу от традиционной статистики к машинному обучению. Данный переход заключается в изменении объемов анализируемой информации, необходимости классификации и скорости ее обработки. Например, составление выборки в традиционном подходе требовало классификации данных и определения факторов, подвластных обзору человеческого мозга, и лишь в дальнейшем появлялась возможность ускорения анализа через ЭВМ; в машинном обучении первый этап можно изменить. Также в традиционном подходе производилась постановка границ и определенных задач, в то время как машинное обучение может оперировать большими объемами данных, самостоятельно определяя закономерности с последующим прогнозом [4].

Примеров использования машинного обучения на производстве, в медицине, в финансовых организациях и других сферах деятель-

ности человека множество. Это может стать еще одним признаком классификации применения ИИ и машинного обучения. Разделение по признаку применимости в той или иной отрасли деятельности является рациональным, так как распределение существующих примеров и их систематизация определяют возможность использования каждого метода как альтернативного к одной и той же задаче в машинном обучении. Также данная систематизация предоставляет возможность сокращения поиска решений для ускорения различных процессов. Ориентиром (предпосылкой) выделения данного классификационного признака стали материалы статей И.С. Соколовой и А.А. Гальдина, Ю.О. Ушаковой и В.С. Ускова, О.Г. Солнцевой [20–22].

На основе исследованных примеров применения машинного обучения и обученного с его помощью ИИ следует выделить подходы, которые систематизируют знания машинного обучения в отношении использования их в разных сферах деятельности человека, а именно:

- маркетинг-ориентированный;
- производственный;
- финансовый;
- управленческий (организационный);
- социальный.

Данная классификация представлена на основе зарубежных и отечественных материалов, рассматривающих проблемы и вопросы в данной области [11; 23–26]. Систематизация примеров применения ИИ и машинного обучения представлена в табл. 2.

Анализируя области применения машинного обучения и ИИ, можно выделить те, в которых данные технологии используются более часто в сравнении с остальными. Так, основным направлением усовершенствования деятельности через применение обученных ЭВМ происходит при управлении данными маркетинговой и финансово-аналитической деятельностью. Проведенное РАЭК и НИУ ВШЭ при поддержке *Microsoft* исследование [27] показало, что наиболее часто используемым типом решений на базе ИИ в России являются виртуальные помощники: их применяют 38 % руководителей и ведущих специалистов. На втором месте оказались прогнозный анализ и машинное обучение (по 35 %). Основными критериями оценки внедрения ИИ респонденты исследования назвали удовлетворенность клиентов / партнеров / инвесторов (34 %), достижение ожидаемого возврата инвестиций, *ROI* (33 %) и качество продуктов и услуг (27 %). Данные приоритеты внедрения ИИ соотносятся с результатами использования его компаниями, где лидерами стали направления по исследованиям и разработкам (41 %), работа с клиентами (32 %), обслуживание клиентов (31 %), прогнозная аналитика (28 %), клиентские инсайты и накопление знаний (20 %). По результатам исследования выделено, что наибольшее применение ИИ осуществляется в маркетинге, финансовой сфере, информационно-технологической и промышленной сферах [27].

Таблица 2. Примеры применения искусственного интеллекта и машинного обучения в соответствии с областями деятельности

Table 2. Examples of applications of artificial intelligence and machine learning in accordance with the areas of activity

Подход	Применение <i>Big Data</i>	Применение обучающих моделей для искусственного интеллекта
Маркетинг-ориентированный	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Альфа-Банк» использует <i>Big Data</i> с целью оценки кредитоспособности, прогнозирования оттока клиентов и т. д.</li> <li>• Компания МТС совершенствует сервис персональных рекомендаций для абонентов.</li> <li>• Сеть гипермаркетов «Лента» анализирует информацию о покупателях из кассовых чеков для составления поведенческих моделей и роста коммерческой составляющей.</li> <li>• Видеореклама на сайтах, предложения друзей в социальных сетях построены с применением <i>Big Data</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «М.Видео» сегментирует «брошенные» в интернет-магазине корзины и выявляет причины, по которым покупки не были доведены до конца.</li> <li>• Телекоммуникационные компании применяют чат-боты для сбора ответов на вопросы абонентов, формирования предиктивной аналитики для сетки тарифов и вычисления вероятности использования абонентами каких-либо сервисов.</li> <li>• <i>X5 Retail Group</i> осенью 2017 г. начала массово применять машинное обучение для создания индивидуальных предложений для участников программы лояльности «Перекрестка»</li> </ul>

Окончание табл. 2  
The end of Table 2

Подход	Применение Big Data	Применение обучающих моделей для искусственного интеллекта
Производственный	<ul style="list-style-type: none"> <li>Компании «Транснефть», «Роснефть» анализируют процесс добычи нефти и наиболее эффективные способы ее извлечения; отслеживают процесс бурения, анализируют качество сырья, а также обработку и сбыт конечной продукции.</li> <li>Amazon применяет машинное обучение, чтобы оптимизировать складские запасы и персонализировать предложения.</li> <li>Infinite Analytics разработала систему машинного обучения для международного ритейлера (расчеты кликабельности рекламы помогают размещать ее оптимальным образом)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>В компании «Газпром нефть» разрабатывается проект «Когнитивный Геолог», целью которого является повышение эффективности и скорости работы геологов.</li> <li>Enlitic и ряд стартапов в области систем глубокого обучения сканируют с их помощью медицинские снимки для обнаружения рака.</li> <li>Представитель «Ростеха» приводит в пример решения для боевых самолетов, которые с использованием данной технологии могут сократить экипаж Су-35 и Су-57 до одного пилота</li> </ul>
Управленческий (организационный)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Газпромбанк применяет технологию Big Data для оперативного получения отчетности, персонализации предложений, проверки репутации потенциальных заемщиков и др.</li> <li>Компания МТС совершенствует систему планирования открытия точек через анализ пешеходного трафика, типов устройств абонентов, длительности нахождения абонентов в каком-либо районе и др.</li> <li>Проект «Автоматическая классификация обращений», которым «Ситроникс» занимается вместе с МГТС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Система на основе технологий IBM автоматизирует обработку исков в Сингапуре.</li> <li>Система от разработчика информационных платформ Lumidatum для формирования рекомендаций по улучшению обслуживания клиентов страховой компании.</li> <li>«Мегафон» с помощью ИИ анализирует предпочтения абонентов тарифа «Включайся».</li> <li>Российская компания Cognitive Technologies использует ИИ для беспилотной работы трактора с системой компьютерного зрения</li> </ul>
Финансовый	Сбербанк использует Big Data для управления рисками, а также для борьбы с мошенничеством, сегментации и оценки кредитоспособности клиентов	<ul style="list-style-type: none"> <li>Решение для анализа договоров о коммерческих кредитах от JPMorgan Chase.</li> <li>ВТБ применяет алгоритмы машинного обучения для управления рисками предотвращения финансовых махинаций</li> </ul>
Социальный	<ul style="list-style-type: none"> <li>Автоматизация работы служб охраны с помощью продвинутых систем видеонаблюдения от Artonomy (производителя дронов) и Sanbot (производителя роботов).</li> <li>Технологии Maersk совместно с IBM и государственными органами используют блокчейн на основе Big Data для отслеживания цепочек поставок.</li> <li>Система Google Deepmind Health позволяет обрабатывать огромные массивы медицинской информации.</li> <li>Medical Brain анализирует состояние пациента и подсчитывает, с какой вероятностью он снова обратится за медицинской помощью и возможна ли его смерть от этой болезни</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Российская компания «Интеллоджик» применяет российскую систему Botkin.AI, которая с точностью до 95 % позволяет выявлять онкологические заболевания на ранних стадиях благодаря анализу медицинских изображений с помощью технологий ИИ.</li> <li>Рекомендации друзей в социальных сетях; распознавание речи и автоматическая запись устной речи; распознавание образов по фотографиям в Facebook, «ВКонтакте».</li> <li>МТС использует ИИ в клиентских сервисах и планирует развивать продукты в цифровой медицине и онлайн-образовании, где ИИ сможет автоматизировать диагностику, удаленно контролировать здоровье пациентов и давать рекомендации для врачей и преподавателей</li> </ul>

Примечание. Сост. по: <http://www.tadviser.ru/index.php/Служебная:Search?search=применение+искусственного+интеллекта&fulltext=0>.

Выделение этих областей связано с акцентированием внимания в экономике на потребителя и удовлетворении его потребностей, что достигается через предоставление услуг. Также в современном обществе постоянно требуется обработка и прогнозирование данных в управляющей деятельности, регулирование расходов, в том числе на уровне государства. Например, следует оценивать государственный долг для эффективной деятельности. По словам В.А. Ильина и А.И. Поваровой, «оценивая государственный долг, необходимо учитывать не столько его объем, сколько структуру» [28, с. 50–51], и эту задачу можно решить с применением ИИ. Запрограммированная машина со способностью анализировать данные расходов и доходов государственной системы могла бы способствовать повышению роста эффективности управляющей деятельности.

Подходы представляют собой более обширную категорию, которая, в свою очередь, включает методы – способы теоретического исследования или практического осуществления исследуемых процессов.

**6. Методы машинного обучения.** Подбор методов и их использование позволяют совершенствовать ИИ и машинное обучение для применения данных технологий в управлении социально-экономическими явлениями. Однако разработанные методы обычно направлены на решение одной задачи, применимой в конкретной области, и не предполагается их альтернативное применение в других. Так, применение алгоритмов для создания ИИ в сфере услуг довольно сложно переориентировать на промышленный сектор. Это происходит из-за недостатка внимания к альтернативности применения разработанных алгоритмов и отсутствия экономии времени на этапе выбора схемы построения ИИ. Следует отметить, что существующее множество разрозненных методов способствует развитию отдельных сфер деятельности людей, но это не обеспечивает высоких темпов внедрения новых технологий.

На данный момент важно найти разнообразные способы применения одного метода к различным задачам в нескольких сферах деятельности одновременно. Результаты работ таких исследователей, как Дж.Ф. Люгер, Д.Ю. Черкасов, В.В. Вьюгин, Дж. Маккарти и др. [5; 7; 17; 29], позволяют классифицировать существующие методы по нескольким направлениям. К ним относятся:

1) в зависимости от способа обучения машины:

- контролируемое обучение / контролируемое с подкреплением;
- неконтролируемое обучение;
- обучение в действии;
- полууправляемое машинное обучение;

2) по признаку прогнозирования данных на основе закономерностей (вероятностный и неслучайный характер):

- статистические методы;
- нестохастические методы;

3) в зависимости от уровня сложности применения:

- сильные методы;
- слабые методы;

4) по признаку использования математических методов и инструментов математического аппарата:

- статистические;
- аналитические и др.

Наиболее распространенное деление методов – исходя из способа обучения машин, которое может различаться в зависимости от нахождения ошибок и их исправления. Выделяют следующие виды обучения: контролируемое, или с подкреплением; неконтролируемое; обучение в действии; полууправляемое обучение. Рассмотрим, в чем заключается сущность данных методов на примере классификации Д.Ю. Черкасова [7].

Контролируемое обучение представляет собой способ развития машины с помощью заданных входных данных и определенных границ решения поставленной задачи. Данное обучение включает в себя алгоритмы с ранее используемыми данными и отличается возможностью повторять заданную последовательность обработки к новой информации. Примерами контролируемого обучения являются: распознавание речи, используемое в *Google*, «Яндекс» и других поисковых системах; категоризации изображений; торговые боты; фармакологические исследования; выявление мошенничества; рекомендации по выбору блюд; удержание клиентов; режим работы светофоров; распознавание лиц; системы, научившиеся играть в видеоигры *Atari* и в го; система энергопотребления центров обработки данных и разработка торговых стратегий для фондового рынка; роботы компании *Kindred* используют машинное обучение для идентификации и сортировки незнакомых им объектов; *Microsoft* ис-



пользовала обучение с подкреплением для выбора заголовков новостей на *MSN.com*.

Следующим методом обучения машин является неконтролируемое обучение, в котором отсутствует деление данных на входе, и выходные данные по итогу работы алгоритма должны включать не только решение задачи, но и структурирование всех объемов ввода. Так, в «Тинькофф банке» при одобрении кредитов ИИ самостоятельно сопоставляет данные клиента с запрошенной им суммой кредита и использует для этой задачи скоринговые модели. В дальнейшем проведенные ранее операции позволяют за несколько секунд сформировать индивидуальное кредитное предложение. Также ИИ осуществляет автоматическое слежение за поведением и тратами клиента, что определяет его возможности принимать решения по росту (снижению) кредита конкретному клиенту.

Наиболее сложным представляется метод обучения в действии. Оно характеризуется постоянным взаимодействием ЭВМ с изменяющейся средой для дополнения (подкрепления) знаний в ходе выполнения поставленной задачи. Примерами обучения в действии является установление спам-фильтров в почте или вождение транспортного средства суперкомпьютером *Drive PX2*.

Последним методом в данной классификации является полууправляемое обучение, где машине предоставляется решение задачи на основе вводимых данных с недостатками, т. е. машина должна сформировать недостающие элементы данных и достигнуть результата. Так, представить полууправляемое машинное обучение можно через создание фотоархива, в котором помечены только некоторые изображения (например, собака, кошка, человек), а большинство не имеет маркировки, и машине нужно с помощью проб и ошибок научиться распознавать образы [30].

Разделения методов по способности машин обучаться и возможности понимания, контроля человеческим разумом алгоритмов их функционирования придерживаются и другие исследователи. Так, М.В. Коротеев [4] выделяет предобученные модели, мультизадачные сети, автоматизированное обучение. С.В. Щурина и А.С. Данилов [23] разделяют методы, в соответствии с применением ИИ, на автоматизированные, вспомогательные, расширенные и автономные. Данные методы означают спо-

собности машин выполнять механизированные рутинные задачи, увеличивать скорость выполнения задач, искать лучшие альтернативные решения одной задачи и принимать решения без участия человека.

Наиболее понятной для тех, кто впервые столкнулся с машинным обучением, выступает классификация по признаку, разграничивающему методы на направления математического аппарата. В числе авторов, которые занимаются разработкой методологических основ и формированием обобщающих знаний на основе математического аппарата, выявлены К.С. Сидоров, А.И. Майсурадзе, К.В. Воронцов, В.М. Неделько и др. [11–13; 31]. В основе их классификаций представлены следующие методы:

- линейные методы (модели) – регрессии и классификации, функция ошибки, градиентный спуск, переобучение, регуляризация;

- метод ближайших соседей (*k*-ближайших соседей) – предсказание результатов на основе ближних расположенных данных;

- градиентный бустинг с применением дерева принятия решений – метод, направленный на повышение уровня проработанности и функционирования алгоритма с каждым новым витком исправления ошибок;

- нейронные сети – созданные и взаимодействующие в одной сети процессоры, работающие по одному алгоритму с одной или несколькими задачами;

- методы, основанные на теории вероятностей;

- методы с применением машин опорных векторов, распределений и дальнейшим построением функций: параметрические методы и непараметрические;

- методы, конструирующие решающие правила (методы с явным заданием решения – дискриминант Фишера, методы прецедентов; методы на основе оптимизации эмпирического критерия – метод опорных векторов, дерево принятия решений, нейронные сети).

Однако существует схожая с этой классификация, где методы распределены на две группы в зависимости от возможностей получения данных и их качественной характеристики, а именно статистические – основанные на динамике и определенных расчетах статистики, где данные получены путем сбора информации с определенных экспериментов и наблюдений, – и нестохастические методы, ко-

торые характеризуются генерированием результатов совершенно неизвестным нам механизмом и используются для предсказания индивидуальных последовательностей.

Если в статистической теории прогнозирования (предсказание) происходит в последовательности стохастического процесса на основе прошлых наблюдений, то нестохастические методы берут за свои результаты предсказания в изменяющихся условиях. Мнение о функционировании алгоритмов, разрабатывающихся с помощью различных методов, присутствует в работе Э.В. Попова и Г.Р. Фирдмана [32], где описываются методы решения, в основе которых использованы теории эвристического поиска и автоматического доказательства теорем. Фундаментом данных методов являются проблемно-ориентированные языки программирования и автоматические решатели задач.

Приведем примеры конкретных методов, применяемых в этой классификации:

- статистические – методы, использующие ошибки обобщения и теорию размерности, и методы, основанные на построении алгоритмов классификации и регрессии, – метод опорных векторов, методы распознавания образов на основе построения разделяющих гиперплоскостей, или гиперповерхностей, в пространствах признаков;

- нестохастические – методы предсказания индивидуальных последовательностей, например с тестами калибруемости, экспертов – алгоритм Вовка; метод распределения потерь онлайн для усиления слабых алгоритмов классификации; метод экспоненциального смешивания; метод построения алгоритма многомерной регрессии онлайн, основанный на применении агрегирующего алгоритма; методы, связанные с теориями игр и вероятностей.

В качестве следующего признака разделения используемых методов в обучении машин и присвоения им человеческих способностей, выполнения заложенными в них алгоритмами разнообразных задач выделяется уровень сложности их применения.

Выделению данного признака способствовали исследования Дж.Ф. Люгера [5], в которых он рассматривает применение ИИ как сильного и слабого с соответствующими данному делению методами. Автор пишет о том, что слабые методы являются универсальными стратегиями поиска и применимы в целых

классах предметных областей, а сильные – фокусируют внимание на информации, специфичной для каждой предметной области. Разделение на сильные и слабые методы предлагается Э.М. Пройдаковым [24], который определяет сильными способные обучить машину человеческим способностям, слабыми – остальные. Данный исследователь придерживается позиции Л. Теслера, утверждающего, что ИИ – это всё то, что не сделано до сих пор. Последних слов о несостоятельности создания сильного ИИ придерживаются И.В. Гусев с соавторами [33], которые говорят о приверженности использования на сегодняшний день лишь ограниченного ИИ, т. е. направленного на определенные задачи, как пример – Алиса и ее способность распознавания речи и формирования ответной реакции через чат. Следовательно, можно отметить, что деление на слабые и сильные методы акцентирует внимание на проблеме сложности функционирования ИИ. Также указанные авторы придерживаются единого мнения относительно используемых методов, что видно из классификаций. Они выделяют следующие методы:

- слабые (универсальные стратегии поиска) – метод поиска экстремума в шашечной программе; анализ целей и средств в обобщенной системе решения задач;

- сильные – методы с применением экспертных систем на основе продукционных правил, рассуждений с использованием моделей и примеров, а также символическое обучение и др. [5].

Примерами применения слабых и сильных методов являются, соответственно, разработанная Apple для iOS вопросно-ответная система Siri – приложение по обработке естественной речи для рекомендаций пользователям (*tadadviser*) и тест Тьюринга, в котором человек не должен распознать, кто отвечает ему на другом конце провода – робот или человек (*Habr*).

**7. Заключение.** В результате исследования подходов и методов, используемых в машинном обучении для создания ИИ, можно сделать следующий вывод: применение статистических, математических методов служит фундаментом и базовым материалом для экспериментальных и опытных тестов в рамках разработки алгоритмов для обучения машин и привнесения в их работу человеческих качеств. Исследование возможности применения разнообразных алгоритмов для решения задач в социально-

экономической деятельности людей является актуальным на данный момент. Однако, существует проблема их внедрения, которая заключается в отсутствии единой структурированной методологической базы применяемых и создаваемых подходов и методов машинного обучения. Разработка данной базы представляется необходимым мероприятием в целях экономии времени при создании алгоритмов, способствующих упрощению сложности принятия решений в социально-экономических явлениях – постановке на поток выполнения оперативных задач (например, отслеживание ошибок онлайн). Используя разработанную в статье классификацию подходов и методов машинного обучения для построения ИИ, можно выделить приоритетные направления его внедрения в социально-экономические процессы:

- *Маркетинг*: интернет-маркетинг для совершенствования взаимодействия клиента и компании (чат-бот компании *Sephora* и др.), аналитика (анализ действий клиентов в МТС, «Лента» и т. д. для роста продаж и предоставления услуг), продвижение (*The Grid* использует искусственный интеллект *Molly* для дизайна сайтов в целях роста привлекательности компании), продажи (рекомендации в виде таргетинговой рекламы).

- *Производство*: совершенствование оборотных активов (использование ИИ в «Лукойл» для аналитики и предотвращения поломок), снижение издержек производства (анализ и контроль расхода за использованием ферросплавов и добавочных материалов ИИ от *Yandex* на Магнитогорском металлургическом комбинате), экономическая безопасность (*Cezurity* разрабатывает ИИ для защиты данных) и др.

- *Управление*: систематизация документооборота (*Big Data* и ИИ в Газпромбанке в рамках формирования отчетности), оценка рациональности расширения организаций (МТС и ее система ИИ для определения открытия новых

точек продаж, установки телекоммуникационных вышек), оценка эффективности деятельности персонала (Сбербанк использует *Big Data* для управления персоналом, прогнозирования очередей в отделениях) и т. д.

- *Финансовая деятельность*: оценка рисков денежных транзакций, аналитика (платформа *CryptoEYE*, созданная для объединения информации о рынках криптовалюты, в том числе через кастомизируемую ленту рыночных новостей), взыскание задолженности (*Ziyitong*, *Yigou* и их ИИ-аналитики) и кредитный скоринг (в «Тинькофф Банке» ИИ в автоматическом режиме анализирует данные о клиенте и определяет допустимый для него размер кредитного лимита).

- *Социальная направленность*: здравоохранение (*Google Deepmind Health* – помощник для обработки медицинской информации), культура (социальный робот для дома *Jibo*, домашний ассистент *Amazon Echo*), безопасность (производитель дронов *Aptomu* и производитель роботов *Sanbot* с автоматизацией работы служб охраны с помощью продвинутых систем видеонаблюдения) и др.

Особое внимание также следует обратить на альтернативность использования одного алгоритма к разным задачам социальной или экономической сферы деятельности. Например, алгоритм слежения за финансовой устойчивостью клиента банка может быть применен к анализу устойчивости работы оборудования при условии его переориентирования и доработки. Следовательно, если бы области применения указывались в единой классификации, то разработчикам было бы легче осуществить построение ИИ. Такая классификация, на наш взгляд, была бы полезна исследователям в области экономики для совершенствования социально-экономических систем, программирования и всем интересующимся развитием искусственного интеллекта и машин.

### Литература

1. Борзова Е. П. Проблема соотношения человеческого фактора и алгоритмов искусственного интеллекта в экономике и финансовой сфере // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5 (2). – С. 63–68.
2. Бутенко Е. К. Искусственный интеллект в банках сегодня: опыт и перспективы // Финансы и кредит. – 2018. – № 24 (3). – С. 143–153.
3. Гусев С. С. Современное мировоззрение на проблему искусственного интеллекта // Научное творчество XXI века : сб. ст. : в 3 т. – Красноярск : Изд-во Науч.-инновац. центра, 2012. – Т. 2. – С. 73–77.

4. *Коротеев М. В.* Обзор некоторых современных тенденций в технологии машинного обучения // *E-Management*. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 26–35. – DOI: 10.26425/2658-3445-2018-1-26-35.
5. *Luger G. F.* Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. – Pearson : Addison Wesley, 2011. – 784 p.
6. *Flach P.* Machine learning. The science and art of building algorithms that extract knowledge from data. – Cambridge University Press, 2012. – 416 p.
7. *Черкасов Д. Ю., Иванов В. В.* Машинное обучение // *Наука, техника и образование*. – 2018. – № 5 (46). – С. 85–87.
8. *Russell S. J., Norvig P.* Artificial intelligence: A Modern Approach. – Prentice Hall, 2010. – 1152 p.
9. *Клименко Р. В.* Феномен машинного обучения в современной философской литературе // *Философские проблемы информационных технологий и киберпространства*. – 2018. – Вып. 1 (14). – С. 37–50.
10. *Опенков М. Ю., Варакин В. С.* Искусственный интеллект как экономическая категория // *Вестник Северного (Арктического) федерального университета*. – 2018. – № 1. – С. 73–83.
11. *Сидоров К. С., Ахунжанов Р. К.* Разработка и внедрение методических материалов к курсу по машинному обучению в Астраханском государственном университете // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2017. – № 9. – С. 155–158.
12. *Майсурадзе А. И.* Методы машинного обучения // *MachineLearning.ru*. – URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Методы\\_машинного\\_обучения\\_\(А.\\_И.\\_Майсурадзе\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Методы_машинного_обучения_(А._И._Майсурадзе)).
13. *Воронцов К. В.* Машинное обучение : курс лекций // *MachineLearning.ru*. – URL: [http://www.recognition.ru/wiki/index.php?title=Машинное\\_обучение\\_\(курс\\_лекций%2C\\_К.В.Воронцов\)](http://www.recognition.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций%2C_К.В.Воронцов)).
14. *Kaul A., Wheelock C.* Top 15 Use Cases for Artificial Intelligence. Practical AI Use Cases for Big Data, Vision, and Language Applications: Strategic Analysis and Market Outlook. – Tractica, 2016. – 22 p. – URL: <https://tractica.omdia.com/wp-content/uploads/2016/10/WP-AI15UC-16-Tractica.pdf>.
15. *Храмов И. С.* Перспективы развития искусственного интеллекта // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. – 2015. – Т. 3. – № 8-1 (19-1). – С. 375–377.
16. *Аверкин А. Н., Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А.* Толковый словарь по искусственному интеллекту. – М. : Радио и связь, 1992. – 256 с.
17. *Вьюгин В. В.* Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. – М. : МЦНМО, 2013. – 387 с.
18. *Новиков А. М., Новиков Д. А.* Методология : слов. системы основных понятий. – М. : Либроком, 2013. – 208 с.
19. *Simon H. A., Newell A.* Heuristic Problem Solving: The Next Advance in Operations Research // *Operations Research*. – 1958. – Vol. 6. – P. 1–10.
20. *Соколова И. С., Гальдин А. А.* Практическое применение искусственного интеллекта в условиях цифровой экономики // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. – 2018. – № 2 (26). – С. 71–79.
21. *Ушакова Ю. О., Усков В. С.* Идентификация направлений развития цифровой экономики в России // *Вестник Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Экономические науки*. – 2019. – № 3 (21). – С. 70–88.
22. *Солнцева О. Г.* Аспекты применения технологий искусственного интеллекта // *E-Management*. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 43–51. – DOI: 10.26425/2658-3445-2018-1-43-51.
23. *Щурина С. В., Данилов А. С.* Искусственный интеллект как технологическая инновация развития экономики // *Экономика. Налоги. Право*. – 2019. – № 12 (3). – С. 125–133.
24. *Пройдаков Э. М.* Современное состояние искусственного интеллекта // *Научно-исследовательские исследования, 2018 : сб. науч. тр. / РАН, ИНИОН, Центр науч.-информ. исслед. по науке, образованию и технологиям ; отв. ред. А. И. Ракитов*. – М., 2018. – С. 129–153. – DOI: 10.31249/scis/2018.00.09.
25. Искусственный интеллект в бизнесе: от теории к реальному применению : совмест. сб. ст. «HBR Россия» и «Ведомости». – *Harvard Business Review*. – 52 с. – URL: <http://учебники.информ2000.pf/management2/management2-1/iskusstvennyi-intellekt2.pdf>.

26. Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика : материалы 1-й Международ. науч.-практ. конф., 4–5 дек. 2017, г. Москва : в 4 вып. – М. : Изд. дом ГУУ, 2017. – Вып. 1. – 289 с.
27. Цифровая экономика от теории к практике: как российский бизнес использует искусственный интеллект / исслед. РАЭК / НИУ ВШЭ при поддержке Microsoft. – 2019. – 66 с. – URL: <http://raec.ru/upload/files/190715-ii.pdf>.
28. Ильин В. А., Поварова А. И. Проблемы регионального развития как отражение эффективности государственного управления // Экономика региона. – 2014. – № 3 (39). – С. 48–63.
29. McCarthy J. What is Artificial Intelligence? – 2007, Nov. 12. – 15 p. – URL: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf>.
30. Саханевич Д. Ю., Кремин А. Е. Систематизация методов машинного обучения в целях внедрения искусственного интеллекта в социально-экономические процессы региона // Вестник Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Экономические науки. – 2019. – № 4 (22). – С. 57–65.
31. Неделько В. М. Основы статистических методов машинного обучения : учеб. пособие. – Новосибирск : Новосиб. гос. техн. ун-т, 2010. – 79 с.
32. Попов Э. В., Фирдман Г. Р. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. – М. : Наука, 1976. – 456 с.
33. Гусев И. В., Гусев В. В., Романова Н. А., Шуганова М. В., Христофоров Р. П. Типы обучения и категории искусственного интеллекта // Вестник современных исследований. – 2018. – № 12.10 (27). – С. 125–127.

### References

1. Borzova E.P. Problema sootnosheniya chelovecheskogo faktora i algoritmov iskusstvennogo intellekta v ekonomike i finansovoi sfere [The problems of the coexistence of the chelovecheskogo factor i algorithms of experience in the sphere of economics and finance]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*, 2018, no. 5(2), pp. 63-68. (in Russian).
2. Butenko E.K. Iskusstvennyi intellekt v bankakh segodnya: opyt i perspektivy [Artificial intelligence in banks today: experience and prospects]. *Finansy i kredit*, 2018, no. 24(3), pp. 143-153. (in Russian).
3. Gusev S.S. Sovremennoe mirovozzrenie na problemu iskusstvennogo intellekta [Modern world-view on the problem of artificial intelligence], in: *Nauchnoe tvorchestvo XXI veka*, collection of articles, in 3 volumes, Krasnoyarsk, Research and innovation center publ., 2012, Vol. 2, pp. 73-77. (in Russian).
4. Koroteev M. Review of some contemporary trends in machine learning technology. *E-Management*, 2018, Vol. 1, no. 1, pp. 26-35. DOI: 10.26425/2658-3445-2018-1-26-35. (in Russian).
5. Luger G.F. *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*, Pearson, Addison Wesley, 2011, 784 p.
6. Flach P. *Machine learning. The science and art of building algorithms that extract knowledge from data*, Cambridge University Press, 2012, 416 p.
7. Cherkasov D.Yu., Ivanov V.V. Mashinnoe obuchenie [Machine learning]. *Nauka, tekhnika i obrazovanie*, 2018, no. 5 (46), pp. 85-87. (in Russian).
8. Russell S.J., Norvig P. *Artificial intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, 2010, 1152 p.
9. Klimenko R.V. Fenomen mashinnogo obucheniya v sovremennoi filosofskoi literature [The phenomenon of machine learning in modern philosophical literature]. *Filosofskie problemy informatsionnykh tekhnologii i kiberprostranstva*, 2018, Iss. 1 (14), pp. 37-50. (in Russian).
10. Openkov M.Yu., Varakin V.S. Iskusstvennyi intellekt kak ekonomicheskaya kategoriya [AI as an economic category]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta*, 2018, pp. 73-83. (in Russian).
11. Sidorov K.S., Akhunzhanov R.K. Development and implementation of methodological materials for the course on machine learning at Astrakhan State University. *International scientific research journal*, 2017, no. 9, pp. 155-158. (in Russian).
12. Maisuradze A.I. Metody mashinnogo obucheniya [Machine learning methods]. *Machine Learning.ru*, available at: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B5%D1%>

82%D0%BE%D0%B4%D1%8B\_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F\_(%D0%90\_%D0%98\_%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D1%81%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B7%D0%B5). (in Russian).

13. Vorontsov K.V. Mashinnoe obuchenie [Machine learning], a course of lectures. *Machine Learning.ru*, available at: [http://www.recognition.su/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_\(%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81\\_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9%2C\\_%D0%9A.%D0%92.%D0%92%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%BE%D0%B2\)](http://www.recognition.su/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9%2C_%D0%9A.%D0%92.%D0%92%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%BE%D0%B2)). (in Russian).

14. Kaul A., Wheelock C. *Top 15 Use Cases for Artificial Intelligence. Practical AI Use Cases for Big Data, Vision, and Language Applications: Strategic Analysis and Market Outlook*, Tractica LLC, 2016, 22 p., available at: <https://tractica.omnia.com/wp-content/uploads/2016/10/WP-AI15UC-16-Tractica.pdf>.

15. Khramov I.S. Perspektivy razvitiya iskusstvennogo intellekta [Prospects for the development of artificial intelligence]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika*, 2015, Vol. 3, no. 8-1 (19-1), pp. 375-377. (in Russian).

16. Averkin A.N., Gaaze-Rapoport M.G., Pospelov D.A. *Explanatory dictionary of artificial intelligence*, Moscow, Radio i svyaz' publ., 1992, 256 p. (in Russian).

17. V'yugin V.V. *Matematicheskie osnovy teorii mashinnogo obucheniya i prognozirovaniya* [Mathematical foundations of machine learning and forecasting theory], Moscow, MCCME publ., 2013, 387 p. (in Russian).

18. Novikov A.M., Novikov D.A. *Metodologiya* [Methodology], dictionary of the system of basic concepts, Moscow, Librokom publ., 2013, 208 p. (in Russian).

19. Simon H.A., Newell A. Heuristic Problem Solving: The Next Advance in Operations Research. *Operations Research*, 1958, Vol. 6, pp. 1-10.

20. Sokolova I.S., Gal'din A.A. Prakticheskoe primeneniye iskusstvennogo intellekta v usloviyakh tsifrovoi ekonomiki [Practical application of artificial intelligence in the digital economy]. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve*, 2018, no. 2 (26), pp. 71-79. (in Russian).

21. Ushakova Yu.O., Uskov V.S. Identifikatsiya napravleniy razvitiya tsifrovoi ekonomiki v Rossii [Identification of trends in the development of the digital economy in Russia]. *Vestnik Vladimirskego gosudarstvennogo universiteta imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovykh. Seriya: Ekonomicheskie nauki*, 2019, no. 3 (21), pp. 70-88. (in Russian).

22. Solntseva O.G. Aspects of the use of artificial intelligence technologies. *E-Management*, 2018, Vol. 1, no. 1, pp. 43-51. DOI: 10.26425/2658-3445-2018-1-43-51. (in Russian).

23. Shchurina S.V., Danilov A.S. Iskusstvennyi intellekt kak tekhnologicheskaya innovatsiya razvitiya ekonomiki [Artificial intelligence as a technological innovation of economic development]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo*, 2019, no. 12 (3), pp. 125-133. (in Russian).

24. Proidakov E.M. Sovremennoe sostoyaniye iskusstvennogo intellekta [Current state of artificial intelligence], in: Rakitov A.I. (Ed.) *Naukovedcheskie issledovaniya, 2018*, collection of scientific articles, Moscow, 2018, pp. 129-153. DOI: 10.31249/scis/2018.00.09. (in Russian).

25. HBR Russia, Vedomosti. *Iskusstvennyi intellekt v biznese: ot teorii k real'nomu primeneniyu* [Artificial intelligence in business: from theory to real application], collection of articles, Harvard Business Review, 52 p., available at: <http://учебники.информ2000.рф/management2/management2-1/iskusstvennyi-intellekt2.pdf>. (in Russian).

26. *Shag v budushchee: iskusstvennyi intellekt i tsifrovaya ekonomika* [Step into the future: artificial intelligence and the digital economy], materials of the 1st international scientific and practical conference, December 4-5, 2017, Moscow, in 4 issues, Moscow, State University of Management publ., 2017, Iss. 1, 289 p. (in Russian).

27. RAEC, HSE, Microsoft. *Tsifrovaya ekonomika ot teorii k praktike: kak rossiiskii biznes ispol'zuet iskusstvennyi intellekt* [Digital economy from theory to practice: how Russian business uses artificial intelligence], 2019, 66 p., available at: <http://raec.ru/upload/files/190715-ii.pdf>.

28. Il'in V.A., Povarova A.I. Problemy regional'nogo razvitiya kak otrazhenie effektivnosti gosudarstvennogo upravleniya [Problems of regional development as a reflection of the effectiveness of public administration]. *Ekonomika regiona*, 2014, no. 3 (39), pp. 48-63. (in Russian).

29. McCarthy J. *What is Artificial Intelligence?*, 2007, Nov. 12, 15 p., available at: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf>.

30. Sakhanevich D.Yu., Kremin A.E. Sistematizatsiya metodov mashinnogo obucheniya v tselyakh vnedreniya iskusstvennogo intellekta v sotsial'no-ekonomicheskie protsessy regiona [Machine learning methods for building artificial intelligence in socio-economic processes]. *Vestnik Vladimirskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovykh. Seriya: Ekonomicheskie nauki*, 2019, no. 4 (22), pp. 57-65. (in Russian).

31. Nedel'ko V.M. *Osnovy statisticheskikh metodov mashinnogo obucheniya [Fundamentals of statistical methods of machine learning]*, textbook, Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University publ., 2010, 79 p. (in Russian).

32. Popov E.V., Firdman G.R. *Algoritmicheskie osnovy intellektual'nykh robotov i iskusstvennogo intellekta [Algorithmic foundations of intelligent robots and artificial intelligence]*, Moscow, Nauka publ., 1976, 456 p. (in Russian).

33. Gusev I.V., Gusev V.V., Romanova N.A., Shiganova M.V., Khristoforov R.P. Tipy obucheniya i kategorii iskusstvennogo intellekta [Types of training and categories of artificial intelligence]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*, 2018, no. 12.10 (27), pp. 125-127. (in Russian).

#### **Сведения об авторе**

**Саханевич Дарья Юрьевна** – инженер-исследователь лаборатории инновационной экономики

Адрес для корреспонденции: 160014, Россия, Вологда, ул. Горького, 56а

E-mail: dsahanevich@mail.ru

RIN AuthorID: 1040668

#### **About the author**

**Darya Yu. Sakhanevich** – research engineer of the Laboratory of Innovative Economics

Postal address: 56a, Gor'kogo ul., Vologda, 160014, Russia

E-mail: dsahanevich@mail.ru

RSCI AuthorID: 1040668

#### **Для цитирования**

Саханевич Д. Ю. Исследование подходов и методов применения искусственного интеллекта и машинного обучения в социально-экономических процессах // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 65–79. – DOI: 10.24147/1812-3988.2020.18(2).65-79.

#### **For citations**

Sakhanevich D.Yu. Research of approaches and methods of applying artificial intelligence and machine learning in socio-economic processes. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2020, Vol. 18, no. 2, pp. 65-79. DOI: 10.24147/1812-3988.2020.18(2).65-79. (in Russian).