

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.89:330.47

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – НОВЫЕ РЕАЛИИ

Самсонович О.О., Фокина Е.А.

*ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волгоград,
e-mail: Simon.Volhv@gmail.com, fokina-ea@mail.ru*

В статье рассматриваются новейшие разработки в сфере автоматизированных систем, методы их реализации и применение искусственного интеллекта в разнонаправленных системах. Искусственный интеллект, относящийся к современным передовым технологиям всеохватывающего характера, являет собой возможности развития и автоматизирования большого количества информационных систем. Современные тенденции, определяющие развитие процессов конвергенции технологий, приводят к возникновению новых разновидностей технологий и обеспечивают актуализацию теории и практики применения искусственного интеллекта (ИИ). Предметом исследования является анализ основных направлений применения технологий искусственного интеллекта в разнонаправленных системах в отечественной и зарубежной практике. Описаны современные способы реализации искусственного интеллекта (нейронные сети, системы автоматической классификации, экспертные системы, генетические алгоритмы), сформированы ключевые характеристики и сферы применения данных технологий. Представлены технологии искусственного интеллекта, в значительной мере влияющие на состояние экономической, общественной, правоохранительной, оборонной и других составляющих национальной безопасности. Отмечаются возможности развития, интеграции и взаимозависимости технологий искусственного интеллекта. Установлено, что применение искусственного интеллекта ведет к значительному росту производительности общественного труда и производства, повышению деловой активности различных секторов экономики.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, искусственный интеллект, технологии искусственного интеллекта, применение искусственного интеллекта

ARTIFICIAL INTELLIGENCE – NEW SCOPE

Samsonovich O.O., Fokina E.A.

*Federal State Autonomous Institution of Higher Education Volgograd State University, Volgograd,
e-mail: Simon.Volhv@gmail.com, fokina-ea@mail.ru*

This article discusses the latest elaborations in the field of automated systems, methods of implementation and application of artificial intelligence in various systems. Artificial intelligence, in terms of advanced technologies with its comprehensive nature, provides opportunities of the development and automation for a considerable number of information systems. Modern trends that determine the development of technology convergence processes lead to the advent of modern technologies and to the updates in the theory and practice of artificial intelligence. The subject of the research is the analysis of the main directions of application for artificial intelligence technologies in various systems of domestic and foreign practice. It also describes modern methods of artificial intelligence (neural networks, automatic classification systems, expert systems, genetic algorithms), and defines the key features and the use of these technologies. Artificial intelligence technologies that significantly affect the state of economic, social, law enforcement, defense, and other components of national security are presented. Opportunities of development, integration and interdependence of artificial intelligence technologies are noted. It was found that the utilize of the technologies leads to a significant increase in a labor productivity and business activities in various economic fields.

Keywords: information and communications technology, artificial intelligence, artificial intelligence technologies, application of artificial intelligence

Технонаука, конвергентные технологии существенно преобразуют жизненный мир человека, который формируется как интерактивная, адаптивная, интеллектуальная инфотехносреда человеческого существования [1, с. 112]. Новые технологии и программные продукты на их основе становятся взаимозависимыми, объединяются компьютеры, робототехника и искусственный интеллект.

Определение искусственного интеллекта существует в различных вариациях и с различными дополнениями: свойство интеллектуальных систем выполнять сложные задачи; наука и технология создания интеллектуальных машин, интеллектуаль-

ных компьютерных программ. Указанные определения отражают понятие ИИ, в котором, с одной стороны, это – наука о создании человекоподобных машин, а с другой – свойство вычислительной техники. Следует подчеркнуть, что понятие «искусственный интеллект» вышло за границы первоначального определения. В силу этого в настоящее время искусственный интеллект представляет собой емкое понятие, вбирающее в себя ряд современных технологий и расширяющее возможности компьютерных наук.

Искусственный интеллект – система, впервые разработанная в двадцатом веке, в веке двадцать первом стала одной из акту-

альных и дискутируемых тем, привлекая общественное внимание, а также внимание разработчиков, крупных корпораций и правительств ряда стран. Это привело к росту сектора ИИ на рынке, но главное – к большому количеству инновационных и практически применимых систем. Ряд систем ИИ, внедренных в организации различных сфер бизнеса, демонстрируют высокую эффективность, быструю окупаемость и очевидные преимущества по сравнению с предшествующими им методами решения прикладных задач.

Вопрос о замене человека роботом больше не является утопической сказкой – многие виды задач нейронные сети решают в разы эффективней и точнее человека, что делает полную автоматизацию большого количества рабочих мест возможной и ожидаемой в ближайшем будущем. Данный процесс может привести к резким революционным изменениям в экономике, или же изменения будут происходить постепенно, что зависит от интенсивности развития технологий ИИ и количества капитала, вовлеченного в данную сферу в ближайшие годы. Более того, изменения в национальной экономике достигнут того предела, когда эффективное существование в ней на передовом уровне будет во многом определяться степенью развития технологий ИИ на уровне организации, страны.

Таким образом, актуальность исследований искусственного интеллекта имеет бинарный характер. Как и любой другой сектор экономики во время активного роста, он является перспективным с точки зрения получения прибыли. С другой стороны, не стремясь получать прибыль в данной сфере, любой хозяйствующий субъект, вследствие обязательных изменений в экономике, которые последуют за распространением практического применения ИИ, столкнется с необходимостью внедрения технологий искусственного интеллекта.

Анализ исследований в данной области

Искусственный интеллект с момента своего появления привлек к себе внимание зарубежных и отечественных исследователей, существует большое количество разнообразных публикаций, освещающих данную тему.

Отмечая особенности искусственного интеллекта, Л.С. Болотова рассматривает основные модели представления знаний, формальные системы, методы выявления, проектирования систем знаний и методы поиска решений в пространстве состояний [2].

Вывод, к которому пришел А.А. Жданов, состоит в неизбежности слияния всех методов и подходов искусственного интеллекта

в одну теорию, описывающую: «принципы функционирования естественных систем на всем диапазоне их проявления... и способы построения искусственных систем с аналогичными свойствами» [3, с. 344].

Одной из значимых работ, посвященных вопросам применения искусственного интеллекта в отечественной практике, является книга «Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления» И.М. Макарова, В.М. Лохина, С.В. Манько и М.П. Романова [4]. В данной работе предложено общее рассмотрение класса интеллектуальных систем автоматического управления, основ построения систем ИИ и их применения в условиях неопределенности данных. Проводится анализ главных проблем при создании системы ИИ на различных примерах: следящие системы, системы управления беспилотными летательными аппаратами и многозвенными мехатронными устройствами. Основной акцент сделан на практическом применении систем ИИ, предлагаются решения для проблем, связанных с обработкой нечетких данных и построением интерфейсов. Более структурированный подход к оценке технологий искусственного интеллекта получил свое развитие в трудах зарубежных ученых: Дж. Люгера, С. Рассела, П. Норвига. Особый интерес представляет книга С. Рассела и П. Норвига «Искусственный интеллект: современный подход» [5]. В работе детально представлены основные сопряженные с ИИ понятия, история появления и основы функционирования. Книга представляет интерес для начинающих исследователей, так как в ней рассматриваются подходы к машинному обучению, проблемы принятия решений в системах ИИ и средства работы с естественным языком. Значимая работа на данную тему под названием «Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем» принадлежит Джорджу Ф. Люгеру [6]. Книга освещает как обобщенные теоретические концепции, так и практические следствия развития ИИ.

Ввиду мощного роста доли рынка ИИ и развития его технических возможностей, был издан ряд работ, посвященных поиску и выбору оптимальной модели взаимодействия человека и интеллектуальных систем, возможным проблемам и будущему человечества в мире интеллектуальных машин. Карл Б. Фрей и Майкл А. Осборн, ученые из Оксфорда, провели исследование, посвященное будущему рынка труда в условиях глобальной компьютеризации. Результат проведенного исследования был опубликован с приложением в виде перечня видов деятельности и оценки возмож-

ности их автоматизации от 0 до 1 [7, с. 57]. В марте 2018 года Центр Европейской политической стратегии (EPSC) сформулировал будущую стратегию в отношении ИИ, отметив, что утрата лидирующих позиций в сфере машинного обучения окажет негативный эффект на всю промышленность в целом [8, с. 13].

Отличительной чертой работ зарубежных авторов является более широкое теоретическое освещение темы, одновременно с разносторонними практическими примерами. В отечественной научной практике недостаточно распространено аналогичное разнонаправленное рассмотрение новейших теоретических концепций с переложением на практику применения ИИ.

Основные способы реализации искусственного интеллекта

Как область науки искусственный интеллект состоит из следующих основных технологий: нейронные сети, системы автоматической классификации, технологии экспертных систем и генетические алгоритмы.

Нейронные сети – это одно из направлений исследований в области искусственного интеллекта, суть которого состоит в моделировании нервной системы человека [9]. Мозг человека функционирует благодаря особым нервным клеткам – нейронам. В природе нейроны состоят из самой клетки и ее отростков – синапсов, через которые нейроны связываются друг с другом. Работа биологической нейронной сети обеспечивается с помощью передачи по ней электрохимических импульсов через связанные нейроны. Сам импульс при этом может оставаться неизменным или изменяться (усиливаться или ослабляться). Передача импульсов начинается под воздействием внешних сигналов.

Главным и особенным свойством нейронной сети является её способность к обучению, то есть изменению степени связи между нейронами. Данное свойство нейронных сетей было доказано в классическом опыте И.П. Павлова. Это означает, что синаптические связи между нейронами, отвечающими за органы чувств, усилили связи (сигнал усиливается при переходе через эти связи).

Искусственный нейрон, в свою очередь, представляет собой единицу обработки информации в искусственной нейросети, имитируя работу биологического нейрона. Искусственный нейрон состоит из трех основных частей:

1. Синапсы – аналоги нейронных связей, каждый из которых характеризуется своим весом, определяющим силу связи между искусственными нейронами.

2. Сумматор – аналог самого биологического нейрона, выполняет сложение всех входящих (измененных на коэффициент) через синапсы сигналов.

3. Функция активации не имеет прямого аналога в биологической нейронной сети, это то, что происходит внутри нейрона во время передачи импульса, то есть функция, которая определяет выходной сигнал нейрона, отправляющийся дальше по нейронной сети.

Обучение сети состоит в правильном выборе весовых коэффициентов для каждого синапса. При обучении нейронных сетей выделяют два основных подхода – обучение с учителем и без учителя. Модель «с учителем» основывается на том, что для каждого входного вектора обучающего множества существует определенное значение выходного вектора, что создает обучающую пару. При взаимодействии с множеством обучающих пар веса нейронной сети изменяются до тех пор, пока для каждого входного вектора не будет найден выходной с заранее заданной погрешностью. Модель обучения «без учителя» осуществляется на основе только входных векторов. Алгоритм обучения, заменяющий собой учителя, подбирает такие веса, чтобы для схожих входных векторов выводились одинаковые выходные.

Свойство обучаемости нейронной сети на данных определенной предметной области имеет важное практическое значение. Нейронные сети являются эффективным инструментом в различных областях применения, связанных с принятием решений, результативным управлением, автономным планированием, проектированием, мониторингом и др.

Системы автоматической классификации – совокупность технологий ИИ, предназначенная для группировки ряда объектов на основе идентичных признаков и связей между ними. Группы, созданные после обработки исходных данных алгоритмами систем автоматической классификации, называются кластерами. Смысл данной классификации заключается в разделении исходного множества на кластеры и нахождение степени принадлежности элементов к их группам (кластерам).

В основе работы систем классификации лежит гипотеза компактности [10]. Согласно гипотезе, близким по свойствам объектам в геометрическом пространстве признаков соответствуют обособленные множества точек, обладающие свойством делимости, а именно: кластеры соприкасаются в небольшом числе точек или не соприкасаются – разделены точками, не принадлежащими ни одному кластеру.

На основе гипотезы компактности разработаны алгоритмы автоматической классификации – методы кластерного анализа. Многие из них применяются ежедневно, например система фильтрации писем, приходящих на электронную почту, основывается на системе классификации. Использование данной технологии имеет узкую направленность, но часто системы классификации применяются для создания более сложной автоматизированной системы, такой как экспертная система.

Экспертные системы – первая из появившихся областей искусственного интеллекта. Состоит в разработке систем, используемых для принятия решений в узкоспециальных сферах. Экспертные системы основываются на знаниях специалистов, собранных в базу знаний ЭС, которая и является основой всех решений системы. Для принятия решения системы такого типа основываются на структуре правил «Если, то», поэтому ход выполнения задачи можно проследить и понять, почему именно данное решение было выбрано алгоритмом. Таким образом, созданная экспертная система – это точная формализация опыта специалиста предметной области.

Экспертная система является инструментом интеллектуального управления, позволяющим использовать знания экспертов в решении вопросов некомпетентности кадров слабо развитых стран и регионов, исключении ошибок человеческого фактора и в целом в увеличении вероятности правильного решения в применяемых областях.

Генетические алгоритмы – это область исследований, направленных на разработку методов решения задач оптимизации по принципу эволюции живых организмов.

Генетический алгоритм – метод решения как ограниченных, так и неограниченных задач оптимизации, основанный на естественном отборе. Генетический алгоритм неоднократно модифицирует отдельные решения. На протяжении последующих поколений объект «эволюционирует» в направлении оптимального решения.

Генетический алгоритм применяется для решения различных задач оптимизации, которые не подходят для стандартных алгоритмов оптимизации, включая задачи, в которых объективная функция является прерывистой, недифференцируемой, стохастической или сильно нелинейной. Генетический алгоритм обычно используется для решения задач смешанного целочисленного программирования. Генетический алгоритм отличается от классического алгоритма двумя основными характеристиками (табл. 1).

При реализации генетического алгоритма вводится вектор и целевая функция (функция приспособленности). Задача состоит в том, чтобы подобрать такой вектор, который бы соответствовал максимальному значению функции приспособленности. Суть проблемы состоит в том, что не всегда данную задачу можно эффективно решить традиционными методами оптимизации, или простым перебором возможных значений. Разрешение данных задач является главной областью применения генетических алгоритмов. Таким образом, по представленному обзору технологий, сформированы ключевые характеристики и сферы применения искусственного интеллекта (табл. 2).

*Применение технологий
искусственного интеллекта
в разнонаправленных системах*

Во многих сферах деятельности уровень искусственного интеллекта превосходит уровень интеллекта естественного – человеческого [12, с. 222]. Искусственный интеллект позволяет формировать и наращивать потенциал развития отдельных технологий и их систем.

1. ИИ в автомобильной промышленности. Система автоматического управления для машин от компании «Google» признана Национальным управлением безопасности дорожного движения США полноценным водителем [13], что положило начало распространению самоходных машин.

Таблица 1

Ключевые различия алгоритмов

Классический алгоритм	Генетический алгоритм
Формирует одну точку на каждой итерации. Последовательность точек приближается к оптимальному решению	Создает популяцию точек на каждой итерации. Наилучшая точка подходит к оптимальному решению
Выбирает следующую точку в последовательности детерминированным вычислением	Выбор следующей популяции производится генератором случайных чисел

Примечание. Источник: Genetic algorithm. <https://www.mathworks.com/discovery/genetic-algorithm.html> [11].

Таблица 2

Современные технологии искусственного интеллекта

Наименование	Характеристика	Направления применения
Нейронные сети	Принятие решений происходит аналогично принятию решения в биологическом мозге. Импульс от входного вектора проходит по всем нейронам и выдает в функцию активации определенное значение. На его основе принимается решение	распознавание знаков, изображений; классификация образов; анализ временных рядов; моделирование процессов; визуализация
Системы автоматической классификации	Разделяют объекты множества на кластеры по определенному признаку, после чего распознают паттерн произведенной классификации и формируют прогнозы относительно новых и/или неизвестных объектов множества	классификация документации; классификация ошибок при программировании и тестировании программ; произведение оценки разнообразных данных и показателей
Технологии экспертных систем	Принятие решений на основе знаний экспертов по определенному алгоритму, допускающему некоторую нечеткость входных данных. Обладают возможностью отслеживания хода принятия решений	поддержка управленческих решений; управление процессами (моделирование); планирование и прогнозирование; мониторинг
Генетические алгоритмы	Основная идея алгоритма – подражание эволюционному процессу. Создается множество «поколений» решений, происходит отбор наиболее подходящих решений. В случае отдаления нового поколения от верного направления происходят так называемые мутации (случайная замена значений)	задачи на графы; компоновка; составление расписаний; основа для создания ИИ

Примечание. Источник [11].

В настоящий момент актуальным вопросом является безопасность самоходных машин, так как по всем остальным показателям они превосходят водителя-человека. В ближайшие несколько десятилетий ожидается рост населения земли, что способствует уменьшению эффективности классических машин ввиду сильного увеличения пробок и аварий, в результате чего возможно повсеместное внедрение ИИ в транспортную систему окажется единственным эффективным решением.

2. ИИ в медицине (выявление болезней с точностью выше, чем у эксперта-человека). В Ноттингемском университете группа исследователей создала четыре алгоритма машинного обучения для оценки вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний у человека. Обучающее множество состояло из 378 тыс. человек, и в конце обучения ИИ определял вероятность заболевания точнее врачей-экспертов. Достигнутая точность составляет 74–76,4%, когда применяющаяся ранее система из восьми факторов от Американской коллегии кардиологов обеспечивала точность 72,8% [14, с. 9].

Другая область применения ИИ в медицине – выявление раковых опухолей. Как является одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире, тогда как вовремя выявленное наличие болезни является основным залогом выздоровления. Широко известные технологии ИИ, такие

как «DeepMind [15]» и «IBM [16]», нашли применение в данной области. На основе обучающей выборки из снимков опухолей головы и шеи от национальной службы здравоохранения Великобритании алгоритм отделяет доброкачественные опухоли от злокачественных в 96% случаях.

Противостояние инфекционным болезням. В настоящее время все большее внимание уделяется инфекционным заболеваниям, передающихся посредством укуса насекомых. Определенный вид комара, переносающий желтую лихорадку и лихорадку денге, распространился из Африки во многие страны тропического пояса, вследствие чего ежегодно около 390 миллионов человек в 128 странах мира переносят инфекционные заболевания. Р. Маллол, компьютерный инженер из Доминиканской Республики, и Д. Раджа, врач из Малайзии, создали алгоритм для ИИ, который способен предсказать местоположение участка очередной вспышки популяции смертельно опасных комаров. Искусственный интеллект в медицинской эпидемиологии (Aime) [17] представляет собой систему, которая собирает данные о времени и местоположении каждого нового инфицирования из отчетов, поданных местными медицинскими учреждениями, и параллельно обрабатывает другие переменные факторы, такие как направление ветра, влажность, температура, плотность населения, тип жилья и т.д.

Среди перспективных разработок в медицинской области выделяются: хирургические комплексы, оборудование для мониторинга, терапии и телемедицины.

3. ИИ в юридической сфере. Технология ИИ Case Cruncher Alpha [18], разработанная студентами Кембриджского университета, показала большую эффективность по сравнению с практикующими юристами в вопросах, связанных со страхованием и выплатами по нему. Юристы и программа изучили основные положения судебных дел из некоторой выборки и вынесли свои предположения, разрешит ли финансовый омбудсмен данные претензии. В результате было составлено 775 прогнозов с точностью 86,6% у Case Cruncher Alpha и 66,3% у команды юристов [19].

4. ИИ в финансовой сфере. Страховая компания «Fukoku Mutual Life Insurance» (Япония) заключила договор с компанией «IBM» по внедрению нейросети «Watson Explorer AI» [20]. Система позволяет заменить несколько десятков работников, проводит анализ медицинских сертификатов, частоты посещения госпиталей, количества перенесенных клиентом операций и многих других факторов для дальнейшего составления условий страхования.

Распознавание попыток финансового мошенничества. Компания «PayPal» использует систему, которая сравнивает между собой происходящие транзакции, выделяя подозрительные. Показателем данного процесса является снижающийся уровень мошеннических платежей в сервисе – 0,32%, тогда как среднее значение в этой сфере – 1,32% [21].

5. ИИ в химической промышленности. М. Уоллер (Шанхайский университет) представил нейронную сеть для разработки синтетических молекул, способную за беспрецедентно короткое время перебирать сотни вариантов химических реакций в поиске необходимой. Последний алгоритм данной системы – создание производного бензопирана сульфонида (используется для лечения болезни Альцгеймера) осуществляет решение за 5,4 секунды [22].

Компания «Yandex», которой принадлежит система «Data Factory», представила данные, по которым внедрение нейросетевых технологий на производство на 5% снижает расход дорогостоящих добавок для стали (ферросплавы) [23]. Аналогичные технологии могут найти применение в экологически полезной переработке использованного стекла.

6. ИИ в сельском хозяйстве. Около 800 миллионов человек во всем мире используют корни кассавы как главный источник

углеводов [24] в своем питании и зависят от количества и качества урожая данной культуры. Растение способно благополучно существовать в самых экстремальных условиях, но в то же время сильно уязвимо к болезням и вредителям, которые способны уничтожить поля корнеплода в короткие сроки. Ученые университета Макерере в Кампале, Уганда, представили нейронную сеть (проект «Mscrops») [25]. В рамках проекта предполагается использование программного средства, позволяющего по изображению растения выявлять наличие признаков заболеваний. Достигнутая точность составляет 88%.

7. Отслеживание источника опасности. Вооруженные нападения в местах массового скопления людей (концертные площадки, школы, университеты) особенно опасны из-за паники и отсутствия возможности оперативно обнаружить преступника на пространствах большой размерности. Проблема отсутствия данных о точном местонахождении преступника предопределяет развитие систем и методов его поиска. Одной из таких систем является система «The ShotSpotter» [26], оборудованная массой датчиков, которые немедленно реагируют на звук выстрелов, с точностью 25 метров определяют источник звука и производят оповещение через 45 секунд, что значительно увеличивает скорость дальнейшей реакции на опасность.

8. Применение ИИ в военном секторе. Технологический прорыв, который был совершен в последние десятилетия, подвел автоматизацию военной службы к поворотной точке. Произошло значительное уменьшение использования человеческих ресурсов в военном деле (непосредственно военные действия, разведка, принятие стратегических решений).

Одним из направлений развития ИИ в военной службе являются беспилотные летательные аппараты, или дроны. Компании «Google» и «Facebook» работают над созданием дронов, способных к безостановочному полету за счет солнечной энергии. Беспилотные дроны в настоящий момент проходят тот же этап, который прошли персональные компьютеры, за 15 лет снизив свою среднюю стоимость на 95% [27, с. 14]. Прогрессу, достигнутому в данном направлении, способствует значительный приток капитала. По данным Бостонской консалтинговой группы, с 2000 до 2015 г. суммарные мировые инвестиции в военную робототехнику значительно увеличились и достигли 7,5 млрд долларов, в 2025 г. ожидается рост инвестиций до 16,5 млрд [28].

Выводы

Подводя итоги, необходимо отметить, что в настоящее время существуют разнообразные области применения искусственного интеллекта, количество которых увеличивается, вместе с новым подходом к развитию научно-технической основы экономики. Технологии искусственного интеллекта значительно уменьшают трудоемкость управления процессами, проектами, распределенными ресурсами, позволяют повысить качество предоставляемых услуг и поднять на новый уровень значимые сектора экономики. Технологии искусственного интеллекта соответствующие новым реалиям, являются эффективным инструментом для процессов адаптации разнотипных систем к современным условиям функционирования.

Список литературы

1. Никитина Е.А. Искусственный интеллект: философия, методология, инновации // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства: материалы всеросс. конф. – М.: Изд-во МГТУ МИРЭА, 2014. – № 2(8). – С. 109–122.
2. Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях / Л.С. Болотова. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 664 с.
3. Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект / А.А. Жданов. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 359 с.
4. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов // Отделение информ. технологий и вычислительных систем РАН. – М.: Наука, 2006. – 333 с.
5. Russell S., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach / S. Russell, P. Norvig, – 3rd edition. – Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 2010. – 1132 p.
6. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Ф. Люгер; пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
7. Frey C.B., Osborne M.A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerization? September 17, 2013. – P. 1–72. URL: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf (accessed 02.02.2018).
8. The age of artificial intelligence towards a European strategy for human-centric machines. EPSC strategic notes. March 27, 2018, no. 29. – P. 1–14. URL: https://ec.europa.eu/epsc/sites/epsc/files/epsc_strategicnote_ai.pdf (accessed 02.02.2018).
9. Mind: How to Build a Neural Network (Part One). URL: <https://stevenmiller888.github.io/mind-how-to-build-a-neural-network/> (accessed 02.02.2018).
10. Классификация. Гипотеза компактности. URL: http://www.aiportal.ru/articles/auto_classification/classification.html (accessed 02.02.2018).
11. Genetic algorithm. URL: <https://www.mathworks.com/discovery/genetic-algorithm.html> (accessed 02.02.2018).
12. Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии / Н. Бостром; пер. с англ. С. Филина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 496 с.
13. Google's artificial intelligence becomes first non-human to qualify as a driver. URL: <https://www.dezeen.com/2016/02/12/google-self-driving-car-artificial-intelligence-system-recognised-as-driver-usa/> (accessed 02.02.2018).
14. Weng S.F., Reps J., Kai J., Garibaldi J. M., Qureshi N. Can machine learning improve cardiovascular risk prediction using routine clinical data? April 04, 2017. – P. 1–14. URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0174944> (accessed 02.02.2018).
15. DeepMind Health and research collaborations. URL: <https://deepmind.com/applied/deepmind-health/working-nhs/health-research-tomorrow/> (accessed 02.02.2018).
16. 2017 Clinicians Present New Evidence about Watson Cognitive Technology and Cancer Care. URL: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/52502.wss> (accessed 02.02.2018).
17. Официальный сайт AIME. URL: <http://aime.life/> (accessed 02.02.2018).
18. Официальный сайт Case Cruncher. URL: <https://www.case-crunch.com/#challenge> (accessed 02.02.2018).
19. The robot lawyers are here – and they're winning. URL: <http://www.bbc.com/news/technology-41829534> (accessed 02.02.2018).
20. The guardian «Japanese company replaces office workers with artificial intelligence». URL: <https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/05/japanese-company-replaces-office-workers-artificial-intelligence-ai-fukoku-mutual-life-insurance> (accessed 02.02.2018).
21. How PayPal Is Taking a Chance on AI to Fight Fraud. URL: <https://www.americanbanker.com/news/how-paypal-is-taking-a-chance-on-ai-to-fight-fraud> (accessed 02.02.2018).
22. Algorithm modelled on Google's AlphaGo beats chemists at their own game. URL: <https://www.chemistryworld.com/news/algorithm-modelled-on-googles-alphago-beats-chemists-at-their-own-game/3007895.article> (accessed 02.02.2018).
23. Optimisation of Ferroalloy Use. URL: <https://yandex-datafactory.com/industries/manufacturing/optimisation-ferroalloy-use/> (accessed 02.02.2018).
24. Save and grow. Cassava – a guide to sustainable production intensification. URL: <http://www.fao.org/3/a-i3278e.pdf> (accessed 02.02.2018).
25. Официальный сайт Mcrops. URL: <http://air.ug/mcrops/> (accessed January 11, 2018).
26. Официальный сайт The ShotSpotter. URL: <http://www.shotspotter.com/technology> (accessed 02.02.2018).
27. Allen G. Artificial Intelligence and National Security / G. Allen, T. Chan. – Harvard Kennedy School, 2017. – 132 p.
28. Sander A., Wolfgang M. BCG Perspectives: The Rise of Robotics. August 27, 2014. URL: https://www.bcgperspectives.com/content/articles/business_unit_strategy_innovation_rise_of_robotics/ (accessed 02.02.2018).