

УДК 167.1+ 004.8+004.05
DOI: 10.15372/PS20220208

Д.В. Винник

ГЛУБИННЫЕ РИСКИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье оцениваются конкретные технологии машинного обучения (как способы машинной реализации конкретных когнитивных функций) с точки зрения потребностей рационального объяснения их работы, надежности и эффективности, а также смежных социальных свойств (ответственности за использование результатов, угрозы вырождения человеческих навыков и т.п.). Анализируются риски внедрения технологий машинного обучения в разных видах деятельности и в разных отраслях с точки зрения того, является ли логическая прозрачность критическим критерием или нет. Делается вывод, что логическая непрозрачность большинства результатов машинного обучения представляет собой серьезный вызов рациональному мышлению и разумной аргументации в государственном управлении. Утверждается, что негативным следствием неосмотрительного внедрения нейрокомпьютеров может стать частичная или полная утрата персоналом навыков выполнения рутинных интеллектуальных процедур (заполнения таблиц, арифметических расчетов, классификации информации и документов по категориям, самостоятельного поиска справочной информации).

Ключевые слова: искусственный интеллект; нейронные сети; машинное обучение; риск; логическая прозрачность; вербализация нейронных сетей; перцептрон; сетевая центрическая война; бюрократия; когнитивные функции

D.V. Vinnik

DEEP RISKS OF MACHINE LEARNING

The article assesses specific machine learning technologies (as methods of computer realization of specific cognitive functions) in terms of the need for rational explanation of their work, reliability and efficiency, as well as related social properties (responsibility for the use of results, the threat of degeneration of human skills, etc.). The risks of introducing machine learning technologies in various types of activities and various fields are analyzed in view of whether logical transparency is a crucial criterion or not. The conclusion is made that the logical opacity of most machine learning results is a serious challenge to rational thinking and reasonable argumentation in public administration. It is argued that negative consequence of the imprudent introduction of neurocomputers may be a partial or complete loss of personnel's skills to perform routine intellectual procedures (filling in tables, arithmetic calculations, classifying information and documents into categories, self-service research for information).

Keywords: artificial intelligence; neural networks; machine learning; risk; logical transparency; optimal brain surgery; perceptron; network-centric warfare; bureaucracy; cognitive functions

В настоящее время имеет место значительный технологический оптимизм по отношению к искусственному интеллекту (ИИ), который стараются внедрить во всех видах деятельности, в том числе в так называемом публичном секторе и государственном управлении. Искусственный интеллект обычно отождествляется с программными средствами машинного обучения, реализуемого на нейрокомпьютерах. Это отождествление ошибочно, однако именно успехи машинного обучения по распознаванию изображений и машинному переводу стали причиной взрывной популярности тематики искусственного интеллекта в последнее десятилетие.

Пример подобного оптимизма можно встретить в первом принципе Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года: «Использование технологии искусственного интеллекта в отраслях экономики носит общий (“сквозной”) характер» [4]. Между тем попытки недостаточно продуманного внедрения этой технологии во всех сферах человеческой деятельности несут в себе значительные риски.

Существуют виды деятельности, которые воспринимаются как сугубо «человеческие», и попытки внедрения в них новых форм автоматизации и роботизации многими воспринимаются враждебно. В первую очередь речь идет о творческой деятельности и работе с людьми. Создание робота-психолога, способного проводить консультации, теоретически возможно, однако какова ценность подобного изделия? Создание роботизированных штурмовых комплексов с интегрированными решателями применения бортового оружия также ставит много вопросов. В любом случае мы имеем дело с очередной волной автоматизации, и нельзя утверждать, что неизбежные негативные следствия массового внедрения машинного обучения будут иметь некую принципиально новую природу.

Все риски обсуждаемой технологии можно разделить на две категории: общие риски (характерные для любых инноваций в области автоматизации) и риски особенные (специфические именно для машинного обучения).

Общие риски связаны в первую очередь с таким фундаментальным экономическим явлением, как вытеснение труда капиталом, которое ведет к изменению структуры занятости, временной безработи-

це и социальному напряжению. Далее, любая автоматизация неизбежно влечет за собой изменение структуры знаний, умений и навыков в том виде деятельности, который подвергся автоматизации. В пределе это может привести к деформации и даже к утере изначальных теоретико-познавательных установок, имевших место до внедрения технологии. Назовем их рисками гносеологическими. Подобное случалось в истории человечества, совершались революции в правилах оперирования знаковыми системами: появились письменность, книгопечатание, справочники, вычислительные машины и автоматические поисковые системы. Те навыки, которые ранее считались существенными, часто переставали быть таковыми. Например, появление письменности сделало неактуальной способность запоминать на слух большие фрагменты религиозных текстов, появление калькуляторов сделало неактуальным счет в уме и с помощью логарифмической линейки. Если искусственный интеллект понимать вырожденным и функциональным образом – как некий набор когнитивных функций, отчужденных вовне, на техническое устройство, то калькулятор и линейку следует считать примитивными формами искусственного интеллекта.

Применительно к машинному обучению гносеологические риски сводятся к двум:

1) *деградация фундаментальных эмпирических знаний, непосредственно связанных с элементарными рутинными навыками и процедурами, лежащими в основе тех или иных видов деятельности.* Например, внедрение автоматического распознавания типов горных пород по изображениям образцов может привести к потере знаний о геологических классификациях и критериях, лежащих в их основаниях. Подобное угрожает знаниям о любых классификациях в случае внедрения систем распознавания наблюдений. Даже при корректной работе систем распознавания утрата персоналом владения знаниями о классификациях неизбежно приведет к потере понимания предмета, поскольку системы деления понятий (т.е. классификации) лежат в основе любой развитой системы знаний. Потеря знаний о правильном делении понятий неизбежно приведет к утрате владения самими базовыми понятиями. Максимальный негативный эффект от пренебрежения этой разновидностью риска составляет одно поколение (30 лет), а минимальный следует оценить в образовательный цикл в высшей школе (пять-шесть лет). Сферы деятельности, где та-

кие риски наиболее серьезные, – медицинская диагностика, дефектоскопия, диспетчерские задачи по составлению расписаний, сетевых графиков и управлению воздушным движением в режиме реального времени, психодиагностика и профпрофилерование;

2) *неспособность персонала решать задачи управления вверенным видом деятельности в случае выхода из строя систем ИИ на длительное время.* Это может произойти в результате масштабной кибератаки, физического разрушения критической ИКТ-инфраструктуры в результате природных процессов или нападения противника. Такой риск может быть демпфирован сохранением в образовании «ручным» навыкам. Это знакомая ситуация, с ней человечество сталкивалось в XX в. неоднократно. В некоторых консервативных видах деятельности внедрение вычислителей не вытеснило искусство решать задачи в уме и на бумаге. Например, несмотря на развитие навигационных систем, основы штурманского дела преподаются до сих пор. В артиллерийской стрельбе внедрение калькуляторов и баллистических вычислителей не привело к отмене подготовки личного состава к управлению огнем в «ручном» режиме – с помощью артиллерийских таблиц и арифметических расчетов. Это означает, что обновление содержания образования в соответствии с современными технологическими реалиями должно носить умеренный характер.

Специфические риски обусловлены главным образом таким негативным теоретико-познавательным свойством нейрокомпьютеров, как логическая непрозрачность: результаты машинного обучения представляют собой так называемую синаптическую матрицу (таблицу весов искусственных нейронов), обычно не поддающуюся рациональному объяснению. В некотором отношении нейронные сети – это аналог эмпирических формул, сомнительных с точки зрения математической доказуемости, но широко и успешно применяемых инженерами.

Эта особенность выдвинула на первый план проблему доверия к искусственному интеллекту, которая формулируется как конструктивная задача построения «доверительного ИИ». В 2020 г. правительство США опубликовало проект правил, согласно которым в государственном секторе должен поощряться «надежный, прочный и заслуживающий доверия ИИ» и эти стандарты должны стать главной темой [15]. Проблема доверия касается не только нейрокомпьютеров,

но и сложных алгоритмических и мультиагентных систем, однако наиболее фундаментальным образом она проявляется именно в случае попыток рациональной интерпретации результатов самообучения нейронных сетей.

Существует методология преодоления этого негативного теоретико-познавательного свойства с целью создания «объяснимого ИИ», известная под разными названиями: «контрастирование», «прореживание», «вербализация», «скелетонизация», «optimal brain surgery». «Применение описанной технологии приведения сети к логически прозрачному виду и последующей вербализации для получения явных знаний из таблиц данных возможно во всех проблемных областях, где нейронные сети давно и с успехом применяются – в медицине, психологии, политологии, экономике, экологии, диагностике и управлении в технических системах и т.д. После приведения к логически прозрачному виду получаем нейронную сеть, не только допускающую простейшую техническую реализацию и использующую минимум данных, но и формирующую явный алгоритм решения задачи. Поскольку нейронные сети часто применяются для решения неформализованных задач, то возможность формирования явных алгоритмов решения поднимает нейронные сети на новый потребительский уровень» [3, с. 20]. Прореживание с целью выявления минимальной нейронной сети способно выявлять новое знание. Например, прореживание нейронных сетей, уверенно предсказывавших итоги выборов с участием Рейгана, победу Буша над Дукakisом, обе победы Клинтона, позволило выявить ключевые факторы, определяющие победу кандидатов от демократов и от республиканцев [3].

Рассмотрим специфические риски внедрения машинного обучения более детально. Существует множество самых разных классификаций применения нейросетевых технологий, т.е. машинного обучения. В основном они опираются на условно отраслевые критерии, являющиеся внешними по отношению к самим технологическим возможностям и функциям. Стоит напомнить, что нейрокомпьютеры создавались как имитация живой нервной ткани, как воспроизведение на другом носителе известных нам перцептивных, когнитивных и моторных функций. Поэтому более целесообразно оценить риски соответственно тем функциям, которые в настоящий момент успешно

реализованы или имеют обнадеживающие перспективы скорой реализации.

1. *Распознавание и идентификация перцептивного содержания (изображений, речи, моторных паттернов и т.п.)*. Первая нейронная сеть (однослойный перцептрон), созданная Ф. Розенблаттом в 1958 г., была создана именно для этих целей [5]. «Когнитрон» Фукусимы (1979 г.) повторял архитектуру зрительной коры и оказался успешным для распознавания образов. Стоит обратить внимание, что впоследствии был создан «неокогнитрон», который до сих пор используется для распознавания рукописного текста [12]. Распознавание изображений (рентгеновских, нейтронного, протонного, синхротронного излучения, ЯМР и т.п.) имеет место в дефектоскопии и таможенном контроле. Распознавание графиков радиовсплесков позволяет детектировать метеоры, а анализ данных спутникового зондирования – угрожающие судам солитоны (волны-убийцы).

Непосредственно системы распознавания являются пассивными и сами по себе, очевидно, не несут риска. Однако интегрированные в решатели программно-аппаратных комплексов и как элемент мультиагентных систем, они могут представлять угрозу в случае ошибки или спонтанного коллапса нейронной сети. Обычно беспокойство вызывают решатели ударных БПЛА, но если вероятность дружественного огня вследствие ошибки идентификации цели находится в пределах статистики дружественного огня личного состава, это не должно вызывать беспокойство у военных заказчиков и эксплуатантов. Значительно больший риск несет возможность коллапса нейронной сети в сложной мультиагентной системе, например в биометрической верификации сервиса государственных услуг или в составе системы «безопасный город».

2. *Поддержание тонкого равновесия между параметрами и, в более общем виде, решение задач на синхронизацию и координацию (эквиллибристика)*. В случае роботов это могут быть моторные задачи на поддержание равновесия при движении по пересеченной местности, лестницам, при прыжках, подъемах после падений и даже в акробатических трюках [16]. Это технология, эффективная для задачи стабилизации ракетного движения, особенно для синхронизации десятков ракетных двигателей в одной ступени на тяжелых носителях [13]. Именно отсутствие такой технологии привело к катастрофам сверх-

тяжелой ракеты Н-1 и свертыванию советского лунного проекта [6]. Именно благодаря нейроуправлению оказалось возможным увеличить длительность горения плазмы в термоядерных реакторах (ТОКАМАК) на многие порядки – до десятков секунд [9]. Использование машинного обучения в ядерных исследованиях стало привычным делом давно, эта отрасль выступала одним из влиятельных заказчиков развития технологии. Вот как описывает это пионер создания нейрокомпьютеров А.И. Галушкин: «Нейросетевые технологии активно применяются во всем мире в ядерных исследованиях. В первую очередь это относится к решению следующих задач: – решение различных задач газодинамики; – нейроуправление плазмой; – различные задачи контроля и управления в АЭС; – нейроуправление центрифугами; – обработка инструментальной информации в исследовательских центрах» [2].

Атомная отрасль традиционно считается источником повышенной опасности, но сведений о том, что машинное обучение используется для управления подкритическими атомными сборками, нет – МАГАТЭ вряд ли одобрило этот метод по причине его логической непрозрачности. Однако работы в этом направлении ведутся МИФИ в целях «адаптивного» регулирования мощности реактора ВВЭР-1000 [1, с. 65]. В защиту таких попыток стоит обратить внимание, что всякий исправный атомный реактор с некоторой вероятностью может перейти в сверхкритическое состояние (взорваться), но вероятность этого события считается приемлемой в силу своей ничтожности. Если вероятность катастрофы в результате сбоя нейрокмпьютера будет признана приемлемой, это будет достаточным аргументом в пользу его применения. Проблема заключается только в поиске правильного способа исчисления этой вероятности без натуральных испытаний на катастрофический исход при условии, что он вообще существует. В некоторых случаях, например в случае с высокотемпературной плазмой, диапазон равновесия между множеством параметров столь узок, что альтернативы машинному обучению нет.

3. *Оптимизация деятельности и решение транспортных задач высокой размерности.* Традиционно так называемая транспортная задача (как и задачи любой оптимизации) решается средствами линейного программирования, однако в случае большого количества переменных она более эффективно (по времени и загрузке вычислительных мощностей) решается инструментами машинного обучения [10].

Решение транспортной задачи применяется в любой логистике, а также в сетевидной концепции боевого управления. Машинное обучение также используется для прогнозирования дорожной обстановки, для решения задач поддержания рабочего давления и скорости потока в трубопроводах и сложных гидравлических арматурах.

Специфических рисков, связанных именно с технологией машинного обучения в логистике, не наблюдается, кроме распространенного недовольства водителей контринтуитивными предписаниями нейросетевого диспетчера. Подобного рода недовольства и недоверие характерны для любого решения транспортной задачи безотносительно к способу. Однако существует вид деятельности, в котором полная автоматизация может вызвать недоверие у лиц, управляющих транспортными средствами, являющимися источником повышенной опасности. Сейчас уже очевидно, что нейрокомпьютеры могут справиться с задачей управления воздушным движением, однако вряд ли устранение авиадиспетчеров устроит пилотов, для которых важно поддерживать психологический контакт с центрами управления полетами и быть уверенными в возможности оперативной реакции. Внедрение систем гибридного управления, в которых управление по умолчанию осуществляется нейрокомпьютером, а в критической обстановке вмешивается человек, несет в себе известный риск: у авиадиспетчера отсутствует должный опыт и навык правильной реакции вследствие пассивного времяпрепровождения в роли наблюдателя.

4. *Экспертная деятельность, оценивание и поиск нового знания (существенных признаков)*. Эффективность машинного обучения порой превосходит все ожидания. И это также поднимает вопрос доверия и поиска приемлемого объяснения. В 2001 г. нейросетевая дефектологическая экспертная система разработки Пермского государственного университета по результатам диагностики авиационных двигателей ОАО «Авиадвигатель» неоднократно выдала диагноз: появление стружки в масле, хотя появление стружки в масле не должно было влиять ни на один из параметров, которые подавались на вход нейросети (температура, давление, вибрация и т.п.). Разбор двигателя подтвердил все диагнозы.

Вот как описывает этот феномен Л.Н. Ясницкий: «Складывалось впечатление, что нейронная сеть принимает правильные решения, используя информацию, недостаточную с точки зрения традиционной логики. В жизни это свойство мозга принято называть “интуицией”»

или «шестым чувством» [7, с. 41]. Обретению самообучившимся нейрокомпьютером «интуиции» было найдено объяснение: вопреки общепринятому мнению специалистов, появление стружки в поддоне двигателя вызывает незаметные для человека отклонения в параметрах работы двигателя. При этом «появление стружки приводит к изменениям не одного и не двух, а сразу многих компонентов вектора X , и нейросеть реагирует на этот комплекс незаметных глазу изменений. Впоследствии мы не раз наблюдали, как нейросети ставили правильные диагнозы и выполняли подтвердившиеся впоследствии прогнозы, объяснить которые в рамках традиционной логики было затруднительно» [7, с. 44].

Одним из примеров таких прогнозов является прогноз победы Д.А. Медведева на президентских выборах за полтора года до события [8]. Данный прогноз был воспринят большинством политологов как невероятный исход событий, поскольку они не могли дать приемлемого объяснения.

Специфические риски использования машинным образом обученных экспертных систем сводятся к указанной проблеме логической прозрачности, или объяснимости. Особенно это актуально, когда выводы носят контринтуитивный характер, что подрывает доверие к системе или, напротив, провоцирует ненужное одушевление машины персоналом. Впрочем, более весомыми и труднопрогнозируемым оказываются риски общего характера в случае внедрения экспертных систем в сферах деятельности, которые считаются «работой с людьми». Приведем тревожащие примеры. Так, в первой редакции упомянутой Национальной стратегии развития искусственного интеллекта утверждалось, что в сфере образования внедрение ИИ может обеспечить: «снижение нагрузки на преподавателей по выполнению однообразных операций (за счет автоматизации обратной связи и оценивания); повышение точности индивидуальной оценки уровня знаний и прогресса учащегося».

Само стремление внедрить машинное обучение для автоматического оценивания учащихся является превратным способом использования высокой технологии, поскольку понятие «точности» оценки имеет смысл только при использовании «объективных» тестовых систем. Последние легко справляются с задачей оценивания с помощью обычных статистических методов. Не следует забывать, что помимо контроля успеваемости, оценка выполняет мотивационную функцию, которую учитель может использовать по своему усмотрению.

нию. Подобные предложения фактически являются призывами закрепить отчуждение учителя от ученика и от результатов своей работы.

5. *Выполнение рутинных операций по документообороту (де-бюрократизация)*. В настоящее время нейрокомпьютеры в той или иной степени справляются с заполнением форм, расчетом кредитных ставок и генерацией заявок и договоров. В проекте Национальной стратегии развития искусственного интеллекта утверждалось, что ИИ может обеспечить «повышение эффективности судебного процесса (за счет интеллектуальных помощников)». Само по себе понятие эффективности вряд ли применимо к судопроизводству. Существенное свойство суда – справедливость, а не эффективность.

Очевидно, что автоматизация рутинных судебных процедур (ведение протокола, генерация определения и т.п.) может вызвать оптимизм в отношении внедрения автоматического судопроизводства сначала по административным делам, а потом и по уголовным. Бесспорно, это приведет к объективному вменению, которое является грубейшим нарушением принципа судопроизводства. Использование высоких технологий для избавления исполнителей от бессмысленных бюрократических процедур неизбежно повлечет за собой поощрение безответственного бюрократического творчества. В результате возникнет положительная обратная связь между бюрократическим нормотворчеством и загрузкой нейрокомпьютеров по исполнению соответствующих процедур. В итоге увеличится неэффективность использования вычислительных мощностей и энергопотребления, а также усилится легкомысленность чиновников.

6. *Распознавание и протоколирование сложных форм поведения*. Технология интерпретации динамической визуальной информации на естественном языке (Activity and Behavior Recognition [11]) находится в процессе разработки, но есть все причины ожидать ее появления в ближайшие годы. Основная цель этой технологии – протоколирование поведенческих паттернов для нужд этнологических экспериментов, контроля социального поведения и автоматического наружного наблюдения. Функции автоматического сопровождения объектов (людей и машин) в целях наружного наблюдения уже в настоящее время встроены в системы типа «безопасный город», однако генерация автоматических протоколов может иметь юридическую значимость. Преимущества протоколов – небольшой объем и воз-

возможность длительного хранения по сравнению с видеозаписями, которые обычно уничтожаются в течение месяца.

Следует также отметить усложнение разведывательной и любой другой оперативно-розыскной деятельности вследствие возможности доступа к протоколам враждебных интересантов.

7. *Надзорные функции, поиск и оформление электронных доказательств (forensic)*. Уже сегодня наблюдается качественный скачок в области риск-менеджмента и так называемого комплаенса [14]. Нейрокомпьютеры быстрее справляются с задачами выявления сложных схем ухода от налогов по сравнению с аналитиками.

К рискам этого вида следует отнести утерю коммерсантами предпринимательского оптимизма в результате взрывного роста эффективности фискальной и прочей надзорной деятельности. Также вероятно усиление социальной напряженности вследствие фонового психологического давления из-за избытка надзорных инструментов.

Риски, обычно ассоциируемые с угрозой спонтанного возникновения «сильного ИИ», обладающего свойствами самосознания, воли, личности в целом, на данном технологическом этапе следует признать абсолютно фиктивными и недостойными внимания. Человеческий и даже животный интеллект есть результат эволюции в сотни миллионов лет, попытки с помощью машинного обучения имитировать эту эволюцию на примитивных искусственных нейросетях совершенно несостоятельны.

Риск спонтанного обретения автоматической системой государственного управления (АСГУ) самосознания и волевой функции, негативно направленной по отношению к человеку, не следует принимать в расчет. Это справедливо и по отношению к решателям программно-аппаратных комплексов боевых систем, риск которых сводится к рискам отказа и «дружественного огня». Данные риски являются тривиальными и сводятся к приемлемым показателям статистическими средствами.

Логическая непрозрачность большинства результатов машинного обучения является серьезным вызовом рациональному мышлению и разумной аргументации в государственном управлении. Это может проявиться как затруднительность рационально обоснован-

ной корректировки решений, принятых на основе рекомендаций логически непрозрачной нейронной сети в условиях, когда использование нейронной сети невозможно или нецелесообразно.

Свойство логической непрозрачности угрожает размыванию ответственности за решения, принятые с участием нейрокомпьютерных экспертных систем. Это негативное свойство подрывает доверие к нейрокомпьютерным АСУ, а в ряде случаев способно формировать превратное отношение к контринтуитивным, но истинным результатам.

Взрывной рост эффективности фискальной и надзорной деятельности с использованием машинного обучения угрожает утерей гражданами предпринимательского оптимизма и самостоятельной активности. Особенно драматичные формы – это может приобрести в случае использования механизмов тотального контроля и автоматического наказания.

Литература

1. *Альмасри Х.Ф.* Нейросетевые варианты адаптивного регулирования мощности ядерного реактора ВВЭР 1000 // Глобальная ядерная безопасность. 2016. № 3 (20). С. 64–73.
2. *Галушкин А.И.* На пути к нейрокомпьютерам с использованием мемристоров (рабочий вариант). 2013. URL: http://2013.nscf.ru/TesisAll/Plenar/13_1520_GalyshekinAI_P13.pdf (дата обращения: 22.03.2022).
3. *Розенблатт Ф.* Принципы нейродинамики: перцептроны и теория механизмов мозга. М.: Мир, 1965.
4. *Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года.* // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/1f32224a00901db9cf44793e9a5e35567a4212c7/ (дата обращения:).
5. *Методы нейроинформатики* / Под ред. А.Н. Горбаня. Красноярск: КГТУ, 1998. URL: http://bookwu.net/book_metody-nejroinformatiki_1189/73_9.-kak-vybirayut-amerikan-skih-prezidentov
6. *Черток Б.Е.* Ракеты и люди: Лунная гонка. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1999.
7. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные информационные технологии и системы. Пермь: Пермский гос. ун-т, 2007.
8. *Ясницкий Л.Н.* Нейронные сети – инструмент для получения новых знаний: успехи, проблемы, перспективы // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2015. № 5. С. 48–56. URL: <https://permai.ru/files/publications/193.pdf> (дата обращения: 22.03.2022).
9. *Bishop C.V., Haynes P.S., Smith M.E.U., Todd T.n>, Trotman D.L., Windsor C.* Real-Time Control of a Tokamak Plasma Using Neural Networks. URL: https://www.researchgate.net/publication/40497990_RealTime_Control_of_a_Tokamak_Plasma_Using_Neural_Networks (дата обращения: 22.03.2022).

10. Cook, R.L., L.O. Jenicke & B. Gibson. Using Artificial Neural Networks for Transport Decisions: Managerial Guidelines. Available at: <https://digitalcommons.wayne.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1112&context=jotm> (дата обращения: 22.03.2022).
11. Diaz Rodrigues, N., M.P. Cuellar, J. Lilius & M. Calvo-Flores. A Survey on Ontologies for Human Behavior Recognition. Available at: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2523819> (дата обращения: 22.03.2022).
12. Fodor J., Pylyshin Z. Excerpt from Connectionism and Cognitive Architecture. Blackwell Publisher Ltd., 2008.
13. Gomez F., Miikkulainen R. Active Guidance for a Finless Rocket Using Neuroevolution. URL: https://www.researchgate.net/publication/2570742_Active_Guidance_for_a_Finless_Rocket_Using_Neuroevolution (дата обращения: 22.03.2022).
14. Liebergen B., van. Machine Learning: A Revolution in Risk Management and Compliance? URL: https://www.iif.com/system/files/32370132_van_liebergen_machine_learning_in_compliance_risk_management.pdf (дата обращения: 22.03.2022).
15. Machine Learning Best Practices for Public Sector Organizations 2021. URL: <https://dl.awsstatic.com/whitepapers/machine-learning-best-practices-for-public-sector-organizations.pdf> (дата обращения:).
16. MIT is Building a Dynamic, Acrobatic Humanoid Robot. URL: <https://spec-trum.ieee.org/mit-dynamic-acrobatic-humanoid-robot#toggle-gdpr> (дата обращения:).

References

1. Almasri, H.F. (2016). Neyrosetevye varianty adaptivnogo regulirovaniya moshchnosti yadernogo reaktora VVER 1000 [Adaptive neural network controller for power control in nuclear power plants WWER 1000]. Globalnaya yadernaya bezopasnost [Global Nuclear Safety], 3 (20), 64–73.
2. Galushkin, A.I. (2013). Na puti k neyrokompyuteram s ispolzovaniem memristorov (rabochiy variant) [On the Way to Neurocomputers Using Memristors (Working Version)]. Available at: http://2013.nscf.ru/TesisAll/Plenar/13_1520_GalyshkinAI_P13.pdf (date of access: 22.03.2022).
3. Gorban, A.N. (Ed.). (1998). Metody neyroinformatiki [Methods of Neuroinformatics]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Technical University.
4. Natsionalnaya strategiya razvitiya iskusstvennogo intellekta do 2030 goda [National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the Period Till 2030]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/1f32224a00901db9cf44793e9a5e35567a4212c7.
5. Rosenblatt, F. (1965). Printsipy neyrodinamiki: Pertseptrony i teoriya mekhanizmov mozga [Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms]. Moscow, Mir Publ. (In Russ.).
6. Chertok, B.E. (1999). Rakety i lyudi: Lunnaya gonka [Rockets and People: Moon Race], 2nd ed. Moscow, Mashinostroyeniye Publ.
7. Yasnitskiy, L.N. (2007). Intellektualnye informatsionnye tekhnologii i sistemy [Intelligent Information Technologies and Systems]. Perm, Perm State University Publ.
8. Yasnitskiy, L.N. (2015). Neyronnye seti – instrument dlya polucheniya novykh znaniy: uspekhi, problemy, perspektivy [Neural networks as a tool for obtaining new knowledge: progress, problems, prospects]. Neyrokompyutery: razrabotka, primeneniye [Neurocomputers: Development and Application], 5, 48–56. Available at: <https://permai.ru/files/publications/193.pdf> (date of access: 22.03.2022).

9. *Bishop, C.M., P.S. Hayne, M.E.U. Smith, T.N. Todd, D.L. Trotman & C. Windsor.* Real-Time Control of a Tokamak Plasma Using Neural Networks. Available at: https://www.researchgate.net/publication/40497990_RealTime_Control_of_a_Tokamak_Plasma_Using_Neural_Networks (date of access: 22.03.2022).

10. *Cook, R.L., L.O. Jenicke & B. Gibson.* Using Artificial Neural Networks for Transport Decisions: Managerial Guidelines. Available at: <https://digitalcommons.wayne.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1112&context=jotm> (date of access: 22.03.2022).

11. *Diaz Rodrigues, N., M.P. Cuellar, J. Lilius & M. Calvo-Flores.* A Survey on Ontologies for Human Behavior Recognition. Available at: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2523819> (date of access: 22.03.2022).

12. *Fodor, J. & Z. Pylyshi.* (2008). Excerpt from Connectionism and Cognitive Architecture. Blackwell Publisher Ltd.

13. *Gomez, F. & R. Miikkulainen.* Active Guidance for a Finless Rocket Using Neuroevolution. Available at: https://www.researchgate.net/publication/2570742_Active_Guidance_for_a_Finless_Rocket_Using_Neuroevolution (date of access: 22.03.2022).

14. *Liebergen, B., van.* Machine Learning: A Revolution in Risk Management and Compliance? Available at: https://www.iif.com/portals/0/Files/private/32370132_van_liebergen_machine_learning_in_compliance_risk_management.pdf (date of access: 22.03.2022).

15. *Machine Learning Best Practices for Public Sector Organizations 2021.* Available at: <https://d1.awsstatic.com/whitepapers/machine-learning-best-practices-for-public-sector-organizations.pdf>.

16. *MIT Is Building a Dynamic, Acrobatic Humanoid Robot.* Available at: <https://spectrum.ieee.org/mit-dynamic-acrobatic-humanoid-robot#toggle-gdpr>.

Сведения об авторе

Винник Дмитрий Владимирович – доктор философских наук, Финансовый университет при правительстве Российской Федерации, профессор Департамента гуманитарных наук (125167, Москва, Ленинградский пр-кт, д. 49/2)

dvinnik@fa.ru

Information about the autor

Vinnik, Dmitriy Vladimirovich – Doctor of Science (Philosophy), Financial University under the Government of the Russian Federation, Department of social studies, professor (49 Leningradsky Prospekt, 125993, Moscow, Russia)

dvinnik@fa.ru

Дата поступления 04.04.2022