

DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-2

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ЖИЗНЕННО СТРАТЕГИЧЕСКИ ВАЖНЫХ СЕГМЕНТАХ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА)

**В. Б. Бетелин¹, В. А. Галкин², Т. В. Гавриленко², А. К. Дибижев³, О. В. Коваленко⁴,
 Н. Ф. Никитин³, В. П. Соловьев⁴**

¹ Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Москва, Российская Федерация, betelin@niisi.msk.ru

² Сургутский филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Сургут, Российская Федерация

³ Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация», г. Москва, Российская Федерация

⁴ Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров, Российская Федерация

Аннотация: в статье авторами обсуждаются вопросы, связанные с масштабным внедрением технологий искусственного интеллекта в высокотехнологичные отрасли отечественной промышленности. Представлено современное состояние нормативно-правовой базы и направления интенсивного внедрения систем искусственного интеллекта. Показаны ограничения современных технологий искусственного интеллекта и отсутствие теоретического обоснования и обязательной верифицируемости не только искусственных нейронных сетей, но и других видов технологий искусственного интеллекта. Описаны проблемы создания цифрового двойника человека-пилота и фундаментальные различия между естественным и искусственным интеллектами в решении некорректных задач в авиации. Одним из ключевых выводов является заключение о необходимости разработки, принятия научно-идеологической, политической платформы развития, внедрения технологий искусственного интеллекта в жизненно важные сферы государства (образование, наукоемкие отрасли промышленности, транспорт) путем проведения общественных слушаний, заседаний под патронажем РАН, Госдумы с дальнейшим обсуждением в ФОИВ, Правительстве РФ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высокотехнологичные отрасли промышленности, цифровая модель человека, человек-пилот, некорректные задачи в авиации.

Для цитирования: Бетелин В. Б., Галкин В. А., Гавриленко Т. В., Дибижев А. К., Коваленко О. В., Никитин Н. Ф., Соловьев В. П. Проблемные вопросы реализации технологий искусственного интеллекта в высокотехнологичных отраслях отечественной промышленности (жизненно стратегически важных сегментах российского общества). *Успехи кибернетики*. 2021;2(3):8–18. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-2.

ISSUES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION TO THE DOMESTIC HIGH-TECH INDUSTRIES (CRITICAL COMPONENTS OF THE RUSSIAN SOCIETY)

**V. B. Betelin¹, V. A. Galkin², T. V. Gavrilenko², A. K. Dibizhev³, O. V. Kovalenko⁴, N. F. Nikitin³,
 V. P. Solovyov⁴**

¹ Federal State Institution “Scientific Research Institute for System Analysis of the Russian Academy of Sciences”, Moscow, Russian Federation, betelin@niisi.msk.ru

² Surgut Branch of Federal State Institute “Scientific Research Institute for System Analysis of the Russian Academy of Sciences”, Surgut, Russian Federation

³ United Aircraft Corporation, Moscow, Russian Federation

⁴ Russian Federal Nuclear Center – Russian Research Institute of Experimental Physics, Sarov, Russian Federation

Abstract: the authors discuss the issues of a large-scale AI adoption in the domestic high-tech industries. The paper presents the current legal framework and key AI implementation areas. It is shown that the capability of AI technologies available today is limited. There is no theoretical basis or required verification of artificial neural networks or other AI technologies. The paper also covers the issues with developing a digital twin of a human pilot, and the drastic differences between human and artificial intelligence applied to solve incorrect problems in aviation. One of the major conclusions is that a scientific, ideological, and political platform for the AI development and implementation in the mission-critical areas (education, high-tech industry, transportation) shall be prepared and adopted through public hearings and discussions hosted by the RAS, State Duma, with a subsequent review by the Russian Government.

Keywords: artificial intelligence, high-tech industries, human pilot digital model, incorrect problems in aviation.

Cite this article: Betelin V. B., Galkin V. A., Gavrilenko T. V., Dibizhev A. K., Kovalenko O. V., Nikitin N. F., Solovyov V. P. Issues of Artificial Intelligence Application to the Domestic High-Tech Industries (Critical Components of the Russian Society). *Russian Journal of Cybernetics*. 2021;2(3):8–18. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-2.

Технологии искусственного интеллекта — ключевые технологии развития России

Общепризнанной тенденцией мирового научно-технического прогресса является реализация технологий искусственного интеллекта (ИИ) во всех сферах человеческой деятельности, связанной с анализом, обработкой больших объемов данных и принятием оперативного, адекватного сути дела решения в задачах различного назначения. Это связано с тем, что ИИ является замыкающей технологией нового технологического уклада, которая должна преодолеть существующие ограничения, связанные с реальными возможностями человеческого мозга по управлению системами с постоянно растущей информационной сложностью [1].

Средства, методы искусственного интеллекта уже сегодня внедряются во многие стороны, аспекты нашей повседневной жизни с целью повышения эффективности, комфортности работы транспорта, медицины, социальной сферы, государственного управления и т.д.

Российская Федерация наряду с ведущими зарубежными странами рассматривает искусственный интеллект как одно из ключевых направлений развития промышленности и как важный фактор укрепления обороноспособности страны, обеспечения национальной безопасности, сохранения технологического суверенитета, достижения военно-политического превосходства на мировой арене.

В интересах опережающего развития и внедрения технологий искусственного интеллекта в ключевые высокотехнологичные отрасли экономики наращивается объем бюджетных и частных инвестиций в проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований.

При этом основные направления развития отечественных технологий искусственного интеллекта определены в «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года», утвержденной указом Президента РФ от 10.10.2019 № 490.

В рамках национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» реализованы следующие мероприятия:

- разработан и утвержден федеральный проект «Искусственный интеллект»;
- в рамках федерального проекта «Нормативное регулирование цифровой среды» разработаны нормативно-правовые акты в области искусственного интеллекта.

В целях государственного регулирования проблем развития технологий ИИ между Правительством РФ и ПАО «Сбербанк» подписано соглашение о намерениях, предусматривающее подготовку компанией и утверждение Правительством РФ дорожной карты развития высокотехнологичной области «Искусственный интеллект». Отдельно подписано соглашение между Правительством РФ и АО «Управляющая компания «Российский фонд прямых инвестиций» (УК «РФПИ»), предусматривающее содействие в привлечении инвестиций в российские компании в области искусственного интеллекта совместно с международными партнерами.

Указанные соглашения стали основой разработки дорожной карты развития области «Искусственный интеллект», которая включает в себя результаты выполнения федерального проекта «Искусственный интеллект», а также совместные мероприятия ПАО «Сбербанк» и АО «УК «РФПИ» в данной области.

Для дальнейшего развития высокотехнологичной отрасли «Искусственный интеллект» представителями бизнеса сформирован Альянс искусственного интеллекта, в который входят: ПАО «Сбербанк», Яндекс, Mail.ru Group, МТС, «Газпром нефть» и АО «УК «РФПИ».

Происходит процесс интенсивного внедрения технологий ИИ практически во все сферы человеческой деятельности в Российской Федерации. При этом необходимо отметить некоторые особенности процесса отечественной интеллектуализации жизненно важных для дальнейшего развития нашей страны промышленно-технологических, социально-образовательных областей и сегментов экономики.

Под технологиями искусственного интеллекта повсеместно внедряются (и понимаются) искусственные нейронные сети (далее – НС) как наиболее продвинутое и развитое (программно-аппаратное) средство реализации предметной области исследований. Исторически технологией искусственного интеллекта являлся процесс движения информации от неструктурированных данных к решению трудной задачи, которая традиционными методами не решалась (см. рис.).



Рис. Структура искусственного интеллекта

Из всей совокупности математических методов, принадлежащих искусственному интеллекту, НС наиболее полно отвечают современным требованиям модели развития «торговой экономики» России, когда во главу угла ставится временной фактор и минимизация финансовых рисков (максимальная прибыль в минимальные сроки), так как обеспечивают быстрое решение (мгновенную реакцию) на входное воздействие с оперативным достижением поставленной цели.

Однако сам процесс обучения НС является подмножеством машинного обучения, позволяющим вывести программу или алгоритм из некоторых данных вместо их непосредственной реализации в традиционном программировании [2]. Таким образом, обученная НС представляет собой автоматически созданный алгоритм на данных, качество которого проверяется на ограниченном множестве тестовых данных. То есть ни во время создания алгоритма, ни во время его проверки нет процедур, гарантирующих его качество. В результате получается алгоритм без особых интеллектуальных вложений со стороны человека, который прямыми методами декларативного программирования мог бы и не получиться. При обучении НС, как правило, используются готовые алгоритмы, реализованные в библиотеках, созданных ведущими мировыми компаниями. Основой НС являются эмпирические методы решения, использующие весовые коэффициенты и сверточные слои (сети). При использовании алгоритмов обучения НС на первый план выходят возможности аппаратных ресурсов (чем больше вычислительная производительность и количество сверточных слоев в НС, тем точнее и быстрее решение).

Насколько оправдан подход, предлагаемый Сбербанком по внедрению НС технологий в качестве основы для дальнейшей интеллектуализации всех сфер деятельности нашего общества, в том

числе стратегически важных для страны, таких как сельское хозяйство, транспорт, ОПК, авиастроение, образование, вооруженные силы, военная и гражданская техника? Прежде всего, это касается процессов оптимизации и управления, являющихся базовыми (основополагающими) функциями в транспортной сфере (при решении задач управления транспортными средствами, летательными аппаратами (ЛА)), в управлении войсками и боевыми авиационными системами.

Все ли так безоблачно в реализуемой Альянсом искусственного интеллекта технологической революции, насколько совершенен математический аппарат решения с помощью НС, обеспечивает ли он достоверный результат и что в обозримом будущем для нашей страны принесет такой подход, позволит ли он обеспечить всестороннее, гармоничное развитие общества, сохранение технологического суверенитета государства в быстро меняющемся мире при условии наличия молодого поколения, подготовленного к самостоятельному существованию, обладающего высоким умственным, научно-техническим, промышленно-технологическим потенциалом?

Рассмотрению данной проблемы, а именно оценке целесообразности использования технологий НС в процессах оптимизации, управления ЛА, группой ЛА и применения по назначению, с учетом социальных сопутствующих (обеспечивающих) аспектов по направлениям образования (подготовке профильных кадров) посвящена данная статья.

Технологии искусственного интеллекта — это технологии создания цифровых двойников человека

Действительно, по сути дела, стратегическая значимость технологий ИИ как ключевого направления развития страны основывается на предположении о возможности создания цифровых двойников человека, которые интеллектуально и профессионально сопоставимы со своими реально существующими прототипами или даже превосходят их [3]. Другими словами, предполагается, что эти цифровые двойники могут на равных взаимодействовать как с реальными людьми, так и с природной и технической средой их обитания. То есть, например, играть с реальными людьми в шахматы и выигрывать у них, управлять автомобилями и самолетами, наравне с реальными водителями и пилотами, имеющими многолетний стаж работы, обрабатывать земли, убирать урожай и т.д.

Предположения о возможности создания таких цифровых двойников человека, казалось бы, подтверждаются очевидными успехами ИИ в области игры в шахматы. Однако существенно важно, что эти успехи цифровых двойников гроссмейстера принципиально основываются на комбинаторном анализе многих тысяч партий, сыгранных реальными, а не цифровыми гроссмейстерами. Основная математическая проблема, решаемая при этом, — уменьшение перебора большого, но конечного числа вариантов шахматных партий. При этом каждая партия представляет собой упорядоченную конечную последовательность конечного множества шахматных фигур и клеток на шахматной доске

Вместе с тем математические проблемы создания цифровых двойников водителя автомобиля или пилота самолета относятся к классу некорректных задач, решение которых либо отсутствует, либо множественно, либо неустойчиво и не сводится к уменьшению перебора конечного числа вариантов. Другими словами, успехи ИИ в области игры в шахматы никак не подтверждают возможность создания цифровых двойников водителя автомобиля и пилота самолета, адекватных по своим способностям реальным водителям и пилотам, имеющим многолетний опыт профессиональной работы.

Более того, создание таких цифровых двойников водителя и пилота предполагает создание цифровых двойников автомобиля и самолета, а также цифровых двойников пространства, в котором движутся цифровые двойники автомобиля и самолета. Математические проблемы создания таких цифровых двойников, адекватных их реальным прототипам, также относятся к классу некорректных задач, с неточно заданной правой частью уравнений, поскольку исходные данные для решения известны приближенно. Для регуляризации некорректной задачи должен быть заменен оператор, описывающий процесс, на приближенный. Процедура такого преобразования получила название «метода регуляризации Тихонова», который охватывает задачи обработки сигналов и изображений, а также такую классическую задачу линейной алгебры, как решение плохо обусловленной системы линейных уравнений [4].

Из вышеизложенного следует, что проблема создания цифровых двойников человека-водителя и человека-пилота, которые интеллектуально и профессионально сопоставимы со своими прототипами при управлении реальными автомобилями и самолетами, двигающимися в реальных пространствах,

или даже превосходят их, сводится к проблеме разработки методов регуляризации множества всех возникающих при этом некорректных задач. То есть сводится к обоснованию возможности существования таких цифровых двойников.

На уровне математических доказательств требует обоснования возможность существования устойчиво функционирующих цифровых двойников человека-творца для таких предметных областей, как промышленность, наука и образование. То есть интеллектуальных систем (ИС) управления, реализующих творческие функции, которые способен выполнять только человек. Такие системы способны в любой из этих областей человеческой деятельности адаптироваться, обучаться на своем опыте и повышать свою эффективность, решать задачи, требующие человеческого восприятия, мышления, информационного взаимодействия и физических усилий. Однако на данный момент отсутствуют не только строгие математические, но вообще какие-либо доказательства возможности существования таких устойчиво функционирующих цифровых двойников человека-творца.

Не имея обоснования возможности существования таких ИС, вообще говоря, преждевременно утверждать, что технологии искусственного интеллекта являются ключевым направлением развития промышленности, в том числе автомобильной и авиационной. Подтверждением этому является, например, практическое отсутствие гарантий штатного функционирования беспилотных автомобилей в условиях реальной, а не специальной дорожной обстановки и погодных условий. А также отсутствие гарантий штатного функционирования уже созданных или планируемых к созданию на основе технологии глубокого обучения (ГО) нейронных сетей интеллектуальных систем автоматического распознавания целей, автоматического дешифрования аэрокосмической информации, автоматической видовой разведки, автоматического распознавания целей для высокоточного оружия и других авиационных средств поражения.

Однако в отношении таких предметных областей, как торговля и оказание услуг, особенно нематериальных услуг, возможность создания устойчиво функционирующих цифровых двойников человека-продавца и человека-потребителя, которые сопоставимы со своими реально существующими прототипами и даже превосходят их, безусловно доказана практическими успехами как зарубежных (Google, Apple, Facebook), так и отечественных (Сбербанк, Яндекс, Ozon) компаний.

Существенно важно, что успехи этих компаний в области ИИ заключаются только в создании цифровых моделей человека-продавца и человека-потребителя, но не человека-творца. Эти успехи, так же, как и успехи в области игры в шахматы, принципиально основываются на комбинаторно-игровом анализе очень большого, но конечного набора данных о потребностях, склонностях и предпочтениях реальных людей-потребителей, а также практических приемах («сыгранных партий») многих тысяч реальных людей-продавцов при общении с реальными покупателями.

Технологии создания цифровых двойников человека-продавца товаров и нематериальных услуг и человека-потребителя этих товаров и услуг представляют собой технологический пакет нового экономического уклада. Этот уклад формируют в России компании Альянса искусственного интеллекта как стратегическую основу новой цифровой экономики нематериальных услуг [5], по сути дела, полностью отрицающей экономику материального производства.

Цифровые модели человека должны видеть, слышать, читать, писать и рисовать

Уже сегодня всеми этими коммуникативными возможностями в рамках своей предметной области цифровой продавец товаров и услуг обладает на уровне человека-продавца, а в ряде случаев и превосходит этот уровень, прежде всего, за счет невысокой сложности цифровой, предметной области (цифрового пространства), которая обеспечивает рассматриваемой области возможность комбинаторно-игрового анализа имеющейся априорной информации как о потенциальном потребителе (цифровая модель человека-потребителя), так и о практических приемах многих тысяч реальных продавцов. По сути дела, именно успехи в создании коммуникационных возможностей цифровой модели человека-продавца, но не человека-творца являются основными успехами современного ИИ. Именно поэтому компании, которые активно участвуют в процессе цифровизации различного рода услуг и всех сфер жизни общества, являются в нашей стране лидерами в области внедрения систем ИИ для цифровой экономики услуг, прежде всего, нематериальных.

Эти коммуникативные функции цифрового продавца реализуются в том числе на основе технологий глубокого обучения нейронных сетей. Глубокое обучение — совокупность методов машинного

обучения (с учителем, с частичным привлечением учителя, без учителя, с подкреплением), основанных на обучении нейросети (принимать правильные решения) представлениям, а не специализированным алгоритмам под конкретные задачи. Бездоказательно предполагается, что нейросеть, обучаясь без каких-либо ограничений на основе «наблюдений» за данными, может «придумать» собственное решение поставленной задачи.

Также бездоказательно предполагается, что методы ГО в совокупности с достижениями в области вычислительных мощностей (использование графических ускорителей, специальных нейронных процессоров производительностью 1 эксафлоп) в принципе позволяют создавать сложные технологические архитектуры нейронных сетей и обеспечить на этой основе решение достаточно широкого спектра прикладных задач. На сегодня НС и ГО применяются, прежде всего, для решения именно коммуникативных задач: распознавания изображений, голоса и обработки естественного языка. Однако для этих решений отсутствует какое-либо теоретическое обоснование достоверности, устойчивости и повторяемости. Тем более, что имеются многочисленные примеры недостоверности, неустойчивости и неповторяемости коммуникативных НС решений. Практика работы Сбербанка, Яндекса и Ozon свидетельствует о том, что это не является препятствием при реализации цифровых моделей человека-продавца. Но для реализации и коммуникативных, и творческих функций цифровых моделей человека-творца, конечно, необходимы теоретические обоснования существования и адекватности модели НС (теорема существования), сходимости процесса обучения этой НС в конкретной предметной области к результату — цифровой модели человека-творца, устойчивости этой цифровой модели в условиях возможных возмущений исходных данных и ее обязательной верификации.

Несмотря на отсутствие таких теоретических обоснований, многие промышленные организации в нашей стране, ведущие разработки цифровых двойников человека, в том числе и цифровых моделей человека-водителя беспилотных транспортных средств, используют разработанные за рубежом библиотеки НС алгоритмов, доступных в сети Интернет, для которых отсутствует доказательство сходимости и устойчивости, которые по этой причине уязвимы для кибератак. Причем эти библиотеки используются не только для реализации коммуникативных функций, но и для решения задач управления транспортными средствами, то есть осуществления творческих функций.

Отсутствие теоретических обоснований применимости и обязательной верифицируемости является проблемой не только НС технологий, но и других видов технологий искусственного интеллекта, таких, например, как:

- машинное обучение за счет применения существующих решений множества сходных задач;
- биоинспирированные алгоритмы оптимизации, основанные на методе роевого интеллекта;
- генетическое программирование на основе имитации биологических процессов для поиска оптимального решения;
- метаэвристические алгоритмы оптимизации решения задач за требуемое время;
- мультиагентное имитационное моделирование;
- нечеткая и дескрипционная (описательная) логика, позволяющая в условиях нечеткости путем логических рассуждений находить оптимальное решение задач;
- экспертные системы;
- когнитивные технологии.

Проблемы создания цифрового двойника человека-пилота

Прежде всего, необходимо отметить, что в значительной степени перечень этих проблем и методов их решения определяется той областью деятельности, военной или гражданской, для которой создается цифровой двойник человека-пилота летательного аппарата, включая цифровые двойники аэродромного и воздушного пространств. Действительно, профессиональный опыт гражданского пилота связан с перевозкой коммерческих грузов и людей, а опыт военного летчика — с выполнением боевых заданий, в том числе в составе группы ЛА, а также перевозкой военных грузов и военнослужащих. Гражданские летчики летают на гражданских ЛА и используют гражданские аэродромы, а военные летчики — военные ЛА и военные аэродромы. То есть создание цифровых двойников-пилотов военных ЛА (далее – цифровых военных пилотов) включает также создание цифровых двойников военных ЛА, групп военных ЛА и военных аэродромов, а также цифровых двойников военного воздушного пространства, включая цифровых двойников потенциальных воздушных противников, как одиночных,

так и групповых.

Основная цель и реального, и цифрового военного пилота — выполнить боевое задание, то есть в противоборстве победить противника, выиграть у него партию, в терминах цифрового гроссмейстера. В основе этого авиационного противоборства, так же, как и в основе шахматного, — комбинаторно-игровой анализ многих тысяч «сыгранных партий» — цифровых двойников противоборств реальных, а не цифровых военных пилотов, цена проигрыша в которых — гибель ЛА. При этом сложность и реального, и цифрового двойника пространства, в котором велись эти авиационные противоборства, и цена их проигрыша несопоставимо выше сложности и реального, и цифрового двойника пространства, в котором ведется шахматное противоборство, и цены их проигрыша. Прежде всего, потому, что, как уже отмечалось выше, математические проблемы создания цифрового двойника пространства авиационного противоборства, по сути дела, сводятся к регуляризации множества всех возникающих при этом некорректных задач, оценке адекватности результатов регуляризации первоначальной цели и в конечном счете — к обоснованию возможности ее достижения.

Регуляризация некорректных задач в авиации — это дело специалистов авиационных КБ, институтов и пилотов

В настоящее время в системах управления авиационными комплексами (АК) используются технологии экспертных систем, нечеткой логики и НС, обеспечивающие только фрагментарную автономность функционирования этих комплексов на определенных этапах полета и, соответственно, решение узкого круга задач их применения.

Если рассматривать решаемые задачи, а именно интеллектуализацию процесса оптимизации и управления ЛА, группой ЛА (в том числе смешанной) и применение по назначению, то они, как любые некорректные задачи, обладают рядом ограничений, особенностей:

- наличие стохастических и нечетко определенных данных;
- необходимость поиска глобального оптимума;
- отсутствие адекватного математического описания (модели), полностью соответствующего реальным условиям функционирования;
- многомерность, многоэкстремальность, многокритериальность;
- отсутствие аналитических выражений для целевых функций;
- алгоритмическое представление и высокая вычислительная сложность;
- недифференцируемость и нелинейность;
- наличие переменных разного типа (дискретных и непрерывных) в целевых функциях.

Для решения таких некорректных задач автономно, без исключения, на всех этапах полета и применения по назначению, должен быть разработан математический аппарат, обеспечивающий интерпретируемость, полноту, безусловную верифицируемость, устойчивость, «прозрачность» и достоверность решений.

Вообще говоря, процесс управления ЛА относится к классу некорректных задач, включая и классическую задачу оптимизации. Регуляризация этих задач специалистами авиационных КБ и НИИ на основе натурных и стендовых испытаний ЛА обеспечивает создание отработанного математического аппарата, поиска оптимального решения, которое происходит по определенным законам (разработанным алгоритмам).

В постановочном плане с учетом перечисленных ограничений, неопределенности исходных данных и параметров, реальной меняющейся обстановки в пространстве сдвигающимися ЛА и при внешних случайных воздействиях предполагается, что существуют и могут быть реализованы алгоритмы поиска оптимального решения на основе технологий ИИ, обладающих (предположительно) свойством самообучаемости, адаптивности к новым возникающим условиям, вариантам задачи, реакция на которые алгоритмически не предусмотрена, позволяющие вычислить, найти, решить целевую функцию и на выходе:

- дать команды (рекомендации в виде «интеллектуальной поддержки») на управление ЛА (группой ЛА) и применение;
- самостоятельно дать команды («самостоятельно», без вмешательства экипажа) на автономное управление движением АК (группой АК) и его применение по назначению для выполнения задачи (операторы наземной станции управления, воздушного узла связи или летчики проверяют-подтверждают

выбор или наблюдают).

НС, как и другие виды технологий искусственного интеллекта, которые также относятся к классу некорректных задач, применяемые автономно без согласованного механизма регуляризации, не являются ни единственным, ни достаточным средством для решения всего множества возникающих сложных, при этом некорректных задач на всех этапах полета и применения по назначению ЛА. Таким образом, прежде всего, специалистами авиационных КБ и НИИ должен быть разработан согласованный общий механизм регуляризации всех некорректных задач на основе соответствующих формализованных нормативных документов (уставов, наставлений и курсов подготовки) и практического опыта профессиональных пилотов ЛА и авиационных специалистов. Это обеспечит возможность создания математического аппарата (модели функционирования), использующего ряд перечисленных регуляризованных технологий ИИ, работающих совместно, в соответствии с ролевой моделью. Только комплексное применение таких регуляризованных технологий ИИ в составе АК позволит добиться искомого решения, а используемый математический аппарат будет обладать полнотой, «прозрачностью», достоверностью принятого решения и безусловной верифицируемостью.

Подводя итог сказанному, можно отметить, что прорыв, произведенный ГО НС, обеспечил решение задач, отражающих периферийные функции человека. Сам процесс обдумывания, планирования своих действий («поведенческое» управление), логического «рассуждения» и абстрактного мышления пока не воспроизводится работой искусственных нейронных сетей. Эти процессы могут быть воспроизведены только на основе практического опыта специалистов авиационных КБ и НИИ и профессиональных пилотов, а также объединения и взаимодействия в рамках решаемой задачи различных методов ИИ, включая НС с имитационным моделированием.

Предлагаемый комплексный подход позволит в полной мере использовать преимущества и достоинства отечественной фундаментальной науки (теоретической и прикладной школы математики), потенциал которой был неоднократно успешно реализован, начиная с 50-х годов прошлого века, при разработке и создании сложных образцов авиационной техники и вооружения в условиях финансовых, ресурсных, временных, санкционных ограничений.

Зачастую это компенсировало определенное технологическое отставание от аналогичных зарубежных проектов за счет глубины, фундаментальности проработки применяемого математического аппарата при моделировании реальных физических процессов. В этом заключался наш собственный подход, позволявший успешно на протяжении длительного времени конкурировать с ведущими промышленными мировыми гигантами (США, Великобритания, Франция, Германия). К сожалению, сейчас мы, по большому счету, пытаемся соревноваться с зарубежными компаниями, «впрямую» используя подходы, реализуемые конкурентами, учитывающие их промышленно-технологическое, финансовое преимущество (потенциал), что приводит к полной (частичной) утрате фундаментальной математической школы и бесконечной погоне с более чем десятилетним опозданием за уровнем развития США, Евросоюза в искомой области исследований.

Примером реализации такого подхода могут послужить попытки более легкого доступа к информационным системам в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого столетия, которые привели в ущерб развитию отечественной CAD/CAM/CAE-системы (для автоматизированного проектирования сложных изделий с трехмерным моделированием, инженерным анализом, оптимизацией производственных процессов) к массовым закупкам западных систем. Купить стало проще, чем создавать и вместе доводить отечественный продукт. Введение с 2014 года санкций по сопровождению западных систем наглядно продемонстрировало пагубность такого подхода. Сегодня мы создаем свою ИС тяжелого класса, но с опозданием в 30 лет.

Синтез технологий ИИ, имитационного моделирования, оптимизации, хранения и обработки данных будет являться основой принятия решения, где технология НС будет одной из множества других технологий ИИ.

Дело в том, что НС, так же, как и системы имитационного моделирования, вообще говоря, основаны на классических математических методах аппроксимации и оптимизации, но, в отличие от последних, не обладают свойствами устойчивости, предсказуемости, достоверности, верифицируемости.

Поэтому интеллектуализация процессов оптимизации, управления ЛА должна базироваться на использовании математического аппарата, достоверно (полно и прозрачно) описывающего модели-

руемый процесс с обеспечением правильного решения посредством достижения (определения и решения) целевой функции на основе применения технологий искусственного интеллекта, программно-алгоритмического обеспечения (симбиоза созданного отечественной теоретической школой и лучшими аналогичными продуктами) с учетом научно-технического задела, имеющегося по всем направлениям технологий ИИ и возможностей кадрового потенциала (квалифицированных сотрудников).

В заключение, говоря об интеллектуализации процесса функционирования (управления) ЛА как в одиночном, так и в групповом варианте, следует отметить, что только комплексное применение технологий ИИ в составе АК позволит добиться искомого решения всего множества возникающих в пространстве работы АК сложных некорректных задач.

Проблемы профильного образования

Продолжая тему подготовки профильных специалистов (сотрудников), необходимо отметить, что предлагаемый подход предполагает использование принципа обучения и получения, постоянного пополнения базовых знаний, творческого мышления, работы, а не использования (умелого применения) готовых технологий.

Тема внедрения технологий искусственного интеллекта (нейросети) в систему образования Российской Федерации весьма неоднозначна, учитывая возможные последствия и результаты предлагаемых Альянсом методов обучения подрастающего поколения, в том числе для области авиастроения.

Современная экономическая модель развития неизбежно влияет на образование в России. Под влиянием цифровых технологий была сформирована альтернативная существовавшей в СССР модель образования.

Основные постулаты этой модели отражены в принятом в 2012 году «Законе об образовании в Российской Федерации»:

- недопустимость ограничения или конкуренции в сфере образования (п. 11 ст. 3);
- свобода выбора модели образовательных услуг согласно склонностям и способностям человека (п. 7 ст. 3);
- адаптивность образования к уровню подготовки и интересам человека (п. 8 ст. 3);
- свобода образовательных организаций в разработке и утверждении образовательных программ, которые определяют содержание образования (п. 7 ст. 3).

На практике это означает подготовку людей не творчески мыслящих (творцов), а грамотных пользователей (потребителей), в первую очередь, готовой цифровой продукции, технологий (разработанных за рубежом).

Уже сейчас современная молодежь погружена в виртуальный мир гаджетов, Интернета и социальных сетей, что приводит к нежеланию мыслить, созидать, ведь проще быть потребителем (участником) виртуального мира, в котором формируется мировоззрение, где авторитет и ценность действия (самостоятельного решения) подменяются сформированным извне (зомбированным) мнением, как поступать в той или иной ситуации (сфере деятельности).

Школы уже много лет выпускают молодежь, не мотивированную на собственное развитие, на напряженную учебу и труд, работает принцип, заимствованный из западной методички для обучения не самых сильных детей, — сотрудничество, коммуникация, критическое мышление, креативное мышление, при таком подходе знания не нужны, математика нужна только в объеме того, что встречается в быту. Это не может не сказываться на качестве специалистов, которых готовят сильно подпорченные реформами вузы.

«Уровень подготовки студентов российских вузов падает, что связано в том числе и со снижением качества школьного образования», — заявил президент Российской академии наук Александр Сергеев в ходе всероссийского форума «Молодежь и наука» [6].

Проблемы подготовки авиационных специалистов в вузах во многом отражают современные реалии образовательных процессов, когда происходит перекопирование иностранных учебных курсов, в основном, управленческого характера, при которых совершенно опускаются (игнорируются) вопросы предметного (профильного) характера, а как же будет работать (функционировать) производственная модель промышленности (технологии, станкостроение, материаловедение, аэродинамика). По сути, в завуалированной форме отказываются от профильных знаний и обобщений – достаточно навыков по общему управлению.

Необходимо готовить полноценных инженеров (а не одних менеджеров), способных не только грамотно пользоваться цифровыми технологиями, но умело адаптировать, применять их в промышленных целях с дальнейшим наращиванием, совершенствованием, развитием требуемых технологических процессов на основе глубокого знания фундаментальных основ науки (физики, математики, химии, ...).

Заключение

1. Технологии ИИ крайне нужны для облегчения, помощи, частичной замены труда человека во многих областях жизнедеятельности, особенно в сферах, связанных с риском, вредом для здоровья, жизни. Ни в коем случае нельзя отрицать перспективность, востребованность развития, внедрения технологий ИИ в сегменты промышленности, производства, области обработки больших объемов данных.

2. Современная идеология реализации ИИ — это попытка (предположение) создания цифровых двойников, полностью заменяющих человека, причем эта уверенность базируется на локальных успехах нейросетей по решению задач распознавания в области языка, социальных сфер, сферы услуг.

3. НС в настоящее время являются наиболее развитыми и востребованными среди технологий ИИ в мире, но в практическом отношении доказана успешность их применения только для решения задач определенного класса: распознавания образов, речи, текстов.

4. В то же время говорить о полноценной замене человека (и его основных интеллектуальных функций) программно-аппаратным техническим средством, как и использовать термин «искусственный интеллект», представляется несколько преждевременным и некорректным. С точки зрения физиологии, процесс функционирования человеческого мозга (принятие решений, запоминание, мышление) — это активный морфогенетический процесс с динамическим изменением системы физических связей (синапсов) между нейронами в различных частях (сегментах) мозга, причем синапсы возникают и исчезают периодически в среднем по три в сутки, и установить закономерность данного процесса (содержание, место возникновения) нельзя, как и невозможно его хотя бы приблизительно смоделировать. Поэтому реализуемые подходы по моделированию искусственного интеллекта в виде нейронных сетей (связей) не могут соответствовать истинной природе функционирования мозга человека [7].

5. Приведенные недостатки показывают, что НС не являются единственным и достаточным средством для интеллектуализации нашего общества, и не позволяют рассматривать НС как основное и единственное средство решения в задачах оптимизации и управления. Требуется проведение всестороннего сравнительного анализа существующих технологий ИИ с точки зрения их применимости и совершенства используемого математического аппарата как единственной основополагающей теоретической основы (доказательства) правильности функционирования системы.

6. Мультиагентное имитационное моделирование, являясь одной из технологий ИИ, должно позволить создать необходимую среду получения и адаптации оптимального управления группами АК. Среда имитационного моделирования также является и средой, поставляющей качественные синтетические данные для машинного обучения, в частности обучения с подкреплением. При этом в имитационной среде можно организовать машинное обучение не только НС, а и других структур-носителей знаний, например, программ на предметно-ориентированном языке. Кроме того, имитационная среда позволяет объединить модели, построенные на традиционных принципах (уравнениях) и на новых принципах (на сырых данных из реального мира).

7. Подходы имитационного моделирования, являясь выразителями классического моделирования, должны быть составной частью высшего образования и подготовки профильных специалистов. Они требуют качественных моделей, построенных на законах природы.

8. В настоящее время мы находимся на перепутье (в точке перелома), в каком направлении наша страна, общество пойдет дальше и что нас ожидает в обозримом будущем в результате внедрения технологий ИИ. Необходим взвешенный, разумный, сбалансированный подход к решению данной проблемы, с персональным учетом важности, стратегической ценности прикладных областей, в которых планируется реализовывать технологии ИИ (где цена ошибки слишком велика, т.к. сопровождается непоправимыми последствиями техногенного, образовательного, общественно-политического характера).

9. В этой ситуации наиболее целесообразными представляются разработка, принятие научно-идеологической, политической платформы развития, внедрения технологий ИИ в жизненно важные

сферы государства (образование, наукоемкие отрасли промышленности, транспорт) путем проведения общественных слушаний, заседаний под патронажем РАН, Госдумы с дальнейшим обсуждением в ФОИВ, Правительстве РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумский С. А. *Машинный интеллект. Очерки по теории машинного обучения и искусственного интеллекта*. М.: РИОР; 2019. 340 с.
2. Памперла М., Фергюсон К. *Глубокое обучение и игра в го*. М.: ДМК Пресс; 2020. 372 с.
3. Митрохина Е. В Совбезе заявили об опасности ИИ как инструмента геополитического влияния. *Газета.ru*. Режим доступа: https://m.gazeta.ru/politics/news/2021/08/24/n_16424636.shtml.
4. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. *Методы решения некорректных задач*. М.: Наука; 1986.
5. Бетелин В. Б. О выгодоприобретателях научно-технического прогресса. *Успехи кибернетики*. 2020;2(2):6–14.
6. Глава РАН заявил, что качество подготовки выпускников российских вузов продолжает падать. Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/11383463>.
7. Савельев С. В. *Вычисление структуры мозга человека*. ГФБНУ НИИ морфологии человека РАН. Лекция.