

© **Дмитрий Игоревич Кузьмин**
кандидат экономических наук,
доцент кафедры правового
обеспечения государственного
и муниципального управления,
Владимирский филиал РАНХиГС

Dmitry Igorevich Kuzmin
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department
of Legal Support of State and
Municipal Administration,
Vladimir branch of RANEPA

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СИСТЕМЕ СМАРТ-ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Artificial intelligence in the smart industry system

Аннотация: в статье представлен анализ возможных направлений использования искусственного интеллекта в процессе построения смарт-промышленности. Повсеместная цифровизация, накопление массивов разносторонних данных о производственных и других процессах, развитие высокопроизводительного аппаратного и сложного программного обеспечения создали основу и способствовали формированию новых возможностей для развития искусственного интеллекта и его активного промышленного использования. В этой связи понимание перспективных направлений развития данной области приобретает особую актуальность.

Abstract: The article presents an analysis of possible directions for using artificial intelligence in the process of building a smart industry. The widespread digitalization, the accumulation of arrays of versatile data on production and other processes, the development of high-performance hardware and sophisticated software have created the basis and contributed to the formation of new opportunities for the development of artificial intelligence and its active industrial use. In this regard, the understanding of promising directions for the development of this area is of particular relevance.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, система, смарт, промышленность, анализ, инструментарий.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, system, smart, industry, analysis, tools.

Понятие «промышленный AI» имеет непосредственную смысловую связь с материальным производством и обрабатывающей промышленностью, но не ограничивается только этими отраслями [6]. Существуют менее очевидные связи между широким набором взаимосвязанных вариантов использования термина «промышленный AI», окружающей средой, в которой он существует, общими проблемами и порождаемыми им требованиями. В этом контексте под промышленным AI понимают класс приложений, связанных с физическими операциями или системами предприятий, которые могут существовать внутри любой вертикали индустриальных отраслей,

включая реальное производство физических продуктов, логистические цепочки и инфраструктуру, системы кондиционирования зданий и многое другое. Таким образом, промышленный AI ориентирован на мониторинг, оптимизацию и контроль за выполнением технико-технологических операций и функционированием различных систем промышленного предприятия с целью повышения их безопасности, эффективности и производительности.

В силу физической природы систем и процессов, к которым они относятся, промышленные системы искусственного интеллекта имеют схожие характеристики и ограничения:

- более сложный доступ к обучающим выборкам и тестовым данным;
- большая зависимость от предметных знаний;
- трудоемкость разработки, обучения и тестирования моделей AI;
- повышенные издержек, связанных с отказами и ошибками систем.

Главное отличие промышленного AI от его потребительских и бизнес-приложений заключается в более высоких затратах и рисках, а также в более высокой трудоемкости разработок. Промышленный AI связан с рядом вызовов, отличающих его от других направлений применения, в частности с проблемами получения данных нужного объема и качества, сложности обучения когнитивным функциям, высокой стоимости и сложности разработки и тестирования моделей AI, высоких нормативных требований и повышенных рисков в случае отказа системы, большой масштабности предметного поля.

В отличие от цифровых данных, полученных из вебпространства, промышленные системы искусственного интеллекта полагаются на работу сенсорных датчиков, предназначенных для отображения реальных явлений и процессов в цифровом виде. Это приводит к накоплению больших массивов информации низкого качества (с высоким уровнем «шума»). Кроме того, современные промышленные системы чрезвычайно сложны и часто предлагают множество вариантов входных данных, опираясь на которые можно оптимизировать алгоритмы машинного обучения. Это обуславливает усложнение процедур сбора и хранения выборок первичных данных, разработки и обучения моделей AI (как с позиций затрат времени, так и стоимости) и требует применения более изощренных методов упрощения проблем и обеспечения сходимости к приемлемому решению. Тестирование систем искусственного интеллекта на действующих производственных линиях, промышленном оборудовании, складах и других промышленных объектах является одновременно и высокоэффективным, и в то же время высокорискованным действием. Поэтому промышленные системы AI, как правило, обучаются и тестируются с использованием методов имитационного моделирования.

Высокоточное моделирование с использованием технологии «цифровых двойников» (англ. Digital Twins) может быть высокоэффективным, но при этом сложным и затратным в создании и обслуживании [8]. Значительная часть оптимистических прогнозов по возможностям практического использования AI основана на успехах «глубокого обучения» (DL). В

большинстве случаев такие успехи основаны на контролируемом обучении, когда глубокие нейронные сети создаются с использованием маркированных данных, со сбором достаточного объема которых могут возникать проблемы [1]. При этом уровень сложности возрастает в связи с достаточно высокой вероятностью возникновения событий «черного лебедя», таких как отказ деталей или продуктов. Это существенно увеличивает методологическую сложность, создает угрозы безопасности и соответственно повышает общую стоимость разработки систем машинного обучения.

Также важно отметить, что промышленные объекты и жизненный цикл производимой продукции, в том числе связанной с AI, подпадают под действие национального законодательства, международных стандартов, а также технических, правовых и корпоративных регламентов, которые необходимо учитывать при их разработке и эксплуатации. В зависимости от рынка и отрасли нормативные требования охватывают такие сферы как безопасность продукции, здоровье и безопасность населения и работников, влияние на окружающую среду и безопасность на рабочем месте, а также непосредственное регулирование системы автоматизации. Регуляторный контроль, часто выдвигающий требование широкой валидации и проверки изменений в промышленных процессах, может противоречить целям масштабной смарт-автоматизации с помощью AI, которые поощряют быструю адаптацию процессов на основе замкнутой обратной связи [5]. При этом в индустриальных сценариях стоимость ошибки (отказа) или нужной технической модернизации часто оказывается очень высокой. Таким образом, системы промышленного AI должны либо работать в рамках имеющихся инвестиционных проектов, либо демонстрировать очень привлекательную рентабельность для новых инвестиций.

Не стоит забывать и про такой аспект, как уровень квалификации и навыков специалистов по обработке данных, инженеров, программистов и других экспертов в предметных сферах, связанных с внедрением и использованием искусственного интеллекта на современном рынке труда. Соответственно индустриальным компаниям, внедряющим технологии AI, приходится конкурировать за лучшие таланты с такими интернет-лидерами как Facebook, Google и т.д.

С геоэкономической точки зрения современные авангардные предприятия, особенно работающие в реальном секторе экономики, находятся под огромным конкурентным давлением. Они должны конкурировать не только с венчурными инвесторами интернет-компаний, которые могут использовать деструктивные бизнес-модели и обладают способностью работать в убыток в течение длительного времени, но и с зарубежными конкурентами, часто сформированными принципиально иной экономикой и ограничениями деятельности [3, 7]. Нынешние агрессивные стратегии внедрения инноваций под лозунгом «цифровой трансформации» индустриального комплекса направлены на поиск новых возможностей для снижения издержек производства, повышения его эффективности и сохранения или повышения долгосрочной конкурентоспособности.

Искусственный интеллект может стать важным инструментом достижения указанных целей, и по этим причинам уже давно является предметом большого интереса многих предприятий к производственным операциям. Промышленное использование AI нарастало с 80-х годов XX в., и в течение всего этого периода крупные продвинутые фирмы (включая Boeing, NASA, JPL, Intel и др.) инвестировали значительные средства в экспертные системы и другие формы искусственного интеллекта для повышения своей результативности и эффективности своего функционирования. Можно утверждать, что промышленный AI 80-х и 90-х гг. XX ст. и современный промышленный AI имеют общую цель – передачу и использование информации о ходе технологических процессов и знаний от инженеров и других специалистов к интеллектуальным компьютерным системам. Отличие состоит в том, что более совершенные технологии AI и современная «умная» автоматизация способствуют аккумуляции специфических знаний в более интеллектуальных и мощных системах, которые способны не только помогать персоналу выполнять определенные производственные операции, но и полностью замещать их в процессе выполнения задач (которые возможно подвергнуть алгоритмизации).

В качестве специфических преимуществ систем искусственного интеллекта в индустриальных условиях выделяют [4]: повышенную ситуационную осведомленность – сценарное и динамическое моделирование поведения сложных промышленных систем на основе AI помогает повышать качество жизненного цикла продукта (сокращать время простоев, избегать перебоев в снабжении, снижать риски производства); более эффективное планирование и выбор решений – на основе оценки альтернативных стратегий в высокодинамичных и непредсказуемых условиях, промышленный AI повышает эффективность процессов, улучшает использование активов, оптимизирует проектирование и управление сложными системами; большую производительность и эффективность – промышленный AI позволяет улучшить конечные результаты, достигнутые за счет смарт-автоматизации, что приводит к росту производительности, повышению качества продукции, снижению затрат труда и материалов, уменьшению образования отходов.

Указанные преимущества напрямую соответствуют трем широким сферам применения промышленного AI – мониторинг, оптимизация и контроль, которые в комплексе помогают предприятиям улучшать операционные и бизнес-показатели, одновременно повышая гибкость и инновационность производства. Мониторинг производительности систем и процессов для выявления или прогнозирования неисправностей и критических ситуаций, которые могут привести к нежелательным результатам, относится к постоянным функциям менеджмента предприятия.

Примеры эффективного использования мониторинга, основанного на искусственном интеллекте (машинном обучении), в промышленности - это контроль качества жизненного цикла продукта (в том числе диагностическое обслуживание, выявление неисправностей в основных фондах и обеспечение безопасности производственных операций), мониторинг запасов и управление

рисками в цепочках снабжения. Контроль качества является одним из наиболее распространенных направлений использования AI в производстве, поскольку он способен распознавать и проверять на соответствие стандартам многие атрибуты продукта, включая форму и конфигурацию, качество обработки поверхности, упаковку, цвет, текстуру и т.д. [2]. Использование искусственного интеллекта помогает автоматизировать систему контроля качества и обеспечить объективную проверку всего объема выпуска конечной продукции, что позволяет снизить количество дефектов по сравнению с традиционными методами статистической выборки.

Одной из разновидностей контроля качества на основе AI является выявление неисправностей средств производства и обеспечение безопасности производственных операций. Соблюдение нормативных требований технологических процессов - дорогостоящий и длительный процесс, при этом во многих секторах промышленности (пищевом, химическом, энергетическом) нарушение нормативов и регламентов чревато нанесением вреда здоровью и жизни человека (персонала, потребителям, третьим лицам).

Смарт-мониторинг различных эксплуатационных характеристик машин и оборудования может быть использован для выявления, прогнозирования и нежелательных условий эксплуатации в промышленных средах. Повышая эффективность или заменяя менее надежный и трудоемкий экспертный анализ, автоматизированное наблюдение за технологическими процессами помогает предотвратить или свести к минимуму время простоев систем, а также заблаговременно выявить и устранить опасные ситуации. Диагностическое обслуживание также относится к быстро увеличивающемуся множеству методов обнаружения и устранения неисправностей, ориентированных на предсказание отказов систем до того, как они приведут к фактическому простое.

Искусственный интеллект предлагает широкий спектр возможностей в сфере мониторинга запасов и управления рисками в цепочке поставок, что обеспечивает предприятиям возможность минимизировать затраты на логистику и закупку высокостоймых запасов больше фактических потребностей. Эффективное управление глобальными цепочками поставок также требует решения задачи предварительного выявления и смягчения потенциальных сбоев в системе раньше, чем они приведут к возникновению задержек и дефицита. Прогнозирование таких нарушений с использованием возможностей искусственного интеллекта обеспечивает раннее предупреждение менеджмента предприятий о потенциальных разрывах цепочек поставок.

Замена физического труда на производстве, а также отстранение человека от выполнения части административных задач, поддающихся алгоритмизации, уже существенно изменяют структуру актуальных профессий, требований к персоналу, уровню занятости и соответственно оказывает заметное влияние на уровень доходов и экономическую активность населения. Ввиду значительной актуальности становления национальной смарт-промышленности целесообразно дальнейшее ускоренное развитие

производственных сфер с наибольшим потенциалом использования искусственного интеллекта для повышения производительности и окупаемости инвестиций (промышленный ИТ-сектор, индустриальная логистика и транспортная система, кредитование промышленности и агропромышленного комплекса), а также увеличение усилий по сохранению и усилению наиболее устойчивых конкурентных преимуществ по таким направлениям, как качество человеческого капитала (развитие образования и профессиональной подготовки, здравоохранения и т.п.) и инфраструктуры.

Список литературы

1. Алиев А. Т., Суртаева О. С., Гранцева Т. Г. Управленческий потенциал искусственного интеллекта в стратегическом процессе промышленного предприятия // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 2. – С. 70-74.
2. Брындин Е. Г. Системы с искусственным интеллектом для промышленной и социальной роботизации // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2022. – № 5-1. – С. 797-804.
3. Иманов Р. А., Пономарева С. В., Серебрянский Д. И. Развитие цифровой экономики: искусственный интеллект в отечественном промышленном производстве // РППЭ. – 2018. – № 6 (92). – С. 5-11.
4. Мыльник В. В., Мыльник А. В. Роботизация промышленного производства на базе искусственного интеллекта // Организатор производства. – 2014. – № 3 (62). – С. 5-11.
5. Орешина М. Н. Применение искусственного интеллекта в инновационной деятельности промышленных предприятий // E-Management. – 2021. – № 1. – С. 29-37.
6. Решетникова М. С. Китайский опыт развития искусственного интеллекта: промышленная цифровизация // Вестник РУДН. Серия: Экономика. – 2020. – № 3. – С. 536-546.
7. Суртаева О. С., Козлова Е. В., Боечко П. А. Место искусственного интеллекта в стратегическом процессе промышленного предприятия // DIZWW. – 2021. – № 8-2. – С. 34-37.
8. Тарасов Ф. А. Перспективы внедрения достижений четвертой промышленной революции в сфере промышленности // Интерактивная наука. – 2021. – № 5 (60). – С. 89-91.