

ФИЗИЧЕСКИЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И УГРОЗЫ

Правовое регулирование



Сергей Абламейко,
профессор механико-
математического факультета
Белорусского государственного
университета, академик



Рихард Богуш,
заведующий кафедрой факультета
информационных технологий
Полоцкого государственного
университета им. Евфросинии
Полоцкой, доктор технических
наук, профессор



Мария Абламейко,
доцент юридического факультета
Белорусского государственного
университета, кандидат
юридических наук, доцент

Применение искусственного интеллекта наравне с положительным эффектом порождает новые вызовы и угрозы – как для человека в частности, так и для всей цивилизации в целом. Автоматизация процессов производства, в том числе посредством внедрения роботизированных систем, создает угрозу сбоев, возможность несанкционированного доступа с последующей модификацией заложенных программ и действий, последствия которых крайне сложно просчитать [3]. Для минимизации рисков и отрицательных последствий мировое сообщество и развитые страны пришли к единому мнению: использование технологий ИИ необходимо регулировать, и в первую очередь в отраслях, где риски особенно высоки.

Регулирование физического ИИ

Этим вопросом уже достаточно давно занимаются многие ведущие специалисты мира [1]. При этом исследователи отмечают, что правотворчество в целом отстает от актуальных потребностей [2]. С одной стороны, это объясняется тем, что законодательство зачастую носит реактивный характер: правовые нормы формируются лишь после внедрения технологий, когда уже сложилась практика их применения. С другой – технологии развиваются столь стремительно, что законодательный процесс, в силу длительности процедуры принятия нормативных правовых актов, за ними угнаться практически не может [3].

Одни страны нацелены на стимулирование развития технологий ИИ, в связи с чем принимаются документы стратегического планирования (в Германии, Испании, Дании, Италии, ОАЭ, Канаде, США, России, Китае, Индии и др.). Другие

рассматривают ИИ как элемент дальнейшей цифровой трансформации, что отражено в правовых актах, касающихся цифровизации. Такого подхода придерживаются Австралия, Швейцария, Беларусь и ряд стран – членов СНГ.

Анализ действующего законодательства позволяет сделать вывод о том, что комплексное правовое регулирование разработки и применения ИИ на текущий момент отсутствует в большинстве юрисдикций [3]. Для того чтобы иметь возможность тестировать технологии ИИ (беспилотные транспортные средства, роботы) создаются экспериментальные правовые режимы – регуляторные песочницы. Это особенно актуально для развития беспилотных средств передвижения. Следует отметить, что согласно Венской конвенции о дорожном движении 1968 г., определяющей нормы функционирования дорожно-транспортных систем и стандартизирующей правила движения в странах-участниках, которую поддерживает 91 страна, контроль над транспортом осуществляет человек.

Можно выделить несколько подходов в области регулирования автономного транспорта. Первый предполагает, что его тестирование допускается только при наличии водителя или оператора, который в случае необходимости должен иметь возможность в любой момент взять управление на себя (в том числе дистанционно) для обеспечения контроля над автомобилем. Данная практика применяется в странах Европейского союза (Франции, Дании, Испании и др.), Канаде, Великобритании. В некоторых государствах разрешено проведение испытаний без человека, то есть полностью беспилотная эксплуатация на определенной местности.

Во многих сферах неконтролируемое применение технологий ИИ способно нанести существенный ущерб, в связи с чем обязательным условием становится оценка рисков их воздействия. Общепризнанной тенденцией становится распространение риск-ориентированного подхода, в рамках которого осуществляется оценка соответствующих рисков. Так, использование технологий ИИ в сфере здравоохранения относится к высокорисковым видам деятельности.

В ряде стран законодатель избрал путь внесения изменений в уже действующие правовые нормы посредством обновления определения медицинского изделия, к таковым относятся Индия, ОАЭ, Великобритания и др., у которых программное обеспечение или компьютерная программа приравнивается к медицинским изделиям. Более прогрессивный подход демонстрируют государства, принима-

ющие как стандарты, так и отдельные нормативные акты, регламентирующие применение ИИ в медицине; в их числе – Саудовская Аравия, Китай, США.

Развитие физического искусственного интеллекта невозможно без обращения к значительным массивам данных. Проблема их конфиденциальности и безопасности приобретает особую остроту в случаях, когда речь идет о персональных данных или информации личного характера, позволяющей прямо или косвенно идентифицировать человека. Подавляющее большинство стран уделяют существенное внимание обеспечению неприкосновенности частной жизни и защите персональной информации, что находит отражение в соответствующих законодательных актах, принимаемых на национальном уровне. Вместе с тем в целях реализации документов стратегического характера и развития ИИ разрабатываются отдельные акты (методики, руководства), позволяющие обезличивать или анонимизировать данные для их последующего использования.

Накопленные огромные объемы информации открывают новые возможности для их анализа и применения в различных целях, включая развитие физического ИИ. Однако существуют и определенные барьеры: в частности, многие данные недоступны, собранные сведения неточны и разрозненны или находятся исключительно в бумажном варианте и т.д. Для преодоления этих препятствий некоторые страны формируют и предоставляют доступ к неконфиденциальной информации в формате, пригодном для обработки и свободного повторного использования, которые, в свою очередь, должны отвечать конкретным требованиям и не затрагивать права человека. В целях обеспечения всеобъемлющего доступа к ним ряд государств создает специализированные порталы. При этом следует разграничивать данные, находящиеся просто в открытом доступе, и собственно открытые данные. Отметим, что значительные объемы информации собираются государственными органами в процессе реализации возложенных на них функций, и ее предоставление, как правило, не было предусмотрено без наличия законного основания, а также в функционально совместимом виде. Существует множество инициатив по обеспечению открытого доступа к данным, выдвинутых национальными правительствами, межправительственными организациями, а также местными органами управления. Они, к примеру, реализованы в Австралии, Эстонии, Саудовской Аравии и др. В целом для развития физического ИИ наиболее приемлемым представляется

подход, основанный на открытии всей информации, кроме той, доступ к которой ограничен национальным законодательством (Израиль).

Такие государства, как Великобритания, Германия и Индонезия, уделяют особое внимание созданию порталов открытых данных с целью формирования эффективной и устойчивой инфраструктуры, а также повышения уровня их ответственного использования, в том числе в сфере научных исследований. Подобные платформы функционируют в Австралии, Дании, Ирландии, Эстонии, Швеции, Новой Зеландии, Саудовской Аравии, Канаде, Вьетнаме, Индии и Китае. Наиболее прогрессивный подход заложен в руководящих принципах Израиля, которые обязывают все государственные органы формировать собственные наборы доступных данных, за исключением тех, что не могут быть разглашены в силу установленных законом ограничений (персональные данные, медицинские сведения и т.д.).

Развитие физического ИИ ставит перед обществом серьезные вопросы. Многие развитые страны и международные организации стремятся найти баланс между стимулированием инноваций и минимизацией рисков причинения вреда [4]. Этические нормы в этой сфере определяют границы дозволенного в цифровой среде, допустимое поведение как разработчиков, так и пользователей. Принципы, руководства, кодексы этики приняты во многих государствах (Россия, Китай, Индия, страны Европейского союза). Такого рода документы носят рекомендательный характер и нацелены на ответственное и безопасное использование технологий ИИ. Стоит добавить, что обеспечение безопасности уже не является исключительно технической задачей в связи с тем, что уровень вовлеченности людей в данные процессы напрямую связан со степенью доверия, а это уже моральный и этический аспект.

Для более четкого понимания необходимости наличия правовых механизмов важно представлять, что ИИ сегодня – это не просто чат-бот или алгоритм веб-сайта, а все чаще – компаньон, способный свободно взаимодействовать с различными инструментами, сервисами и устройствами, превращаясь из обычной программы в нечто модульное, встроенное и постоянно работающее. Если мы будем рассматривать ИИ как статическое программное обеспечение с существующими ограничениями, а не как систему, занимающую физическое, эмоциональное и социальное пространство, регулирующее воздействие будет отставать, что чревато неизбежными рисками.

Следовательно, государством должен быть разработан комплексный подход в отношении прак-

тического использования систем физического ИИ. Он может включать стимулирование развития технологий на стратегическом уровне, учет основных угроз, вызовов и рисков, пути их нейтрализации, стандарты безопасности.

Таким образом, система правового регулирования должна обладать достаточной гибкостью, чтобы поддерживать баланс между стремительным ростом компаний и необходимостью контроля над применением ИИ в обществе. Внедрение такой модели позволит бизнесу проводить эксперименты в безопасной среде, укрепляя при этом доверие общественности к технологиям.

Доверие к физическому ИИ

Доверие является фундаментальной предпосылкой для масштабной интеграции физического искусственного интеллекта в различные сферы человеческой деятельности, включая критически важные отрасли, такие как здравоохранение и транспорт. В отличие от программных систем, физический ИИ взаимодействует с материальными объектами посредством своей аппаратной структуры, что существенно повышает потенциальный ущерб от возможных ошибок. В связи с этим формирование доверия к данным системам представляет собой многоуровневую комплексную задачу, требующую синергетического решения проблем надежности, безопасности, интерпретируемости (объяснимости) и этической согласованности алгоритмических решений. Его основу составляют надежность и предсказуемость. Иными словами, робототехническая система должна демонстрировать стабильную производительность в достаточно широком диапазоне условий, а также обладать устойчивостью к внешним возмущениям и частичным отказам используемых компонентов. Для достижения этих свойств применяются замкнутые сенсомоторные контуры, обеспечивающие адаптивность к изменениям среды, и методы онлайн-адаптации, позволяющие корректировать поведение агента в реальном времени. Одновременно с этим необходима гарантированная безопасность при взаимодействии робота с человеком и экосистемой. С этой целью реализуется специальный алгоритмический уровень, включающий формальные методы верификации, накладывающие строгие ограничения на действия агента, гарантируя, что его поведение не выйдет за рамки заранее определенных безопасных границ как в процессе обучения, так и в течение всего срока эксплуатации.

Кроме того, важна понятность и интерпретируемость физического ИИ. Пользователь должен понимать, почему робот принял то или иное решение. Для сложных моделей, таких как VLA, такое требование представляется достаточно серьезной проблемой. Современные исследования в этой области сосредоточены на разработке методов генерации интерпретируемых объяснений действий робота на естественном языке. Подобные пояснения, например: «Невозможно переместить объект из-за его значительных габаритов и массы», обеспечивают прозрачность алгоритмов принятия решений. Данный подход не только позволяет верифицировать текущие действия агента, но и способствует прогнозированию его дальнейшего поведения.

Вместе с тем доверие невозможно без этической ответственности физического ИИ. Он должен действовать в соответствии с человеческими ценностями и социальными нормами, включая уважение к личному пространству, способность распознавать социальные сигналы и принимать решения, минимизирующие вред для человека и окружающей среды. Однако эти ценности зачастую являются контекстно-зависимыми и неформализованными. Поэтому одно из перспективных направлений – обучение с использованием человеческих предпочтений, при котором ИИ учится на прямой или косвенной обратной связи с человеком, чтобы выработать поведение, считающееся социально приемлемым. Кроме того, необходимы правовые нормы, определяющие ответственность в случае инцидентов, связанных с ИИ, что также является значимым условием для повышения общественного доверия к роботизированным системам.

Еще один существенный аспект – обеспечение качества применения физического искусственного интеллекта. Данный процесс предполагает построение доказательной базы на основе как количественных, так и качественных данных. Первые включают информацию о производительности системы в реальных условиях, результаты лабораторных испытаний, данные бенчмаркинга и эксплуатационные показатели, что позволяет определить функциональные возможности системы, уровень ее надежности и границы применимости. Вторые – опираются преимущественно на экспертные оценки и обратную связь от лиц, работающих с системой или в непосредственной близости от нее. Решающую роль при этом играет контекст – поведение интеллектуального робота и связанные с ним риски полностью определяются средой его использования, кругом взаимодействующих лиц и целевым назначением. К примеру, роботизированная система для точной манипуляции в кон-

тролируемой складской среде требует принципиально иного подхода к обеспечению качества, нежели антропоморфный робот, функционирующий в присутствии людей. Физический искусственный интеллект представляет собой по своей природе социотехническую систему – риски не ограничиваются лишь моделью или аппаратным обеспечением, но возникают на стыке взаимодействия с людьми, технологическими процессами и окружающей средой.

Именно поэтому обеспечение качества ИИ всегда исходит из контекста использования, что предполагает необходимость четкого определения следующих параметров: среда функционирования системы, категории лиц, взаимодействующих с ней, сценарий ее применения, а также критерии приемлемых и неприемлемых результатов.

Следовательно, только комплексный подход, охватывающий все указанные аспекты, сможет обеспечить широкое и безопасное применение физического ИИ.

Перспективы развития

Мировой рынок физического ИИ, который в 2024 г. составлял скромные 3,78 млрд долл., по прогнозам экспертов, к 2034 г. вырастет до 67,91 млрд долл., что представляет собой 18-кратное увеличение [5].

Ключ к его устойчивому росту видится в сочетании 3 факторов:

- *ответственного управления;*
- *технической прозрачности;*
- *подготовки специалистов, способных контролировать и корректировать алгоритмы.*

Без названных компонентов невозможно обеспечить подотчетность и предсказуемость систем, которые все чаще принимают решения, влияющие на жизнь людей.

Полагаем, что в ближайшее десятилетие будут развиваться следующие направления:

- *переход от узкого к общему физическому интеллекту – системам, способным осваивать разнородные задачи в реальном мире;*
- *интеграция с материалами нового поколения («умные» материалы, мягкая робототехника);*
- *формирование экосистем физического ИИ: взаимодействие множества автономных агентов в единой среде («умные» города, фабрики будущего);*
- *гибкое регулирование, предполагающее ускоренное тестирование, гармонизацию стандартов безопасности, наличие регуляторных песочниц.*

Использование общей инфраструктуры (вычислительные кластеры, испытательные полигоны для робототехники и среды моделирования) необходимо стимулировать. Кроме того, следует предусмотреть ускоренные регуляторные пути для тестирования автономных физических систем, таких как дроны, промышленные и человекоподобные роботы.

Развитие ИИ в ближайшие годы будет зависеть и от того, насколько быстро страны смогут согласовать правила и создать общую инфраструктуру доверия. Те, кто сумеет соединить инновации с ответственностью, смогут не просто защитить данные и права граждан, но и превратить безопасность ИИ в конкурентное преимущество – основу технологического лидерства нового десятилетия.

Дорожная карта Беларуси

Физический ИИ – это существующая реальность. Интеллектуальная робототехника уже трансформирует производства, и этот процесс будет набирать обороты. Все большее распространение получают человекоподобные роботы. Производители должны действовать быстро, чтобы использовать открывающийся потенциал этой технологии в ответ на возникающие многочисленные проблемы, с которыми она сталкивается. Среди них можно выделить следующие: нехватку рабочей силы, необходимость повышения производительности труда и более быстрой реакции на рыночные и экономические изменения.

Данная ситуация может стать поворотным моментом для Беларуси. Хотя конкурировать с мировыми лидерами, такими как Китай и США, в этой отрасли достаточно проблематично, особенно в сегменте чисто программных решений, в сфере физического ИИ наша страна обладает значительным потенциалом. Это обусловлено тем, что физический ИИ требует не только цифрового интеллекта, но и компетенций в области мехатроники, прецизионного машиностроения и прикладных инженерных дисциплин, которые составляют основу национальной промышленности. В республике накоплен серьезный научно-технический задел в ряде ключевых направлений: от создания автономных роботов, систем компьютерного зрения и моделирования до технологий распознавания и синтеза речи, а также семантического анализа естественного языка [6, 7].

Перед страной стоят амбициозные задачи, которые обозначены в Национальной стратегии устойчивого развития до 2040 г., предусматривающие

многократное увеличение использования роботов в промышленности. Это значит, в сжатые сроки предстоит осуществить переход к созданию адаптивных антропоморфных систем, функционирующих на базе независимых вычислительных инфраструктур, что вполне реализуемо с учетом наличия не только передовой промышленности, но и сильных научных коллективов и результатов в данной области. Все это потребует сотрудничества экспертов из самых разных сфер, таких как информатика, инженерия и биология. Юристы также должны принять участие в части разработки правил и норм для решения этических, правовых и социальных вопросов, связанных с использованием физического ИИ. Правительство, лидеры отрасли и исследователи должны объединить усилия для создания среды, обеспечивающей безопасную и справедливую разработку технологий и их использование.

В Республике Беларусь на период 2026–2030 гг. ставится задача ускорения роботизации промышленности, что рассматривается в качестве ключевого фактора повышения технологического уровня экономики. В числе основных мер предусматриваются внедрение робототехнических систем на предприятиях, сокращение дефицита кадров, разработка государственных стандартов безопасности, предоставление льготного кредитования и налоговой поддержки предприятиям, внедряющим соответствующие технологии.

В апреле 2026 г. утверждена программа разработки 22 государственных стандартов в сфере робототехники. Они охватывают область безопасности роботов, робототехнических систем и процессов, общие требования к электрооборудованию, а также методы тестирования и проектирования. Программа сформирована на основании предложений Министерства промышленности и результатов проведенного Госстандартом анализа действующих государственных, международных, региональных стандартов и иных документов по роботизации. Областным исполнительным комитетам и регуляторам поручено разработать региональные планы по внедрению робототехнических систем.

Вместе с тем важно определиться с приоритетами, возможностями и потенциалом в области робототехники и ИИ. Это означает, что ключевой задачей является разработка Стратегии развития технологий ИИ, включающей робототехнику. Для ее практической реализации актуальна подготовка на уровне правительства Программы, включающей «дорожные карты» по внедрению ИИ в деятельность ведомств и отраслей.

Альтернативным документом может стать Концепция развития ИИ как фундамент правового регулирования новых общественных отношений, складывающихся в связи с применением как систем ИИ, так и роботов.

С точки зрения права, желателен Кодекс этики в области искусственного интеллекта. С учетом международной практики он должен быть ориентирован на формулирование и закрепление основных принципов создания и функционирования систем ИИ, включая безопасность, защищенность, прозрачность, подконтрольность и подчиненность человеку, непричинение вреда, а также ответственность и подотчетность. В этой связи целесообразно придерживаться риск-ориентированного подхода, который позволит классифицировать системы ИИ в различных сферах, определить факторы воздействия ИИ на человека и общество, а также проводить оценку последствий и связанных с ними рисков.

Необходима также разработка и принятие стандартов оценки и применения систем ИИ в различных отраслях, включая их тестирование и эксплуатацию. Указанные документы должны регламентировать требования к испытаниям и практическому использованию систем искусственного интеллекта.

Следующим этапом развития законодательства может стать разработка и принятие специального закона «О развитии ИИ и робототехники в Республике Беларусь».

Таким образом можно констатировать, что физический искусственный интеллект не относится к отдаленному будущему: он уже трансформирует промышленное производство, и тенденция к ускорению его развития будет сохраняться. В обозримой перспективе появятся человекоподобные роботы – даже если их внешний облик не всегда будет строго антропоморфным.

Это значит, что производители должны действовать быстро, чтобы реализовать возможности, заложенные в данной технологии, в ответ на комплекс существующих вызовов, включая дефицит рабочей силы, необходимость повышения производительности труда и ускорения реакции на рыночные и экономические изменения. По мере совершенствования алгоритмов ИИ, сенсорных технологий и материаловедения следует ожидать дальнейшего роста инновационной активности. При этом воплощение данного потенциала не ограничивается рамками одной предметной области. Требуется междисциплинарный подход, объединяющий специалистов из разных сфер. Кроме того нужна разработка норм

и правил, направленных на урегулирование этических, правовых и социальных аспектов, связанных с физическим искусственным интеллектом. Правительства, лидеры отрасли и исследователи должны объединить усилия для выработки политики, обеспечивающей безопасную и справедливую разработку, а также использование указанных технологий.

Физический ИИ представляет собой новый рубеж, на котором цифровой интеллект вступает во взаимодействие с физическим миром, обеспечивая более высокий уровень интеллектуальности роботов, материалов, встраиваемых систем и автономных транспортных средств. Физический ИИ трансформирует целые отрасли экономики. Он не является временным трендом, а знаменует собой революционный сдвиг в способах взаимодействия искусственного интеллекта с реальным миром. В таких областях, как здравоохранение, промышленное производство, мобильность и охрана окружающей среды, физический ИИ преодолевает разрыв между цифровым интеллектом и физическими возможностями, открывая новые горизонты для инноваций и практического воздействия.

Вопрос заключается не в том, проникнет ли ИИ в наш физический мир – он уже проник. Проблема состоит в том, успеет ли нормативная база адаптироваться до того, как технологии ИИ укоренятся настолько, что управление ими станет затруднительным. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Толочко О.Н. Международно-правовое регулирование развития и использования искусственного интеллекта / О.Н. Толочко // Информационные технологии и право: правовая информатизация – 2021: сб. материалов VII Междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 28 окт. 2021 г.) / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь; под общ. ред. А.Ф. Мательского. – Минск, 2021. – С. 376–382.
2. Bagwe C. Explainable AI (XAI) in Compliance Audits: Bridging the Gap Between AI and Regulatory Transparency // International Journal of Scientific Engineering and Science. 2025. N9. P. 137–44.
3. Абламейко М.С., Абламейко С.В. Правовое регулирование взаимодействия систем искусственного интеллекта и человека / М.С. Абламейко, С.В. Абламейко // Наука и инновации. 2020. №1 (203). С. 40–44.
4. Аксенов С.Г. Правовые аспекты регулирования искусственного интеллекта: вызовы и перспективы // Социальное управление. 2025. №3.
5. Konrad Wolfenstein. Физический ИИ, Индустрия 5.0 и робототехника. // <https://xpert.digital/ru>.
6. Абламейко С.В. Искусственный интеллект в Беларуси – состояние и развитие // Наука и инновации. 2022. №5 (231). С.36–40.
7. Абламейко С.В., Журавков М.А. Технологии искусственного интеллекта: текущее состояние и направления развития // Наука и инновации. №2 (240). 2023. С. 56–61.