

УДК 004.89;338.26

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ УМНОГО ГОРОДА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Ю. И. ВОРОТНИЦКИЙ,
канд. физ.-мат. наук, доцент,
зав. кафедрой телекоммуникаций
и информационных технологий БГУ

А. К. ШУЛЬГАН,
студент факультета
радиофизики и компьютерных
технологий БГУ

В данной статье представлены обзор интеллектуальных систем, их актуальность и особенности применения в Республике Беларусь в рамках развития концепции умного города. Рассмотрены существующие решения на базе технологии искусственного интеллекта, а также перспективы внедрения интеллектуальных систем на период до 2035 года.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, умный город, искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные.

ВВЕДЕНИЕ

Интеллектуальные системы – это одно из направлений применения искусственного интеллекта (ИИ) [1]. Они, как правило, определяются как компьютерные системы, способные имитировать человеческий интеллект. Это означает, что такие системы могут обучаться, рассуждать и самосовершенствоваться, подобно тому, как это делает человек. Точная характеристика интеллектуальной системы сегодня достаточно затруднительна, так как ее терминология и уровень абстракции могут различаться в зависимости от области исследования (например, нейронаука, информатика, робототехника, философия, когнитивная психология и др.). В то же время некоторые из используемых терминов могут даже измениться с появлением новых вычислительных моделей интеллекта и новых научных открытий, связанных с нашим пониманием разума.

Необходимость перехода от «обычных» компьютерных систем к интеллектуальным системам нового поколения обусловлена неизбежным переходом к автоматизации все более сложных видов и областей человеческой деятельности. Учитывая специфику интеллектуальных систем, а именно имитацию человеческой способности анализировать неструктурированные и слабоструктурированные проблемы, логично их применение для решения ряда социально-экономических вызовов и автоматизации соответствующих функций организаций социальной сферы и реального сектора экономики. В данной статье применение интеллектуальных систем рассматривается в рамках концепции «Умный город» как раз потому, что она собирает в себя множество отраслевых процессов и делает их цифровыми для решения важных проблем общества, бизнеса и государства.

На основе мировой практики можно выделить три уровня или поколения умных городов [2]. Если первые два («Умный город» 1.0 и 2.0) – это применение отдельных решений на базе платформ информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ), а также цифровых платформ, то «Умный город» 3.0 – это высокоинтеллектуальный интегрированный город (цельная экосистема).

Экосистема умных городов – взаимосвязанная совокупность организационной структуры, государственных и иных региональных цифровых платформ, информационных систем и ресурсов, взаимодействующих между собой в автоматизированном режиме в едином бесшовном информационном пространстве. Она предназначена для организации взаимодействия с государственными организациями и предприятиями, субъектами предпринимательской деятельности, общественными организациями и населением.

Особая актуальность применения ИИ в умном городе заключается в наличии больших объемов исторических данных, на базе которых он может обучаться. В рамках умного города формируются разнообразные наборы данных: данные от объектов «интернета вещей», карты, траектории перемещений, информация о работе городской инфраструктуры, медицинские сведения, метеорологические сводки и пр. Так, технологии ИИ могут эффективно использоваться в рамках отдельных цифровых элементов экосистемы города: умная энергия, умный транспорт, умная вода и газ, умная городская среда, умный дом, а также умное здравоохранение, основанное на оптимизации действий медиков с помощью искусственного интеллекта.

В рамках данной статьи будут рассмотрены основные примеры успешного применения интеллектуальных систем в Республике Беларусь,

а выбор направлений исследования будет базироваться на развитии в стране Концепции «Умный город» и основных ее компонентах (медицина, транспорт, энергетика и др.).

АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сегодня в Республике Беларусь технологии умного города являются одним из приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы (как и ИИ) и выступают одним из направлений реализации Программы деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 года и Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы.

Как логичное направление развития данной концепции выступает ИИ, что определено комплексным прогнозом научно-технического прогресса Республики Беларусь [3]. При этом необходимо отметить, что страна находится на начальном этапе развития и внедрения технологий на базе ИИ. По официальной статистике на 2022 год [4], удельный вес организаций, использующих технологию искусственного интеллекта, в общем числе организаций составлял лишь 3,6 %. В основном интеллектуальные системы внедряют организации с высоким уровнем цифровой зрелости.

Среди таких «зрелых» организаций и примеров использования интеллектуальных систем в Республике Беларусь можно выделить несколько успешных «кейсов» [5], [6], [7]:

- **сервисы на базе ИИ для генерации кандидатов потенциальных лекарств**, создаваемые Национальной академией наук Беларуси (далее – НАН Беларуси). Нейронной сетью сгенерировано 128 955 химических соединений (идентифицировано 7 лучших из них), а для молекулярного докинга отобрано 95 775 соединений;
- **робот Newman**, также разработанный НАН Беларуси, предназначен для изучения методов искусственного интеллекта, компьютерного зрения, кинематики и динамики манипуляторов, а также программирования встроенных систем управления. Потенциально подобные роботы могут помочь людям выполнять задачи в экстремальных условиях, а их антропоморфное телосложение позволяет им эффективно функционировать в средах, предназначенных для людей;
- **нейросетевой программный комплекс для поддержки принятия решений при диагностике заболеваний легких на основе рентгеновских и томографических изображений (LungExpert)**, разработанный НАН Беларуси. Он позволяет определить новообразования и дать количественную оценку поражения;
- **Cognitive Agro Pilot** – робот, который помогает в уборке урожая. В основе AgroPilot лежит

технология глубокого обучения нейронных сетей, а сам продукт представляет собой систему автоматического вождения на базе искусственного интеллекта, предназначенную для установки на сельскохозяйственную технику. На данный момент Cognitive Agro Pilot доступен на комбайнах ОАО «Гомсельмаш»;

- **интеллектуальная система цифровизации процессов и документов – Directum RX**, разработанная по заказу и внедренная ОАО «Белгорхимпром». На базе Directum RX создана экосистема электронного документооборота, которая состоит из четырех модулей – делопроизводство, договоры, совещания, обращения граждан;
- **программно-информационный комплекс поддержки принятия решений в части выполнения специальных задач по анализу оперативно-тактических свойств местности (ГИС-ВН-2М)**, также разработанный НАН Беларуси. Комплекс предназначен для решения функциональных задач оперативного анализа местности на основе цифровых карт местности и цифровых снимков земной поверхности и т.п.;
- **нейросетевой модуль автоматического управления культиватором** при междурядных обработках сахарной свеклы, который разработан в НАН Беларуси;
- **агродроны**, выпускаемые ЗАО «АТК». Они представляют собой комплексы внесения средств защиты растений и удобрений на базе беспилотников собственной разработки;
- **IMS.BELAZ** – интеллектуальная система мониторинга и прогнозной аналитики, предназначенная для оценки эффективности работы карьерной техники ОАО «БЕЛАЗ» (вкл. отслеживание и контроль технического состояния техники, диагностику неисправностей и нарушения режимов эксплуатации);
- **программный комплекс «СКИТСИЗ»** («Система контроля искусственным интеллектом средств индивидуальной защиты»). Во взаимодействии с программным комплексом «СУ ОТ» («Система управления охраной труда»), искусственный интеллект (нейросети ArcFace и Yolo) обеспечивает проверку готовности к выполнению работ (наличие, параметры средств индивидуальной защиты, допуски, пройденные инструктажи и проверки знаний работника). Он создан УП «Витебскоблгаз»;
- **элементы слабого ИИ в судебной системе Республики Беларусь**, использующиеся для решения задач узкоспециализированной направленности.

Подводя итоги актуального состояния интеллектуальных систем в Республике Беларусь, необходимо отметить, что данные решения применяются «штучно» и для решения узкопрофильных вопросов и задач. В контексте умного города их применение либо недостаточно развито, либо отсутствует вовсе.



Так, наиболее цельным решением по данному направлению сегодня выступает проект «Северный берег» г. Минска, где предусмотрено эффективное управление и обеспечение высокого уровня жизни населения за счет применения интеллектуальных систем. В данном проекте предусмотрены такие блоки, как умное ЖКХ – интеллектуальные счетчики, динамический мониторинг потребления, оплата и уведомления, запрос на оказание услуг; умный дом – управление с личного смартфона домашней экосистемой, начиная от температуры и заканчивая системами безопасности; автоматизация на парковке (мониторинг свободных парковочных мест, электронная запись на стоянку с зарядкой электромобилей) и т. п.

Интересным фактором выступает то, что ключевым разработчиком таких решений выступают институты НАН Беларуси (Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси), а не компании – резиденты Парка высоких технологий (в ПВТ сейчас только 25 компаний указали ИИ в качестве собственной компетенции – это всего лишь 2,5 % от общего числа резидентов). При этом на базе описанных выше сервисов уже внедрено 10 подсистем поддержки принятия решений в республиканских научно-практических центрах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Также стоит отметить, что Правительством Республики Беларусь на 2026–2030 годы, а также на перспективу до 2035 года взят курс на активное внедрение ИИ для решения ключевых жизненных ситуаций, т. е. переход на клиентоцентричное цифровое развитие. Это означает что в будущем интеллектуальные системы могут повсеместно применяться во всех сферах умного города [8]. Уже сегодня можно выделить несколько крупных цифровых инициатив, основанных на Стандарте технологии OSTIS (Open Semantic Technologies for Intelligent Systems) [9]. Среди них:

1. Интеллектуальная метасистема цифрового развития здравоохранения [10], обеспечивающая интеллектуальную интеграцию прикладных медицинских систем (диагностических, справочных, экспертных, обучающих и др.), интеллектуальную поддержку принятия медицинских решений в практической медицине, включая режимы теледиагностики и телеконсультирования, а также интеллектуальное прогнозирование процессов на основе различных логических и математических моделей, в том числе статистических. Метасистема будет представлять собой базу знаний предметной области и мультиагентную интеллектуальную систему.

2. Интеллектуальные транспортные системы [11], предполагающие автоматизировано производить поиск максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным

комплексом города, конкретным транспортным средством или их группой, с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей. С учетом того, что постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 октября 2022 г. № 724 «О порядке функционирования интеллектуальных транспортных систем» определен порядок создания и функционирования интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования и улицах населенных пунктов, данное направление будет активно развиваться Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

3. Межгосударственная платформа умного города, которая планируется как логическое объединение создающейся на данный момент в Республике Беларусь типовой государственной цифровой платформы «Умный город (регион)» и решений умного города Госкорпорации «Росатом». Данный проект был инициирован 19 апреля 2023 года на полях форума ТИВО, когда было подписано соглашение между страновым офисом «Росатом» (компания «Русатом Инфраструктурные решения») и ОАО «Гипросвязь» о стратегическом сотрудничестве в сфере внедрения технологий по направлению «Умный город». На данный момент сложно предсказать, какие сервисы и на каком стеке технологий будут представлены в проекте. При этом с учетом важности ИИ кажется необходимым предусмотреть в страновом проекте внедрение интеллектуальных систем по управлению городом.

В преддверии данного странового проекта предлагается учесть существующие компетенции Республики Беларусь в рамках развития ИИ и рассмотреть возможности организации следующих перспективных форм интеллектуальных систем [12], которые могут быть изучены и адаптированы для белорусских реалий:

- системы удаленного мониторинга состояния здоровья человека на основе медицинского «интернета вещей» и мобильных приложений (датчики определения уровня кислорода, глюкозы в крови и др.);
- интеллектуальные системы социальных услуг;
- системы автоматизации здания (Building Automation System, BAS);
- системы динамического моделирования и управления транспортными потоками;
- интеллектуальные системы кондиционирования и энергетического менеджмента;
- интеллектуальные системы управления освещением;
- интеллектуальные системы учета и контроля воды/тепла, а также системы датчиков и контроллеров, повторяющие системы тепло-/водоснабжения (физическая основа для цифрового двойника);

- интеллектуальные системы общественной безопасности (в том числе противопожарной);
- интеллектуальные системы управления парковкой в здании;
- удаленное управление и мониторинг комнатными термостатами;
- система адаптивного обогрева в зависимости от состояния воздуха и др.

В общей сложности приоритетными являются сервисы для граждан (прежде всего в сферах ЖКХ, здравоохранения, образования, городской мобильности, экологического мониторинга и т.п.) и бизнеса (в первую очередь в сферах градостроительства и земельно-имущественных отношений). Применение интеллектуальных систем в умных городах в будущем позволит не только оптимизировать ряд бизнес-процессов городского управления, но и станет важным условием устойчивого развития. Жители смогут воспользоваться высококачественными услугами и сервисами, которые будут отличаться высоким уровнем персонализации. Городская инфраструктура станет более эффективной, а время на передвижение в общественном транспорте сократится в среднем на 15–30 минут. Интеграция ИИ повысит уровень безопасности, снижая количество дорожно-транспортных происшествий и их последствия. На 10–30 % возрастет качество жизни и удовлетворенность жителей, число рабочих мест увеличится на 1–3 %. Экономическое развитие ускорится минимум на 5 %, а стоимость проживания снизится до 3 %. Интеллектуальные решения также

приведут к снижению расхода воды на человека в день на 25–80 литров. Руководители городов (регионов) получат возможность улучшить планирование и управление городскими процессами, а также автоматизировать городские услуги. Для бизнеса внедрение умных решений откроет новые горизонты для разработки бизнес-моделей и цифровых продуктов, сократит затраты на поддержку и развитие инфраструктуры и повысит прозрачность финансовых операций. В целом, по данным АНО «Цифровая экономика», дополнительный экономический эффект от распространения умных городов на базе интеллектуальных систем за период с 2018 по 2028 год составит более 20 трлн долл. США.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеллектуальные системы, основанные на машинном обучении и искусственном интеллекте, играют важную роль в улучшении общества и экономики. Они представляют собой мощный инструмент, который может принести значительные преимущества всем отраслям, способны улучшать качество жизни людей, а также обеспечить устойчивое развитие. Республика Беларусь хоть и находится на начальном этапе внедрения интеллектуальных систем, однако уже имеет успешные кейсы в реальном секторе экономики и сфере услуг. Целесообразно развивать существующие компетенции в направлении умного города для решения актуальных проблем устойчивого развития городской среды. **BC**

ЛИТЕРАТУРА

1. What is an intelligent system? [Electronic resource] / ResearchGate. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/344334868_What_is_an_intelligent_system. – Date of access: 20.08.2024.
2. Умный город: векторы развития [Электронный ресурс] / Веснік сувязі. – Режим доступа: https://becloud.by/docs_services/vesnik_suvjazi_beCloud.pdf. – Дата доступа: 20.08.2024.
3. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. Том 1 [Электронный ресурс] / Белорусский институт системного анализа. – Режим доступа: <http://www.belisa.org.by/pdf/2020/%D1%82%D0%BE%D0%BC1.pdf>. – Дата доступа: 20.08.2024.
4. Официальная статистика. Основные показатели по Республике Беларусь [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/>. – Дата доступа: 21.08.2024.
5. Использование интеллектуальных технологий – платформа OSTIS // XXX Международный форум по информационно-коммуникационным технологиям ТИВО-2024. – Минск, 2024.
6. Лабараторыя робататэхнічных сістэм [Электронный ресурс] / Платформа Штучнага Інтэлекту. – Режим доступа: <https://belai.by/community/labaratoryya-robotatehnicnyh-sistem/>. – Дата доступа: 20.08.2024.
7. Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uiip.bas-net.by/>. – Дата доступа: 19.08.2024.
8. Стратегия цифрового развития на 2026–2030 годы разрабатывается в Беларуси [Электронный ресурс] / Цели устойчивого развития в Беларуси. – Режим доступа: <https://sdgs.by/news/strategiya-cifrovogo-razvitiya-na-2026-2030-gody-razrabatyvaetsya-v-belarusi/>. – Дата доступа: 19.08.2024.
9. Open Semantic Technology as the Foundation for New Generation Intelligent Systems [Electronic resource] / Репозиторий БГУИР. – Mode of access: https://libelidoc.bsuir.by/bitstream/123456789/51245/1/Tatur_Open.pdf. – Date of access: 21.08.2024.
10. Применение искусственного интеллекта в здравоохранении [Электронный ресурс] / XXX Международный форум по информационно-коммуникационным технологиям ТИВО-2024. – Минск, 2024. – Режим доступа: <https://docs.google.com/presentation/d/1bvb0d1OwesZPh-4nkN6jOR8vvsXnuO3/edit#slide=id.p6/>. – Дата доступа: 20.08.2024.
11. Коврей, В., Дубешко, Л. Интеллектуальная транспортная система в Минске / В. Коврей, Л. Дубешко // Наука и инновации. – 2021. – № 6. – С. 49–53 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://innosfera.by/images/temp/3-6.21.pdf>. – Дата доступа: 21.08.2024.
12. Приоритетные направления внедрения технологий умного города в российских городах [Электронный ресурс] / Центр стратегических разработок (ЦСР). – Режим доступа: <https://www.csr.ru/upload/iblock/bdc/bdc711b002e9651fb2763d98c7f7daa6.pdf>. – Дата доступа: 21.08.2024.

Получено 23.08.2024.