УДК 621

ИИ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ НА ПРИМЕРЕ КЛАСТЕРА «ИНДУСТРИЯ 4.0» В БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А. С. КЛУБАЕВ, А. А. СТАЦЕНКО
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

В основе четвертой промышленной революции лежит интеграция четырех групп новых технологических систем: нано-, био-, информационные и когнитивные технологии, которые при взаимодействии формируют около 40 ключевых высокотехнологичных направлений. Одной из этих технологий является цифровой двойник.

Цифровой двойник – виртуальное представление физического объекта, процесса или системы, которое остается непрерывно синхронизированным с реальным аналогом. Такая цифровая модель не просто отражает текущее состояние объекта, но и позволяет моделировать его поведение в различных эксплуатационных условиях, помогая предсказывать будущие сценарии и исходы.

Развитие и внедрение технологий цифровых двойников стимулируется следующими ключевыми факторами:

– применение датчиков и систем слежения – оснащение оборудования датчиками с системами искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет проводить непрерывный анализ изделий в процессе изготовления. Алгоритмы определяют параметры режимов резания, степень износа и необходимость смены режущего инструмента, контролируют точность и шероховатость получаемой поверхности;

– моделирование объектов и процессов – автоматизированный анализ чертежей и 3D-моделей позволяет использовать искусственный интеллект для подготовки кода. Алгоритмы способны определять необходимые операции, оптимальную траекторию инструмента и параметры обработки, а также корректировать программу за счет самообучения. Имеется возможность проводить неограниченное количество тестов;

– визуализация и аналитика данных – современные цифровые двойники решают задачи различной степени сложности: симулирование, прогнозирование, диагностика, оптимизация производственных систем.

«Цифровизация проникла на все уровни – бытовой, промышленный, безопасности и обороны, – сказал Михаил Лустенков. – В этом плане особая миссия выпадает на долю технических университетов. Ведь от кадров зависит многое, в том числе и то, как будет развиваться сфера высоких технологий в нашей стране. В могилевском университете шесть IT-специальностей. Кроме того, студенты обучаются по специальностям «Автоматизация технологических процессов и производств», «Производство изделий на основе трехмерных технологий», «Мехатроника и робототехника». Все это называется «Индуст-

рия 4.0», безлюдным производством, повсеместной роботизацией и автоматизацией» [1].

Центр «Индустрия 4.0» работает не как изолированная система, а как масштабируемая киберфизическая система, объединяя оборудование, алгоритмы искусственного интеллекта и виртуальные модели в единую систему.

Принцип работы кластера «Индустрия 4.0» основан на постоянном обмене данными между физическим оборудованием и цифровым аналогом:

– на этапе проектирования разрабатываются 3D-модель и чертеж изделия, искусственный интеллект анализирует геометрию детали и генерирует оптимальную траекторию инструмента и режимы резания;

– в виртуальной среде формируется цифровой двойник, выполняющий симулирование процесса обработки, что позволяет провести неограниченное количество тестов;

– в процессе обработки датчики передают реальные параметры обработки в систему аналитики, которая, в случае необходимости, корректирует управляющую программу и режимы резания.

Применение искусственного интеллекта в производственном процессе повысит качество продукции и минимизирует брак за счет постоянного обмена данными между оборудованием и программной средой. Цифровые двойники уменьшают риск возникновения ошибок в проектировании, помогают провести неограниченное количество тестов в различных условиях до начала производства, существенно ускоряя вывод новых изделий.

Интеграция концепции цифровых двойников, поддерживаемых алгоритмами искусственного интеллекта и машинным обучением, выступает одним из ключевых факторов цифровой трансформации современного машиностроения, объединяя в себе два мира – физический и виртуальный.

Внедрение роботизированных систем, искусственного интеллекта и технологий больших данных кардинально меняет облик традиционных предприятий. Важность перехода к промышленной цифре хорошо понимают в Белорусско-Российском университете, где готовят инженерные кадры и ученых для предприятий двух стран. Вуз следит за новинками и активно внедряет их у себя [2].

Опыт Белорусско-Российского университета демонстрирует эффективную модель синергии образования и науки: наличие развитой лабораторной базы и подготовка кадров по инженерным направлениям создают фундамент для успешной разработки и внедрения отечественных цифровых двойников и решений концепции «Индустрия 4.0» на машиностроительных предприятиях, а также способствуют повышению технологического суверенитета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ректор БРУ: в цифровизации особая миссия отводится техническим университетам. – URL: http://bru.by/news/post/65391 (дата обращения: 01.09.2026).

2. Центр «Индустрия 4.0» открылся в Белорусско-Российском университете. – URL: https://rg.ru/2025/10/15/mastera-chetvertogo-urovnia.html (дата обращения: 01.09.2026).