



Система интеллектуального анализа больших данных



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ

Дата выпуска: 13.10.2023

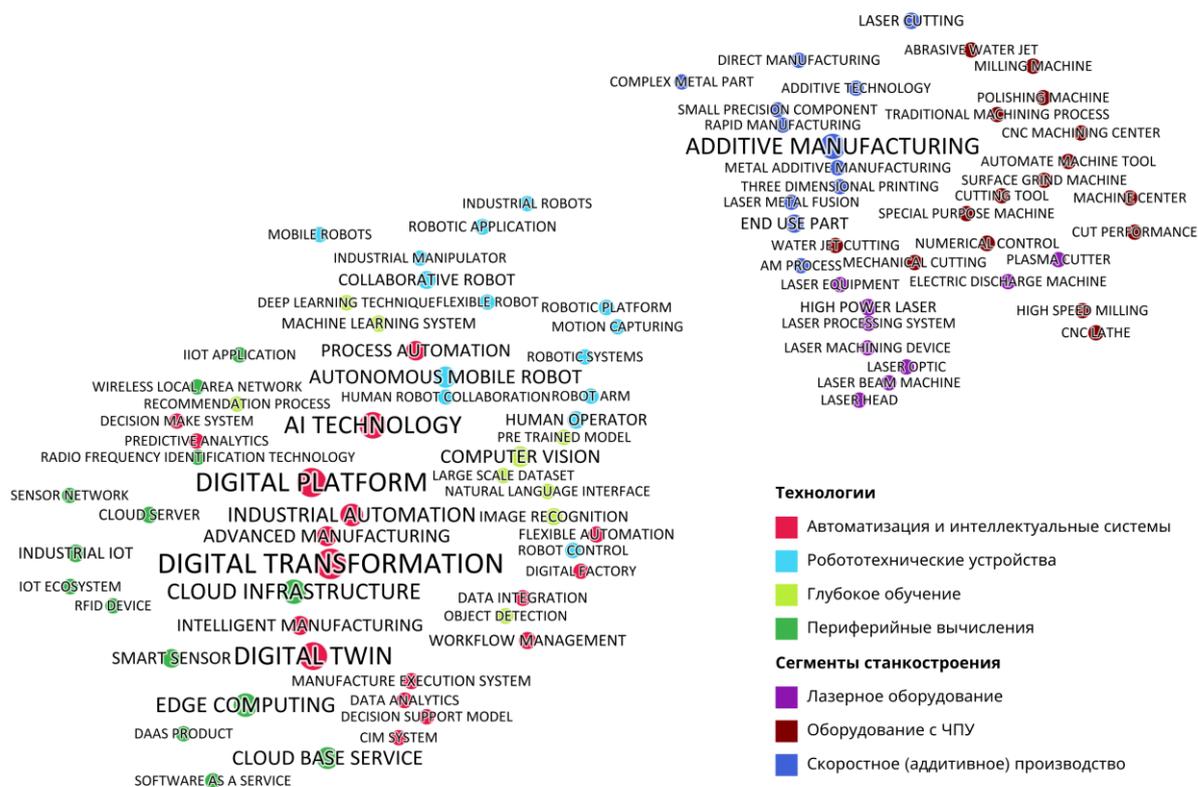
Топ-7 направлений цифровой трансформации станкостроения

Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ с помощью системы интеллектуального анализа больших данных iFORA выявил наиболее значимые кластеры технологий, которые улучшают работу станкостроения – системообразующей отрасли промышленности, обеспечивающей средствами производства все остальные.

Справочно: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 750 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки. Для данного исследования проанализированы более 69 тыс. англоязычных источников за 2019–2023 гг., отражающих актуальную повестку бизнеса.

В контексте общей для ведущих экономик установки на формирование технологического суверенитета одним из важнейших национальных приоритетов становится организация производства критически важной продукции станкостроения и его ускоренная модернизация. Мировая повестка цифровой трансформации этой индустрии, как показали результаты анализа больших данных, сосредоточена между технологиями и сегментами отрасли (рис. 1). Одни направления отражают сценарии внедрения передовых цифровых решений в промышленности, другие связаны с практиками повышения функциональности и эффективности отдельных видов оборудования для решения производственных задач.

Рис. 1. Повестка цифровой трансформации мирового станкостроения



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с использованием системы интеллектуального анализа больших данных iFORA.

Примечание: Размеры шрифта и круга показывают динамику термина – средний темп роста его значимости за анализируемый период. Значимость рассчитывается как число случаев употребления термина в массиве документов, нормированное на размер корпуса документов и умноженное на показатель векторной центральности (среднее значение тематической близости термина со всеми другими терминами, включенными в анализ).

Некоторые направления, например робототехнические устройства, находятся на стыке технологий и видов оборудования, совмещая в себе характеристики обоих (табл. 1).

Таблица 1. Главные направления цифровой трансформации станкостроения

№	Направление	Кластер	Динамичность	Примеры ключевых слов направлений с наибольшей динамичностью
1	Автоматизация и интеллектуальные системы			<ul style="list-style-type: none"> цифровая трансформация цифровая платформа анализ данных
2	Периферийные вычисления			<ul style="list-style-type: none"> облачный сервер периферийные вычисления облачное хранилище
3	Робототехнические устройства			<ul style="list-style-type: none"> роботизированная рука оператор коллаборативный робот (кобот)
4	Скоростное (аддитивное) производство			<ul style="list-style-type: none"> аддитивное производство лазерная резка 3D-печать
5	Глубокое обучение			<ul style="list-style-type: none"> машинное зрение распознавание изображений обнаружение объектов
6	Лазерное оборудование			<ul style="list-style-type: none"> лазерное устройство лазерная насадка лазер высокой мощности
7	Оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ)			<ul style="list-style-type: none"> полировальный станок фрезерный станок числовое управление

Легенда:  Технологии  Виды оборудования

Динамичность – среднее значение динамичности ключевых слов внутри каждого из направлений. Индекс динамичности показывает темп изменения значимости направления в проанализированном массиве источников за 2019–2023 гг. Направления ранжированы по уровню динамичности.

Автоматизация производственных процессов и внедрение интеллектуальных систем (№1) – ядро цифровой трансформации промышленности; в контексте станкостроения подразумевает передачу контроля за операциями от человека к автоматизированным системам. Конечным этапом развития направления является безлюдное производство, где операторам отводятся в основном функции управления технологическим процессом. Среди распространенных цифровых решений – системы предиктивного обслуживания, цифровые двойники и др. Так, в Германии разработчик промышленного программного обеспечения (ПО) Hufschmied представил систему Sonic Shark на базе искусственного интеллекта (ИИ) и датчиков уровня звука, которая отслеживает аномалии в производственных процессах, прогнозирует срок службы аппаратного комплекса (с погрешностью в 3%) и оповещает о необходимости обслуживания. Внедрение данного решения на одном из предприятий дало возможность установить, что 40% устройств изнашиваются с опережающими темпами, и далее заблаговременно обновлять парк оборудования. Другой пример – цифровые двойники станков от отраслевых лидеров Siemens (Германия) и FANUC (Япония), которые полностью воспроизводят операции и механическую структуру станка, отслеживают состояние комплектующих. Решение позволяет выявлять ограничения и сбои в производственных процессах на уровне отдельных элементов станка, заранее проводить его профилактику и т.д.

Периферийные вычисления (№2) – один из способов снижения объема поступающей на станок информации и обхода ограничений в мощностях. Поддержка деятельности интеллектуальных систем требует мощных процессоров для обработки больших массивов данных. Перенос операций по их обработке и анализу на удаленные сервера (в целях информационной безопасности зачастую находятся на территории предприятия) позволяет не только оптимизировать нагрузку на оборудование, но и увеличить скорость принятия производственных решений. Американский разработчик и интегратор промышленного ПО Rockwell Automation благодаря совмещению системы промышленного Интернета вещей с периферийными вычислениями повысил эффективность использования оборудования на заводе Falcon Group (ОАЭ) с 16 до 42% (цель – 75%).

Промышленные роботы (№3) упрощают обслуживание станков, замещают их функции, содействуют при выполнении производственных задач (подают детали для обработки, заменяют рабочие инструменты и т.д.). В автомобильной промышленности широко востребованы

многоосевые роботы-манипуляторы компании Effort (Китай): образуя роботизированные линии или участки, они полностью закрывают отдельные циклы производства (сварка кузовов, покраска, погрузочные работы, др.). В этом ряду наиболее передовое оборудование с интегрированным в него робототехническим устройством. Например, производитель Prima Additive (Италия) предлагает лазерный комплекс с двумя параллельно работающими лазерами и встроенным роботом-манипулятором, который меняет насадки и поддерживает одновременное выполнение нескольких операций: лазерной сварки, резки и осаждения металлов.

Аддитивные технологии **скоростного производства (№4)** существенно повышают производительность и многофункциональность станков. Американский производитель оборудования для 3D-печати Nexa3D выпускает устройства, работающие в 6.5 раз быстрее аналогов. Подобные решения, как правило, востребованы в узкоспециализированных областях производства и внедряются с учетом запросов завода-заказчика.

Такие базовые возможности **алгоритмов глубокого обучения (№5)**, как обработка и анализ данных, уже широко используются в промышленности в целом и в станкостроении в частности. Однако есть значительный резерв для внедрения передовых цифровых технологий (в первую очередь на основе ИИ, big data и т.п.), способных выявлять скрытые зависимости в данных, прогнозировать параметры производства, поддерживать автоматическое принятие решений. Применение подобных инструментов, в частности для отслеживания состояния комплектующих и обнаружения бракованной продукции, существенно повышает качество производственных процессов. Так, довольно эффективную систему мониторинга создала канадская компания Husky (выпускает оборудование для литья и разрабатывает промышленное ПО). Каждый случай распознавания потенциальных поломок сохранил ее клиентам от 4 до 6 тыс. долл. США (около 400–600 тыс. рублей по курсу ЦБ на 12.10.2023 г., равному 99.9808 руб. за доллар).

Совершенствование применяемого в станкостроении **лазерного оборудования (№6)** позволяет производить все более сложные и высокоточные операции, что особенно важно для микроэлектроники. Цифровые технологии машинного зрения делают возможными операции на уровне 10 микрон (10⁻⁵ мм). Автоматическая регулировка скорости и диаметра луча лазера для резки материалов снижает энергопотребление. Обладающие таким функционалом японские станки Mazak потребляют на 60% меньше энергии по сравнению с аналогами.

Один из устоявшихся в отрасли трендов – переход на **оборудование с ЧПУ (№7)**. Подобные станки обладают большей гибкостью и быстротой переналадки по сравнению с рядовым оборудованием. Среди их преимуществ – автоматизация отдельных производственных процессов, возможность выпуска различных деталей, параметры производства которых задаются в программах и т.д. Новое направление – внедрение приложений дополненной реальности для считывания информации о производственных чертежах, сборке и другой документации в 3D-формате. Это может ускорить настройку станка в среднем на минуту.

Резюме

По расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, в следующие несколько лет отдельные направления станкостроения в мире будут демонстрировать двузначные темпы прироста – от 13% до 33% в год. Производство более функционального оборудования, автоматизация процессов (вместе со снижением влияния человеческого фактора), рост качества продукции и скорости ее производства, сокращение операционных издержек – лишь часть преимуществ цифровой трансформации отрасли. Дальнейший уровень ее цифровизации с ориентиром на концепцию безлюдного производства будет зависеть не только от уровня развития технологий, но и от готовности предприятий внедрять эти решения.



Источники: Расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); результаты проекта «Исследование ключевых (“сквозных”) цифровых технологий и перспектив их развития с целью преодоления технологических разрывов, в том числе в условиях санкций, и обеспечения цифрового суверенитета» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ.

■ Материал подготовили **Г. В. Димов, М. В. Сварчевская, А. И. Фокина**

Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться issek@hse.ru). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (issek.hse.ru), а также на авторов материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.