

Топ-15 цифровых технологий в промышленности

Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ выделил на основе анализа больших данных наиболее значимые цифровые технологии, уже используемые или внедряемые в мировой и российской промышленности.

В современной индустрии цифровые технологии используются на всех этапах жизненного цикла – от концепт-идеи, проектирования, производства и эксплуатации до сервисного обслуживания и утилизации. Опора на «цифру» обеспечивает предприятиям значительные конкурентные преимущества, особенно в условиях неопределенности. Критическую роль цифровые технологии сыграли в 2020 г., когда с вызовами пандемии COVID-19 эффективнее всего справились наиболее роботизированные, автоматизированные и готовые к совместной удаленной работе предприятия.

Таблица 1. Топ-15 цифровых технологий в промышленности в 2020 г.

Ранг	Технологии	Направления	Индекс значимости
1	Промышленные роботы		1,00
2	Искусственный интеллект		0,86
3	Машинное обучение		0,68
4	Цифровое прототипирование		0,56
5	Сенсорика		0,42
6	Беспроводная связь WLAN, PAN, RFID		0,30
7	Блокчейн		0,21
8	Большие данные		0,20
9	Виртуальная и дополненная реальность		0,12
10	Товар как услуга (Product-as-a-Service)		0,09
11	Компьютерное зрение		0,03
12	Смарт-контракты		0,03
13	Промышленный интернет вещей		0,03
14	Цифровой двойник		0,02
15	Умные фабрики		0,01

Легенда:

- Искусственный интеллект
- Компоненты робототехники и сенсорика
- Новые производственные технологии
- Технологии распределенных реестров
- Технологии виртуальной и дополненной реальности
- Бизнес-модели

Индекс значимости технологии показывает ее относительную встречаемость в массиве источников за 2020 г., где 1 соответствует максимальному числу упоминаний. При расчете учитываются частота встречаемости термина, его специфичность и векторная центральность. Частота встречаемости сама по себе недостаточна для отражения реальной актуальности термина, важно, чтобы он обозначал конкретное научно-технологическое направление и не был слишком общим (эту задачу решает показатель специфичности), а векторная центральность отражает степень его связи с другими направлениями научного поиска.

Справочно: Расчеты произведены на основе более 180 тыс. авторитетных зарубежных источников (публикаций в научных журналах, представленных на платформе Microsoft Academic Graph, и отраслевых СМИ) с помощью системы интеллектуального анализа больших данных iFORA, разработанной ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта. Информационная база iFORA включает более 500 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников) и постоянно пополняется. 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.

Тренды и эффекты применения цифровых технологий в промышленности

Открывающие топ-15 **промышленные роботы** (№1) помогают сокращать расходы на оплату труда, удерживать на стабильном уровне качество продукции, увеличивать технологическую гибкость производства. В российской промышленности роботы больше всего применяются в автомобилестроении, на химических и нефтехимических предприятиях.

В области **искусственного интеллекта (ИИ)** (№2) в последние годы сделан скачок от использования полуавтономных роботов-манипуляторов на гибких производственных линиях до управления автономными транспортными средствами, перемещающимися в цехах и между цехами. В будущем все более совершенные технологии ИИ позволят полностью автоматизировать производственные процессы и оптимизировать работу не только отдельных предприятий, но целых отраслей промышленности.

В ситуациях, в которых или опасно, или невозможно, или малоэффективно задействовать человеческие ресурсы (например, для работы в труднодоступных местах, в условиях вечной мерзлоты или повышенной радиации, на вредных химических производствах), все чаще применяют технологии **машинного обучения** (№3). Также на них полагаются, когда по мере накопления массивов данных о состоянии промышленного оборудования, людям становится не под силу прогнозировать его остаточный ресурс и критически важные неисправности, предотвращать внезапный выход из строя и производить техобслуживание по состоянию.

Для адаптивного контроля операций роботов применяются решения на основе **компьютерного (машинного) зрения** (№11). К примеру, завод Philips по производству бритв (Нидерланды) выглядит как неосвещенное помещение, где установлены 128 роботов, за работой которых следят всего девять сотрудников. Компьютерное зрение также помогает контролировать действия персонала в части выполнения требований техники безопасности. Технологии автоматической фиксации и обработки подвижных и неподвижных объектов с помощью компьютерных средств уже способны в режиме реального времени определять по видео- или фотоизображению, где находится человек и его части тела (голова, руки, ноги), и оценивать правильность ношения спецодежды (перчаток и каски), а в ближайшее время выведут работу предприятий на качественно новый уровень.

Кратно повышает эффективность производства и значительно сокращает сроки окупаемости проектов внедрение **промышленного интернета вещей** (№13). Массивы **больших данных** (№8), получаемые, в частности, с беспроводных устройств с поддержкой протокола IP, включая смартфоны, планшеты, датчики, и с других приборов, используются в широком спектре приложений. Основные среди них – прогнозирование рыночной ситуации, совершенствование продукции, оптимизация маркетинга и продаж. Отслеживание цепочек поставок на основе **блокчейна** (№7), **смарт-контракты** (№12) и другие электронные сделки, а также маркетплейсы способствуют усилению промышленной кооперации. Благодаря изучению пользовательского опыта на основе данных с носимых устройств предприятия переходят в послепродажном обслуживании от «ремонта по регламенту» к «ремонту по состоянию» и в целом развивают сервисную бизнес-модель **«товар как услуга»** (№10).

Дизайнеры, производители и инженеры используют **цифровое прототипирование** (№4) для проектирования продуктов и визуализации всего процесса их производства. **VR-тестирование** (№9) позволяет сокращать сроки и стоимость разработки новых товаров, тестировать и улучшать качество продукции. Так, благодаря внедрению цифровых испытаний самолетов на виртуальных полигонах ПАО «ОАК» удалось почти вдвое уменьшить количество полетов для отладки бортовых систем.

Предприятия часто объединяют разработки различных технологических направлений. Например, для ускоренного создания и вывода на рынок продуктов и услуг используют системы на основе **«цифровых двойников»** (№14) производственных процессов, включающие элементы ИИ, интернета вещей, **сенсоры** (5) и **технологии беспроводной связи** (№6). В ходе эксплуатации такие системы помогают оптимизировать работу предприятий, минимизировать сбои и остановки; по оценкам ОЭСР, они с точностью до 95% могут прогнозировать реакцию оборудования на нагрузки и на 5-10% снижать издержки на обслуживание сложных промышленных комплексов. Ежегодный прирост рынка «цифровых двойников» с 2020 по 2026 гг., по данным MarketsandMarkets, составит около 60%. Другой наглядный пример комбинирования цифровых технологий – **умные фабрики** (№15), полностью автоматизированные (роботизированные) производства, на которых управление всеми процессами в режиме реального времени и с учетом постоянно изменяющихся условий обеспечивает связка технологий интернета вещей, анализа Big Data и информационных систем управления производственными и бизнес-процессами.

Комментирует директор Центра промышленной политики ИСИЭЗ НИУ ВШЭ Нина Тарасова:

Преимущества использования цифровых технологий в промышленности очевидны – от снижения затрат, повышения производительности труда и качества продукции до сокращения сроков ее вывода на рынок (time to market).

Показательно, что среди наиболее значимых для индустрии решений преобладают искусственный интеллект и роботы. Такой тренд свидетельствует об изменениях в бизнес-моделях предприятий: они стремятся выпускать все более кастомизированную продукцию, повышая лояльность потребителей и сохраняя принципы экономии и энергоэффективности.

Другой заметный тренд – объединение на базе цифровых платформ всех участников цепочки создания стоимости в единую экосистему. Его поддерживают главным образом технологии гибкого (быстро адаптируемого к внешним изменениям) распределенного сетевого производства.



Источники: Расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); материалы доклада [«Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты»](#) (НИУ ВШЭ, 2021), выпущенного к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества; результаты проекта «Применение семантического анализа больших текстовых данных для исследования тенденций развития и динамики распространения цифровых технологий» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ.

■ Материал подготовили **Н.Н. Тарасова, П.О. Шпарова**

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.

© НИУ ВШЭ, 2021