



ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ШАГ К ИНДУСТРИИ 4.0

Развитие интернета, инфокоммуникационных технологий, устойчивых каналов связи, облачных технологий и цифровых платформ обеспечило появление открытых информационных систем и глобальных промышленных сетей, выходящих за границы отдельного предприятия и взаимодействующих между собой. Такие системы и сети оказывают преобразующее воздействие на все сектора современной экономики и бизнеса и переводят промышленную автоматизацию на новую четвертую ступень индустриализации.

**Что такое
Индустрия 4.0?**

**Этапы развития
индустрии
производства**

**Роль
цифровизации в
Индустрии 4.0**

**Применяемые
технологии**

**Возможности
Индустрии 4.0**

**АО «Самрук-
Қазына»**

Департамент
цифровизации и ИТ



ИНДУСТРИЯ 4.0

Четвертая промышленная революция или Индустрия 4.0 – переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в **глобальную промышленную сеть вещей и услуг**.

Термин Индустрия 4.0 был предложен на Ганноверской ярмарке в 2011 году. Под ним подразумевают процесс коренного преобразования глобальных цепочек создания ценности, логическим итогом которого станет мир, где виртуальные и физические системы производства гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне, обеспечивая полную адаптацию продуктов и формирование **новых операционных моделей**.

Индустрия 4.0 изначально служила названием проекта феде-

рального правительства, призванного продвигать внедрение цифровых технологий в производстве. Оно впоследствии прижилось как общее понятие, подразумевающее **цифровое производство с подключением к сети**: станки и товары рассматриваются как связанные друг с другом «умные» компоненты, умеющие обмениваться данными на местном, глобальном уровнях и за пределами предприятий. Этот подход призван предоставить беспрецедентную прозрачность и гибкость.

Основанные на аппаратном и программном обеспечении цифровые технологии сами по себе не являются новшеством, но **объединяясь в глобальные сети**, постоянно совершенствуясь, интегрируясь все в новые и новые сферы человеческой жизни, они неуклонно **трансформируют глобальную экономику**, уходя все дальше от уровня третьей промышленной революции.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ ПРОИЗВОДСТВА

Около трех веков потребовалось, чтобы осуществить переход от «пара» к «цифре».



Первая промышленная революция произошла на рубеже 1760-х годов. Именно тогда, с началом промышленного применения парового двигателя и активного строительства железных дорог, закончилась эпоха малоэффективного ручного труда и началось стремительное развитие машинного производства.

Конец XIX века был ознаменован масштабной электрификацией и широким внедрением на производстве конвейеров, положивших начало массовому производству, каким мы его знаем – **вторая промышленная революция**.

Третья промышленная революция – компьютерная или цифровая – началась в 1960-х годах и продолжается до нашего времени. Ее пусковым механизмом стало изобретение и широкое применение полупроводников, ЭВМ, а позже – персональных компьютеров и сети Интернет.

Началом **Четвертой промышленной революции** стал рубеж тысячелетий. Она принесла с собой массовое использование сети Интернет, разработку миниатюрных производственных устройств, самообучающихся машин и искусственного интеллекта.

Некоторые аналитики считают современный взлет технологий продолжением третьей промышленной революции, но в то время как Индустрия 3.0 была направлена на **автоматизацию отдельных процессов**, Индустрия 4.0 предусматривает **сквозную цифровизацию всех физических активов и их интеграцию в цифровую экосистему** вместе с партнерами,

участствующими в цепочке создания стоимости, без непосредственного участия человека. Стремительный рост темпов развития технологий, глубина и масштаб их применения наталкивают на мысль, что новые тенденции лишь укрепятся и приведут к полному изменению существующего технологического уклада.

РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ИНДУСТРИИ 4.0

Германские ученые сформулировали несколько основных принципов построения Индустрии 4.0, следуя которым компании могут внедрять сценарии четвертой промышленной революции на своих предприятиях.

Первый — это **совместимость**, что означает способность машин, устройств, сенсоров и людей **взаимодействовать** и общаться друг с другом через интернет вещей (IoT).

Это ведет к следующему принципу — **прозрачности**, которая появляется в результате такого взаимодействия. В виртуальном мире создается цифровая копия реальных объектов, систем функций, ко-

торая точно повторяет все, что происходит с ее физическим клоном. В результате накапливается максимально **полная информация обо всех процессах**, которые происходят с оборудованием, «умными» продуктами, производством в целом и так далее. Для этого требуется обеспечить возможность сбора всех этих данных с сенсоров и датчиков и учета контекста, в котором они генерируются.

Поддержка принятия решений — третий принцип Индустрии 4.0. Суть его в том, что компьютерные системы помогают людям **принимать решения** благодаря **сбору, анализу и визуализации** всей той информации, о которой говорится

выше. Эта поддержка также может заключаться в полном замещении людей машинами при выполнении опасных или рутинных операций.

Четвертый принцип — **децентрализация управленческих решений**, делегирование некоторых из них **киберфизическим системам**. Идея в том, чтобы автоматизация была настолько полной, насколько это вообще возможно: везде, где машина может эффективно работать без вмешательства людей, рано или поздно должно произойти **человекозамещение**. Сотрудникам при этом отводится роль контролеров, которые могут подключиться в экстренных и нестандартных ситуациях.

Можно часто наблюдать, что термины «Цифровое производство» и «Индустрия 4.0» приравнивают между собой. Это не совсем так, **цифровизация – пограничный этап между третьим и четвертым этапом развития индустрии**, она является заключительным этапом Индустрии 3.0 и **фундаментом** для начала четвертой промышленной революции.

«**Цифровое производство**» – это приложение идей и технологий переживаемой ныне «цифровой революции» к производственным процессам.



ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0

Основа «цифровой революции» – возможность **сбора и передачи информации** в любой форме и объеме из любого места. Этому способствует повсеместное использование смартфонов, датчиков, видеокамер, GPS-трекеров, радиометок и пр., а также развитие интернета вещей. Возникающая на их основе «**сетевая культура**» кардинальным образом перестраивает бизнес-модели во многих отраслях. Еще одна технология – «**цифровые двойники**» оборудования. Они отображают **реальное состояние оборудования**, непрерывно

обновляются с помощью данных с датчиков и позволяют **прогнозировать** его поломки и отказы. Также «цифровое производство» способствует использованию **киберфизических систем**, которые позволяют воплотить в жизнь цифровой образ изделия с помощью 3D-печати. Внедряются технологии добавленной, виртуальной и смешанной реальности. Они напротив позволяют человеку использовать цифровые визуальные образы реального мира в своей деятельности».



Технологии - основа «Индустрии 4.0», без них невозможна трансформация промышленного производства. Часть ключевых технологий активно внедряется, часть пока проходит предварительные испытания в научно-исследовательских центрах, но их эффективность уже надежно доказана практикой применения.

Анализ больших данных

Цели применения: **повышение качества продукции**, энергосбережение и усовершенствование порядка обслуживания оборудования. Для эффективного применения важна **интеграция данных** из нескольких информационных систем, в том числе управления производством, учета ресурсов, управления отношениями с клиентами и др.

Автономные роботы

Современные роботы настраиваются и конструируются так, чтобы **взаимодействовать между собой и с сотрудниками, самостоятельно обучаться** и оптимизировать собственные операции.

Например, компания Kuka (рис.1) создает автономных роботов, кото-

рые могут модифицировать и корректировать свои действия в зависимости от следующего продукта на линии. Сенсоры и панели контроля позволяют им взаимодействовать с человеком. Компания ABB запускает робота YuMi (рис.2) с двумя манипуляторами, предназначенного для сборки продукции (например, потребительской электроники). Манипуляторы и компьютерное зрение позволяют роботу безопасно взаимодействовать с человеком и распознавать детали.

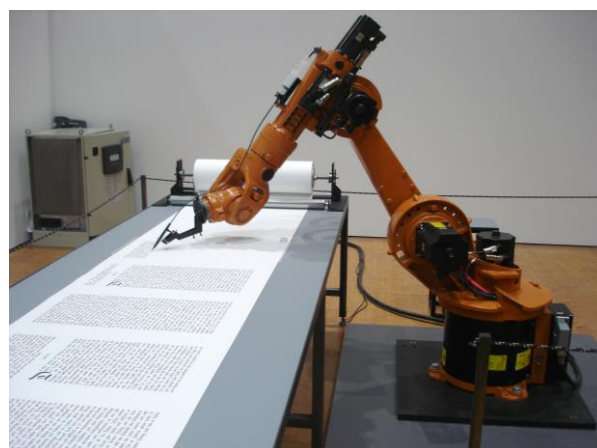


Рис.1 – Робот Kuka



Рис.2 – Робот YuMi

Симуляция (моделирование)

Виртуальное моделирование продуктов, материалов и процессов уже применяется на этапе инженерных разработок, в будущем его применение расширится для **имитации полного цикла операционных и производственных процессов**. Эти модели будут извлекать данные в режиме реального времени для создания **виртуальной копии** реального производства с участием машин, продуктов и сотрудников. Это позволит операторам тестировать и оптимизировать настройки оборудования при помощи виртуальной модели до внесения изменения непосредственно на физическом производстве. В качестве примера можно привести Tecnomatix от Siemens PLM Software - семейство программных продуктов, предназначенных для автоматизации решения задач в области подготовки и оптимизации производства.



Рис.3 – Tecnomatix от Siemens PLM Software

Промышленный интернет вещей

В настоящее время только некоторое оборудование на производстве использует **межмашинное подключение (M2M)** и использует встроенные вычислительные мощности. Промышленный интернет вещей предполагает оснащение **встроенными датчиками** все большее количество производственных объектов и даже незавершенную продукцию. Это позволит передавать большие объемы данных как между машинами, так и централизованным системам контроля, осуществить децентрализацию систем аналитики и принятие решений, обеспечивая работу в режиме реального времени. Компания BoschRexroth оснастила оборудование для производства клапанов (и сами клапаны) специальными радиочастотными метками (рис.4) (Radio Frequency IDentification, RFID), чтобы рабочее оборудование «понимало», какие шаги нужно выполнить и как адаптировать каждую отдельную операцию.



Рис.4 – Примеры датчиков BoschRexroth

Кибербезопасность

В управлении и на производстве многие компании по-прежнему полагаются на ИТ-решения, которые являются закрытыми и не соединенными с внешним миром. При увеличении соединений и использовании стандартных протоколов соединений, которые предполагает Индустрия 4.0, становится очевидной потребность в защите ключевых производственных систем и линий от киберугроз. Поэтому **безопасные подключения и надежные подходы к управлению доступом** к системам являются неотъемлемым условием развития корпоративных информационных систем.

Облачные вычисления

Многие компании уже используют программное обеспечение и системы анализа на основе облачных платформ. Индустрия 4.0 предполагает **увеличение потоков обмена данными**, выходящих за пределы отдельно взятой компании. Растет и вычислительная мощность облачных платформ. В дальнейшем производственные системы мониторинга и контроля, возможно, перейдут на облачные платформы.

Аддитивное производство

Компании постепенно начинают применять инструменты аддитивного производства, например, 3D-печать. Сейчас основная область применения - **это прототипирование и создание отдельных компонентов** (рис.5). В Индустрии 4.0 инструменты аддитивного производства могут применяться более широко, в том числе для производства небольших партий **кастомизированной продукции**.

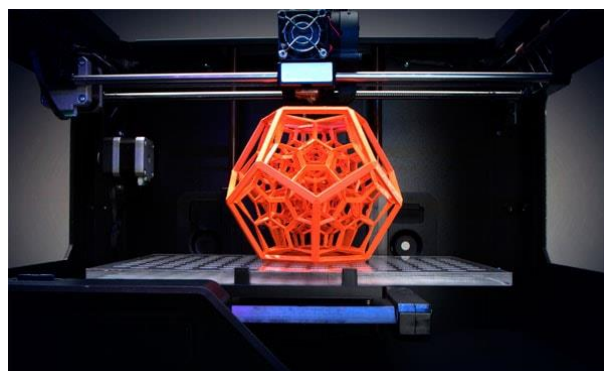


Рис.5 – Пример 3D-печати

Дополненная реальность

Системы дополненной реальности оптимизируют работу на складе и подбор комплектующих, направляя инструкции на мобильные устройства производственных рабочих во время ремонта оборудования. В рамках Индустрии 4.0 сфера их применения будет расширяться с целью **упростить работу производственного персонала и обеспечить поддержку принятия решений.**

Например, при помощи очков виртуальной реальности инструкции по ремонту (порядок замены отдельных деталей) будут проецироваться в режиме реального времени прямо на конкретное производственное оборудование. Компания Siemens разработала виртуальный тренировочный модуль для своего ПО Comos (рис.6).

При помощи 3D-модели и очков дополненной реальности модуль помогает персоналу справляться с экстренными ситуациями в режиме **виртуальной симуляции.** В этом виртуальном мире операторы учатся взаимодействовать с оборудованием при помощи цифровой

презентации, изменять параметры оборудования и отображать операционные показатели и инструкции по ремонту.

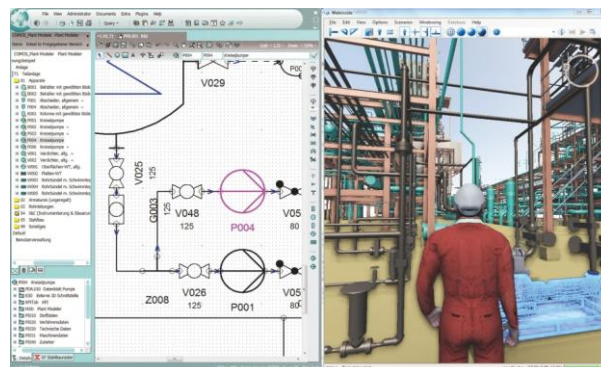


Рис.6 – Виртуальный модуль ПО Comos

Совокупность технологий, обеспечивающих взаимодействие между виртуальным и физическим миром, называется **киберфизическими системами.** Применительно к промышленности используется термин «киберфизические производственные системы». Зачастую киберфизические системы ориентированы на то, чтобы каким-либо образом **управлять окружающей средой.** Они объединяют информацию от интеллектуальных датчиков, распределенных в физической среде, для лучшего понимания среды и выполнения более точных действий.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНДУСТРИИ 4.0

«Индустрия 4.0» приведет к созданию более гибких систем, участники которых будут обмениваться информацией через Интернет, что, в свою очередь, значительно **увеличит эффективность труда и сократит издержки в производственных процессах.**

Вертикальная интеграция по цепочке создания стоимости. «Индустрия 4.0» предусматривает цифровизацию и интеграцию процессов по вертикали в рамках всей организации, начиная от разработки продуктов и закупок и заканчивая производством, логистикой и сервисным обслуживанием. Все данные об операционных процессах, их эффективности, управлении качеством и операционном планировании доступны в режиме реального времени в едином информационном пространстве, оптимизированы под различные платформы

Горизонтальная интеграция нескольких цепочек создания стоимости. Горизонтальная интеграция выходит за пределы деятельности одного предприятия и охватывает поставщиков, потребителей и всех ключевых партнеров

по цепочке создания стоимости. Используются инструменты интегрированного планирования, учитывающие входящие параметры от партнеров (смещения сроков поставок, изменения объемов производства и др.), что позволяет оперативно корректировать планы

Цифровизация продуктов и услуг. Цифровизация товаров предполагает дополнение имеющихся продуктов интеллектуальными датчиками или устройствами связи, совместимыми с инструментами анализа данных. Благодаря внедрению новых методов аналитики у компаний появляется возможность получать данные об использовании продуктов и дорабатывать эти продукты в соответствии с новыми требованиями конечных пользователей

Внедрение принципов Индустрии 4.0 позволяет получить ряд преимуществ, недоступных в традиционных моделях прошлого. Например, теперь компании могут достичь **индивидуального подхода и персонализировать заказы** согласно личным предпочтениям клиентов, что резко повышает их лояльность.

Старые заводы и фабрики превращаются в «умные» и начинают выпускать буквально штучные продукты по индивидуальному заказу. При этом **снижаются удельные затраты** на производство единицы продукции.

Прогнозируемые глобальные изменения

В результате четвертой промышленной революции фундаментальными переменами будут охвачены практически все сферы жизни человека. Выделяются следующие вероятные последствия развития индустрии 4.0:

- **освобождение от рутины**, снижение значимости и постепенно исчезновение физического труда;

- фундаментальная трансформация экономики, преимущественное **развитие отраслей экономики**, имеющих доступ к **большим массивам данных**;

- рост социального расслоения за счет **исчезновения значимости огромного количества профессий**, интеллектуальные и творческие возможности станут основной ценностью на рынке труда;

- исчезновение рутины и типовых задач в связи с **автоматизацией** подавляющего большинства процессов такого рода;

- **прозрачность мира**, обусловленная взаимопроникновением реальной и цифровой среды, новыми возможностями цифрового контроля нежелательных социальных явлений и событий;

ИНДУСТРИЯ 4.0 В КАЗАХСТАНЕ

Точных данных об использовании цифровых технологий в казахстанской промышленности пока нет – эта тема для экономики **нова**.

Если говорить точнее, то по итогам анкетирования почти **600 компаний** стало понятно, что **более 80% предприятий** обрабатывающей и **60% предприятий добывающей промышленности** находятся на уровне "**Индустрии 2.0**" –

это **полу-автоматизированное** производство или этап перехода к автоматизированному производству. При этом предприятия горнодобывающей отрасли оказались более подготовленными по уровню технологического развития по сравнению с другими. И это объяснимо: им приходится конкурировать на международном уровне, что требует следования последним технологическим трендам.



Источники:

1. Тарасов И.В. (2018) /Технологии индустрии 4. 0: влияние на повышение производительности промышленных компаний.
2. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия (2016) // PricewaterhouseCoopers. URL: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf.
2. Bauer H., PatelM., Veira J. (2016) The Internet of Things: sizing up the opportunity. New York (NY): McKinsey & Company. URL: <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity>
3. Geissbauer R., Schrauf S., Koch V. et al. (2014) Industry 4.0 - Opportunities and Challenges of the Industrial Internet assessment // PricewaterhouseCoopers. URL: <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf>.
4. Gerbert P., LorenzM., RUFimannM. et al. (2015) Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries // BCG. URL: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx.
5. Global factory automation market (2017) // Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/728562/global-factory-automation-market-by-manufacturer/>
6. Herter J., Ovtcharova J. (2016). A Model based Visualization Framework for Cross Discipline Collaboration in Industry 4.0 Scenarios // Procedia CIRP. Vol. 57. P. 398-403.
7. Hoffmann R. (2016). Investment Opportunities in Industry 4.0 - Industrial Revolution «Made in Germany» // Ecovis. URL: <https://www.ecovis.com/focus-china/investment-opportunities-industry-4-0/>.
8. Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future (2014) // Germany Trade&Invest. URL: http://www.academia.edu/21125581/SMART_MANUFACTURING_FOR_THE_FUTURE_INDUSTRIE_4.0_Future_Markets.
9. АО «Казахстанский Институт Развития Индустрии» URL: <https://www.kidi.gov.kz>
10. The Factory of the Future. Industry 4.0 - The challenges of tomorrow (2016) //KPMG. URL: <https://assets.kpmg.com>
11. Индустрия 4.0 - от интернета вещей к революции всего// VC. URL:<https://vc.ru/flood/34748-industriya-4-0-ot-interneta-veshchey-k-revolyuicii-vsego>

АО «Самрук- Қазына»

Нур-Султан, ул. Е-10, 17/10,
БЦ «Зеленый квартал»

По вопросам и замечаниям к изданию,
а также предложениям к сотрудничеству:

Тел.: +7(7172) 61 38168

digital@sk.kz

www.sk.kz