

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК ДВИЖУЩАЯ СИЛА РЕВОЛЮЦИИ ИНДУСТРИИ 4.0.

©Л.Л. Ахмадова

ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

В статье анализируется в первую очередь основные концепции «Индустрии 4.0», обобщаются основополагающие идеи понятия «IoT», обосновывается перспективность дальнейшего развития цифровой экономики как на уровне отдельных предприятий, так и на уровне всей экономики в целом. IoT-технология является двигателем четвертой промышленной революции, на пороге которой мы живем. Основываясь на упомянутом, приводятся основные экономические выгоды от применения методов цифровой экономики в управлении технологическими процессами. В статье также рассматривается архитектура технологии Интернета вещей на промышленном предприятии.

Ключевые слова: интернет вещей (или промышленный интернет), Индустрия 4.0., большие данные, цифровизация, цифровая экономика.

INTELLIGENT MANUFACTURING AND THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS AS THE DRIVING FORCE OF THE INDUSTRY 4.0 REVOLUTION.

© L. L. Akhmadova

GSTOU named after. acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The article primarily analyzes the main concepts of "Industry 4.0", summarizes the fundamental ideas of the concept of "IoT", and substantiates the prospects for further development of the digital economy both at the level of individual enterprises and at the level of the entire economy as a whole. IoT technology is the engine of the fourth industrial revolution, on the threshold of which we live. Based on the above, the main economic benefits from the use of digital economy methods in the management of technological processes are presented. The article also discusses the architecture of the Internet of things technology in an industrial enterprise.

Keywords: Internet of things (or industrial Internet), industry 4.0, big data, digitalization, digital economy.

Умные гаджеты прочно укрепили свои позиции в нашей повседневной жизни: умный дом, интеллектуальный помощник в смартфоне, онлайн-покупки — лишь малая часть того, что делает быт проще. Ежегодно число подключенных устройств растет, параллельно увеличивается и область применения IoT. Так, внедрение инновационных технологий в промышленность позволяет руководителям оперативно принимать оптимальные бизнес-решения, сократить производственные издержки, повысить производительность труда и конкурентоспособность компании на рынке. По оценкам консалтинговой компании Accenture, вклад промышленного интернета вещей (IoT) в мировую экономику к 2030 году может составить \$14,2 трлн [8].

В условиях жесткой конкуренции на глобальных рынках интеллектуальное производство с использованием Интернета вещей, также известное как Индустрия 4.0 или промышленный Интернет вещей, обеспечивает полную видимость активов, процессов, ресурсов и продуктов.

Основным продуктом на современном рынке в настоящие дни является информация, с ее неисчерпаемыми ресурсами.

Информация сегодня является приоритетным продуктом, ресурс которого практически неисчерпаем. Появление цифровой экономики привело к ряду существенных изменений в обществе, а именно [2]:

- к трансформации существующих бизнес-моделей;
- к изменению формы взаимоотношений между продавцом и покупателем;
- к изменению корпоративной культуры, акцентируя внимание на вопросах мотивации и обучения персонала;
- к пересмотру ряда нормативных актов и уровня ответственности ИТ-подразделений с переходом на облачные технологии и технологии виртуализации;
- к изменениям в инфраструктуре компании, основанным на новых технологиях, аппаратных и программных требованиях внешней среды, ключевых интересах как продавцов, так и покупателей.

Ежедневно растущий объем структурированной и неструктурированной информации создает необходимость перехода на новый уровень управления экономическими процессами.

В наши дни с помощью специализированных систем автоматизации возможно практически полностью автоматизировать процесс принятия управленческих решений. Все это способствует максимально детализированному анализу производственно-хозяйственной деятельности участников рынка не только на микро-, но и на макроуровнях современной мировой экономики.

Появление современных цифровых устройств и их активное использование привело к возникновению так называемой концепции “больших данных”.

Объем данных растет с каждым днем, и это создает новые, перспективные возможности для всех сфер современной человеческой деятельности (наука, менеджмент, здравоохранение и др.).

Основные идеи Цифровой экономики в современном материальном производстве лучше всего характеризуется немецкой концепцией "Индустрия 4.0". Предыдущие технологии "Индустрии 3.0" были в основном ориентированы на автоматизацию отдельных производственных процессов с помощью станков с числовым программным управлением в XX веке. Тем не менее, это позволило значительно увеличить рост производительности немецкой экономики и стать одной из самых эффективных в Европе [4].

В начале XXI века в целях повышения конкурентоспособности промышленных предприятий в Германии началась интеграция “киберфизических” (CPS) систем в производственные процессы, что привело к началу новой эры в концепции “Индустрии 4.0”.

Эти технологии уже широко используются в мировой промышленности, и их полномасштабное внедрение в мировую экономику в будущем может дать свой эффект по производительности труда и рынку труда сравним с промышленными революциями прошлого.

Согласно статистике, компании, которые уже сегодня используют CPS, на 25% прибыльнее конкурентов (Siemens, Cisco), а аналитики Gartner прогнозируют, что к 2025 году все крупнейшие мировые компании и организации станут цифровыми [6]. Сегодня концепция "Индустрии 4.0" охватывает всю мировую экономику.

Кроме Германии, крупных успехов в реализации этой концепции добились такие страны, как США, Китай и Япония. В США в 2014 году, был образован промышленный интернет-консорциум, объединивший такие крупные компании, как IBM, Intel, AT & T, и еще несколько человек.

В Китае реализация концепции “Индустрия 4.0” открыла новые возможности как для промышленного роста, так и для развития глобальной электронной коммерции. Ярким примером является китайская компания Alibaba, которая развивает свой бизнес на рынке b-2-b (business to business).

“Цифровая платформа” этой компании в ноябре 2016 года, всего за один день, была продана почти полностью 18 миллиардов долларов США [1].

К 2020 году благодаря гибкости и открытости цифровых технологий, Китай планирует снизить издержки национальной экономики выше среднего уровня, достигнутого ключевыми мировыми компаниями. Ведущие японские компании сосредоточены на внутренних процессах

цифровизации. Это в конечном итоге приводит к повышению эффективности национальной экономики за счет повышения производительности труда, оптимизации затрат и повышения качества производимой продукции и услуг.

Основой для концепции Индустрия 4.0 послужили такие идеи, как:

«Интернет вещей» — IoT (Internet of Things). Это не интернет в привычном понимании. Это концепция оснащения физических предметов («вещей») встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой с целью уменьшения или исключения из части действий или операций участия человека.

«Большие данные» — Big DATA. Это совокупность подходов, инструментов и методов обработки больших объёмов данных для получения результатов, которые пригодны для восприятия человеком. Это важное понятие, т.к. Индустрия 4.0 подразумевает сбор и обработку огромного объема информации, и обработать его «вручную» будет невозможно.

«Кибер-физические системы» — CPS (Cyber- Physical Systems). Это концепция взаимодействия датчиков, оборудования и информационных систем друг с другом для прогнозирования, самонастройки и адаптации к изменениям во время производственного процесса.

Экономика управления устройствами (вещами) на базе интернета преобразует бизнес, делая его информационно-ориентированным. В этих рамках идет обмен информацией между различными устройствами с отправкой данных по сетям как внутри компании, так и с помощью облачных технологий. Данные с устройств хранят, отправляют пользователям или применяют в аналитических целях. Для этих целей используют набор цифровых технологий, специально предназначенных для эффективного управления устройствами, передачу информации о состоянии которых осуществляют по интернету (IoT-данные).

Термин IoT (интернет вещей — умные устройства) появился в конце 90-х гг. прошлого века для реализации технологии поиска товаров на складах и в магазинах с использованием радиометки. Затем эта технология была использована в MES-системах путем установки датчиков и сенсорных устройств. Цифровую информацию передавали с помощью проводной связи на интерфейсы операторов технологического процесса, реализуя управление техническими устройствами.

Перевод MES-технологии (технологии управления производственным процессом) на сетевой базис значительно расширил область применения этой технологии, которую стали называть IoT-технологией. В процессе перевода термина, наверное, из-за низкой квалификации переводчиков в области информационных технологий и произошла подмена понятия: термины «приборы» и «устройства» стали называть «вещами».

В сетевой технологии форма коммуникации, определяющей состояние устройств, называется коммуникацией типа M2M (Machine-to-Machine).

Интернет вещей активно используют разные предприятия, которые реализуют новые каналы поставок, охватывая различные интересы пользователей. Эту технологию используют в качестве основы для организации экономики цифрового предприятия.

IoT-технология определяет возможность применения совершенно новых бизнес-моделей для реализации большого количества разных сервисов: умные здания и офисы, умное управление строительством, когда материалы на объект приезжают точно в срок (JIT-концепция), управление трафиком, умное фермерство, безопасные города, здравоохранение и др. Например, специальные этикетки на продуктах питания или лекарствах гарантируют, что соответствующая продукция транспортировалась при нужной температуре, а в случае выявления возможных проблем позволяют снять ее с отгрузки или продажи. Также можно обеспечить более тесный контакт с потребителями посредством контекстного маркетинга в

режиме реального времени или более эффективно вести наблюдения за устройствами в цеху и их техническими показателями.

Построение комплексной IoT-стратегии начинают с разработки экосистемы бизнеса, определяющей набор принципов для сбора данных и управления ими с помощью новых цифровых приемов.

Структура IoT-технологии содержит три основных элемента: умные датчики (сенсоры), сетевая инфраструктура и цифровая платформа, которая обрабатывает информацию датчиков. Соответственно, можно выделить три основные технологии: подключения, передачи данных и вычисления. Применение этих технологий предполагает решение экономических и технических вопросов.

Экономические проблемы использования IoT-технологии связаны с решением вопросов реализации ее бизнес-модели, в частности о монетизации IoT: оплата трафика по специальным тарифам либо по факту подключения датчика к инфраструктуре, либо оплата сервиса на базе IoT. Обычно оплачивают или трафик, или подключение IoT-датчиков к сети.

При использовании IoT-технологии применяют SIM-карты, оплату установки которой выполняет или изготовитель датчика, или пользователь. При этом учитывают вопросы установки и проверки датчика устройства, его работоспособность и др. Для сокращения расходов датчики максимально упрощают, сокращая и процессы их обработки в операторских системах.

Экономика IoT-технологии включает деятельность по организации взаимоотношений с операторами связи, так как связана с не совсем свойственной им функциями взаимодействия с потребителями (Application Provider), особенно когда, например, на публичном облаке используют интеллектуальное приложение по управлению специфическими областями народного хозяйства (парковки в городе, ЖКХ, умные здания и т.д.).

Экономика транспортной инфраструктуры определяет затраты на объединение сенсоров в единую сеть: они составляют несколько процентов от общего объема затрат на реализацию инфраструктурных проектов с концепцией «интернет вещей».

Техническая сторона реализации IoT-проектов связана с производством умного сенсора, решением проблем со связью и безопасностью. Основным и самым затратным элементом сенсора служит чип. Для массового применения необходимо, чтобы чип не был дорогим, а стоимость датчика — в основном определяла стоимость чипа. Проблемы с сенсорами связаны с использованием разных интерфейсов взаимодействия, а также со слабой совместимостью между разными решениями.

Проблемы со связью возникают при установке значительного количества соединений датчиков, поэтому необходимо учесть разные условия их эксплуатации.

Требования к сетевой инфраструктуре определяются особенностями работы датчиков оборудования (необходима скорость передачи несколько сотен бит в минуту и 95% времени — в режиме ожидания). При этом сеть должна обеспечить ультранизкую полосу пропускания и малые ограничения на служебные протоколы.

Традиционные мобильные технологии отличаются значительными ограничениями, что повышает цену исполнительных устройств и энергопотребление. Поэтому для реализации «интернета вещей» используют специальные технологии.

По расстоянию, на котором можно располагать датчики от шлюза / базовой станции, технологии можно разделить на «длинные» — с дистанцией до датчика в километры и «короткие» — до сотен метров. И те, и другие технологии решают проблемы с энергопотреблением датчиков, но требуют принципиально разных подходов.

Для реализации сетевой инфраструктуры IoT используются следующие компоненты:

- специализированный IoT-шлюз для соединения датчиков;
- контроллер, который управляет сетью шлюзов и агрегирует информацию.

Работает такая инфраструктура следующим образом: шлюз собирает данные с датчиков, как правило, соединенных в сеть. Собранные данные через контроллер передаются в приложение, которое решает специализированную задачу, например управление светом в городе. В обратную сторону все работает аналогичным образом: приложение, обработав полученные данные, формирует управляющий сигнал и передает его через открытый интерфейс на сетевой контроллер, который через соответствующий шлюз отправляет сигнал в датчик, выполняющий переданную команду.

Например, для управления освещением используют приложение, где весь город размечен на группы светильников, наглядно представленных на подложенной под них карте. Операторы системы задают управление светом в городе (какой интенсивности освещения включать лампы, при какой — выключать, какие лампы горят все темное время, какие выключаются глубокой ночью, какой интенсивности должно быть освещение в разное время суток и т.д.). Программу управления загружают через транспортную инфраструктуру в датчики, и управление освещением в городе осуществляют по заданным операторами правилам.

Организация мероприятий безопасности IoT-технологии определяет возможность ее использования на основе общих правил реализации. Их отсутствие в технологии «интернет вещей» затрудняет повсеместное использование или требует значительных финансовых ресурсов. Поэтому риски применения этой технологии в различных областях еще остаются высокими — например, в здравоохранении, энергетике и т.д.

Эффективность применения методов цифровой экономики в управлении технологическими процессами характеризует увеличение производительности, повышение прибыли, улучшение качества выпускаемой продукции, совершенствование методов управления производством и др.

Увеличение производительности реализуется за счет применения средств визуального наблюдения и контроля за общей производительностью оборудования, объемами производимой продукции и отходов, выполняемыми технологическими операциями, а также благодаря оперативному соотнесению событий и их причин в автоматическом или ручном режиме.

Повышение прибыли в результате использования методов цифровой экономики обусловлено выпуском большего объема продукции при неизменных производственных затратах, увеличением объема производства без дополнительных расходов, снижением потерь от аварийных работ.

Прибыль от использования цифровой платформы формируется также благодаря организации новых возможностей реализации процесса наблюдения и контроля за применением рекомендуемых спецификаций и рецептов, выдачи предупреждений об отклонениях от указанных в них условий.

Улучшения качества продукции добиваются благодаря уменьшению количества бракованной и низкосортной продукции, количества жалоб потребителей, отсутствию необходимости отзываться некачественную продукцию.

Широкое использование IoT-платформ в управлении производством может изменить следующие финансовые показатели организации: повышение производительности труда (до 15%), увеличение загрузки оборудования (до 45), уменьшение объема незавершенного производства (до 30), снижение объема материально-производственных запасов (до 40), соблюдение сроков поставки (до 60%).

Эффективность управления производством обусловлена возможностью визуального и табличного представления процесса прохождения продукции по этапам производства. Доступ к оперативным данным о происхождении продукта позволяет найти источники ошибок, например, выявляя историю происхождения, отслеживая причины появления негативных событий по всей производственной цепочке.

Интеграция с системами контроля качества производства уменьшает риск затоваривания/дефицита, дает возможность сократить затраты на складирование (сырье, брак, конечные товары), осуществить быстрый переход к изготовлению новых видов товаров.

Оперативный доступ к цифровой информации позволяет уменьшить объем отозванной продукции, реализовать отзыв и (или) карантин, осуществить быстрое реагирование на запросы потребителей, своевременную и точную подачу сырья.

Следует сказать о перспективах развития отечественной цифровой экономики в условиях глобальной трансформации. Не для кого не секрет, что более половины промышленных компаний в России функционируют в рамках «Индустрии 3.0. Средний возраст производственных мощностей в обрабатывающей промышленности составляет около 10-12 лет, более 25% были введены в эксплуатацию до 2000 года, половина из них уже не отвечает современным требованиям по выпуску конкурентоспособной продукции [4]. Безусловно есть отдельные национальные компании, которые добились успеха в сегодняшней цифровизации и ключевые из них являются компании IT - индустрии.

По мнению большинства экспертов, стремительному прогрессу в области цифровизации России препятствуют следующие факторы:

- во-первых, это технологическое отставание российской экономики по отношению к мировым промышленно развитым странам, таким как США, Германия, Япония, Китай.

В большинстве случаев эти страны вошли в шестую технологическую структуру, где ключевыми становятся NBIC-технологии, то есть NBIC-конвергенция таких четырех фундаментальных отраслей знаний, как нано, био, информационные и когнитивные технологии;

- во-вторых, недостаточно внимания со стороны бизнеса и государства уделяется развитию цифровой инфраструктуры. Однако следует отметить, что в конце июля 2017 года премьер-министр Российской Федерации Д. А. Медведев утвердил программу "Цифровая экономика Российской Федерации". Федерации", согласно которому на приоритетные направления развития цифровой экономики РФ (регулирование, информационная инфраструктура, формирование научно-исследовательских компетенций и технологических резервов, кадровая и информационная безопасность) планируется потратить более 500 млрд руб.

- и, наконец, одним из важнейших факторов является отсутствие цифровой культуры и большой дефицит специалистов с ключевыми компетенциями в области концепции "Индустрия 4.0".

Тем не менее, несмотря на все эти факторы, уже сейчас можно говорить о том, что применительно к экономике Российской Федерации технология Индустрии 4.0 в таких отраслях, как Нефтегазодобыча, электроэнергетика, создает значительный потенциал для повышения эффективности без радикальной трансформации существующих бизнес-моделей. Для более трудоемких отраслей ключевые возможности сосредоточены в повышении эффективности производственного процесса за счет автоматизации, использования подключенных к промышленному интернету вещей датчиков и углубленной аналитики. Значительный эффект от внедрения цифровых технологий может быть достигнуто в обрабатывающей промышленности благодаря ее высокой трудоемкости и технологическому отставанию России от передовых стран. Повышение эффективности возможно на всех звеньях цепочки создания стоимости - от ускорения разработки и вывода на рынок новой продукции, синхронизации производственных цепочек и поставок, комплектации до значительного

повышения эффективности планирования, производства, контроля качества и уровня сервисного обслуживания конечного продукта. Благодаря модернизации российского машиностроения промышленность опираясь на принципы Индустрии 4.0, можно значительно повысить производительность этой отрасли, сократив отставание от наиболее промышленно развитых стран. По оценкам экспертов, ежегодный эффект от внедрения элементов "Индустрии 4.0" в России ориентировочно составит от 1,3 до 4,1 трлн руб. к 2025 г. [5].

В целом многие эксперты сходятся во мнении, что переход к цифровой экономике является одним из ключевых факторов роста ВВП Российской Федерации. По разным оценкам предстоящая цифровизация до 2025 года вызовет от 19 до 34% от всего прироста ВВП страны [5]. Аналогичные прогнозы существуют и для других стран. В соответствии с последними исследованиями Глобального института McKinsey, в ближайшие 5-10 лет США и Китай будут абсолютными лидерами в развитии цифровых технологий. Современный опыт развития цифровых технологий в Китае и США свидетельствует о том, что процессы цифровизации способствуют улучшению конкуренции, повышению производительности труда и квалификации рабочей силы, снижению цен и облегчению доступа к любой соответствующей информации.

Нашей стране необходимо как можно быстрее наладить процесс взаимовыгодного сотрудничества с этими странами. Однако из-за напряженных отношений с США, сегодня, при развитии цифровых технологий, мы должны обратить внимание на сотрудничество с Китайской Народной Республикой. Именно:

- во-первых, необходимо обратить пристальное внимание на Национальную стратегию "Сделано в Китае- 2025", укреплять двустороннее сотрудничество в разработке концепции "Индустрия 4.0", а также разрабатывать дальнейшие продуктивные шаги по оцифровке отрасли с целью повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности обеих стран.

- во-вторых, в целях создания совместной цифровой инфраструктуры, обеспечить развитие совместных Российско-китайских проектов в области спутниковой навигации, спутниковых широкополосных услуг, разработку приложений и сервисов, поддерживающих стандарт 5G, в области Интернета вещей, умного города и ряда других.

- в-третьих, создать базу данных в сфере образования, используя современные интернет-технологии, с целью развития общего доступа к международным образовательным ресурсам. Такой механизм позволил бы создать единую платформу для внедрения различных видов дистанционного обучения и онлайн-курсов, что, несомненно, принесет реальную пользу гражданам обеих стран.

- и, наконец, необходимо наладить сотрудничество в области развития умной энергетики, охватывающее развитие энергоэффективных технологий, развитие энергосберегающей промышленности, изучение новых моделей добычи, производства и распределения энергии, а также использование новых видов и источников энергии [6].

В заключение хотелось бы отметить, что своевременное и целенаправленное сотрудничество с Китаем в области цифровых технологий будет способствовать созданию благоприятных условий для развития конкурентоспособной экономики Российской Федерации, повышению благосостояния и качества жизни нашего населения, повышению качества товаров и услуг, производимых в цифровой сфере, развитию экономики, основанной на использовании современных цифровых технологий; повышению цифровой грамотности общества; а также повышению качества государственных услуг для граждан Российской Федерации

ЛИТЕРАТУРА

1. Робачевский А. Интернет изнутри: Экосистема глобальной Сети [Текст] / А. Робачевский. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Альпина Паблишер, 2017. 271 с.
2. Чекмарев С.Г. Социальные сети для бизнеса в России [Текст] / С.Г. Чекмарев. М.: Омега-Л, 2018. 114 с.

3. Гаврилов Л.П. Электронная коммерция [Текст]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л.П. Гаврилов. 2-е изд., доп. М.: Юрайт, 2018. 433 с.
4. Романов Ю.Д. Информационные технологии в менеджменте (управлении) [Текст]: учебник и практикум / Ю.Д. Романов. М.: Юрайт, 2014. 478 с.
5. Меняев М.Ф. Цифровая экономика предприятия : учебник / М.Ф. Меняев. Москва: ИНФРА-М, 2020. 369 с. (Высшее образование: Бакалавриат).
6. Лapidус Л.В. Цифровая экономика: управление электронным бизнесом и электронной коммерцией : монография / Л.В. Лapidус. М. :ИНФРА-М, 2020. 381 с. (Научная мысль). www.dx.doi.org/
7. Маркова В.Д. Цифровая экономика : учебник / В.Д. Маркова. М. ИНФРА-М, 2020. 186 с. (Высшее образование: Бакалавриат).
8. <https://hightech.fm/2020/09/14/smart-factories>