

УДК 338.24
JEL O14, O32

ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Коровин Г.Б.

к.э.н., Институт экономики УрО РАН,
г. Екатеринбург

Аннотация. В статье мы попытались оценить ключевые проявления цифровой экономики и вероятные траектории трансформации промышленности, связанные с внедрением цифровых технологий. Проведен анализ подходов по оценке глубины изменений, которые вносят цифровые технологии в реальный сектор экономики и определению стадий цифровизации промышленности. Предпринята попытка формирования новых требований к бизнес-моделям промышленных предприятий, связанных с расширением информационного взаимодействия.

Ключевые слова: цифровая экономика, Индустрия 4.0., цифровые технологии, промышленность, трансформация, бизнес-модель

PROSPECTS FOR THE TRANSFORMATION OF THE INDUSTRIAL COMPLEX BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES

Korovin G.B.

Cand. sci. (Economic)
Institute of Economics, Ural Branch of RAS
Ekaterinburg, Russia

Annotation. In the article, we tried to evaluate the key manifestations of the digital economy and the likely trajectories of industrial transformation associated with the introduction of digital technologies. The analysis of approaches to assess the depth of changes that digital technology is making in the real sector of the economy and to determine the stages of industrial digitalization is carried out. An attempt has been made to formulate new requirements for business models of industrial enterprises related to the expansion of information interaction.

Keywords: digital economy, Industry 4.0., Digital technologies, industry, transformation, business model

Актуальность

В мире основной концепцией развития промышленности на сегодняшний день признано явление, называемое «Индустрия 4.0», с которым напрямую связаны понятия «цифровизация» и «цифровое производство». Этот термин привлекает большое внимание ученых и практиков и объединяет тенденции автоматизации и интенсификации обмена данными в экономических и социальных системах.

Развитие цифровых технологий, информатизация связано не только с более глубоким проникновением глобальных сетей, использованием компактных и более

чувствительных датчиков, широким использованием искусственного интеллекта и машинного обучения, но и с созданием новых методов и моделей создания, распределения и потребления товаров. В промышленности уже сегодня становятся распространенными средства автоматизированного проектирования с учетом всего жизненного цикла изделия. В сфере производства распространяются элементы киберфизических систем, которые включают физические средства производства и сложные управляющие алгоритмы, способные использовать виртуальную копию физического мира и принимать самостоятельные производственные решения на основе анализа большого объема данных. В области потребления используются технологии взаимодействия продукта и его производителя на всем жизненном цикле, распространяются новые модели совместного использования и т.д.

Комплексность явлений, которые называют цифровой экономикой, новое качество возникающих технологий, важность для отечественной промышленности мировых тенденций требует поиска новых научных подходов для исследования и систематизации проявлений цифровизации в промышленности, разработки мер стимулирования развития промышленности с учетом возникающих рисков и опасностей.

Методологический подход

Изменение взглядов на цифровизацию связано с оценкой масштабов влияния новых технологий на экономическую и социальную сферу и степенью проникновения цифровых технологий в физический мир [1, 2]. Цифровизация является важным элементом реиндустриализации в части технологического обновления традиционных отраслей промышленности на основе ускоренного внедрения информационных технологий.

Этот процесс, на наш взгляд, соответствует концепциям индустриализации [3, 4, 5] и предполагает последствия для промышленности, рынков и экономики в виде улучшения производственных процессов и повышения производительности, влияющих на весь жизненный цикл продукта, создании новых бизнес-моделей, изменении рабочей среды и реструктуризации рынка труда. Вместе с этим должно быть учтено, что цифровизация предполагает развитие распределенных (дезинтегрированных) производств, объединяемых динамически на основе сетевого подхода.

Существует несколько подходов к пониманию сути цифровой экономики. Часть специалистов говорит о полноценной технологической революции, некоторые исследователи считают, что это просто этап развития информационных технологий или следующий этап становления 6 технологического уклада [6, 7, 8]. В этом случае, развитие сферы информационных услуг является частью специфической для зарождающегося уклада инфраструктурой, а ведущие компании цифровой экономики могут составить своеобразное ядро формирующегося технологического уклада.

В связи с разными трактовками понятия цифровой экономики, можем ли мы говорить о действительно новых явлениях, которые не являются продолжением информатизации или развития иных технологий? Когда говорят о цифровизации в промышленности, ее трансформации, рассматривают множество сфер, среди которых: глобальные макроэкономические, демографические и иные тренды; управленческая деятельность; маркетинг; человеческий капитал; производство; нормативно-правовое регулирование; инфраструктура; продукция; корпоративная культура и ценности [9]. В статье мы предпримем попытку оценить глубину изменений, которые вносят цифровые технологии в реальный сектор экономики.

Цифровые технологии в промышленности

Причиной цифровой революции, как уже было отмечено, послужило стремительное развитие существующих и появление ряда новых технологий. В

качестве сквозных технологий, которые отмечены и в национальной программе «Цифровая экономика РФ» можно назвать:

- технологии обработки больших данных – распределенные технические и программные возможности сбора, хранения и обработки структурированных и неструктурированных данных огромных объемов;
- искусственный интеллект – технологии, предоставляющие возможности по обучению компьютерных систем, поиск и распознавание неструктурированной информации (графики, звука, речи, жестов и т.д.), синтеза речи, и принятия на ее основе решений, взаимодействия с человеком;
- технологии виртуализации – датчики, способные собирать данные об объектах (в том числе биологических), технологии виртуальной и дополненной реальности, геолокации;
- информационные сети (в том числе беспроводные), системы распределенных вычислений;
- средства информационной интеграции, позволяющие достигнуть наибольшего эффекта путем объединения отдельных компонентов в большие системы и средства распределенного управления данными;
- новые производственные технологии, средства удаленного управления, роботизированные производства;
- квантовые технологии.

В части, касающейся непосредственно производства, эти технологии позволяют создавать и использовать в промышленности киберфизические системы – производства, где оборудование работает без участия человека под управлением программ с использованием сложных датчиков. Это проявляется в тотальной автоматизации, технологических и бизнес-процессов, в максимальной горизонтальной и вертикальной информационной интеграции. Причем, такие производства могут быть распределены по странам и комплексно управляться через Интернет.

В русле развития технологий происходит и усложнение изделий, которые включают не только механические, но обязательно электрические и электронные компоненты, а в последнее время еще и программные, причем «вес» последних все более возрастает. Технологии влияют на процесс производства в широком смысле, охватывающем весь жизненный цикл изделия – от начала проектирования до утилизации. Однако, влияние цифровизации на промышленность не ограничивается развитием производственных технологий. Технологическое развитие в рамках концепции цифровой экономики предполагает переориентацию разнообразных инженерных и технологических систем, которая должна затронуть и высокотехнологичный сектор экономики, и традиционные производства, привести к трансформации институтов промышленного развития, бизнес-моделей и совершенствованию промышленной политики. Создаваемые технологии Индустрии 4.0 и их возможное влияние на промышленность и существующая практика применения в производстве уже описывались в публикациях [10, 11].

Стадии цифровой трансформации

Здесь следует сказать о подходах к оценке стадий внедрения тех или иных цифровых технологий в промышленность, которые будут характеризовать степень трансформации отраслей промышленности. Нас интересуют качественные изменения, приводящие к существенным структурным изменениям и институциональным преобразованиям, которые можно охарактеризовать как результат трансформационных процессов.

В.В. Акбердина говорит, что необходимость выделения стадий трансформации промышленного комплекса возникла в связи с потребностью в этапной оценке

качественных изменений, носящих необратимый характер и формирующих переход в принципиально новое состояние с более высокими социально-экономическими показателями эффективности на пути к формированию будущей модели промышленности. Цифровизация представляет собой инфраструктурную надстройку над материальным сектором экономики, призванная повысить эффективность взаимодействия участников процессов производства и реализации промышленной продукции. Предлагается выделить стадии трансформации промышленного комплекса, каждая из которых имеет определенный «ген цифровизации» [12]:

Первая ступень цифровизации – первичная информационно-коммуникационная цифровизация;

Вторая ступень цифровизации – электронный обмен данными с внешними сетевыми партнерами;

Третья ступень цифровизации – использование специального программного обеспечения;

Четвертая ступень цифровизации – производство ИКТ и оборудования

Пятая ступень цифровизации – промышленные роботы.

Такой подход можно охарактеризовать как технологический, где внедрение определенной группы технологий в промышленность определяет переход к новой стадии цифровизации. В качестве слоев цифровой среды в порядке от простого к сложному А.И. Агеев выделяет следующие[13]:

1-й уровень – базовые сигналы. Включает протоколы передачи, аппаратно-вычислительные, сетевые, коммуникационные технологии, датчики «интернета вещей», ЦОДы, рабочие станции и сети передачи данных, компьютеры и мобильные устройства.

2-й уровень – организованные данные: структуры и модели данных, технологии БД и СУБД, в т.ч. распределенные (блокчейн), глобальную инфраструктуру обработки и хранения данных в стране.

3-й уровень – осмысленная информация: информационные системы, технологии предоставления инфо-сервисов, ИС государственного управления (федеральные, региональные, муниципальные, отраслевые, специализированные), инфраструктуры, торговые площадки и цифровые госуслуги.

4-й уровень – практические знания: бизнес-модели, экономика, технологии цифровых платформ и бизнес-экосистем, цифровые модели бизнеса, распределения и потребления.

5-й уровень – глобальный интеллект: целеполагание, стратегия, выработка решений, технологии искусственного интеллекта, получение и анализ больших данных по стране, формирование гос. регуляторов и цифровых исполняемых нормативно-правовых актов, выработка стратегических решений на основе искусственного интеллекта.

Первые три уровня автор называет обеспечивающими, а два последних – целевыми. На наш взгляд, справедливо указывая, что первые три уровня в целом можно назвать продолжением тенденций информатизации экономики, а последние два - возникновение новых явлений, способных привести к существенным (качественным) изменениям в экономике. Исходя из обобщений автора, можно предположить, что в случае реализации последних «слоев», цифровая промышленность будет основана на взаимодействии множества цифровых моделей, оперирующих множеством «цифровых двойников» товаров. Цифровыми средствами будут описаны ресурсы и процессы производства, распределения и использования товаров в производственной сфере, транспорте, личном и общественном потреблении. Субъекты промышленности в рамках цифровой экономики (предприятия, объекты инфраструктуры, потребители и

др.) взаимодействуют между собой в цифровой экономике через свои цифровые модели деятельности[14]. В этих проявлениях и будет, вероятно, заключаться качественный трансформационный переход в отраслях промышленности.

Новые бизнес-модели в промышленности

На практике, цифровая трансформация промышленности будет затрагивать как традиционный сектор, так и высокотехнологический. Для промышленности в качестве эффектов от внедрения цифровых технологий можно назвать сокращение производственного цикла, сокращение сроков подготовки производства, снижение энерго- и материалоемкости, повышение загрузки и времени бесперебойной работы оборудования, рост качества. Когнитивные способности человека, который эволюционирует медленнее чем машины приводит к тому, что люди уже не в состоянии справиться с объемом информации, требуемой для принятия решений, и заметную часть действий нужно передать компьютерным системам, выведя человека из контура управления.

Проявления цифровизации в промышленности реализуются в изменениях бизнес-моделей предприятий, усилении информационных взаимодействий. Движущие факторы цифровизации можно объединить в технологические, организационные, инновационные, операционные. При этом, новые производственные системы будут строиться в соответствии с принципами функциональной и информационной совместимости, доступности в реальном времени, децентрализации, сервисной ориентации, модульности. Внедрение цифровых технологий в промышленность позволит создавать «умные» продукты и услуги, реализовывать массовую кастомизацию продукта, децентрализацию управления производством, создавать и включаться в гибкие производственные сети и гибкие системы поставок, совершенствовать производство, основываясь на глубоком анализе данных и машинном обучении.

Следствием технологического развития будет являться изменение и бизнес-моделей и формирование гибких рынков с возможностью управления спросом. Значительные изменения ждут и промышленную инфраструктуру, в частности развитие интеллектуального транспорта и автономных транспортных средств, средства высокоскоростной связи, хранения данных и многое другое.

Предпосылки изменения бизнес-моделей вытекают из появления новых возможностей для ведения бизнеса, изменения характера глобальной конкуренции, существования ряда проблем, не всегда эффективно решаемых в традиционных бизнес моделях. Преобразование предприятий должно осуществляться в русле актуальных требований к организации производства: необходимости постоянного взаимодействия всех заинтересованных сторон (включая потребителя), возможности управления распределенным производством в режиме реального времени, обеспечения гибкости и персонализации продуктов и услуг, фрагментации цепочки создания стоимости, глобализации и децентрализации производства, организация удаленного труда, защиты интеллектуальной собственности, необходимости создания и обслуживания умных товаров и услуг.

Новые модели бизнеса должны строиться на упомянутых выше подходах: сервисно-ориентированном (цифровые технологии дают большие возможности для улучшения сервиса); сетевом подходе (горизонтальные и вертикальные взаимодействия по цепочке создания стоимости и связанная с ней функциональная совместимость расширяют количество участников и заинтересованных сторон, вовлекая через экосистемы, внешних участников); подходе на основе требований пользователя (появились новые возможности для общения с клиентами, продвижения товаров и анализа потребностей на основе фактических данных).

Применение этих подходов приведет к изменению операционных механизмов и механизмов взаимодействия с клиентами и партнерами как части канвы бизнес-модели [15]. На рис. 1 мы попытались обозначить изменение информационных потоков предприятий поставщиков и клиентов и степень их взаимного проникновения.

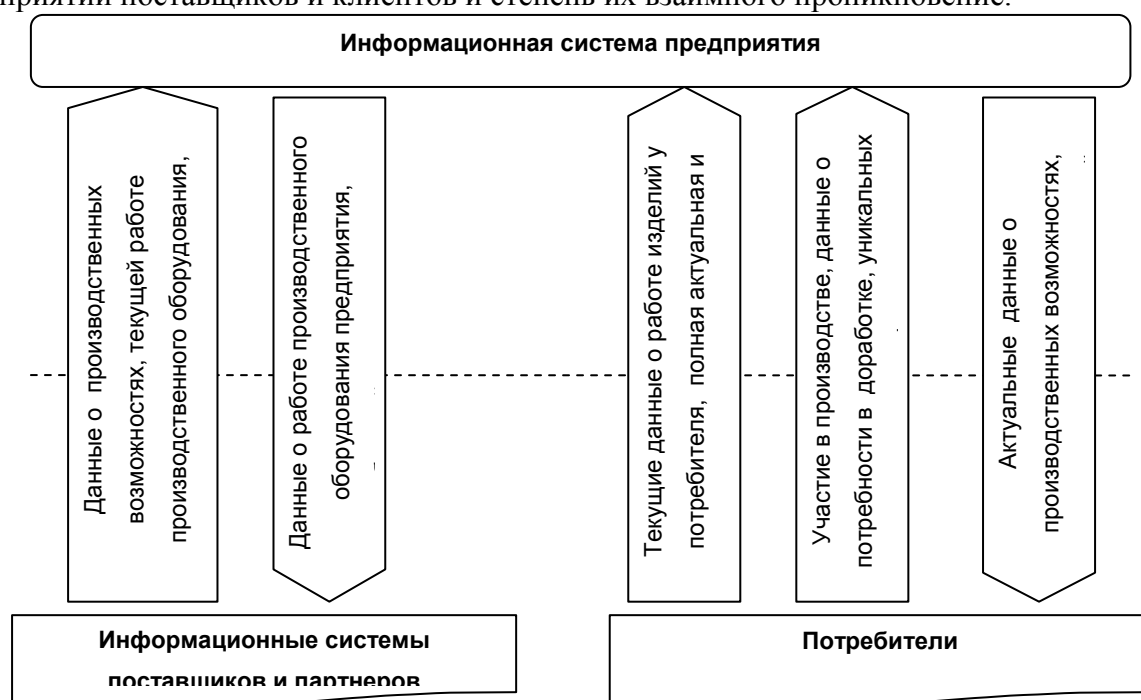


Рис. 1. Расширение информационного взаимодействия в рамках цифрового изменения бизнес-моделей предприятий

В итоге мы сформировали вероятные изменения в контурах традиционных бизнес-моделей промышленных предприятий, которые будут характерны для условий цифровой экономики:

постоянные информационные связи производственных процессов/оборудования производителя и потребителя;

выполнение части производственных функций персоналом удаленно;

маркетинговые выводы и другие производственные решения основаны на анализе больших данных (полученных от потребителя);

более близкие и долгосрочные отношения с потребителем (динамическое ценообразование, плата за пользование изделием);

возможность индивидуализированного массового производства;

предоставление структурированной онлайн информации о производстве, запасах, продажах, для заинтересованных сторон;

возможность умных продуктов получать данные от потребителей, об окружении и собственном состоянии;

предиктивное обслуживание, замена частей, обновление ПО;

участие потребителей в создании изделия (разработка дизайна, конфигураций и т.д.)

тотальная замена посредников информационными сервисами в цепочках поставок.

В статье мы попытались оценить ключевые проявления цифровой экономики и вероятные траектории трансформации промышленности, связанные с внедрением цифровых технологий. Проведен анализ подходов по оценке глубины изменений, которые вносят цифровые технологии в реальный сектор экономики, реализована попытка выделения качественных изменений в промышленности, которые можно

охарактеризовать как результат трансформационных процессов. Проведен анализ новых требований к бизнес-моделям промышленных предприятий, связанных с усилением информационного взаимодействия.

Благодарность

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН Института экономики УрО РАН на 2019 г.

Список источников

1. Pereira A.C., Romero F. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept, *Procedia Manufacturing*, Volume 13, 2017, Pages 1206-1214. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>.
2. Saurabh Vaidya, Prashant Ambad, Santosh Bhosle, Industry 4.0 – A Glimpse, *Procedia Manufacturing*, Volume 20, 2018, Pages 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>.
3. Романова О. А. Инновационная парадигма новой индустриализации в условиях формирования интегрального мирохозяйственного уклада // *Экономика региона*. 2017. Т. 13, вып. 1. С. 276-289
4. Губанов С. Основной вызов России: переход от экспортно-сырьевой модели к неоиндустриальной // *Проблемы теории и практики управления*. 2014. № 11. С. 38-45.
5. Бодрунов С. Д. Грядущее. Новое индустриальное общество: перезагрузка / Монография / Изд. 2-е, исправленное и дополненное. – СПб.: ИНИР им. С. Ю. Витте. – 328 с.
6. Глазьев С. Великая цифровая революция: вызовы и перспективы для экономики XXI века. <http://www.glazev.ru/articles/6-jekonomika/54923-velikaja-tsfrovaja-revoljutsija-vyzovu-i-perspektivu-dlja-jekonomiki-i-veka>. (дата доступа 16.03.2018).
7. Ковальчук Ю.А., Степнов И.М. Цифровая экономика: трансформация промышленных предприятий // *Инновации в менеджменте*. 2017, № 11. С. 33-43.
8. Кони́на Н. Ю. Шестой технологический уклад и менеджмент современных компаний // *Вопросы экономики и права*. 2014. № 3. С. 43-46.
9. К «цифре» готов? Оценка адаптивности высокотехнологичного комплекса России к реалиям цифровой экономики. М., ИНЭС, 2018.
10. Santosa C., Mehraia A., Barrosa A. C., Araújo M., Aresc E. Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps *Procedia Manufacturing*. №13. 2017. Pp.972–979.
11. Vaidyaa S., Ambadb P., Bhoslec S. Industry 4.0 – A Glimpse *Procedia Manufacturing* №20. 2018. Pp 233-238.
12. Акбердина В.В. Стадии трансформации промышленности в условиях цифровизации экономики. В сборнике: *Актуальные проблемы экономики и управления*. Сборник научных статей Шестой всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 80-83.
13. Агеев А.И., Аверьянов М.А., Евтушенко С.Н., Кочетова Е.Ю. Цифровое общество: архитектура, принципы, видение // *Экономические стратегии*. 2017. Т. 19. № 1 (143). С. 114-125.
14. Агеев А.И. Управление цифровым будущим // *Мир новой экономики*. 2018. Т. 12. № 3. С. 6-23.
15. Остервальдер А., Пинье И. Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 288 с.