АКБЕРДИНА Виктория Викторовна

Доктор экономических наук, профессор РАН, заведующая отделом региональной промышленной политики и экономической безопасности
Институт экономики Уральского отделения РАН
620014, РФ, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29

Профессор кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
620002, РФ, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Контактный телефон: (343) 371-45-36
e-mail: akb_vic@mail.ru

Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики¹

Статья посвящена обоснованию методического подхода к оценке процесса трансформации промышленного комплекса в условиях глубокого проникновения цифровых технологий в материальный сектор экономики. Сформулирована теоретическая платформа исследования, базирующаяся на теории нового индустриального общества, обоснована методология, включающая воспроизводственный, институциональный и синергетический подходы. Показано, что трансформация промышленного комплекса – это всегда дискретный процесс структурных изменений и институциональных преобразований. Предложена методика выделения стадий трансформации промышленного комплекса в виде пирамиды. Авторская пирамида процесса цифровизации включает первичную информационно-коммуникационную цифровизацию; электронный обмен данными с внешними партнерами; использование специального программного обеспечения; собственное производство информационно-коммуникационных технологий и оборудования; производство и применение промышленных роботов и датчиков. Анализ цифровизации промышленного комплекса по авторской методике показал достаточно высокую степень первичной компьютеризации, включенность промышленных предприятий в «цифровой» обмен с поставщиками и потребителями, динамичное развитие отечественного программного обеспечения и выявил, что процесс цифровой трансформации российской промышленности находится на начальных стадиях, а достижение поставленных амбициозных задач возможно лишь при реализации грамотной промышленной политики.

JEL classification: O14, O25, O33

Ключевые слова: цифровизация; новая индустриализация; трансформация промышленности; «ген цифровизации».

Введение

Формирование цифровой экономики – это не только вопрос национальной безопасности, но и задел для повышения конкурентоспособности российской продукции на мировых рынках в будущем. И хотя доля цифровой экономики в валовом внутреннем продукте (ВВП) страны в настоящее время не столь значима, как для традиционных отраслей материального производства (по разным оценкам не выше 5%), темпы роста ее объема уже выше темпов роста ВВП в 8,0–8,5 раза. К приоритетным направлениям цифровой экономики в промышленном комплексе отнесены разработка и промышленное производство роботов, датчиков и сенсоров, внедрение аддитивных технологий и новых материалов для обеспечения цифровизации, формирование российских цифровых платформ для интеллектуальных систем управления.

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-010-01156 «Моделирование технологической трансформации промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики»).

Тема построения цифровой экономики в России в последнее время стала не только предметом изучения на государственном и экспертном уровне, не только самым модным трендом общественных обсуждений и самой молодой федеральной программой, но и *самой большой проблемой, связанной с ее реализацией*. Технологический уровень развития промышленного производства и структурные перекосы в сторону низкотехнологичных и экологически неблагоприятных секторов позволяют с осторожностью воспринимать прогнозы о всеобъемлющей цифровизации промышленности в ближайшем будущем.

Под реальной, или «аналоговой», экономикой понимается хозяйственная деятельность общества, а также совокупность отношений, складывающихся в системе производства, распределения, обмена и потребления. И поэтому *цифровой экономики как самостоятельной сферы экономики не существует, есть цифровой сегмент материальной экономики – виртуальная среда, дополняющая реальность*. Цифровая экономика представляет собой инфраструктурную надстройку над материальным сектором экономики, призванную повысить эффективность взаимодействия участников процессов производства и реализации промышленной продукции, а также взаимоотношения индивидов в процессе экономической деятельности. Следовательно, если внедрение цифровых технологий будет проводиться без соразмерного развития материального производства, общий экономический эффект от цифровизации не будет иметь решающего значения: мы будем и дальше «оцифровывать» технологическую отсталость.

Уровень развития цифровой экономики напрямую коррелирует с уровнем развития материальной сферы: *только там, где формируется высокотехнологичный сегмент в промышленном комплексе, развитие цифрового сегмента наиболее целесообразно*. Но можно с уверенностью говорить, что верно и обратное: чем больше оцифровываются и виртуализируются процессы на производстве, тем более активный толчок к развитию получают аналоговые виды сервисов и производство.

Цель исследования, представленного в статье, связана с обоснованием методологического подхода к оценке процесса трансформации промышленного комплекса в условиях глубокого проникновения цифровых технологий в реальный сектор. Цифровое преобразование такой полиструктурной системы со значительным количеством вертикальных и горизонтальных связей, как российский промышленный комплекс, является достаточно продолжительным процессом, включающим в себя несколько последовательных стадий. Крайне важно систематизировать стадии, обосновать их качественные и количественные характеристики, выявить закономерности и условия перехода между ними. Определение стадий процесса цифровой трансформации реального сектора позволит не только оценить современный этап, но и спрогнозировать перспективы цифровизации промышленности.

Теоретическая платформа цифровой трансформации промышленности

Более полувека назад сначала в зарубежной экономической литературе [3; 15; 20; 21], а потом и в публикациях российских ученых-экономистов [9; 10; 11; 12] достаточно прочно укрепилась мысль о необходимости формирования постиндустриального общества, практическим результатом которого являются уменьшение роли промышленного производства в ВВП страны и многократный рост третичного сектора экономики. Данный процесс, конечно, мог бы рассматриваться в контексте улучшения качества жизни населения и развития индустрии знаний, если бы не очевидное замедление темпов роста производительности труда, снижение технологической оснащенности предприятий, утрата производственным персоналом опыта, навыков и умений, понижение общего квалификационного уровня в промышленности и т. д.

Оценивая масштабы потерь объемов индустриального производства, сокращения доли промышленности в валовой добавленной стоимости, а также даже сжатие

национального экспортного сегмента промышленной продукции, еще в конце XX века экономисты ввели понятие *деиндустриализации* [6; 8]. По мнению С. Д. Бодрунова, деиндустриализация снижает «индустриальную насыщенность» экономики через деградацию всех компонент материального производства. Исследователи Института нового индустриального развития им. С. Ю. Витте выделяют катастрофические последствия деиндустриализации, которые сводятся к «эффекту 4Д»: дезорганизация, деградация, деквалификация, декомплицирование [5].

Поэтому в течение последнего десятилетия экономисты, социологи, политологи пишут и говорят о том, что идея постиндустриального общества была если не утопичной [16; 22; 23; 24], то во всяком случае преждевременной [4; 7]. Никакая экономика не сможет прирастать без материального сегмента, в связи с чем *реиндустриализация* экономики становится главным курсом экономического развития во многих странах. Но восстановление доли промышленности в структуре валового внутреннего продукта не может означать механическое возвращение прежней промышленности. Промышленность качественно меняется, и речь уже идет о *новой индустриализации* – о формировании высокотехнологичного сектора экономики и технологической инклюзии (вовлечении) традиционных отраслей в этот вектор развития [14].

Новая индустриализация сопряжена с зарождением четвертой глобальной промышленной революции, создающей новаторские промышленные и экономические модели с использованием гибридных NBIC-технологий, среди которых информационные технологии являются технологиями-интеграторами.

Переход от третьей к четвертой промышленной революции имеет достаточно много аналогий с переходом от первой ко второй промышленной революции. Первоначально инновации генерируются на вертикальном (отраслевом) уровне, изменяя производственные и институциональные отношения внутри отрасли. В последующем горизонтальные связи между сложившимися вертикальными инновациями формируют новые производственные бизнес-модели. В ходе третьей промышленной революции появляется отрасль электроники и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), создав платформу для развития глобальных промышленных сетей, сетевого производства и распределенной энергетики. Поэтому переход от третьей к четвертой промышленной революции – это скорее эволюция, нежели революция, поскольку это *неизбежный переход от простой цифровизации (третья промышленная революция) к инновациям на основе гибридных, конвергентных технологий (четвертая промышленная революция)*, результатом которого станет 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.

Внедрение сетевого взаимодействия между машинами, оборудованием, зданиями и информационными системами, возможность осуществлять мониторинг и анализ окружающей среды, процесса производства и собственного состояния в режиме реального времени, передача функции управления и принятия решений интеллектуальным системам приводят к смене «парадигмы» технологического развития [13].

Ключевыми признаками и отличиями нового индустриального производства станут, в первую очередь, его *модульность* в отличие «монолитности» производственных мощностей в рамках одного предприятия; во-вторых, *распределенность* производства в противовес существующему сейчас иерархическому подходу; в-третьих, *беспроводные коммуникации* между сенсорами, исполнительными механизмами и сборочными единицами.

Переход к парадигме четвертой промышленной революции будет связан с формированием кросс-индустриальных открытых (по горизонтали и вертикали) производ-

ственно-сервисных экосистем, объединяющих множество различных информационных систем управления разных предприятий и задействующих множество различных устройств. Такой подход позволит реализовать в виртуальном пространстве сколь угодно сложные сквозные бизнес-процессы, которые способны в автоматическом режиме осуществлять оптимизационное управление (сквозной инжиниринг) различного рода ресурсами через всю цепочку поставок и создания стоимости продукции – от разработки идеи, дизайна, проектирования до производства, эксплуатации и утилизации.

Не только цифровая парадигма является основой четвертой промышленной революции. Основой «Индустрии 4.0» является конвергенция технологий – процесс сближения и взаимного проникновения промышленных технологий, при котором границы между отдельными промышленными технологиями стираются, а многие интересные результаты возникают в рамках междисциплинарной работы на стыке областей. Это приводит к структурно-пространственным трансформациям промышленных систем. Технологии начинают использовать один и тот же обобщенный ресурс, и отбор приводит к количественному улучшению эффективности уже утвердившихся типов технологий или форм хозяйствования в рамках новой технико-экономической парадигмы.

Методологические подходы к трансформации промышленного комплекса в условиях цифровизации

Цифровизация индустриального развития предполагает создание и распространение в промышленности целого ряда технологий, среди которых обработка больших объемов данных, промышленный Интернет, аддитивные технологии, роботизация, автоматизация сбора и обработки данных, специальные датчики и средства управления и др. Подобные технологии в промышленности требуют использования инструментов предварительного прогнозирования, объяснения неопределенностей, принятия наиболее обоснованных решений.

В этой связи фундаментальная научная задача данных направлений исследования должна быть нацелена на решение формулируемых в статье следующих методологических проблем как гипотезы:

- 1) экономико-математического моделирования кросс-индустриальных сетевых производственно-сервисных экосистем;
- 2) формирования промышленной политики, основанной на принципах саморазвития, саморегулирования, распределенности и сетецентричности (сетевая промышленная политика);
- 3) оценки и прогнозирования эффектов технологической трансформации с использованием количественных показателей.

Проблема экономико-математического моделирования кросс-индустриальных сетевых производственно-сервисных экосистем. Решение данной проблемы возможно лишь на комбинированной методологической платформе, включающей три подхода: воспроизводственный, институциональный и синергетический. С одной стороны, многообразие типов технологий и видов инноваций позволяет говорить о необходимости использования в процессе промышленного развития всего спектра технологий, формирующих «сеть технологий», основой которой должен стать не только высокотехнологичный сектор, но и среднетехнологичные секторы (так называемая структурная технологическая инклюзия). Кроме того, в будущем все рынки будут устроены как сетевые сообщества – это новый, принципиально важный принцип инновационно-технологического развития, который начинает доминировать практически везде. В высокотехнологичном секторе нужен переход от промышленных гигантов, работающих с поставщиками, на сетевые модели координации, когда люди создают продукты небольшими сериями, координируясь через Сеть. Многие компании, особенно в новых

отраслях, переходят на принципы сетевой организации без прежней роли вертикального менеджмента. С другой стороны, сам научный сектор – генератор технологий – должен претерпеть организационные изменения и выйти на сетевую модель организации, построенную на принципах S2B (science-to-business).

Основными методами исследования в данном направлении должны стать:

1) дискретно-событийное моделирование, предполагающее описание процесса функционирования исследуемого сетевого промышленного комплекса в виде последовательности событий, знаменующих изменение определенных параметров объекта и происходящих в определенные моменты виртуального времени. Метод наилучшим образом подходит для описания технологических процессов по критерию соотношения достигаемой степени детализации моделируемого объекта и трудоемкости разработки имитационной модели;

2) агентное моделирование, предполагающее описание моделируемого сетевого промышленного комплекса в виде совокупности активных объектов – агентов, обладающих уникальными правилами поведения и находящихся в постоянном взаимодействии в некоторой среде.

Проблема формирования сетевой промышленной политики. Переход к новой модели развития экономики предполагает трансформацию институтов промышленного развития и совершенствование самой промышленной политики. В условиях цифровизации особую роль приобретает консенсус регуляторного и саморегулирующего принципов промышленной политики [2]. Регулирующее воздействие института промышленной политики достаточно эффективно проявило себя в условиях традиционной формы организации промышленности, основанной на принципах технологической сопряженности от первичного до третичного сектора. Однако при движении формы организации промышленного комплекса в сторону преобладания сетевой формы отношений появляется блок самоорганизационных мер, относимых к компетенции самих сетевых предприятий. В этом случае создается возможность гармонизации интересов участников данных процессов, повышения эффективности их сетевого сотрудничества.

Проблема оценки и прогнозирования эффектов технологической трансформации с использованием количественных показателей. Одним из глобальных вызовов является конвергенция промышленных технологий на основе цифровизации, представляющая собой радикально новый этап научно-технического прогресса, не имеющий исторических аналогов по степени влияния на человеческую цивилизацию. Новые промышленные технологии, обладая колоссальным потенциалом изменения направления технологического развития, в то же время имеют неоднозначные социальные и экологические последствия. И это становится еще одним вызовом, требующим разработки механизмов управления рисками технологической трансформации промышленного комплекса.

Ключевым методом оценки технологических, экономических, социогуманитарных и экологических эффектов цифровизации в промышленности должен стать метод экономического резонанса на национальном и региональном уровнях, под которым понимается явление ускорения экономического развития подверженной волновой динамике экономической системы, вызванное периодическим изменением инновационно-технологических параметров за счет каталитического механизма, встроенного в триадную синергетическую систему отношений «наука – государство – бизнес» [1]. Результатом оценки резонансных эффектов цифровизации промышленности должна стать модель экономической безопасности сетевого промышленного комплекса в условиях цифровизации и ее институциональное закрепление.

Методика определения стадий трансформации промышленного комплекса в условиях цифровой экономики

Трансформация промышленного комплекса, вызванная любыми факторами и реализуемая в любых условиях, – это всегда *дискретный процесс качественных изменений, приводящий к существенным структурным изменениям и институциональным преобразованиям*. Выделение стадий трансформации промышленного комплекса возникло в связи с необходимостью этапной оценки 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. Любое качественное изменение системы всегда сопровождается преобразованием ее структуры, что приводит к изменению форм экономической деятельности и социально-экономических институтов. В такой трактовке термин «трансформация» не включает весь процесс подготовки этого перехода, который делится, как известно, на разные периоды количественных и качественных преобразований. В этом случае трансформация есть только результат предшествующих преобразований, момент преобразования, а не сам процесс преобразования системы.

Автор предлагает выделить стадии трансформации промышленного комплекса, представляя их в виде пирамиды, каждая из которых имеет определенный «ген цифровизации» (рис. 1).

Рис. 1. Пирамида процесса цифровизации промышленного комплекса

Первая стадия цифровой трансформации промышленности – первичная информационно-коммуникационная цифровизация. Данная стадия предполагает компьютеризацию в широком смысле этого слова, масштабное внедрение электронно-вычислительных машин в сферу производства в различных отраслях промышленности. Компьютеризация является центральным и обязательным условием развития информационных взаимодействий, определяющих промышленное развитие. Компьютеризацию в промышленности принято рассматривать как процесс внедрения и технической модернизации компьютеров, обеспечивающих автоматизацию информационных процессов промышленных предприятий, например, для управления технологическими процессами, производством и передачей энергии и другими производственными процессами; проектирования сложных объектов; планирования, учета и обработки статистических данных, организационно-административного управления; научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обучения, диагностирования и т. д.

Использование компьютеров в различных сферах управления и промышленного производства, совершенствование их технической базы и оснащение современными коммуникационными средствами увеличивает оперативность накопления и переработки информации, становится фактором повышения эффективности управленческих взаимодействий и надежности технико-экономических обоснований проектов промышленного развития.

К числу показателей, характеризующих данную стадию, относятся доли предприятий, использующих персональные компьютеры, серверы, локальные вычислительные сети, электронную почту, глобальные информационные сети, веб-сайты в Интернете, «облачные» сервисы, выделенные технические средства для мобильного доступа к Интернету (смартфоны, планшетные компьютеры, GSM/GPRS/UMTS/CDMA/3G/LTE-модемы), как в целом по промышленности, так и по отдельным отраслям.

Вторая стадия цифровой трансформации промышленности – электронный обмен данными с внешними сетевыми партнерами (EDI). EDI в соединении с Интернетом позволяет осуществлять электронные транзакции в реальном времени и тем самым существенно ускорять процессы взаимодействия между поставщиками, подрядчиками, кооператорами и потребителями. Обмен коммерческой информацией (производственные заказы, доставки, счета, денежные переводы и т. д.) на бумажных носителях предусматривает в основном ручной ввод информации в компьютерную систему компаний-партнеров. Использование стандартов электронного документооборота позволяет избежать этого, применение автоматических процедур повышает скорость и точность сбора данных.

К числу показателей, характеризующих данную стадию, можно отнести:

- долю предприятий, использующих EDI по форматам обмена (EDIFACT, EANCOM, ANSI X12; основанным на XML-стандартах, например ebXML, RosettaNet, UBL, paperNET; проприетарных стандартах), как в целом по промышленному комплексу, так и по видам экономической деятельности, относимых к промышленности;
- удельный вес стоимости закупок (продаж) товаров/работ/услуг по заказам, переданным (полученным) предприятием по Интернету, другим глобальным информационным сетям (с использованием веб-сайтов, системы автоматизированного обмена сообщениями между организациями (EDI-систем));
- долю предприятий, использовавших Интернет для связи с поставщиками (получение сведений о товарах/работах/услугах и их поставщиках; предоставление сведений о потребностях предприятий в товарах/работах/услугах; размещение заказов на товары/работы/услуги; оплата поставляемых товаров/работ/услуг; получение электронной продукции и др.);
- долю предприятий, использовавших Интернет для связи с потребителями (предоставление сведений об организации, ее товарах/работах/услугах; получение заказов на товары/работы/услуги; осуществление электронных расчетов с потребителями; распространение электронной продукции; послепродажное обслуживание и др.).

Третья стадия цифровой трансформации промышленности – использование специального программного обеспечения. Специальное программное обеспечение представляет собой совокупность программ, применяемых для решения определенного класса задач. Предназначено для построения программно-аппаратных комплексов на базе имеющихся у пользователя аппаратных средств (компьютеры, оборудование с ЧПУ и др.). Данная стадия тесно связана с широко внедренным процессом автоматизации, использующим саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо значительного уменьшения степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций. Цифровая трансформация данной стадии достигает уровней, разница между

которыми аналогична разнице между двумя терминами: «оцифровка» (перевод информации с физических носителей на цифровые) и «цифровизация» (создание нового продукта на основе цифровых технологий).

Как правило, специальное программное обеспечение предназначено для поддержки принятия решения должностным лицом, а именно выбора из устоявшейся базы данных оптимального (способа) метода решения, на основе разработанного и опробованного алгоритма. Являясь генератором и потребителем технологических новшеств, промышленность, как никакая другая отрасль экономики, остро восприимчива к применению специального программного обеспечения, использование которого обеспечивает продукции дополнительные конкурентные преимущества. Но не только наличие специального программного обеспечения идентифицирует третью стадию цифровизации. Важной составляющей данной стадии является структура станочного парка и доля оборудования с числовым программным управлением в нем.

К показателям, характеризующим третью стадию цифровой трансформации промышленности, отнесем:

- доли промышленных предприятий, использующих специальное программное обеспечение для: 1) научных исследований; 2) проектирования; 3) управления автоматизированным производством и/или отдельными процессами; 4) CRM-, ERP-, SCM-системы; 5) решения организационных, управленческих и экономических задач; 6) управления закупками и продажами товаров (работ, услуг); 7) осуществления финансовых расчетов в электронном виде;

- долю оборудования с ЧПУ и обрабатывающих центров в станочном парке.

Четвертая стадия цифровой трансформации промышленности – производство информационно-коммуникационных технологий и оборудования. Данная стадия все больше приближает промышленность к статусу «цифровая» и характеризует переход от простого потребления результатов сферы информационно-коммуникационных технологий к их производству, масштабному развитию внутреннего рынка электронных компонентов и оборудования, формированию импортозамещающих программ.

Отраслью промышленности, ответственной за четвертый этап цифровизации промышленности, является производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования. В связи с этим основными показателями, характеризующими данную стадию, является доли товаров (работ, услуг) собственного производства, связанных с ИКТ, в общем объеме отгрузки, как в целом, так и по видам: ИКТ-оборудование (в том числе компьютеры и периферийное оборудование), программное обеспечение, базы данных, компьютерные, информационные ресурсы, услуги, связанные с ИКТ.

Пятая стадия цифровой трансформации промышленности – производство и использование роботов и датчиков (промышленный Интернет). Данная стадия подразумевает цифровизацию в самом широком смысле – как процесс внедрения цифровых систем передачи на уровне первичных сетей, средств коммутации и управления, обеспечивающих передачу и распределение потоков информации в цифровом виде на уровне вторичных сетей. Промышленный Интернет вещей представляет собой многоуровневую систему, в которой посредством использования Интернета объединены в сеть различные промышленные объекты со встроенными датчиками, контроллерами и программным обеспечением для сбора и обмена данными с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме.

Основные компоненты промышленного Интернета вещей – это умные сенсоры, которые способны собирать данные прямо во время процесса производства, контроллеры, установленные на конкретных узлах промышленного объекта, средства передачи собираемых данных, облачные сервисы, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой информации. Ключевая идея предполагает, что производственные мощности предприятий будут взаимодействовать с производимыми товарами

и по ходу производственного процесса адаптироваться к новым запросам потребителей. Роль умных машин, приборов в таком мире настолько возрастет, что они реально будут участвовать в производстве и управлении. Они также будут объединяться в сети, самостоятельно анализировать данные и принимать решения. В одну сеть будут объединены станки на производстве, сборочные линии (конвейеры) и даже целые заводы и фабрики. При этом взаимодействовать они будут без участия человека. Ключевыми трендами концепции «Индустрии 4.0» были обозначены роботы и автоматизация, аддитивные технологии и цифровые технологии – Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект [18; 19].

Эмпирическое исследование стадий трансформации промышленного комплекса России

Промышленный комплекс был и остается системообразующей отраслью российской экономики. В настоящее время четвертая часть валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации создается в промышленности. Тем не менее за последние 15 лет обозначился очевидный тренд деиндустриализации. Если в 2002 г. промышленный комплекс создавал 34,4% ВВП, то в 2017 г. эта величина составила 26% (рис. 2).

Рис. 2. Доля промышленности в ВВП РФ, %

Не вдаваясь в детали эффектов деиндустриализации, по С.Д. Бодрунову, («эффект 4Д»), отметим лишь катастрофический на этом фоне тренд замедления темпов роста производительности труда (рис. 3).

Рис. 3. Темп роста производительности труда, %

Рост эффективности в пределах 1% и стагнация на рынке труда означают крайне вялый рост ВВП. Аналогичные тренды отмечаются и в развитых странах. Однако если в этих странах замедление темпов роста производительности, объясняемое «эффектом Солоу», сопровождается значительной цифровизацией в промышленности, то в России

указанный тренд наблюдается на фоне недостаточной готовности предприятий к цифровизации в терминах промышленного Интернета (IoT).

Рассмотрим стадии трансформации промышленного комплекса России в условиях цифровизации по предложенной выше пирамиде.

Первичная информационно-коммуникационная цифровизация (первая ступень «пирамиды цифровизации»). Экономика России в целом и промышленность в частности имеют достаточно высокий уровень первичной компьютеризации (табл. 1). Привычные персональные компьютеры, электронную почту, глобальные информационные сети используют более 90% промышленных предприятий. Значения, приближенные к 100%, имеют предприятия обрабатывающих производств, среди которых лидерами являются предприятия высокотехнологичного сегмента – химическое производство и производство электро- и электронного оборудования. Вместе с тем нельзя сказать, что высокая первичная компьютеризация обеспечивает высокие показатели первичной информатизации. Зачастую персональные компьютеры выполняют лишь функцию печатной машинки с простым набором офисных программ. При этом серверы эксплуатируют лишь 66,4% промышленных предприятий, веб-сайты в Интернете имеют только 54,5% предприятий, а «облачные» технологии использует всего каждое пятое предприятие.

Электронный обмен данными с внешними сетевыми партнерами (вторая ступень «пирамиды цифровизации»). Промышленные предприятия достаточно интегрированы в информационные потоки с контрагентами, однако можно наблюдать интересный парадокс. Промышленные предприятия интенсивнее включены в «цифровой» обмен с поставщиками, нежели с потребителями, что лишний раз подтверждает факт оторванности промышленных предприятий от рынков сбыта. Чуть более 80% промышленных предприятий применяют глобальные сети для связи с поставщиками, но при этом только 68,7% предприятий используют Интернет для коммуникаций с потребителями (табл. 2).

Большую часть в «цифровом» обмене составляет информационный обмен сведениями о продукции и потребностях. Так, с использованием глобальных сетей 75,2% предприятий получают сведения от поставщиков, 63,4% предприятий предоставляют сведения о продукции своим потребителям и 55,5% предприятий предоставляют информацию о своих потребностях. При этом доля предприятий, размещающих электронные заказы на поставку сырья, материалов и комплектующих с использованием Интернет, составляет только 42,1%, а доля предприятий, получающих заказы через Интернет, еще меньше – 32,2%.

В отраслевом разрезе наименее интегрированы в электронный обмен данными с внешними поставщиками предприятия легкой промышленности, деревообработки, а также машиностроительные предприятия, производящие транспортные средства и оборудование. Невысока доля предприятий, включенных в «цифровой» обмен с потребителями, в машиностроительном (кроме сегмента электроники) и лесопромышленном комплексах.

Использование специального программного обеспечения (третья ступень «пирамиды цифровизации»). Если на первых двух ступенях можно было говорить о достаточно высоком уровне готовности предприятий к сетевым цифровым взаимоотношениям, то на третьей ступени, где происходит переход от «оцифровки» к «цифровизации», показатели значительно хуже (табл. 3). Несмотря на то, что доля промышленных предприятий, использовавших специальное программное обеспечение, высока (90,3%), состав программных средств демонстрирует явный перекося в сторону специальных программ для решения управленческих и экономических задач (бухгалтерский учет, правовые базы и др.). При этом катастрофически низкой остается доля промышленных предприятий, применяющих программное обеспечение для научных исследований (4,5%) и проектирования (29,1%).

Таблица 1

Первая ступень «пирамиды цифровизации» промышленного комплекса России:
первичная информационно-коммуникационная цифровизация, %

Промышленный комплекс	Доля предприятий (в процентах), использовавших в 2016 г. ...						
	персональные компьютеры	серверы	локальные вычислительные сети	электронную почту	глобальные информационные сети	веб-сайт в Интернете	«облачные» сервисы
Промышленность	95,6	66,4	72,8	92,6	94,0	54,5	20,7
Добыча полезных ископаемых	93,9	71,9	78,6	92,1	92,7	41,0	17,7
Обрабатывающие производства	97,0	71,3	75,5	94,4	96,0	62,3	23,2
Электроэнергетика, пар, газ, вода	93,1	93,1	55,0	65,7	89,0	90,2	16,2

Таблица 2

Вторая ступень «пирамиды цифровизации» промышленного комплекса России:
электронный обмен данными в цепочках создания конечной продукции и ее реализации потребителям, %

Промышленный комплекс	Доля предприятий (в процентах), использовавших Интернет в 2016 г. ...											
	из них						из них					
	для связи с поставщиками	получение сведений о товарах (работах, услугах) и их поставщиках	предоставление сведений о потребностях организации	размещение заказов на товары (работы, услуги)	оплата поставляемых товаров (работ, услуг)	получение электронной продукции	для связи с потребителями	предоставление сведений об организации	получение заказов на товары (работы, услуги)	осуществление электронных расчетов	распространение электронной продукции	послепродажное обслуживание (сервис)
Промышленность	80,1	75,2	55,5	42,1	50,3	36,6	68,7	63,4	32,2	37,0	6,9	7,9
Добыча полезных ископаемых	95,2	90,8	64,5	43,1	53,8	45,7	66,5	61,0	24,4	35,9	4,2	6,0
Обрабатывающие производства	84,2	79,6	58,1	42,0	53,8	37,3	75,5	70,1	41,4	41,4	9,1	10,3
Электроэнергетика, пар, газ, вода	72,3	66,0	50,7	44,0	44,7	34,8	58,0	52,8	15,9	29,8	3,3	3,7

Таблица 3

Третья ступень «пирамиды цифровизации» промышленного комплекса России: использование специальных программных средств, %

Промышленный комплекс	Всего	Доля организаций, имевших специальные программные средства (в процентах), из них:							
		для начальных исследований	для проектирования	для управления автоматизированным производством	для решения управленческих и экономических задач	для управления закупками и продажей товаров (работ, услуг)	для управления закупками товаров (работ, услуг)	для управления продажами товаров (работ, услуг)	для осуществления расчетов в электронном виде
Промышленность, всего	90,3	4,5	29,1	36,0	62,2	48,0	42,7	37,9	66,2
Добыча полезных ископаемых	98,8	5,5	36,9	45,9	73,2	44,4	41,1	28,6	70,8
Обрабатывающие производства	92,4	5,7	30,9	40,5	64,8	51,0	44,9	44,4	70,0
Электроэнергетика, пар, газ, вода	86,9	2,0	24,6	25,7	56,5	44,2	39,8	27,5	59,4
									CRM-, ERP-, SCM-системы
									25,1
									32,5
									28,1
									17,9

Таблица 4

Четвертая ступень «пирамиды цифровизации» промышленного комплекса России: производство собственной продукции для ИКТ, %

Промышленный комплекс	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, связанных с ИКТ						Продано товаров несобственного производства, связанных с ИКТ, организациями сектора ИКТ
	из них:						
	Всего	ИКТ-оборудование	из них компьютеры и периферийное оборудование	программное обеспечение	базы данных, компьютерные, информационные ресурсы	услуги, связанные с ИКТ	
Обрабатывающие производства	1,84	1,54	0,05	0,01	0,00	0,22	0,07
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	28,10	23,44	0,82	0,14	0,01	3,33	1,00

Как уже отмечалось, третья стадия напрямую связана с применением программных систем интеграции производства и управления трудовыми и финансовыми ресурсами, обеспечивающих общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности (ERP-системы), а также систем управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы). В этом отношении промышленный комплекс России только в середине пути: ERP-, SCM- и CRM-системы имеет одно предприятие из четырех (25,1%), специальные программные средства для управления автоматизированным производством – одно предприятие из трех (36%), программное обеспечение для управления закупками и продажами товаров (работ, услуг) – каждое второе (48%).

В отраслевом разрезе лидерами эксплуатации специальных программных средств (помимо бухгалтерских программ и правовых баз) ожидаемо являются высокотехнологичные предприятия электротехнической и химической промышленности. Здесь доля предприятий, внедривших ERP- и CRM-системы, 35–40%, а предприятий, использующих программные средства для научных исследований, 12–18%. Число предприятий, использующих программное обеспечение для проектирования достаточно высоко в производстве электро- и электронного оборудования (57%) и в металлургическом производстве (53,7%). В машиностроительном комплексе применение специального программного обеспечения значительно меньше в сегменте транспортного машиностроения, а в целом низкие значения демонстрирует легкая, пищевая и деревообрабатывающая промышленность.

Один из важных трендов российского рынка специальных программных средств – это разворот спроса в сторону услуг по внедрению или разработке решений, замещающих зарубежные. И дело тут не только в прямых запретах на закупку зарубежного программного обеспечения для государственных нужд, но и в высокой стоимости ежегодного сопровождения западных решений. Поэтому все чаще ставятся задачи по замене программного обеспечения на базе западного проприетарного софта на решения на СПО-платформах или на продукцию российских разработчиков. В новых стартовых проектах промышленные предприятия, которые не хотят рисковать при замене уже работающих систем, в большинстве случаев готовы рассматривать российское решение как приоритетное.

В настоящее время по объему потребляемой станкостроительной продукции Россия занимает 8-е место в мире, при том, что по объему производства станков лишь 21-е место. Можно предположить, что сегодняшнее потребление станков определяет возможности производства завтрашнего дня, так как, покупая определенное количество оборудования, производители обновляют текущие мощности и увеличивают возможности для наращивания производства в будущем. И если, к примеру, Китай в разы опережает ближайшего конкурента (США) по потреблению станков, то надо полагать, что в недалеком будущем он будет опережать США в промышленном производстве примерно в том размере, в каком он сейчас опережает американцев в обновлении и установке нового оборудования.

Не обнадеживает и то, что Россия в списке потребителей оборудования за постсоветский период не поднималась выше 7-го места. Усугубляет ситуацию то, что доля нового оборудования невелика, а станки с ЧПУ, по разным оценкам, составляют около 5% парка, тогда как в странах ЕС – 21%. Стоит также отметить почти полную зависимость нашего станкостроения от импорта систем ЧПУ даже для собственного производства станков.

Собственное производство информационно-коммуникационного оборудования (четвертая ступень «пирамиды цифровизации»). Уровень развития и объемы собственного производства предприятий электротехнической промышленности выступают индикатором общего технологического уровня развития любой страны (табл. 4). В России отрасль по производству электрооборудования, электронного и оптического

оборудования занимает менее 5% в объеме промышленного производства при незначительной динамике доли – с 3,3% в 2005 г. до 4,4% в настоящее время. При этом российский рынок электроники и компонентов консолидирован с доминирующим положением зарубежных производителей, импорт составляет 73%.

В электротехнической отрасли объем отгрузки товаров собственного производства, связанных с ИКТ, составляет 28,1%, что в пересчете на весь объем промышленного производства дает пугающую величину – 1,8%. Основные причины низких темпов роста производства микроэлектронных компонентов в России кроются в технологическом отставании. Кроме того, производители микроэлектронных компонентов очень зависимы от государственных заказов на внутреннем рынке сбыта (более чем 40% объема занимает продукция военного и специального назначения). При этом в большинстве развитых государств главный спрос формируется в частном секторе, а государственные заказы составляют примерно 14% в структуре потребления микроэлектроники в мире. Развитие электронной промышленности на основе использования отечественных электронных компонентов может и должно обеспечить независимость в важнейших областях информатизации, телекоммуникации и связи.

Производство и использование роботов и датчиков – промышленный Интернет (пятая ступень «пирамиды цифровизации»).

Робототехника в России является одной из важнейших отраслей для будущего технологического и экономического развития страны. Роботы уже давно активно используются российской промышленностью, армией, силовыми ведомствами, в научных исследованиях и в сфере образования. Однако потенциал применения роботов гораздо выше современных масштабов их использования. В России еще очень мало роботов, рассчитанных на частного и коммерческого массового потребителя. По данным Национальной ассоциации участников рынка робототехники, среднегодовые продажи промышленных роботов в России составляют 500–600 ед., это около 0,25% мирового рынка.

В целом плотность роботизации (использование промышленных роботов – запрограммированных манипуляторов на 10 тыс. занятых) в России почти в 70 раз ниже. Однако если рассмотреть сегмент промышленных роботов на основе манипулятора, то их в 10 раз больше, чем сервисных роботов. Этот рынок в России достаточно зрелый, ему 20 лет, и он растет в среднем на 11% в год – лучше, чем металлургия, чем автомобильная промышленность. Но положительной динамики еще недостаточно, чтобы говорить о «пятой ступени» цифровизации.

Аналогична ситуация с датчиками. Важной материальной составляющей технологического уровня являются контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации. Данный рынок в России давно сформирован, на нем присутствуют и отечественные производители. Рост потребности в датчиках и аналитическом оборудовании идет опережающими темпами по сравнению с общим ростом отраслей промышленности. Это связано с тем, что, помимо создания новых производственных мощностей, происходит активная модернизация оборудования, установленного 20 или 30 лет назад и давно не отвечающего современным требованиям. Значительную долю занимает также плановая замена и ремонт датчиков на уже работающих производствах. Однако динамичный рост спроса на датчики и сенсоры еще не залог успешного развития промышленного Интернета. Ведь промышленный «Интернет вещей» – это компьютеризация всего на предприятии, когда в единую информационную сеть объединяются не только все производственные объекты, оборудование и рабочие места, но и детали, компоненты, готовая продукция. Таким образом формируется среда, где машины начинают понимать свое окружение и общаться между собой по интернет-протоколу, минуя операторов, самостоятельно решая вопросы повышения эффективности или, например, предотвращая внештатные ситуации.

Внедрение новейших систем управления и средств автоматизации в России находится на начальном этапе развития. Сейчас основная цель для страны не в том, чтобы научить машины обходиться без людей, а в том, чтобы помочь людям и машинам взаимодействовать. Потенциал повышения эффективности на основе внедрения элементов промышленного Интернета в России значительно выше, чем в развитых странах. На современных западных производствах уже многое автоматизировано, и повышение эффективности на 1–2% – это уже очень хорошо. В России, где «все только начинается», возможен скачок продуктивности на 10–30%.

Заключение

Увлечение концепцией постиндустриального общества, делающей ставку на развитие сферы услуг, необоснованно преуменьшило роль промышленности в обеспечении роста национального благосостояния. Между тем для устойчивого роста экономики необходимо развитие всех составляющих ее элементов (производственной системы и системы дистрибуции/сферы услуг). При этом здоровый производственный сектор является драйвером развития сферы услуг, а также источником долгосрочных успехов и процветания национальной экономики.

Безальтернативно, что именно цифровизация станет «локомотивом» развития отечественной промышленности. По оценкам компании McKinsey, цифровизация экономики России позволит увеличить ВВП страны на 4,1–8,9 трлн р. к 2025 г., что составит от 19 до 34% общего ожидаемого роста ВВП [17]. По оценкам министерства промышленности и торговли РФ, системный переход на цифровую модель развития позволит обеспечить к 2024 г. рост производительности труда в обрабатывающих отраслях более чем на 30%, а увеличение вклада секторов, базирующихся на передовых производственных технологиях, в ВВП страны – до 15%¹. Даже если реальные достижения окажутся скромнее, этот тренд позволит говорить о полноценной последовательной цифровизации промышленности России. Причем интенсивное развитие может и должно идти одновременно по всем стадиям трансформации, представленным в настоящей статье, а особенно на верхних ступенях «пирамиды».

Помимо решения основных задач цифровизации, особое внимание должно быть уделено вопросам оценки и моделирования эффектов цифровизации в промышленности. Угрозы для рынка труда, вероятность усиления монополизации, цифровое неравенство регионов, усиление многоукладности российской промышленности без решения их системным путем могут стать серьезными барьерами процесса цифровизации промышленности России.

Источники

1. Акбердина В. В., Гребенкин А. В., Бухвалов Н. Ю. Моделирование инновационного резонанса в индустриальных регионах // Экономика региона. 2015. № 4 (44). С. 289–308.
2. Акбердина В. В., Смирнова О. П. Сетевые сопряженные производства в контексте четвертой промышленной революции // Журнал экономической теории. 2017. № 4. С. 116–125.
3. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. М.: Академия, 1999.
4. Белл Д., Иноземцев В. Л. Эпоха разобщенности: размышления о мире XXI века. М.: Свободная мысль: Центр исследований постиндустриального общества, 2007.
5. Бодрунов С. Д. Интеграция производства, науки и образования как основа реиндустриализации российской экономики // Экономическое возрождение России. 2015. № 1 (43). С. 7–22.

¹ Пресс-релиз заседания Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам, 5 июля 2017 г. URL: <http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news>.

6. Бодрунов С. Д. Реиндустриализация российской экономики – возможности и ограничения // Научные труды Вольного экономического общества России. 2014. № 1. С. 15–46.
7. Бодрунов С. Д. Реиндустриализация. Круглый стол в Вольном экономическом обществе России // Мир новой экономики. 2014. № 1. С. 11–17.
8. Бодрунов С. Д., Гринберг Р. С., Сорокин Д. Е. Реиндустриализация российской экономики: императивы, потенциал, риски // Экономическое возрождение России. 2013. № 1 (35). С. 19–49.
9. Валентей С. Д. Реиндустриализация экономики России в условиях новых угроз. М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2015.
10. Иноземцев В. Л. За пределами экономического общества. Постиндустриальные теории и постэкономические тенденции в современном мире. М.: Academia – Наука, 1998.
11. Иноземцев В. Л. Постиндустриально/индустриальная дихотомия // Мир перемен. 2014. № 1. С. 144–147.
12. Иноземцев В. Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы. Введение. М.: Логос, 2000.
13. Романова О. А., Акбердина В. В., Бухвалов Н. Ю. Общие ценности в формировании современной технико-экономической парадигмы // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 3 (45). С. 173–190.
14. Татаркин А. И., Акбердина В. В., Бухвалов Н. Ю. Инклюзивное технологическое развитие как новый элемент технико-экономической парадигмы // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 18–20 апреля 2016 г.): в 2 т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. С. 41–47.
15. Тоффлер Э. Третья волна. М.: Изд-во АСТ, 2010.
16. Уэбстер Ф. Теории информационного общества: пер. с англ. М.: Аспект Пресс, 2004.
17. Цифровая Россия: новая реальность / А. Аптекман, В. Калабин, В. Клинецов и др. McKinsey & Company, 2017.
18. Черняк Л. Платформа Интернета вещей // Открытые системы. СУБД. 2012. № 7. С. 98–104.
19. Ashton K. That «Internet of Things» Thing. In the Real World, Things Matter More Than Ideas // RFID Journal. 2009. Jun 22. URL: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.
20. Clark C. The Conditions of Economic Progress. L.: Logan Pub., 1991.
21. Fouratie J. Le Grand Espoir du XXe siècle: Progres Technique, Progress Economique, Progress Social. P.: Presses Universitaires de France, 1949.
22. Heilbroner R. An Inquiry into the Human Prospect. 2nd ed. W. W. Norton, 1980.
23. Kumar K. From Post-Industrial to Post-Modern Society: New Theories of the Contemporary World. Oxford, UK & Cambridge, USA: Blackwell, 1996.
24. Kumar K. Prophecy and Progress: The Sociology of Industrial and Post-Industrial Society. Alein Lane, 1978.

The Transformation of the Russian Industrial Complex Under Digitalisation

by Viktoria V. Akberdina

The article presents an approach to assessing the transformation of an industrial complex in the conditions of deep penetration of digital technologies into the material sector of the economy. It formulates a theoretical research platform based on the theory of the new industrial society, and substantiates a methodology encompassing reproductive, institutional and synergetic approaches. The paper shows that the transformation of the industrial complex, caused by any factors and implemented in any conditions, is always a discrete process of qualitative changes, leading to significant structural changes and institutional transformations. The author proposes a method for identifying the stages of the industrial complex transformation in the digital economy, representing them in the form of a pyramid, each of which has a certain "gene of digitalisation". The author's digitalisation pyramid includes five stages: primary ICT digitalisation; electronic data exchange with external partners; application of special software; own production of information and communication technologies and equipment; production and application of industrial robots and sensors. Having applied the described method, the author assesses the level of digitalisation of the Russian industrial complex and makes a conclusion about quite high degree of primary computerisation, inclusion of industrial enterprises into "digital" exchange with suppliers and consumers, and dynamic development of the domestic software. At the same time, the analysis demonstrated that the process of digital transformation of the Russian industry is at its initial stages, and the achievement of the ambitious goals is possible only provided the government implements a competent industrial policy.

Keywords: digitalisation; new industrialisation; transformation of industry; digitalisation gene.

References:

1. Akberdina V.V., Grebenkin A.V., Bukhvalov N.Yu. Modelirovanie innovatsionnogo rezonansa v industrial'nykh regionakh [Modeling of innovative resonance in industrial regions]. *Ekonomika regiona – Economy of Region*, 2015, no. 4 (44), pp. 289–308.
2. Akberdina V.V., Smirnova O.P. Setevye sopryazhennye proizvodstva v kontekste chetvertoy promyshlennoy revolyutsii [Network productions in the context of the fourth industrial revolution]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii – Russian Journal of Economic Theory*, 2017, no. 4, pp. 116–125.
3. Bell D. *Gryadushchee postindustrial'noe obshchestvo* [The coming of post-industrial society]. Moscow: Akademiya Publ., 1999.
4. Bell D., Inozemtsev V.L. Epokha razobshchennosti: razmyshleniya o mire XXI veka [The era of disunity: Thinking about the world of the 21st century]. Moscow: Svobodnaya mysl Publ., Center for Post-Industrial Society Research, 2007.
5. Bodrunov S.D. Integratsiya proizvodstva, nauki i obrazovaniya kak osnova reindustrializatsii rossiyskoy ekonomiki [Integration of production, science and education as the basis for the reindustrialization of the Russian economy]. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii – Economic Revival of Russia*, 2015, no. 1 (43), pp. 7–22.
6. Bodrunov S.D. Reindustrializatsiya rossiyskoy ekonomiki – vozmozhnosti i ogranicheniya [Reindustrialization of the Russian economy – opportunities and limitations]. *Nauchnye trudy Volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii – Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 2014, no. 1, pp. 15–46.
7. Bodrunov S.D. Reindustrializatsiya. Kruglyy stol v Vol'nom ekonomicheskom obshchestve Rossii [Reindustrialization. Roundtable in the Free Economic Society of Russia]. *Mir novoy ekonomiki – World of the New Economy*, 2014, no. 1, pp. 11–17.
8. Bodrunov S.D., Grinberg R.S., Sorokin D.Ye. Reindustrializatsiya rossiyskoy ekonomiki: imperativy, potentsial, riski [Reindustrialization of the Russian economy: Imperatives, potential, risks]. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii – Economic Revival of Russia*, 2013, no. 1 (35), pp. 19–49.
9. Valentey S.D. *Reindustrializatsiya ekonomiki Rossii v usloviyakh novykh ugroz* [Reindustrialization of the Russian economy in the face of new threats]. Moscow: Plekhanov Russian University of Economics, 2015.
10. Inozemtsev V.L. *Za predelami ekonomicheskogo obshchestva. Postindustrial'nye teorii i postekonomicheskie tendentsii v sovremennom mire* [Outside the economic society. Post-industrial theories and post-economic trends in the modern world]. Moscow: Academia – Nauka Publ., 1998.
11. Inozemtsev V.L. Postindustrial'no/industrial'naya dikhotomiya [Postindustrial / industrial dichotomy]. *Mir peremen – World of Changes*, 2014, no. 1, pp. 144–147.

12. Inozemtsev V. L. *Sovremennoe postindustrial'noe obshchestvo: priroda, protivorechiya, perspektivy. Vvedenie* [Modern post-industrial society: Nature, contradictions, perspectives. Introduction]. Moscow: Logos, 2000.
13. Romanova O. A., Akberdina V. V., Bukhvalov N. Yu. Obshchie tsennosti v formirovanii sovremennoy tekhniko-ekonomicheskoy paradigmy [Common values in the formation of a modern technical and economic paradigm]. *Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz – Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2016, no. 3 (45), pp. 173–190.
14. Tatarkin A. I., Akberdina V. V., Bukhvalov N. Yu. Inklyuzivnoye tekhnologicheskoye razvitiye kak novyy element tekhniko-ekonomicheskoy paradigmy [Inclusive technological development as a new element of the technical and economic paradigm]. *Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Strategii razvitiya sotsial'nykh obshchestv, institutov i territoriy"* [Proc. 2nd Int. Sci.-Prac. Conf. "Development Strategies of Social Communities, Institutions and Territories"]. Yekaterinburg: Ural University Publ., 2016, pp. 41–47.
15. Toffler E. *Tretya volna* [The third wave]. Moscow: AST Publ., 2010.
16. Webster F. *Teorii informatsionnogo obshchestva* [Theories of the information society]. Moscow: Aspekt Press Publ., 2004.
17. Aptekman A., Kalabin V., Klintsov V. et al. *Tsifrovaya Rossiya: novaya real'nost'* [The digital Russia: New reality]. McKinsey & Company, 2017.
18. Chernyak L. Platforma Interneta veshchey [The platform of the Internet of things]. *Otkrytye sistemy. SUBD – Open Systems. DBMS*, 2012, no. 7, pp. 98–104.
19. Ashton K. That "Internet of Thing" Thing. In the Real World, Things Matter More Than Ideas. *RFID Journal*, 2009, June 22. Available at: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.
20. Clark C. *The Conditions of Economic Progress*. L.: Logan Pub., 1991.
21. Fouratie J. *Le Grand Espoir du XXe siècle: Progrès Technique, Progrès Economique, Progrès Social*. P.: Presses Universitaires de France, 1949.
22. Heilbroner R. *An Inquiry into the Human Prospect*. 2nd ed. W. W. Norton, 1980.
23. Kumar K. *From Post-Industrial to Post-Modern Society: New Theories of the Contemporary World*. Oxford, UK & Cambridge, USA: Blackwell, 1996.
24. Kumar K. *Prophecy and Progress: The Sociology of Industrial and Post-Industrial Society*. Alein Lane, 1978.

Contact Info:

Viktoria V. Akberdina, Dr. Sc. (Econ.), Prof.
of RAS, Head of Regional Industrial Policy
and Economic Security Dept.
Prof. of Regional Economics, Innovative
Business and Security Dept.
Phone: (343) 371-45-36
e-mail: akb_vic@mail.ru

Institute of Economics (Ural branch of RAS)
29 Moskovskaya St., Yekaterinburg, Russia,
620014
Ural Federal University named after. B. N. Yeltsin
19 Mira St., Yekaterinburg, Russia, 620002

Ссылка для цитирования: Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19, № 3. С. 82–99. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8

For citation: Akberdina V. V. Transformatsiya promyshlennogo kompleksa Rossii v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki [The transformation of the Russian industrial complex under digitalisation]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 82–99. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8