



УДК 330.341.42

## Концепция «Индустрия 4.0» как основа реиндустриализации промышленного сектора

О. А. Куликов

Куликов Олег Андреевич, аспирант кафедры экономической теории и национальной экономики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, kulikovoleg@list.ru

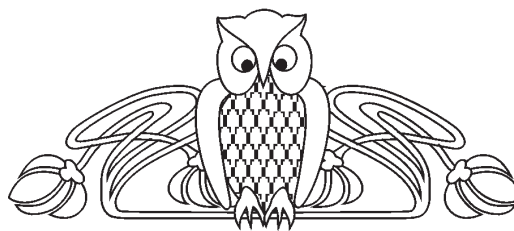
**Введение.** Современная экономика, основанная на цифровых технологиях, ставит перед государственным и частным сектором вопрос о том, как за счет этих технологий наиболее эффективно и плавно провести модернизацию промышленной отрасли. **Теоретический анализ.** Исследователями сформирована идея о необходимости модернизации индустриальной экономики с помощью цифровых технологий, в первую очередь, через повышение эффективности процессов планирования и организации системы воспроизводства. **Эмпирический анализ.** Проведен анализ промежуточных итогов внедряемой в Германии модели перехода к цифровому промышленному сектору «Индустрия 4.0». Декомпозированы ключевые элементы, связывающие технологию «Интернет вещей» и промышленную сферу экономики. Рассмотрена схема построения глобальных сетей на базе облачных платформ с обеспечением связи между интеллектуальными объектами. Выделены основные проблемы, с которыми сталкиваются предприятия при внедрении цифровых моделей в производство. **Результаты.** Для успешной цифровизации российской промышленности, помимо согласования и гармонизации интересов бизнеса и государства, развития соответствующей цифровой институциональной среды, также требуются разработка и гармонизация промышленных стандартов, реализация комплекса мер по обеспечению информационной безопасности, подготовка кадров для цифровых производств и расширение сотрудничества в системе «бизнес – наука – образование – власть».

**Ключевые слова:** промышленный сектор, цифровые технологии, информационная экономика, реиндустриализация, модернизация бизнес-процессов.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-22-28>

### Введение

Вопросы модернизации промышленных комплексов и построения цифровой системы их внутреннего производства и межсубъектного взаимодействия на сегодняшний день являются одними из наиболее актуальных для экономики практически любой как развитой, так и развивающейся страны. Технологический уровень развития промышленного производства имеет прямую связь с конкурентоспособностью национальной экономики. Для промышленного предприятия цифровизация, прежде всего, является информационным пространством в виде инфраструктур-



турной надстройки над материальным сектором экономики, призванной повысить эффективность взаимодействия участников процессов производства и реализации продукции [1, с. 83].

В связи с этим очевидна необходимость параллельного развития digital-процессов, внедряющихся на производстве, и инкрементальное совершенствование материально-технической базы.

Одной из наиболее успешных моделей цифровой модернизации промышленных предприятий на данный момент можно считать немецкую стратегическую инициативу «Индустрия 4.0». И хотя фактически данная программа далека от конечной цели ее внедрения, уже на текущем этапе возможно определение положительных социально-экономических факторов для их проецирования на отечественную систему промышленного производства.

### Теоретический анализ

С середины XX в. иностранные и отечественные экономисты-исследователи сформировали идею о необходимости модернизации индустриальной экономики, фактическим результатом которой стало снижение роли промышленного производства в формировании ВВП страны и развитие секторов экономики, связанных со сферой услуг, последующее выделение четвертичного сектора, основанного на информационных технологиях, образовании, научных исследованиях, глобальном маркетинге, банковских и финансовых услугах. Данные услуги связаны, прежде всего, с планированием и организацией процесса воспроизводства [2].

В экономической научной литературе укрепилась мысль о необходимости реиндустриализации экономики как об основном векторе развития страны. Качественное изменение промышленного кластера приводит к формированию высокотехнологического сектора экономики, который при этом модернизирует традиционные отрасли [3, с. 46].

По оценкам различных экспертов и историков экономической науки, человечество стоит на пороге четвертой промышленной революции, чертами которой являются повсеместное распространение



Интернета, а также появление искусственного интеллекта и обучающихся машин [4, с. 207].

Цифровые технологии, основанные на аппаратном и программном обеспечении и сетях, сами по себе не являются инновацией, однако с течением времени трансформировались настолько, что их влияние на глобальную экономику и общество существенно возросло, а формы их проявления претерпели существенное изменение.

Внедрение сетевого взаимодействия между машинами, оборудованием, зданиями и информационными системами создало условия для осуществления мониторинга и анализа окружающей среды, процесса производства и собственного состояния в режиме реального времени. Передача функций управления и принятия решений интеллектуальным системам приводят к смене «парадигмы» технологического развития [5, с. 180].

### **Эмпирический анализ**

Качественным примером того, как современные страны и предприятия проецируют на свое производство передовые цифровые технологии, может послужить концепция «Индустрия 4.0», которая появилась в Германии – как стратегия развития обрабатывающей промышленности.

«Индустрия 4.0» во многом завязана на технологии «Интернета вещей» и имеет ряд ключевых элементов [6]:

– *функциональная совместимость*. Киберфизические системы (носители обрабатываемых деталей, сборочных станций и продуктов), люди и «умные» производства должны иметь возможность общаться посредством «Интернета вещей» и интернет-услуг;

– *виртуализация*. «Умный» завод должен иметь виртуальную копию (так называемого цифрового двойника), созданную посредством связывания данных от датчиков (получаемых в ходе мониторинга физических процессов) с виртуальными имитационными моделями производства;

– *децентрализация*. Киберфизические системы должны быть способны принимать собственные решения в рамках «умных» производств;

– *функционирование в режиме реального времени*. Сбор и анализ данных должны происходить в реальном времени, с мгновенной выдачей результатов;

– *ориентация на услуги*. Киберфизические системы, люди и «умные» заводы должны иметь возможность оказывать услуги через Интернет;

– *модульность*. «Умным» заводам необходима гибкая адаптация к изменяющимся требованиям – путем замены или расширения отдельных модулей.

Главная идея «Индустрии 4.0» основывается на возникновении глобальных сетей, которые свяжут между собой технологическое оборудование, системы управления и хранения современных предприятий. Каждый элемент системы сможет обмениваться данными, запускать те или иные действия и управлять друг другом. Это приведет к тому, что процесс производства товаров и услуг будет максимально автоматизирован, объем влияния на него привычного, «человеческого» менеджмента снизится, а надежность и гибкость работы предприятия возрастет.

При этом появление «умного» производства влечет и возникновение «умных» продуктов, которые можно в любой момент идентифицировать, определить их текущее состояние и на какой стадии воспроизводства они находятся. На основе этого цифровые системы предприятий смогут выстраивать наиболее эффективную логистику, мобильность и – на конечном этапе обмена – сервис. Возможность в реальном времени осуществлять мониторинг производственных процессов позволит принимать решения по оптимизации бизнес-процессов и созданию новых моделей.

Эксперты прогнозируют глобальное изменение рынка труда – отсутствие необходимости выполнять механические, рутинные задачи изменит соотношение уровня высококвалифицированных кадров на предприятии. Задачей специалистов станет укрупненный контроль за бизнес-процессами и конструирование работы производства с использованием более креативного подхода. В рамках внедрения «Индустрии 4.0» в Германии был проведен опрос перспектив развития концепции (рис. 1).

Как видно из результатов опроса, только треть опрошенных считают себя участниками развития концепции «Индустрия 4.0», при этом большая часть респондентов отмечают среди глобальных изменений именно повседневные элементы системы производства – стандартизацию и организацию рабочих процессов.

Для поддержания деятельности «умного» предприятия потребуется развитая сетевая инфраструктура, на основе которой перечисленные технологии могут быть реализованы с помощью уже существующей платформы – Cloud Platform System. Однако оркестровка в «Индустрии 4.0» имеет более глубокий смысл, чем в случае привычных облачных веб-сервисов. Условная схема построения глобальных сетей на базе облачных платформ с обеспечением связи между интеллектуальными объектами представлена на рис. 2.

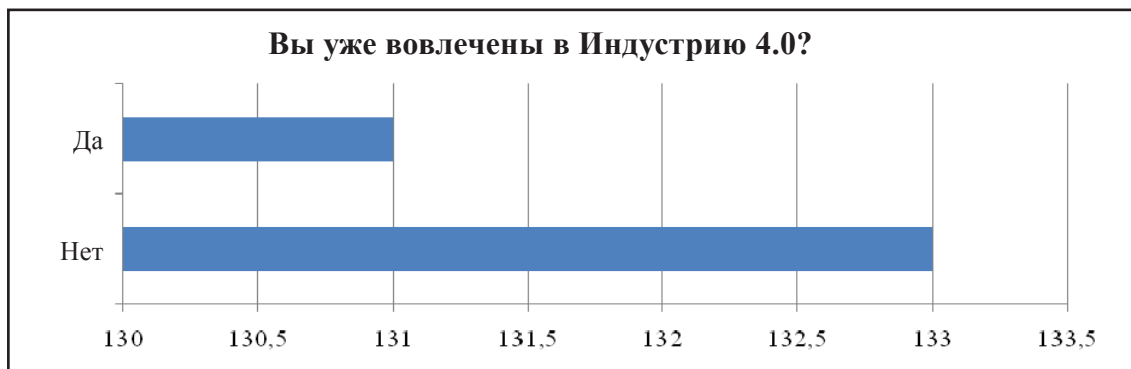


Рис. 1. Результаты опроса перспектив развития концепции «Индустрия 4.0» в Германии, %  
Fig. 1. Results of a survey of prospects for the development of the «Industry 4.0» concept in Germany, %

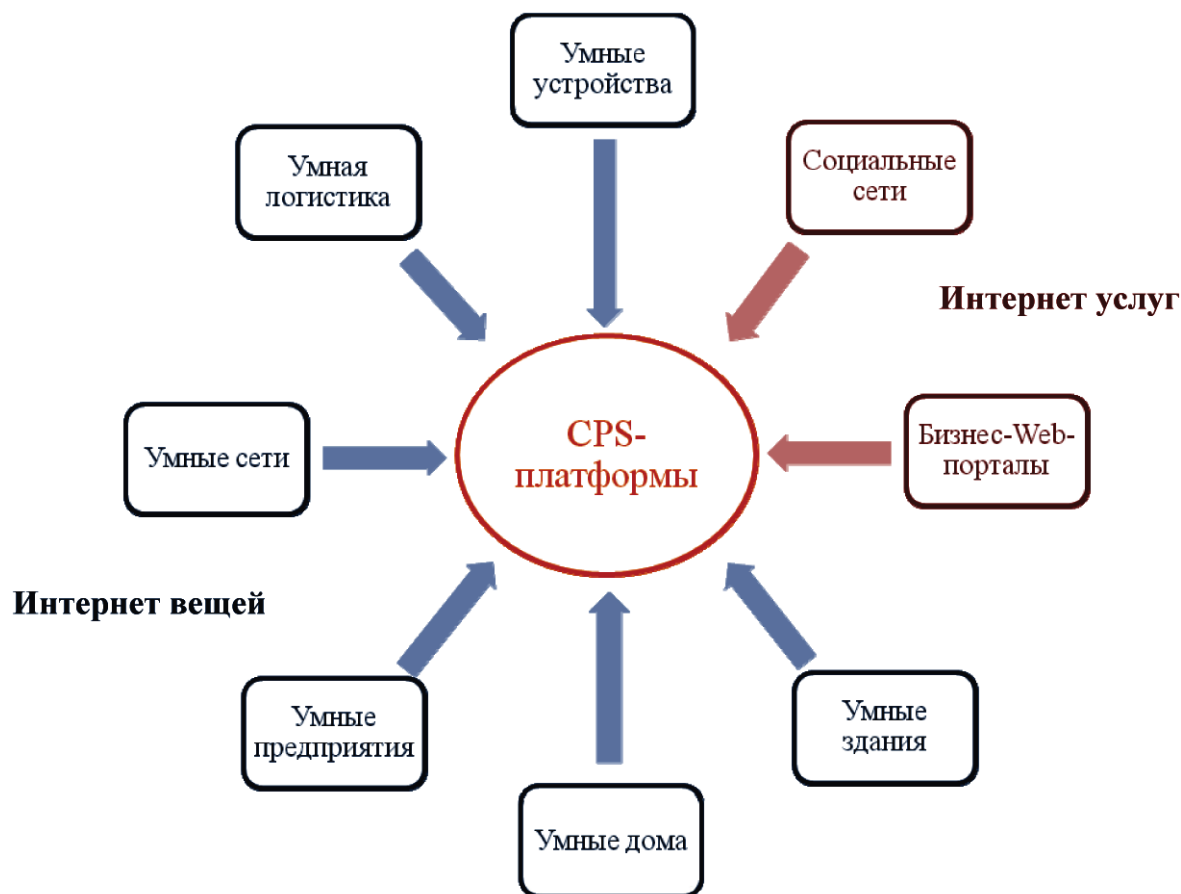


Рис. 2. Схема построения глобальных сетей на базе облачных платформ  
 Fig. 2. Scheme for the construction of global networks based on cloud platforms

Переход к «Индустрии 4.0» предполагает появление новых бизнес-моделей и форм деловых взаимоотношений. Одна из основных инноваций в модернизированной экономической среде – более справедливая система ценообразования, которая возникает благодаря расширению доступа малого и среднего бизнеса к дополнительным программным продуктам и приложениям, возможности своевременнее улавливать потребительский спрос, сокращать цепочки создания стоимости и административные и организационные издержки на производство. К примеру, для отслеживания обеспечения договорных и нормативно-правовых условий возможно внедрение систем аналитики, которые будут мониторить и документировать каждый этап бизнес-процессов в режиме реального времени.

Важнейшее значение в обеспечении корректного функционирования «Индустрии 4.0» имеет общая сетевая безопасность, обеспечение которой на уровне отдельных элементов будет недостаточным.

На примере того, как в Германии происходит переход к концепции «умных» промышленных предприятий в рамках модели «Индустрия 4.0», можно отметить, что даже в современных развитых странах по-прежнему широко распространены базовые технологии и средства. Основные проблемы, с которыми сталкиваются предприятия при внедрении цифровых моделей при производстве, – стандартизация, организация труда и доступность технологий. Для преодоления этих трудностей можно выделить несколько ключевых шагов:

- постепенная замена старых систем на новые, работающие онлайн и ориентированные на сервис;
- формирование актуальных бизнес-моделей параллельно развитию «Интернета вещей»;
- вовлечение сотрудников в процессы модернизации, повышение их квалификации;
- тесная интеграция отраслей информационных технологий с промышленным сектором, где инновационные циклы длиннее.



По замыслу авторов идеи, постепенное развитие этих элементов общей системы позволит предприятиям занять стабильную позицию на рынке и адаптировать цепочку создания стоимости к новым условиям. В итоге компании смогут организовать оперативное и высокоэффективное производство товаров по рыночным ценам [7].

Отечественные промышленники осторожно относятся к проектам цифровизации, предпочитая введение информационных новаций, направленных на модернизацию определенных бизнес-процессов, пренебрегая при этом комплексными, стратегически проработанными решениями. Во многом такое поведение представителей бизнеса обусловлено высокой степенью открытости модели цифрового производства, описанного выше.

Затраты 55% промышленных предприятий России на цифровизацию и развитие ИТ-инфраструктуры не превышают 1% от их бюджета. Отмечается, что только у 6% предприятий затраты составляют более 5% бюджета.

Согласно прогнозу IDC, в 2018 г. объем рынка цифровых технологий составил 22,6 млрд долл., что на 4% больше, чем в 2017 г. [8]. В 2020 г. ожидается его дальнейший рост. В этот показатель входят стоимость роботизированных систем, датчиков, программного обеспечения и платформ, инфраструктуры и сетей, интеграции и других услуг. В 2020 г. объем этой отрасли отечественного рынка может вырасти до 270 млрд руб. [9].

Базовым условием цифровизации исследователи называют оснащенность предприятия оборудованием с числовым программным управлением. В России лишь у 14% заводов такого оборудования больше половины. Наибольшее количество станков с ЧПУ исследователи зафиксировали в авиапромышленности – почти 30%. Почти 20% станков с ЧПУ было в приборостроении, чуть более 10% – в станкостроении. Для сравнения: в автомобилестроении и тяжелом машиностроении этот показатель не достигает 10%. При этом руководители около 80% предприятий намерены приобрести дополнительные станки в течение трех лет [10].

### Результаты

Несмотря на то, что цифровизацией в нашей стране начали заниматься сравнительно недавно, отечественные предприятия наращивают темп довольно активно. Существует ряд структур и промышленных предприятий, которые в части цифровизации могут успешно конкурировать даже с зарубежными компаниями, однако в целом, по оценкам различных экспертов, рос-

сийский промышленный сектор отстает как минимум на несколько лет [11]. Основные причины этого – устаревшие технологически основные фонды и нехватка свободного капитала для реинвестирования в цифровую экономику.

В то же время важны шаги, предпринимаемые государством в данном направлении. Летом 2017 г. была утверждена программа «Цифровая экономика». Первый вариант программы предполагал затраты в размере 2,79 трлн руб., из которых 1,267 трлн предполагалось выделить из федерального бюджета, а 1,524 трлн – из внебюджетных источников. Во втором ее варианте объем финансирования вырос до 3,54 трлн, в том числе 2,015 трлн руб. бюджетных средств [12].

В конце 2018 г. были утверждены паспорт национальной программы «Цифровая экономика» вместе с шестью федеральными проектами. А в начале 2019 г. были опубликованы материалы Совета при Президенте России по стратегическому развитию и национальным проектам, посвященные 12 национальным проектам. Реализация программы должна была начаться еще в 2018 г., однако какой-либо аналитики или управленческой отчетности о ходе реализации программ, по сути, нет.

Таким образом, взаимосвязь изменений в хозяйственной структуре и технологий информатизации экономики не ограничивается интеграцией облачных цифровых технологий в бизнес-процессы промышленных предприятий. Для успешной цифровизации российской промышленности, помимо согласования и гармонизации интересов бизнеса и государства, развития соответствующей цифровой институциональной среды, также требуются разработка и гармонизация промышленных стандартов, реализация комплекса мер по обеспечению информационной безопасности, подготовка кадров для цифровых производств и расширение сотрудничества в системе «бизнес – наука – образование – власть».

### Список литературы

1. Акбердина В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Изв. УрГЭУ. 2018. Т. 19, № 3. С. 82–99. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8
2. Тоффлер Э. Третья волна. М. : АСТ, 2010. 800 с.
3. 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. Т. 1. С. 41–47.



4. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М. : Изд-во «Э», 2017. 209 с.
5. 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. DOI: 10.15838/esc/2016.3.45.10
6. Обеспечение будущего немецкой промышленности. Рекомендации по внедрению стратегической инициативы «Индустрия 4.0». Финальный отчет рабочей группы «Индустрия 4.0». URL: [http://json.tv/tech\\_trend\\_find/buduschee-nemetskoj-promyshlennosti-20160214124513](http://json.tv/tech_trend_find/buduschee-nemetskoj-promyshlennosti-20160214124513) (дата обращения: 20.10.2019).
7. Швецов Д. У истоков «Индустрии 4.0» : как развивается промышленность Германии // Control Engineering Россия. URL: <https://controlengrussia.com/industry-4-0/germaniya/> (дата обращения: 11.11.2019).
8. Далеко ли до трансформации : российский ИТ-рынок идет своим путем. URL: [https://www.cnews.ru/reviews/rynok\\_it\\_itogi\\_2018/articles/daleko\\_li\\_do\\_transformatsii\\_rossijskij\\_itrynok\\_idet\\_svoim\\_putem](https://www.cnews.ru/reviews/rynok_it_itogi_2018/articles/daleko_li_do_transformatsii_rossijskij_itrynok_idet_svoim_putem) (дата обращения: 15.01.2020).
9. Эксперты оценили готовность предприятий к внедрению современных технологий. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2018/07/03/5b3a26a89a794785abc9f304> (дата обращения: 10.01.2020).
10. Цифровизация промышленности как инструмент повышения эффективности производства. Лучшие практики и новые решения. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3744965> (дата обращения: 10.01.2020).
11. «Промышленность по цифровизации отстала, но теперь набирает темп». URL: <https://plus.rbc.ru/news/5d22dfd17a8aa9227a5306a1> (дата обращения: 10.01.2020).
12. Рынок ИТ в госсекторе готовится к всеобщей цифровизации. URL: [https://www.cnews.ru/reviews/ikt\\_v\\_gossektore\\_2018/articles/rynok\\_it\\_v\\_gossektore\\_gotovitsya\\_k\\_vseobshchej\\_tsifrovizatsii](https://www.cnews.ru/reviews/ikt_v_gossektore_2018/articles/rynok_it_v_gossektore_gotovitsya_k_vseobshchej_tsifrovizatsii) (дата обращения: 20.01.2020).

#### Образец для цитирования:

Куликов О. А. Концепция «Индустрия 4.0» как основа реиндустриализации промышленного сектора // Изв. Саратовского университета. Сер. Экономика. Управление. Право. 2020. Т. 20, вып. 1. С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-22-28>

#### The Concept of “Industry 4.0” as the Basis for the Industrial Sector Reindustrialization

O. A. Kulikov

Oleg A. Kulikov, <https://orcid.org/0000-0003-0117-3563>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, [kulikovoleg@list.ru](mailto:kulikovoleg@list.ru)

**Introduction.** The modern economy, based on digital technologies, poses the question for the public and private sector of how to modernize the industrial sector most effectively and smoothly through these technologies. **Theoretical analysis.** The researchers formed the idea of the need to modernize the industrial economy with the help of digital technologies, primarily through increasing the efficiency of planning processes and organizing the reproduction system. **Empirical analysis.** The analysis of the subtotals, the model of transition to the digital industrial sector Industry 4.0, introduced in Germany, is carried out. The key elements connecting the Internet of Things technology and the industrial sector of the economy are decomposed. The scheme of building global networks based on cloud-based platforms with communication between intelligent objects is considered. The main problems that enterprises face when introducing digital models in production are highlighted. **Results.** For the successful digitalization of Russian industry, in addition to harmonizing and harmonizing the interests of business and the state, developing an appropriate digital institutional environment, it also requires the development and harmonization of industrial standards, the implementation of a range of measures to ensure information security, training for digital industries and expanding cooperation in the “business – science – education – power” system.

**Keywords:** industrial sector, digital technologies, information economy, reindustrialization, modernization of business processes.

#### References

1. Akberdina V. V. Transformation of the industrial complex of Russia in the digitalization of the economy. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Journal of the Ural State University of Economics], 2018, vol. 19, no. 3, pp. 82–99 (in Russian). DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8
2. Toffler E. *Tret'ya volna* [The third wave]. Moscow, AST Publ., 2010. 880 p. (in Russian).
3. Tatarkin A. I., Akberdina V. V., Buhvalov N. Yu. Inclusive technological development as a new element of technoeconomic paradigm. *Strategii razvitiya social'nykh obshchestv, institutov i territoriy* [Strategies for the development of social communities, institutions and territories. Materials of the II Int. sci. and pract. conf. (Ekaterinburg, 18–20 April 2016.)]. In 2 vols. Ekaterinburg, Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 2016. Vol. 1, pp. 41–47 (in Russian).
4. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [Fourth Industrial Revolution]. Moscow, Izd-vo «E», 2017. 208 p. (in Russian).
5. Romanova O. A., Akberdina V. V., Buhvalov N. Yu. Shared Values in the Formation of a Modern Technoeconomic Paradigm. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2016, iss. 3 (45), pp. 173–190 (in Russian). DOI: 10.15838/esc/2016.3.45.10



6. *Obespechenie buduschego nemetskoj promyshlennosti. Rekomendatsii po vnedreniyu strategicheskoi initsiativy "Industriya 4.0". Final'nyi otchet rabochei gruppy "Industriya 4.0"* (Securing the future of German industry. Recommendations for the implementation of the strategic initiative "Industry 4.0". Final report of the Industry 4.0 working group). Available at: [http://json.tv/tech\\_trend\\_find/budushee-nemetskoy-promyshlennosti-20160214124513](http://json.tv/tech_trend_find/budushee-nemetskoy-promyshlennosti-20160214124513) (accessed 20 October 2019) (in Russian).
7. Shvecov D. At the origins of "Industry 4.0": how German industry is developing. *Control Engineering Russia*. Available at: <https://controlengrussia.com/industry-4-0/germaniya/> (accessed 11 November 2019) (in Russian).
8. *Daleko li do transformatsii: rossiiskii IT-rynok idet svoim putem* (Is it far from transformation: The Russian IT market goes its own way). Available at: [https://www.cnews.ru/reviews/rynok\\_it\\_itogi\\_2018/articles/daleko\\_li\\_do\\_transformatsii\\_rossijskij\\_itrynok\\_idet\\_svoim\\_putem](https://www.cnews.ru/reviews/rynok_it_itogi_2018/articles/daleko_li_do_transformatsii_rossijskij_itrynok_idet_svoim_putem) (accessed 15 January 2020) (in Russian).
9. *Eksperty otsenili gotovnost' predpriyatij k vnedreniyu sovremennykh tekhnologiy* (Experts assessed the readiness of enterprises to introduce modern technologies). Available at: <https://www.rbc.ru/newspaper/2018/07/03/5b3a26a89a794785abc9f304> (accessed 10 January 2020) (in Russian).
10. *Tifrovizatsiya promyshlennosti kak instrument povysheniya effektivnosti proizvodstva. Luchshie praktiki i novye resheniya* (Digitalization of industry as a tool to improve production efficiency. Best practices and new solutions). Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3744965> (accessed 10 January 2020) (in Russian).
11. *"Promyshlennost' pocsifrovizacii otstala, no teper' nabiraet temp"* ("The digitalization industry has lagged behind, but is now picking up pace"). Available at: <https://plus.rbc.ru/news/5d22dfd17a8aa9227a5306a1> (accessed 10 January 2020) (in Russian).
12. *Rynok IT v gossektore gotovitsya k vseobschey tsifrovizatsii* (Public sector IT market prepares for universal digitalization). Available at: [https://www.cnews.ru/reviews/ikt\\_v\\_gossektore\\_2018/articles/rynok\\_it\\_v\\_gossektore\\_gotovitsya\\_k\\_vseobshchej\\_tsifrovizatsii](https://www.cnews.ru/reviews/ikt_v_gossektore_2018/articles/rynok_it_v_gossektore_gotovitsya_k_vseobshchej_tsifrovizatsii) (accessed 20 January 2020) (in Russian).

---

**Cite this article as:**

Kulikov O. A. The Concept of "Industry 4.0" as the Basis for the Industrial Sector Reindustrialization. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2020, vol. 20, iss. 1, pp. 22–28 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-22-28>

---