

Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований*

И. С. Лола, М. Б. Бакеев

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, 20

Для цитирования: Лола И. С., Бакеев М. Б. (2019) Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. Т. 35. Вып. 4. С. 628–657.
<https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.407>

Распространение цифровых технологий в экономике изменяет производственные процессы и применяемые бизнес-модели. Связанные с четвертой промышленной революцией технологии, такие как промышленный Интернет вещей и аддитивное производство, оказывают существенное влияние на производственный цикл в обрабатывающей промышленности. В статье с использованием метода конъюнктурных наблюдений, который дополняет методы количественной статистики, выявлены кратко- и среднесрочные предпринимательские мнения и оценки, отражающие ключевые аспекты процесса цифровизации на российских предприятиях. На этой базе с учетом разграничения отраслей обрабатывающей промышленности на низко-, средне- и высокотехнологичные выявлены тенденции развития основных видов цифровых технологий, показан уровень отраслевого участия в цифровой трансформации в форме цифровизации бизнес-процессов и труда, а также раскрыт ряд других важных аспектов цифровых преобразований на предприятиях, не измеряемых количественной статистикой вообще или измеряемых ею лишь частично. Для всех рассматриваемых отраслей установлены и классифицированы по важности факторы, препятствующие цифровой трансформации. Проведенный авторами анализ результатов опроса руководителей показал существенный разброс предпринимательских суждений относительно большинства аспектов цифровизации производства. Несмотря на то что переход к Индустрии 4.0 происходит в России в рамках относительно неблагоприятного состояния делового климата, полученный срез мнений позволяет заключить, что, хотя уровень погружения обрабатывающих предприятий в процессы цифровизации и не является глубоким, прогресс в этом направлении в ряде отраслей очевиден. Рассмотрение цифровой активности в отраслевом разрезе, а также с учетом классификации отраслей на низко-, средне- и высокотехнологичные позволило выявить отраслевую специфику цифровой трансформации промышленности. В частности, показано, что некоторые технологии, такие как промышленный Интернет вещей, получили преимущественное распространение в средне- и высокотехнологичном сегменте, в то время как другие, такие как 3D-печать и метки радиочастотной идентификации, были представлены в большинстве отраслей

* Статья подготовлена в ходе проведения исследования в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) и с использованием средств субсидии при государственной поддержке ведущих университетов Российской Федерации «5–100».

обрабатывающей промышленности. К основным перспективным направлениям продолжения исследований цифровой трансформации в российской обрабатывающей промышленности можно отнести расширение программы конъюнктурного наблюдения за счет включения в него других отраслей, разработку соответствующих композитных индикаторов, перекрестный анализ взаимосвязей между экономическими показателями и цифровизацией, форсайт-исследование качественных аспектов цифровой трансформации.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая активность, цифровые технологии, обрабатывающая промышленность, конъюнктурные наблюдения, цифровые инвестиции, цифровая стратегия.

Введение

Текущий этап цифровой трансформации находится в активной стадии и характеризуется прорывной динамикой распространения и внедрения новых технологий, изменяя глобальные рынки и социальную сферу. В течение следующих десяти лет совокупная стоимость цифровизации в разных отраслях для общества и промышленности может составить более 100 трлн долл. В частности, согласно оценкам компании IDC, мировые расходы предприятий на разработку новых технологий к 2020 г. должны вырасти на 13 % — до 2,4 трлн долл., а основная доля от этих расходов будет приходиться на Интернет вещей (42 %), мобильные и социальные платформы (25 %), искусственный интеллект и технологии обработки больших данных (10 %), робототехнические комплексы (6 %) [WEF, 2018].

Неуклонное распространение цифровых технологий меняет производственные процессы и бизнес-модели, что имеет важные последствия как для национальных программ трансформации, так и для диверсификации экономики. Хотя цифровые технологии могут способствовать повышению производительности труда и расширению международной торговли, они также требуют дальновидности в отношении инклюзивности развития, планирования в области повышения автоматизации и того, как индустриализация используется для содействия экономическому ускорению. Перевод промышленного производства в цифровой формат поднимает в различных странах многие вопросы экономической и социальной политики, которые необходимо решать, руководствуясь соответствующей статистической и аналитической информацией. Это определяет необходимость расширения источников измерения цифровой экономики, в том числе и с учетом мнений непосредственных участников отраслевых цифровых событий.

Увеличивающийся масштаб информационных поводов, вызванных нарастающим объемом данных, содержащих различные аспекты цифровизации, не только усиливает повышенный экспертный интерес в области измерения различных эффектов трансформации, особенно в части нюансов происходящих изменений, которые формируют новизна, сложность и скорость цифровых проявлений, но и подчеркивает прямую зависимость успешного цифрового продвижения от наличия доступных, релевантных и сопоставимых национальных источников статистических данных.

Комплекс ключевых технологических решений, выступающих в качестве базовых основ в промышленной трансформации и формирующих фундамент цифровой экономики, в настоящее время в российской статистической практике не охваты-

вается в полной мере количественной статистикой, сложно поддается прогнозно-моделированию. Недостаточность количественного учета особенно отчетливо проявляется в нехватке оценок, характеризующих перестройку бизнес-моделей, динамику роста цифровых сервисов и распространения новых производственных архитектур, позволяющих интегрировать операционные и интеграционные технологии на всех уровнях производства, потенциала цифровых платформ и т. д. Основные процессы измеряемой цифровой экономики, как правило, затрагивают сектор услуг (здравоохранение, государственные, финансовые услуги, торговля). На фоне преобладания количественных оценок система первичных качественных индикаторов конъюнктурного мониторинга цифровой активности в промышленности способна существенно дополнить и расширить аналитические возможности официального измерения цифровой экономики.

В России официальное статистическое наблюдение за использованием ИКТ в бизнесе сводится к формированию отчетности в форме N 3-информ «Сведения об использовании информационных и коммуникационных технологий и производстве вычислительной техники, программного обеспечения и оказании услуг в этих сферах», в основном ориентированной на технологии первой волны цифровизации, включающие компьютеризацию, автоматизацию процессов, телекоммуникации¹. Среди технологий второй волны (онлайн-платформы и облачные вычисления) и третьей волны (предиктивная аналитика больших данных, IoT, робототехника, аддитивные технологии, искусственный интеллект и т. д.) в российской статистической отчетности учитываются только облачные вычисления [Китрар, Лола, 2019].

Сложившаяся неполнота информации будет отрицательно сказываться на способности и готовности любой страны использовать все возможности, которые предоставляет цифровое развитие. В этой связи для оперативного и масштабного измерения уровня проникновения информационно-цифровых технологий в российскую предпринимательскую среду нами был задействован такой метод оценки сложившегося уровня цифровой активности, как аппарат конъюнктурных обследований, признанный действенным и надежным источником альтернативного статистического измерения различных параметров экономического развития организаций и предприятий.

На основе результатов конъюнктурного мониторинга «Цифровая активность предприятий обрабатывающей промышленности» нами проанализированы оценки руководителей, характеризующих различные аспекты цифровизации в целом и уровня распространения отдельных цифровых технологий на российских предприятиях обрабатывающей промышленности в 2018 г. в частности.

Цель статьи — выявление на основе анализа результатов проведенного конъюнктурного обследования совокупности тенденций, характеризующих не измеряемые количественной статистикой важные процессы цифрового преобразования на российских предприятиях. Для достижения поставленной цели были выделены следующие основные задачи:

¹ Приказ Росстата от 18 июля 2019 г. № 410 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки, инноваций и информационных технологий». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329611/ (дата обращения: 30.04.2019).

- изучить уровень распространения технологий Индустрии 4.0 в отраслях обрабатывающей промышленности;
- сопоставить показатели цифровой активности предприятий с наличием у них стратегии в области цифровых технологий;
- исследовать тенденции целевого использования на предприятиях технологий 3D-печати и меток радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification — RFID);
- проанализировать задействование цифровых технологий в бизнес-процессах и цифровизацию труда;
- классифицировать по важности факторы, препятствующие цифровизации.

Выбор данных задач обусловлен как спецификой доступных данных, так и стремлением отразить многие аспекты цифровой трансформации. Помимо непосредственного распространения технологий, представляется важным изучение организационных, управленческих и других аспектов цифровой трансформации, которые, как показывает литература [Agostini, Filippini, 2019], нередко оказываются не менее важными.

Статья состоит из введения, основной части и заключения. Основная часть включает три раздела, первый из которых посвящен описанию концептуальных рамок исследования и существующей литературы, второй — эмпирической базы и методологии, третий — результатов исследования. В заключении сформулированы выводы и предложены направления дальнейших исследований.

1. Концептуальные рамки исследования и обзор литературы

Технологии промышленного Интернета вещей (Industrial Internet of Things — IIoT) играют ключевую роль в цифровой трансформации обрабатывающей промышленности, являющейся безусловным лидером по их внедрению и инвестициям в разработку². Кроме того, среди технологий, имеющих важное значение для цифровой трансформации таких производств, можно отметить облачные вычисления, граничные вычисления³, машинное обучение и методы обработки больших данных, искусственный интеллект, мобильные вычисления, продвинутые технологии передачи данных, системы управления предприятием, робототехнические комплексы, дополненную и виртуальную реальность, блокчейн, аддитивное производство и 3D-печать⁴.

Как показывают проведенные специалистами исследования, обрабатывающая промышленность относится к тем отраслям, которые до настоящего времени про-

² i-SCOOP. (2018) Digital transformation in the manufacturing industry: challenges and accelerators. URL: <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/digital-transformation-manufacturing/> (accessed: 30.06.2019); i-SCOOP. (2018) Industry 4.0: the fourth industrial revolution — guide to Industrie 4.0. URL: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> (accessed: 30.06.2019).

³ Граничные вычисления (edge computing) основаны на переносе обработки информации близко к источнику данных, в результате чего ее не нужно отправлять в удаленное облако или другие централизованные системы обработки (Cisco. (2019) Edge computing vs. fog computing: Definitions and enterprise uses. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/edge-computing.html> (accessed: 30.06.2019)).

⁴ i-SCOOP. (2018) Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0. URL: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> (accessed: 30.06.2019).

двигались относительно медленно с точки зрения вовлечения в процесс цифровой трансформации [McKinsey & Company, 2018]. Как и многие другие виды экономической деятельности, в различных странах данный сегмент представлен крупными и небольшими локальными производителями, развивающимися с разным потенциалом и скоростью. На многих предприятиях инициативы по цифровизации все еще носят фрагментарный характер, целостная картина изменений отсутствует, хотя подвижки очевидны⁵.

Вместе с тем, как отмечается в литературе, именно цифровизация обрабатывающей промышленности обуславливает лидерство стран в области цифровой экономики [Идрисов и др., 2018; Акбердина, 2018; Garcia-Munina et al., 2018]. Международный опыт свидетельствует о том, что чем выше уровень цифровизации, тем выше конкурентоспособность национальных экономик.

Страны-лидеры уже сегодня реализуют целый пакет масштабных государственных программ в сфере передовых технологий в промышленности и непромышленных секторах экономики, рассчитанных на запуск новой технологической революции [ЦСР, 2017].

С момента принятия национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»⁶ и «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы»⁷ организации и предприятия активно включаются в трансформационные процессы цифровизации. В условиях Индустрии 4.0 российская обрабатывающая промышленность — это сектор с высоким цифровым потенциалом, готовый взять на себя ведущую роль в цифровой трансформации, адаптируясь к новым тенденциям.

Важность и необходимость измерения уровня цифрового развития доказывается постоянно растущим числом теоретических исследований и практических работ по данной тематике. Крупные исследования, посвященные цифровизации, выпускаются ООН [United Nations, 2017], ОЭСР [OECD, 2017], Всемирным экономическим форумом [WEF, 2018], МВФ [IMF, 2018] и др. Одновременно регулярная информация предоставляется в рамках экспертных исследований крупнейших международных консалтинговых компаний, в числе которых такие лидеры рынка, как McKinsey, PwC, Deloitte, Forrester, выпускающие отдельные отчеты по цифровизации экономики в целом и ее различных отраслей (например, по промышленности), в частности [McKinsey & Company, 2018; PwC, 2017; Deloitte, 2019; Forrester, 2019].

Наряду с международными, национальными организациями и консалтинговыми компаниями, активным исследованием экономических аспектов цифровых практик и технологий занимается научное сообщество. В последние годы начала

⁵ i-SCOOP. (2018) Digital transformation in the manufacturing industry: challenges and accelerators. URL: <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/digital-transformation-manufacturing/> (accessed: 30.06.2019).

⁶ Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Утвержден президентом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16). URL: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLoBgczMkPF.pdf> (дата обращения: 24.05.2019).

⁷ О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102431687> (дата обращения: 30.04.2019).

появляться литература, посвященная вопросам организации и управления в условиях Индустрии 4.0 [Agostini, Filippini, 2019; Tortorella, Fettermann, 2018]. Большое количество работ посвящено концептуальному теоретическому, дискурсивному анализу Индустрии 4.0 и цифровой экономики [Liao et al., 2017; Reischauer, 2018], авторы многих публикаций измеряют и описывают микро- и макроэкономические эффекты от внедрения цифровых технологий, используя различные количественные и качественные методы [Yunis, Tarhini, Kassar, 2018; Russo, 2019; Mićić, 2017; Bieser, Hilty, 2018]. В России исследование цифрового развития предприятий в настоящее время также находится в активной стадии, что подтверждается растущим количеством научных публикаций, посвященных подобной проблематике [Земцов, Барина, Семенова, 2019; Филиппов, 2018; Идрисов и др., 2018; Акбердина, 2018; Толстых, Гамидуллаева, Шкарупета, 2018].

В то же время возможности для измерения и экономического анализа цифровой трансформации промышленности сильно ограничены из-за недостатка релевантных количественных данных и быстрого устаревания утверждаемых на государственном уровне практик измерения. В этих условиях основным инструментом измерения становятся опросы предпринимателей. На международном уровне существует достаточное количество исследований, построенных на такой эмпирической базе [Basl, 2017; Bley, Leyh, Schäffer, 2016; Bogner et al., 2016]. Настоящая работа продолжает намеченную ими линию с использованием российских данных.

2. Данные и методология исследования

Данные. Эмпирической базой настоящего исследования выступили результаты мониторинга, содержащего кратко- и среднесрочные оценки уровня цифровой активности (распространения цифровых технологий) на крупных и средних российских промышленных предприятиях в 2018 г. В частности, в рамках специально организованного конъюнктурного наблюдения, выполненного АНО «Статистика России» по заказу Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, на основе мнений и намерений руководителей промышленных производств впервые в статистической практике были выявлены тенденции, характеризующие динамику и масштаб освоения цифровых технологий по их основным видам, уровню отраслевой готовности к цифровому переходу и непосредственного участия, инвестиционного потенциала, а также барьеров для реализации цифровой трансформации. Мониторинг проводился методом самозаполнения анкет респондентами (директорами или менеджерами предприятий), обладающими необходимым уровнем компетенции в отношении задаваемых в анкете вопросов.

Отбор организаций для проведения опросов по деловой активности производился территориальными органами государственной статистики самостоятельно. В обследовании общая совокупность единиц наблюдения представлена 1230 предприятиями, зарегистрированными на территории России, входящими в разделы В, С, D до второго уровня классификации ОКВЭД-2.

В настоящей работе объектом исследования обозначен сектор обрабатывающей промышленности, который рассматривался в соответствии с отраслевой классификацией, разграничивающей отрасли по технологическому уровню. Несмотря

на определенную условность разделения сегментов промышленности на технологические категории, визуальное представление результатов исследования с учетом технологической дифференциации, на наш взгляд, может быть полезно для выявления существующих тенденций. Стоит отметить, что использованное на этом этапе разделение на технологические сегменты никаким образом не влияло на сами полученные результаты и при желании им можно пренебречь [Carroll, 2000] или использовать альтернативные классификации — например, предложенную в следующей работе [Galindo-Rueda, Verger, 2016].

В данной статье применялась классификация, разработанная ЮНИДО и рекомендованная для применения в странах СНГ [ЮНИДО, 2017; Upadhyaya et al., 2016; Kitrar et al., 2016]. В ее основе лежит Международная стандартная промышленная классификация (International Standard Industrial Classification — ISIC) и Стандартная международная торговая классификация (Standard International Trade Classification — SITC), а также адаптированная к особенностям стран региона версия классификации ОЭСР, связывающая отраслевые расходы на исследования и разработки с объемом добавленной стоимости и производством. Классификация включает следующие технологические категории: переработку сырья; низкотехнологичные производства; средне- и высокотехнологичные производства.

В исследовании были задействованы наиболее представительные отрасли с точки зрения охвата выборочной совокупности, представляющие только низко-, средне- и высокотехнологичные производства. В частности, к низкотехнологичным производствам относятся отрасли с низким уровнем технологий, предъявляющие достаточно простые требования к навыкам и квалификации работников, но более капиталоемкие [ЮНИДО, 2017].

Средне- и высокотехнологичные обрабатывающие производства для России объединены, согласно рекомендациям ЮНИДО [ЮНИДО, 2017], в одну группу, характеризующуюся сложными технологиями и высокими требованиями к квалификации персонала.

В табл. 1 представлена классификация видов экономической деятельности обрабатывающей промышленности в соответствии с номенклатурой из классификатора ОКВЭД-2, а также используемые для их обозначения краткие наименования. Набор отраслей в технологических категориях «низкотехнологичные производства» и «средне- и высокотехнологичные производства» соответствует рекомендациям ЮНИДО.

Методология. Происходящие преобразования требуют оперативного выявления новых траекторий развития российской обрабатывающей промышленности. В этой связи для оперативного и масштабного измерения уровня проникновения информационно-цифровых технологий в российскую предпринимательскую среду нами был задействован такой метод оценки сложившегося уровня цифровой активности, как аппарат конъюнктурных обследований, считающийся действенным и надежным источником альтернативного статического измерения различных параметров экономического развития организаций и предприятий [Starr, 2014]. С нашей точки зрения, необходимым звеном в успешном выстраивании цифровых секторов экономики являются бизнес-опросы, в основе которых лежат совокупные оценки непосредственных участников цифровизации — предпринимателей.

Таблица 1. Классификация видов экономической деятельности обрабатывающей промышленности по уровню технологического развития в соответствии с ОКВЭД-2 (2017–2018 гг.)

Код ОКВЭД-2	Средне- и высокотехнологичные производства	Код ОКВЭД-2	Низкотехнологичные производства
20	Производство химических веществ и химических продуктов («Химические вещества и продукты»)	13	Производство текстильных изделий («Текстиль»)
21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях («Лекарства», «Фармацевтика»)	14	Производство одежды («Одежда»)
26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий («Компьютеры, электронные и оптические изделия»)	15	Производство кожи и изделий из кожи («Кожа»)
27	Производство электрического оборудования («Электрическое оборудование»)	19	Производство кокса и нефтепродуктов («Кокс и нефтепродукты»)
28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки («Машины и оборудование (не вкл.)»)	22	Производство резиновых и пластмассовых изделий («Резина и пластик»)
29	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов («Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы», «Автотранспорт»)	24	Производство металлургическое («Металлургия»)
		25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования («Готовые металлические изделия»)
		31	Производство мебели («Мебель»)

Источник: «ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31 января 2014 г. № 14-ст) (ред. от 20 февраля 2019 г.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (дата обращения: 30.07.2019).

Построение программы конъюнктурного мониторинга цифровой активности в формате получения надежных данных, т.е. исчерпывающих, высококачественных и сопоставимых по видам экономической деятельности результатов предпринимательских опросов, базировалось на международном опыте становления и измерения цифрового прогресса. основополагающими источниками при разработке программы обследования выступили:

- соответствующая практика Европейской комиссии в части методологии создания и внедрения единой цифровой повестки в Европе, направленная на обеспечение устойчивых экономических и социальных выгод от цифровизации рынка, а также по проведению ежегодных обследований инфор-

мационного общества (обеспечивающих часть гармонизированных для всех членов Европейского союза статистических данных для мониторинга цифровой экономики и общества до 2021 года — «Monitoring the Digital Economy & Society 2016–2021» [European Commission, 2015]);

- базовая стратегия и платформа ЕК по цифровизации европейской промышленности для достижения полной выгоды от единого цифрового рынка и цифровых инноваций;
- основные положения и планы ЕК по оказанию содействия европейской промышленности, малому и среднему бизнесу, исследователям и государственным органам в вопросах максимального использования цифровых технологий;
- составные показатели эффективности, объединяемые в европейский индекс цифровой экономики и общества (The Digital Economy and Society Index — DESI) (ключевые блоки, методология построения и практика анализа результатов) [European Commission, 2018].

Опрос руководителей промышленных организаций проводился по специально разработанной анкете «Обследование деловых тенденций и цифровой активности промышленности», содержащей 15 укрупненных тематических блоков вопросов, соответствующих следующим качественным параметрам деятельности:

- показатели деловой активности производств (ключевые отраслевые тенденции, характеризующие спрос, выпуск, загрузку мощностей и т. д.);
- показатели цифровой активности производств (тенденции, отражающие уровень цифровизации предприятий с точки зрения интеграции различных цифровых технологий; стратегические инициативы; потенциал человеческих ресурсов/цифровых навыков и т. д.);
- основные факторы, препятствующие внедрению и применению цифровых технологий.

В целом система индикаторов и структура соответствующих вопросов в программе обследования основывается на следующих стандартных методологических принципах, вытекающих из рекомендаций Организации экономического сотрудничества и развития и Статистического департамента Европейской комиссии:

- вопросы относятся к характеристикам деятельности непосредственно обследуемой организации;
- они отражают динамику показателей за год;
- по всем вопросам, касающимся оценок динамики (тенденций) показателей, используется трехкатегорийная градуировка: количество респондентов, отмечающих рост (улучшение), без изменений, спад (ухудшение) соответственно;
- вся информация, полученная в процессе конъюнктурного обследования, носит качественный характер.

Конъюнктурные наблюдения представляют собой метод сбора информации от определенного количества единиц или индивидов, составляющих выборку, с целью выработки значимых выводов об основных тенденциях в изменении генеральной совокупности. Подробный анализ методики квантификации таких качественных

данных для их обобщения и дальнейшего исследования, в частности используемый в данной статье, содержится в [Китрар, Липкинд, Остапкович, 2018].

Преимуществом данной методики является возможность получать оцифрованные ответы экономического сообщества на многие ключевые вопросы, связанные с краткосрочными особенностями отраслевого функционирования, которые нередко не отражаются в официальной количественной статистике. Традиционные количественные статистические данные характеризуют изменения в объективных условиях, а данные качественных обследований показывают, как экономические агенты интерпретируют и оценивают эти изменения. Качественная информация с успехом применялась и продолжает применяться в макроэкономических исследованиях, исследованиях в области теории отраслевых рынков и инноваций, экономики общественного сектора, окружающей среды, экономики развития и т. д. [Starr, 2014].

В итоге анализ полученных результатов заключался в традиционном измерении интенсивности развития или распространенности того или иного аспекта наблюдения (показателя) и последующей классификации результатов измерения. Аналитическая интерпретация заявленных к исследованию процессов цифровизации промышленных предприятий выражалась в доступной для пользователя визуализации, характеризующей в реальном масштабе времени текущие и ожидаемые деловые тенденции изменения показателей цифровой активности.

Учитывая, что на данный момент существует множество альтернативных методологических подходов к измерению и представлению результатов измерения эффектов и процессов цифровизации, было принято решение дополнительно задействовать некоторые из них для поставленных задач, адаптировав их для российской практики измерения цифровой активности. В частности, наряду с традиционными методами обработки и анализа непараметрической информации был использован подход, впервые примененный McKinsey при измерении уровня реального задействования цифровых технологий в бизнес-процессах и уровня цифровизации труда [McKinsey & Company, 2015]. Он состоит в разделении показателей цифровой активности на три категории: «цифровые активы» (*digital assets*), «используемые в бизнес-процессах цифровые технологии» (*digital usage*) и «цифровой труд» (*digital labor*). Данная классификация была предложена в рамках методологии построения индекса цифровизации MGI для 22 секторов экономики США [McKinsey & Company, 2015]. В силу работы с качественными непараметрическими индикаторами в статье был исключен показатель цифровых активов, для адекватного измерения которого необходимы данные в количественной форме. Один из результатов исследования McKinsey состоял в том, что именно цифровые технологии в бизнес-процессах и цифровой труд являются ключевыми для цифровой трансформации отраслей экономики, поэтому исключение этого показателя представляется допустимым. В статье данное разделение было адаптировано для российской практики измерения цифровой активности. Исследование цифровой трансформации в подобном дифференцированном виде оказалось важным для выявления конкретных аспектов цифровизации, нуждающихся в дополнительном внимании со стороны бизнеса и государства.

3. Результаты исследования

3.1. Распространение технологий Индустрии 4.0 в отраслях обрабатывающей промышленности

В настоящей работе цифровые технологии изучаются с точки зрения степени их распространенности на предприятиях российской обрабатывающей промышленности в 2018 г. Результаты анализа представлены в соответствии с отраслевой классификацией и распределением по уровню внедрения (рис. 1, 2).

На базе анкеты обследования были выделены девять технологий, внедрение которых на производствах констатировали опрошенные респонденты: 1) интеллектуальные робототехнические комплексы; 2) аддитивные технологии; 3) 3D-печать; 4) технологии открытого производства; 5) облачные вычисления; 6) технологии промышленной аналитики; 7) IoT; 8) технологии обработки больших данных; 9) RFID.

В рамках каждой исследуемой технологии отраслевая совокупность распределялась на три сегмента, согласно высокому, среднему и низкому уровням. Принципом такого деления выступило экспертное распределение выборочной совокупности по размеру доли респондентов, указавших на факт внедрения той или иной технологии. Отраслям с наибольшим охватом явления присваивался высокий уровень распространения технологии, со средним — средний и с низким — соответственно низкий.

Как показано на рис. 1, в средне- и высокотехнологичных отраслях лидирующей технологией с точки зрения высокого уровня присутствия на производствах стал IoT. Именно в рамках данной технологии оказалось сконцентрировано наибольшее количество отраслей, в число которых вошли предприятия по производству компьютеров, электронных и оптических изделий; электрического оборудования; химических веществ и продуктов; автотранспортных средств и прицепов.

Кроме IoT, к технологиям, аккумулирующим в сегменте высокого уровня значительное число отраслей, следует отнести интеллектуальные робототехнические комплексы, технологии промышленной аналитики и RFID. Отраслями с высоким уровнем распространения технологии RFID стали фармацевтика, автопроизводство и производство машин и оборудования.

Дальнейшая дифференциация отраслей в рамках высокого уровня задействования оставшихся технологий показала, что аддитивные технологии и 3D-печать были распространены в автопроизводстве и компьютерном производстве. Этот результат соответствует существующим исследованиям использования аддитивного производства в отраслевом разрезе [Rauch, Unterhofer, Dallasega, 2018].

Есть основания предполагать, что в ближайшем будущем аддитивное производство будет развиваться активными темпами. В России уже появились производители соответствующих материалов и промышленных 3D-принтеров, накопилась большая масса разработок и аддитивная отрасль включена в технологическую повестку государства⁸.

⁸ J'son & Partners (2019) Рынок 3D-печати в России и мире. URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-3d-pechati-v-rossii-i-mire-additivnoe-proizvodstvo-ap-additive-manufacturing-am-2018-g-20190117060056 (дата обращения: 30.04.2019).

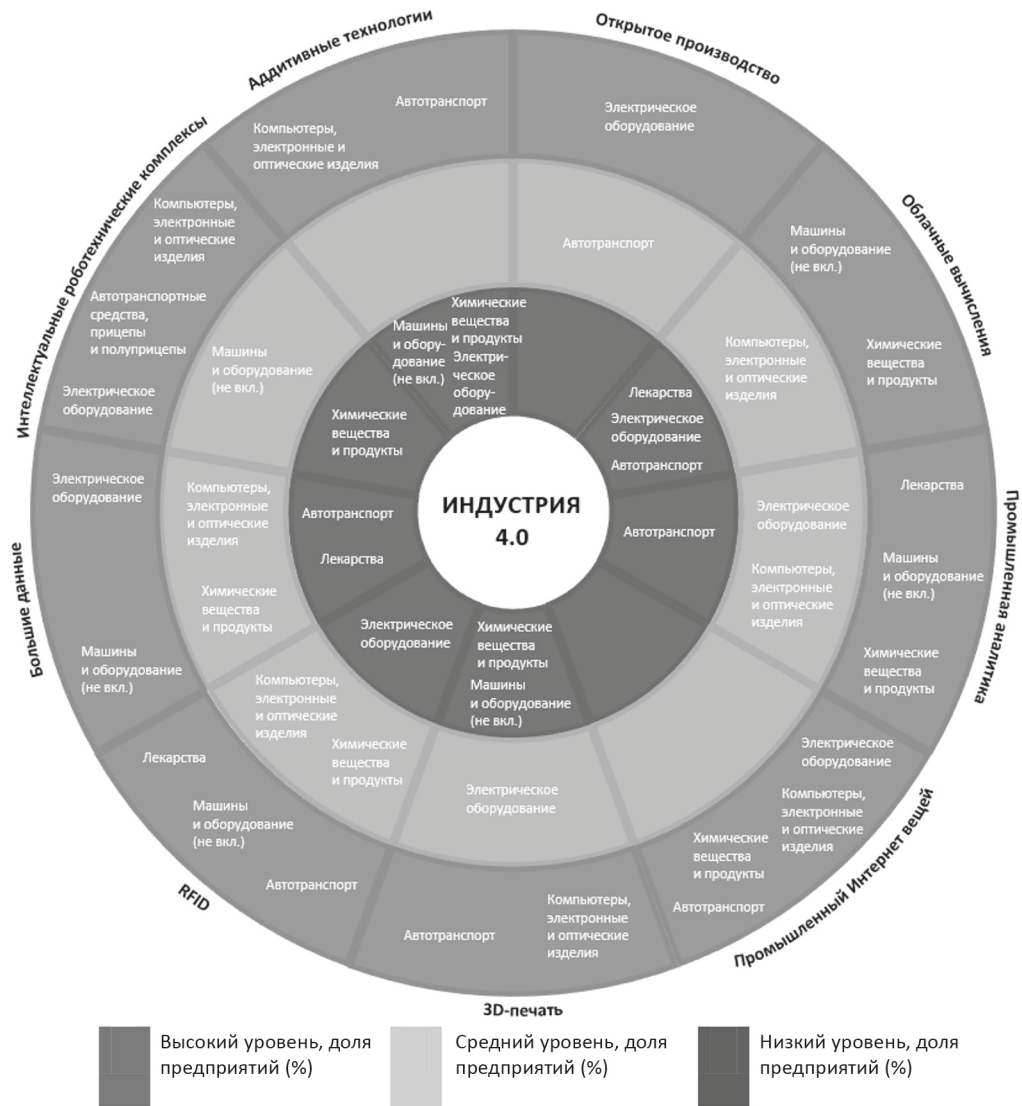


Рис. 1. Распределение средне- и высокотехнологичных отраслей по степени распространенности цифровых технологий

На рис. 2 отражен уровень распространения цифровых технологий среди группы низкотехнологичных отраслей. Самыми распространенными в рассматриваемой отраслевой совокупности стали технологии облачных вычислений. Как показали результаты опроса руководителей предприятий, сразу в трех отраслях — металлургии, производстве готовых металлических изделий и производствах резиновых и пластмассовых изделий — данная технология применялась на производствах на высоком уровне.

Следующими относительно распространенными технологиями оказались интеллектуальные робототехнические комплексы, Big Data и RFID, на высоком уровне

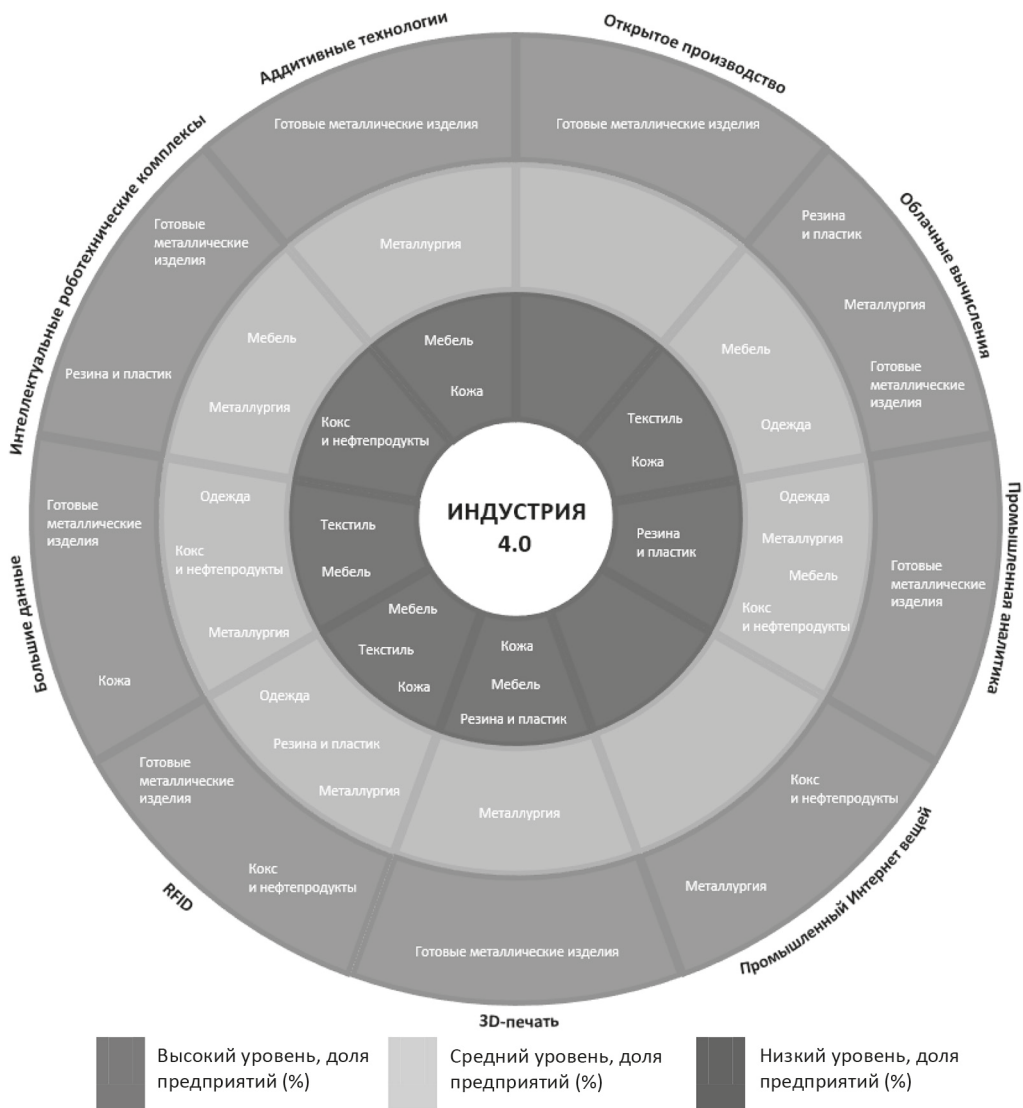


Рис. 2. Распределение низкотехнологичных отраслей по степени распространенности цифровых технологий

присутствующие в сегменте готовых металлических изделий, производствах резиновых и пластмассовых изделий, кожи, а также кокса и нефтепродуктов.

Как показал анализ, производство готовых металлических изделий в рамках низкотехнологичного сегмента стало отраслью, наиболее восприимчивой к цифровым технологиям. Низкому уровню освоения цифровых технологий в основном соответствовали промышленные предприятия по производству текстильных изделий, мебели и кожи.

3.2. Цифровая активность предприятий и наличие стратегии в области цифровых технологий

Возможности программы конъюнктурного обследования позволяют измерять совокупный уровень цифровой активности и исследовать наличие стратегии в области цифровых технологий на предприятиях. Учитывая проведенный анализ уровня распространения цифровых технологий на производствах, важно выявить и детально продемонстрировать особенности распределения отраслей согласно сложившейся цифровой активности и наличию стратегии в области цифровых технологий.

Для этого были выявлены две совокупности результатов опроса, первая включает в себя отраслевые оценки руководителей, характеризующих уровень собственной цифровой активности как «высокий», и вторая — долю респондентов, констатировавших наличие стратегии в области цифровых технологий. Аналитическая интерпретация результатов показана на рис. 3.

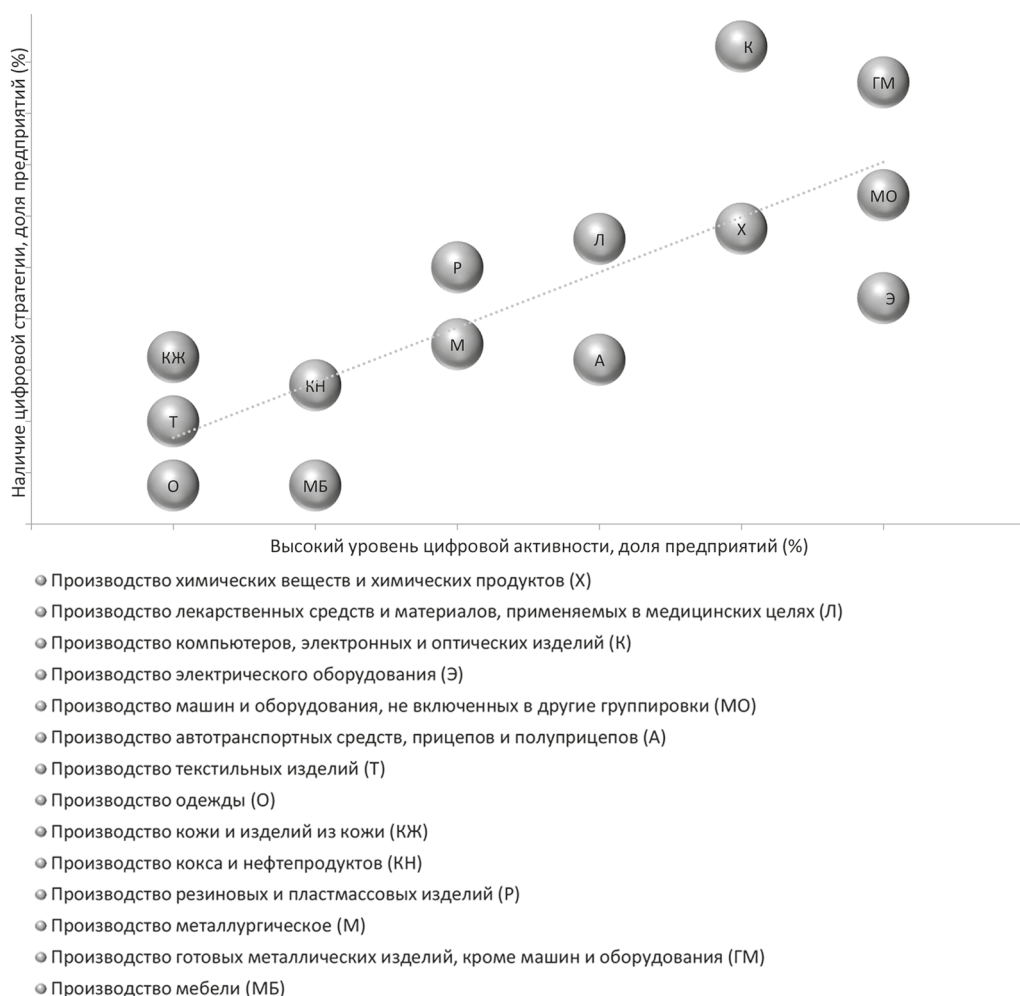


Рис. 3. Распределение отраслей обрабатывающей промышленности по уровню цифровой активности и наличию стратегии в области цифровых технологий

В группу, заключившую максимальную долю предприятий с высокой цифровой активностью и развивающихся в рамках разработанной стратегии в области цифровых технологий, вошли компьютерное производство и производство готовых металлических изделий, что вполне сопрягается с результатами распределения отраслей по уровню распространения цифровых технологий, определяя их в числе лидирующих. Несколько меньшая концентрация таких производств была представлена предприятиями по производству машин и оборудования, химии и лекарств. Особняком расположена отрасль электрического оборудования, где на фоне достаточно высокого уровня цифровой активности прослеживается средняя концентрация таких производств, функционирующих на основе стратегии. Наконец, в группу, аккумулировавшую наименьшую долю предприятий с высоким уровнем цифровой активности и сравнительно небольшую долю производств, располагавших собственной стратегией, вошли производства кожи, текстиля, одежды, мебели, а также кокса и нефтепродуктов.

В целом существующее распределение частично пересекается с тенденциями, представленными радаром, хотя наблюдаются и некоторые исключения. Можно предположить, что восприятие директорским корпусом цифровой активности собственных предприятий в значительной степени зависит от наличия у них общего понимания ситуации и стратегии дальнейшего развития. Количество и разнообразие внедряемых цифровых технологий иногда могут иметь меньшее значение, как видно, например, в случае фармацевтики: как отмечалось, данная отрасль оказалась среди тех, где наименьшее количество цифровых технологий было распространено на высоком и среднем уровнях, однако это не сказалось негативно на восприятии руководителями предприятий соответствующего уровня цифровой активности.

3.3. Тенденции целевого использования на предприятиях технологий 3D-печати и RFID

Исходя из возможностей информационного контента, представленного результатами конъюнктурного наблюдения, нами проработаны и продемонстрированы тенденции целевого использования на предприятиях двух актуальных технологий: 3D-печати и RFID. Для этой задачи были проранжированы цели применения данных технологий на предприятиях среди отраслей, где распространено их использование, исходя из доли респондентов, констатирующих тот или иной целевой ориентир.

На рис. 4 представлены результаты исследования уровня использования и масштаба распространения 3D-печати по различным целям в отраслях обрабатывающей промышленности. Одним из самых распространенных целевых назначений оказалось изготовление прототипов и моделей для внутреннего использования. Как видно, можно вести речь о широком присутствии явления в каждой отрасли, за исключением производства мебели.

Изготовление прототипов и деталей для продажи в качестве целей оказались на предприятиях сравнительно менее распространенной практикой применения 3D-технологии, однако они представлены в таких отраслях, как компьютерное, машинное производство, производство резины и пластика, металлургия, производство мебели и готовые металлические изделия.

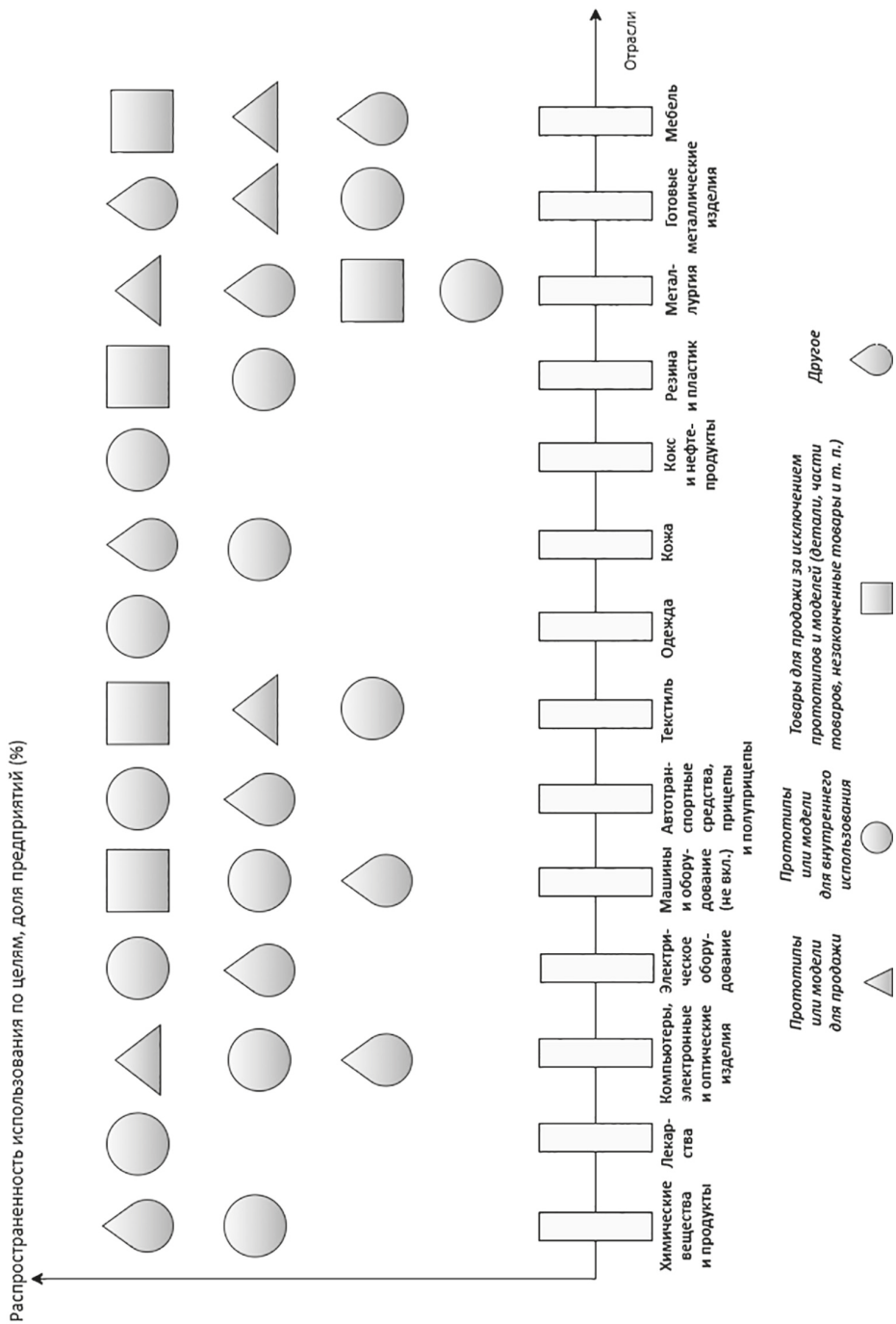


Рис. 4. Цели использования технологии 3D-печати на предприятиях обрабатывающей промышленности

Распространенность использования по целям, доля предприятий (%)

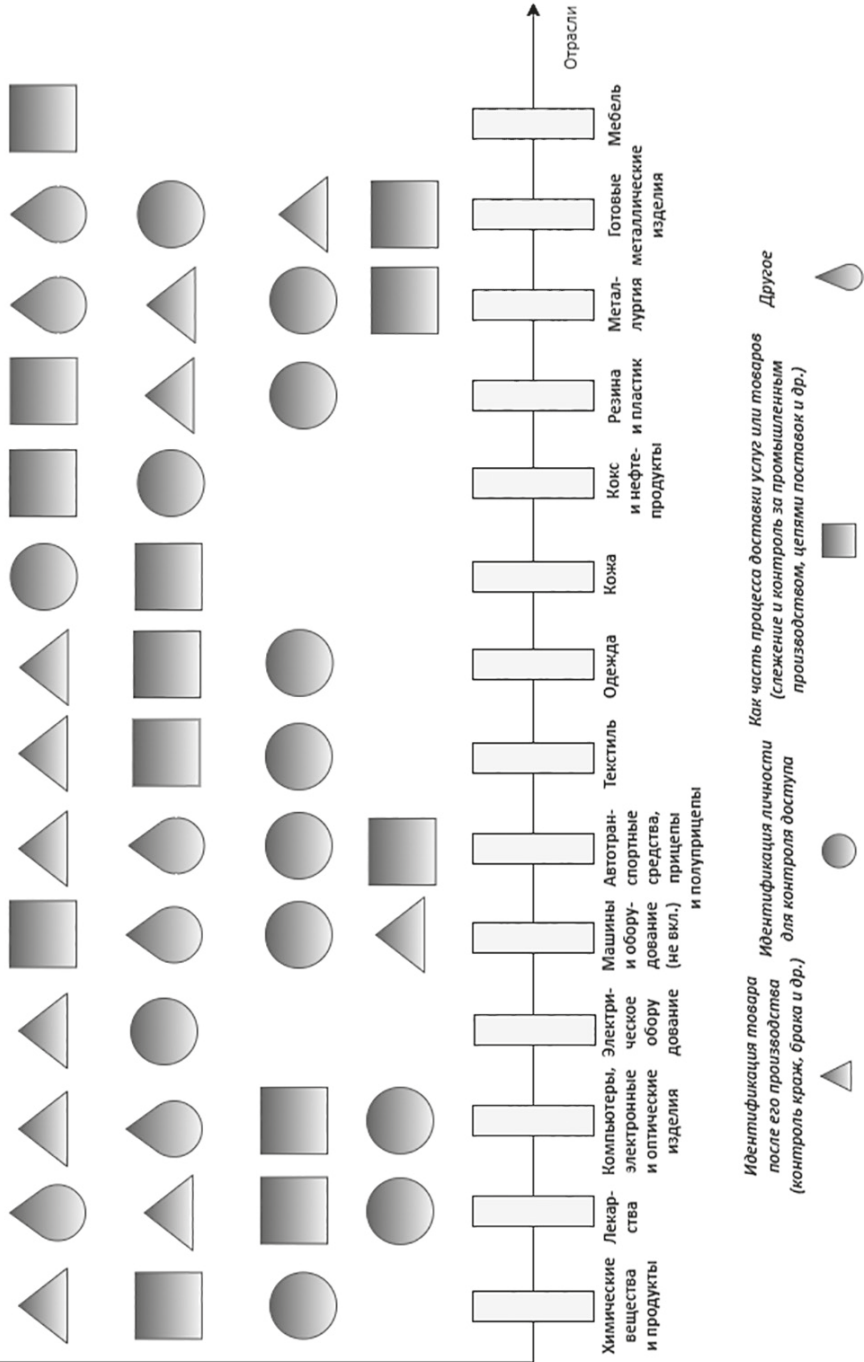


Рис. 5. Цели использования технологии RFID на предприятиях обрабатывающей промышленности

Как можно заключить, в России аддитивные технологии на данный момент реализуются преимущественно для вспомогательного внутреннего производства, однако вместе с ожидаемым сильным развитием аддитивных технологий в ближайшее время вполне вероятно тенденция повышения роли использования 3D-печати для изготовления реальных товаров и деталей. Свидетельством в пользу будущего активного продвижения аддитивных технологий в России является разработка государством «Комплексного плана мероприятий по развитию и внедрению аддитивных технологий в Российской Федерации на период 2018–2025 гг.»⁹.

Далее рассмотрены сложившиеся приоритеты в целях использования RFID на предприятиях. На рис. 5 представлены результаты исследования уровня использования и охвата данной технологии по различным целям.

В конъюнктурном обследовании исследовались три основных способа их применения: 1) в процессе производства и поставки товаров; 2) для идентификации товара после его производства; 3) для идентификации личности и контроля доступа.

RFID в целом продемонстрировала достаточный масштаб распространения на предприятиях вне зависимости от целевого применения. Однако наиболее часто RFID используется в рамках идентификации личности, что было установлено по всем рассматриваемым нами отраслям обрабатывающей промышленности, за исключением производства мебели.

Вместе с тем наиболее высокий уровень использования системы маркировки был зафиксирован в целях идентификации товаров и как часть процесса их доставки. В частности, сразу в шести отраслях промышленности — производство химических продуктов; компьютеров, электронного и оптического оборудования; электрического оборудования; автотранспорт; текстиль; одежды — RFID задействована в процессе идентификации промышленных товаров. В производстве машин и оборудования, кокса и нефтепродуктов, мебели, резины и пластика наиболее высокий уровень применения RFID прослеживался в процессе доставки товаров.

3.4. Цифровые технологии в бизнес-процессах и цифровизация труда

Исходя из поставленных задач, на основе полученных результатов обследования необходимо установить, какие критерии цифровых преобразований и в какой степени определяли задействование технологий в текущих бизнес-процессах, а также какие из них оказались ключевыми для цифровизации труда в обрабатывающих производствах в 2018 г. Для решения данных задач был избран подход McKinsey, описанный в разделе методологии [McKinsey & Company, 2015]. В частности, для решения каждой из них экспертным путем были отобраны критерии из анкеты обследования, максимально соответствующие двум категориям — «цифровое использование» и «цифровой труд».

Сначала следует обратиться к ключевым критериям использования цифровых технологий в бизнес-процессах. В качестве ориентиров были выбраны 7 показа-

⁹ ВИАМ. (2018) Евгений Каблов выступил на заседании Межведомственной рабочей группы по развитию аддитивных технологий. URL: <https://viam.ru/news/5275> (дата обращения: 30.03.2019).

Таблица 2. Использование цифровых технологий в бизнес-процессах

Критерий		Использование сервисов облачных услуг	Обмен информацией в электронном виде на предприятии	Обмен информацией в электронном виде по управлению цепями поставок с другими предприятиями	Электронное выставление счетов	Оборот электронной торговли продукции	Использование ПК, портативных компьютеров, других портативных устройств	Доступ к Интернету и использование Интернета в рабочих целях на предприятии
Средне- и высокотехнологичные	Химические вещества и продукты	■	■	■	■	■	■	■
	Лекарства	■	■	■	■	■	■	■
	Компьютеры, электронные и оптические изделия	■	■	■	■	■	■	■
	Электрическое оборудование	■	■	■	■	■	■	■
	Машины и оборудование (не вкл.)	■	■	■	■	■	■	■
	Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы	■	■	■	■	■	■	■
Низкотехнологичные	Текстиль	■	■	■	■	■	■	■
	Одежда	■	■	■	■	■	■	■
	Кожа	■	■	■	■	■	■	■
	Кокс и нефтепродукты	■	■	■	■	■	■	■
	Резина и пластик	■	■	■	■	■	■	■
	Металлургия	■	■	■	■	■	■	■
	Готовые металлические изделия	■	■	■	■	■	■	■
	Мебель	■	■	■	■	■	■	■

■ Высокий уровень, доля предприятий (%) ■ Средний уровень, доля предприятий (%) ■ Низкий уровень, доля предприятий (%)

телей, уровень которых руководители оценивали «выше нормального» (табл. 2). Некоторые критерии соприкасаются в своих формулировках с внедренными цифровыми технологиями (рис. 1, 2), однако здесь эти же технологии рассматриваются сквозь иную призму. Если ранее основными ориентирами выступили данные о количестве предприятий, на которых хоть в какой-то мере был опыт внедрения той или иной технологии, то в настоящем разделе — это данные о количестве производств с высокой интенсивностью использования технологии или широким распространением определенных практик цифровой экономики.

Визуализация показывает, что средне- и высокотехнологичные отрасли отличаются от низкотехнологичных более высоким уровнем задействования облачных

сервисов, подчеркивая определенный уровень цифрового разрыва. Исключением здесь является только автопроизводство, где интенсивность использования облачных сервисов относительно низкая. Схожая тенденция прослеживается по показателю электронной торговли, хотя здесь исключений среди средне- и высокотехнологичных отраслей больше — это химическое производство и производство электрического оборудования.

В производстве электрического оборудования относительные уровни использования цифровых устройств и Интернета наиболее высоки среди средне- и высокотехнологичных отраслей, хотя эта отрасль отстает по обмену информацией в цифровом виде с клиентами и поставщиками. В производстве машин и оборудования актуальным критерием выступает «электронное выставление счетов».

В фармацевтике относительно меньшую интенсивность использования демонстрируют такие критерии, как «обмен информацией в цифровом виде с клиентами и поставщиками», «электронное выставление счетов» и «использование цифровых устройств».

Низкотехнологичные отрасли прежде всего выделяются тем, что, в отличие от средне- и высокотехнологичных, фокусируются на критерии «электронное выставление счетов». Такая специфика распространений технологий в бизнес-процессах происходит в производствах текстильных изделий, одежды, кожных изделий, кокса и нефтепродуктов и готовых металлических изделий. Впрочем, в остальных низкотехнологичных отраслях этот критерий показывает низкий уровень интенсивности.

Кроме того, в таких производствах достаточно широко распространены технологические процессы, связанные с критерием «обмен информацией в цифровом виде с клиентами и поставщиками». По этому критерию высокую интенсивность демонстрируют предприятия по производству изделий из кожи, резины и пластика и готовых металлических изделий.

В целом как в средне- и высокотехнологичном, так и низкотехнологичном сегментах использование цифровых технологий в бизнес-процессах распространено достаточно равномерно по различным критериям, за исключением тех, по которым наблюдается отставание в рамках всех отраслей.

Далее целесообразно рассмотреть категории цифровизации труда. Критерии — ориентиры «цифрового труда» представлены в табл. 3. Здесь наблюдается несколько больший разброс в акцентах критериев между отраслями.

Ожидаемо, лидерами по привлечению на работу специалистов ИКТ стали компьютерное производство и производство электрического оборудования. По развитию централизованных образовательных программ в области цифровых технологий все отрасли разделились между двумя группами с большим разрывом между ними: в химическом производстве, производствах электрического оборудования, машин и оборудования, кокса и нефтепродуктов, резины и пластика и готовых металлических изделий подобные программы проводились с относительно большой интенсивностью, а в остальных отраслях — с заметно меньшей. При этом оплате сторонних тренингов и курсов по обучению навыкам ИКТ уделяется внимание хотя бы на среднем уровне практически во всех отраслях, за исключением производств одежды и мебели, что говорит о понимании работодателями необходимости инвестировать в цифровой человеческий капитал своих сотрудников хотя бы на

Таблица 3. Цифровизация труда

Критерий Отрасль		Выполняется собственными сотрудниками										
		Численность занятых специалистов ИКТ	Централ. образов. программы по ИКТ для сотрудников	Связанные с ИКТ тренинги для сотрудников	Вакансии для спец. ИКТ, которые трудно заполнить	Поддержка ИКТ инфраструктуры предприятия	Поддержка офисного ПО	Разработка систем и ПО для управления предприятием	Поддержка систем по управлению предприятием	Разработка корпоративных веб-порталов	Поддержка корпоративных веб-порталов	Безопасность и защита данных
Средне- и высокотехнологичные	Химические вещества и продукты	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Лекарства	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Компьютеры, электронные и оптические изделия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Электрическое оборудование	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Машины и оборудование (не вкл.)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Низкотехнологичные	Текстиль	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Одежда	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Кожа	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Кокс и нефтепродукты	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Резина и пластик	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Металлургия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Готовые металлические изделия	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Мебель	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Высокий уровень, доля предприятий (%) ■ Средний уровень, доля предприятий (%) ■ Низкий уровень, доля предприятий (%)

базовом уровне. Многие отрасли ощущают нехватку ИКТ специалистов для заполнения существующих вакансий, что также свидетельствует об осознании необходимости цифровой трансформации и сотрудников с развитыми компетенциями в области цифровых технологий.

Что касается осуществления собственными сотрудниками компании различных функций в сфере цифровых технологий, то здесь наблюдается относительно равномерное распределение. В компьютерном производстве в силу спец-

ифики отрасли больше предприятий, где собственные сотрудники занимаются разработкой программного обеспечения и корпоративных веб-порталов. В производстве машин и оборудования, согласно полученным результатам, связанные с Интернетом функции по разработке и поддержке корпоративных веб-порталов больше возлагаются на собственных сотрудников. Из отдельных отраслей здесь выделяется автопроизводство, где значительное количество критериев цифровизации труда свидетельствует об отставании. Наряду с ним в химическом производстве, металлургии, текстильном производстве и производстве кожаных изделий наблюдается меньшее распространение специалистов ИКТ, что, возможно, также требует внимания.

3.5. Факторы, препятствующие цифровизации

Учитывая, что одной из главных целей проведения мониторинга цифровой активности выступало выявление специфичных отраслевых проблем, затрудняющих процесс цифровизации производств в 2018 г., на заключительном этапе исследования были проанализированы результаты опроса, позволяющие установить факторы, относящиеся к числу главных препятствий на пути цифровизации.

Следует подчеркнуть, что формирование делового климата, отдельные параметры которого являются определяющими для цифрового потенциала, происходило в рамках вялотекущего низкого роста обрабатывающей промышленности с фоновой стагнацией, заметно ниже среднемирового уровня. Слабость инвестиционного и потребительского спроса, экономическая неопределенность и ряд других отрицательных составляющих, тормозящих развитие промышленного бизнеса, на фоне отсутствия акцентированных факторов улучшения деловой конъюнктуры, негативно влияли на динамику промышленного производства отраслей. В результате в ходе реализации стратегических инициатив, связанных с внедрением и развитием цифровых технологий, экономические агенты неизбежно сталкивались не только со специфичными для данного процесса проблемами, но и со сложностями, вызванными внешними экономическими условиями.

Для выявления степени значимости проблем в средне- и высокотехнологичных, а также низкотехнологических отраслях были классифицированы данные о доле предприятий из каждой отрасли в общем количестве предприятий, руководители которых упоминали влияние того или иного фактора. Применялась трехкатегорийная градуировка (например, факторы, которые отмечались респондентами наиболее часто, признавались самыми значимыми). Результаты для обрабатывающей промышленности, согласно дифференциации по технологическому уровню, представлены в табл. 4.

В целом анализ показал более резкую и негативную реакцию на проблемы в отраслях, обладающих наибольшей динамикой продвижения в рамках цифровой трансформации. В частности, в ряде отраслей — в производстве машин и оборудования, производстве готовых металлических изделий и производстве резины и пластика — практически все факторы ощущаются довольно сильно. За ними следуют производство электрического оборудования, компьютерное производство, химическое производство и металлургия, где также выделяется относительно большое количество факторов, тормозящих цифровую трансформацию.

Таблица 4. Распределение факторов, препятствовавших цифровизации, 2018 г.

Отрасль		Фактор								
		Отсутствие достаточного бюджета	Отсутствие выработанной цифровой стратегии	Низкий уровень цифровой грамотности специалистов на предприятии	Инфраструктурные ограничения	Низкий показатель возврата инвестиций в области цифровой трансформации	Низкая готовность производства к цифровой трансформации	Недостаточное нормативное регулирование	Отсутствие благоприятных и стабильных экономических условий в стране	Барьеры для коммерческой деятельности в Интернете
Средне- и высокотехнологичные	Химические вещества и продукты	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Лекарства	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Компьютеры, электронные и оптические изделия	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Электрическое оборудование	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Машины и оборудование (не вкл.)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Низкотехнологичные	Текстиль	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Одежда	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Кожа	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Кокс и нефтепродукты	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Резина и пластик	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Металлургия	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Готовые металлические изделия	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Мебель	●	●	●	●	●	●	●	●	●



Высокий уровень, доля предприятий (%)



Средний уровень, доля предприятий (%)



Низкий уровень, доля предприятий (%)

Во всех остальных отраслях респонденты указывают лишь на какие-то отдельные факторы. Возможно, сниженные негативные оценки, характерные для ряда отраслей, обусловлены относительно низким или полным отсутствием процессов цифровизации.

Заключение

Определяя цифровые преобразования прежде всего в промышленных видах деятельности как стратегический императив для всей экономики, в работе проведены и проанализированы результаты конъюнктурного мониторинга, характеризующие важные отраслевые тенденции и процессы, происходящие в рамках цифровой трансформации производств. В настоящей статье представлен первый вариант исследования предпринимательских оценок тенденций цифровизации обрабатывающих отраслей экономики страны с учетом их разграничения на низко-, средне- и высокотехнологичные. Результаты проведенного конъюнктурного мониторинга способствуют повышению качества информационных потоков, которые в том числе свидетельствуют о положительном воздействии, оказываемом цифровизацией на экономику. Этим вносится определенный вклад в решение проблемы неполноты имеющейся ныне статистической информации об экономических событиях и тенденциях, связанных с распространением и темпами роста отраслевой цифровизации, которая дополнена обобщенными оценками предпринимательских мнений и намерений относительно внедрения в промышленных предприятиях прорывных бизнес-моделей и цифровых технологий.

Проведенный анализ результатов опроса руководителей предприятий обрабатывающих отраслей страны показал существенный разброс предпринимательских суждений относительно большинства аспектов цифровизации производств. Данная тенденция указывает на многоукладность российской промышленности и функционирование различных ее сегментов в принципиально разных условиях хозяйствования прежде всего с точки зрения доступа к ресурсам развития, что приводит к наличию у этих сегментов и принципиально различных потенциалов для цифровизации. Вместе с тем, несмотря на то что переход к Индустрии 4.0 происходит в условиях относительно неблагоприятного делового климата, полученный срез мнений позволяет заключить, что наблюдаемый в этом направлении прогресс очевиден, хотя и уровень погружения предприятий обрабатывающего комплекса в процессы цифровизации не является пока глубоким. Интерес к концепции Индустрия 4.0 постепенно воплощается в конкретные инвестиции и реальные результаты, способствуя все большему росту уровня цифровизации и внедрению соответствующих технологий на крупных и средних предприятиях обрабатывающей промышленности. В большой степени это проявляется в выявленных тенденциях предпочтений в области цифровых технологий, в текущих особенностях распространения (присутствия) технологий в каждой из исследованных отраслей производства.

К числу наиболее важных выводов проведенного исследования относятся следующие:

- 1) в 2018 г. цифровая повестка относилась к числу приоритетных в индустриальном развитии исследуемой совокупности предприятий, однако многие

цифровые технологии находились еще в разработке, требуя серьезных инвестиций и доработок;

- 2) наблюдаемые различия в мнениях руководящего состава промышленных предприятий вполне ожидаемы и свидетельствуют о значительном уровне неоднородности развития отдельных видов деятельности обрабатывающих предприятий;
- 3) ПоТ, интеллектуальные роботехнические комплексы, технологии промышленной аналитики получили наибольшее распространение в средне- и высокотехнологичном сегменте; технологии 3D-печати и метки RFID представлены в большом количестве отраслей, что может свидетельствовать об активной динамике их внедрения и развития в российской обрабатывающей промышленности;
- 4) к числу наиболее распространенных целей применения 3D-печати относится создание прототипов и моделей для внутреннего использования; вместе с тем в некоторых отраслях получило развитие использование 3D-печати для производства деталей и частей товаров на продажу;
- 5) одним из главных маркеров высокой интенсивности задействования цифровых технологий в бизнес-процессах в средне- и высокотехнологичном сегменте стало использование облачных сервисов, в то время как в низкотехнологичном — электронное выставление счетов;
- 6) вопросам цифровизации труда уделяется существенное внимание в большинстве отраслей обрабатывающей промышленности. Многие предприятия различных отраслей инвестируют в организацию образовательных программ и оплату курсов повышения квалификации в области ИТ для своих сотрудников.

С учетом полученных в ходе проведенного авторами анализа результатов могут быть сформулированы следующие направления дальнейшего изучения проблемы. Одним из них может стать расширение программы конъюнктурного наблюдения и последующего анализа за счет включения в него отраслей, не входящих в состав обрабатывающей промышленности, а также исследование уровня распространения новых цифровых технологий и новых форм цифровой активности.

К числу важных последующих шагов относится разработка композитных индикаторов. Такими индикаторами могут стать, например, индикатор цифровой активности, индикатор цифровой трансформации, составленный на основе предпринимательских оценок уровня распространения цифровых технологий, практик цифровой экономики, индикатор цифровизации труда, основанный на соответствующих критериях, индикатор цифровой инвестиционной активности, индикатор барьеров цифровизации и т. д.

Другим возможным направлением исследований может стать углубленный перекрестный анализ взаимосвязей между экономическими показателями предприятий, такими как прибыль или производительность труда, и обобщенных оценок их руководителей, касающихся цифровизации собственного производства, в том числе в отраслевом разрезе. Результаты такого исследования позволят лучше оценивать экономический эффект от цифровой трансформации благодаря опоре на альтернативные показатели из конъюнктурных обследований.

Наряду с этим подобный конъюнктурный мониторинг может использоваться для прогнозирования темпов и качественных особенностей цифровой трансформации, в качестве составной части форсайт-исследований. Отдельные исследования могут быть посвящены анализу эффективности применения композитных индикаторов цифровизации для прогнозирования экономических и технологических количественных показателей.

Литература

- Акбердина В. В. (2018) Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики. *Journal of new economy*. № 3. С. 82–99.
- Земцов С., Баринаева В., Семенова Р. (2019) Риски цифровизации и адаптация региональных рынков труда в России. *Форсайт*. № 2. С. 84–96.
- Идрисов Г. И., Княгинин В. Н., Кудрин А. Л., Рожкова Е. С. (2018) Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. *Вопросы экономики*. № 4. С. 5–25.
- Китрар Л. А., Липкинд Т. М., Остапкович Г. В. (2018) Квантификация качественных признаков в конъюнктурных обследованиях. *Вопросы статистики*. №. 4. С. 49–63.
- Китрар Л. А., Лола И. С. (2019) Особенности конъюнктурного измерения цифровой активности предпринимателей в России: подход, индикаторы, пилотные результаты. *Вопросы статистики*. №. 8. С. 28–42.
- Толстых Т. О., Гамидуллаева Л. А., Шкарупета Е. В. (2018) Ключевые факторы развития промышленных предприятий в условиях индустрии 4.0. *Экономика в промышленности*. № 1. С. 11–19.
- Филиппов С. (2018) Новая технологическая революция и требования к энергетике. *Форсайт*. № 4. С. 20–33.
- ЦСР. (2017) *Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России*. Аналитический отчет. URL: <https://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya.pdf> (дата обращения: 30.07.2019).
- ЮНИДО. (2017) Промышленное развитие и СНГ: есть ли условия для наращивания потенциала реиндустриализации? Аналитический отчет. URL: http://www.cisstat.org/industry/UNIDO_2017_press_3.pdf (дата обращения: 11.11.2019).
- Agostini L., Filippini, R. (2019) Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management*, no. 3, pp. 406–421.
- Basl J. (2017) Pilot study of readiness of Czech companies to implement the principles of Industry 4.0. *Management and Production Engineering Review*, no. 2, pp. 3–8.
- Bieser J. C., Hilty L. M. (2018) Indirect Effects of the Digital Transformation on Environmental Sustainability: Methodological Challenges in Assessing the Greenhouse Gas Abatement Potential of ICT. In *ICT4S*, pp. 68–81.
- Bley K., Leyh C., Schäffer T. (2016) *Digitization of German Enterprises in the Production Sector — Do they know how “digitized” they are?* URL: https://www.researchgate.net/publication/305661673_Digitization_of_German_Enterprises_in_the_Production_Sector_-_Do_they_know_how_digitized_they_are (дата обращения: 21.08.2019).
- Bogner E., Voelklein T., Schroedel O., Franke J. (2016) Study based analysis on the current digitalization degree in the manufacturing industry in Germany. *Procedia CIRP*, 57, pp. 14–19.
- Carroll P., Pol E., Robertson P. L. (2000) Classification of Industries by Level of Technology: an Appraisal and some Implications. *Prometheus*, no. 4, pp. 417–436.
- Deloitte. (2019) Digital Disruption Index. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/consultancy/deloitte-uk-digital-disruption-index-2019.pdf> (дата обращения: 30.07.2019).
- European Commission. (2018) *Digital Economy and Society Index Report 2018 — The EU ICT sector and its R&D performance*. Brussels. URL: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52246 (дата обращения: 11.11.2019).
- Forrester. (2019) Leaders Place Innovation at the Heart of Digital Transformation. *A Consulting Thought Leadership Paper Commissioned by SAP*. 13 p. URL: <https://www.sap.com/cmp/dg/forrester-tl-paper/index.html> (дата обращения: 30.07.2019).

- Galindo-Rueda F., Verger F. (2016) OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2016/04, OECD Publishing, Paris. 25 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5jlv73sqpp8r-en> (дата обращения: 10.09.2019).
- García-Muñiña F., González-Sánchez R., Ferrari A., & Settembre-Blundo D. (2018) The Paradigms of Industry 4.0 and Circular Economy as Enabling Drivers for the Competitiveness of Businesses and Territories: The Case of an Italian Ceramic Tiles Manufacturing Company. *Social Sciences*, no. 7, iss. 255, pp. 255–286.
- IMF. (2018) Measuring the Digital Economy. *IMF Staff Report*. Washington, D.C. 47 p.
- Kitrar L., Upadhyaya Sh., Gumeniuk K., Ostapkovich G., Lipkind T. (2016) Industrial Development in the CIS: Re-industrialization Trends and Potential. *UNIDO working papers*. URL: http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Research_and_Statistics/WP_2015/working_paper_20_covers.pdf (дата обращения: 30.07.2019).
- Liao Y., Deschamps F., Loures E., Ramos L. (2017) Past, present and future of Industry 4.0—a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, no. 12, pp. 3609–3629.
- McKinsey & Company. (2015) *Digital America: a Tale of the Haves and Have-mores*. McKinsey Global Institute (MGI) report. 109 p. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/Digital%20America%20A%20tale%20of%20the%20haves%20and%20have%20mores/Digital%20America%20Full%20Report%20December%202015.ashx> (дата обращения: 30.07.2019).
- McKinsey & Company. (2018) *The rise of Digital Challengers*. Analytical report. URL: https://digitalchallengers.mckinsey.com/files/McKinsey%20CEE%20report_The%20Rise%20of%20Digital%20Challengers.pdf (дата обращения: 30.07.2019).
- Mićić L. (2017) Digital Transformation and Its Influence on GDP. *Economics*, no. 2, pp. 135–147.
- OECD. (2017) *OECD Digital Economy Outlook 2017*. OECD Publishing, Paris. 321 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en> (дата обращения: 30.07.2019).
- PwC. (2017) Digital factories 2020: Shaping the future of manufacturing. URL: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/digital-factories-2020-shaping-the-future-of-manufacturing.pdf> (дата обращения: 30.07.2019).
- Rauch E., Unterhofer M., Dallasega P. (2018) Industry sector analysis for the application of additive manufacturing in smart and distributed manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, no. 15, pp. 126–131.
- Reischauer G. (2018) Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, vol. 132, pp. 26–33.
- Russo M. (2019) *Digital transformation in the automotive supply chain: China, Germany, Italy and Japan in a comparative perspective*. Department of Economics 0151, University of Modena and Reggio E., Faculty of Economics “Marco Biagi”. 14 p.
- Starr M. A. (2014) Qualitative and mixed-methods research in economics: surprising growth, promising future. *Journal of Economic Surveys*, no. 2, iss. 28, pp. 238–264.
- Tortorella G. L., Fettermann D. (2018) Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, no. 8, pp. 2975–2987.
- United Nations. (2017) *Information Economy Report 2017: Digitalization, Trade and Development*. United Nations Conference on Trade and Development publication. 111 + xvi p.
- Upadhyaya S., Kitrar L., Ostapkovich G., & Lipkind T. (2016) *The main vectors of cross-border development in the CIS industrial and economic space: Convergence, potential and cross-countries gaps*. HSE working paper. URL: <https://www.hse.ru/data/2016/05/16/1128810172/60STI2016.pdf> (дата обращения: 30.07.2019).
- WEF. (2018) *Digital Transformation Initiative*. Executive Summary. URL: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf> (дата обращения: 30.07.2019).
- WEF. (2019) *Fourth Industrial Revolution: Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing*. White paper. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_4IR_Beacons_of_Technology_and_Innovation_in_Manufacturing_report_2019.pdf (дата обращения: 30.07.2019).
- Yunis M., Tarhini A., Kassar A. (2018) The role of ICT and innovation in enhancing organizational performance: The catalysing effect of corporate entrepreneurship. *Journal of Business Research*, no. 1, iss. 88, pp. 344–356.

Статья поступила в редакцию 31.07.2019

Статья рекомендована в печать 11.09.2019

Контактная информация:

Лола Инна Сергеевна — канд. экон. наук; ilola@hse.ru

Бакеев Мурат Булатович — mbakeev@hse.ru

Digital Transformation in the Manufacturing Industries of Russia: an Analysis of the Business Tendencies Observations Results*

I. S. Lola, M. B. Bakeev

National Research University Higher School of Economics,
20, Myasnienskaya ul., Moscow, 101000, Russian Federation

For citation: Lola I. S., Bakeev M. B. (2019) Digital Transformation in the Manufacturing Industries of Russia: an Analysis of the Business Tendencies Observations Results. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, vol. 35, iss. 4, pp. 628–657. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.407> (In Russian)

The spread of digital technologies in the economy changes production processes and business models. The technologies associated with the fourth industrial revolution, such as the industrial Internet of Things and additive manufacturing, have a significant impact on the production cycle in manufacturing. Based on short-term and medium-term entrepreneurial opinions and intentions, this paper examines key aspects of the digitalization process in Russian enterprises, using the method of conjuncture observations and surveys, which supplements quantitative statistics. Taking into account the differentiation of the manufacturing industries into low-, medium- and high-tech, a set of trends in the digital technologies development, the industrial participation in digital transformation in the forms of the business processes digitalization and the digitalization of labor, as well as many other important indicators not measured or only partially measured by quantitative statistics is presented. For all industries, factors hindering digital transformation were identified and ranked. A survey of managers showed significant variation in entrepreneurial judgment regarding most aspects of production digitalization. Despite the fact that the transition to Industry 4.0 is taking place in Russia against the background of unfavorable trends in the business climate, the resulting opinions allow us to state that progress is obvious, although the level of immersion into digitalization processes is not yet deep. Consideration of digital activity from the point of industrial separation view, as well as taking into account the classification of industries as low-, medium- and high-tech, allowed us to identify the industrial features of this digital transformation. In particular, some technologies, such as the industrial Internet of Things, were predominantly distributed in the medium and high-tech segment, while others, such as 3D printing and radio frequency identification tags, were represented in most manufacturing industries. Promising areas for continuing research on digital transformation in the Russian manufacturing include expanding the conjuncture observation program by including other industries, the development of appropriate composite indicators, an analysis of the relationship between economic indicators and digitalization, and a foresight study of the qualitative aspects of digital transformation.

Keywords: digitalization, digital activity, digital technologies, manufacturing industry, conjuncture observations, digital investment, digital strategy.

* The article was prepared within the framework of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE) and supported within the framework of a subsidy by the Russian Academic Excellence Project “5–100”.

References

- Agostini L., Filippini R. (2019) Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management*, no. 3, pp. 406–421.
- Akberdina V. V. (2018) Transformation of the Russian industrial complex in the context of the digitalization of the economy. *Journal of new economy*, no. 3, pp. 82–99. (In Russian)
- Basl J. (2017) Pilot study of readiness of Czech companies to implement the principles of Industry 4.0. *Management and Production Engineering Review*, no. 2, pp. 3–8.
- Bieser J. C., Hilty L. M. (2018) Indirect Effects of the Digital Transformation on Environmental Sustainability: Methodological Challenges in Assessing the Greenhouse Gas Abatement Potential of ICT. In *ICT4S*, pp. 68–81.
- Bley K., Leyh C., Schäffer T. (2016) *Digitization of German Enterprises in the Production Sector — Do they know how “digitized” they are?* URL: https://www.researchgate.net/publication/305661673_Digitization_of_German_Enterprises_in_the_Production_Sector_-_Do_they_know_how_digitized_they_are (accessed: 21.08. 2019).
- Bogner E., Voelklein T., Schroedel O., Franke J. (2016) Study based analysis on the current digitalization degree in the manufacturing industry in Germany. *Procedia CIRP*, no. 57, pp. 14–19.
- Carroll P., Pol E., Robertson P. L. (2000) Classification of Industries by Level of Technology: an Appraisal and some Implications. *Prometheus*, no. 4, pp. 417–436.
- CSR. (2017) *Novaia tekhnologicheskaja revoliutsiia: vyzovy i vozmozhnosti dlia Rossii [New technological revolution: challenges and opportunities for Russia]*. Analytical report. URL: <https://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya.pdf> (accessed: 30.07.2019). (In Russian).
- Deloitte. (2019) *Digital Disruption Index*. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/consultancy/deloitte-uk-digital-disruption-index-2019.pdf> (accessed: 30.07. 2019).
- European Commission. (2015) *Monitoring the Digital Economy & Society 2016–2021*. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725524/Monitoring+the+Digital+Economy+%26+Society+2016-2021/7df02d85-698a-4a87-a6b1-7994df7fbeb7> (accessed: 11.11. 2019).
- European Commission. (2018) *Digital Economy and Society Index Report 2018 — The EU ICT sector and its R&D performance*. Brussels. 19 p. URL: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52246 (accessed: 11.11. 2019).
- Filippov S. (2018) New Technological Revolution and Energy Requirements. *Foresight and STI Governance*, no. 4, pp. 20–33. (In Russian)
- Forrester. (2019). Leaders Place Innovation at the Heart of Digital Transformation. *A Consulting Thought Leadership Paper Commissioned by SAP*. 13 p. URL: <https://www.sap.com/cmp/dg/forrester-tl-paper/index.html> (accessed: 30.07. 2019).
- Galindo-Rueda F., Verger F. (2016) OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2016/04, OECD Publishing, Paris. 25 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en> (accessed: 10.09. 2019).
- Garcia-Muiña F., González-Sánchez R., Ferrari A., & Settembre-Blundo D. (2018) The Paradigms of Industry 4.0 and Circular Economy as Enabling Drivers for the Competitiveness of Businesses and Territories: The Case of an Italian Ceramic Tiles Manufacturing Company. *Social Sciences*, no. 7, iss. 255, pp. 255–286.
- IMF. (2018) Measuring the Digital Economy. *IMF Staff Report*. Washington, D.C. 47 p.
- Idrisov G. I., Knyaginina V. N., Kudrin A. L., Rozhkova E. S. (2018) New technological revolution: Challenges and opportunities for Russia. *Voprosy Ekonomiki*, no. 4, pp. 5–25. (In Russian)
- Kitrar L., Upadhyaya Sh., Gumeniuk K., Ostapkovich G., Lipkind T. (2016) Industrial Development in the CIS: Re-industrialization Trends and Potential. *UNIDO working papers*. URL: http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Research_and_Statistics/WP__2015/working_paper_20_covers.pdf (accessed: 30.07.2019). (In Russian)
- Kitrar L. A., Lipkind T. M., Ostapkovich G. V. (2018) Kvantifikatsiia kachestvennykh priznakov v kon’iunktturnykh obsledovaniiah. *Voprosy statistiki*, no. 4, pp. 49–63. (In Russian)
- Kitrar L. A., Lola I. S. (2019) Osobennosti konjunkturnogo izmereniia cifrovoj aktivnosti predprinimatelej v Rossii: podhod, indikatory, pilotnye rezul’taty. *Voprosy statistiki*, no. 8, pp. 28–42 (In Russian)
- Liao Y., Deschamps F., Loures E., Ramos, L. (2017) Past, present and future of Industry 4.0—a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, no. 12, pp. 3609–3629.

- McKinsey & Company. (2015) *Digital America: a Tale of the Haves and Have-mores*. McKinsey Global Institute (MGI) report. 109 p. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/Digital%20America%20A%20tale%20of%20the%20haves%20and%20have%20mores/Digital%20America%20Full%20Report%20December%202015.ashx> (accessed: 30.07.2019).
- McKinsey & Company. (2018) *The rise of Digital Challengers*. Analytical report. URL: https://digitalchallengers.mckinsey.com/files/McKinsey%20CEE%20report_The%20Rise%20of%20Digital%20Challengers.pdf (accessed: 30.07.2019).
- Mićić L. (2017) Digital Transformation and Its Influence on GDP. *Economics*, no. 2, pp. 135–147.
- OECD. (2017) *OECD Digital Economy Outlook 2017*. OECD Publishing, Paris. 321 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en> (accessed: 30.07.2019).
- PwC. (2017) *Digital factories 2020: Shaping the future of manufacturing*. URL: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/digital-factories-2020-shaping-the-future-of-manufacturing.pdf> (accessed: 30.07.2019).
- Rauch E., Unterhofer M., Dallasega P. (2018) Industry sector analysis for the application of additive manufacturing in smart and distributed manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, no. 15, pp. 126–131.
- Reischauer G. (2018) Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, vol. 132, pp. 26–33.
- Russo M. (2019) *Digital transformation in the automotive supply chain: China, Germany, Italy and Japan in a comparative perspective*. Department of Economics 0151, University of Modena and Reggio E., Faculty of Economics “Marco Biagi”. 14 p.
- Starr M. A. (2014) Qualitative and mixed-methods research in economics: surprising growth, promising future. *Journal of Economic Surveys*, no. 2, iss. 28, pp. 238–264.
- Tolstyykh T. O., Gamidullayeva L. A., Shkarupeta E. V. (2018) Key factors of development of the industrial enterprises in the conditions of the industry 4.0. *Russian Journal of Industrial Economics*, no. 1, pp. 11–19. (In Russian)
- Tortorella G. L., Fettermann D. (2018) Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, no. 8, pp. 2975–2987.
- UNIDO. (2017) *Industrial development and the CIS: are there conditions for increasing the potential of re-industrialization?* Analytical report. URL: http://www.cisstat.org/industry/UNIDO_2017_press_3.pdf (accessed: 11.11.2019). (In Russian)
- United Nations. (2017) *Information Economy Report 2017: Digitalization, Trade and Development*. United Nations Conference on Trade and Development publication. 111 + xvi p.
- Upadhyaya S., Kitrar L., Ostapkovich G., Lipkind T. (2016) *The main vectors of cross-border development in the CIS industrial and economic space: Convergence, potential and cross-countries gaps*. HSE working paper. URL: <https://www.hse.ru/data/2016/05/16/1128810172/60ST12016.pdf> (accessed: 30.07.2019).
- WEF. (2018) *Digital Transformation Initiative. Executive Summary*. URL: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf> (accessed: 30.07.2019).
- WEF. (2019) *Fourth Industrial Revolution: Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing*. White paper. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_4IR_Beacons_of_Technology_and_Innovation_in_Manufacturing_report_2019.pdf (accessed: 30.07.2019).
- Yunis M., Tarhini A., Kassar A. (2018) The role of ICT and innovation in enhancing organizational performance: The catalysing effect of corporate entrepreneurship. *Journal of Business Research*, no. 1, iss. 88, pp. 344–356.
- Zemtsov S., Barinova V., Semenova R. (2019) The Risks of Digitalization and the Adaptation of Regional Labor Markets in Russia. *Foresight and STI Governance*, no. 2, pp. 84–96. (In Russian)

Received: 31.07.2019

Accepted: 11.09.2019

Authors' information:

Inna S. Lola — Cand. Sci. in Economics; ilola@hse.ru.

Murat B. Bakeev — mbakeev@hse.ru