

УДК 330.3

DOI: 10.34670/AR.2020.92.12.035

Цифровизация производства: состояние и перспективы использования цифровых технологий в промышленности

Власкин Герман Александрович

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник,
Центр инновационной экономики и промышленной политики,
Институт экономики РАН, г. Москва
117218, Российская Федерация, Москва, Нахимовский проспект, 32
e-mail: vlaskin34@mail.ru

Доржиева Валентина Васильевна

кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,
Центр инновационной экономики и промышленной политики,
Институт экономики РАН, г. Москва
117218, Российская Федерация, Москва, Нахимовский проспект, 32
e-mail: vv2006uu@yandex.ru

Иванов Александр Евгеньевич

кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,
Центр инновационной экономики и промышленной политики,
Институт экономики РАН, г. Москва
117218, Российская Федерация, Москва, Нахимовский проспект, 32
e-mail: ialex@bk.ru

Аннотация

В статье рассмотрены состояние и перспективы цифровой трансформации промышленности. Проведен анализ современных автоматизированных и цифровых систем промышленного производства. В настоящее время невозможно организовать производство крупного технологического изделия на одном предприятии без кооперационных связей и внедрения единых систем управления знаниями, технологиями и компетенциями – цифровых платформ. Сделан вывод о том, что развитие цифровой трансформации российской промышленности по сравнению со странами-лидерами находится на начальной стадии, а достижение поставленных амбициозных задач в национальной программе «Цифровая экономика РФ» требует высокой инновационной активности и реализации грамотной промышленной политики. Вместе с тем современный этап развития цифровой экономики в России характеризуется достаточно высокой степенью первичной компьютеризации и растущей включенностью промышленных предприятий в «цифровой» обмен с поставщиками и потребителями. В стране наблюдается большой спрос на внедрение цифровых технологий, формируется значительное количество отечественных платформенных IT-компаний и наряду с зарубежными активно функционируют

разработанные ими платформы мирового уровня. Наблюдается динамичное внедрение цифровых технологий в производственные процессы на базе отечественного программного обеспечения. В работе раскрываются существующие барьеры и трудности на пути реализации этих требований, а также предлагаются шаги по их преодолению в интересах ускорения развития отечественной экономики в целом. Активному процессу цифровизации промышленности препятствуют: низкая доля предприятий, использующих инструменты цифровизации; высокая степень износа основных фондов; недостаточная степень проникновения цифровых промышленных систем; недостаточная зрелость текущих бизнес-процессов; нехватка квалифицированных кадров.

Для цитирования в научных исследованиях

Власкин Г.А., Доржиева В.В., Иванов А.Е. Цифровизация производства: состояние и перспективы использования цифровых технологий в промышленности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 12А. С. 57-65. DOI: 10.34670/AR.2020.92.12.035

Ключевые слова

Промышленность, цифровизация производства, цифровые технологии, цифровая платформа, национальная программа цифровизации.

Введение

В последние годы главной тенденцией развития мировой экономики становятся все более ускоренные темпы массовой реализации высокотехнологичных проектов на основе интеграции промышленности и цифровых технологий, сопровождающейся созданием новых инновационных производств, заводов и фабрик, где все оборудование, приборы, продукция и люди взаимодействуют между собой посредством цифровых и электронных технологий, тем самым оптимизируя и облегчая процессы производства, сбыта и обслуживания готовой продукции. Результатом такого взаимодействия становится повышение эффективности работы не только каждого конкретного предприятия в отдельности, но в перспективе и всего промышленного комплекса, если речь идет о стране в целом, взявшей на вооружение распространение цифровизации как ведущего направления промышленной политики.

Основная часть

Технологические сдвиги в промышленном секторе приводят к формированию национальных программ и концептуальных документов промышленного развития, отвечающих вызовам, которые ставят перед производственным сектором перемены внешнего и внутреннего генеза, связанные с цифровой революцией. Несомненно, что страны-лидеры, а также страны, поддерживающие процесс цифровизации на должном динамичном уровне, выигрывают от сочетания реальных шагов к достижению высокого уровня цифровизации промышленности и активного участия государственной власти. Что касается расхождений в национальных программах стран-лидеров, то они связаны, в основном, с разным видением приоритетов развития и со спецификой национальных инновационных систем и методов управления.

На глобальном уровне усилия, направленные на внедрение цифровых технологий оборачиваются, по расчетам компании Huawei, проведенным совместно с Оксфордским институтом экономической политики (Oxford Economics), ростом цифровой составляющей

мировой экономики в два с половиной раза быстрее мирового ВВП, что уже в ближайшее десятилетие позволит, привести в мировую экономику более 30 трлн долл. [Мантуров, 2018].

В то время как за рубежом уже сформировалась тенденция перехода от использования отдельных решений к внедрению единых систем управления знаниями, технологиями и компетенциями – цифровых платформ, то в России концепция перехода к цифровой промышленности еще только обсуждается. Характерно то, что ведущие страны Запада, прежде всего США, Германия, Франция, а следом за ними и страны Юго-Восточной Азии – Япония, Корея, Китай «запускали» в производственный процесс средства автоматизации на основе промышленного интернета, главным образом, на высокотехнологичных предприятиях, т.е. на тех предприятиях, на которых была достигнута достаточно высокая степень автоматизации на отдельных этапах производственного цикла.

По оценкам Глобального института McKinsey, около 10 млрд машин и механизмов – устройств, датчиков и приборов подключены к цифровым платформам, а к 2020 году прогнозируется двукратное увеличение этого числа. Практически 99% мировых данных уже оцифровано и более 50% имеет IP-адрес. В дальнейшем, согласно прогнозам, объем данных будет удваиваться каждые два года. Например, в Китае увеличение ВВП до 22% к 2025 году может произойти за счет цифровых технологий. В США ожидаемый прирост стоимости, создаваемый цифровыми технологиями, поражает не меньше – здесь он к 2025 году может составить 1,6-2,2 трлн долл. США [Цифровая..., 2017, С.8].

На сегодняшний день рынок цифровых технологий предлагает промышленности довольно широкий перечень систем, позволяющих автоматизировать различные бизнес-процессы на предприятии. На многих продвинутых предприятиях, использующих инструменты цифровизации, такие как интернет вещей, анализ больших данных, машинное обучение, блокчейн, облачные технологии и искусственный интеллект, формируются системы планирования ресурсов предприятия, оценки состояния оборудования, оптимизации объемов производственной загрузки, логистики и эксплуатационных издержек с использованием технологий RFID (Radio Frequency Identification). По данным IDTechEx объем глобального рынка решений на базе RFID оценивается в размере 11,2 млрд долл. по итогам 2017 года, а к 2022 г. достигнет 14,9 млрд долл. [Радио..., 2017].

Благодаря технологиям RFID посредством бесконтактного приема и передачи данных в форме меток, представляющих собой пассивные устройства (или микрочипы), основная работа которых заключается в беспроводной высокочастотной коммуникации ближнего радиуса действия (от 4 см до 1,5 метра), обеспечивается в online-режиме взаимодействие между отдельными элементами цепочки различных видов деятельности на предприятии. Примерами таких высокоэффективных проектов в области цифрового производства являются:

- завод Chrysler в Толедо (штат Огайо, США), выпускающий ежедневно более 700 автомобильных кузовов в арсенале которого «трудятся» более 250 роботов, связанные с помощью электроники в режиме online с 60 тысячами других устройств и станков, благодаря этому значительно выросла производительность и оперативность работы предприятия, а также эффективность используемых систем [Лопухов, 2017];

- завод компании Сименс в Амберге (Бавария ФРГ), специализирующийся на производстве (до 12 миллионов штук в год) промышленных контроллеров более тысячи наименований (процессоры, датчики, генераторы, микросхемы, анализаторы, сканеры и другие устройства), более 80% объема производства которого обеспечивается в online-режиме RFID [Сергеев, 2017].

Следующим шагом в активизации процессов цифровизации производства в странах-лидерах, стало управление полным жизненным циклом изделия с использованием технологий

PLM-решений (Product lifecycle management), центральным звеном которых является «цифровая платформа», представляющая собой нижеуровневый программный продукт, на который наслаиваются все необходимые для управления полным жизненным циклом изделия другие цифровые технологии. Среди них, например, можно выделить такие как: ERP, CAD (система автоматического проектирования, САПР), CAE (система инженерного анализа), CAM (система, предназначенная для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ), MES (система оперативного планирования и управления производством) и др.

Суть цифровых платформ состоит в интеграции вертикальных и горизонтальных цепочек создания, производства и дальнейшего обслуживания промышленных изделий, что позволяет выйти на качественно новый уровень производства (госкорпорациям, крупным холдингам и предприятиям машиностроения и приборостроения). Необходимость создания цифровой платформы вызвана стремлением производителя объединить и синхронизировать все кросс-отраслевые кооперационные процессы в едином информационном пространстве. Известно, что любое современное производство не может обойтись без кооперационных связей. Невозможно организовать производство крупного технологического изделия на одном предприятии. Например, современное судо- и авиастроение объединяет в рамках кооперации (выполнение отдельных видов работ, поставки комплектующих, предоставление услуг) порядка 3-4 тысячи всевозможных субподрядчиков. Построение такой конфигурации цифрового производства обеспечивает рост суммарной производственной мощности и сокращает сроки производства конечной продукции. Если оценивать в целом нынешнее состояние цифровизации производственных предприятий, то надо прямо сказать, что оно находится на низком уровне.

Следует отметить, что российские организации до сих пор преимущественно пользуются услугами западных компаний, специализирующихся на программном обеспечении (SAP, Германия и Oracle, США). Вместе с тем Россия заметно отстает от ведущих стран по распространению цифровых технологий (использованию RFID – технологий, CRM- и ERP-систем) в предпринимательском секторе (Табл.1).

Таблица 1 - Использование RFID – технологий, CRM- и ERP- систем в организациях в 2017 г. (в процентах от общего числа организаций предпринимательского сектора)

Страны	RFID-технологии	CRM-системы	ERP-системы
Финляндия	23	39	39
Германия	16	47	38
Италия	13	31	37
Швеция	12	35	31
Эстония	12	24	28
Франция	11	28	38
Великобритания	8	32	19
Чехия	8	19	28
Россия	6	13	19

Источник: [Цифровая..., 2019, 49,52]

В числе лидеров Финляндия, Германия, Франция, которым Россия уступает в 2-3 раза, удельные веса организаций, освоивших более сложные технологии, в несколько раз ниже: CRM-системы – 13%, ERP-системы – 19%, RFID-технологии – 6% [Цифровая..., 2019, 49, 52].

В таблице 2 приведены данные по использованию RFID-технологий и CRM-, ERP-, SCM-систем в отечественных организациях в разрезе отраслей.

Таблица 2 - Использование RFID-технологий и CRM-, ERP-, SCM-систем в российских организациях в 2017 году (в процентах от общего числа организаций предпринимательского сектора)

Наименование отрасли	RFID-технологии	ERP-системы	CRM-системы	SCM-системы
Предпринимательский сектор	10,7	19,2	13,0	7,1
Обрабатывающая промышленность	10,4	27,1	17,6	6,9
Добыча полезных ископаемых	8,6	25,6	12,5	8,2
Отрасль информационных технологий	7,8	22,9	17,9	6,2
Транспортировка и хранение	6,8	18,5	9,9	6,9
Обеспечение энергией	5,3	17,9	13,9	5,0
Строительство	4,5	9,2	6,8	3,7
Профессиональная, научная и техническая деятельность	3,5	12,0	8,2	3,5
Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизация отходов	1,8	6,1	4,1	3,1

Источник: [Цифровая..., 2019, 48, 51]

Результаты анализа деятельности российских организаций, специализирующихся в области применения передовых технологий управления производством, позволили классифицировать их на 3 группы: те, кто соответствует мировому уровню, те, кто догоняет, и те, кто серьёзно отстает. При этом отрасли-лидеры наиболее готовы к внедрению цифровых технологий «продвинутого» производственного развития – как с точки зрения наличия исходных данных, так и с организационно-технической точки зрения.

Следует отметить, что несмотря на существующую необходимость замещения зарубежного на отечественное программное обеспечение (например, «1С: ERP Управление предприятием 2»), продиктованную рисками технологической зависимости от закупок зарубежного программного обеспечения, угрозами санкций и высокой стоимостью ежегодного сопровождения западных решений, произвести замену – это значит пройти ровно тот же путь, который был ранее пройден с SAP и Oracle: потратить еще миллионы долларов, чтобы в функциональном плане получить ровно то, что есть и работает уже сейчас. При этом российские разработки порой уступают зарубежным аналогам в функциональности или удобстве. Поэтому импортозамещение RFID-технологий и CRM-, ERP-, SCM-систем затратный процесс, который будет возможен только при наличии жесткой политической воли.

Тем не менее, уже сейчас более 1 млн. рабочих мест автоматизировано на ERP-решениях компании «1С», а общая численность клиентуры компании выросла до 14 миллионов человек. Свыше 3500 предприятий уже стали клиентами технологии «1С: ERP Управление предприятием 2». А ее выручка только за один 2018 год составила 45 млрд рублей, что позволило компании выйти по показателю капитализации на 2-3 место в отечественном секторе ИТ [Программный..., www].

Как видим, российские организации широко освоили базовые и относительно простые цифровые технологии, но лишь немногие провели глубокую автоматизацию и реструктурировали бизнес-процессы под передовые цифровые технологии. Сегодня 83% российских организаций уже пользуются широкополосным Интернетом, 63% – освоили технологии электронного обмена данными [Цифровая..., 2019].

В настоящее время в России формируется значительное количество платформенных ИТ-компаний. Более того, наряду с зарубежными, в стране уже успешно функционируют

отечественные платформы мирового уровня, созданные компаниями «Яндекс», Abbuu, «Росатом». Однако, более 90% из них «обслуживает» сектор услуг (госуслуги, банковско-финансовая сфера, здравоохранение, рекламный сектор). Лишь единицы из них обслуживают, главным образом, добывающие отрасли и непрерывные производства некоторых перерабатывающих отраслей (газонефтепереработка, нефтехимическая, химическая и металлургическая промышленности) [Пахомов, 2017].

К числу перспективных российских разработок для промышленности можно отнести программно-аппаратные комплексы систем диагностики роторного оборудования (разработка ИТ – компании «Крок»), Winnum – платформа для мониторинга и диагностики изделий («Сигнум»), система мониторинга производства АИС «Диспетчер» (ГК «Цифра»), информационно-аналитическая платформа «РТК-Энергоменеджмент БО» («РТК-Энергобаланс», «дочка» «Ростелекома») и платформа InOne HeadPoint для подключения цифровых датчиков («Хед Пойнт») [Королев, 2019].

В России не получило значимого распространения использование технологий компьютерного инжиниринга и виртуального моделирования, аддитивных технологий, мехатроники и робототехники. Как следствие, отечественная промышленная продукция пока уступает ведущим зарубежным конкурентам по цене и качеству, срокам вывода готовой продукции на рынок. Российские промышленные системы, как правило, не позволяют обеспечивать настройку производства под себя, а также возможность оперативно реагировать на рыночные изменения.

Наиболее слабые позиции у российских разработчиков в субтехнологиях «Вычислительная техника для функционирования платформ интернета вещей» и «Средства визуализации и человеко-машинных коммуникаций».

Вместе с тем, в индустрии России, как и во всем мире, наиболее востребованы проекты по промышленному интернету вещей (IIoT). Сегодня в мире работает примерно 5% высокотехнологичных предприятий, полностью охваченных промышленным интернетом вещей (IIoT). В России мы видим большой спрос на внедрение цифровых технологий в производственные процессы со стороны таких традиционно консервативных отраслей, как машиностроение, нефтехимия, металлургия. Ожидаемый размер рынка IIoT в России к 2020 году – 400 млрд рублей, причем более половины этой суммы приходится на индустриальный сегмент. Это означает увеличение рынка IIoT более чем в два раза по сравнению с 2017 годом [Беляков, 2018].

Как и многие страны Россия разработала и утвердила в 2017 году национальную программу цифровизации – «Цифровая экономика РФ» [Распоряжение..., 2017]. Согласно разработанной «Национальным центром информатизации» (НЦИ, «дочка» «Ростеха») дорожной карты по развитию технологий промышленного интернета, подготовленной в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика РФ», на развитие цифровых платформ, программных решений и промышленных приложений будет выделяться ежегодно 2 млрд рублей. В результате к 2024 году в рамках IIoT доля ПО российского производства составит 50%, а экспорт увеличится на 15% [Королев, 2019].

Заключение

Активному процессу цифровизации промышленности, на наш взгляд, препятствуют: высокая степень износа основных фондов (14-20 лет). Естественно, что цифровизация

физически и морально устаревшего оборудования – это сомнительное по эффективности занятие; низкая доля современных станков с ЧПУ (у 14% заводов станки с ЧПУ составляют более 50% установленного оборудования) [Баленко, 2018]; недостаточная степень проникновения промышленных систем автоматизации (MES-систем, цифровых линий и пр.); нехватка квалифицированных кадров; недостаточная зрелость текущих бизнес-процессов; низкая доля предприятий, использующих инструменты цифровизации (не превышает 10-15%).

Библиография

1. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017. №1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
2. Баленко Е. Минпромторг оценил готовность российских предприятий к цифровизации / РБК, 03 июля 2018 года – Режим доступа: www.rbc.ru/technology_and_media/03/07/2018/5b3a26a89a794785abc9f304
3. Беляков А. На пути к эффективному производству. Изменения за 2018 год и планы на 2019 год / Выступление на пленарной сессии Конференции «Эффективное производство 4.0» в Сколково. 28.11.2018 – Режим доступа: <https://oee-conf.ru/>
4. Богачев И. Все на завод: какие технологии спасут российскую промышленность / Forbes, 2018. – Режим доступа: www.forbes.ru/tehnologii/362717-vse-na-zavod-kakie-tehnologii-spasut-rossiyskuyu-promyshlennost
5. Королев И. Насколько российские разработчики промышленного интернета отстают от зарубежных и как им помочь / С.News, 01.08.2019. – Режим доступа: https://cnews.ru/articles/2019-07-12_naskolko_rossijskie_razrabotchiki_promyshlennogo_interneta_otstayut
6. Лопухов А. Завод Chrysler в Толедо - один из наиболее удачных проектов цифрового производства за рубежом / Спецвыпуск Альманаха «Управление производством. Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности» 07.07.2017
7. Мантуров Д. Мировая цифровизация промышленности за 10 лет принесет экономике более \$30 трлн / ТАСС. 08.07.2018 – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/5356765>
8. Пахомов Ю. Кто запрограммирует российскую экономику? / itWeek, 02.05.2017. – Режим доступа: www.itweek.ru/gover/article/detail.php?ID=195195
9. Программный пакет «1С: ERP Управление предприятием 2». Истории успеха – Режим доступа: <https://v8.1c.ru/erp/istorii-uspekha-1c-erp/>
10. Радио Частотная Идентификация (Radio Frequency Identification, RFID), 2017. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/>
11. Сергеев С. Предприятие «Сименс» в Амберге – классический пример «цифрового производства» / Спецвыпуск Альманаха «Управление производством. Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности» 07.07.2017
12. Цифровая Россия: новая реальность. Аналитический отчет McKinsey Global Institute (MGI). Июнь 2017, С.8.
13. Цифровая экономика: 2019: краткий статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 96 с.

Digitalization of production: state and prospects of using digital technologies in industry

German A. Vlaskin

PhD in Economics,
Leading Scientific Researcher at the Centre for Innovative Economy
and Industrial Policy,
Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences,
117218, 32 Nakhimovsky av., Moscow, Russian Federation;
e-mail: vlaskin34@mail.ru

Valentina V. Dorzhieva

PhD in Economics, Docent,
Leading Scientific Researcher at the Centre for Innovative Economy
and Industrial Policy,
Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences,
117218, 32 Nakhimovsky av., Moscow, Russian Federation;
e-mail: vv2006uu@yandex.ru

Aleksandr E. Ivanov

PhD in Economics,
Leading Scientific Researcher at the Centre for Innovative Economy
and Industrial Policy,
Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences,
117218, 32 Nakhimovsky av., Moscow, Russian Federation;
e-mail: ialex@bk.ru

Abstract

The article considers the state and prospects of digital transformation of the industry. The analysis of modern automated and digital systems of industrial production is carried out. Currently, it is impossible to organize the production of a large technological product in one enterprise without cooperation and the introduction of unified knowledge management systems, technologies and competencies – digital platforms. It is concluded that the development of digital transformation of the Russian industry in comparison with the leading countries is at an early stage, and the achievement of the ambitious goals in the national program "Digital economy of the Russian Federation" requires high innovation activity and the implementation of a competent industrial policy. At the same time, the current stage of development of the digital economy in Russia is characterized by a sufficiently high degree of primary computerization and the growing involvement of industrial enterprises in the "digital" exchange with suppliers and consumers. There is a great demand for the introduction of digital technologies in the country, a significant number of domestic platform IT companies are formed and, along with foreign ones, world-class platforms developed by them are actively functioning. There has been a dynamic introduction of digital technologies in production processes on the basis of domestic software. The paper reveals the existing barriers and difficulties in the implementation of these requirements, as well as offers steps to overcome them in the interests of accelerating the development of the domestic economy as a whole. The active process of digitalization of the industry is hindered by: a low proportion of enterprises using digitalization tools; a high degree of depreciation of fixed assets; insufficient penetration of digital industrial systems; insufficient maturity of current business processes; lack of qualified personnel.

For citation

Vlaskin G.A., Dorzhieva V.V., Ivanov A.E. (2019) Tsifrovizatsiya proizvodstva: sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya tsifrovyykh tekhnologii v promyshlennosti [Digitalization of production: state and prospects of using digital technologies in industry]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (12A), pp. 57-65. DOI: 10.34670/AR.2020.92.12.035

Keywords

Industry, digitalization of production, digital technologies, digital platform, national program of digitalization

References

1. The decree of the RF Government from 28.07.2017. No 1632-p "On approval of the program "Digital economy of the Russian Federation"".
2. Balenko E. (2018) The Ministry of industry and trade assessed the readiness of Russian enterprises for digitalization / RBC, 03 July. URL: www.rbc.ru/technology_and_media/03/07/2018/5b3a26a89a794785abc9f304
3. Belyakov A. (2018) On the way to efficient production. Changes for 2018 and plans for 2019. Speech at the plenary session of the conference "Efficient production 4.0" in SKOLKOVO - URL: <https://oee-conf.ru/>
4. Bogachev I. (2018) All to the factory: what technologies will save the Russian industry Forbes. - URL: www.forbes.ru/tehnologii/362717-vse-na-zavod-kakie-tehnologii-spasut-rossiyskuyu-promyshlennost
5. Korolev I. (2019) How Russian developers of industrial Internet lag behind foreign ones and how to help them / C. News. - URL: https://cnews.ru/articles/2019-07-12_naskolko_rossijskie_razrabotchiki_promyshlennogo_interneta_otstayut
6. Lopukhov A. (2017) Chrysler plant in Toledo - one of the most successful projects of digital production abroad //Special issue of the Almanac "Production Management. Digital manufacturing: today and tomorrow of the Russian industry".
7. Manturov D. (2018) The digitalization of the industry will bring the world economy \$30 trillion over 10 years. - URL: <https://tass.ru/ekonomika/5356765>
8. Pakhomov Y. (2017) Who will program the Russian economy? itWeek - URL: www.itweek.ru/gover/article/detail.php?ID=195195
9. Software package "1C: ERP enterprise Management 2". Success story. - URL: www.v8.1c.ru/
10. Radio Frequency Identification (2017) - URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/>
11. Sergeev I. (2017) Siemens enterprise in Amberg is a classic example of " digital production " //special issue of the Almanac " production Management. Digital manufacturing: today and tomorrow of the Russian industry"
12. Digital Russia: a new reality. Analytical report by the McKinsey Global Institute (MGI). June 2017, P. 8.
13. Digital economy: 2019: a brief statistical collection / G. I. Abdrakhmanova, K. O. Vishnevsky, L. M. Gokhberg et al.; NATs. research. UN-t "Higher school of Economics". Moscow: HSE, 2019. - 96 p.