

## **КОРПОРАТИВНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Пыткин А.Н.,**  
д.э.н., профессор,  
Пермский филиал ФГБУН Институт экономики УрО РАН, г. Пермь

**Глезман Л. В.,**  
к.э.н, доцент  
Пермский филиал ФГБУН Институт экономики УрО РАН, г. Пермь

**Ковалева Е. Б.,**  
к.э.н.,  
Пермский филиал ФГБУН Институт экономики УрО РАН, г. Пермь

*Аннотация. В статье рассмотрены вопросы взаимосвязи уровня автоматизации и информатизации промышленных предприятий и возможностей начала реализации процессов цифровой трансформации. Обоснована объективная необходимость завершения процессов корпоративной автоматизации и внедрения ИТ-систем до начала процессов цифровой трансформации на производстве и обеспечения их взаимосвязанного развития с непрерывным дальнейшим совершенствованием систем автоматизации и информатизации промышленных предприятий.*

*Ключевые слова: цифровые технологии, автоматизация, информатизация, цифровизация, цифровая трансформация промышленности, Индустрия 4.0.*

## **CORPORATE AUTOMATION AND INFORMATIZATION AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE INDUSTRY**

**Pytkin A.N.,**  
Doctor of Economics, Professor,  
Perm branch of the Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Perm, Russia

**Glezman L.V.,**  
Cand. Sci. (Economic), Docent,  
Perm branch of the Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Perm, Russia

**Kovaleva E. B.,**  
Cand. Sci. (Economic),  
Perm branch of the Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Perm, Russia

*Annotation. The article considers the relationship between the level of automation and informatization of industrial enterprises and the possibilities of beginning the implementation of digital transformation processes. The objective necessity of completing corporate automation processes and implementing IT systems before the digital transformation*

*processes in production and ensuring their interconnected development with continuous further improvement of automation and information systems of industrial enterprises is substantiated.*

*Key words: digital technologies, automation, informatization, digitalization, digital transformation of industry, Industry 4.0.*

В современном мире идут активные дискуссии о будущем мировой экономики, прогнозируются различные сценарные варианты ее развития, однако все они основаны на цифровизации и цифровой трансформации в рамках Четвертой промышленной революции, отличия лишь в предполагаемой скорости этих процессов и ожидаемых результатах. Хотя уже сегодня можно утверждать, что скорость проникновения цифровых технологий в процессы производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий превзошла все ожидания.

Эксперты, изучающие четвертую промышленную революцию, отмечают, что она отличается от трех предыдущих следующими факторами:

1. Темпами развития. Изменения нарастают не линейно, а скорее экспоненциально. В нашем глобальном и глубоко взаимозависимом мире все процессы развиваются быстрее;

2. Широтой и глубиной. Революция не ограничивается одной промышленностью, новейшие технологии распространяются в информационную сферу, в медико-биологическую отрасль, в генетику, энергетику, транспорт и пр. Беспрецедентные изменения затрагивают экономику, политику и общество;

3. Системным воздействием. Оно предусматривает целостные внешние и внутренние преобразования всех систем в компаниях, отраслях, в обществе, во всех странах.

Но, по нашему мнению, есть еще одно радикальное отличие. В основе трех предыдущих промышленных революций лежали объективные изменения: появление новых машин, технологий, способов производства. Их никто не режиссировал, ими никто не управлял, да и революциями эти преобразования были названы позже, после оценки исторической значимости в развитии экономики и общества в целом. Это обычная практика – исторические события изучаются, классифицируются и получают некую оценку уже после их завершения. Для осмысления требуется некоторое время.

Особенностью четвертой промышленной революции является то, что впервые в истории возникающие изменения признаны революционными во время их развития, вернее даже в самом начале и задолго до их завершения.

Кроме того, запуск Германией проекта «[Индустрия 4.0](#)» на уровне правительства одной страны демонстрирует попытку совершить революцию «сверху» и возглавить ее. Это делает четвертую промышленную революцию в некотором смысле рукотворной, что коренным образом отличает ее от трех предыдущих.

В масштабах нашей страны правительством также прилагаются довольно серьезные усилия по содействию на государственном уровне распространения современных принципов и моделей глобального рынка. В частности разработан и реализуется целый ряд национальных программ и проектов:

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР) [10];

2. Национальная технологическая инициатива (НТИ) [4];

3. Государственная программа «Цифровая экономика» [8] и др.

Все эти инициативы направлены на информационно-технологические преобразования социально-экономического пространства России в русле IV

промышленной революции в соответствии с аналогичными версиями концепций развития общества в цифровую эпоху других государств.

Однако, в разных странах главные источники экономического эффекта Индустрии 4.0 оцениваются по-разному:

Германия - «Industrie 4.0», 2011 – Индустрия 4.0., проект был инициализирован Правительством Германии в рамках плана «Хай-тек стратегия 2020». В Германии видят наибольшие шансы в оптимизации производств. Традиционно немцы сильны в технологиях и умении организовывать производственные процессы, они успешно используют свои стартовые позиции мирового поставщика оборудования [9].

Китай – «Internet+», 2015 – Интернет плюс. В Китае в рамках этой государственной программы стараются технически обновить и модернизировать производства. Планируется, что внедрение стратегии «Интернет плюс» в промышленность Китая поднимет отрасль на новую ступень развития, создав большие возможности экономического роста, здорового развития электронной коммерции, разработки промышленных сетей, интернет-банкинга. Ожидается, что к 2025 году «Интернет Плюс» станет новой экономической моделью, а также главным стимулом экономического и социального развития и инноваций [1].

США – «Advanced Manufacturing Partnership», 2016 – национальная программа «Индустриальный интернет-консорциум». В США предприятия обращают больше внимания на бизнес-модели, основанные на данных. Они сильны в IT-платформах, особенно в потребительском секторе. Соответственно, США, развивая услуги и цифровую экономику, первостепенную роль отводят интенсификации промышленности. Сегодня это промышленность нового поколения - Advanced Manufacturing (передовое или инновационное производство). Advanced Manufacturing – это интеллектуалоёмкая промышленность с высокой долей НИОКР (R&D) и высокой долей квалифицированных работников, задействованных в производстве (научно-технических, инженерно-математических специальностей).

Стратегическая программа ре-индустриализации США, опубликованная в апреле 2016 г., стала ответом на немецкую стратегию Индустрия 4.0, приобретя еще большее политическое значение после избрания президентом США Дональда Трампа, основным предвыборным лозунгом которого стал «Make America great again». В действительности производители США незадолго до этого уже начали не только восстановление цепочек поставок на базе национальных производителей, которые были разорваны с началом глобализации и аутсорсинга производственных мощностей за рубеж. Во многих отраслях промышленности, одновременно с этим, начал происходить и активный переход на передовые производственные процессы и продукты [3].

Япония - «Society 5.0», 2016 - наиболее передовая концепция «Супер интеллектуальный социум 5.0.» и др. Японцы сочетают и оптимизацию производства и новые бизнес-модели. Нужно понимать, что Общество 5.0 – это не технология, а концепция – японская версия развития общества в цифровую эпоху. И говоря о концепции Общества 5.0, подразумевается, прежде всего, формирование новой модели роста экономики для любой страны. При этом речь идет о решении с помощью цифровых технологий еще и социальных проблем, - так называемого «строительства лучшего будущего».

Наибольшее распространение в мировом пространстве получила концепция цифровой трансформации Индустрия 4.0 [7]. Этим же термином стала обозначаться и четвертая промышленная революция Цифровая трансформация в Индустрии 4.0 предполагает внедрение принципиально новых видов технологий.

Технологии Индустрии 4.0 с 2015 года реализуются с оборотом, растущим на 20% в год. В 2015 году – около 4 млрд. евро, в 2019 ожидается около 7,5 млрд. евро.

Рост добавленной стоимости, достигнутой с помощью этих технологий, прогнозируется от 153 млрд. евро в 2015-20 годы до 425 млрд. евро к 2025 году.

Немецкая академия технических наук оценивает рост производительности в Германии за счет Индустрии 4.0 около 30 %, а в целом по другим странам, сотрудничающим по данному проекту, – около 20 %.

Экономический эффект от Индустрии 4.0 достигается за счет следующих факторов:

1. Оптимизация и индивидуализация производства. Учет потребностей клиентов и выпуск продукции с объемом партии 1 штука («Losgröße 1» или поток единичных изделий) в сочетании с преимуществами массового производства;

2. Новые бизнес-модели: процессы, отдельные компоненты цепочки создания ценности и даже сами продукты генерируют данные и обмениваются ими. Машины и продукты становятся «умными». Применение анализа «больших данных» (big-data). Выгода для клиента возрастает за счет добавления к товару дополнительных функций или новых услуг. В будущем также все большую роль будет играть искусственный интеллект;

3. Бизнес-модели все больше основаны на цифровых платформах, чья добавленная стоимость увеличивается с ростом числа пользователей (это наблюдается в потребительском секторе, например, Amazon). Многочисленные платформы для приложений Индустрии 4.0 уже предлагаются на рынке или выйдут на него в ближайшее время.

Цифровое будущее, по мнению экспертов, – это насущная неизбежность, стремительно становящаяся новой реальностью. Однако, для перехода в Индустрию 4.0 и глубокой сквозной автоматизации всей деятельности предприятия требуются принципиально новые виды технологий, меняющие привычные бизнес-модели.

Новые вызовы и возможности для бизнеса по всему миру формируют пять глобальных трендов:

1. Сдвиг в расстановке сил в экономике:

- влечет изменение состава игроков на рынках, а также инвестиционного климата;

- по прогнозам, в Азии к 2030 году будет сосредоточено 66% представителей среднего класса и 59% объема их потребления (рост более 2 раз к 2009 г.) (рисунок 1).

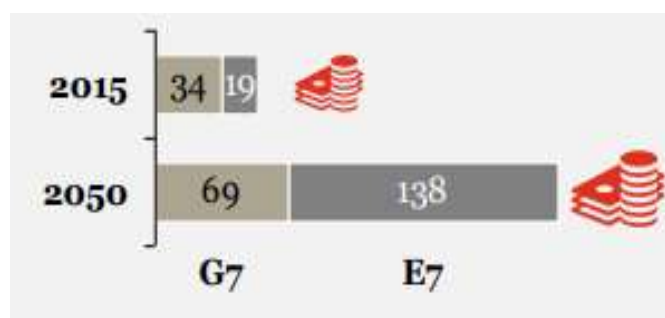


Рисунок 1 – Прогноз ВВП стран G7 и E7<sup>22</sup>, \$ трлн.<sup>23</sup>

2. Демографические изменения:

- рост доли возрастного населения приведет к росту конкуренции за кадровые ресурсы, а также сместит фокус на сферу здравоохранения (рисунок 2);

<sup>22</sup> Китай, Индонезия, Бразилия, Россия, Мексика, Турция.

<sup>23</sup> Источник: анализ PwC, UN report World Population Ageing 1950-2050.

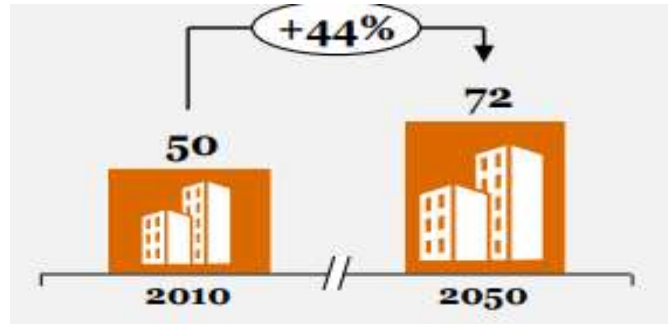


Рисунок 2 – Прогноз доли мирового населения старше 60 лет, %.

- экономика развивающихся стран обусловит острую необходимость в большом количестве квалифицированных сотрудников

### 3. Урбанизация (рисунок 3):

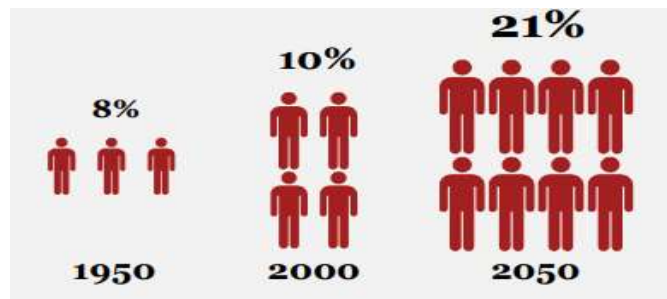


Рисунок 3 – Прогноз доли городского населения в мире, %.

- обуславливает рост текущих сегментов рынка: многие компании расширяют географию присутствия, появляются крупные инфраструктурные проекты;

- происходит формирование новых сегментов: например, развитие предложений в области «умного города».

### 4. Технологический прогресс:

- прорывные разработки в таких областях как искусственный интеллект, нанотехнологии и других ведут не только к созданию новых сегментов рынка, но и кардинальному изменению существующих бизнес-моделей;

- сочетание роста проникновения интернета, мобильных устройств, развития анализа данных, «интернета вещей» и машинного обучения меняют ожидания и запросы потребителей;

- интеграция данных технологий в бизнес- и операционную модель предприятий – не конкурентное преимущество, а необходимое условие;

### 5. Дефицит ресурсов и изменение климата:

- рост потребности в энергии, воде и продуктах питания формирует новые сегменты, такие как: электромобили, возобновляемая энергетика, интеллектуальные системы управления инфраструктурой;

- использование новых технологий и адаптация операционной модели позволит получить конкурентное преимущество существующему бизнесу.

По результатам глобального опроса бизнес-лидеров PwC главным глобальным трендом развития мирового сообщества назван технологический прогресс (рисунок 4).



Рисунок 4 – Влияние трендов на развитие мирового сообщества

В качестве наиболее прорывных технологий на современном этапе цифровой трансформации промышленных предприятий экспертами определяются восемь цифровых технологий: блокчейн, трехмерная печать, беспилотные устройства (дроны), виртуальная реальность (VR), Интернет вещей, искусственный интеллект, дополненная реальность, роботы [9].

Концепция цифровой трансформации в рамках Индустрии 4.0 сегодня заняла место наиболее инновационной и перспективной, сместив при этом производственную автоматизацию и информатизацию, которые скорее уже можно отнести к традиционным дисциплинам. Завладев умами правительственных чиновников и менеджеров предприятий, процессы цифровизации и цифровой трансформации переключили на себя интерес и ресурсы от незавершенного на большинстве российских предприятиях процессов освоения классических инструментов оптимизации производства.

Внедрение цифровых технологий в неоптимизированную производственную среду может повлечь за собой огромные объемы незавершенного производства, что вызывает крайнее беспокойство у специалистов, изучающих данную проблематику.

Цифровые технологии отнюдь не препятствуют той автоматизации, которую сегодня определяют как традиционную и которой промышленные предприятия занимались уже давно. Очевидно, что отечественные промышленники в настоящее время не стоят в авангарде освоения процессов цифровизации и цифровой трансформации, однако можно совершенно точно утверждать, что использование некоторых приёмов автоматизации, которые по праву относятся к сфере цифровой экономике, в промышленности началось давно. Одним из таких примеров является массовое использование компактных ноутбуков и планшетов.



Рисунок 5 – Пирамида технологий цифровой трансформации промышленности<sup>24</sup>

По нашему мнению, основу цифровизации и цифровой трансформации промышленных предприятий составляют ставшие уже традиционными технологии автоматизации, информатизации и создания информационной инфраструктуры (рисунок 5).

Цифровизация предполагает очень высокий темп принятия операционных решений, быструю реакцию на них и плотную совместную работу сотрудников различных подразделений. Те механизмы обработки информации, которые предлагает концепция цифровой трансформации и которые призваны реализовать подобные управленческие подходы, хорошо известны – о них сейчас много говорят.

Что касается предыдущего этапа автоматизации и внедрения информационных технологий во все аспекты деятельности предприятия, то в условиях активной цифровизации будут четко проявляться все их недостатки, которые, в первую очередь, обусловлены отсутствием должного уровня информационной поддержки на тех участках производства и в элементах производственной системы, где автоматизация не проникла глубоко. Конкретно на предприятиях промышленности наиболее остро встает проблема ИТ-поддержки деятельности на уровне цехов. В прежних условиях это не так сильно отражалось на эффективности бизнеса.

Также важно понимать, что особенности менеджмента в условиях цифровизации диктуют необходимость глубокой информационной интеграции, в том числе и на уровне традиционных бизнес-систем.

В первую очередь, внедряемые системы должны функционально соответствовать специфике деятельности предприятия.

Во-вторых, особую важность приобретает интеграция. Если автоматизация и информатизация могли осуществляться точечно (например, автоматизация конкретной операции или производственной линии, внедрение ИТ-решений для управленческого

<sup>24</sup> Источник: Пуха Ю. Индустриальная революция 4.0. [9]

или бухгалтерского учета и т.п.), то в соответствии с принципами цифровой экономики, все процессы и системы цифрового предприятия должны функционировать в интегрированном единстве.

Так, Евгений Ступин ИТ-директор компании «УАЗ» подчеркивает, что «эффективное развитие цифровых технологий невозможно без базы, созданной традиционными системами. Исходя из этого, интеграционные возможности ИТ-ландшафта «УАЗа» базируются на том, что основные используемые ИТ-решения строятся на платформе «1С:Предприятие». В настоящее время на ее базе строится ИТ-поддержка управления денежными средствами, складской логистикой, персоналом, оборудованием и ремонтами, закупками, нормативно-справочной информацией и рядом других важных функций. Также на платформе «1С:Предприятие» автоматизируется производственное планирование (по стандарту MRP), планирование материальных потоков и расчет нормативной себестоимости. В ближайшее время планируется перевести на эту платформу управление сбытом, послепродажное обслуживание и внутренний документооборот» [12].

В части развития автоматизации в целях активизации процессов цифровой трансформации, то в той же компании «УАЗ» внедрены такие системы автоматизации производственных процессов как PLM-система на уровне производства, а на цеховом уровне внедрена MES-система на базе платформы «1С:Предприятие» (решение «Проф-ИТ: MES Машиностроение» от компании PROF-IT GROUP). Эти системы обеспечивают ритмичность производства, минимизируют время простоя главного конвейера и обеспечивают гибкую вариативность сборки автомобилей в условиях разнообразия комплектаций. На платформе «1С:Предприятие» строится также система информационной поддержки процессов управления качеством (Quality Management System, QMS). С ее помощью решаются две классические задачи: повышение качества и построение многоступенчатой системы контроля обнаружения и устранения дефектов. QMS работает в связке с MES-системой, отвечающей, в том числе, за оперативное управление движением продукции, комплектующих и иных материальных ресурсов в цеху.

Процессы информатизации и автоматизации пронизывают все аспекты деятельности современных промышленных предприятий. В цифровой экономике взаимодействие с внешними партнерами и клиентами предприятий выстраиваются на принципах информационного взаимодействия и тесной взаимосвязи производственных и логистических процессов. В свою очередь логистические процессы не так явно делятся на внутривоздушную логистику и логистику, связанную с заказами и поставками со стороны внешних компаний. Эти процессы едины, и тут главное соблюдать принципы, обеспечивающие максимальную эффективность движения материальных ресурсов в интересах производства. В условиях цифровизации необходимость в таком «выравнивании» логистического ландшафта становится обязательным условием. Для этого уместно применять WMS-систему, обеспечивающую производственный процесс материалами по принципу Just in Time - «точно в срок».

Эпоха цифровизации подразумевает полную прозрачность всей производственно-сбытовой цепи, и автоматизация прослеживаемости процесса закупок – неотъемлемая часть этой концепции. Цифровое «умное» производство стремится к тому, чтобы предприятие могло отслеживать весь процесс движения и изменений статуса комплектующих – от производителя до конечного пользователя. Благодаря идентификации исключаются срывы поставок, обеспечивается возможность отследить качество продукции и обратную связь о состоянии как отдельных комплектующих, так и полностью готового изделия. Если и производитель комплектующих будет



маркировать крупные узлы изделия, то это впоследствии позволит использовать такого рода информацию для учета данных на сборочной линии в рамках MES-системы.

Следующий важный элемент производственной системы – это информационные связи с клиентами – неотъемлемая составляющая и одна из главных целей цифровизации производства. Цифровая трансформация нацелена на постоянное совершенствование качества продукции, что невозможно без обратной связи от пользователей и сервисных служб. К заметным конечному пользователю эффектам можно отнести повышение качества, учет потребностей будущих пользователей продукта, оперативное получение данных о необходимости улучшений и оптимизации.

Еще один цифровой тренд в промышленности – это развитие интерактивных сервисов, которые помогают клиентам оформлять заказы и отслеживать историю эксплуатации изделия, а производителям упрощают разработку продуктов и планирование производства.

Переход к реализации процессов цифровизации и цифровой трансформации целесообразно начинать лишь в том случае, когда на предприятии проведен аудит всех текущих позиций на предмет внедрения цифровых технологий в сравнении с данными компаний-лидеров цифровой трансформации. В результате этого определяются три основные задачи, которые должны непрерывно решаться на предприятии, готовом к цифровой трансформации:

- стремление к тому, чтобы продукция и сервис максимально соответствовали ожиданиям потребителей;

- постоянное повышение качества;

- повышение эффективности производственных и иных направлений деятельности предприятия.

Ожидания от внедрения цифровых технологий для промышленных предприятий можно разбить на три основных направления деятельности: инжиниринг (цифровая разработка), цифровое производство и цифровые сервисы. Каждая из этих областей делится на блоки, которые, в свою очередь, разбиваются на отдельные проекты.

Если, например, взять цифровое производство, то в него можно включить блок «идентификация и прослеживаемость», куда уже могут входить вполне конкретные производственные проекты: идентификация рам, кузовов или ключевых узлов. Блоки, характерные для более высокой зрелости внедрения цифровых технологий, могут объединять проекты умной логистики, а еще более высокой – включать проекты в сфере технологий виртуальной реальности или создания цифровых двойников.

Нельзя забывать, что цифровизация – это не абстрактная концепция, а совокупность вполне определенных подходов и технологий, которые могут приносить пользу бизнесу уже сегодня. Эту совокупность можно считать первым измерением. Второе измерение относится к деятельности предприятия и определяется множеством его бизнес-целей. Наличие двух измерений приводит к парадигме матрицы целей и решений. Пересечение ее строк и столбцов показывает возможность достижения конкретной бизнес-цели посредством определенного направления цифровой трансформации. Эта матрица вкупе с постоянно поддерживаемой в актуальном состоянии дорожной картой позволяют в любой момент выбирать наиболее интересные для бизнеса проекты цифровой трансформации.

Новая эпоха, основанная на данных, сетях и искусственном интеллекте, уже становится реальностью. Для одних она несет новые возможности, для других – новые угрозы. Одни страны пытаются возглавить процесс, другие – не отстать. Чтобы не остаться на обочине — необходимо действовать. Так или иначе, но нам придется встраиваться в новые условия и лучше подготовиться к ним заранее.

## Благодарность

Статья опубликована в соответствии с Планом НИР Института экономики УрО РАН на 2019-2021 г

## Список источников

15. Власти Китая обнародовали стратегию «Интернет Плюс» [Электронный ресурс] / ЭКД. 05.07.2015. Режим доступа: <https://ekd.me/2015/07/internet-plus/>, свободный.
16. Национальная платформа промышленной автоматизации [Электронный ресурс] / Официальный сайт ассоциации: <http://nppa.ru/>.
17. Национальная программа США «Передовое производство»: Аналитический отчет (полная версия) [Текст] / J'son & Partners. Август 2017.
18. Национальная технологическая инициатива «Технет» [Электронный ресурс] / Официальный сайт ассоциации: <https://technet-nti.ru/>.
19. Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России [Текст] / Экспертно-аналитический доклад. Под научным рук. В.Н.Княгина. – Москва, 2017. – 136с.
20. Перспективы Индустрии 4.0 и цифровизации промышленности в России и мире [Электронный ресурс]. / Аналитический отчет. 2018. – Режим доступа: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/perspektivy-industrii-40-i-tsifrovizatsii-promyshlennosti-v-rossii-i-mire-20180312123158#\\_ftn1](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/perspektivy-industrii-40-i-tsifrovizatsii-promyshlennosti-v-rossii-i-mire-20180312123158#_ftn1), свободный.
21. Пискунов А.И., Глезман Л.В. Развитие промышленных предприятий в условиях становления цифровой экономики [Электронный ресурс] / А.И.Пискунов, Л.В.Глезман // Креативная экономика. – 2019. – Том 13. – № 3. – С. 471-482. – doi: 10.18334/ce.13.3.40085
22. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р).
23. Пуха Ю. Индустриальная революция 4.0 [Электронный ресурс] / PWC. Октябрь 2017. Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc.pdf>, свободный.
24. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации [Электронный ресурс] / Официальный сайт: <http://sntr-rf.ru/>.
25. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (утв. Указом Президента РФ от 09.05.2017 № 203).
26. Ступин Е. Цифровые технологии на прочном фундаменте [Электронный ресурс] / Е.Ступин // Управляем предприятием. 2018. - №12. Режим доступа: <http://upr.ru/upload/vote/efd/1956.pdf>, свободный.
27. Цифровая Россия: новая реальность [Текст] / Digital McKinsey. – Июль, 2017. – 133 с.