

Масютин С.А.

Базовая стратегия предприятия в условиях перехода к концепции «Индустрия 4.0»

Аннотация. Мир вступил в эпоху глобальных перемен. Основные сферы жизнедеятельности человека - экономика и управление, наука, безопасность - в ближайшее время получают новую форму и содержание. Глубокое проникновение цифровых технологий в нашу жизнь – одна из характерных особенностей нашего настоящего и будущего. Это процесс объективный, неизбежный и остановить его невозможно. Цифровизация рождает возможности, которые могут нести как неожиданные угрозы, так и новые блага.

Ключевые слова: стратегия предприятия, четвертая промышленная революция, цифровая экономика, управление жизненным циклом изделия, большие данные, продуманный завод, киберфизические системы, интернет вещей.

Enterprise strategy in digital economy

Abstract. The world has entered the age of sea change. The main life spheres – economy and management, science, security – will obtain new form and content in the near future. Digital technology deep penetration into our life is one of key features of our present and future days. This process is objective, unavoidable and unstoppable. Digitization gives birth to opportunities which can carry both unexpected threats and new benefits.

Key words: enterprise strategy, the Fourth Industrial Revolution, digital economy, product lifecycle management, big data, smart factory, cyber-physical systems, internet of things.

Уточнение базовой стратегии - как реакция на изменение внешней и внутренней среды, один из важнейших шагов повышения конкурентоспособности предприятия. С 2012г., на ежегодных всероссийских симпозиумах «Стратегическое планирование и развитие предприятий» в ЦЭМИ РАН я рассказывал об опыте разработки и реализации различных стратегий в концерне «Русэлпром»: стратегии повышения энергоэффективности предприятия [3] стратегии модернизации предприятия [2]; стратегии предприятия для реализации отраслевых стратегий [4]; стратегии предприятия в условиях неопределенности внешней среды [5].

Технологии, на которых базируются четвертая промышленная революция, цифровая экономика, концепция «Индустрия 4.0» - понимание их возможностей и угроз должны учитываться уже сегодня при формировании стратегий российских

предприятий, точнее, еще вчера. Этим обстоятельством и был обусловлен выбор темы статьи.

Актуальность рассматриваемой проблемы подтверждает известный швейцарский экономист, президент Всемирного экономического форума Клаус Мартин Шваб. В журнале Foreign Affairs [12], посвященной четвертой промышленной революции, он отмечает, что человечество стоит на краю новой технологической революции, которая кардинально изменит то, как мы живем. Таких масштабных перемен человечеству еще никогда не доводилось испытывать.

Если в результате первой промышленной революции была создана паровая машина и механизировано производство (1784г.), то вторая промышленная революция характеризовалась созданием массового производства с использованием электроэнергии (1870г.). Главные достижения третьей революции развитие электроники и информационных технологий, автоматизация производство (1969г.). Отличительная черта четвертой промышленной революции, которую еще называют цифровой – сближение технологий и стиранию граней между цифровыми, биологическими и физическими сферами (рис.1).





Революция	Период	Достижение
 4-ая	???	Производство на основе использования киберфизических систем
 3-я	1969г.	Производство на основе ИТ технологий и автоматизации
 2-ая	1870г.	Производство на основе массовости через конвейеры и электрификацию
 1-ая	1784г.	Производство на основе механизации и использования энергии пара и воды

Рис. 1. Четвертая промышленная революция изменит всю систему производства и управления

Промышленные революции позволили США, Нидерландам, Великобритании и Германии добиться впечатляющих темпов экономического роста и стать лидерами мировой экономики на протяжении многих десятилетий (рис. 2).

Новые технологии, возможности которых использует четвертая промышленная революция, разнообразны. Чаще всего эксперты выделяют следующие: интернет вещей; анализ больших данных; моделирование; системная интеграция;

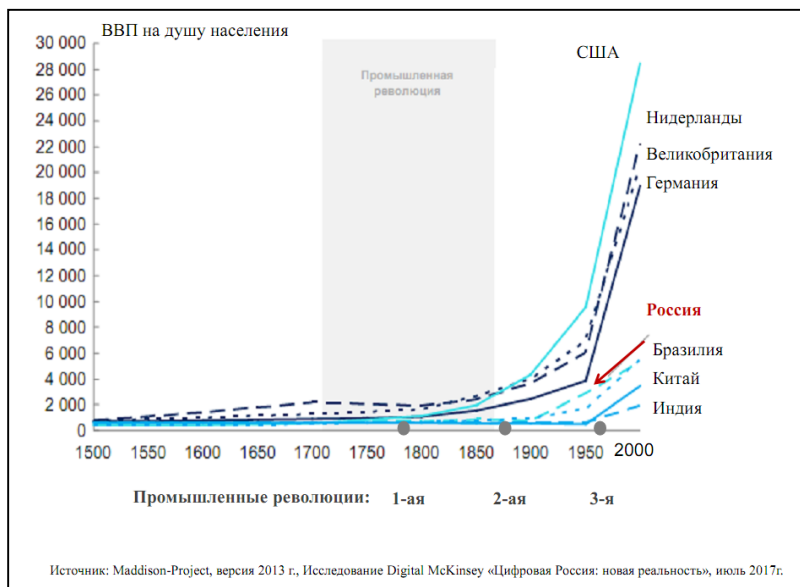


Рис. 2. Промышленные революции XVIII–XIX веков определили мировое лидерство ряда стран на всю последующую историю

облачные вычисления и хранение информации; робототехника; кибербезопасность; 3-D печать; дополненная реальность (рис. 3).



Рис. 3. Новые технологии, используемые четвертой промышленной революцией

Интернет вещей - концепция вычислительной сети физических предметов, которые оснащены встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Это явление способно перестроить экономические и общественные процессы, благодаря исключению из части действий и операций необходимости участия человека.

Анализ больших данных подразумевает работу с информацией огромного объема и разнообразного состава, которая достаточно часто обновляется и находится в

разных источниках. Используется для увеличения эффективности работы, создания новых продуктов и повышения конкурентоспособности компании.

Моделирование - применяется как способ исследования объектов на их моделях. Построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений позволяет получить объяснения этих явлений или предсказать явления, интересующие исследователя. В настоящее время находят применение такие основные виды моделирования: компьютерное моделирование, информационное моделирование, математическое моделирование социально-исторических процессов, математическое моделирование и др.

Системная интеграция - автоматизация бизнес-процессов предприятия, включающая как создание новых, так и объединение существующих разрозненных информационных систем в единое информационное пространство. Главная особенность системной интеграции - построение ИТ-инфраструктуры на основе уже функционирующих систем и приложений.

Облачные вычисления - эта модель позволяет обеспечить удобный сетевой доступ к некоему общему фонду вычислительных ресурсов (сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных и др.).

Робототехника - прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем.

Кибербезопасность - процесс использования мер безопасности, что позволяет обеспечить конфиденциальность, целостность и доступность данных, как в процессе их передачи и/или обмена, так и находящихся на хранении.

Аддитивные технологии (3D- печать) позволяют изготавливать любое изделие послойно («выращивая») на основе компьютерной 3D-модели. Традиционное производство предполагает обработку заготовки, от которой отсекается все лишнее, а в случае с аддитивными технологиями, наоборот, из ничего (из аморфного расходного материала) выстраивается новое изделие.

«Исследователи уже работают над технологией 4D, которая создаст новое поколение самоизменяющихся продуктов, способных реагировать на изменения окружающей среды, включая температуру и влажность» [1, 20]. Эта технология может использоваться в производстве одежды и обуви, а также медицинских продуктов, например имплантов, способных адаптироваться к организму человека.

Дополненная реальность - это методика, позволяющая с помощью цифровых технологий дополнять реальный мир новой информацией. Исследователь Рональд Азума в 1997 году определил её как систему, которая «совмещает виртуальное и

реальное; взаимодействует в реальном времени; располагается в трехмерном пространстве» [11, 356].

Трактовка терминов «четвертая промышленная революция» и «цифровая экономика», определение их взаимосвязи, в работах зарубежных и отечественных экспертов, неоднозначны, а порой и противоречивы, и не дают ответа на вопрос: «Что первично?».

Для целей этой статьи мы будем рассматривать цифровую экономику и ее технологии как основу четвертой промышленной революции и главное ее достижение. Основу цифровой экономики составляют наиболее перспективные технологии, которые будут, по мнению исследователей PricewaterhouseCoopers (PwC) [1; 30-31], наиболее существенно влиять на различные сферы деятельности во всех странах мира: искусственный интеллект, дополненная реальность, виртуальная реальность, беспилотные летательные аппараты, блокчейн, «интернет вещей», 3D-печать, робототехника.

В 2011 году на Ганноверской промышленной ярмарке немецкими промышленниками были сформулированы идеи о необходимости разработки стратегии развития немецкой промышленности в целях повышения ее конкурентоспособности, ускорения интеграции «киберфизических систем» в заводские процессы. Немецкое правительство опубликовало уже три стратегии развития промышленности – в 2006 году, в 2010-м и в 2012-м. В 2013г. промышленные Союзы Германии ВITKOM, VDMA и ZVEI, объединяющие около 5000 компаний, основали так называемую Платформу «Индустрия 4.0». А в 2015 году уже, практически, все промышленные выставки в Ганновере проходили под лозунгами четвертой промышленной революции. В том же году Германия опубликована стратегию внедрения проекта «Индустрия 4.0» до 2020 года с промежуточными датами по каждому разделу.

Первые шаги в этом направлении сделаны и в России – принята Дорожная карта «Технет» Национальной технологической инициативы [3]. Документ был одобрен на заседании президиума Совета по модернизации экономики и инновационному развитию России под председательством Дмитрия Медведева, состоявшемся 14 февраля 2017г. Дорожная карта включает мероприятия по созданию, развитию и продвижению передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на глобальных рынках. Приоритетные направления НИОКР (элементов «Технет»): аддитивные технологии; робототехника; мехатроника; индустриальный интернет; цифровое моделирование и проектирование;

промышленная сенсорика; новые материалы. К 2035г. ожидается появление в России «фабрик будущего» (рис. 4).



Рис. 4. Индустрия 4.0 и информационно-коммуникационные технологии

Цифровизация российской экономики может стать важным источником долгосрочного экономического роста. По оценкам экспертной группы Digital McKinsey, содержащимся в докладе «Цифровая Россия: новая реальность» за июль 2017г., цифровизация экономики России приведет к росту ВВП на 4,1 - 8,9 трлн руб. к 2025 году, что составит 19 - 34% общего увеличения ВВП [9, 8].

Внедрение современных технологий способно значительно улучшить деятельность предприятий. Например, в области управления производственными операциями технологии «Индустрии 4.0» призваны содействовать оптимизации и автоматизации основных бизнес-процессов: повышению эффективности использования оборудования за счет обработки получаемых в реальном времени массивов данных и выявления скрытых взаимосвязей, сокращению сроков выпуска готовой продукции и расходов материалов, а также совершенствованию планирования производства.

Значительной оптимизации запасов готовой продукции, сырья, запасных частей, хранящихся на складах предприятия можно добиться за счет автоматизации систем управления цепочками поставок.

Технологии «Индустрии 4.0» позволяют также улучшить процесс разработки новых типов продукции. Анализ данных о фактическом использовании продукции потребителями позволяет повысить эффективность процесса предпродажной аналитики при выводе новых продуктов на рынок.

Внедрение отдельных элементов современных ИТ-систем также может позволить добиться повышения производительности персонала. Современные системы позволяют сократить количество допускаемых сотрудниками ошибок за счет оптимальной подачи сырья, обеспечить более полную загрузку производственного оборудования, сократить отходы производства и др. (рис.5).

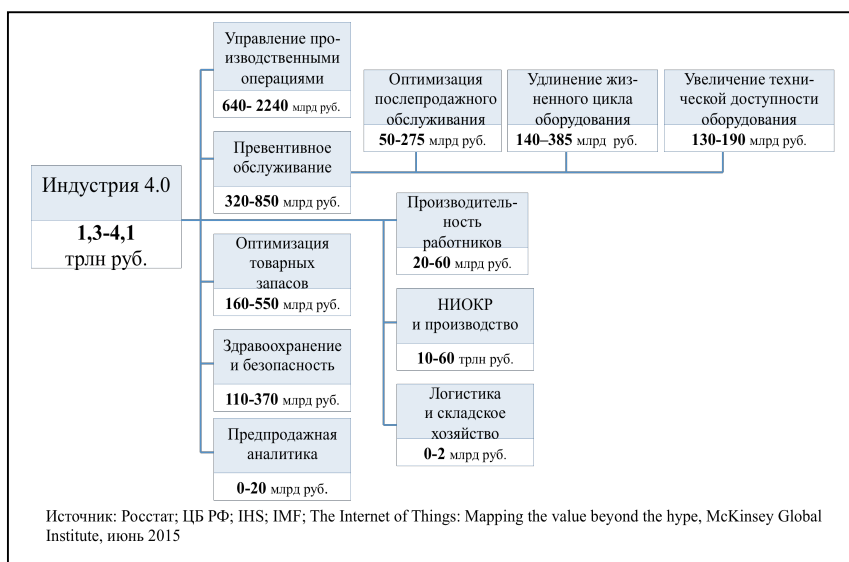


Рис.5. Ежегодный эффект от внедрения элементов «Индустрии 4.0» в России по прогнозам составит к 2025г. от 1,3 до 4,1 трлн. руб.

Чаще всего концепция «Индустрия 4.0» рассматривается как глобальная, сложная, многоуровневая организационно-техническая система, в основе которой лежит ее интеграция в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов и состоящая из шести подсистем:

1. Big Data – Большие Данные
2. Smart Factory – Продуманный завод
3. Internet of Things (IoT) – Интернет вещей
4. Cyber-physical systems – Киберфизические системы
5. PLM (Product Lifecycle Management) – «управление жизненным циклом изделия»
6. Interoperability – Интероперабельность (функциональная совместимость)

В рамках подсистемы концепции «Индустрия 4.0» - управление жизненным циклом изделия, концерн «Русэлпром» разработал *стратегию технического обслуживания*. На протяжении всего жизненного цикла электродвигателей: эксплуатация-ремонт-модернизация предлагается переход от обслуживания на основе «состояния оборудования» к «мониторингу состояния» и обнаружению отклонений (уровень 1). Обслуживание по «состоянию оборудования» снижает эксплуатационные затраты на 30%. Переход ко второму уровню – «прогнозному», основанному на характеристиках оборудования, анализе массива данных о его эксплуатации и

построении прогностических моделей, позволяет получить еще больший эффект за счет снижения простоя оборудования, снижения затрат на ремонт и увеличение срока службы.

Другая интересующая нас подсистема концепции «Индустрия 4.0» - Smart Factory, чаще всего переводится как «умный завод», хотя мне больше нравится перевод как «продуманный завод». Эта концепция основана на межмашинном взаимодействии и предполагает обмен данными между участниками производственного процесса, что позволяет создавать единичный продукт по цене массового, т.е. за счет быстрой переналадки оборудования возможно изготовление на конвейере уникальных, мелкосерийных и даже единичных изделий (рис.6).

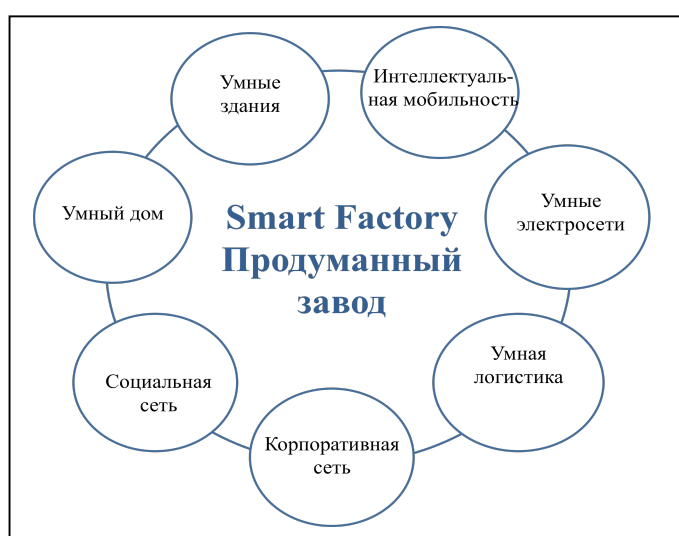


Рис. 6. Smart Factory – одна из подсистем концепции «Индустрия 4.0»

Другой пример реализации стратегии «цифровизации» в Концерне – создание «цифровых образов» изделий для вновь разрабатываемой продукции, т.е. вся информация, начиная от процесса проектирования, изготовления, эксплуатации изделия до его утилизации, будет оцифрована и доступна изготовителю и потребителю.

Концерн «Русэлпром» имеет опыт разработки элементов системы мониторинга электрических машин и специального оборудования - комплектов тягового электрооборудования (КТО). Использование КТО на тракторах, автобусах, железнодорожном транспорте позволяет производить мониторинг работы систем, давать рекомендации по их обслуживанию, обеспечивая бесперебойную работу.

Исследования практики применения цифровых технологий в России недостаточно, поэтому любая публикация в этой области вызывает неподдельный интерес при формировании стратегических планов.

Экспертами Научно-исследовательского университета «Высшая школа экономики» было проведено исследование практики применения цифровых технологий в деятельности российских компаний. Результаты исследования изложены в документе «Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса» [9].

Отвечая на вопрос о реализованных в их компаниях проектах по внедрению цифровых технологий для решения конкретных задач в течение 2014-2016 гг., руководители отметили следующие: 60% опрошенных назвали проекты по работе с документооборотом (электронные системы внутреннего документооборота); 50% - управление производственным оборудованием и мониторинг его работы; 43% - корпоративный сайт, работа в социальных сетях; 41% - электронная торговля, использование электронной цифровой подписи; 38% - управление логистикой и взаимоотношениями с клиентами; 34% - развитие телекоммуникационной инфраструктуры и др. [9, 50]. Абсолютное большинство опрошенных респондентов (92%) за последние 3 года реализовали те или иные проекты по внедрению цифровых решений для внутрикорпоративных нужд. В среднем одной компанией было реализовано 4 проекта.

Говоря о существенных результатах от внедрения цифровых технологий в компании, респонденты отметили следующие: ускорение и упрощение процессов – 73%; повышение точности и качества работы – 70%; снижение трудоемкости и ресурсоемкости – 66% и 62% соответственно; возможность соответствия обязательным стандартам, требованиям заказчиков – 53% и 62% соответственно; возможность соответствия обязательным стандартам, требованиям заказчиков – 53% и др. (рис.7) [9, 56]



Рис.7. Положительный результат от реализации проектов по внедрению цифровых решений для внутрикорпоративных нужд

Авторы исследования отмечают узкие места и проблемы в ходе внедрения и использования цифровых технологий в российских компаниях [9, 6]:

1. Нехватка инвестиционных ресурсов для реализации проектов и поддержания работоспособности ИТ-систем.

2. Недостаточное кадровое обеспечение «цифровой революции»: не хватает как собственно ИТ-специалистов, так и пользователей, способных правильно и эффективно использовать инновационные технологии.

3. Не всегда «передовые решения» находят отклик у поставщиков и потребителей, которые продолжают работать по старинке.

4. Недостаточно развитая инфраструктура (низкая пропускная способность каналов связи, отсутствие доступа к мобильному интернету, недостаток центров обработки данных и т.п.).

5. Значительная доля компаний считает, что стимулировать их к более широкому применению цифровых технологий могло бы получение определенной господдержки.

В ходе исследования экспертами НИУ ВШЭ были сделаны следующие выводы:

1. Российский бизнес в целом уже включился в «цифровую гонку».

2. Специалисты и руководители компаний понимают, что без использования цифровых технологий они уже не смогут успешно конкурировать ни на внутреннем, ни на внешнем рынках.

3. Вместе с тем, компании, делая основной упор на то, без чего уже невозможно вести бизнес, не спешат вкладываться в принципиально новые направления.

Результаты исследования показывают, что предприятия сконцентрировали свое внимание и финансы - на цифровых технологиях второго плана без чего нельзя уже вести бизнес и не спешат вкладываться в ключевые цифровые технологии. Вызывает сомнение и вывод о том, что российский бизнес уже включается в цифровую экономику. На мой взгляд, бизнес ожидает господдержки и в первую очередь на законодательном уровне. Главная особенность цифровой экономики – это скорость принятия решений, поэтому необходимо ускорить изменения и на государственном уровне.

Говоря о факторах, сдерживающих внедрение цифровых технологий можно обратиться к опыту Германии, где впервые на государственном уровне была принята программа «Индустрия 4.0» (2011г.). В июне этого года на VI Международном Форуме

«Информационное моделирование для инфраструктурных проектов и развития бизнеса Большой Евразии» генеральный директор ООО «Фирма Г.Ф.К.» Бернд Хиллер выступил с докладом [6], в котором среди основных сдерживающих факторов внедрения технологий «Индустрии 4.0» называл следующие: сомнения в обеспечении достаточной безопасности цифровых данных; отсутствие единых стандартов внедрения и использования; необходимость крупных инвестиций; нехватка руководящих кадров со стратегическим пониманием развития; отсутствие знаний у клиентов; отсутствие квалифицированного персонала на предприятиях; отсутствие разработки бизнес-моделей; непонимание экономического эффекта.

«Индустрия 4.0» таит немало рисков, к которым нужно быть готовыми: общественные, медицинские, этические и психологические опасности; безопасность (создание безопасных сетей, защита от кибератак, возможность дистанционного управления производствами и государствами криминальными элементами); сокращается время для принятия решения (возможен рост ошибочных решений); значительное расширение возможных операций не обязательно потребует создания новых рабочих мест для людей, в то время как общая численность населения продолжает расти; появляются новые технологии слежения за людьми (тотальная слежка); возможное увеличение разрыва в развитии стран (социальная несправедливость, социальные взрывы).

Что необходимо учитывать российским предприятиям при разработке стратегии?

Цифровую модернизацию российских предприятий необходимо проводить сразу на нескольких уровнях: в части промышленного оборудования; ИТ-систем; внутренних бизнес-процессов.

Разработка стратегий предприятий является первым и основным этапом цифровизации процессов.

Эффективная цифровая стратегия уже не может быть просто целью повышения эффективности и оптимизации бизнеса. Успешная реализация цифровой стратегии позволит предприятиям не потерять свои конкурентные позиции и завоевать новые рынки.

Один из сложных проектов, которые должна реализовать любая компания – это изменения в управлении людьми, ценностями и культурой.

Развитие цифровой экономики невозможно без развития экономики знаний, в основе которой лежит нематериальное производство. Драйверами экономического роста являются знания и люди, обладающие этими знаниями. В эпоху четвертой

индустриальной революции и цифровой трансформации экономики, когда стоимость товаров, услуг и информации снижается быстрыми темпами, именно человеческий капитал будет становиться основным активом государств. Не человек вообще, а человек, который обладает компетенциями в области новых технологий, умеет исследовать и внедрять новое, совершенствовать старое. И даже не человек, а группы людей, способные объединять и активизировать компетенции личностей в единый коллективный интеллект. Самый важный тренд в новой экономике – не цифровизация всего и вся, а повышение роли интеллектуальных компетенций человека.

Робототехника, 3D-печать, интернет вещей, искусственный интеллект и другие составляющие «Индустрии 4.0» все более активно меняют уклад жизни общества. Традиционные рабочие места заменяют автоматизированные системы, и появляется спрос на новые профессии и квалификации.

По мнению специалистов Microsoft и The Future Laboratory [13] одними из самых популярных сфер среди выпускников будущего станут космос и виртуальная реальность. Авторы исследования также полагают, что 65% тех, кто сейчас учится в школе или в вузе, займут должности, которых сейчас еще не существует. Так, до 2025 года востребованными могут стать такие профессии, как дизайнер виртуальной среды обитания, адвокат по робоэтике, digital-комментатор культуры, биохакер на фрилансе, аналитик данных «Интернета вещей», а с 2025 года актуальными станут профессии - космический гид, куратор личных данных, инженер по восстановлению окружающей среды, разработчик средств постоянного питания, дизайнер человеческого тела.

Кто, где и когда будет готовить этих специалистов – вопрос сегодняшнего дня.

Технологии «Индустрии 4.0» дают российским промышленным предприятиям возможность совершить качественный технологический скачок.

Полностью согласен с мнением экспертов, что сегодня у России появляется уникальный шанс реализовать свой потенциал в ходе цифровой революции и занять достойное место среди ее лидеров.

Главное, что необходимо учитывать при формировании стратегий российских предприятий в современных условиях, - это тот факт, что цифровая экономика уже есть и занимает, а может и уже заняла те ниши, где созданы условия для ее развития.

Масютин Святослав Анатольевич, д.э.н., профессор, заместитель генерального директора концерна «Русэлпром», г. Москва (Россия)

Литература

1. Клау Т. Как советы директоров компаний решают вопросы внедрения передовых технологий// Акционерное общество: вопросы корпоративного управления. -2017. - № 1(2). – с. 30-31
2. Масютин С.А. Стратегия модернизации предприятия: с чего начать? / Пленарные доклады Двенадцатого Всерос. симп. «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 12–13 апреля 2011 г.). М.: ЦЭМИ РАН, 2012.
3. Масютин С.А. Стратегия повышения энергоэффективности предприятий / Пленарные доклады Одиннадцатого Всерос. симп. «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 13–14 апреля 2010 г.). М.: ЦЭМИ РАН, 2011.
4. Масютин С.А. Опыт разработки стратегии предприятия для реализации отраслевых стратегий (на примере концерна «Русэлпром») / Пленарные доклады Тринадцатого Всерос. симп. «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 10–11 апреля 2012 г.). М.: ЦЭМИ РАН, 2013.
5. Масютин С.А., Животовская А.Г. Особенности разработки стратегии развития частных и государственных машиностроительных предприятий в условиях неопределенности внешней среды / Пленарные доклады Четырнадцатого Всерос. симп. «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 9–10 апреля 2013 г.). М.: ЦЭМИ РАН, 2014.
6. План мероприятий («дорожная карта») Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2017/02_february/15/Dorozhnaya_karta_TechNet.pdf (дата обращения: 25.11.2017).
7. Хиллер Б. Индустрия 4.0 - умное производство будущего. Опыт «цифровизации» Германии» / VI Международный форум «Информационное моделирование для инфраструктурных проектов развития бизнесов Большой Евразии (Москва, 7 июня 2017 г.) URL: <http://3d-conf.ru/reports-2017.html> (дата обращения 01.11.2017)
8. Цифровая Россия: новая реальность. Июль 2017 URL: <https://www.mckinsey.com/russia/our-insights/ru-ru> (дата обращения: 20.11.2017)
9. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса / [НИУ «Высшая школа экономики»] URL:

[https://imi.hse.ru/data/2017/10/06/1159517769/!Цифровая экономика - глобальные тренды и практика российского бизнеса.pdf](https://imi.hse.ru/data/2017/10/06/1159517769/!Цифровая%20экономика%20-%20глобальные%20тренды%20и%20практика%20российского%20бизнеса.pdf) (дата обращения 01.11.2017)

10. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо. 2016.
URL:[http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/materials/
/Pages/Промышленность/К. Шваб_Четвертая промышленная революция_2016.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/materials/Pages/Промышленность/К.Шваб_Четвертая_промышленная_революция_2016.pdf)

11. Azuma R. A Survey of Augmented Reality / R. Azuma // Teleoperators and Virtual Environments. 1997. № 4. P. 355–385.

12. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution // Foreign Affairs. 2015. December 12 // <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution> (дата обращения: 12.10.2017).

13. 10 jobs graduates will be applying for from 2026 // [http://www.independent.co.uk/news/education/education-
news/10-jobs-graduates-will-be-applying-for-from-2026-a7179316.html](http://www.independent.co.uk/news/education/education-news/10-jobs-graduates-will-be-applying-for-from-2026-a7179316.html) (дата обращения: 12.11.2017).