

**Куприяновский В.П.<sup>1</sup>, Евтушенко С.Н.<sup>2</sup>, Дунаев О.Н.<sup>3</sup>, Бубнова Г.В.<sup>4</sup>, Дрожжинов В.И.<sup>5</sup>, Намиот Д.Е.<sup>6</sup>, Синягов С.А.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

<sup>2</sup> Аппарат Правительства РФ, г. Москва, Россия

<sup>3</sup> РСПП, г. Москва, Россия

<sup>4</sup> МГУПС Императора Николая II, г. Москва, Россия

<sup>5</sup> АНО Центр компетенции по электронному правительству, г. Москва, Россия

<sup>6</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

<sup>7</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

## **ПРАВИТЕЛЬСТВО, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ЛОГИСТИКА, ИННОВАЦИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ**

### **АННОТАЦИЯ**

*Высокоразвитые и современные транспортные и логистические системы являются сегодня ключевыми факторами в экономической конкурентоспособности страны. Дороги, железные дороги, система внутренних водных путей, морские порты и аэропорты способствуют объединению разных районов страны, центров народонаселения и занятости, а также международным обменам. Поддержание и совершенствование эффективной и эффектной транспортной и логистических инфраструктур для движения людей и грузов продолжают оставаться важнейшими моментами в сегодняшних национальных и глобальных рынках. Это становится особенно важно с учетом прогнозируемого роста численности населения и неизбежных кардинальных изменений в промышленности, энергетике (особенно в секторах нефти и газа) и сельскохозяйственного производств. Движение товаров и компонент производств между их производителями, рост городской логистики, международные цепи снабжения и логистика уже являются местом стыка таких явлений, как цифровая экономика и новые индустрии. Необходимо сказать, что в каждом конечном продукте логистика составляет от 10% до 20%. Затраты на логистику сильно варьируются и могут составлять ничтожно малую составляющую для чисто цифровых продуктов, пересылаемых через интернет, или доходить до 60%, например, для нефти. В настоящей статье рассматриваются вопросы логистики и мобильности в цифровой экономике.*

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

*Цифровая экономика; Индустрия 4.0; умная логистика; мобильность; стандарты.*

**Vasily Kupriyanovsky<sup>1</sup>, Sergey Evtushenko<sup>2</sup>, Oleg Dunaev<sup>3</sup>, Galina Bubnova<sup>4</sup>, Vladimir Drozhzhinov<sup>5</sup>, Dmitry Namiot<sup>6</sup>, Sergey Sinyagov<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Office of the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>3</sup> The Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs (RSPP), Moscow, Russia

<sup>4</sup> Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia

<sup>5</sup> ANO Competence Center for e-government, Moscow, Russia

<sup>6</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>7</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

## **THE GOVERNMENT, INDUSTRY, LOGISTICS, INNOVATIONS, AND INTELLECTUAL MOBILITY IN THE DIGITAL ECONOMY**

### **ABSTRACT**

*Highly developed and modern transport and logistics systems are today's key factors in the country's economic competitiveness. Roads, railways, inland waterways system, seaports, and airports contribute to the unification of different regions of the country, population centers and employment, as well as to international exchanges. Maintaining and improving efficient and effective transport and logistics infrastructures for the movement of people and goods continue to be the most important moments in today's national and global markets. This becomes especially important given the projected population growth and the inevitable drastic changes in the industry, energy (especially in the oil and gas sectors), and agricultural production. The movement of goods and the component of production between their producers, the growth of urban logistics, international supply chains, and logistics are already the place of a junction of such phenomena as the digital economy and new industries. It is necessary to say that in each final product, logistics ranges from 10% to 20%. The logistics costs vary greatly and can be a negligible component for purely digital products sent over the Internet, or up to 60%, for example, for oil. This article discusses logistics and mobility in the digital economy.*

## **KEYWORDS**

*Digital economy; Industry 4.0; Smart logistics; mobility; Standards.*

### **1. Введение**

В Указе Президента РФ [21] поставлены задачи, что «первенство в исследованиях и разработках, высокий темп освоения новых знаний и создание инновационных продуктов являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность национальных экономик и эффективность национальной стратегии безопасности». В значительной мере это достигается [20] за счет: «связанности территорий Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортных систем».

Безусловно, сегодня высокоразвитые и современные транспортные и логистические системы являются ключевыми факторами в экономической конкурентоспособности страны. Дороги, железные дороги, система внутренних водных путей, морские порты и аэропорты способствуют объединению производственных, сельскохозяйственных и ресурсных районов, центров народонаселения и занятости и международным обменам. Поддержание и совершенствование эффективной и эффектной транспортной и логистических инфраструктур для движения людей и грузов продолжают оставаться важными в сегодняшних национальных и глобальных рынках, особенно с учетом прогнозируемого роста численности населения и неизбежных кардинальных изменений в промышленности, энергетике (особенно в секторах нефти и газа) и сельскохозяйственного производств. Движение товаров и компонент производств между их производителями, рост городской логистики, международные цепи снабжения и логистика уже являются местом стыка таких явлений как цифровая экономика и новые индустрии. Необходимо сказать, что в каждом конечном продукте логистическая составляющая - это порядка 10 % (в российской экономике около 20 %). Затраты на логистику сильно варьируются и могут составлять ничтожно малую составляющую для чисто цифровых продуктов, пересылаемых через интернет, до 60%, например, для нефти. Во многом, именно развитие международной логистики сделало чрезвычайно малоэффективными санкции, введенные против Российской Федерации. Логистика в цифровой экономике вынуждена стать сегодня своего рода «интеллектуальным клеем» (создающим интеллектуальную мобильность) очень многих понятий и отражать все, сегодня еще до конца непонятные, явления перехода к этому новому укладу экономики. Фактически формируется новая отрасль - интеллектуальная мобильность, которая объединяет как перемещение физических объектов, так и людей. Стираются различия в методах перемещения людей и предметов. Например, принципы Uber уже используются для перемещения багажа пассажиров в удобное для них место и время, а это требует синхронизации двух процессов. При всей многомерности понимания этого явления цифровой экономики сегодня от него зависят экономический рост, конкурентоспособность страны и процветание ее жителей.

Но самой существенной частью изменений является новые парадигмы производства и логистики, чрезвычайно быстро развивающиеся. Логистическая компания DHL [38] дала наиболее емкое описание этого идущего процесса. Цитату из [38] мы приводим далее:

"Сектора инженерии и производства (E & M) находятся в зоне больших изменений. Тенденции, которые мы определяем и описываем в этой работе, подтверждают, что компании E & M должны быть готовы к принципиально новому и конкурентному рынку в ближайшие 10-20 лет. Многие организации начали активно перестраивать свои производства и бизнес-модели для подготовки к этим изменениям. Их цель - стать более ориентированными на клиента и конкурентоспособными. Мы в DHL считаем, что управление цепочками поставок станет ключевым фактором и драйвером для достижения этого. Однако наши исследования показывают, что менеджерам цепочек поставок придется иметь дело с еще более высоким уровнем сложности в будущем. Необходимы более широкий и более индивидуальный

портфель продуктов, различные детали, больше поставщиков, больше интерфейсов вдоль цепочки добавленной стоимости и учета индивидуальные требования новых рынков. Исходя из этого, мы ожидаем ряд серьезных последствий для будущих цепочек поставок".

На рисунке 1 приводятся данные о росте рынка (+ 70 % ВВП - глобальная торговля) и занятых в этой отрасли, а на рисунке 2 показана причина этого - Номенклатура вариативности продуктов вырастет на 250 % [38].

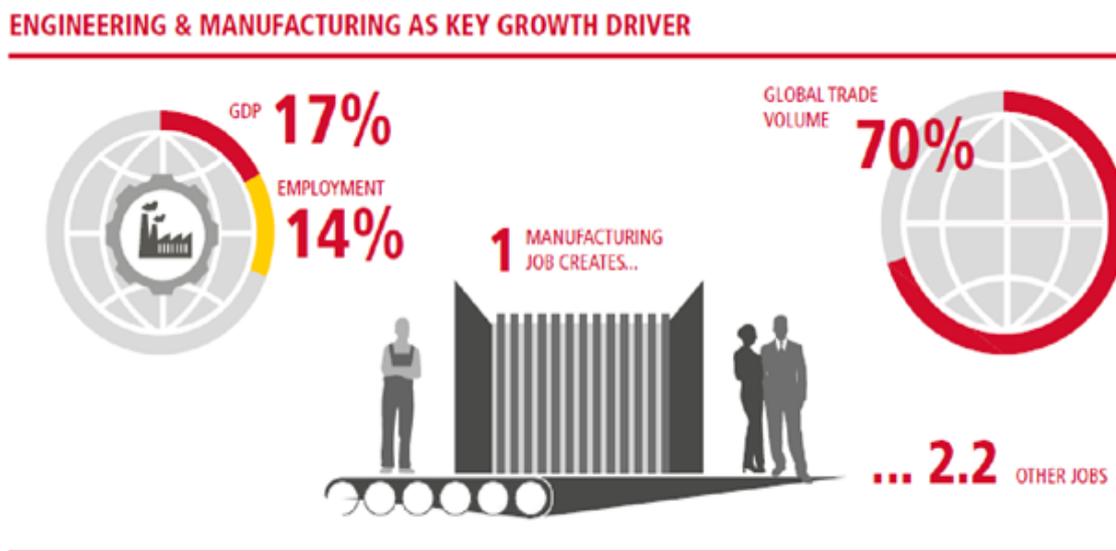


Рис. 1 Данные о росте рынка (+ 70 % ВВП - глобальная торговля) и занятых в отраслях производства и логистики [38]



Рис. 2. Номенклатура вариативности продуктов вырастет на 250 % [38]

Огромное влияние на логистику для промышленности, торговли и на людей в цифровом мире оказывают инфраструктурные проекты цифровой трансформации транспорта. Видимо 21 век будет вообще веком невиданных ранее по масштабам и значению инфраструктурных проектов[46]. По мнению многих экспертов в мире хребтом цифрового транспорта будет цифровая железная дорога, в которой за счет применения инновационных технологий экономически выгодно и достаточно быстро можно будет экологически оптимальными способами увеличить пропускную способность существующих и новых железных дорог как минимум на 50%, снизив так же стоимость перевозки на 50 %.

В США свою цифровую железную дорогу вводят на всю страну в 2018 году [17]. Контейнеры тоже изобрели в США и именно для железнодорожных перевозок. Поэтому, уже проведено исследование вопроса и сделана оценка перевозок грузов в контейнерах наземным транспортом по отношению к морскому. Необходимо сказать, что на морскую логистику в США завязано очень многое и не только в промышленности. В этой стране морской транспорт - это практический каботажный вариант через Панамский канал, при необходимости. В США космическая индустрия и собственно сам космодром размещены на побережье, аналогичная структура у ядерной энергетики, многие атомные

электростанции так же размещены на морских берегах. В России и та и другая вышеупомянутые индустрии привязаны к железнодорожному транспорту. Так, для того, чтобы даже построить атомную электростанцию, строится временная железная дорога.

Конечно, выводы, сделанные в [43] для экономики США не состоят только в приоритетности цифровой железной дороги. Скорее это смещение в сторону необходимости использовать новые технические и экономические возможности, которые она предоставляет, чтобы выстроить новые методы работы с контейнерными перевозками. Для иллюстрации этого приводим рисунки 3 и 4 из [43].



Рис. 3. Концептуальный шаттл для доставки контейнеров и автомобильных прицепов по цифровой железной дороге [43]



Рис. 4. Концепт ЕССО для работы на контейнерных грузовых дворах [43]

Все современные инфраструктурные стройки нацелены на будущие потребности цифровой экономики и используют огромное количество готовых заводских изделий, которые делают для установки по месту и, как правило, большое число среди них - негабаритные и тяжелые. При переходе на BIM технологии их количество и объем резко растут. В производстве авиалайнеров и морских судов, нефтегазовых, химических и иных производств их количество в цифровой экономике будет нарастать, как и проблемы логистики их транспортировки. Было много проектов, которые прекращались из-за отсутствия такой логистики при наличии денег и подписанных контрактов, когда отказывалась даже DHL, лозунгом которой всегда было - транспортировка всего от конверта до негабарита. Вопрос цены такой логистической услуги крайне важен и даже критичен для многих видов бизнеса.

Проект такого рода о новых возможностях логистики негабаритных и тяжелых грузов и возник в США не на пустом месте и делался практиками, Академией наук США, логистами и транспортниками. Это супер важная тема как для инфраструктур и промышленности, так и для оборонных вопросов. И в это теме много, что надо считать по месту и времени (математика, ГИС), есть физические, химические, биологические и экологические вопросы, и поэтому участие ученых было крайне рентабельно. Далее приведем цитату из их исследования [44] (здесь и далее мы пытались подобрать те цитаты, которые наиболее выпукло показывают важность того или иного высказанного тезиса): "Потребность в исследовательском проекте. Перемещение негабаритных / тяжелых грузов (OSOW) является сложным из-за ограничений инфраструктуры, регулирующих ограничений и разрешений. Носители OSOW

должны пересекаться с ограничениями по маршрутам, которые включают мосты или дороги с ограниченной грузоподъемностью, клиренсы мостов и туннелей, воздушных проводов и дорожных размеров. Перевозчики OSOW также сталкиваются с длинным списком правил и ограничений, каждый из которых имеет свои собственные ограничения, требования к данным, временные рамки и затраты.

Маршрутизация OSOW и процесс выдачи разрешений могут значительно усложниться, если груз OSOW перемещается через несколько штатов и национальных границ, поскольку юрисдикции часто имеют различные регламенты, процессы выдачи разрешений, требования к информации и различные уровни сведений о маршрутах в пределах их собственных границ. Еще больше это усугубляют проблемы в определении правильных контактов в отдельных городах, уездах и коммунальных предприятиях для получения разрешения на доставку OSOW на местных улицах и под подвешенными проводами, где есть так же требования. Различные нормативные положения, ограничения, разрешающие стандарты, требования к информации, и разрешительные процессы могут привести к неоптимальному использованию транспортной системы. Эти факторы не только влияют на эффективность действий OSOW, но также могут приводить к негативным внешним факторам и социальным издержкам.

Существует необходимость в большей унификации нормативов и правил выдачи разрешений для оптимальных грузовых маршрутов OSOW - как для перевозчиков OSOW, так и для грузоотправителей, на которых распространяются правила доставки OSOW. Для грузоотправителей и перевозчиков эффективность процесса и маршрутизация в конечном итоге сводят к минимуму время и затраты и помогают продвигать безопасную и надежную транспортировку. Для обществественности, эффективность в транспортировке OSOW минимизирует сбои и воздействие на мосты и дороги, уменьшает негативные внешние эффекты и социальные издержки, а также содействует безопасности и коммерции. Целью этого исследовательского проекта является предоставление ресурса, который будет полезен обеим группам: промышленности и обществественности, а также оптимизировать движение грузовых перевозок OSOW по межгосударственным коридорам".

Другое исследование Американской академии наук [45] - представляет часть программы, вызванной экстренной необходимостью в связи с цифровой трансформацией всех видов транспорта и логистики. Следуя ранее объявленным принципам, приведем цитата и из него [45]: "Создание мирового класса и профессионального кадрового состава инструкторов для обслуживания профессионального обслуживания транспортных средств была единственной, непоколебимой целью проекта F-19 TCRP: «Национальные тренинги: Программа сертификации для инструкторов по обслуживанию транзитных транспортных средств». В комплексе, транзитные среды, в которых требования безопасности, экономические ограничения и ежедневные достижения в области технической и системной сложности требуют рентабельной и надежной подготовки решений и требований к инструкторам по обслуживанию транзитных транспортных средств, никогда не были более критическими».

Однако и сама промышленность не стоит на месте и может в корне изменить подходы к инфраструктурным проектам и соответственно к логистике. На рисунках 5 и 6 мы приводим примеры таких решений из [39], и это создает дополнительные трудности в исследованиях, о которых речь пойдет далее.

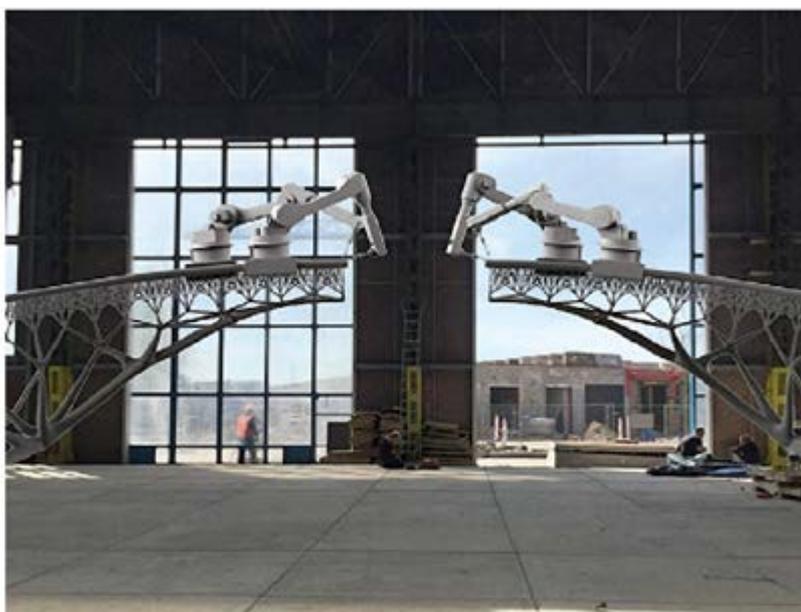


Рис. 5. Печать мостовых конструкций с помощью 2-х 3D принтеров [39]

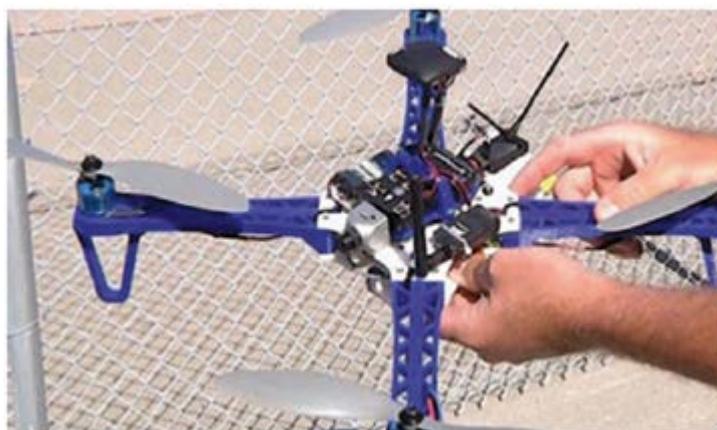


Рис. 6. Дрон, напечатанный на 3D принтере (ВМС США) [39]

## 2. Трудности объяснения понятий новых многомерных парадигм

Большое количество совершенно новых терминов, которые употребляются авторами многочисленных публикаций о цифровых технологиях, приводит к сложностям в понимании читателями сущности явлений цифровой экономики, логистики и современных индустрий. В меру свои сил, мы стремимся следовать общепринятым в мире терминам и показать сущность происходящих экономических и иных явлений в цифровых технологиях, происходящих с физическими вещами в реальном физическом мире с помощью цифровых технологий. Часто такие трансформации изменяют суть любой привычной нам отрасли или сильно ее модифицируют. Так произошло со строительством, которое с помощью информационного моделирования (BIM) практически стало промышленностью, и, как и промышленность, стало развивать направления работы в жизненном цикле изделий (зданий и сооружений), исходя из необходимости конкурентоспособности и экономической выгоды, достижимых через информационные технологии.

Одно из свойств цифровой экономики - это конвергенция технологий из одной отрасли в другую и тенденции, связанные с как разрушающими, так и с объединяющими технологиями в цифровой экономике. Это относится как к той ее части, которая трансформируется из промышленности [22,23,24,25], так и к той, которая связана с интеллектуальной мобильностью [26] и с инновациями [17,18,19,21]. Так возникают совершенно новые быстро развивающиеся части логистики и индустрий. Приведет только несколько примеров. В цифровой экономике выделилась совместная экономика уже известная всем и каждому на примере Uber, или Яндекс такси, а в индустрии и логистике эта уже называется интеллектуальная мобильность. Очень характерно то, что оба эти направления связаны с логистикой. Но сегодня доехать из аэропорта в Москву двум людям дешевле на интернет такси, чем на железнодорожном Аэроэкспрессе. И это цена, которая сложилась из-за отставания ОАО РЖД в переходе на цифровую железную дорогу, дающую возможность 50% снижения тарифов перевозки по железной дороге и оптимизации движения поездов, как грузовых, так и пассажирских. Так, в теории, самый экономичный железнодорожный транспорт начинает проигрывать новым цифровым формам сервиса такси, считавшегося ранее самым дорогим. На наш взгляд, в связи решениями Президента России [20] о научно-техническом развитии страны, исследование такого рода опыта, того, как это делается другими и того, как это очень быстро происходит в России, крайне важно.

Сталкиваясь с новыми явлениями, человечество всегда стремилось дать им названия и применить те или иные инструменты для их познания. В сегодняшних условиях (о чем мы уже неоднократно говорили) для этого понадобились совсем новые дополнительные измерения реального 3-х мерного мира, новые языки описания деятельности в новых измерениях и новая стандартизация.

Чрезвычайно сложные процессы сегодня происходят как в промышленности, так и в логистике. Очень характерно то, что уже не хватает измерений для представления отношений в промышленности, и возникают попытки введения новых измерения уже просто для отображения изменившихся и ставших более детальных связей. В начале 2017 года, японской группе мировой стандартизации промышленности [37] уже пришлось применять даже не три измерения, чтобы можно было отобразить сложности умного производства и связанную с ним логистику.

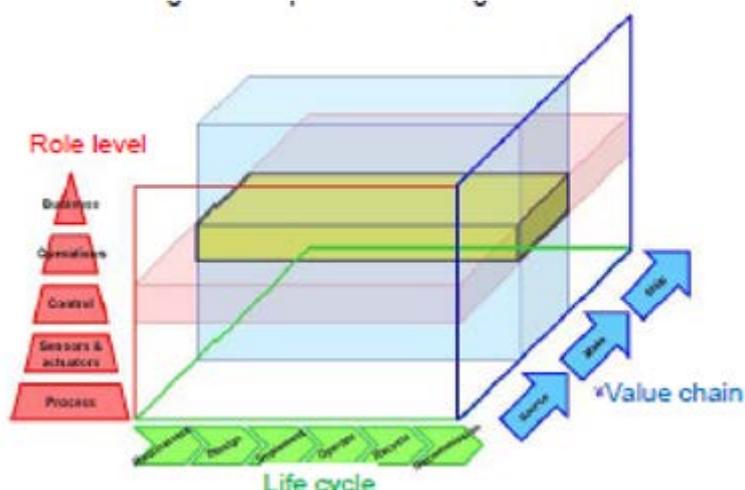


Рис. 7. Обобщенное многомерное представление процессов производства [37]

Не следует думать, что у человечества нет инструментов для преодоления этих трудностей. Уже давно такого рода проблемы решались созданием в науке новых парадигм познания, абстракциями и новыми искусственными языками. Примером тому служат математика, физика, химия, биология и другие науки, которые далеко не зря называются фундаментальными. Однако, именно сегодня, в условиях новых парадигм логистики и промышленности, произошло резкое расширение их зон применения.

Так, если читатель посетит сайты современных организаций по стандартизации и посмотрит тексты обсуждаемых стандартов, он мало чего поймет - они уже написаны на этих абстрактных языках. Зато эти тексты понимают хорошо обученные человеком цифровые электронные вычислительные средства, что существенно ускоряет и удешевляет их практическое применение. Таковы, например, сообщества разработчиков стандартов W3C или AFC, давно переставшие быть сообществами ученых чудаков, они уже стали официально признанными и невероятно важными частями мировой стандартизации. Об этом всегда надо помнить не только потому, что в [20] отмечена возрастающая роль международных стандартов, но и понимать, что сегодня без этих стандартов ничего не будет работать ни в цифровой экономике, ни в современных индустриях и логистике. Более того, именно эти стандарты уже приносят огромные экономические выгоды [48], которые будут только расти при грамотном и научном их использовании. Следует заметить в заключение, что сегодня привычный вариант для чтения на человеческом языке привычных нам стандартов уже делается из их описаний на искусственном языке программирования паттернов, например в BSI, а новости, которые вы смотрите, готовятся уже часто не людьми, а обученным ими искусственным интеллектом (AI).

Понимая, что это очень важные вопросы и, в том числе, и том, как Правительство работает и должно работать в этом быстро меняющемся сегодняшнем мире, мы и попробовали изложить свои соображения в следующем разделе.

### 3. Правительство и наука в цифровом мире.

Изобретения, инновации и внедрение технологий продолжает трансформировать наш мир. Это наиболее очевидно в наших последних способах общения и потребления. Один только Facebook соединяется полтора миллиарда человек каждый месяц. Мы отправляем в нем 500 миллионов сообщений ежедневно - в дополнение к миллиардам текстов в Интернете. Мы заказываем то, что мы хотим, в Сети - все больше и больше через смартфоны - и часто получаем эти товары и услуги в тот же день, иногда в течение часа. Так происходит во всем мире и в России то же. В самом деле, некоторые цифровые продукты и приложения прибывают почти мгновенно, и могут храниться на удаленных серверах для использования по требованию.

Менее заметно, но по-прежнему это чрезвычайно важно, как передовые производства вступают в новую эру. Один только машинный или искусственный интеллект изменяет освященные временем методы, предлагая способы создания более дешевых товаров, которые могут быть более легко подогнаны на конкретного потребителя, дать более высокую производительность и породить взрыв сопутствующих услуг. Не надо думать, что это будущее. Искусственный интеллект уже разработал современное рабочее радио из транзисторов, изобрел новые рецепты и вкусовые сочетания, составляет сводки новостей и изучил предпочтения продуктов онлайн-покупателями. Британская компания Deep Mind победила с его помощью лучших мировых игроков в одной из самых сложных игр: Go. В области разработки лекарственных средств, медицинский колледж Бейлор совместно с IBM Watson - уже используют обработку естественного языка и машинное обучение, чтобы вытащить смысл из неструктурированных данных - для поиска новых методов лечения рака.

Компоненты для самолетов и гоночных высокоскоростных автомобилей сегодня делаются на 3D-принтерах. Такое развитие является вызовами для трудоемких фабрик и сложных цепочек поставок; не имея длительных задержек между прототипом и продуктом, которые больше не являются неизбежными.

В других сферах, за последние 20 лет наблюдается технический прогресс и ренессанс в освоении космоса, начиная с исследований поверхности Марса к первой в истории посадке на комету. Спутниковые технологии продолжают развивать новые виды связи и возможности навигации уже в сочетании с новым поколением связи 5G. Это означает, что эти возможности будут у миллиардов пользователей сотовой связи и смартфонов в ближайшие 4-5 лет. В науках о жизни, мы расшифровали геномы нескольких организмов, в том числе наши собственные. Всего 10 лет назад, расшифровка целого генома человека требовала десятки миллионов долларов; сегодня это может быть сделано за одну тысячу.

Все эти факторы, безусловно, оказывают влияние на то, как правительства действуют. Они не могут, с одной стороны не видеть и не оценивать происходящего, а с другой стороны, имея множественные обязательства, действовать мгновенно и по всем направлениям сразу.

Правительственный интерес, тем не менее, к технологиям следующего поколения становится уже очень ярко выраженным (здесь и во многом далее мы следуем [27]). Эта работа есть уже третье исследование научной части Правительства Великобритании о технологиях и инновациях и их применении на уровне политики страны. Опубликованная в 2017 году, работа [27] имеет четыре направления:

- Ищет потенциальные системы обеспечения долгосрочного экономического роста и производительности в стране.
- Ищет средства для улучшения предоставления общественных услуг.
- Хочет понять возможности для того, чтобы улучшить жизнь своих граждан, такие как Интернет в снижении рисков, связанных с технологией.
- И, наконец, оно заинтересовано в отношении того, что технология может расширить через информационную политику внутри самого правительства, в частности, путем сбора лучших и более подробных деталей о действительности.

Для достижения этих целей практически все правительства мира используют технологию и науку форсайта.

#### **4. Форсайт и прогнозирование**

Технологии Форсайта (Foresight) относятся к целому ряду практик, методам, инструментам и техникам, которые помогают организации активно исследовать, форму и управлять будущим. Это включает понимание ключевых факторов изменений, возможные проекции в будущее, и последствия изменений на конкретных предприятиях, проектах или контекстах. Деятельность по форсайту не предназначена для прогнозирования будущего с полной точностью. Скорее, она позволяет практикующим исследователям получить правдоподобные фьючерсы (во множественном числе), уведомляет о текущих тенденциях и траекториях, а также возникающих сигналах изменений. Однако именно этот инструмент снижения рисков принимаемых решений с одной стороны и не предполагающих жесткого отбрасывания, например, взрывных технологий сегодня стал одним из главных инструментов работы международных организаций, правительств и компаний. Особенно значение форсайта, как метода и науки, выросло в эпоху цифровых трансформаций, и мы думаем, что по вполне понятным причинам.

Форсайт поддерживает стратегии, риски и инновационные процессы. Корпоративный форсайт может быть применен к широкому диапазону рабочих контекстов. К ним относятся стратегии, риски и инновационные процессы, а также маркетинг, дизайн и инженерные проекты. Все это дает выгоды от критической разведки будущего. Цель состоит в том, чтобы обеспечить будущее возможности максимальным образом и свести риски к минимуму. Форсайт также используется для организационных изменений, корпоративных стратегий и на ранних этапах оценки финансовых вложений. Многие из методов, используемых в форсайте, происходят из таких научных дисциплин, как социальная психология, научное управление, теория систем, вероятностей и теории игр и др.

Широкий круг компаний (в основном в товары длительного пользования и процессные индустрии, как автомобилестроение, машиностроение или химические производства) уже широко используют функции и возможности форсайта. Они заказывают и создают исследования по форсайту, чтобы лучше прогнозировать и управлять будущими изменениями, и часто результаты его встраиваются в разные части организации (стратегии, инновации, маркетинг, R & D и т.д.). Конкретное применение форсайта будет зависеть от основных целей команды управления и более широких целей организации.

Поскольку мы исследуем именно тему промышленности, то приводим примеры из [29], касающиеся истории применения в этой сфере. Работа [29] - это последняя нам известное изложение

(2017 год) методологий и принципов форсайта от компании ARUP. В наших работах многократно цитировали исследования ARUP и причина этого в одном — их форсайт чрезвычайно часто сбывается, так как построен на очень четкой оценки того, что уже сделано. Есть в этом неизменном успехе и очень понятная закономерность - это компания практикующих архитекторов, инженеров, проектантов и строителей, а именно эта профессии отвечают за будущий облик нашего мира и всегда должна трезво смотреть в будущее, перестраивая наш мир. Далее мы проводим примеры применения форсайта в промышленности и все они в той или иной мере связаны с логистикой.

- Shell. В 1970-е годы, Shell использует сценарии, чтобы рассмотреть вопрос о том, как фирма должна реагировать на возможное повышение цен на нефть. В этом направлении фирма достигла стратегического обеспечения готовности, когда произошел первый нефтяной кризис в 1973 г. Сценарий планирования в настоящее время находится в эксплуатации в Shell уже более 45 лет.

- BASF. Внутренний мозговой центр в BASF выполняет ряд функций форсайта, чтобы понять изменения и определить новые бизнес возможности и области роста. В BASF, форсайт тесно связан с инновационными процессами. Цель состоит в том, чтобы определить соответствующие тенденции на рынке, и перевести их в новые возможности для продуктов и инновационных материалов.

- Volkswagen. В начале 2000-х годов, группа Volkswagen встретила команду форсайта в функциональную группу исследований, связывая эту команду с самыми инновационными исследователями концерна. С началом дизельного скандала ("dieselgate") репутация подразделения форсайта увеличилась, так как у этой команда уже был сценарий реагирования.

- Frost & Sullivan. Служба форсайта инноваций Frost & в Sullivan обеспечивает идеями о том, как преобразующее развитие повлияет на будущие рынки и мир в более широком смысле. В них рассматриваются глобальные будущие тенденции и сигналы раннего предупреждения для обеспечения непредвиденных расходов и планов на будущее.

Все упомянутые выше компании сегодня в процессе цифровой трансформации и за счет форсайта занимают стабильное положение на мировом рынке и быстро преодолевают кризисные явления. Отметим два очень важных свойства форсайта. Проведенный по конкретному направлению и технологии он показывает зрелость технологии и ее реализуемость. Многие технологии, о которых сегодня говорят, были изобретены десятки лет назад (например, 3D печать была придумана еще в эпоху чернильных принтеров), но отсутствие зрелости для практического применения и ценовой или экономической реализуемости сделали возможным их взрывное внедрение только сейчас.

## 5. Форсайт в правительстве Великобритании

Практически все департаменты правительства Великобритании заказывают форсайты. Причина этого в необходимости, в том числе, конкретного понимания реализуемости и зрелости взрывных и иных технологий в конкретный период времени и в конкретной стране. Но для того, чтобы планы освоения нововведений были скоординированными и менее затратными, департамент науки определяет стратегические приоритеты и ответственность несет за их правильный выбор (не за исполнение). Этим департаментом было сделано всего три отчета исследований будущих технологий и инноваций (TIF), первый из которых был опубликован в 2010 году, предыдущий сделан в 2012 году (TIF2), где было выявлено ряд существенных, технологий многоцелевого назначения, впоследствии классифицируемых как Восемь Великих технологий:

- Передовые материалы
- Спутники
- Хранилища энергии
- Робототехника и автономные системы
- Агро-наука
- Регенеративная медицина
- Большие данные
- Синтетическая биология.

Они получили комбинированные £ 600 млн. государственных инвестиций. Используя дополнительные доказательства, собранных в ходе TIF2, правительство также вкладывает комбинированные 305 млн. £ с 2012 года в двух следующих широких областях: квантовых технологиях и Интернете вещей. А вот TIF3 от 2017 года не раскопал новых технологических доменов. Заметим, что это происходит в стране - лидере цифровой экономики мира, где доля цифровой экономики в ВВП страны достигла 18% в 2016 году. Причина этого в том, что эти проекты цифровой экономики вступили в фазу реализации или приложений и быстрой возвратности вложенных инвестиций. Была достигнута концентрация усилий не на всех новых технологиях и решениях, а только на тех, которые по расчетам могут принести конкретные цифровые и иные дивиденды Великобритании.

Как было отмечено выше, наиболее интересные выводы из TIF3 не предполагали идентификацию совершенно новых технологий или доменов. Скорее всего, эксперты утверждали, что самые большие будущие возможности - находятся в области повышения производительности и

предоставлении государственных услуг. Они лежат в обеспечении существующих и новых технологий, чтобы взаимодействовать друг с другом, и в результате их продвижения приложения станут легко доступны для общественности и рынка. Эти приложения могут нарушить и вытеснить существующие на рынке товары и услуги. Потенциал разрушения также лежит в действиях на основе свежих идей, полученных от потребителей данных, а также из наборов данных, добытых впервые после того, как совместимость и барьеры для безопасного обмена были разрешены удовлетворительно. Выполнение этого также может обеспечить более подробную доказательную базу для правительства и разработать более направленную политику и более эффективное распределение ограниченных ресурсов.

Как правило, в случае комплексности возможностей многогранного применения или очень большой важности предполагаемых к решению задач, вслед за научным министерством начинает работать Министерство бизнеса Великобритании (BIS). Совсем недавно, в июле 2016 года правительство дало министерству бизнеса Великобритании (BIS) новое название — Департамент Бизнеса, энергетики и промышленной стратегии (Department of Business, Energy and Industrial Strategy). Необходимо отметить, что именно с BIS связаны успешные внедрения в практику таких проектов как информационное моделирование зданий или BIM, умные города (Smart City). Эти проекты сегодня всемирно известны и послужили основой для мировых инновационных стандартов, принятых как национальные десятками стран. Такое преобразование о многом говорит в части производственных и логистических приоритетов страны — они стали одними из самых главных задач.

Новый BIS, как мы предполагаем, будет следовать приверженности стратегических, систематических и стыкованных политик, уже давшей отличные результаты ранее. Этот системный подход будет становиться все более важным, так как оцифровка продолжает преобразовывать и интегрировать технологии производства и системы и цепочки поставок, создавая новые возможности для конкретных секторов, но также создавая и другие возможности, которые пронизывают традиционные границы секторов и требуют общей инновационной инфраструктуры, новых навыков, R & D и инвестиций. Такая политика уже принесла ему ранее успех и, скорее всего, именно она и будет развиваться. Да и нам в России, пожалуй, стоит к ней повнимательнее присмотреться сегодня на старте наших цифровых преобразований. Стоит при этом помнить, что средняя продолжительность жизни предприятий в мире за последние 10 лет резко сократилась, с примерно 60 лет до 17. Такова уже стала цена восприятия инноваций. Именно поэтому очень успешная в цифровой экономике Великобритания и ее правительство тщательно отбирают только те технологии и направления, которые должны стать прорывными для их страны.

## **6. Цифровые производства, логистика и правительства в мире**

Правительства во всем мире имеют большой интерес к цифровым производствам и логистике по целому ряду причин. Они видят в них потенциал для повышения производительности и экономического роста, для соединения производства и инноваций и создания полностью новых рынков, основанных на новых продуктах и услугах. Оцифровка также имеет потенциал для повышения эффективности использования ресурсов и, следовательно, может помочь с уменьшением затрат, организацией снабжения и устойчивостью природных ресурсов. Есть, однако, и более прозаические причины. Именно правительства во многом в итоге оказываются заказчиками производств и специальной логистики военной техники и вооружений, спецтехники и компонент для критически важных инфраструктур в первую очередь. В этих сегментах национальных рынков трудно представить себе иного заказчика кроме государства. К оборонным производствам неизбежно примыкает военная логистика, хотя в целом логистика это практически полностью частный сектор. Возможности цифровых производства так же важны и для удовлетворения их продукцией населения и наращивания экспортных возможностей, что чрезвычайно важно для стабильно развития любой экономики и конечно же и для цифровой.

Для выработки промышленных и логистических направлений в Великобритании, США, Японии и Германии было проведено значительное число форсайтов и исследований и, в том числе, потенциальных конкурентов и одновременно союзников в цифровых преобразованиях. Так в Великобритании к ним были отнесены — США, Германия и Япония [1-16]. К этим исследованиям были привлечены лучшие научные и технические силы страны. В результате, в начале 2017 года появилась национальная индустриальная стратегия [12]. Мы сделали по этим источникам обзор направлений и проблем, который и предлагаем ниже.

Наряду с возможностями цифровых производств есть и проблемы. Оцифровка имеет последствия, как хорошие, так и плохие. Так, одно из таких сложных последствий - это создание рабочих мест в странах с высоким уровнем заработной платы.

С ростом населения очень существенно выросла стоимость земли и уже есть вполне обоснованные планы переноса части агро и производственной активности на шельф, что совсем не дешевое занятие. Есть серьезные опасения относительно кибер-безопасности промышленных систем и сервисных услуг. Это грозит всем странам срывом реализации бизнес-моделей в важных секторах экономики, давая возможности для международных конкурентов получить доли международного

рынка, на которые эти бизнес-модели были нацелены.

В рассматриваемых материалах есть три измерения цифровых преобразований производств. Один из самых поразительных аспектов «оцифровки производства» является разнообразие языков и терминов, которые используются для описания этого процесса и подготовки программ предназначены для поддержки преобразований. Это, пожалуй, неудивительно, учитывая сложности технологии и производственных систем, участвующих использование «кибер-физических систем», «интернета-вещей "и" технологий больших данных», которые среди прочего, предлагают различные способы для подключения и интеграции все более сложные цепочки поставок для производства и производственных систем. В равной степени, неудивительно, что различные аспекты этих систем являются более актуальными для конкретных национальных производственных сил и имеют разные сильные и слабые стороны и политические проблемы там, где правительства имеют разные приоритеты.

Полезным способом для определения в них различий в терминологии является обсуждение с точки зрения трех производственных 'измерений': вертикальная интеграция, гибкие и реконфигурируемые производственные системы внутри предприятий (часто их рассматривают с точки зрения «умных заводов» или «умные» производственные предприятия); горизонтальная интеграция внутригрупповых цепей дополнительной стоимости и сетей (или «умных цепей поставок»); и интеграция жизненных циклов продуктов и цифровой инженерной деятельности по всей цепочке создания стоимости продукта и связанной с ней системой производства.

Существует растущее понимание среди политиков, что "оцифровка производства" это не только вопрос о передовой автоматизации и "умных заводах", но он порождает потребности охватить все эти три измерения. Эти три измерения также обеспечивают полезный взгляд, формируемый форсайтом, через который, можно понять генезис конкретных национальных инноваций приоритетов и политик, некоторые примеры которых приведены ниже.

## **7. Различные национальные подходы**

Различные правительства используют различный диапазон механизмов и инициатив по решению возможностей и проблем цифровых производств. Следующие примеры, из США, Германии, Великобритании и Японии не могут представлять полную широту и разнообразие программ в каждой стране, но они позволяют выделить некоторые ключевые национальные приоритеты и некоторые важные флагманские инициативы.

**США.** Одной из самых громких инициатив в Соединенных Штатах является Институт цифрового Производства и инновационного дизайна (DMDI-Digital Manufacturing & Design Innovation Institute), базирующейся в Чикаго. DMDI является одним из новых производственных инновационных институтов США (аналог в Великобритании это Катапульти) с миссией по разработке и демонстрации новых цифровых производств и возможностей дизайна в передовом анализе, интеллектуальной обработке и передовых производственных предприятиях. DMDI насчитывает 190 компаний-членов, а также имеет в качестве партнеров ряд университетов и других организации. Сегодня его финансирование осуществляется в размере \$ 320 млн. (\$ 70 млн. из которых происходит от правительства). Программа исследований DMDI часто объясняется с точки зрения так называемого 'Цифрового потока', это важное понятие того, как в США думают о цифровизации производства. Термин отражает комплексный подход к управлению информацией, относящейся к конкретному продукту (или активу). Он "соткан «из элементов на протяжении всего жизненного цикла», а цепочки поставок данных в нем рассматриваются от проектирования до производства и в конечном итоге ведут к поддержке продукта.

Много исследовательской инновационной деятельности связано с "цифровой" нитью и усилиями по интеграции данных из различных, традиционно разрозненных источников. Сюда же включаются и перспективы функционального инжиниринга, путем разработки протоколов, информационно-обменных методов, инструментов и стандартов. Полная двусторонняя цифровая нить должна позволить производственным фирмам более эффективно бороться со сложностью современных продуктов, логистики и производственных систем, сокращая цикл разработки, повышая производительность труда и конкурентоспособность.

**Германия.** В цифровых терминах производства, Германия наиболее связана с Индустрией 4.0 и акцентом на умных заводах и умных производственных предприятиях. Но это также относится и к другому источнику немецкой производственной силы - малым и средним предприятиям. Одной из самых профильных инвестиций в Промышленность 4.0 федерального правительства является инициатива по кластеру «Это OWL» (умные Технические системы Оствестфален-Липпе). OWL представляет собой альянс более 170 предприятий, университетов и институтов в Оствестфален-Липпе - регионе представляющим на своей территории ряд сильных промышленных и научных организаций и их исследований.

Альянс финансируется за счет программы Leading-Edge Cluster program, которая поддерживает наиболее эффективные коммерческие и научные кластеры. OWL получил более € 100 млн. в течение пяти лет, на финансирование 46 научно-исследовательских проектов по разработке интеллектуальных технических систем. В то время как основные работы сосредоточиваются на исследованиях, кластер

также имеет фокус на оказании помощи в развитии цифровых промышленных способностей и логистики малых и средних предприятий.

**Япония.** Японское правительство в недавних обзорах производства подчеркивает, что, хотя Япония и приняла термин 'Интернет вещей», он может иметь меньшее значение возможностей, чем в Соединенных Штатах или в Европе. У США есть возможности для увеличения дохода особенно через интернет платформы и анализ больших данных (через такие фирмы, как Google), а у Германии есть возможности, основанные на связанности производств машин и смарт-заводов, через такие фирмы, как Siemens, считают в Японии. Япония, с другой стороны, сравнительно сильна развитой робототехникой и ее правительство уделяет первостепенное внимание усилиям, чтобы привести в мир "роботов для эпохи Интернета вещей».

Японский совет по инициативе Robot Revolution, при поддержке более 200 компаний, университетов и научно-исследовательских институтов, имеет целью расширить использование передовой робототехники во всей японской промышленности, с целью роста продаж от 600 миллиардов ¥ в год до ¥ 2,4 трлн. в год (примерно £ 19 миллиардов в год) к 2020 году.

Несмотря на то, что у большинства крупных стран есть научно-исследовательские и инновационные направления, связанные с цифровыми производствами, есть и существенные различия в акцентах и воспринимаемых возможностях. Так Соединенные штаты имеют, пожалуй, больший акцент на возможности, связанные с новым продуктовым дизайном (и скоростью выхода на рынок), управлением знаниями, включая «большие данные». Германия, имеет относительно сильные акценты на «встраиваемых системах» и «умных» фабриках будущего. Японией были определены национальные возможности в киберфизических системах и в «продвинутой робототехнике для эпохи «Интернета вещей». Все эти новые возможности, обеспечиваются новыми ИКТ производственными технологиями, но стоит отметить, что многие национальные приоритеты для цифровизации производства опираются на давние национальные сильные стороны промышленности, и учредили для их развития их национальные производственные возможности в виде структур и институтов.

**Великобритания.** Великобритания не может быть домом или штаб-квартирой гигантского глобального Интернета или такой фирмы, как Google, и не имеет Mittelstand в машиностроении малого и среднего бизнеса, как в Германии. Страна не имеет национальных традиций и страсти к робототехнике, как Япония, но она делает чрезвычайно сильные инженерные решения и имеет базу проектирования и процветающее современное ИКТ сообщество.

С этой точки зрения Великобритания приняла систематическую политику подхода к "промышленной стратегии", которая вполне может идеально подходить для адресации возможностей и вызовов цифровой промышленности и на которую в некоторой части, возможно, стоит посмотреть в России. В последние годы в Великобритании промышленная стратегия была сосредоточена на долгосрочной стратегической поддержке ключевых секторов через внедрение координирующего развития навыков, возможностей технологий, ключевых инфраструктур и доступа к финансовым ресурсам. В то же время, успешно развивались флагманские инициативы, такие как инициатива по цепям поставок Advanced Manufacturing Supply Chain Initiative и сеть Катапульта и промежуточных центров R & D, которые играют важную роль в усилении критических связей во всем комплексе инноваций и производственной системе в Великобритании.

## **8. Стратегии логистики, производства и цепей поставок**

Из 8 великих технологий и двух добавленных собственно и строятся в Великобритании стратегии развития цифровой промышленности и логистики, сопровождаемые непрерывно форсайтом, в котором самое пристальное внимание обращается на то, что остается неизменным и становится для новых производств ключевым - цифровые логистика и цепочки поставок. Сочетание новых технологий, ИТ инфраструктуры и аналитические данные содержат заманчивые возможности мира, в котором цепочки поставок от начала до конца совершенно трансформируются - становятся связными, гибкими, эффективными, устойчивыми и по-настоящему способными реагировать на потребности клиентов.

Каждая из перечисленных возможностей звучит и сама по себе привлекательно, но если сложить их вместе, то появляются совершенно новые способы ведения бизнеса, в которых клиенты выступают не только как приемщики в конце готового изделия или слуги, но занимают центральное место в этом процессе. Хороший пример этого - фармацевтический сектор (Британия один из безусловных мировых лидеров, как в нем, так и в современной медицине). Но мы полагаем, что с точки зрения архитектуры иных производств фармацевтические промышленное решение будет не очень сильно отличаться от других, так как оно в текущей постановке может быть одно из самых сложных в мире. Все остальные промышленные и логистические решения в массе своей будут проще.

Использование цифровых технологий и богатых данных системы не только способны к тому, чтобы сделать фармацевтические цепочки поставок гораздо более эффективным, но и предложить полностью новую бизнес-модель, в которой лекарственные средства могут быть изготовлены на заказ. Теперь возможно, на уровне местной аптеки, удовлетворить индивидуальные медицинские потребности

пациента, и там (в аптечных сетях) потребление и последствия применения этих препаратов можно постоянно контролировать, чтобы помочь врачу лучше поддерживать своих пациентов, создавая экономически эффективные и удобные для участников новые бизнес-отношения. В результате возникает дивный новый мир персонализированной медицины, включенный в цифровые производственные процессы, цифровую инфраструктуру и большие данные.

Но реализация этой концепции цифрового будущего остается недостижимой, особенно для крупнейших мировых предприятий. Многие из этих компании признают необходимость оцифровать их цепочки поставок, но часто только в ответ на конкретные проблемы. Это может представлять, например, как в фармацевтическом секторе, насущную необходимость решить вопросы противоречий в управления запасами и привести в порядок множество цепочек поставок. Это может быть связано с проблемами качества, и рассматривает оцифровку как лучший способ обеспечения неизменно высокого качества их продукции, таким образом, что прослеживается происхождение компонент.

Или же эти предприятия могут потерять конкурентное преимущество за счет плохого обслуживания клиентов и видеть цифровую программу как способ восстановления доли рынка.

Разработка цифровой цепочки поставок от начала до конца включает в себя, главным образом, трансформацию, как на концептуальном уровне, так и в исполнении. Это особенная история в случае глобальных гигантов с их историей слияний и поглощений и множеством унаследованных систем интеграции. Даже без усложнения M & A, все крупные компании должны организовать себя в управляемые структуры, которые имеют естественную тенденцию, чтобы превратиться в части информации в силос и, следовательно, создать препятствия на пути организационных изменений.

Существует также широкий вопрос об отсутствии цифровых навыков и установок по всем кадрам компании - от уровня руководителей высшего и среднего звена, до кадров ежедневно осуществляющие заводские операции. Компании могут быть в состоянии видеть возможность, приобрести технологию и собрать данные, но дефицит необходимых навыков и мышления представляет собой существенный барьер.

Одна из проблем, с видением цифровых цепочек поставок - это сам масштаб и его сложность. Начало концептуализации цифровой цепочки поставок можно представить себе как разбиение его на десять ключевых областей, или «сценариев» (Рисунок 8), которые помогают компаниям понять ключевые пути, в которых оцифровка может оказать влияние на их организацию.

Определив эти десять ключевых областей, можно разрабатывать «модели зрелости» с помощью которых компании могут сравнивать свои текущие показатели и определить, где у них имеются наибольшие возможности и где им надо определить приоритетность усилий.

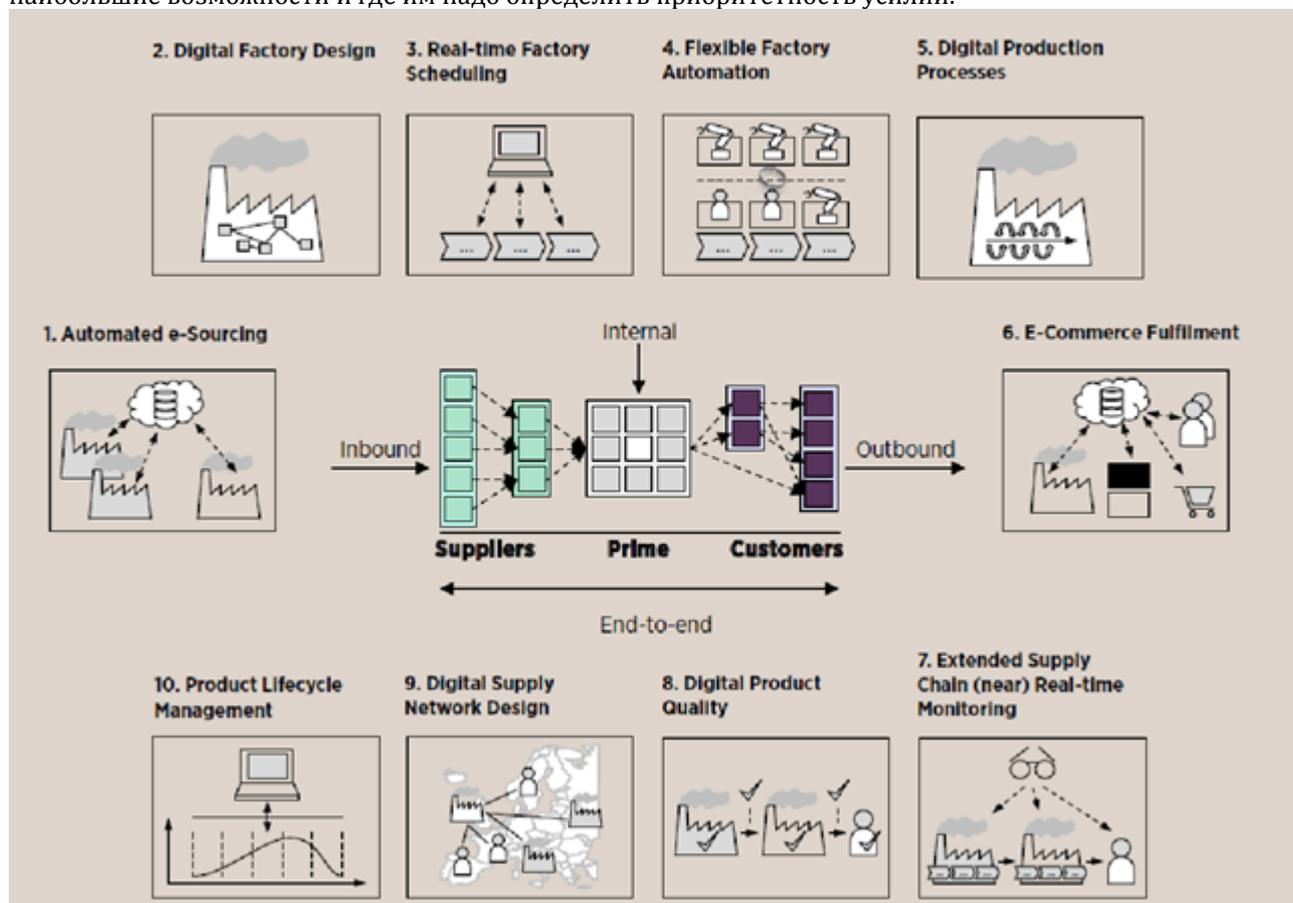


Рис. 8. 10 процессов, необходимых для построения цифровой логистики и цифровых цепей поставок [1]

### **9. Проектирование завода и производственные процессы**

Десять сценариев включают в себя дизайн-завода и производственные процессы, так как цифровые разработки в этих областях лежат в основе расширенной цепочки поставок. Гибкий завод является важным понятием в этом быстро движущейся среде: так как может помочь дизайн настроить завод на технологии, которые вы еще не знаете. В этом контексте, заводы должны быть модульными и реконфигурируемые. Один из вопросов, которая подобная структура помогает компаниям рассмотреть, заключается в следующем: она позволяет относительно просто спроектировать современных, очень гибких производств, которые будут в состоянии работать в парадигме «подключи и работай заводов», но будет ли это экономически выгодно? Является ли это тем, где компании будут в состоянии создать и получить наибольшую прибыль?

**Максимальное использование данных.** Некоторые компании уже очень хорошо собирают данные о продуктах и данные о клиентах, но задача состоит в том, как интегрировать то, что бы эти данные использовались, чтобы сделать лучшие решения, например в управлении жизненным циклом продукта, прогнозировании продаж и разработке продуктов и услуг в ответ на потребности клиентов. Данные как собственность быстро становится важной проблемой в цепи поставок и обслуживании контекста реализации проектов. Когда много партнеров принимают участие, критическим вопросом является то, кто владеет и может получить доступ к данным.

Обмен данными и возможность подключения также поднимает вопрос о программах с открытым исходным кодом в сравнении с «черным ящиком» и выработке единых стандартов международной информации в различных секторах. В этой области также необходимо учитывать устойчивость этих цифровых цепочек поставок и понять проблемы кибербезопасности и то, что они могут в настоящее время.

**Гибкость по сравнению с подключением.** Одним из концептуальных и практических вызовов для организаций в неизбежной цифровой трансформации, это вопрос о том следует ли проводить строительство монолитных, корпоративных систем, которые могут соединить цепочки поставок. Очевидно, что для многих компаний - особенно тех, что имеют историю - это потребовало бы огромной организационной воли, не говоря уже о значительных инвестициях для того, чтобы двигаться на общей платформе. И необходимо ли будет делать это, поэтому что, на самом деле, текущие решения уже обеспечивают достаточно гибкие и реконфигурируемые решения?

Вместо этого, компании часто говорят о развитии 'Цифровой магистрали', которая может взаимодействовать с другими системами, чтобы обеспечить решения более подключенные к сети и гибкие подходы к оптимизации от начала до конца цепочки поставок. И этот цифровой позвоночник больше, чем просто ИТ-системы — он должен воплощать критические точки соприкосновения и интерфейсы между организациями, а также архитектуру данных и аналитику. Это также означает цифровой культурный сдвиг в сторону интеллектуальной мобильности или цифровой логистики.

Использование веб-систем для выполнения заказов и управление сложностью логистикой последней мили является тем, что ориентированные на бизнес-потребителя компании уже делают с впечатляющим уровнем сложности и достигают соответствующих уровней конкурентных преимуществ. Для многих крупных производителей там еще много работы, чтобы бы это было сделано в развивающихся системах, которые уже могут сделать доставку и поддержку продуктов к нескольким точкам купли-продажи и в конечном итоге направить их клиенту [49, 50]. Но возможности очевидны — необходимо создать замкнутый круг. Предоставляя лучшее обслуживание клиентов это не только возможность привлечения новых клиентов (и сохранения старых), но также возможность получить доступ к лучшим данным о клиентах, которые в свою очередь, могут улучшить как продукт и так сервис, которые компании предлагают.

Есть также много возможностей увеличения эффективности, которые будут появляться от этого последнего этапа оцифровки цепи поставок, такие, как лучшее управление запасами и снижение транспортных расходов.

**К цифровым цепям поставок.** Разбив цифровые цепочки поставок на десять различных, но связанных сценариев, в которых компании могут измерить их производительность и эффективность, мы полагаем, что удастся создать обоснованные планы, которые помогут в разработке цифровых возможностей цепочек поставок. Десять сценариев могут прояснить понимание и разработать стратегический подход к оцифровке процессов, который будет одновременно как реализуемы так и создавать максимальную прибыль для компаний. Следующим шагом будет реализация стратегии.

**Глоссарий ключевых терминов и пояснения.** Из-за упомянутых сложностей с терминологией нам представляется правильным предоставить читателю небольшой глоссарий терминов выделенных британскими исследователями. Вот он:

- Компетентность: инструмент, техника или ноу-хау (будь то техническое или операционное), которые не могут быть сразу видны пользователю, но которые - в сочетании с другими компетенциями и ресурсами - делают возможными реализовать (одну или несколько) бизнес возможностей.

- Цифровое производство: совместная трансформация производства за счет использования достижений в области ИКТ.

- Цепь добавленной стоимости: Цепь добавленной стоимости дает всем участвующим сторонам возможность создавать стоимость, которая превышает стоимость предоставления товаров и / или услуг клиентам. Максимизация эффективности деятельности в любом одном из этапов создает конкурентное преимущество. Шаги или мероприятия это проектирование и дизайн; производство; поставка; продажа и маркетинг; сервисы; повторное использование / утилизация.

- Цепь поставок: Цепь поставок включает в себя поток всей информации, о продуктах, материалах и средствах между различными этапами создания и продажи продукта. Каждый шаг в этом процессе, от создания товара или услуги, его изготовления, транспортировки его к месту продажи, а затем его продавца находится в цепи поставок компании. Цепь поставок включает в себя все функции, связанные с получением и выполнением запроса клиента.

Отметим, что разницей между цепью добавленной стоимости и цепью поставок является то, что цепь добавленной стоимости представляет собой совокупность взаимосвязанных действий всех участвующих сторон, чтобы создать и использовать конкурентное преимущество, в то время как цепочка поставок является процессом всех сторон, участвующих в выполнении запроса клиента.

- Цифровой сценарий цепочки поставок это набор сценариев цепочки поставок, которые демонстрируют возможности расширенных операций эксплуатационных достижений в области цифровых технологий, устройств, анализа данных, интеграции данных и управления по всей цепочке поставок.

Десять сценариев, определенных в настоящей работе, включают в себя: автоматизированные электронные-источники производства (automated e-sourcing); цифровой проект фабрики (digital factory design); планирование работы завода в режиме реального времени (real-time factory scheduling); гибкую автоматизацию производства (flexible factory automation); цифровые производственные процессы (digital production processes); работу в электронной коммерции (e-commerce fulfilment); расширенные цепочки поставок, которые отслеживаются почти в режиме реального времени; цифровое качество продукции; цифровой дизайн сети цепей поставок; управление жизненным циклом продуктов.

## **10. Продвинутое, умное, аддитивное производство и цифровая логистика**

Множество терминов употребляется и для определения того, что понимается сегодня под цифровыми производствами. Их называют: продвинутыми, умными, аддитивными, дискретными и т.п. По оценкам [35], совокупные экономические последствия, связанные с улучшенной технологической инфраструктурой для поддержки «умного» производства, составляют приблизительно 57,4 млрд. Долл. США в год и будут накапливаться в течение нескольких лет. Производство дискретных деталей составляет \$ 30,8 млрд., А технологическое производство - \$ 26,6 млрд. На рисунке 9 показана экономия затрат по каждому фактору производства, по отдельным производителям и секторам. Наибольший эффект был связан с экономией труда в отдельных секторах производства. В обрабатывающих отраслях наибольшая экономия была достигнута в материалах (сырье), за которыми следуют энергия и рабочая сила.

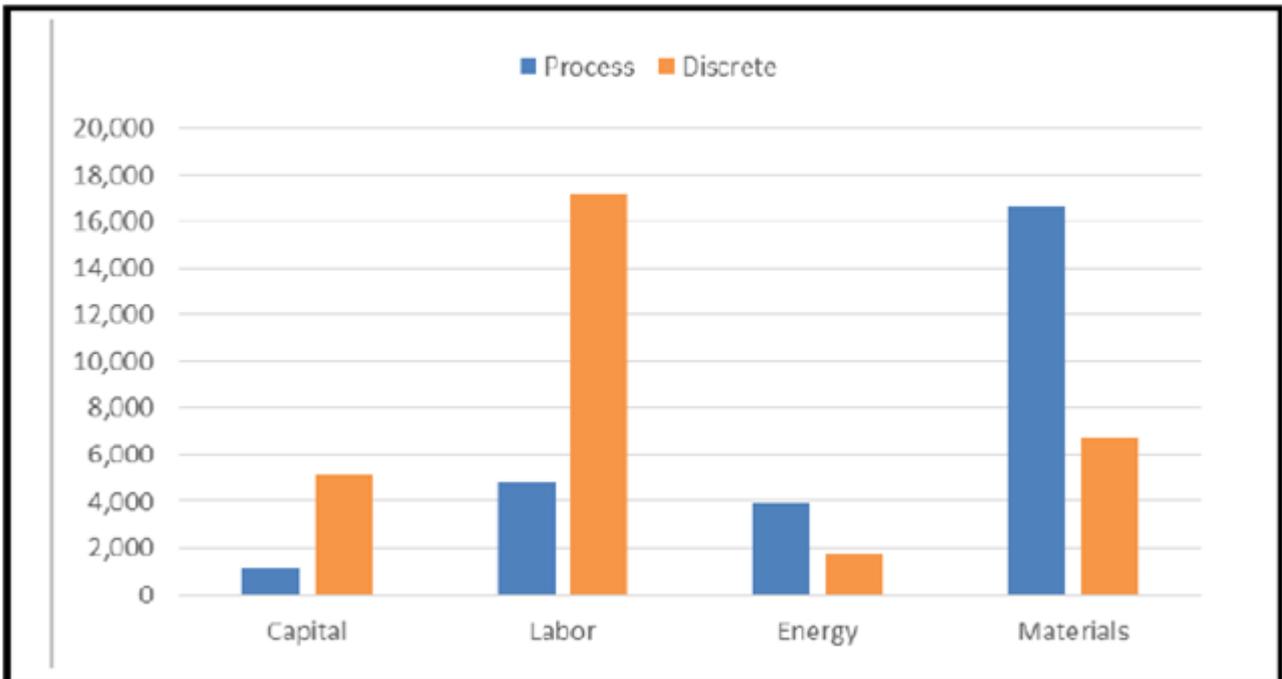


Рис. 9 Основные экономические эффекты, полученные в цифровых производствах [35]

Согласно [35] «Управление потоками цифровых данных с помощью моделей является ключевым для разработки продукта и, в идеале, облегчает взаимодействие между системами CAD / CAM и включает в себя характеристики материала как части цифровой информации, хранящейся и совместно используемой. Эти модели могут затем использоваться для оптимизации моделирования для создания деталей. Моделирование для компоновки производства и быстрые функции автоматизированного калькулированы - это два дополнительных типа моделирования данных, которые обычно упоминаются в интервью практиками». Обзор интеллектуальных производственных процессов и потоков данных приведен на рис 10.

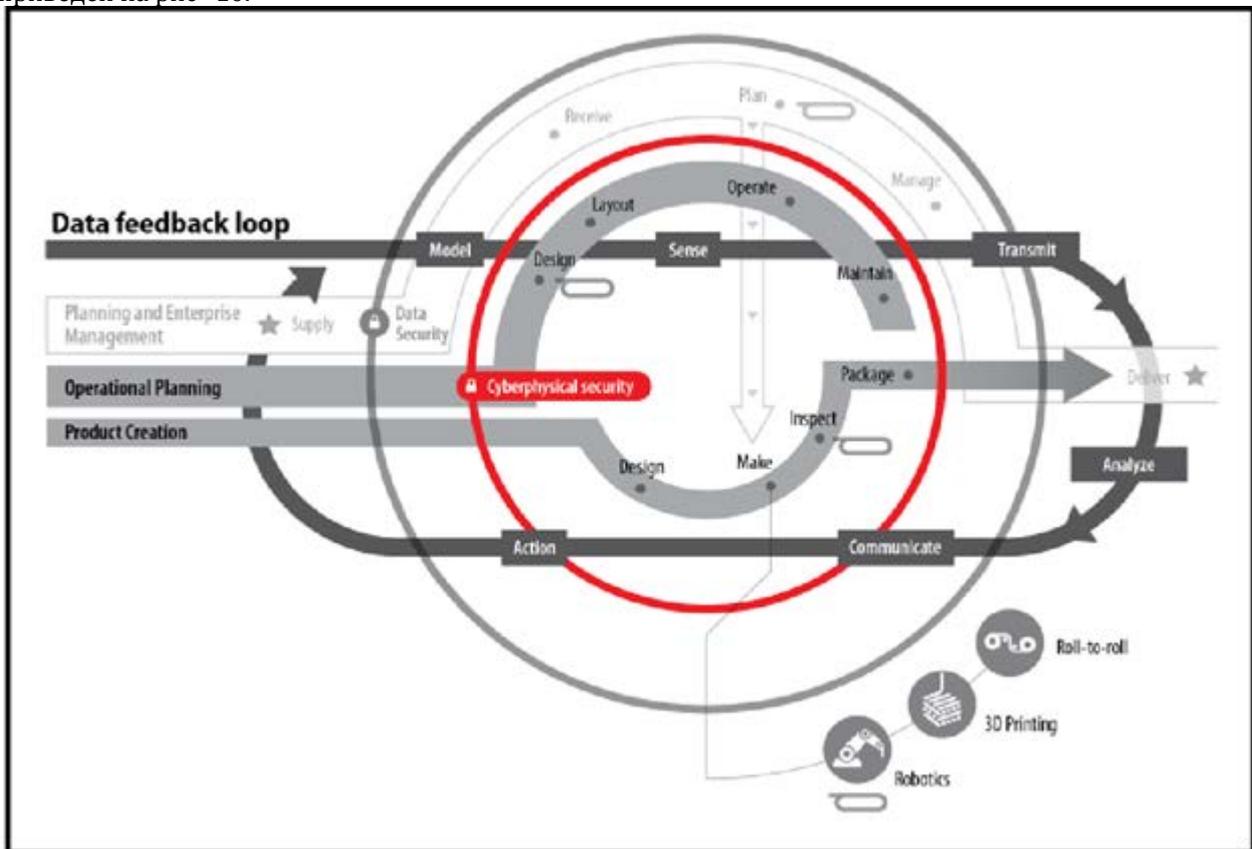


Рис. 10. Обзор интеллектуальных производственных процессов и потоков данных [35]

Сегодня не существует ничего более цифрового в современном производстве, чем аддитивные производства (Additive Manufacturing). Из цифровой 3D модели вы просто печатаете на принтере нужную деталь, то, что называется дискретным производством или производством компонент, но печать дома, ювелирных изделий, пищевых готовых продуктов или мостовых сооружений в эти мерки не укладывается. Все это замечательно и технология уже в фазе, когда ее внедряют активно и очень быстро. По закупкам 3D принтеров в год в 2016 году Китай, купивший их 600 000 экземпляров, обошел США. Но тут вступают в силу очень много обстоятельств, таких как разные производства и разные материалы, и, соответственно, огромные изменения в логистике.

Самое главное это то, что исходный материал для такой печати надо производить в конкретной точке и сами устройства такой печати относительно дороги, но это уже проходит, и сегодня самое оптимальное либо их максимально загружать на конкретных производствах, либо делать центры коллективного использования этих принтеров.

Производство Additive manufacturing (AM) продолжает расти в качестве передовой технологии производства. Упомянутый выше Китай в 2015 году приобрел «всего» 300 000 3D принтеров и, соответственно, удвоил их потребление за год. Следуя [36], объем AM в 2011 году составил 1,6 млрд. \$ по доходам от комплектующих, систем и других вспомогательных отраслей, а к 2017 году ожидается рост до более чем 3,5 млрд. \$ и до 10 млрд. \$ к 2022 году. Собственно материал для AM, является осажденным материалом металлом или полимером, или иными подобными материалами.

Параллели между производством AM для металлов и полимеров включают: характеристику сырья, разработку свойств материала для проектирования, контроль на месте и обратную связь, оптимизацию рабочего процесса и моделирование конечных свойств. Для того что бы добиться нужного качества изделий интенсивно разрабатываются методики испытаний исходных материалов для 3D печати. Существующий подход к стандартам механических испытаний использует существующие руководящие принципы для тестирования материалов, но сегодня уже разрабатываются конкретные руководящие принципы для тестирования только материалов AM[36]. В настоящее время новые задачи инженеров и разработчиков стандартов ориентированы на преодолении разрыва в измерениях между молекулярной архитектурой материалов AM (MML) и созданием инженерных свойств для проектирования. Как выглядят картриджи для 3D печати можно увидеть на рисунке 12.

Правительство США рассматривает производство новых материалов и в особенности для 3D печати как стратегическое [40].

Это очень серьезная тема лучше всего представлена на рисунке 13. И тут все достаточно просто. Даже в случае лазерной печати, поставка картриджей в жизненном цикле принтера приносила гораздо больше прибыли, чем продажа самого принтера. Предлагаем читателю самому подумать о том, как это будет развиваться в случае 3D печати.

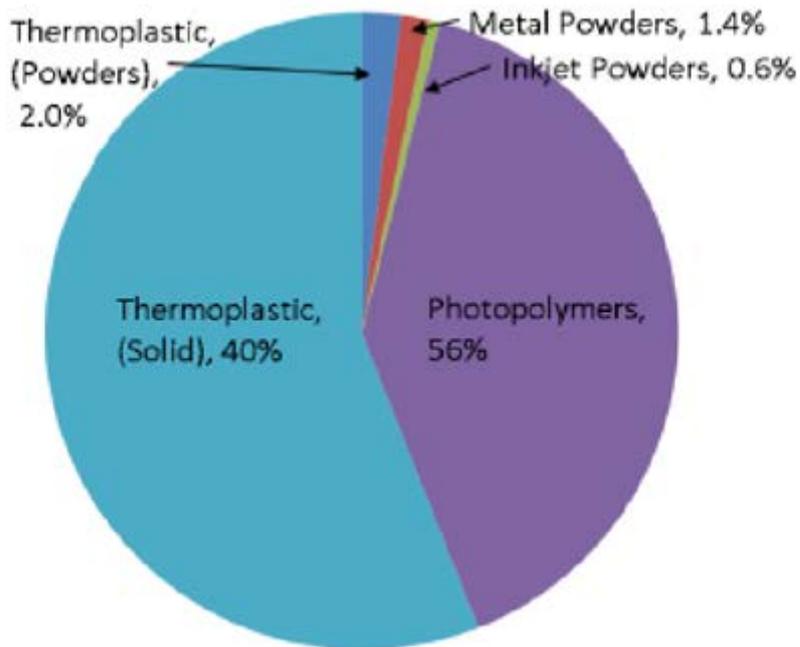


Рис. 11. Структура потребления материалов для 3D печати [36]



Рис. 12. Внешний вид картриджей для 3D печати [39]

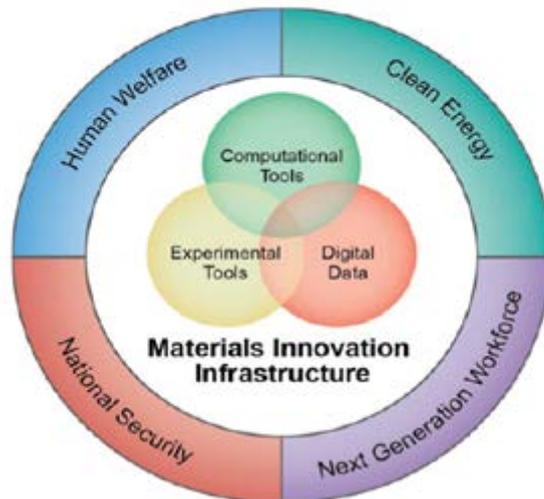


Рис. 13. Как инновации в материалах влияют на разные инфраструктурные составляющие страны [40]

Собственно, сами устройства 3D печати нам интересны со следующих позиций: зрелость и доступность технологии, а так же возможности их применения. Сегодня существует много производителей и патентованных способов 3D печать. Доли рынка ими занимаемые по способам печати приведены на рисунке 14.

## TOP 3D PRINTING TECHNOLOGIES

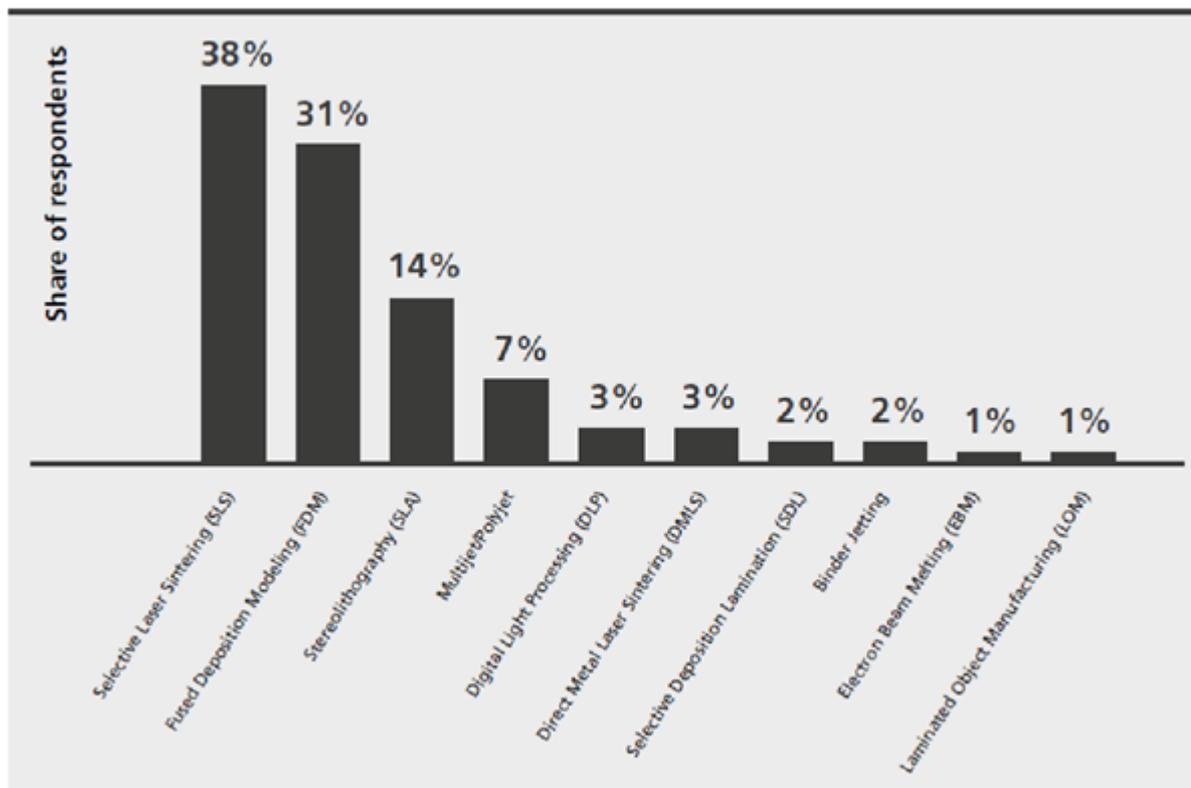


Рис. 14. Доли рынка 3D печати по способам [39]

Так как способов печати много и многие патенты и лицензии на эти способы либо уже закончились, либо закончатся в ближайшее время, то появились дешевые производители устройств печати, один из которых изображен на рисунке 15.



Рис. 15. Дешевый производитель устройств 3D печати [39]

### 11. Идентификация, промышленность, логистика, работа «точно срок», консьюмеризация и новые виды бизнесов

Одной из наиболее широко распространенных в мире промышленных и логистических концепций/технологий является концепция just-in-time (JIT, точно в срок). Появление этой концепции относят к концу 1950-х годов, когда японская компания Toyota Motors, а затем и другие

автомобилестроительные фирмы Японии начали активно внедрять систему KANBAN. Первоначальным лозунгом концепции JIT было исключение потенциальных запасов материалов, компонентов и полуфабрикатов в производственном процессе сборки автомобилей и их основных агрегатов.

Исходная задача выглядела так: если задан производственный график, то надо организовать движение и логистику материальных потоков так, чтобы все материалы, компоненты и полуфабрикаты поступали в нужном количестве, в нужное место (на сборочной линии) и точно к назначенному сроку для производства или сборки готовой продукции. При такой постановке задачи большие страховые запасы, замораживающие денежные средства фирмы, оказывались ненужными. Эта система JIT начинает уже широко применяться и на российских предприятиях. Но JIT сегодня это уже общий термин и для производств и для логистики.

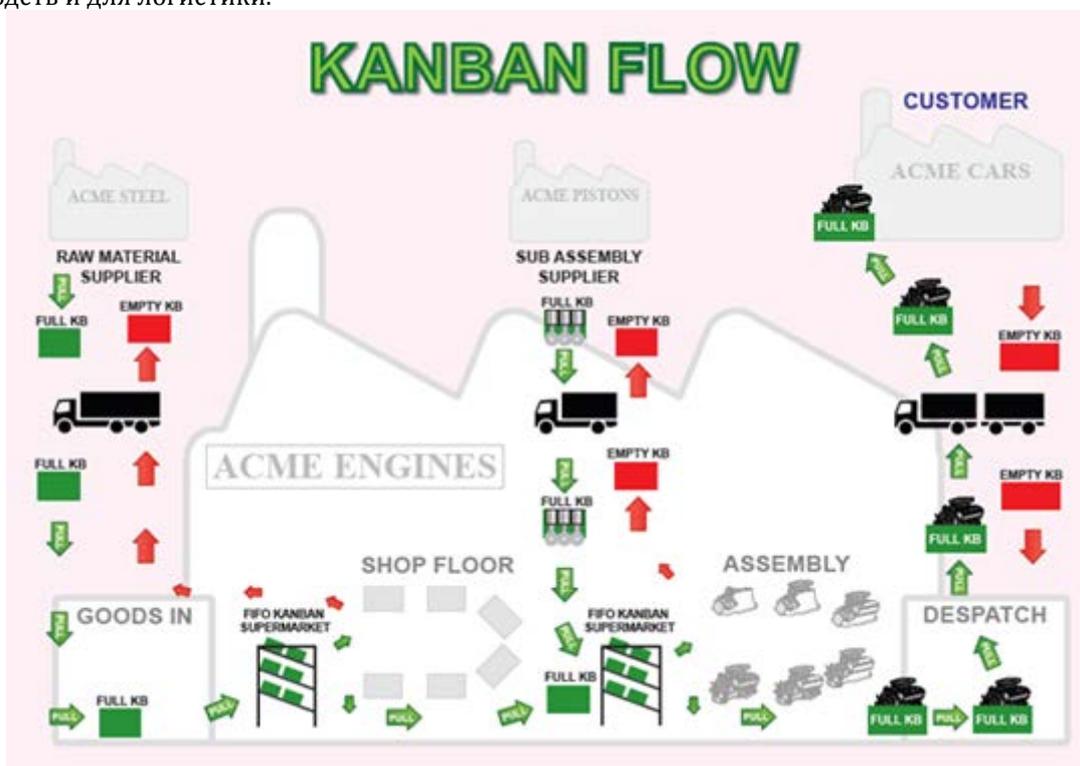


Рис. 16. Система JIT Kanban (источник — сайт Toyota)

JIT сегодня обрела новое дыхание в связи с большим прогрессом в цифровой идентификации и появлением в архитектуре промышленного и логистического ИТИ новых устройств, наиболее приближенных к человеку — смартфонов и часофонов.

Идентификация компонент хорошо знакома, как в производствах, так и в логистике. Сегодня это бар-коды, которые замещаются уже цифровыми метками RFID. В идеале, компонента или готовый товар через цифровые метки, размещенные на нем, должен знать, куда он должен прибыть, и когда и что он из себя представляет. Тогда он будет вовремя и в нужном месте с помощью цифрового логистического управления цепочками поставок. В этом отношении будущее, конечно, за интернетом вещей или IoT, но только в случае ценовых показателей, которые будут достигнуты в ближайшие годы. Цифровая система управления цепями поставок на IoT даст возможность все делать «точно в срок» (JIT). Инвентаризация и производственные процессы могут проходить «точно в срок» (JIT) и в этом случае значительно повышают производительность и эффективность.

Это созрело за последние несколько десятилетий и базируется на свойствах устройств IoT не только запоминать информацию, но и измерять окружающий мир, а так же сообщать об этом в системы управления и даже предпринимать некоторые активные действия в физическом мире. Большое количество компонент производств или товаров предполагают соблюдение температурно-влажностных режимов или товарного соседства. Это одна из причин, почему цепочки поставок почти каждого бизнеса становится все более сложными. Сегодня это: экосистема людей, процессов и технологий. В цифровой экономике процессы JIT стали еще более критичными для практически для всего и, в том числе, для операций бизнеса. Так начинает работать 4 измерение в цифровой экономике (время) и 5 измерение (деньги).

Приём цитату из [30,31] по этому поводу: «Предстоящие приложения на базе IoT помогут улучшить сотрудничество между производителями, поставщиками и розничными торговцами. Для прогнозирования спроса и инвентаризации на основе данных необходимо управление вовремя! Приложения контроля цепочки поставок также будут отслеживать условия хранения по всей цепочке поставок и осуществлять отслеживание продукции для целей прослеживания, включая складское

управление, контроль холодильной цепи (для продуктов, которые требуют температурных режимов) и оптимизацию диспетчеризации.»

Движение превращения сотовых телефонов в смартфоны, вплотную приблизило компьютерные возможности непосредственно к человеку. Сенсоры или устройства интернета вещей давно стали частью архитектуры современного смартфона. Приведем очень образную цитату из [41] о современном состоянии развития: «Бенедикт Эванс, партнер венчурного капитала фирмы Andreessen Horowitz, относится к смартфону как "новому солнцу", который имеет другие устройства вращающиеся вокруг него».

Это часть очень мощного фактора цифровой экономики, которое набирает силу, или явления под названием консьюмеризация. Оно достаточно понятно. Когда у вас потребительский рынок потребляет то или иное электронное устройство, и функции им реализуемые, это устройство становится массовым в потреблении. Следом в производстве оно резко дешевеет и становится доступным для других применений. Эта могучая сила сегодня, консьюмеризация, перенесла сенсоры или устройства интернета вещей в архитектуру смартфона, который оказался заполнен самыми разными электронными устройствами, объединенными вычислительными ресурсами, памятью и расширяющимися возможностями радиосвязи разных типов и назначений, и она, эта сила, как все естественные рыночные силы, продолжает свою деятельность и в случае производств и логистики. Но влияние консьюмеризации разрушает привычные рынки и производства. Нужны ли Вам сегодня фотоаппараты, часы или ТВ камера, если они у Вас пол рукой в смартфоне? Но действие консьюмеризация гораздо шире. Приведем пример действия этой силы из области логистики и робототехники [42]:

«Существует один сектор, однако, который был в состоянии сделать это: бытовая электроника. Следующее поколение роботов будет использовать передовые компьютерные алгоритмы вместе с датчиками и низким уровнем затрат, разработанными для бытовой электроники что бы значительно повысить их способность воспринимать мир вокруг них».

Консьюмеризация делает экономически возможными совсем новые решения для давно найденных инноваций и проведенных научных исследований. Так, очень дорогое и громоздкое лазерное сканирование, позволяющее получать очень точные цифровые 3D образы реального физического мира, превращается в своего рода гаджет смартфона, а в дальнейшем может стать просто его частью. На рисунке 17 можно увидеть этот новый прибор, соединенный со смартфоном. Теперь уже и обработка результатов лазерного сканирования стала возможна на смартфоне, что уже позволяет после этой обработки производить, например, индивидуальные слуховые аппараты на 3D принтере, вообще не пользуясь другими компьютерами или сетями и облачными вычислениями. Конечно, только слуховыми аппаратами все не ограничивается. Все, что можно сделать индивидуально для каждого человека, а это обувь, одежда, протезы, игрушки, скульптуры, украшения и т.п. реализуемы в этой технологии и будет идеально подходить конкретному человеку. Но эта технология дает и уникальные, ранее не доступные, возможности. Некоторые виды украшений, в том числе и из золота, на старых технологиях просто было невозможно сделать.



Рис. 17. Новые дешевые устройства лазерного 3D сканирования, совмещенные со смартфоном

[39].



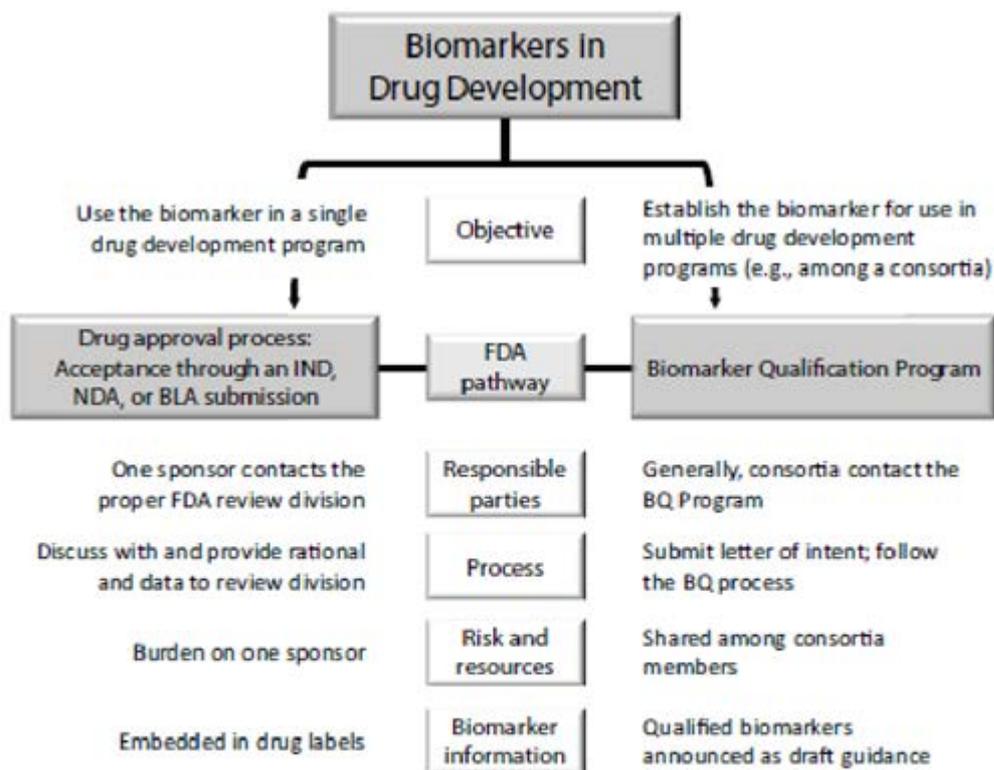
Рис. 18. Индивидуальные слуховые аппараты, изготовленные на 3D принтере [39]

Как мы уже говорили, логистический бизнес это практически частный бизнес. Широко нами цитируемый DHL проводит форсайт как коммерческая компания, в первую очередь, для развития собственного бизнеса - нового для цифровой логистики бизнеса. И, когда DHL уже публикует свои исследования, то это означает, как правило, что компания уже имеет планы реализации (таков коммерческий форсайт). На рисунке 19 представлены один из вариантов организации нового бизнеса DHL, а значит это возможности для других логистических (и не только) компаний.



Рис. 19. Представление DHL о формах расширения своего бизнеса с помощью 3D печати [39]

Не следует думать, что идентификация это только IoT. Так для фармацевтической промышленности, о которой шла речь выше, огромное значение имеют биомаркеры [32] и оперативные средства цифрового проведения медицинских анализов человека [33] (рисунки 20,21). Эти созревающие инновации способны приблизить современную фармакологическую промышленность, ее логистику, методы лечения и аптечные сети, преобразовав их в близкие для человека новые экосистемы. Последнее означает создание совсем нового бизнеса, которому еще нет названия.



**FIGURE 3-1** Pathways to integrate biomarkers in drug development at U.S. FDA. NOTES: BLA = Biological License Application; BQ = Biomarker Qualification; IND = Investigational New Drug Application; NDA = New Drug Application. SOURCE: Amur et al., *Clinical Pharmacology & Therapeutics* 98 (1):34–46, 2015 (presented by Amur on October 20, 2015).

Рис. 20. Биомаркеры в развитии фармацевтической промышленности [32]

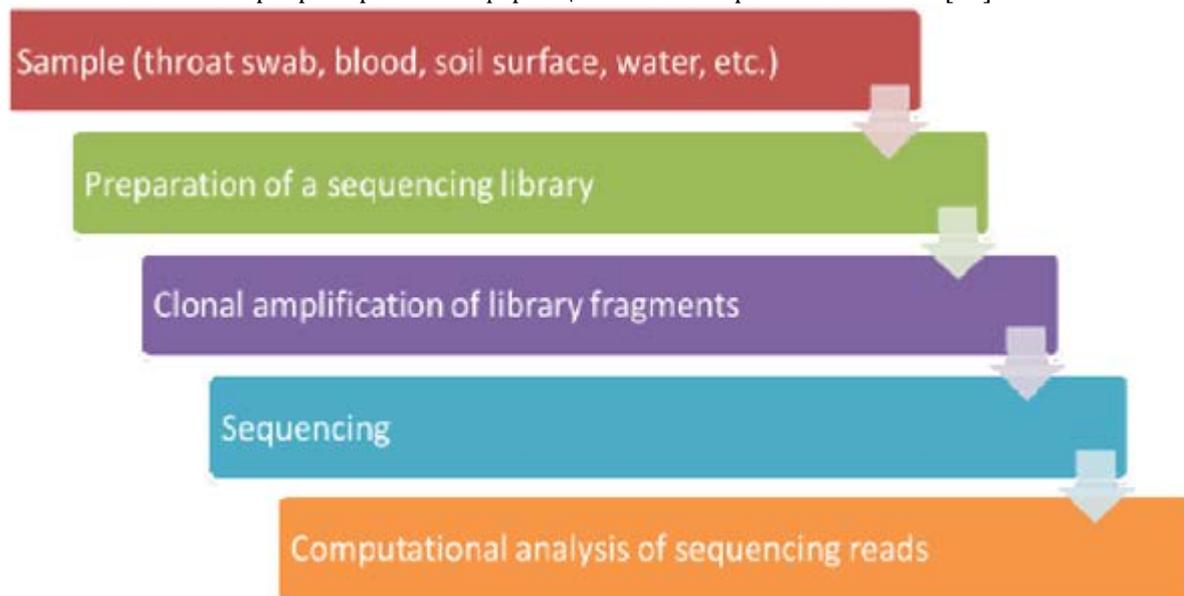


Рис. 21. Схема развития оперативных цифровых средств проведения медицинских анализов [33]

## 12. Выводы

Для промышленной экономики, логистики, политики инициатив, связанных с цифровым производством, нужно говорить, как о большем, чем просто об исследованиях и инновациях только цифровых технологий — это не менее важные изменения в физике, химии, биологии, математике и в других научных и технических направлениях. Но при этом все равно производство и сбыт без рассчитанной цепи поставок до и от потребителя вряд ли будет успешным. В частности, необходимы

значительные усилия по решению проблемы рыночных сбоев, связанных с навыками и развитием рабочей силы, инфраструктурой ИКТ, малым и средним бизнесом, наращиванием потенциала, а также стандартов развития, прозрачности данных и доверия к ним, прав интеллектуальной собственности и кибер безопасности. А это уже финансово-экономические и общественные науки, которые не менее важны в логистике и цифровой экономике.

Уровни международного интереса со стороны политики, инвестиций и срочности, отражают ожидание того, что цифра сможет радикально перекроить производственные системы, цепочки добавленной стоимости, логистику и самое существенное - источники национальных конкурентных преимуществ. Сложность цифровых производственных систем и логистики, разнообразие воспринимаемых возможностей и проблемы, различные политические подходы к их решению показывают, что не существует до сих пор единого мнения о том, как "четвертая Промышленная революция" будет развиваться, как доходы будут (пере) распределяться по всей глобальной логистической, торговой и производственной сетях, или какие возможности будут определять, кто победит и кто проиграет. Цифровая революция и экономика, конечно, быстро приходят в каждую страну, но есть все еще время определить свои собственные подходы и быть успешными.

Четвертая промышленная революция и цифровая экономика будут более сложными для стран с развивающейся экономикой, потому что риски могут быть потенциально больше возможностей, чтобы реализовать конкурентные преимущества.

Поэтому мы считаем очень важным выбрать для цифрового развития России только то, что может быть предсказуемо и прибыльно реализовано для Российской Федерации. Эти предполагаемые действия и воздействия со стороны руководства нашей страны будут варьироваться в зависимости от ответов на эти три вопроса:

- 1) Когда будут широко приняты эти передовые цифровые технологии производства и логистики?
- 2) Каким государственным политикам необходимо будет иметь дело с этим новым видом экономического развития?
- 3) Как быстро будут отечественные компании адаптироваться к неопределенности, создаваемой новыми технологиями и бизнес-моделями?

Никто не знает сегодня всех ответов, потому что мы находимся в самом начале промышленного преобразования, чье воздействие практически невозможно предсказать. Тем не менее, мы можем с уверенностью сказать, что мы будем видеть результаты быстрее, чем в предыдущих промышленных революциях.

Нам представляется, что для России, которая находится в географической позиции между практически всеми центрами новых производств и на новом евроазиатском транзитном и очень нужном пути, вполне естественное значение имеет пришедшее развитие условий для цифровой логистики и цепей поставок. С одной стороны, это создаст возможности для выявления конкурентоспособных отечественных производств и их включения в международное разделение труда, а с другой стороны позволит размещать на нашей территории производства европейских, китайских, японских, американских и иных компаний для поставок, как в Азию, так и в Европу. Такой опыт у России уже есть. В комплексе это позволит активизироваться горнорудному и агропромышленным секторам, заводам, производящим металл и иным производствам, и на экономических основаниях получить необходимые технологии, пусть и в совместное использование.

## Литература

1. Application of digital technologies to innovation in manufacturing. FINAL REPORT | 23 SEPTEMBER 2016. Institute for Manufacturing. Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge.
2. HIGH VALUE MANUFACTURING LANDSCAPE 2016. INTERIM REPORT. Institute for Manufacturing. Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge.
3. A Science and Innovation Audit report sponsored by the Department for Business, Energy & Industrial Strategy Driving productivity growth through innovation in high value manufacturing October 2016.
4. WEF 2017 <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/designing-innovation-policies-in-emerging-economies> Retrieved: Mar, 2017.
5. From Industry 4.0 to Digitising Manufacturing. An End User Perspective Conference Report .Manufacturing Technology Centre. 2016.
6. CAPTURING VALUE FROM GLOBAL NETWORKS. Strategic approaches to configuring international production, supply and service operations. Institute for Manufacturing – Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge. 2014
7. Towards a sustainable industrial system. With recommendations for education, research, industry and policy. Institute for Manufacturing – Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge. 2008.
8. Alliance Industrie du Futur: Hadrien Szigeti, Dassault Systèmes – Jean Sreng, CEA Tech LIST – Sara Tucci-Piergiovanni, CEA. Platform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
9. Acatech STUDY Industrie 4.0 in a Global Context .Strategies for Cooperating with International Partners. Henning Kagermann, Reiner Anderl, Jürgen Gausemeier, Günther Schuh, Wolfgang Wahlster (Eds.). 2016.
10. Acatech STUDY Industrie 4.0 International Benchmark, Options for the Future and Recommendations for Manufacturing Research. 2016.
11. Digitization of Industrie – Plattform Industrie 4.0 . PROGRESS REPORT. APRIL 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
12. Building our Industrial Strategy. Green Paper. January 2017. HM Government.
13. Strengthening UK manufacturing supply chains. An action plan for government and industry. BIS. Crown copyright 2015.

14. Interaction Model for Industrie 4.0 Components. Plattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
15. Technical Overview: Secure cross-company communication. Plattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
16. Network-based Communication for Industrie 4.0 – Proposal for an Administration Shell. Plattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
17. Tech LIST – Eric Truffet, JCE Strasbourg Alliance Industrie du Futur: Hadrien Szigeti, Dassault Systèmes.
18. Kupriyanovsky V. P. et al. Economics of innovations for digital railways. Experience in the UK //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3. – С. 79-99.
19. Куприяновский В. П. и др. Новая парадигма цифровой железной дороги-стандартизация жизненного цикла активов //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 64-84.
20. Куприяновский В. П. и др. Информационные технологии в системе университетов, науки и инновации в цифровой экономике на примере Великобритании //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С. 30-39
21. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 1 декабря 2016 года № 642.
22. Куприяновский В. П. и др. Оптимизация использования ресурсов в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. – С. 86-96.
23. Куприяновский В. П., Намиот Д. Е., Синягов С. А. Кибер-физические системы как основа цифровой экономики //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С. 18-25.
24. Куприяновский В. П. и др. Интернет Вещей на промышленных предприятиях //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. – С. 69-78.
25. Kupriyanovsky V. et al. Industries transformation in the digital economy–the ecosystem and life cycle //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1. – С. 34-49.
26. Куприяновский В. П. и др. Трансформация промышленности в цифровой экономике-проектирование и производство //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1. – С. 50-70.
27. Куприяновский В. П. и др. Интеллектуальная мобильность в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 46-63.
28. Technology and Innovation Futures 2017. Crown copyright 2017
29. An Introduction to Corporate Foresight. ARUP 2017
30. Internet of Things Applications For Dummies®, Qorvo Special Edition Published by John Wiley & Sons, Inc. 2017
31. Internet of Things For Dummies®, Qorvo Special Edition Published by John Wiley & Sons, Inc. 2017
32. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Advancing the discipline of regulatory science for medical product development: An update on progress and a forward-looking agenda: Workshop summary. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/23438.
33. IOM (Institute of Medicine) and NRC (National Research Council). 2014. Technologies to enable autonomous detection for BioWatch: Ensuring timely and accurate information for public health officials: Workshop summary. Washington, DC: The National Academies Press.
34. IEC-SEG7 Task Team3 Note on Architecture and models Youichi NONAKA Team Leader Hitachi Ltd. 2017/02/03
35. NIST GCR 16-007 Economic Analysis of Technology Infrastructure Needs for Advanced Manufacturing Smart Manufacturing. August 2016
36. NISTIR 8059 Materials Testing Standards for Additive Manufacturing of Polymer Materials: State of the Art and Standards Applicability Aaron M. Forster Materials and Structural Systems Division Engineering Laboratory This publication is available free of charge from: <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.8059> May 2015
37. IEC-SEG7 Task Team3 Note on Architecture and models Youichi NONAKA Team Leader Hitachi Ltd. 2017/02/03
38. ENGINEERING & MANUFACTURING 2025+ BUILDING THE WORLD A DHL perspective on future Engineering & Manufacturing Supply Chains 2015
39. 3D PRINTING AND THE FUTURE OF SUPPLY CHAINS A DHL perspective on the state of 3D printing and implications for logistics November 2016
40. Big Data in Materials Research and Development: Summary of a Workshop. Copyright 2014 by the National Academy of Sciences.
41. Brian Underdahl Enterprise Mobility For Dummies, Oracle 2nd Edition 2016 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
42. ROBOTICS IN LOGISTICS. A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry. DHL March 2016
43. Evaluating Alternatives for Landside Transport of Ocean Containers The Tioga Group, Inc. Philadelphia, PA CDM Smith Cambridge, MA Richard G. Little Pinehurst, NC. 2015 National Academy of Sciences.
44. Multi-State, Multimodal, Oversize/Overweight Transportation CPCS Washington, DC in association with Perkins Motor Transport, Inc. Northfield, MN and Portscape, Inc. Lexington, MA. National Academy of Sciences 2016
45. A National Training and Certification Program for Transit Vehicle Maintenance Instructors Transportation Learning Center Silver Spring, MD with Educational Data Systems, Inc. Dearborn, MI National Academy of Sciences 2015.
46. Куприяновский В. П. и др. Новая пятилетка BIM–инфраструктура и умные города //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 8. – С. 20-35.
47. Куприяновский В. П. и др. Интернет цифровой железной дороги //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. – С. 53-68.
48. Ярцев Д. И. и др. Экономика стандартизации в цифровую эпоху и информационно-коммуникационные технологии на примере Британского института стандартов //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 6. – С. 1-9.

## References

1. Application of digital technologies to innovation in manufacturing. FINAL REPORT | 23 SEPTEMBER 2016. Institute for Manufacturing. Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge.
2. HIGH VALUE MANUFACTURING LANDSCAPE 2016. INTERIM REPOR. Institute for Manufacturing. Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge.
3. A Science and Innovation Audit report sponsored by the Department for Business, Energy & Industrial Strategy Driving productivity growth through innovation in high value manufacturing October 2016.
4. WEF 2017 <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/designing-innovation-policies-in-emerging-economies> Retrieved: Mar, 2017.
5. From Industry 4.0 to Digitising Manufacturing. An End User Perspective Conference Report. Manufacturing Technology Centre. 2016.
6. CAPTURING VALUE FROM GLOBAL NETWORKS. Strategic approaches to configuring international production, supply and service operations. Institute for Manufacturing – Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge. 2014
7. Towards a sustainable industrial system. With recommendations for education, research, industry and policy. Institute for Manufacturing – Education and Consultancy Services Limited, University of Cambridge. 2008.

8. Alliance Industrie du Futur: Hadrien Szigeti, Dassault Systèmes – Jean Sreng, CEA Tech LIST – Sara Tucci-Piergiovanni, CEA.Plattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
9. Acatech STUDY Industrie 4.0 in a Global Context .Strategies for Cooperating with International Partners. Henning Kagermann, Reiner Anderl, Jürgen Gausemeier, Günther Schuh, Wolfgang Wahlster (Eds.). 2016.
10. Acatech STUDY Industrie 4.0 International Benchmark, Options for the Future and Recommendations for Manufacturing Research. 2016.
11. Digitization of Industrie – Plattform Industrie 4.0 . PROGRESS REPORT. APRIL 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
12. Building our Industrial Strategy. Green Paper. January 2017. HM Government.
13. Strengthening UK manufacturing supply chains. An action plan for government and industry. BIS. Crown copyright 2015.
14. Interaction Model for Industrie 4.0 Components.Plattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
15. Technical Overview: Secure cross-company communication.Plattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
16. Network-based Communication for Industrie 4.0 – Proposal for an Administration ShellPlattform Industrie 4.0 2016. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) Public Relations.
17. Tech LIST – Eric Truffet, JCE StrasbourgAlliance Industrie du Futur: Hadrien Szigeti, Dassault Systèmes.
18. Kuprijanovskij V. P. et al. Economics of innovations for digital railways. Experience in the UK //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 3. – S. 79-99.
19. Kuprijanovskij V. P. i dr. Novaja paradigma cifrovoj zheleznoj dorogi-standartizacija zhiznennogo cikla aktivov //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 2. – S. 64-84.
20. Kuprijanovskij V. P. i dr. Informacionnye tehnologii v sisteme universitetov, nauki i innovacii v cifrovoj jekonomike na primere Velikobritanii //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 4. –S.30-39
21. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii «O Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii » ot 1 dekabrja 2016 goda # 642.
22. Kuprijanovskij V. P. i dr. Optimizacija ispol'zovanija resursov v cifrovoj jekonomike //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 12. – S.86-96.
23. Kuprijanovskij V. P., Namiot D. E., Sinjagov S. A. Kiber-fizicheskie sistemy kak osnova cifrovoj jekonomiki //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 2. – S.18-25.
24. Kuprijanovskij V. P. i dr. Internet Veshhej na promyshlennyh predpriyatijah //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 12. – S.69-78.
25. Kuprijanovskij V. P. et al. Industries transformation in the digital economy–the ecosystem and life cycle //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 1. – S. 34-49.
26. Kuprijanovskij V. P. i dr. Transformacija promyshlennosti v cifrovoj jekonomike-proektirovanie i proizvodstvo //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 1. – S. 50-70.
27. Kuprijanovskij V. P. i dr. Intellektual'naja mobil'nost' v cifrovoj jekonomike //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – T. 5. – #. 2. – S. 46-63.
28. Technology and Innovation Futures 2017 .Crown copyright 2017
29. An Introduction to Corporate Foresight. ARUP 2017
30. Internet of Things Applications For Dummies®, Qorvo Special Edition Published by John Wiley & Sons, Inc.2017
31. Internet of Things For Dummies®, Qorvo Special Edition Published by John Wiley & Sons, Inc.2017
32. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Advancing the discipline of regulatory science for medical product development: An update on progress and a forward-looking agenda: Workshop summary. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/23438.
33. IOM (Institute of Medicine) and NRC (National Research Council). 2014. Technologies to enable autonomous detection for BioWatch: Ensuring timely and accurate information for public health officials: Workshop summary. Washington, DC:The National Academies Press.
34. IEC-SEG7 Task Team3 Note on Architecture and models Youichi NONAKA Team Leader Hitachi Ltd 2017/02/03
35. NIST GCR 16-007 Economic Analysis of Technology Infrastructure Needs for Advanced Manufacturing Smart Manufacturing. August 2016
36. NISTIR 8059 Materials Testing Standards for Additive Manufacturing of Polymer Materials: State of the Art and Standards Applicability Aaron M. Forster Materials and Structural Systems Division Engineering Laboratory This publication is available free of charge from: <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.8059> May 2015
37. IEC-SEG7 Task Team3 Note on Architecture and models Youichi NONAKA Team Leader Hitachi Ltd 2017/02/03
38. ENGINEERING & MANUFACTURING 2025+ BUILDING THE WORLD A DHL perspective on future Engineering & Manufacturing Supply Chains 2015
39. 3D PRINTING AND THE FUTURE OF SUPPLY CHAINS A DHL perspective on the state of 3D printing and implications for logistics November 2016
40. Big Data in Materials Research and Development Summary of a Workshop .Copyright 2014 by the National Academy of Sciences.
41. Brian Underdahl Enterprise Mobility For Dummies, Oracle 2nd Edition 2016 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
42. ROBOTICS IN LOGISTICS. A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry. DHL March 2016
43. Evaluating Alternatives for Landside Transport of Ocean Containers The Tioga Group, Inc. Philadelphia, PA CDM Smith Cambridge, MA Richard G. Little Pinehurst, NC.2015 National Academy of Sciences.
44. Multi-State, Multimodal, Oversize/Overweight Transportation CPCS Washington, DC in association with Perkins Motor Transport, Inc. Northfield, MN and Portscape, Inc. Lexington, MA. National Academy of Sciences 2016
45. A National Training and Certification Program for Transit Vehicle Maintenance Instructors Transportation Learning Center Silver Spring, MD with Educational Data Systems, Inc. Dearborn, MI National Academy of Sciences 2015.
46. Kuprijanovskij V. P. i dr. Novaja pjatiletka BIM–infrastruktura i umnye goroda //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 8. – S. 20-35.
47. Kuprijanovskij V. P. i dr. Internet cifrovoj zheleznoj dorogi //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 12. – S. 53-68.
48. Jarcev D. I. i dr. Jekonomika standartizacii v cifrovuju jepohu i informacionno-kommunikacionnye tehnologii na primere Britanskogo instituta standartov //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – T. 4. – #. 6. – S. 1-9.

Поступила 21.03.2017

Об авторах:

**Куприяновский В.П.**, экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,  
vrkupriyanovsky@gmail.com

**Евтушенко С.Н.**, Аппарат Правительства Российской Федерации, evtushenkosn@gmail.com

**Дунаев О.Н.**, РСПП, oleg.dunaev@mail.ru

**Бубнова Г.В.**, МГУПС Императора Николая II, eorm.miit@gmail.com

**Дрожжинов В.И.**, АНО Центр компетенции по электронному правительству, vladdroz@yandex.ru

**Намиот Д.Е.**, факультет ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, dnamiot@gmail.com

**Синягов С.А.**, экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, ssinyagov@gmail.com