

Цифровая экономика в условиях четвертой промышленной революции: возможности и ограничения

В. П. Вишневский

Институт экономики промышленности НАН Украины,
Украина, 03057, Киев, ул. М. Капнист, 2

Для цитирования: Вишневский В. П. (2019) Цифровая экономика в условиях четвертой промышленной революции: возможности и ограничения. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. Т. 35. Вып. 4. С. 606–627. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.406>

Статья посвящена анализу взаимосвязей цифровой экономики и промышленности в условиях четвертой промышленной революции. Анализ концептуальных аспектов рассматриваемой проблемы показал, что цифровая экономика является одним из элементов формируемого «умного» киберфизического социума, в котором реализована интеграция технологий как материального производства, так и цифровых. В этой связи известная дихотомия «индустриальное общество — постиндустриальное общество» теряет свой смысл, поскольку «железо» и «цифра» органично дополняют друг друга и коэволюционируют, хотя возможности и ограничения этого процесса в большей степени определяются развитием производственных, а не цифровых технологий. Эмпирический анализ проблемы с использованием методов статистического анализа и математического моделирования на основе экономических данных по 74 странам мира за 2014–2016 гг. показал, что размеры цифровой экономики хорошо коррелируют с валовым накоплением основного капитала, а индустриально развитые страны отличаются от менее развитых не столько уровнем ее развития, сколько размерами инвестиций в основные фонды. Стратегические перспективы экономического развития стран в современном мире, разделяемом на новые зоны технологического влияния, определяет Индустрия 4.0 — «умная» роботизированная киберфизическая промышленность, тяготеющая к потребителю. Поэтому для достижения более высокого уровня доходов в национальной экономике требуется не только развивать цифровую экономику, но и одновременно наращивать вложения в современные производственные технологии на территории своей страны или около нее. Анализ возможностей и ограничений развития цифровой экономики на примере цифровизации налоговой системы РФ показал, что в целом она проходит успешно, но тем не менее создает некоторые проблемы для экономики, поскольку с помощью современных цифровых технологий отвлекаются ресурсы, необходимые для развития индустрии. Поэтому цифровую экономику нужно встраивать в действующие механизмы макроэкономического регулирования, используя в том числе новые возможности, открываемые цифровой революцией.

Ключевые слова: цифровая экономика, промышленная революция, Индустрия 4.0, цифровые технологии, производственные технологии, обрабатывающая промышленность, киберфизическая система.

Введение

Цифровая экономика растет в мире быстрыми темпами. Это объективно обусловлено ускоренным развитием и широким применением цифровых технологий, основанных на представлении данных в виде последовательности дискретных значений. В результате объемы накапливаемой в мире информации увеличиваются по экспоненте и уже достигли масштабов эксабайтов (10^{18} байтов) [Hu et al., 2014, p. 655].

Все это является одним из последствий цифровой революции, которая, как считается, началась в 50–70-е гг. XX в. в связи с изобретением и широким использованием транзисторов, электронных вычислительных машин и Интернета¹, хотя корректней было бы утверждать, что она стартовала в 2000-е гг., когда объемы накапливаемой цифровой информации превысили объемы аналоговой и стали расти опережающими темпами².

В принципе, ответ на вопрос о том, когда именно начинается отсчет цифровой революции, не столь значим. Важно иное, а именно: объемы цифровой информации, как следствие ускоренного развития и распространения цифровых технологий, растут намного быстрее, чем реальный сектор, что создает объективные предпосылки для ускоренного развития цифровой экономики и повышенного внимания к ней со стороны деловых кругов и правительств.

С одной стороны, это свидетельствует о том, что повышается информационная емкость материального производства. И это действительно так. Однако, с другой стороны, возникает вопрос: а не «хайповый» ли этот рост? В том смысле, что виртуальный мир отрывается от реального, в то время как именно реальный мир в конечном счете решает, кто (какая страна или группа стран) находится в лидерах, а кто отстает, кто в состоянии обеспечить населению стабильно высокий уровень жизни, а государству — безопасность (продовольственную, экономическую, экологическую, военную и др.), а кто — нет. Можно хорошо зарабатывать, например, на игре «Мир танков», наращивая ВВП, но это вряд ли поможет, если стране угрожают танки реальные (хотя и они без современного цифрового управления тоже теряют свое значение). Очевидно, что требуется и то и другое, и «цифра» и «железо» в комплексе — с помощью цифровых технологий придумывать, конструировать, производить и обслуживать машины и оборудование, повышая уровень общей производительности.

В связи с вышеуказанным цель данной статьи — выявление взаимосвязей цифровой экономики и промышленности в условиях четвертой промышленной революции и обоснование необходимости их совместного развития для решения задач ускорения экономического роста.

Структура статьи построена следующим образом. В первой части исследованы концептуальные аспекты связи цифровой экономики и промышленности, в том

¹ Techopedia (2019) What is the Digital Revolution? URL: <https://www.techopedia.com/definition/23371/digital-revolution> (дата обращения: 06.07.2019).

² С тех пор подавляющая часть накапливаемой информации (более 90%) имеет цифровую форму. См.: University of Southern California (2011) How much information is there in the world? Science Daily, 11 February 2011. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2011/02/110210141219.htm> (дата обращения: 06.07.2019).

числе в контексте гипотезы жизненного цикла технологий. Во второй — выполнен эмпирический анализ этой связи, который опирается на статистические данные, характеризующие развитие 74 стран мира за 2014–2016 гг. В третьей части рассмотрены возможности и ограничения развития цифровой экономики на примере цифровизации налоговой системы РФ, которая в целом проходит успешно, но тем не менее создает некоторые проблемы для экономического развития. Завершает работу краткое заключение, в котором изложены основные концептуальные положения, опирающиеся на результаты выполненного исследования.

1. Связь цифровой экономики с промышленностью: концептуальный аспект

В связи с быстрым развитием цифровой экономики в последние годы появилась масса исследований, посвященных оценкам ее размеров и перспектив. Это анализ, проведенный МВФ [IMF staff, 2018], ОЭСР [OECD, 2017], Accenture [Knickrehm, Berthon, Daugherty, 2016] и т. д., в том числе и в отношении России — от The Boston Consulting Group [Банке и др., 2017] и McKinsey&Company [Аптекман и др., 2017]. Представленные оценки значительно разнятся, потому что сама цифровая экономика имеет различное понимание — в узком и широком смысле [IMF staff, 2018, p. 7].

В узком смысле цифровая экономика — это валовая добавленная стоимость, созданная в секторе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ): в подсекторах оказания информационно-коммуникационных услуг и производства соответствующих товаров (электронных устройств, элементов дата-центров, электронных сетей и др.). В широком смысле — это валовая добавленная стоимость, созданная во всех секторах экономики с помощью ИКТ.

В узком смысле цифровую экономику оценивают, например, специалисты ОЭСР, которые подсчитали, что в странах — членах этой организации стоимость, добавленная сектором ИКТ в процентах от общей добавленной стоимости в текущих ценах, колеблется в основном в интервале 3–7% (около 3% — в Турции и Мексике, около 7% — в Швеции, Финляндии, и только в самой развитой в «цифровом» отношении Корею — более 10%) [OECD, 2017, p. 117]. Такой же подход предпочитает использовать МВФ [IMF staff, 2018, p. 7]. В широком смысле она характеризуется, например, специалистами Accenture [Knickrehm et al., 2016] как доля общего экономического выпуска во всех секторах, полученного от потребления исходных цифровых ресурсов: цифровых навыков, цифрового оборудования и промежуточных цифровых товаров и услуг, используемых в производстве добавленной стоимости. При таком расширенном подходе цифровая экономика оценивается в размере более 1/5 мирового ВВП (т. е. приблизительно в 4 раза больше, чем в рамках узкого подхода).

В связи с такими расхождениями возникают и разные оценки влияния цифровой экономики на экономический рост. Простой расчет показывает, что увеличение цифровой экономики на 10% может соответствовать десятым долям процента ВВП или же величинам, намного более существенным. Тем более что нет полной ясности в отношении корректного измерения этого влияния.

На эту проблему еще в 1987 г. обратил внимание Р. Солоу. В небольшой заметке в газете *New York Times* он писал: «Вы можете видеть компьютерный век везде,

кроме статистики производительности» [Solow, 1987]. Естественно, что такой скепсис нобелевского лауреата в отношении нового компьютерного мира вызвал широкую реакцию и обсуждение в кругах специалистов [Платонов, 2007]. Его итоги вкратце можно подвести так: влияние на производительность все-таки есть, но не такое большое и не такое очевидное, как можно было бы предположить априори [Harkushenko, Knjazev, 2019, p. 18–19].

С этим можно не согласиться, ведь цифровая экономика имеет самостоятельное значение. Она генерирует информационные продукты, которые являются отдельными объектами распределения, обмена и потребления [Клейнер, 2017, с. 13], и развивается по особым экономическим законам: снижающихся (а не растущих) предельных издержек на производство информационных продуктов, возрастающей (а не падающей) полезности для потребителей сетевых благ и др. [Красильников, 2007; 2009; Стрелец, 2009].

Тем не менее преимущественно цифровой путь, по-видимому, не самый лучший вариант развития. Ведущие экономики мира создали крупнейшие цифровые корпорации-гиганты (так, Google, Microsoft, Amazon, Facebook и другие входят в число самых дорогих брендов мира³), эти страны уже располагают большими объемами цифровой экономики, что, однако, не очень помогает им в соревновании с быстрорастущими новыми индустриальными странами, которые постепенно выходят вперед по глобальному индексу силы (global powerindex) [National Intelligence Council, 2012], который показывает, кто будет определять пути развития мира в XXI в.

Чтобы избежать такого сценария или по крайней мере смягчить последствия его реализации, развитые страны вынуждены заниматься восстановлением своей промышленности. Например, в США в 2018 г. темпы возврата ранее выведенных за рубеж производственных мощностей достигли наиболее высокого уровня за весь период наблюдений (с 2007 г.), благодаря чему в обрабатывающей промышленности тенденция к сокращению рабочих мест была переломлена и теперь в этой отрасли численность занятых растет [Moser, 2019].

Причины, определяющие особое значение промышленности для решения стратегических задач развития, хорошо известны, но на волне эйфории построения постиндустриального общества на них не обращали внимания, поскольку экономики ведущих развитых стран до некоторого времени росли и без того хорошо. Вкратце они таковы.

Во-первых, современная промышленность является генератором научно-технического прогресса и инноваций в экономике. Так, в ЕС на долю промышленности, которая производит около 16 % ВВП, приходится 64 % расходов на НИОКР и почти 50 % — на инновации [European Commission, 2018, p. 13]. Инновационная активность крупных промышленных предприятий примерно вдвое больше активности крупных предприятий в других секторах экономики [Institut der deutschen..., 2013, s. 11].

Во-вторых, она выступает в качестве незаменимого драйвера экономического роста. Спрос со стороны промышленности поддерживает бизнес-услуги и другие непромышленные сферы деятельности, повышает потребность в высококвалифи-

³ Forbes (2019) The World's Most Valuable Brands. 2019 Ranking. URL: <https://www.forbes.com/powerful-brands/list/> (дата обращения: 06.08.2019).

цированной рабочей силе и способствует развитию рынков труда в других секторах национальной экономики. Например, в ЕС каждое новое рабочее место в обрабатывающей промышленности создает от 0,5 до 2 рабочих мест в других отраслях [European Commission, 2018, p. 13].

В-третьих, промышленность является важным фактором глобальной конкурентоспособности национальных экономик. В ЕС она обеспечивает более 80 % экспорта товаров [European Commission, 2018, p. 13] и почти 60 % общих объемов экспорта (включая экспорт услуг) [Institut der deutschen..., 2013, s. 11].

В-четвертых, промышленность, в том числе в связи с распространением промышленного интернета вещей, является главным генератором больших данных в цифровой экономике [Baily, Manuïka, 2013] и одновременно — одним из крупнейших их потребителей [McKinsey Global Institute, 2016, p. 2–3]. Благодаря этому новому ресурсу предприниматели во всех отраслях экономики получили возможность глубоко погружаться в историю хозяйственных процессов, выявлять новые закономерности и взаимосвязи между отдельными их элементами и входящей информацией, а затем оптимизировать факторы, оказывающие наибольшее влияние на производительность и конечные результаты деятельности.

Для стран, претендующих на достойное место во вновь формирующейся системе мировой экономики, в настоящее время важно не просто контролировать обрабатывающую промышленность где-нибудь в мире, а физически возвращать ее на свою территорию (reshoring, back-shoring) или в места, приближенные к ней (nearshoring) [Miebach Consulting, 2017; Kaivo-Oja, Knudsen, Lauraéus, 2018]. Это объясняется тем, что размещение современного «умного» производства определяется уже мотивами не только экономии издержек (использование преимуществ мест с дешевой рабочей силой, которые в связи с роботизацией частично утрачивают свое значение), но и создания стоимости (важность наращивания инновационного потенциала, лучшее удовлетворение запросов клиентов на большее разнообразие и индивидуализацию продуктов и др.) [Fratocchi et al., 2016].

Еще одна очень важная причина таких трансформаций — необходимость учета фактора геополитического риска: многие глобальные цепочки поставок и создания стоимости сейчас распадаются в связи с эскалацией торговых, технологических и валютных конфликтов, прежде всего между двумя крупнейшими мировыми игроками — США и Китаем. Глобализованный мир на глазах распадается на относительно обособленные технологические зоны влияния ведущих стран (групп стран), в пределах которых предприятия пытаются оградить себя от политически мотивированных технологических запретов, тарифов, экономических санкций и др. Как отмечают специалисты, даже в случае, если конфликты будут прекращены, уже принятые в качестве меры предосторожности решения по перемещению производственных мощностей вряд ли будут отменены [Rudd, 2019].

Все это в комплексе придает особое значение современной промышленности, известной как Индустрия 4.0, являющейся продуктом новой — уже четвертой — промышленной революции, которая базируется на революции цифровой и характеризуется слиянием инновационных технологий, размывающих линии между физическими, цифровыми и биологическими сферами [Шваб, 2016, с. 11–12]. Причем она важна не только для развитых, но и для тех развивающихся стран, которые стремятся решить свои многочисленные проблемы, «поймав» новую волну техно-

логических инноваций. В этой связи специалисты в области промышленной политики правильно предупреждают об опасностях преждевременной деиндустриализации, когда в развивающихся странах (в том числе и в бывших союзных республиках) обрабатывающая промышленность замещается низкопроизводительной сферой услуг, а не высокотехнологичными сервисными секторами экономики, как это было в развитых странах [Rodrik, 2015].

Однако проблема состоит даже не в соотношении индустриализации, деиндустриализации и постиндустриализации. Действительно важной является смена мировоззренческого гештальта как результат изменения объективных свойств самой действительности. Формируемый сейчас новый социум — это общество уже не индустриальное (производство товаров), но и не постиндустриальное (оказание услуг). Оно качественно иное — киберфизическое, а его гибридные продукты «... не являются ни товарами, ни услугами исключительно» [Smit et al., 2016, p. 20]. Киберфизические технологии и искусственный интеллект дают возможность сделать его «умным» и строить на этой основе новый смарт-социум, который японцы, стремящиеся всех опередить, уже назвали Обществом 5.0 [Government of Japan, 2015].

В этом смысле известная дихотомия «индустриальный — постиндустриальный» теряет свой смысл. В новом смарт-обществе и смарт-производстве «железо» и «цифра» органично дополняют друг друга и совместно развиваются, коэволюционируют. Но пределы возможностей и ограничения этой коэволюции все же в большей степени определяются развитием «железа», а не «цифры» как таковой. Чтобы пояснить эту мысль, обратимся к концепции жизненного цикла технологий, в рамках которой зависимость между затратами на создание и продвижение новых производственных технологий (x) и получаемыми результатами (y) описывается S-образными (логистическими) технологическими кривыми (рис. 1).

Экономический смысл этих кривых заключается в том, что сперва, когда новая технология только начинает свой жизненный путь, усилия по ее развитию,

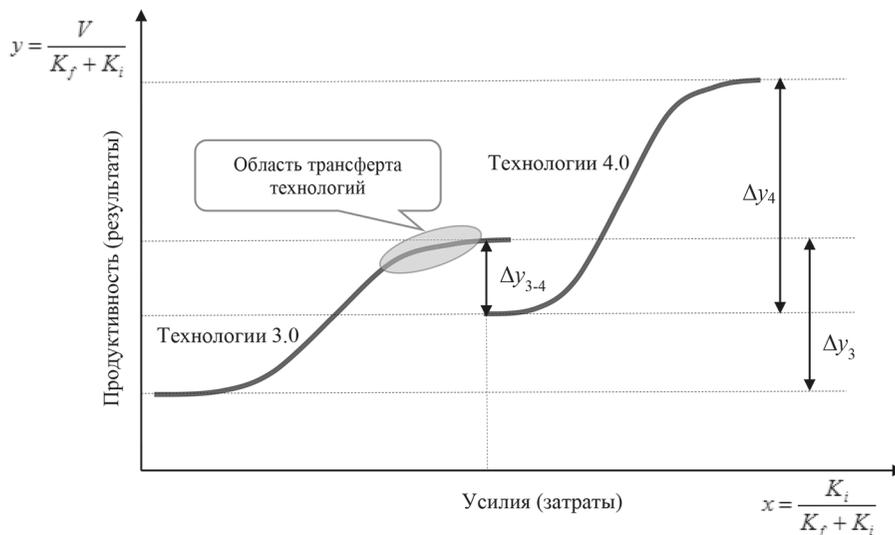


Рис. 1. Жизненный цикл технологий в контексте цифровой экономики

Примечание: K_i — цифровой капитал; K_f — физический капитал; V — добавленная стоимость.

как правило, приносят скромные результаты, поскольку создание и настройка новых производственных процессов, методов и инструментов требуют времени и денег. Но потом, как результат этих усилий, новая технология раскрывает свой потенциал (если только воплощенные в ней идеи оказались правильными, а не ошибочными) и приносит растущую отдачу, в том числе за счет использования возможностей ИКТ. Наконец на стадии зрелости дальнейшие вложения в совершенствование технологий уже дают только незначительный прирост результатов с точки зрения их физической производительности [Фостер, 1987, с. 34]. Это свидетельствует о том, что потенциал данных инженерно-конструкторских решений в основном исчерпан и его уже нельзя нарастить с помощью только цифровых ухищрений. Иными словами, если использовать старое «железо», то никакой, даже самый лучший, софт и основанные на нем методы управления не смогут повысить общую производительность системы выше определенного уровня. Поэтому для решения этой задачи требуются поиск новых инженерно-конструкторских решений и переход на новые технологические кривые (например, с технологий 3.0, применяемых в Индустрии 3.0, — на технологии 4.0, применяемые в Индустрии 4.0, как это показано на рис. 1).

В связи с тем, что в Индустрии 4.0 развитие производственных технологий тесно связано с развитием технологий цифровых, на рис. 1 затраты описаны через изменение структуры капитала — удельного веса цифрового капитала K_i в его общей величине (сумме капиталов цифрового и физического), так что более современным производственным технологиям соответствует больший удельный вес K_i^4 . Это в целом совпадает с современной практикой. В Германии, например, которая является одним из лидеров Индустрии 4.0, рост промышленного выпуска и производительности труда обеспечивается главным образом за счет фактора программного обеспечения [Мадых, Охтень, 2018, с. 28–32]. Во многих развитых странах именно цифровой (а не физический) капитал, и особенно его нематериальная часть, демонстрирует опережающие темпы роста: если в среднем в мире цифровые инвестиции в нематериальные активы составляют около 1/2 вложений в цифровые материальные активы, то в Израиле, Японии, Швеции, Великобритании и США — около 2/3 [Bughin, Manyika, 2013].

Как отмечалось, наибольшую финансовую отдачу производственные технологии обычно приносят на этапе физической зрелости, когда они хорошо отработаны. Поэтому такие зрелые технологии выгодно экспортировать (область трансферта технологий на рис. 1). При этом те страны, которые их покупают, адаптируют и внедряют с целью повышения общего уровня национальной экономики, всегда будут отставать от стран — технологических лидеров, имеющих возможность использовать потоки денег от эксплуатации и продаж зрелых технологий для инвестиций в новые поколения инженерно-конструкторских решений, потенциально способных привести к гораздо большей отдаче, чем технологии предыдущих поко-

⁴ Цифровой капитал выступает в двух формах: цифровых материальных активов (компьютеры, серверы, маршрутизаторы, принтеры, другие физические устройства в комплекте с соответствующими компьютерными программами) и цифровых нематериальных активов (веб-сайты, авторские права на дизайн, «ноу-хау» в цифровом анализе поведения пользователей, большие данные, роялти за использование патентов и программных продуктов, брендов, созданных благодаря цифровым технологиям, и др.) [Bughin, Manyika, 2013].

лений. Иными словами, в терминах рис. 1, изначальные потери от перехода на технологии 4.0 (Δy_{3-4}) могут быть с лихвой компенсированы ростом их физической производительности и финансовых результатов ($\Delta y_4 > \Delta y_3$). Кроме того, как показано на рис. 1, угол наклона средней части S-образной кривой технологий 3.0 меньше, чем угол наклона средней части S-образной кривой технологий 4.0. Это можно интерпретировать так, что в странах с неодинаковым техническим уровнем производства может наблюдаться и разная отдача от развития цифровых технологий и цифровой экономики в целом. То, насколько все это соответствует действительности, показывает дальнейший анализ.

2. Связь цифровой экономики с промышленностью: эмпирический аспект

Для эмпирического анализа были отобраны те страны мира, по которым имеется необходимая информация о развитии реального и цифрового секторов экономик (при этом из выборки были исключены небольшие государства, не являющиеся представительными для анализа). Исходные данные для расчетов приведены в табл. 1⁵.

Регрессионный анализ, основанный на данных табл. 1 (после логарифмирования), показал, что на объемы ВВП по странам мира в расчете на душу населения (с учетом ППС) демонстрируют существенное влияние такие переменные, как валовое накопление основного капитала, среднемесячный заработок работников и размер цифровой экономики ($R^2 = 0,92$, F -критерий — 272 при табличном значении 2,7).

Для оценки силы влияния цифровой экономики на ВВП часто используют математические модели, в которых, наряду с традиционными факторами производства (капиталом и трудом в той или иной форме), используется фактор информации (информатизации, компьютеризации) [Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003; Мадых, Охтеня, 2018]. Это может быть, например, трехфакторная мультипликативная функция:

$$Y_i = A_0 K_i^\alpha L_i^\beta D_i^\gamma, \quad (1)$$

где A_0 — масштабный коэффициент (общая факторная производительность); α , β , γ — показатели степени.

⁵ В табл. 1 размеры цифровой экономики в расчете на душу населения в стране i (D_i) определялись путем умножения среднедушевого ВПП (с учетом ППС) на размеры цифровой экономики в процентах к ВВП. Последний показатель есть не по всем странам мира, а только по странам — членам ОЭСР [OECD, 2017]. Поэтому для определения (D_i) в остальных странах была построена мультипликативная функция с использованием в качестве аргументов доступных показателей, имеющих влияние (как показал корреляционный анализ) на размеры цифровой экономики:

$$D_i = A_D E_i^a M_i^b F_i^c,$$

где E_i — экспорт услуг ИКТ (в % от экспорта услуг) в стране i ; M_i — мобильные широкополосные подписки в расчете на 100 человек в стране i ; F_i — фиксированные широкополосные подписки в расчете на 100 человек в стране i ; A_D — масштабный коэффициент; a , b , c — показатели степени.

Подбор параметров функции был выполнен по фактическим данным стран — членов ОЭСР. Рассчитанные с помощью формулы цифры выделены в таблице курсивом. Понятно, что расчеты не дают таких точных результатов, как основанные на отчетных данных, но они позволяют в целом корректно оценивать порядок цифр и межстрановые соотношения. Например, для РФ было получено значение $D_{\text{РФ}} = 1136$, что соответствует 4,7% ВВП, что меньше, чем, например, в Швеции и Финляндии (по факту — около 7%), но больше, чем в Турции и Мексике (около 3%).

Таблица 1. Некоторые показатели, характеризующие уровень экономического развития стран мира, 2014–2016 гг. (долл./чел.)

Страна, i	ВВП, Y_i	Обрабатывающая промышленность, ДС, M_i	Высокотехнологичный экспорт, E_i	Валовое накопление основного капитала, K_i	Среднемесячный заработок работников, 2016, L_i	Размер цифровой экономики, D_i
Албания	11 586	643	0,2	2833	1071	451
Аргентина	20024	2840	32	3083	1274	1169
Армения	8641	840	5	1670	510	541
Австралия	46571	2910	189	12 121	5074	2232
Австрия	49371	8118	2168	11 231	3306	1925
Азербайджан	17547	854	2	4589	1393	859
Бельгия	45 595	5799	3567	10 582	3691	1641
Босния и Герцеговина	11 658	1359	26	2124	1088	523
Ботсвана	16617	902	12	5290	1257	265
Бразилия	15645	1625	43	2807	1036	1100
Болгария	18285	2517	157	3699	1381	1425
Канада	44437	4346	714	10 593	4139	1777
Чили	23 541	2630	35	5536	1342	944
Китай	14474	4273	390	6348	1621	1089
Колумбия	13 793	1585	16	3533	896	530
Коста-Рика	15885	1845	291	2978	1294	1190
Хорватия	22 689	2851	202	4443	2071	1226
Кипр	31 534	1335	25	4420	236	1546
Чехия	33 604	8139	2028	8576	2235	1983
Дания	48827	6110	1668	9611	4266	2051
Эквадор	11 422	998	6	3018	498	499
Египет	10763	1805	1	1455	852	502
Сальвадор	8364	1327	30	1298	609	238
Эстония	28952	3998	849	6793	2126	1737
Финляндия	42280	6186	665	8809	3339	2960
Франция	40955	4235	1616	8903	3436	1966
Грузия	9608	1048	7	2709	1028	575
Германия	47929	9904	2346	9569	5228	2396
Греция	26524	2239	109	3077	1449	796
Гватемала	7747	1436	14	1024	653	148
Гонконг (Китай)	57006	651	60	12 810	2464	1857

Страна, i	ВВП, Y_i	Обрабатывающая промышленность, ДС, M_i	Высокотехнологичный экспорт, E_i	Валовое накопление основного капитала, K_i	Среднемесячный заработок работников, 2016, L_i	Размер цифровой экономики, D_i
Венгрия	26 204	5237	1257	5530	2053	1520
Индия	6126	933	11	1778	231	191
Индонезия	11 063	2308	17	3610	450	515
Ирландия	62 708	18 019	5958	15 246	3849	3449
Израиль	36 459	4322	1286	7176	2537	1966
Италия	37 237	5332	470	6307	2958	1341
Япония	40 514	8305	748	9627	3032	2431
Казахстан	25 051	2666	156	5608	1369	1094
Корея, республика	34 601	9383	2473	10 166	3831	3599
Латвия	24 953	2667	510	5235	1620	1023
Литва	29 027	5003	630	5551	1714	1215
Малайзия	26 592	6018	1913	6902	1729	1561
Маврикий	20 135	2619	0,4	3589	1240	751
Мексика	17 490	2903	376	3876	654	490
Молдова	5135	605	5	1215	702	885
Монголия	12 108	955	8	2806	1263	606
Намибия	10 428	1073	16	3097	1094	588
Нидерланды	49 819	5291	3590	9522	3161	2391
Новая Зеландия	38 063	4285	134	8825	3161	1798
Никарагуа	5288	753	1	1546	1176	169
Норвегия	62 337	4237	884	14 893	4623	2244
Пакистан	5023	643	1	690	519	129
Перу	12 571	1714	6	2893	839	679
Филиппины	7354	1478	250	1648	679	810
Польша	26 791	4687	362	5167	2264	964
Португалия	29 706	3576	201	4531	1432	921
Румыния	22 165	4488	190	5321	1673	1165
РФ	24 114	2911	61	5058	1551	1230
Сербия	14 143	2213	44	2457	847	1176
Словакия	29 853	5956	1317	6554	2128	1343
Словения	31 948	6375	751	5944	2817	1342

Страна, i	ВВП, Y_i	Обрабатывающая промышленность, ДС, M_i	Высокотехнологичный экспорт, E_i	Валовое накопление основного капитала, K_i	Среднемесячный заработок работников, 2016, L_i	Размер цифровой экономики, D_i
Южная Африка	13 194	1587	38	2654	558	783
Испания	34 888	4451	314	6876	2834	1326
Шри-Ланка	11 771	2211	3	3143	366	180
Швеция	47 801	6661	1580	11 260	3731	3489
Швейцария	62 203	11 210	6603	14 872	6081	2077
Таиланд	16 262	4478	506	3968	1189	1008
Турция	23 803	3975	29	6976	2002	643
Украина	8301	1001	37	1185	767	348
Великобритания	41 695	3730	1067	6874	3251	2293
США	56 091	6634	481	11 033	4417	3365
Уругвай	21 209	2701	57	4257	1219	1573
Вьетнам	6038	828	372	1453	726	179

Р а с с ч и т а н о п о: World Development Indicators (2019) Databank.worldbank.org. URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators> Retrieved 9 November 2019 (дата обращения: 19.08.2019); International Labour Organization (2019) Data collection on wages and income. URL: https://www.ilo.org/travail/areasofwork/wages-and-income/WCMS_142568/lang-en/index.htm (дата обращения: 19.08.2019); OECD (2017) OECD Digital Economy Outlook 2017. URL: <https://www.oecd.org/internet/oecd-digital-economy-outlook-2017-9789264276284-en.htm> (дата обращения: 19.08.2019).

П р и м е ч а н и е: данные приведены в расчете на душу населения, с учетом паритета покупательной способности (ППС); курсивом выделены расчетные значения размеров цифровой экономики стран мира.

Расчет параметров этой функции с использованием стандартного инструментария MS Excel дал следующий ожидаемый результат:

$$Y_i = 8,9K_i^{0,66}L_i^{0,13}D_i^{0,19}. \quad (2)$$

Понятно, что тех в странах, где выше заработные платы и лучше развиты ИКТ, создается и бóльшая добавленная стоимость. Перечисленные два фактора не являются главными, а наибольшее значение для поддержания и наращивания национального благосостояния имеют инвестиции в основной капитал $\alpha > \beta$, γ .

Этот вывод можно конкретизировать, если разбить исходную выборку на группы стран (кластеры), отличающиеся по степени промышленного развития. Для этого были использованы признаки, представленные в табл. 1: 1) добавленная стоимость (ДС) в обрабатывающей промышленности; 2) высокотехнологичный экспорт (и тот и другой в расчете на душу населения с учетом ППС). Соответствующие данные были стандартизированы, а затем использованы для кластеризации методом K -средних, позволяющим минимизировать изменчивости внутри кластеров и максимизировать изменчивости между ними.

По итогам выполненного анализа были сформированы три кластера стран: страны — лидеры в сфере обрабатывающей промышленности (А), страны с хорошо развитой обрабатывающей промышленностью (В) и страны с менее развитой обрабатывающей промышленностью (С) (рис. 2).

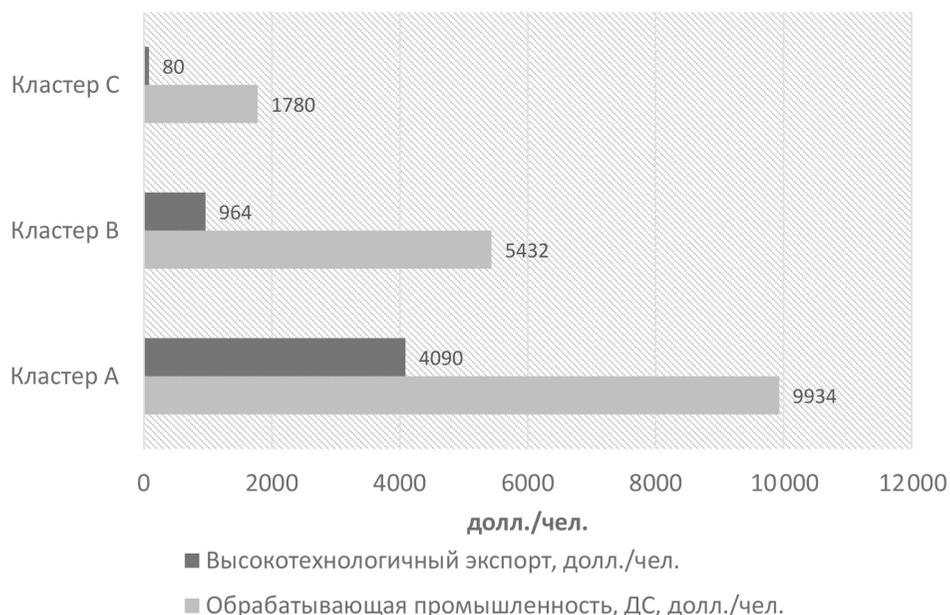


Рис. 2. Кластеры стран мира по признакам степени развития обрабатывающей промышленности

Примечание: состав кластера А (6 стран): Ирландия, Швейцария, Нидерланды, Германия, Бельгия, Корея (республика); состав кластера В (25 стран): Норвегия, США, Австрия, Дания, Швеция, Канада, Финляндия, Великобритания, Франция, Япония, Новая Зеландия, Италия, Израиль, Испания, Чехия, Словения, Словацкая Республика, Литва, Эстония, Польша, Малайзия, Венгрия, Румыния, Таиланд, Китай; состав кластера С (43 страны): Гонконг (Китай), Австралия, Кипр, Португалия, Греция, Казахстан, Латвия, Российская Федерация, Турция, Чили, Хорватия, Уругвай, Маврикий, Аргентина, Болгария, Азербайджан, Мексика, Ботсвана, Коста-Рика, Бразилия, Сербия, Колумбия, Южная Африка, Перу, Монголия, Шри-Ланка, Босния и Герцеговина, Албания, Эквадор, Индонезия, Египет, Намибия, Грузия, Армения, Сальвадор, Украина, Гватемала, Филиппины, Индия, Вьетнам, Никарагуа, Молдова, Пакистан.

Кластер А — наиболее развитые в промышленном отношении страны, генерирующие большие объемы высокотехнологичного экспорта, которые можно назвать странами — лидерами Индустрии 4.0 (табл. 2).

Кластер В также характеризуется развитой обрабатывающей промышленностью и относительно большими размерами цифровой экономики.

Наконец кластер С объединяет наибольшее число стран, в которых обрабатывающая промышленность менее развита. Он разный по составу, поскольку в него входят как страны с высоким уровнем доходов по классификации Всемирного банка (например, Австралия, Португалия, Греция и др.), так и с доходами ниже среднего (например, Индия, Молдова, Украина, Вьетнам и др.).

Таблица 2. Некоторые экономические показатели, характеризующие кластеры А, В и С стран мира

Кластер	ВВП, долл./чел.	Обрабатывающая промышленность, ДС, долл./чел.	Высокотехнологичный экспорт, долл./чел.	Валовое накопление основного капитала, долл./чел.	Среднемесячный заработок работников, долл./чел.	Размер цифровой экономики	
						долл./чел.	% ВВП
А	50 476	9934	4090	11 660	4307	2592	5,1
В	36 273	5432	964	7947	2823	1803	5,0
С	16 755	1780	80	3577	1134	713	4,3

Построение мультипликативных функций, аналогичных функции (2), для кластеров В и С⁶ показало, что при тех же значениях параметров $\alpha = 0,66$ и $\beta = 0,13$, значения параметра γ несколько разнятся: для кластера В $\gamma = 0,20$, а для кластера С $\gamma = 0,17$. Это можно объяснить тем, что в промышленно развитых странах влияние цифровой экономики на ВВП несколько выше, чем в странах с менее развитой обрабатывающей промышленностью. Однако вследствие близости полученных значений однозначный вывод делать преждевременно, поскольку очевидно, что изменение состава кластеров, периода наблюдений и т. д. может существенно отразиться на итогах расчетов.

Но есть другой, более важный результат, а именно: размеры цифровой экономики хорошо коррелируют с валовым накоплением основного капитала — коэффициент корреляции r для кластера А составляет 0,708 и для кластера В — 0,710, что свидетельствует о высокой силе связи между переменными.

Это означает, что, во-первых, вновь вводимые основные фонды, как в более, так и в менее промышленно развитых странах, уже, как правило, хорошо «оцифрованы», т. е. включают цифровые материальные и нематериальные активы, и/или стимулируют развитие цифровой экономики в других (непромышленных) секторах хозяйства.

И, во-вторых, что еще более важно, развитие цифровой экономики в отрыве от реального сектора экономики — занятие малоперспективное: например, для достижения более высокого уровня доходов в экономике страны, относящейся к кластеру С, мало развивать цифровую экономику саму по себе — нужно одновременно наращивать вложения в основной капитал, повышая их до уровня более развитых стран.

Для этого необходимы намного более серьезные вложения (табл. 2) и решение комплекса взаимосвязанных задач: ускоренного развития национальной фундаментальной и прикладной науки, улучшения системы подготовки научных и инженерно-технических кадров, формирования благоприятного инновационного и инвестиционного климата для вложений в реальный сектор, проведения соответствующей монетарной и фискальной политики, развития механизмов трансформации сбережений в инвестиции, поддержания высококонкурентной среды, снижения

⁶ Отдельно анализировать кластер А с использованием статистических методов ввиду малого числа наблюдений не имеет смысла.

транзакционных издержек, в том числе связанных с монополизмом и коррупцией и др. Указанные задачи выходят за пределы собственно цифровой экономики, но именно им следует уделить первоочередное внимание.

3. Возможности и ограничения развития цифровой экономики (на примере цифровизации налоговой системы России)

Цифровая экономика в России быстро развивается. По оценкам Ассоциации электронных коммуникаций, в 2018 г. темпы ее роста составили 11 %, в том числе за счет роста рынков электронной коммерции, маркетинга и рекламы, инфраструктуры и связи, цифрового контента⁷.

Одним из основных участников цифровой экономики и потребителей цифровых продуктов в РФ является государство. При этом особенно заметно и успешно она развивается в сфере налогового администрирования. По заявлению главы Федеральной налоговой службы (ФНС) РФ М. Мишустина, Россия уже сейчас опережает многие юрисдикции по уровню цифровизации налоговых сервисов⁸. В РФ в сфере налогового администрирования сначала были созданы веб-сайты, веб-порталы и персональные электронные сервисы, а затем продолжилась работа над мобильными приложениями и индивидуальными проактивными сервисами. В перспективе налоговое администрирование будет поставлено на адаптивную цифровую платформу, работающую исключительно с цифровыми данными и электронными лицами. Затем ее планируют превратить в ИТ-сервис, взаимодействующий в режиме реального времени с цифровыми процессами внутри компаний-налогоплательщиков, в том числе для целей проверки правильности начисления и уплаты налогов.

В настоящее время в составе цифровой информационной системы ФНС уже успешно функционируют и продолжают развиваться: автоматизированная система контроля за возмещением НДС; автоматизированная система контроля применения контрольно-кассовой техники; информационная система маркировки и прослеживания товаров; информационная система реестра населения и записей актов гражданского состояния.

Применение этих систем позволяет ФНС обеспечивать устойчивый прирост налоговых поступлений в бюджет, который только в 2018 г. составил дополнительные 345 млрд руб.⁹ Эта тенденция продолжилась и в 2019 г.¹⁰

Благодаря новым цифровым методам налогового администрирования налоговые поступления «оторвались» от экономики: налоги в 2016–2018 гг. (когда начали

⁷ Ассоциация электронных коммуникаций (РАЭК) (2019) Рунет подвел итоги года. URL: https://raec.ru/live/raec-news/10766/?sphrase_id=59911 (дата обращения: 20.08.2019).

⁸ Налоги в мире. (2019) Михаил Мишустин выступит с одним из ключевых докладов Бюро Форума по налоговому администрированию ОЭСР. URL: <http://worldtaxes.ru/mihail-mishustin-vystupit-s-odnim-iz-klyuchevyh-dokladov-byuro-foruma-po-nalogovomu-administrirovaniyu-oesr/> (дата обращения: 20.08.2019).

⁹ Шмырова В. (2018) Глава ФНС: благодаря «аналитическим системам» бюджет получил 345 миллиардов. *CNews.ru*. URL: http://www.cnews.ru/news/top/2018-11-21_glava_fns_blagodarya_analiticheskim_sistemam_kazna (дата обращения: 20.08.2019).

¹⁰ *Российская газета*. (2019) Мишустин: Прирост налоговых поступлений стал максимальным за 5 лет. URL: <https://rg.ru/2019/02/20/mishustin-prirost-nalogovyh-postuplenij-stal-maksimalnym-za-5-let.html> (дата обращения: 20.08.2019).



Рис. 3. Сравнение инвестиций, роста ВВП и доходов населения с ростом налоговых доходов консолидированного бюджета РФ

Примечание: * основные налоговые доходы включают НДС, налог на прибыль предприятий и налог на доходы физических лиц (в ценах 2012 г.).

Расчитано по: Федеральная служба государственной статистики (2019) Официальная статистика. URL: <https://www.gks.ru/folder/10705> (дата обращения: 19.08.2019); Минфин России (2019) Бюджет. URL: <https://www.minfin.ru/ru/performance/budget/> (дата обращения: 19.08.2019).

широко применяться цифровые технологии в администрировании налогов) увеличивались быстрее, чем ВВП страны, инвестиции и реальные доходы населения (рис. 3).

Все это свидетельствует о том, что, с одной стороны, цифровые технологии (в данном случае в налогообложении) могут быть весьма результативными и эффективными. Однако, с другой стороны, последствия их применения уже выходят за рамки экономических отношений на микроуровне, что создает не только новые возможности, но и новые проблемы. Такое увеличение налогов (в том числе за счет уменьшения теневых трансакций) — это существенное повышение фактической налоговой нагрузки на экономику, перераспределение ограниченных ресурсов в пользу государственного сектора, при этом экономический рост в РФ в последние годы небольшой, инвестиции «застряли» на уровне 20–22% ВВП и реальные денежные доходы населения не увеличиваются (рис. 3). В принципе, исходя из стандартной теории общественных финансов, это скорее проциклическая, чем антициклическая фискальная политика.

Одно из объяснений этого состоит в том, что в настоящее время приоритетом правительства РФ являются макроэкономическая стабильность (особенно важная в связи с рисками очередного кризиса в мировой экономике) и финансовое обеспечение реализации национальных проектов, призванных стать «спусковым крюч-

ком» ускорения экономического подъема. Цифровизация системы администрирования налогов как элемент фискальной политики, нацеленной на рост налоговых поступлений в казну государства, явно способствует решению этих задач. К тому же такая фискальная политика соответствует умеренно жесткой монетарной политике Центрального банка РФ, который ставит во главу угла контроль за инфляцией.

На практике, однако, национальные проекты еще не заработали на полную мощность: из 1700 млрд руб., предусмотренных на 2019 г. для реализации национальных проектов, по состоянию на 1 июля кассовое исполнение составило 661 млрд руб.¹¹ При этом важно подчеркнуть, что это государственные (а не частные) инвестиции, финансируемые за счет изъятия в распоряжение правительства части оборотных средств предприятий и доходов населения. Иными словами, фактически получается так, что часть ресурсов отвлекается из экономики, но обратно, в полном объеме, пока не возвращается (и это еще абстрагируясь от проблемы вытеснения частных инвестиций). Продолжение такой политики будет означать, что успехи цифровизации в сфере налогового администрирования объективно станут не двигателем, а тормозом экономического роста.

Для того чтобы избежать подобного развития событий, важно наладить надежное функционирование механизма совместной работы «цифры» и «железа». По факту, однако, до последнего времени ускоренное развитие цифровой экономики в РФ не сопровождалось таким же уверенным развитием промышленности. Средние темпы роста обрабатывающей промышленности в 2016–2018 гг. составили менее 2%¹², при том что по уровню добавленной стоимости в расчете на душу населения Россия отстает от индустриально развитых стран в разы (табл. 1 и 2). Существенное отставание наблюдается в сфере передовых технологий. Например, в наиболее развитых странах (Японии, Германии, Сингапуре, Корее) плотность установленных промышленных роботов составляет более 300 ед./10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности, а в РФ — 3 ед.¹³ Имеются проблемы с финансированием науки, которая определяет потенциал будущего развития: расходы на НИОКР в расчете на одного исследователя в РФ с учетом ППС (91 тыс. долл. в 2016 г.) существенно меньше, чем, например, в Китае (252 тыс. долл.) и других странах — промышленных лидерах¹⁴. Разумеется, это проблемы не только России, но и многих других постсоветских государств. Еще более сложная ситуация наблюдается, например, на Украине [Vishnevsky, Knjazev, 2018].

Один из способов решения этой проблемы состоит в том, чтобы сделать фискальную политику более гибкой, лучше реагирующей на особенности текущей ситуации в экономике, в том числе на потребности ускорения индустриального

¹¹ Петров А. (2019) Финансирование нацпроектов учитывает «бюджетный подход» к их реализации. ФБА «Экономика сегодня». URL: <https://rueconomics.ru/401985-finansirovanie-nacproektov-uchityvaet-byudzhetnyi-podkhod-k-ikh-realizacii> (дата обращения: 19.08.2019).

¹² Рассчитано по: Databank.worldbank.org. (2019). World Development Indicators | DataBank. URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators> (дата обращения: 19.08.2019).

¹³ International Federation of Robotics (2018). Robot density rises globally. IFR Press Releases. Frankfurt, Feb 07. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally> (дата обращения: 19.08.2019).

¹⁴ Рассчитано по: Data.worldbank.org. (2019). Science & Technology. Data. URL: <https://data.worldbank.org/topic/science-and-technology> (дата обращения: 19.08.2019).

развития. Сейчас она в принципе не может быть такой, поскольку завязана на неповоротливый демократический процесс, в отличие от монетарной политики ЦБ, который обладает мандатом на оперативное регулирование. Для того чтобы сделать ее более гибкой, западные специалисты обсуждают гипотетическую возможность создания бюджетного центробанка — автономного государственного ведомства с четко определенным спектром полномочий по принятию бюджетных решений, которое могло бы свободно и проактивно реагировать на колебания в экономике [Cohen, 2019]. В РФ, однако, учитывая ее современные институциональные и некоторые другие реалии, это предложение вряд ли реализуемо. Но со временем может быть найдено иное решение. В связи с развитием прорывных цифровых технологий (блокчейн и др.) появляется принципиальная возможность для взимания «умных» налогов в режиме реального времени без участия налоговой администрации. Для удобства автоматизации это могут быть простые плоские обязательства типа универсального налога на потребление в комплексе с «отрицательными» налогами — социальными грантами, учитывающими реальные доходы и другие личные обстоятельства людей, выявленные с помощью больших данных [Vishnevsky, Chekina, 2018]. Такая трансформация, если когда-нибудь состоится, откроет возможность проведения принципиально иной, гибкой и «умной» фискальной политики с минимальным вмешательством политического и коррупционного факторов.

Заключение

Цифровая экономика является одним из элементов формируемого нового общества. Его нельзя назвать ни постиндустриальным, ни неоиндустриальным. Оно вообще качественно иное — это «умный» киберфизический социум, в котором реализована идея интеграция «железа» и «цифры», основанная на искусственном интеллекте.

Новые киберфизические технологии возродили интерес к развитию индустрии: умной, роботизированной, точно настраиваемой на удовлетворение индивидуальных потребностей людей и предприятий и размещаемой вблизи мест потребления. По этой причине в мире идет рещоринг, перераспределение производственных мощностей и генерируемой ими экономической власти, которые обусловили рост геэкономической и геополитической напряженности, а также рисков удаленного размещения и управления бизнесом.

Цифровая экономика быстро развивается по своим законам и важна сама по себе. Тем не менее в стратегическом плане она не имеет решающего значения для успешного развития национальной экономики, которое в большей степени зависит от инвестиций в основной капитал. Как показали события последних лет, контролировать и развивать «у себя» или «около себя» важно прежде всего высокотехнологичный реальный сектор, но, разумеется, с помощью цифровых технологий и в симбиозе с ними.

Надежды на то, что «цифра» сама по себе сделает революцию в экономике страны, вряд ли сбудутся. Например, в России со временем можно будет довести показатели цифровой экономики и до 10 % ВВП, но только от этого масштабы и продуктивность всего национального хозяйства принципиально не изменятся. Кроме того, цифровые технологии и цифровая экономика, развивающиеся в отры-

ве от реального сектора и прежде всего обрабатывающей промышленности, могут становиться тормозом роста (например, если с помощью цифровых технологий отвлекаются ресурсы, необходимые для развития индустрии).

Вопрос, в принципе, нужно ставить по-иному. Стратегические возможности и ограничения развития стран, их положение в современном мире, разделяемом на новые зоны технологического влияния, определяют развитие и размещение Индустрии 4.0, а поэтому подлинную революцию может совершить не цифровая экономика сама по себе, а «умная» трансформация национального реального сектора, основанная на активном развитии научных исследований и разработок, использовании цифровых и иных ключевых технологий.

Тем не менее цифровая экономика уже оказывает эффекты макроэкономического масштаба, в том числе и в налоговой сфере. Поэтому ее нужно встраивать в механизмы макроэкономического регулирования. Сделать это очень непросто и пока не очень понятно как. Надежда, однако, заключается в том, что цифровые технологии не только создают новые проблемы, но и сами открывают новые пути их решения: «умные» (основанные на блокчейн) автоматически взимаемые налоги, «умные» (основанные на анализе больших данных) автоматически финансируемые расходы и автоматически выдаваемые кредиты, «умное», основанное на социальных рейтингах, регулирование и управление и т. д.

Таким образом, современная цифровая экономика и лежащие в ее основе цифровые технологии — это действительно очень сильный, но и весьма сложный инструмент. В большей степени именно инструмент, а не только конечный продукт. И те страны, которые сегодня научатся его правильно использовать, завтра достигнут таких результатов, которые предоставят им возможность определять тенденции и направлять развитие мировой экономики.

Литература

- Аптекман А., Калабин В., Клинцов В., Кузнецова Е., Кулагин В., Ясеновец И. (2017) *Цифровая Россия: новая реальность*. ООО «Мак-Кинзи и Компания СиАйЭс». 132 с.
- Банке Б., Бутенко В., Мишенина Д., Полунин К., Степаненко А., Сычева Е. (2017) *Россия онлайн: четыре приоритета для прорыва в цифровой экономике*. Boston, MA 02108, USA: The Boston Consulting Group, Inc. 24 p.
- Клейнер Г. Б. (2017). Системные основы цифровой экономики. *Философия хозяйства*. Специальный выпуск, декабрь. С. 11–20.
- Красильников О. Ю. (2007) Анализ интернет-экономики на микроуровне. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право*. № 7. С. 3–13.
- Красильников, О. Ю. (2009) Изменение трудовых отношений в условиях становления информационной экономики. *Известия Саратовского университета. Серия Экономика. Управление. Право*. Т. 9. Вып. 1. С. 3–6.
- Мадых А. А., Охтенъ А. А. (2018) Моделирование трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности. *Экономика промышленности*. № 4. Вып. 84. С. 26–41.
- Платонов В. В. (2007) «Парадокс Солоу» двадцать лет спустя, или об исследовании влияния инноваций в информационных технологиях на рост производительности. *Финансы и бизнес*. № 3. С. 28–39.
- Стрелец И. А. (2009) Сетевые блага: новые возможности и проблемы для предпринимательства. *Мир новой экономики*. № 1. С. 5–11.
- Фостер Р. (1987) *Обновление производства: атакующие выигрывают*. Пер. с англ. Общ. ред. и вступит. ст. В. И. Данилова-Данильяна. М.: Прогресс. 272 с.

- Шваб К. (2016) *Четвертая промышленная революция*. Пер. с англ. М.: Эксмо, 138 с.
- Baily M. N., Manyika J. (2013). *Is Manufacturing "Cool" Again?* Project Syndicate. URL: <https://www.project-syndicate.org/print/skills-and-workers-in-the-new-age-of-manufacturing-by-martin-n--baily> (accessed: 07.08.2019).
- Bughin J., Manyika J. (2013) *Measuring the full impact of digital capital*. McKinseyQuarterly. July. 8 p. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/measuring-the-full-impact-of-digital-capital> (accessed: 07.08.2019).
- Cohen B. (2019). *The Case for a Fiscal Fed*. Project Syndicate. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/fiscal-fed-independent-budget-agency-by-benjamin-cohen-2019-07> (accessed: 07.08.2019).
- European Commission (2018) *Re-finding Industry — Defining Innovation. Report of the independent High Level Group on industrial technologies*. Directorate-General for Research and Innovation. Directorate D — Industrial Technologies. 52 p. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/28e1c485-476a-11e8-be1d-01aa75ed71a1> (accessed: 07.08.2019).
- Fratocchi L., Ancarani A., Barbieri P., Di Mauro C., Nassimbeni G., Sartor M., Vignoli M., Zanoni A. (2016) Motivations of manufacturing reshoring: an interpretative framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 46, no. 2, pp. 98–127.
- Government of Japan (2015) *Report on the 5th Science and Technology Basic Plan*. Council for Science, Technology and Innovation Cabinet Office. December 18. 18 p. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan_en.pdf (accessed: 07.08.2019).
- Harkushenko O. M., Knjazev S. I. (2019) Analysis of Economic and Mathematical Models of Information and Communication Technology Effect on the Production Output: Does the Solow Paradox Exist? *Science and Innovation*, vol. 15, iss. 4, pp. 5–19.
- Hu H., Wen Y., Chua T.-S., Li X. (2014) Toward Scalable Systems for Big Data Analytics: A Technology Tutorial. *IEEE Access*, vol. 2, pp. 652–687.
- IMF staff (2018) *Measuring the Digital Economy*. Washington, D. C.: International Monetary Fund, Staff Report, February 28. 47 p.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2013) *Industry as a growth engine in the global economy. Final Report*. Cologne: IW Consult GmbH, IW Köln. 162 p.
- Jorgenson D. W., Ho M. S., Stiroh K. J. (2003) Lessons from the U. S. Growth Resurgence. *Journal of Policy Modeling*, vol. 25, no. 5, pp. 453–470.
- Kaivo-Oja J., Knudsen M. S., Lauraeus T. (2018) Reimagining Finland as a manufacturing base: the nearshoring potential of Finland in an Industry 4.0 perspective. *Business, Management and Education*, vol. 16, iss. 1, pp. 65–80.
- Knickrehm M., Berthon B., Daugherty P. (2016) *Digital disruption: The growth multiplier. Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth*. Accenture Strategy. 11 p. URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-14/accenture-strategy-digital-disruption-growth-multiplier-brazil.pdf (accessed: 07.08.2019).
- McKinsey Global Institute (2016) *The age of analytics: competing in a data-driven world*. McKinsey & Company, in collaboration with McKinsey Analytics. 123 p. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world> (accessed: 07.08.2019).
- Miebach Consulting (2017) *Miebach's nearshoring study shows: the production is being relocated closer to the industrialized countries*. URL: <https://www.miebach.com/en/publications/?publication=203> (accessed: 07.08.2019).
- Moser H. (2019) *Reshoring Was at Record Levels in 2018. Is It Enough?* Industry Week, Jul 08. URL: <https://www.industryweek.com/economy/reshoring-was-record-levels-2018-it-enough> (accessed: 07.08.2019).
- National Intelligence Council. (2012) *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. A publication of the National Intelligence Council, USA. 140 p.
- OECD (2017). *OECD Digital Economy Outlook 2017*. Paris: OECD Publishing, Paris. 321 p.
- Rodrik D. (2015) *Premature deindustrialization*. NBER Working Paper, no. 20935. 50 p.
- Rudd K. (2019) *What's Next for China's Political Economy?* Project Syndicate. URL: <https://www.project-syndicate.org/onpoint/what-s-next-for-china-s-political-economy-by-kevin-rudd-2019-08> (accessed: 07.08.2019).
- Smit J., Kreutzer S., Moeller C., Carlberg M. (2016) *Industry 4.0*. European Parliament. Directorate General for Internal Policies Policy Department A: Economic and Scientific Policy. 90 p. URL: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf) (accessed: 07.08.2019).

- Solow R. (1987). We'd better watch out. *The New York Times. Book Review*, 12 July, p. 36.
- Vishnevsky V.P., Chekina V.D. (2018) Robot vs. tax inspector or how the fourth industrial revolution will change the tax system: a review of problems and solutions. *Journal of Tax Reform*, vol. 4, no. 1, pp. 6–26.
- Vishnevsky V.P., Knjazev S.I. (2018) How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Nauka ta innovacii*, vol. 14, iss. 4, pp. 55–69.

Статья поступила в редакцию 20.08.2019
Статья рекомендована в печать 11.09.2019

Контактная информация:

Вишневский Валентин Павлович — д-р экон. наук, проф.; vvishn@gmail.com

The Digital Economy in the Context of the Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Limitations

V. P. Vishnevsky

Institute of Industrial Economics,
National Academy of Science of Ukraine,
2, ul. M. Kapnist, Kiev, 03057, Ukraine

For citation: Vishnevsky V.P. The Digital Economy in the Context of the Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Limitations. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, vol. 35, iss. 4, pp. 606–627. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.406> (In Russian)

The article focuses on the analysis the relationship between the digital economy and industry in the conditions of the Fourth Industrial Revolution. Analysis of the problem's conceptual aspects has shown that the digital economy is one of the elements of the emerging smart cyber-physical society, in which the integration of material production and digital technologies is implemented. In this regard, the well-known dichotomy “industrial society — post-industrial society” loses its meaning, since “hardware” and “digit” supplement each other organically and co-evolve, although the possibilities and limitations of this process are determined to a greater extent by the production development rather than digital technologies. The empirical part of the study includes statistical analysis of the problem and mathematical modelling based on economic data on 74 countries for the period 2014–2016. This analysis showed that the size of the digital economy is well correlated with gross fixed capital formation, and that industrialized countries differ from less developed countries not so much in the level of development of the digital economy as in the amount of the fixed assets investments. In the modern world divided into new zones of technological influence the strategic prospects of countries' economic development are defined by Industry 4.0 — smart robotic cyber-physical industry, located next to the consumer. Therefore, in order to achieve a higher level of income in the national economy, it is necessary not only to develop the digital economy, but also to increase investment in modern manufacturing technologies in or around the country. The analysis of the opportunities and limitations of the digital economy development on the example of the Russian Federation tax system digitalization has shown that it is generally successful. However, it creates some problems for the economy, as modern digital technologies are used to divert resources necessary for the industrial development. Therefore, the digital economy needs to be integrated into existing macroeconomic regulation mechanisms, including through new opportunities provided by the digital revolution.

Keywords: digital economy, industrial revolution, Industry 4.0, digital technologies, production technologies, manufacturing, cyber-physical system.

References

- Aptekman A., Kalabin, V., Klintsov V., Kuznetsova E., Kulagin V., Yasenovets I. (2017) *Digital Russia: a New Reality*. McKinsey Russia. 132 p. (In Russian)
- Baily M. N., Manyika J. (2013). Is Manufacturing “Cool” Again? *Project Syndicate*. URL: <https://www.project-syndicate.org/print/skills-and-workers-in-the-new-age-of-manufacturing-by-martin-n-baily> (accessed: 07.08.2019).
- Banke B., Butenko V., Mishenina D., Polunin K., Stepanenko A., Sycheva E. (2017) *Russia Online: Four Priorities for a Breakthrough in the Digital Economy*. Boston, MA 02108, USA: The Boston Consulting Group, Inc. 24 p. (In Russian)
- Bughin J., Manyika J. (2013) Measuring the full impact of digital capital. *McKinsey Quarterly*. July. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/measuring-the-full-impact-of-digital-capital> (accessed: 07.08.2019).
- Cohen B. (2019) The Case for a Fiscal Fed. *Project Syndicate*. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/fiscal-fed-independent-budget-agency-by-benjamin-cohen-2019-07> (accessed: 07.08.2019).
- European Commission (2018) *Re-finding Industry — Defining Innovation. Report of the independent High Level Group on industrial technologies*. Directorate-General for Research and Innovation. Directorate D — Industrial Technologies. 52 p. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/28e1c485-476a-11e8-be1d-01aa75ed71a1> (accessed: 07.08.2019).
- Foster R. (1987) *Innovation: The Attacker's Advantage*. Transl. from English. General ed. and introductory article by V. I. Danilov-Danilyan. M.: Progress. 272 p. (In Russian)
- Fratocchi L., Ancarani A., Barbieri P., Di Mauro C., Nassimbeni G., Sartor M., Vignoli M. and Zanoni A. (2016) Motivations of manufacturing reshoring: an interpretative framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 46, no. 2, pp. 98–127.
- Government of Japan (2015) *Report on the 5th Science and Technology Basic Plan*. Council for Science, Technology and Innovation Cabinet Office. December 18, 18 p. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan_en.pdf (accessed: 07.08.2019).
- Harkushenko O. M., Knjazev S. I. (2019) Analysis of Economic and Mathematical Models of Information and Communication Technology Effect on the Production Output: Does the Solow Paradox Exist? *Science and Innovation*, vol. 15, iss. 4, pp. 5–19.
- Hu H., Wen Y., Chua T.-S., Li X. (2014) Toward Scalable Systems for Big Data Analytics: A Technology Tutorial. *IEEE Access*, vol. 2, pp. 652–687.
- IMF staff (2018) *Measuring the Digital Economy*. Washington, D. C.: International Monetary Fund, Staff Report, February 28. 47 p.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2013) *Industry as a growth engine in the global economy*. Final Report. Cologne: IW Consult GmbH, IW Köln. 162 p.
- Jorgenson D. W., Ho M. S., Stiroh K. J. (2003) Lessons from the U.S. Growth Resurgence. *Journal of Policy Modeling*, vol. 25, no. 5, pp. 453–470.
- Kaivo-Oja J., Knudsen M. S., Lauraeus T. (2018) Reimagining Finland as a manufacturing base: the near-shoring potential of Finland in an Industry 4.0 perspective. *Business, Management and Education*, vol. 16, iss. 1, pp. 65–80.
- Kleiner G. B. (2017) Systemic fundamentals of the digital economy. *Filosofiya hozyaystva*. Special Issue. December, pp. 11–20. (In Russian)
- Knickrehm M., Berthon B., Daugherty P. (2016) *Digital disruption: The growth multiplier. Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth*. Accenture Strategy. 11 p. URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-14/accenture-strategy-digital-disruption-growth-multiplier-brazil.pdf (accessed: 07.08.2019).
- Krasilnikov O. Yu. (2007) Analysis of the Internet economy at the micro level. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. New series. Economy Series. Management. Law*, vol. 7, no. 2, pp. 3–13. (In Russian)
- Krasilnikov O. Yu. (2009) Changes in labor relations in the formation of the information economy. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Series Economics. Management. Law*, vol. 9, iss. 1, pp. 3–6. (In Russian)
- Madykh, A. A., Okhten, O. O. (2018) Modeling the transformation of the impact of production factors on the economy in the process of smart industry formation. *Ekonomika promyshlovosti*, vol. 4, iss. 84, pp. 26–41.
- McKinsey Global Institute (2016) *The age of analytics: competing in a data-driven world*. McKinsey & Company, in collaboration with McKinsey Analytics, 123 p. URL: <https://www.mckinsey.com/business->

- functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world (accessed: 07.08.2019).
- Miebach Consulting (2017) *Miebach's nearshoring study shows: the production is being relocated closer to the industrialized countries*. URL: <https://www.miebach.com/en/publications/?publication=203> (accessed: 07.08.2019).
- Moser H. (2019) Reshoring Was at Record Levels in 2018. Is It Enough? *Industry Week*. Jul 08. URL: <https://www.industryweek.com/economy/reshoring-was-record-levels-2018-it-enough> (accessed: 07.08.2019).
- National Intelligence Council. (2012). *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. A publication of the National Intelligence Council, USA. 140 p.
- OECD (2017) *OECD Digital Economy Outlook 2017*. Paris: OECD Publishing, Paris. 321 p.
- Platonov V. V. (2007) The “paradox of Solow” twenty years later, or the study of the impact of innovation in information technology on productivity growth. *Finansyi i biznes*, no. 3, p. 2839.
- Rodrik D. (2015) *Premature deindustrialization*. NBER Working Paper, no. 20935. 50 p.
- Rudd K. (2019) What's Next for China's Political Economy? *Project Syndicate*. URL: <https://www.project-syndicate.org/onpoint/what-s-next-for-china-s-political-economy-by-kevin-rudd-2019-08> (accessed: 07.08.2019).
- Schwab K. (2016) *The fourth industrial revolution*. Transl. from English. M.: Eksmo. 138 p. (In Russian)
- Smit J., Kreutzer S., Moeller C., Carlberg M. (2016) *Industry 4.0*. European Parliament. Directorate General for Internal Policies Policy Department A: Economic and Scientific Policy, 90 p. URL: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf) (accessed: 07.08.2019).
- Solow R. (1987) We'd better watch out. *The New York Times. Book Review*, 12 July, p. 36.
- Strelets I. A. (2009) Network benefits: new opportunities and challenges for entrepreneurship. *Mir novoy ekonomiki*, no. 1, iss. 3, pp. 5–11. (In Russian)
- Vishnevsky V. P., Chekina V. D. (2018) Robot vs. tax inspector or how the fourth industrial revolution will change the tax system: a review of problems and solutions. *Journal of Tax Reform*, vol. 4, no. 1, pp. 6–26.
- Vishnevsky V. P., Knjazev S. I. (2018) How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Nauka ta innovacii*, vol. 14, iss. 4, pp. 55–69.

Received: 20.08.2019

Accepted: 11.09.2019

Author's information:

Valentine P. Vishnevsky — Dr. Sci. in Economics, Professor; vvishn@gmail.com