

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛОРУССКОЙ ЭКОНОМИКИ)

Г. Г. ГОЛОВЕНЧИК¹⁾, М. М. КОВАЛЕВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Спрогнозирован потенциальный экономический рост Беларуси и влияние на него цифровой экономики на фоне глобальных трендов, формирующих новую цифровую экономику XXI в. Предложена методика измерения индекса готовности к цифровой экономике и на ее основе построена модель расчета скорости модернизации, необходимая для расчета совокупной факторной производной, от которой зависит темп экономического роста.

Ключевые слова: экономический рост; новая экономика; цифровая экономика.

DIGITAL TRANSFORMATION AND ECONOMIC GROWTH (ON THE EXAMPLE OF THE BELARUSIAN ECONOMY)

G. G. GOLOVENTCHIK^a, M. M. KOVALEV^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: G. G. Goloventchik (galinagoloventchik@mail.ru)

The aim of the article is to forecast the potential economic growth of Belarus and the impact of the digital economy on this potential, considering the global trends forming the new digital economy of the XXI century. The article suggests a methodology of measuring the index of readiness for the digital economy. On the basis of this methodology a model is built of calculating the modernization rate, which is necessary for evaluation of the total factor productivity which determines the economic growth rate.

Key words: economic growth; new economy; digital economy.

Цифровая трансформация экономики понимается учеными как смена экономического уклада, изменение традиционных рынков, социальных отношений, государственного управления, связанная с проникновением в них цифровых технологий; изменение структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами; переход функции лидирующего механизма развития экономики к институтам, основанным на цифровых моделях и процессах [1, с. 8]. Цифровая трансформация неразрывно связана с важнейшей мировой тенденцией формирования современного общества – переходом от сырьевой и индустриальной экономики

Образец цитирования:

Головенчик Г. Г., Ковалев М. М. Цифровая трансформация и экономический рост (на примере белорусской экономики) // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экономика. 2018. № 1. С. 102–121.

For citation:

Goloventchik G. G., Kovalev M. M. Digital transformation and economic growth (on the example of the Belarusian economy). *J. Belarus. State Univ. Econ.* 2018. No. 1. P. 102–121 (in Russ.).

Авторы:

Галина Геннадьевна Головенчик – старший преподаватель кафедры международных экономических отношений факультета международных отношений.

Михаил Михайлович Ковалев – доктор физико-математических наук, профессор; профессор кафедры аналитической экономики экономического факультета.

Authors:

Galina G. Goloventchik, senior lecturer at the department of international economic relations, faculty of international relations.

galinagoloventchik@mail.ru

Mikhail M. Kovalev, doctor of sciences (physics and mathematics), full professor; professor at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.

kovalev@bsu.by

к новой экономике, базирующейся на знаниях, интеллектуальных ресурсах, наукоемких и информационных технологиях.

Новая экономика XXI в. Под новой экономикой (*new economy*) XXI в. ученые и политики понимают несколько современных экономических явлений и процессов. Как правило, каждый автор выделяет тот процесс, который ему более близок, и берет его за основу новой экономики. Мы будем придерживаться нейтральной точки зрения и представим новую экономику XXI в. как равноправные явления и процессы, характерные для современной экономики, или, как называют ее китайцы, «новой реальности» (рис. 1).

Первый процесс – цифровая глобализация, т. е. новые экономические возможности глобальной сетевой инфраструктуры, обеспечиваемой интернетом, мобильной связью и блокчейн-децентрализацией.

Второй процесс, типичный для современной экономики, – изменения в характере производства, товаропроводящих сетей и торговли, объединяемые термином «сетевая экономика». Исследователь М. Кастельс дал следующее определение данному понятию: «Сетевая (*network*) экономика – это экономика, способная работать как единая система в режиме реального времени в масштабе всей планеты» [2].

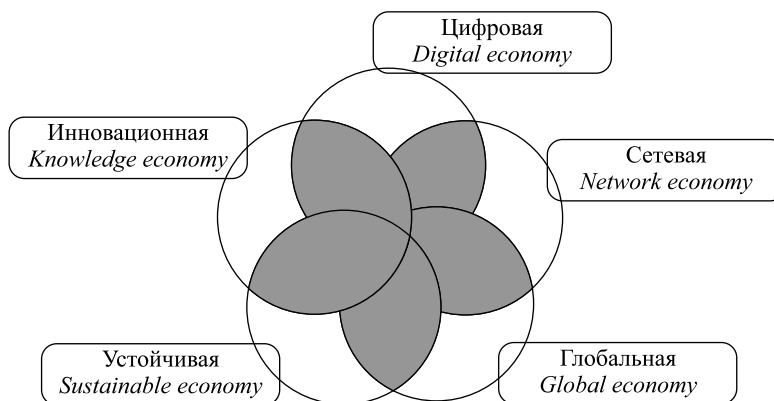


Рис. 1. Новая экономика XXI в.
Источник: разработано авторами

Fig. 1. The new economy of the XXI century.
Source: developed by the authors

Сетевая экономика изменила структуру производственных процессов: иерархические структуры внутри одного предприятия заменены децентрализованными сетевыми структурами, разбросанными по всему миру (компоненты изготавливаются там, где это обходится дешевле всего, и отправляются в места сборки с минимальными затратами для выполнения индивидуальных заказов потребителей). Интернационализация производства позволила небольшим фирмам, находящимся в разных частях земного шара, включаться в производственный процесс на условиях аутсорсинга. Таким же образом организуется проектный процесс: группы проектировщиков работают над одним проектом в разных частях мира (виртуальные работники). Горизонтальные объединения функциональных фирм и специалистов, объединенных интернетом и общим трудовым интересом, создают новые производственные сети. Сетевая экономика изменила традиционные снабженческо-сбытовые цепочки и привела к появлению новых логистических схем (*supply-chain management*), реформировала бизнес-процессы и маркетинговые стратегии, преобразовала взаимоотношения компаний друг с другом (B2B), что дало экономию в 15 % по закупкам и 22 % по сбыту (данные *International Business School*), и с покупателями (B2C), полностью модернизировав товаропроводящие сети, заменив традиционных посредников на интернет-посредников и организовав виртуальные торговые биржи, электронные аукционы, онлайн-торговлю.

Кроме того, сетевая экономика повысила мобильность технологий (одна из причин стремительного подъема Китая). Технологии, новые продукты и процессы перемещаются от государств мирового инновационного ядра (США и ЕС) в догоняющие страны так же быстро, как и капитал.

Сетевая экономика – это шанс для переходных государств, и многие из них, в наибольшей степени Словакия и Словения, им воспользовались, разместив у себя элементы производственных цепочек¹ ТНК. Беларусь, которая находится на пересечении товарных, транспортных и оптоволоконных линий,

¹Производственная цепочка – это упорядоченная последовательность предприятий, которые реализуют доведение материального потока от производителя к потребителю. Производственная цепочка состоит из звеньев – конкретных предприятий, занятых на различных этапах производства материального потока (начиная от сырья и заканчивая готовой продукцией).

соединяющих ЕС с ЕАЭС и Азией, пока в полном объеме этот шанс не использует: на данный момент организована только «отверточная сборка» на завершающем этапе производства, способствующая снижению таможенных пошлин для европейского или китайского импорта в ЕАЭС. Строящийся индустриальный парк «Великий камень», возможно, приблизит белорусскую промышленность к сетевой экономике.

Третий процесс – интеллектуализация, вызванная повсеместным быстрым внедрением знаний и инноваций, это явление еще называют строительством экономики знаний. Ускорение распространения и внедрения новых технологий – глобальный тренд, вызванный цифровизацией экономики. В мире от разговоров об экономике знаний и инновационном развитии перешли к ее реальному строительству, основой которого являются национальная инновационная система в виде эффективных институтов создания, хранения и трансфера знаний в инновационные технологии и товары и национальная инновационная инфраструктура, превращающая экономику в систему хакспейсов², стартапов и венчурных фондов (страну инновационных стартапов). Как свидетельствует глобальный индекс инноваций (*The Global Innovation Index, GII*), результаты 2017 г. являются наихудшими для Республики Беларусь за всю историю ее вхождения в *GII*: она заняла только 88-е место [3, р. 15] (53-е – в 2015 г., 79-е – в 2016 г.). Особенно слабы такие непрерывно ухудшающиеся показатели, как достигнутые практические результаты осуществления инноваций (*innovation output*) – 109-е место; эффективность использования инноваций (*innovation efficiency ratio*) – 120-е место. Причины очевидны: низкая мотивированность ученых на инновационный результат, использование вместо международных критериев оценки их результативности собственных показателей, незавершенное реформирование НАН Беларуси. Низкая отдача науки влечет малую наукоемкость ВВП (0,7 %) – власть не хочет финансировать низкоэффективную науку, а без денег нет возможности повысить ее отдачу. Данный порочный круг должен быть разорван радикальной реформой НАН Беларуси по китайской модели с дальнейшим значительным увеличением финансирования научно-инновационной деятельности и децентрализацией инновационных фондов: направление средств на инновации самими компаниями эффективнее, чем их централизация в республиканском и отраслевых фондах.

Обнадеживает, что в последнее время произошли существенные сдвиги в строительстве инфраструктуры и организации финансирования стартап-движения: Банк развития Республики Беларусь с помощью банков-партнеров направляет значительные средства на кредитование стартапов, Белорусский инновационный фонд учреждает с партнерами Российско-белорусский фонд венчурных инвестиций и Белорусско-китайский фонд венчурных инвестиций, оживляется работа технопарков при университетах и технопарка г. Минска, создаются новые инкубаторы бизнеса и обслуживающая их инфраструктура типа клуба *Imaguri*, Центральный район столицы вместе с экономическим факультетом БГУ реализует проект обучения и создания сети менторов школьного бизнеса.

Четвертый процесс, характерный для современной экономики, – устойчивое развитие, включающее адаптацию к новым проблемам: изменению климата, углублению мирового долгового кризиса (совокупный государственный долг стран приближается к мировому ВВП при непрекращающейся эмиссии традиционных мировых валют – доллара и евро – и новой валюты – китайского юаня), негативному влиянию демографии (замедление роста населения из-за резкого снижения среднемировой рождаемости при его старении из-за непрерывно увеличивающейся продолжительности жизни, что ведет к общемировому пенсионному кризису).

Демографическая проблема стала одним из главных препятствий устойчивого развития стран. Резкое замедление роста населения (это связано со снижением среднемирового коэффициента рождаемости с 2,5 до 2,25³) с 1,3 % в год в конце XX в. до 0,5 % в период до 2050 г. при росте среднемировой продолжительности жизни с 70,5 года в 2010–2015 гг. до 77,1 в 2045–2050 гг. приблизит число землян к 9,7 млрд человек. Главная причина этого процесса заключается в снижении среднемирового коэффициента рождаемости с 2,5 до 2,25. Это приведет к старению населения мира и резкому ухудшению показателя пенсионной нагрузки *PSR (potential support ratio)* – численности населения в трудоспособном возрасте (15–64 лет), приходящегося на одного пенсионера. Увеличение числа пенсионеров при резком замедлении среднегодовых темпов роста населения в трудоспособном возрасте (с 1,7 % в начале XXI в. до 0,3 % к середине столетия, причем в большинстве развитых стран, за исключением США, темп роста станет отрицательным), приведет к нехватке денег на выплату пенсий. К 2050 г. в ЕС, Японии, странах

²Хакспейс (англ. *hackspace*) – реальное (в противоположность виртуальному) место, где собираются люди со схожими интересами, чаще всего научными, технологическими. Типичные действия в хакспейсах включают получение знаний и обмен ими, презентации и лекции, социальную активность, включая игры и развлекательные мероприятия.

³Суммарный коэффициент рождаемости является наиболее точным показателем уровня рождаемости и характеризует среднее число рождений у одной женщины в гипотетическом поколении за всю ее жизнь при сохранении существующих уровней рождаемости в каждом возрасте независимо от смертности и изменений в возрастном составе населения.

Балтии рабочая сила сократится на треть. В Беларуси среднегодовой приток трудоспособного населения до 2050 г. составит, по разным оценкам, от $-1,0\%$ (прогноз Бюро цензов США) до $-0,36\%$ (наш прогноз на основе Национальной стратегии устойчивого развития на период до 2030 г.).

Если в известном докладе Римского клуба в 1968 г. говорилось преимущественно об общемировом истощении энергетических и сырьевых ресурсов, то на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г. речь пошла о самоподдерживающемся (*sustainable*) развитии, при котором «потребности настоящего поколения должны удовлетворяться без риска того, что будущие поколения не смогут удовлетворить свои потребности»⁴ [4]. В 2017 г. в последнем докладе Римского клуба было заявлено о смене парадигмы развития: от материализма и упрощенного понимания мира к альтернативной экономике, «новому просвещению» [4]. Начался поиск альтернативных источников истощаемых ресурсов, типичный пример – возобновляемые источники энергии и электромобили. Сегодня уже говорят: «Каменный век завершился не потому, что закончились камни, так будет и с нефтяным».

Пятый процесс – изменение центра экономической активности вследствие глобализации: переход лидерства от евроатлантической цивилизации к азиатской, суммарный ВВП которой в настоящее время составляет около трети мировой экономики, а в ближайшей перспективе вырастет до половины общемирового ВВП. Десятки мировых аналитических центров (Институт мировой экономики Петерсона, Институт Брейгель (Бельгия), Институт Брукинга, корпорация РЭНД (США) и др.) прогнозируют

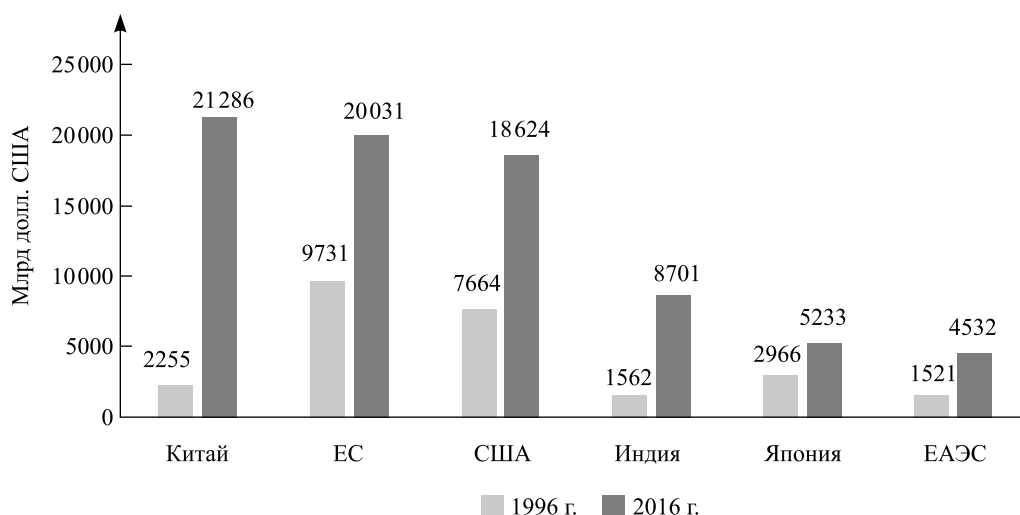


Рис. 2. Экономические лидеры мира в 2016 г., ВВП по ППС, млрд долл. США.

Источник: разработано авторами по данным МВФ

Fig. 2. Economic leaders of the world in 2016, PPP by GDP, billion USD.

Source: developed by the authors according to the IMF

именно такое изменение экономической географии мира (см. рис. 2, 3).

КНР реализует «китайскую мечту» и восстанавливает свое бывшее мировое величие. Смена политико-военно-экономического лидера – США – на торгово-экономического лидера – Китай – оказывает сильное влияние на национальные экономики: экономический рост КНР в значительной степени обусловлен ростом чистого экспорта, а это значит, что китайские товары, вытесняя отечественную продукцию в государствах с отрицательным балансом торговли с Китаем, тормозят экономический рост стран, в некоторых из них до уровня -2% в год (в Беларуси в последние годы – примерно $-0,4\%$). Белорусская тактика интегрироваться в китайские производственные цепочки с помощью индустриального парка «Великий камень» может нейтрализовать этот эффект.

Вслед за Китаем стремительно развивается Индия, которая по недавнему прогнозу *PricewaterhouseCoopers (PwC)* обойдет к 2050 г. США и будет занимать минимум 15% объема мировой экономики. Триада Китая, Индии и США составит более половины мировой экономики, вследствие чего они будут диктовать миру экономическую волю. Доля ЕС без Великобритании будет стремительно уменьшаться – до $7-8\%$ от объема мировой экономики; ЕАЭС незначительно увеличит свое присутствие в ней с нынешних $3,8$ до $4,0-4,3\%$.

Цифровая экономика. Некоторые эксперты, в том числе известный американский экономист П. Мэйсон (см. Mason P. *Postcapitalism. A guide to our future*. London : Allen Lane, 2015), русский

⁴Здесь и далее перевод наш. – Г. Г., М. К.

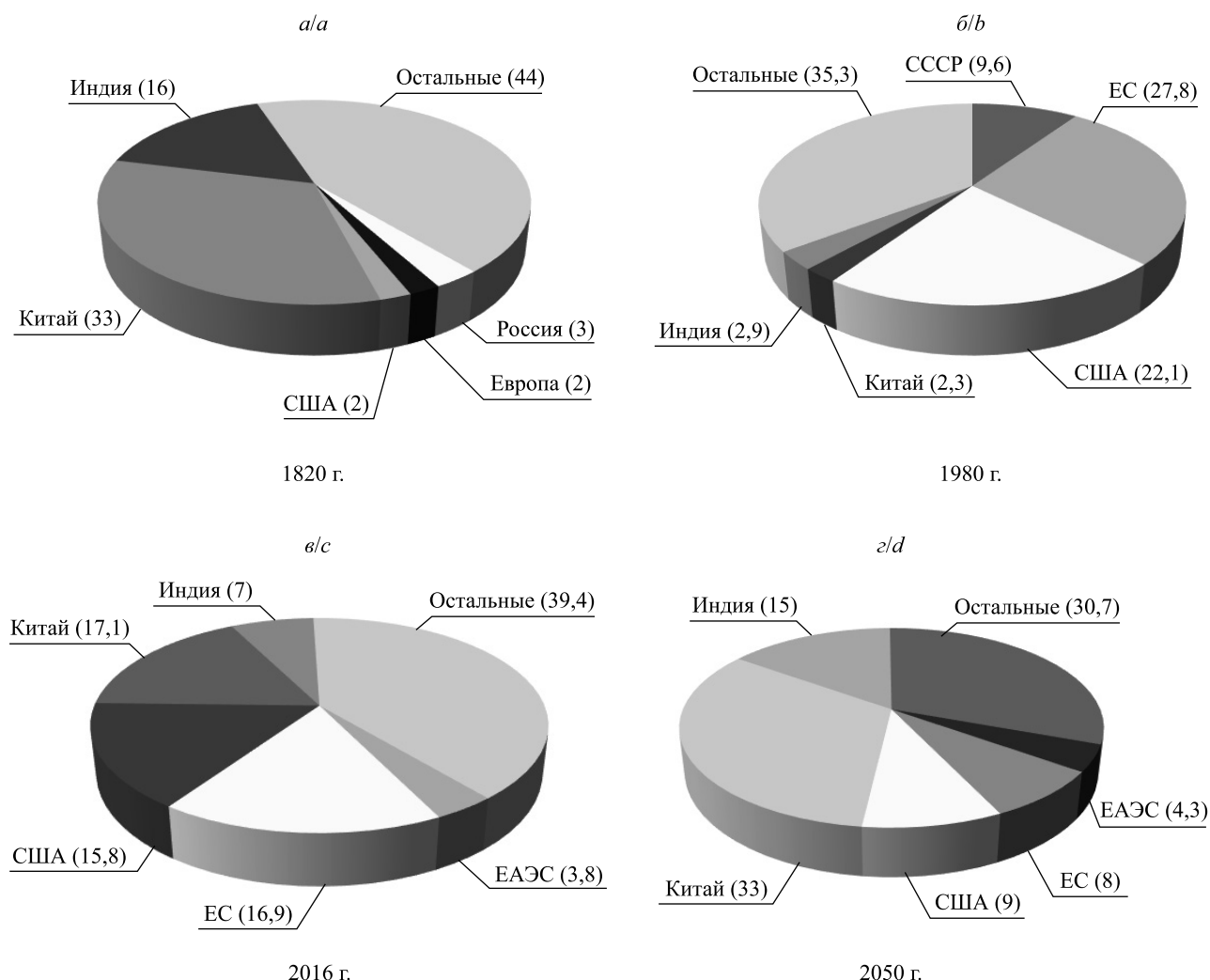


Рис. 3. Новые мировые лидеры, доля мирового ВВП по ППС, %.

Источник: разработано автором на основе данных МВФ (а, б, в), консенсус-прогноз различных экспертных центров (г)

Fig. 3. New world leaders, the share of world GDP by PPP, %.

Source: developed by the authors based on IMF data (a, b, c), the consensus forecast of various expert centers (d)

экономист Г. Греф и нобелевский лауреат Д. Стиглиц, считают, что новая экономика приведет к посткапиталистической эпохе. В докладе Римского клуба утверждается: «Старый мир обречен – новый мир неизбежен» [4]. Этому будут способствовать следующие процессы: резкое снижение потребности в труде, изменение механизма формирования цен (не только спрос и предложение будут формировать цены)⁵, децентрализация на основе блокчейна, влекущая принципиально другие отношения работодателя и работника (уже сегодня бесплатно создаваемая *Wikipedia*, по оценкам экспертов, забирает у энциклопедистов до 3 млрд долл. США в год), децентрализация и конкуренция мировых криптовалют, создающая рынки частных денег в противовес американскому доллару и навязываемой правительствами денежной монополии.

Виртуальные товары новой экономики – информация, софт и знания – ведут сегодня к бесплатному распространению главных производственных сил. Это предвидел К. Маркс, который в работе «Фрагмент о машинах» описал воображаемую экономику, где машины (роботы) производят, а люди надзирают. Производительная сила машин, согласно К. Марксу, зависит от информатизации и состояния в обществе знаний, которые хранятся в «общем интеллекте» (чем не блокчейн?). Маркс считал, что такой феномен покончит с капитализмом.

Цифровая экономика (*digital economy*) (в русском языке иногда употребляют термин «электронная экономика») – экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях. Речь идет не столько

⁵Постулат о том, что равновесные цены определяются спросом и предложением – фундамент микроэкономики, размыт лауреатом Нобелевской премии В. Смитом, доказавшим, что в цифровой экономике на равновесные цены влияет также тип электронного аукциона.

о традиционной информационной экономике, связанной с разработкой и использованием информационных технологий (программ, систем управления базами данных, автоматизированных систем и т. д.), сколько об электронных товарах и сервисах, продаже виртуальных товаров в интернете, электронной торговле типа *Amazon*, *e-Bay*, *Alibaba*, использовании электронных денег и криптовалют, специальных интернет-сервисов, в первую очередь социальных сетей, интернета вещей (*IoT*), больших данных (*Big Data*), облачных вычислений (*Cloud Computing*).

По нашему мнению, можно говорить о цифровой экономике в узком значении как об индустрии цифровых товаров и услуг, цифровизации физических активов, однако в широком смысле она является, скорее, сектором (точнее, координирующей инновационной надстройкой) реальной экономики, который не может существовать обособленно от материального производства. Любая цифровая платформа имеет аналоговый базис, который первичен и в отсутствие которого цифровая надстройка превращается в виртуальную абстракцию, оторванную от реальности. Так, наличие цифровых контрактов на поставку нефти все равно отталкивается от того, что нефть для продажи нужна в натуральном выражении. Цифровая экономика выступает дополнением к реальной экономике, способным подтолкнуть развитие промышленности, аграрного комплекса, строительства, сферы услуг и государственного управления, повысить глобальную конкурентоспособность страны и ее национальную безопасность. Таким образом, внедрение цифровых технологий должно проводиться с параллельным развитием традиционного производства, когда основные дивиденды от цифровой экономики получает общество, а не исключительно IT-компании.

О росте значимости цифровой экономики свидетельствует ежегодное увеличение ее доли в ВВП государств почти на 20 %, в развитых странах она в среднем составляет 7 % [5, с. 19]. Один из авторов понятия «цифровая экономика» Н. Негропonte из Массачусетского технологического института в 1995 г. сказал, что мир переходит от обработки атомов материального мира к обработке битов мира виртуального, товары которого не имеют веса и мгновенно перемещаются в любую точку земного шара, где есть интернет.

Развитие цифровой экономики привело к трансформации всех аспектов человеческой деятельности. Если в первые 10 лет (с 1995 г.) основу развития цифровой экономики составляли бизнесы электронной торговли и интернет-сервисов, то сейчас она охватывает практически все сферы жизни: образование, здравоохранение, энергетику (*smartgrid*), земледелие (*precision agriculture*). Это и цифровая железная дорога, и умные города. Уровень предоставляемых бизнесу интернет-сервисов значительно усложняется: объединяются ранее разрозненные технологии, создаются совершенно новые подходы к управлению производственными процессами. Яркими примерами внедрения объединенных сервисов становятся такие инструменты, как *PLM*-системы (*product lifecycle management*) – управление жизненным циклом продукта (изделия), *BPM*-системы (*business process management*) – управление деловыми процессами [6, с. 5]. Оцифровка документов и появление электронных подписей сделали возможным возникновение электронного правительства, что позволило расширить перечень государственных услуг и ускорить их предоставление гражданам.

Цифровая экономика наиболее эффективно функционирует на рынках с большим количеством участников и высоким уровнем проникновения ИКТ-услуг. В первую очередь это касается интернет-зависимых отраслей (транспорт, торговля, логистика и т. д.), в которых доля электронного сегмента составляет ориентировочно около 10 % ВВП, свыше 4 % занятости, и эти показатели имеют явную тенденцию к росту [5, с. 17].

Размеры цифровой экономики (только интернет-экономики) компания *Boston Consulting Group (BCG)* оценивает в 4,1 % ВВП у стран «Большой двадцатки» (G20). Компания *McKinsey* оценивает долю цифровой экономики в ВВП США в 10,9 %, Китая – 10,0 %, стран ЕС – 8,2 %, России – 3,9 % и прогнозирует, что к 2025 г. цифровая экономика России утроится и даст от 19 до 34 % вклада в рост ВВП [7, с. 34]. По данным компании *BCG*, доля цифровой экономики в ВВП развитых стран выросла с 2010 г. на 1,2 п. п. и по итогам 2016 г. составила 5,5 % [8, р. 8–9]. Великобритания, которая в 2010 г. приняла Закон о цифровой экономике (*Digital Economy Act*), оценила ее долю в своей экономике в 12 % ВВП.

Внедрение элементов цифровой экономики уже изменило облик целых отраслей – туристической, телекоммуникационной, полиграфической, сферу пассажирских перевозок, в частности услуг такси (*Uber*).

Цифровая экономика оказывает существенное влияние на рынок труда. Приведем примеры дестабилизации традиционных отраслей: турагентства вытесняются онлайн-бронированием и мобильными билетами; фронт-офисы банков цифровым банкингом (интернет-банкинг, мобильный банкинг); розничные магазины – виртуальными складами и доставкой; офисы государственных услуг – единым онлайн-порталом госуслуг; традиционная медицина – телемедициной, включающей видеоконференции

врачей, операции в режиме онлайн, системы электронного делопроизводства в медицинских учреждениях; армия сторожей и охранников – системами видеонаблюдения.

От теоретиков информационного общества, считающих, что цифровая экономика – это вторая стадия информационной экономики [2], термин перешел к практикам из Всемирного банка, которые в 2016 г. предложили следующее определение: «Цифровая экономика – это система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании информационно-коммуникационных технологий». <...> ...Это новая парадигма ускоренного экономического развития» [9].

Четвертая промышленная революция. Цифровая экономика обладает колоссальным потенциалом трансформации традиционной промышленности, до недавних пор считавшейся достаточно консервативной в применении цифровых технологий. Набор соответствующих инструментов, объединяемых под названием «индустрия 4.0» (*Industry 4.0*), включает такие инновационные методы, как анализ больших массивов данных, машинное обучение, машинное зрение, промышленный интернет вещей, виртуальная реальность, дополненная реальность, трехмерное моделирование, трехмерная печать, беспилотные летательные аппараты, робототехника (замена конвейерных модулей на роботизированную сборку на базе технологии *DTS (driverless transport system)*). Эти технологии уже сейчас преобразуют промышленность во всем мире, а их полномасштабное внедрение в мировую экономику в будущем может оказать эффект на производительность и рынок труда, сравнимый с промышленными революциями прошлого [7, р. 65].

Термин «индустрия 4.0», или четвертая промышленная революция, ведущая к созданию умных заводов, был широко растиражирован на Давосском экономическом форуме в 2016 г. благодаря монографии его основателя Г. Шваба [10]. Однако еще в 2011 г. этот термин предложила на Ганноверской ярмарке группа представителей немецкой промышленности в рамках инициативы по повышению конкурентоспособности Германии в XXI в. в условиях ускоренной интернетизации и кибернетизации производства на базе «киберфизических систем» – интеллектуальных производств, мгновенно переоборудующихся под индивидуальный заказ. По итогам ярмарки немецкое правительство провозгласило программу «Индустрия 4.0» ключевой составляющей стратегии развития ФРГ, цель которой – добиться к 2020 г. мирового лидерства страны в области промышленных инноваций.

Таким образом, под термином «индустрия 4.0» подразумевается очередная (уже четвертая) промышленная революция, которая разворачивается в настоящее время и основой которой является качественно новая интеграция различных технологий. Принято считать, что первая промышленная революция была связана с паровыми двигателями («эпоха угля и пара»), вторая – с механическим производством и электричеством («эпоха нефти, газа, электричества»), третья – с развитием электроники и информационных технологий (ИКТ-эпоха), что привело к масштабной автоматизации индустриальных процессов.

Индустрия 4.0 рассматривается как новый уровень организации и менеджмента цепочки создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции, т. е. это концепция развития и интеграции технологий и подходов к повышению эффективности производства. В основу этого понятия положены следующие суждения:

- переход от простой цифровизации (третья промышленная революция) к инновациям, базирующимся на интеграции технологий (четвертая революция), вынуждает компании пересмотреть свои бизнес-процессы;

- сближение физического, цифрового и биологического миров приводит к образованию новых технологий и платформ на базе создания киберфизических систем;

- развитие интернет-услуг как в пределах организации, так и между компаниями позволило создать новые цепочки формирования стоимости и найти новые пути доставки товаров потребителю, что разрушило или изменило существовавшие ранее каналы снабжения [11, с. 13].

По мнению аналитиков ведущей международной консалтинговой компании *PricewaterhouseCoopers*, понятие «индустрия 4.0» включает в себя три компонента: цифровизацию и интеграцию вертикальных и горизонтальных процессов предприятия, в том числе логистику; цифровизацию услуг в целях получения данных об эффективности использования продуктов; цифровизацию бизнес-моделей взаимодействия с клиентами, в первую очередь для формирования заказа на индивидуальное изделие [13].

В совокупности индустрия 4.0 – это новый подход к интеграции производства и потребления, основанный на больших данных, их обработке и использовании для совершения производственных процессов независимо от человека. Образно говоря, это перевод в промышленность опыта взаимодействия людей в социальных сетях.

Индустрия 4.0 базируется на двух главных технологиях:

- 1) *CPS (cyber-physical systems)* – киберфизические системы. По определению Национального института стандартов и технологий США (*National Institute of Standards and Technology*), *CPS* – это «умные системы, охватывающие вычислительные (т. е. аппаратное и программное обеспечение) и эффективно интегрируемые физические компоненты, которые тесно взаимодействуют между собой, чтобы чув-

ствовать изменения состояния реального мира» [13]. В случае изменения требований машины смогут самостоятельно принимать решения о перестройке соответствующего технологического процесса. В результате такие производственные системы будут способны осуществлять самодиагностику и самостоятельно себя ремонтировать, что в конечном итоге приведет к повышению гибкости и индивидуализации производства. Распространение киберфизических систем, включающих в себя умные машины, системы хранения и передачи данных, производственные мощности, которые в комплексе способны автономно обмениваться информацией, вызывать действия и контролировать друг друга, приведет не только к изменению производственных процессов в промышленности, но и к преобразованиям бизнес-процессов в целом и взаимосвязей между экономическими субъектами.

2) *IoT (internet of things)* – интернет вещей, предусматривающий превращение всех компонентов производственной системы в активных пользователей интернета и облачного хранения информации с возможностью удаленного доступа к приложениям, службам и данным. Составляющими интернета вещей являются технологии дополненной реальности и 3D-печати, сенсорные сети. Если в 2013 г. к интернету были подключены 15 млрд устройств, то к 2020 г. их число вырастет до 30 млрд, причем 75 % из них будут мобильными. При этом дополнительный доход поставщиков продуктов и услуг превысит 300 млрд долл. США. По оценке Глобального института *McKinsey (McKinsey Global Institute)*, интернет вещей до 2025 г. будет ежегодно приносить мировой экономике от 4 до 11 трлн долл. США [7, р. 8]. Компания *Gartner* прогнозирует, что к 2020 г. интернет вещей будет насчитывать 26 млрд устройств, а оборот интернет-экономики достигнет 1,9 трлн долл. США, причем трафик M2M (*machine-to-machine*) в интернете будет занимать все большее место. Идеальная валюта для платежей за M2M-операции – цифровые деньги типа биткойна.

Интернет вещей, постепенно проникая во все сферы деятельности людей, вывел в число активно обсуждаемых технологических трендов такое понятие, как промышленный интернет вещей (*industrial internet of things*). Эта концепция предполагает тесное сетевое взаимодействие между собой умных вещей, снабженных датчиками для локальной обработки информации, и огромного количества соединенных промышленных систем для обмена информацией, координации и анализа данных в целях принятия более обоснованных решений и оптимизации технологических процессов.

Для продвижения промышленного интернета вещей в США в 2014 г. создан Консорциум промышленного интернета (*Industrial Internet Consortium*), основу которого составили ТНК *AT&T, Cisco Systems, General Electric, IBM, Intel* и *Schneider Electric* (на данном этапе к проекту присоединились более 250 компаний из 30 стран, среди которых ведущие мировые ТНК в промышленном секторе и IT-сегменте – *Bosch, Huawei, SAP, Ericsson*). Если программа «Индустрия 4.0» – стратегический проект Германии, для реализации которого государство и бизнес объединили усилия в целях сохранения лидерства в промышленности за счет стимулирования инноваций во всех секторах, то американский консорциум – это некоммерческая организация, ставящая своей задачей лучшее взаимодействие между конкурирующими компаниями для создания более качественных товаров и услуг в индустрии в целом.

В конце 2015 г. на Международном авиакосмическом салоне компании «Российские космические системы» и «Ростелеком» подписали меморандум о создании Национальной ассоциации содействия развитию промышленного интернета (НАПИ). Цель НАПИ – внедрение технологий промышленного интернета в российское производство. НАПИ должна обеспечить межотраслевую интеграцию решений в данной сфере за счет объединения усилий крупнейших отраслевых компаний и научно-исследовательских организаций. Участниками НАПИ являются «Ростелеком» и «Лаборатория Касперского», «Петер-Сервис», «Остек-Инжиниринг», в процессе оформления вступления – «Россети», «Мегафон», НПО автоматики, НТЦ «Разработка сложных систем» и др.

В 2016 г. в России была официально зарегистрирована Ассоциация интернета вещей, учредителями которой выступили Фонд развития интернет-инициатив и МГТУ имени Н. Э. Баумана. К моменту образования ассоциация включала более 60 членов – операторов связи, промышленных компаний и разработчиков технологий.

В результате реализации программы «Индустрия 4.0» в период до 2020 г. в Германии планируется повысить производительность труда в среднем на 18 %. При этом степень цифровизации экономики страны собираются увеличить до 82 % к 2021 г. (в настоящее время этот показатель составляет 33 %). Принятие решений на основе цифровых данных и моделей предусматривается увеличить до 90 % к 2020 г. по сравнению с показателем 52 % в 2016 г. В целях реализации программы «Индустрия 4.0» в Германии в период до 2020 г. предусмотрено финансирование в размере около 900 млрд долл. США. Инвестиции должны быть вложены в цифровые технологии, датчики и устройства связи, программы и приложения, системы управления производством, обучение сотрудников и т. д. [14, с. 47].

Схожие разработки представлены в программных документах, определяющих приоритеты промышленного развития ведущих стран:

- промышленная стратегия: подход Британии к построению будущего (*Industrial Strategy: building a Britain fit for the future*, 2017) – новый план по стимулированию экономики путем использования передовых технологических возможностей, в котором в качестве приоритета указан экономический рост на основе «чистых технологий»;

- программа «Национальная сеть производственных инноваций США» (*National Network for Manufacturing Innovation USA*, 2013), направленная на сотрудничество научных кругов, промышленности и правительства, совместное инвестирование, развитие инноваций и ускорение коммерциализации, и идея «промышленного интернета» в США (*Industrial Internet Consortium*);

- план «Новая промышленная Франция» (*New Industrial France*, 2013), направленный на поддержку 34 индустриальных проектов (в том числе таких как «Фабрика будущего», «Роботехника», «Суперкомпьютеры» и др.), скоординированный со стратегическим планом научных исследований, инноваций и их трансфера;

- концепция развития робототехники на основе интернета вещей *Robot revolution* в Японии, изложенная в «Белой книге по обрабатывающей промышленности» (*White Paper on Manufacturing Industries*, 2015) Министерства экономики, торговли и промышленности Японии;

- программа «Сделано в Китае – 2025» (中国制造 2025), опубликованная Госсоветом КНР в 2015 г., которая предполагает интеграцию ИКТ и индустриализации [15, с. 104].

В России пока нет программы, подобной немецкой «Индустрия 4.0», хотя и используются ее отдельные элементы, в том числе робототехника, 3D-печать и большие данные. Так, открытый осенью 2017 г. в МГУ имени М. В. Ломоносова Национальный центр цифровой экономики должен стать флагманом для цифровизации российской промышленности и подготовки кадров, а также решения вопросов кибербезопасности.

Информатизация сферы финансовых услуг. Одним из неотъемлемых инфраструктурных элементов цифровой экономики являются цифровые деньги и криптовалюты, появившиеся как продукт длительной эволюции видов и форм денег. Под криптовалютой понимается механизм эмиссии и обмена цифровых активов, учет которых, в отличие от учета обычных денег, контролируется с 1761 г. центробанками, чаще всего децентрализован.

Наиболее известной криптовалютой является биткойн (англ. *Bitcoin*), идея которого была предложена в 2008 г. в статье автора, подписавшегося псевдонимом Сатоши Накамото (*Satoshi Nakamoto*), «Биткойн: цифровая пиринговая система платежей». В публикации были представлены принципы построения одноранговой платежной системы с возможностью совершать электронные транзакции между участниками данной системы, минуя финансовые институты-посредники [16, с. 49].

Валюты типа биткойн – это действительно революционное событие в мире денег, сравнимое с появлением центробанков и бумажных денег или систем безналичных платежей. Они реализуют идеи двух великих экономистов – лауреатов Нобелевской премии по экономике Ф. Хайека, имевшего мечту о конкуренции частных денег, и М. Фридмана, который определил идеальный центробанк как компьютер, на который никто не влияет. Пока значение криптовалют в прессе переоценивается: все вместе они эквивалентны 0,5 трлн долл. США и составляют менее 1 % всех денег мира. Биткойн – одна из 1500 криптовалют, однако она самая распространенная (занимает примерно 1/3 рынка криптовалют) и претендует на статус мировой валюты, замещающей доллар. Практически все криптовалюты строятся по децентрализованной схеме блокчейн, в которой эмиссию осуществляет компьютер по строго заданному алгоритму.

Небольшой объем эмиссии при растущей популярности биткойна ведет к стремительному росту его курса: так, в 2013 г. биткойн смог привлечь внимание широкой общественности, когда его цена взлетела от 10 до 1000 долл. США [17, с. 7].

В течение последних месяцев рынок криптовалют демонстрировал стремительный рост. По данным *Coinmarketcap.com*, по состоянию на 31 декабря 2017 г. суммарная капитализация криптовалют выросла более чем в 32 раза – с 17,7 млрд до 570,9 млрд долл. США. Стоимость самой популярной криптовалюты – биткойна – увеличилась более чем в 13 раз – с 973 до 13 019,4 долл. за один биткойн, а его капитализация превысила 218,4 млрд долл. США. Объем ежедневных торгов биткойном сегодня составляет более 13 млрд долл. США [18].

Главный недостаток криптовалют – отсутствие государственного регулирования их эмиссии. По этой причине, в частности, правовой статус криптовалюты «биткойн» значительно различается в разных странах. В некоторых из них, например в Японии, биткойн является законным платежным средством с налогом на покупку; в других странах, таких как Китай, такие операции официально запрещены для банковского сектора, но не имеют ограничений для физических лиц [19].

До недавнего времени криптовалюты, включая биткойн, в Беларуси не регулировались и не признавались законным платежным средством, а юридические и физические лица не могли производить расчеты на территории страны при помощи криптовалют. Никто не регулировался и майнинг – децен-

трализованная эмиссия криптовалют при помощи вычислительной мощности ПК и иных девайсов, осуществляемая конечными пользователями криптовалют.

Однако в конце 2017 г. был принят декрет Президента Республики Беларусь «О развитии цифровой экономики» [20], содержащий несколько серьезных нововведений, делающих белорусский Парк высоких технологий (ПВТ) наиболее привлекательным в регионе местом для высокотехнологичных компаний и IT-специалистов. Также документ создал правовые условия для оборота криптовалют. Правовое регулирование позволило предоставлять услуги виртуальных бирж и обменных пунктов резидентам ПВТ, привлекать денежные средства с помощью *initial coin offering (ICO)*⁶. Кроме того, это позволило ввести в легальное поле не только криптовалюты, но и деятельность так называемых майнеров, которые создают криптовалюту в результате работы компьютерных процессоров по генерированию криптокода. Таким образом, в перспективе становится возможным легальное создание в Беларуси крупных майнинговых криптоцентров.

Функционирование механизма эмиссии и обращения криптовалюты происходит в рамках распределенной компьютерной сети, при этом вся информация о производимых транзакциях не шифруется и всегда доступна в открытом виде. Криптография используется не для ограничения доступа к данным о транзакциях, а для гарантирования неизменности цепочки блоков базы транзакций, создаваемой с помощью блокчейна – многофункциональной и многоуровневой информационной технологии, предназначенной для надежного учета различных активов, надежного распределенного хранения записей обо всех когда-либо совершенных транзакциях. Главным и существенным отличием блокчейна является децентрализованное управление системы, которое позволяет каждому пользователю сети контролировать происходящие транзакции. Свободный доступ к актуальной версии реестра делает его прозрачным абсолютно для всех участников. Это хронологическая база данных, т. е. время, когда была сделана запись, неразрывно связано в ней с самими данными. Каждый последующий блок выстраивается за предыдущим. При этом процесс шифрования, известный как хеширование, выполняется большим количеством разных компьютеров, работающих в одной сети. Если после их расчетов все они получают одинаковый результат, то блоку присваивается уникальная цифровая сигнатура (подпись). Как только реестр обновляется и образуется новый блок, он уже не может быть изменен. Таким образом, подделать его нельзя, можно только добавлять новые записи к нему.

Блокчейн безопасно и долговечно сохраняет любую информацию: сведения о совершенных денежных переводах, продажах и покупках, правах собственности, участии в голосованиях и их результатах, переписи населения, гражданском, социальном статусе и этапах выполнения сделок. Это не просто новая, а революционная технология. Если заменить блокчейном традиционные технологии хранения информации, можно сэкономить огромные средства. По приблизительным подсчетам только десять самых крупных банков планеты благодаря блокчейну сумеют сэкономить в год треть своих расходов, а это сумма от 8 до 12 млрд долл. США [21, с. 41].

С 2016 г. зарубежные банки начали энергично создавать консорциумы в попытке взять блокчейн под контроль и заставить новую технологию работать на себя. Так, группа под названием *R3 Cev* объединила 80 крупнейших мировых финансовых структур (*JP Morgan Chase, Deutsche Bank, Morgan Stanley, Goldman Sachs, Banco Santander* и др.) ради тестирования собственной проприетарной системы хранения информации, основанной на принципах блокчейна.

С тех пор как в 2015 г. блокчейн освободился от узкоспециализированного использования в криптовалютах и заявил о себе как об универсальной технологии, банковское сообщество заинтересовалось этим революционным продуктом. Так, глава Сбербанка России Г. Греф высказал такое мнение: «Мы не понимаем влияние этой технологии на все сферы нашей жизни. Мы понимаем только, что это очередная “подрывная” технология значимостью с интернет» [22], – и напомнил, что Сбербанк уже внедряет ряд проектов на базе этой технологии. Так, дочерняя компания «Сбербанк факторинг» реализовала проект на основе блокчейна с ритейлером «М. Видео»: «Результаты потрясающие. Громадное количество рутинной работы, на которую тратились многие дни, убито. Срок операций сокращается с недели до двух часов. При этом ручной работы там нет» [22]. По мнению Г. Грефа, такие результаты означают, что «вся посредническая деятельность внутри ритейлеров, внутри финансовых учреждений просто умирает... Потенциал технологии таков, что банков в их классическом виде просто не останется. Это будет, может быть, какая-то платформенная история, которая будет предоставлять услуги для большого количества клиентов. И это сегодня не какие-то представления, а подтвержденные экспериментами отдельные направления блокчейна» [22].

Свое мнение об огромных перспективах блокчейна Г. Греф подтвердил и во время посещения интеллектуальной викторины для школьников «Цифровая экономика. Поколение Z». Глава Сбербанка сказал, что ожидает «гигантский сдвиг» в экономике, после того как блокчейн начнет применяться в биз-

⁶Первичное предложение (размещение) монет – форма привлечения инвестиций в виде продажи инвесторам фиксированного количества новых единиц криптовалют, полученных в результате разовой или ускоренной эмиссии.

несе и государственном управлении в промышленных масштабах. Он также отметил, что, несмотря на ее незрелость, технология очень перспективна, и тем компаниям, которые хотят сохранить позиции на быстро меняющемся рынке, лучше уже начинать с ней экспериментировать, хотя пройдет не менее пяти лет, пока блокчейн станет возможно применять в промышленных моделях [23].

Проведение первой международной сделки в рамках Сбербанка с применением данной системы было решено реализовать на базе белорусского БПС-Сбербанка. Первый в Республике Беларусь аккредитив по технологии блокчейн был открыт в сентябре 2017 г.

Постановлением правления Национального банка Республики Беларусь от 14 июля 2017 г. № 280 была принята Инструкция об общих принципах функционирования информационной сети, построенной с использованием технологии блокчейн. Документ определил не только принципы функционирования блокчейна, но и основные роли участников информационной сети, их права и обязанности, а также ввела понятие коллегиального органа, осуществляющего регулирование сети. Первым примером практического использования блокчейна в банковской системе Беларуси стала возможность передачи информации о предоставлении банковской гарантии и непосредственно самой банковской гарантии в соответствии с постановлением правления Национального банка Республики Беларусь от 11 июля 2017 г. № 279. Назначение системы – сбор и раскрытие информации о выданных банковских гарантиях, а также обслуживание соответствующих процессов.

Следующим этапом стал запуск в опытную эксплуатацию с 15 ноября 2017 г. ОАО «Белорусская валютно-фондовая биржа» пилотного проекта «Реестр операций с ценными бумагами, совершенными на биржевом и внебиржевом рынке», разработанного с использованием технологии блокчейн. Цель этого проекта – оптимизация отчетности, уход в безбумажные технологии и сокращение документооборота [24].

Белорусская компания «Изи Штандарт», предоставляющая консалтинговые услуги по получению разрешительной документации, запустила стартап *CertChain* – мировую блокчейн-сеть сертификации с децентрализованной проверкой. В настоящее время создается полный прототип платформы *CertChain* мобильной и веб-версии, а также параллельная разработка альфа-версии.

Рейтинги цифровой экономики. Некоторое представление об уровне развития цифровой экономики в стране дают ее рейтинги. В первую очередь это европейский индекс цифровой экономики и общества (*Digital Economy and Society Index, DESI*). Согласно *DESI-2017*, который ранжировал 28 стран ЕС, на первых пяти местах находятся Дания, Финляндия, Швеция, Нидерланды, Люксембург, на последних – Италия, Болгария, Румыния. *DESI* рассчитывается как композитный индекс, который суммирует разные индикаторы развития цифровой Европы и отслеживает эволюцию стран, входящих в ЕС, с точки зрения их цифровой конкурентоспособности. *DESI* имеет пять основных субиндексов, агрегирование которых происходит с разным весом:

- подключение – среднее значение 8 показателей с весом 0,25: доля домохозяйств, имеющих стационарный доступ к широкополосной связи (ШПД); доля домохозяйств, подключенных к ШПД; доля подключений к ШПД посредством мобильной связи; доля подключений с 4G-покрытием; доля домохозяйств, имеющих *NGA*-покрытие; доля связи *NGA* от ШПД подключений; доля стоимости ШПД в среднем доходе;
- человеческий капитал – среднее значение 4 показателей с весом 0,25: доля интернет-пользователей, ИКТ-компетенции, доля ИКТ-специалистов, а также специалистов с естественно-научным и инженерным образованием;
- использование интернета населением – среднее значение 7 показателей с весом 0,15: доля лиц, использующих онлайн-новости, музыку, видеоигры, подписку на видео, видеозвонки, социальные сети, интернет-банкинг, *e*-торговлю;
- интеграция бизнеса с цифровыми технологиями – среднее значение 8 показателей с весом 0,20: электронный документооборот, радиочастотная идентификация (*RFID*), взаимодействие с клиентами в социальных сетях, электронные счета-фактуры, потребители облачных услуг, доля МСП, ведущих интернет-торговлю, доля интернет-торговли в торговом обороте, доля электронного оборота МСП с другими странами;
- цифровые государственные услуги – среднее значение 4 показателей с весом 0,15: доля пользователей услуг *e*-правительства, уровень их сложности, доля *e*-госуслуг в реализованных услугах, индикатор открытых данных.

Таким образом, для начисления баллов используется 31 показатель. Интересны средние для ЕС значения важнейших из этих показателей:

- широкополосный доступ в интернет со скоростью не менее 30 Мбит/с имеют 76 % европейских квартир;
- 4G – мобильный сервис покрывает 84 % населения ЕС;
- доля ИКТ-специалистов в трудовых ресурсах – 3,5 %;

- ИКТ-навыки (*e-mail*, редактирование текста) отсутствуют у 44 % европейцев;
- расходы на ШПД в доходах составляют 1,2 %;
- не реже одного раза в неделю интернетом пользуются 79 % европейцев;
- музыку, фильмы, игры загружают 78 % интернет-пользователей;
- онлайн-новости читают 70 % европейских интернет-пользователей;
- социальными сетями пользуются 63 % европейцев;
- покупки онлайн делают 66 % пользователей;
- онлайн-банкинг используют 59 % европейцев;
- интернет для звонков используют 39 % европейцев;
- электронные счета-фактуры отправляют 18 % фирм ЕС;
- для взаимодействия с клиентами интернет используют 20 % фирм;
- онлайн-формы без бумажной копии заполняют 34 % интернет-пользователей;
- *RFID*-метки используют 3,9 % европейцев;
- к социальным медиа обращаются 20 % пользователей;
- *e*-банкинг используют 18 % европейцев;
- облачные вычисления применяют 13 % пользователей;
- *e*-торговлю ведут 17 % МСП;
- трансграничный *e*-документооборот ведут 7,5 % МСП;
- *e*-торговля в торговом обороте составляет 9,4 %.

Таким образом, индекс *DESI* носит ярко выраженный социальный характер. Он мало учитывает цифровизацию бизнеса и промышленности.

Сравнение Беларуси со средним по ЕС индексом *DESI* показывает, что развитость цифровой экономики в нашей стране сопоставима с показателями стран Центральной и Восточной Европы по развитию ИКТ-инфраструктуры и человеческого капитала, однако по уровню использования интернета населением и бизнесом, а особенно по оказанию государственных цифровых услуг Беларусь пока незначительно отстает от средних показателей ЕС.

Популярен также рейтинг *WDCI* (*World Digital Competiveness Index*), который составляется на основе индекса мировой цифровой конкурентоспособности, разработанного швейцарской школой бизнеса *IMD*. Индекс *WDCI* рассчитывается на основе трех микроиндексов: знания (таланты, образование, наука); технологии (регуляторика, капитал, уровень развития связи); готовности (адаптация, гибкость бизнеса, уровень ИТ-интеграции бизнеса). В 2017 г. Россия по этому индексу занимала 42-е место.

Используется также глобальный индекс сетевого взаимодействия (*Global Connectivity Index*), отчет о котором с 2014 г. публикуется компанией *Huawei* по результатам исследования, позволяющего оценить прогресс крупнейших стран мира в области перехода на цифровые технологии. *GCI* создан для анализа широкого спектра показателей в целях всесторонней и объективной количественной оценки цифровой трансформации на основе четырех основ *GCI* (предложение, спрос, опыт и потенциал) и пяти передовых технологий (развертывание сетей широкополосной связи, функционирование центров обработки данных, применение облачных сервисов, работа с большими данными и развитие интернета вещей). Индекс оценивает 50 стран в соответствии с их результатами по 40 показателям, которые отслеживают влияние ИКТ на экономику страны, ее цифровую конкурентоспособность и будущий рост. В совокупности на страны, прошедшие оценку по шкале *GCI* в 2017 г., приходится 90 % мирового ВВП. В 2017 г. Россия занимала 26-е место. Республика Беларусь в рейтинге не участвует.

Кроме того, популярен рейтинг цифрового развития и конкурентоспособности страны, составляемый по итогам исследования межстрановых различий, проводимого Институтом изучения бизнеса в глобальном контексте имени Флетчера (США, университет Тафтса) совместно с компанией *Mastercard*. В результате рассчитывается индекс цифровой эволюции (*Digital Evolution Index, DEI*), формируемый с учетом двух основных факторов – текущего уровня цифрового развития и темпов роста оцифровывания за последние 9 лет. Эти факторы, в свою очередь, определяются на базе 170 различных уникальных индикаторов, характеризующих темпы дигитализации: уровень предложения, спрос потребителей на цифровые технологии, институциональную среду, инновационный климат. По *DEI*, отражающему прогресс в развитии цифровой экономики, все страны разделяются на четыре категории: 1) страны, в прошлом уже демонстрировавшие свое цифровое развитие и сохраняющие темпы роста, лидеры в инновациях, эффективно использующие свои преимущества; 2) страны, которые достигли высокого уровня цифрового развития ранее, но в настоящее время замедлили свою активность, находящиеся на грани риска «выпадения» из этой категории; 3) страны, достигшие не самого высокого уровня цифрового развития, но обладающие большим потенциалом и продемонстрировавшие последовательный и уверенный рост; 4) страны с низким уровнем цифрового развития. В соответствии с последним опубликованным отчетом *Digital Planet 2017* в десятку стран с наиболее развитой цифровой экономикой

входят Норвегия, Швеция, Швейцария, Дания, Финляндия, Сингапур, Республика Корея, Великобритания, Гонконг, США. Россия занимает 39-е место. Беларусь в рейтинг не включена.

Международным союзом электросвязи рассчитывается и публикуется индекс развития информационно-коммуникационных технологий (*ICT Development Index, IDI*) – комбинированный индекс, характеризующий достижения стран мира с точки зрения развития ИКТ, в который входят 11 показателей доступа к ИКТ, их применения и навыков использования. *IDI* за 2017 г. охватывает 176 стран мира, первое место занимает Исландия, значение *IDI* у которой составляет 8,98. За ней следуют еще шесть стран Европы (Швейцария, Дания, Великобритания, Нидерланды, Норвегия, Люксембург) и три страны Азиатско-Тихоокеанского региона (Южная Корея, Гонконг, Япония), где имеются конкурентные рынки ИКТ, на которых много лет сохраняются высокие уровни инвестиций и инноваций в области ИКТ. В 2016 г. Республика Беларусь по *IDI* вошла в десятку самых динамично развивающихся стран мира (рост на 5 мест за год) и заняла высокое 31-е место.

Предложим методику расчета более современного индекса готовности к цифровой экономике (табл. 1), включающего следующие микроиндексы:

- качество цифровой инфраструктуры и доступа (*DESI*);
- цифровизация промышленности;
- IT-экспорт.

Таблица 1

Методика расчета индекса готовности к цифровой экономике

Table 1

Methodology for calculating the readiness index for the digital economy

№	Наименование индекса или показателя	Вес	Максимальное значение
<i>Цифровая инфраструктура и доступ</i>		0,33	–
1	Доля населения с мобильным подключением к широкополосному доступу	0,2	100 %
2	Доля домашних хозяйств с интернет-доступом	0,2	100 %
3	Доля индивидуальных, использующих возможности интернета (новости, музыка, видео, социальные сети)	0,2	100 %
4	Доля взрослых, использующих интернет-банкинг, e-торговлю	0,2	100 %
5	Доля стоимости ШПД в среднем доходе	0,2	2 %
<i>Цифровизация промышленности, услуг, бизнеса</i>		0,33	–
1	Доля фирм, использующих интернет-платежи	0,125	50 %
2	Доля фирм, использующих интернет-маркетинг	0,125	100 %
3	Доля фирм, использующих облачные технологии	0,125	50 %
4	Доля интернет-торговли в торговом обороте	0,125	40 %
5	Степень внедрения <i>smart-grid</i>	0,125	100 %
6	Доля агрофирм, использующих точное земледелие	0,125	50 %
7	Индекс электронного правительства	0,125	1
8	Доля ИКТ-специалистов в трудовых ресурсах	0,125	10 %
<i>IT-экспорт</i>		0,33	–
1	IT-экспорт на душу занятого населения	0,33	300 долл. США
2	Доля занятых в IT-аутсорсинге в занятом населении	0,33	3 %
3	Страновое качество регулирования цифровой экономики по 10-балльной системе	0,33	10 баллов

Примечание. Нормирование показателей осуществляется по стандартной формуле: $\frac{10 \cdot \text{Показатель}}{\text{Максимум}}$.

Источник: разработано авторами.

В Беларуси утверждена Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг., целью которой является совершенствование условий, содействующих трансформации сфер человеческой деятельности под воздействием ИКТ, включая формирование цифровой экономики, развитие информационного общества и совершенствование электронного правительства. Белорусская программа должна быть увязана с разработанными программами «Цифровой Казахстан» и «Цифровая Россия» и интегрироваться в очень нужную программу «Цифровой ЕАЭС», причем главное в ней – практические аспекты внедрения цифровых технологий в образование, здравоохранение, сельское хозяйство (точное земледелие), госуслуги (электронное правительство), промышленность (цифровое производство и робототехника). В первую очередь нужно развивать те разделы цифровой экономики, которые повысят конкурентоспособность традиционной экономики, а это требует, помимо прочего, использования новых бизнес-моделей, основанных на цифровых технологиях.

Переход к цифровой экономике необратим. Бытует мнение о том, что Беларусь со своим ИКТ-потенциалом не должна медлить (табл. 2).

Таблица 2

Относительное (по отношению к среднему по ЕС)
ВВП по ППС на душу населения

Table 2

The relative (relative to the average for the EU) GDP per capita PPP

Год	ЕС		РБ	
	%	USD	%	USD
1995	100	19 439	20	3982
2016	100	39 371	46	18 073
2022	100	49 067	46	22 638
2030	100	—	79	—
2050	100	—	129	—

Источник: разработано авторами по данным МВФ.

Source: developed by the authors according to the IMF.

В первую очередь нужно резко увеличить подготовку кадров для данного сектора экономики, и не только программистов, но и бизнес-информатиков, IT-маркетологов и т. д. Доля специалистов, занятых в IT-секторе, в Беларуси составляет только 2,2 % от занятого населения (по оценке *Ernst & Young*), в то время как в США – 3,8 %, в ЕС – 3,7 %. Очень важно также организовать эффективное непрерывное развитие у всех специалистов *digital*-компетенций и подготовить их к грядущим переменам.

Благодаря Декрету Президента Республики Беларусь «О развитии цифровой экономики» у нашей страны есть шанс привлечь инвесторов в такую важную отрасль цифровой экономики, как цифровые криптовалюты по технологии блокчейн, и стать, как когда-то планировалось, международным финансовым центром на базе виртуальных валют – это позволит к 2025 г. утроить размеры цифровой экономики, как рекомендует России *McKinsey* [7]. Кроме того, внедрение таких технологий, как индустрия 4.0, интернет вещей, 3D-печать, сенсорные интерфейсы, продвинутая роботизация, позволит нашим заводам вернуть конкурентоспособность и выйти на передовые рубежи. На белорусскую цифровую экономику должны направить свой талант и часть времени 187 компаний – резидентов ПВТ и 30 тыс. работающих там специалистов.

Цифровизация и глобализация неразрывны, необходима прежде всего интеграция цифровых пространств отдельных стран. Чем меньше границ, тем быстрее будет развиваться цифровая экономика. В результате выиграют все субъекты, образовавшие единое цифровое экономическое пространство, поэтому Беларусь должна эффективно адаптироваться к новым тенденциям в глобализации, вызванным изоляцией России от глобальных процессов и требованиями Трампа «свободной, но справедливой торговли».

Беларусь приводят как пример успешного экономического сотрудничества с новым мировым гигантом и одним из лидеров в цифровой экономике – Китаем. Эту линию следует продолжать, жестко отстаивая национальный интерес – быть мостом между ЕС и Азией, включая Россию, Китай, Индию и другие страны. Это требует постоянного наполнения экономическим содержанием принципа «интеграция интеграций», выдвинутого еще в 2011 г. А. Г. Лукашенко. В первую очередь это относится к интеграции цифрового пространства.

Долгосрочный экономический рост Беларуси в условиях новой цифровой экономики. Республика Беларусь, находясь на разломе западной и евразийской цивилизаций, католичества и православия, всегда имела проблемы с экономическим ростом в случае конфликта западных и восточных соседей. На рис. 4 и 5 отражен медленный исторический рост белорусской экономики на протяжении 18 столетий.

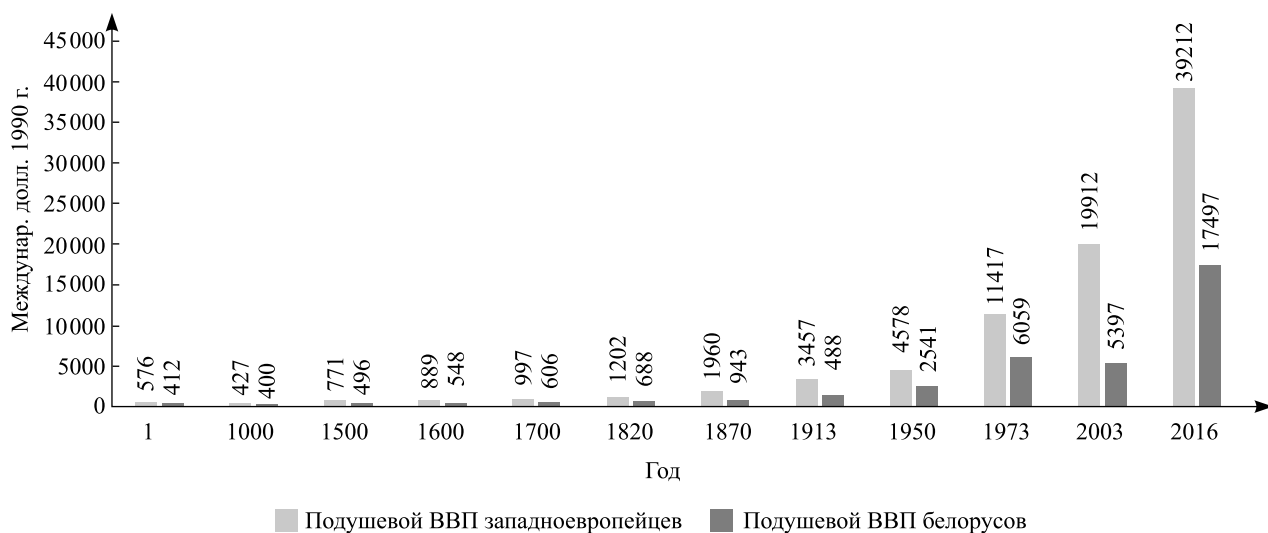


Рис. 4. Благополучие западноевропейцев и белорусов – ВВП на душу населения, междунар. долл. 1990 г.

Источник: разработано авторами на основе [25] и данных МВФ

Fig. 4. Welfare of Western Europeans and Belarusians – GDP per capita, intl. doll.

Source: developed by the authors based on [25] and IMF data

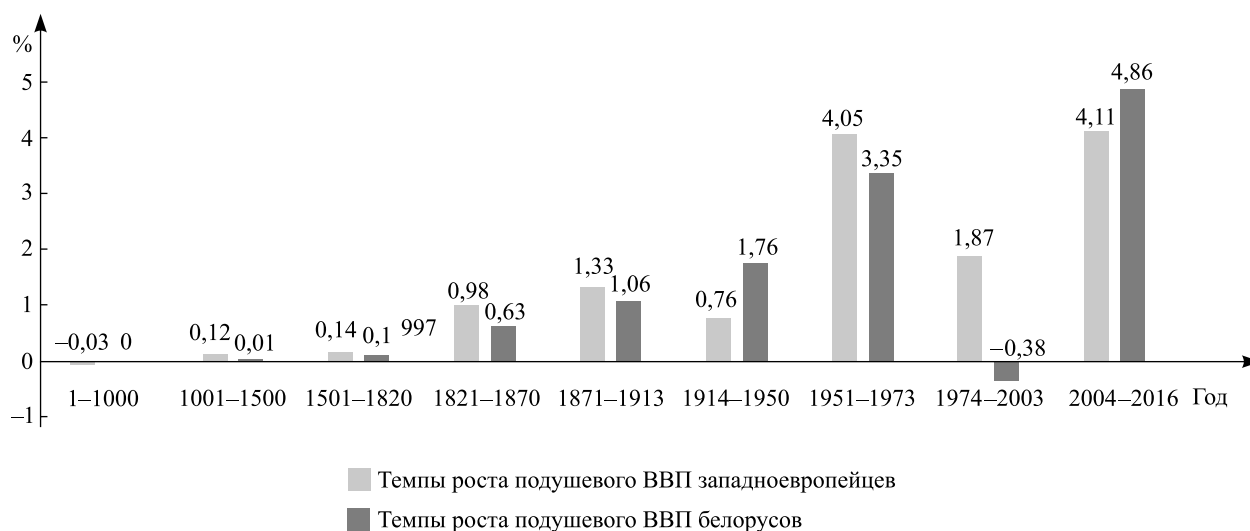


Рис. 5. Темпы роста подушевого ВВП западноевропейцев и белорусов.

Источник: разработано авторами на основе [25] и данных МВФ

Fig. 5. GDP per capita of Western Europeans and Belarusians.

Source: developed by the authors based on [25] and IMF data

Только приход капитализма с 1820 г. и особенно отмена крепостного права в 1861 г. дали некоторый импульс росту ВВП, равно как и социалистическая индустриализация и послевоенное строительство. Застой времен Брежнева и первые годы перестройки Горбачева остановили экономический рост. Установление в Беларуси президентской власти в 1994 г. и реализация первых пятилетних планов, принятых А. Г. Лукашенко, вызвали бурный экономический рост (по данным МВФ, ВВП по ППС на душу населения в 1996–2008 гг. рос в среднем на 7,55 % в год), и, несмотря на стагнацию четыре года, с 2012 по 2016 г., Беларусь имела одни из лучших мировых показателей экономического роста (разумеется, исключая китайские).

В итоге доля Беларуси в мировой экономике, снизившись в первые годы независимости с 0,16 % в 1992 г. до 0,105 % в 1996 г., начала стремительно расти и в 2011 г. достигла рекордных 0,171 % (рис. 6). Последующие стагнационные годы вновь несколько уменьшили долю Беларуси – до 0,143 % к 2016 г. Заметим, что доля в мировой экономике – чрезвычайно важный показатель, свидетельствующий о том, успевает ли страна за мировым ростом. Прогноз МВФ до 2022 г. для белорусов пессимистичен, однако рост ВВП в 2,3 % в 2017 г. и планируемый экономический рост более 3 % в 2018 г. позволяют надеяться, что наша страна выходит из нижней части экономического цикла и уже к 2020 г. восстановит свою долю в мировой экономике.

Долгосрочный рост Беларуси будет зависеть не только от внутренних факторов роста (рис. 7), но и от успеха интеграции в ЕАЭС и в еще большей степени от того, насколько ей в рамках интеграции интеграций удастся стать мостом между ЕС и ЕАЭС.

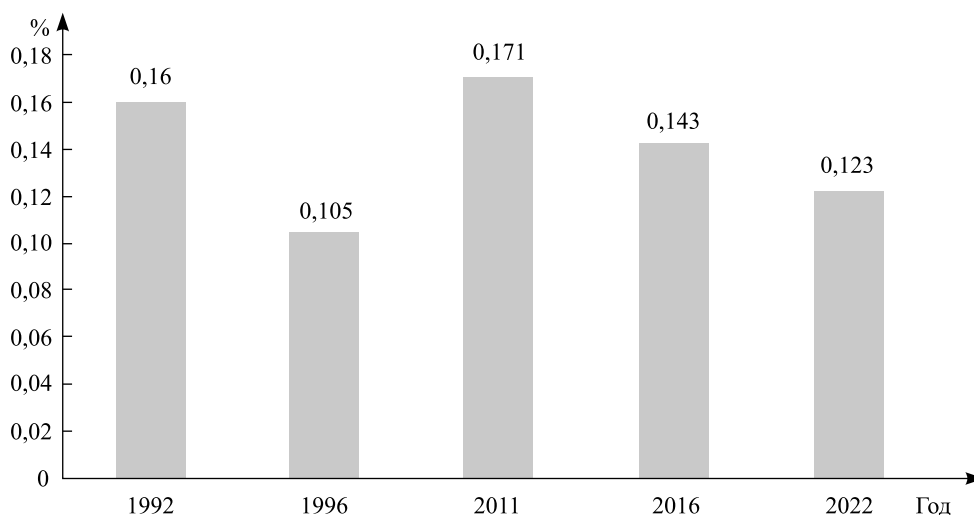


Рис. 6. Доля Беларуси в мировом ВВП по ППС, %.

Источник: разработано авторами по данным МВФ

Fig. 6. Belarus share in world GDP by PPP, %.

Source: developed by the authors according to the IMF data

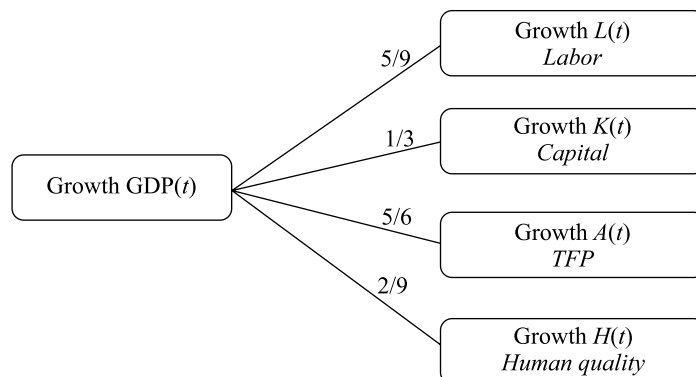


Рис. 7. Упрощенная гибридно-производственная модель экономического роста (без учета энергоэффективности).

Источник: [26, с. 34]

Fig. 7. Simplified hybrid-production model of economic growth (without energy efficiency).

Source: [26, p. 34]

Одна из главных проблем ЕАЭС – диспропорции в размерах государств: доминирует Россия, а небольшие Казахстан, Беларусь, Армения, Кыргызстан, даже в случае выработки скоординированной позиции (что проблематично), вносят в ВВП ЕАЭС менее 15 %. К тому же в лозунге «интеграция интеграций» страны продвинулись в неравной мере: Армения уже заключила договор с ЕС, Беларусь только собирается. Тем не менее ЕАЭС позитивно влияет на взаимную торговлю, а следовательно, на экономический рост.

Гибридно-производственная модель имеет следующий вид:

$$\text{Growth GDP}_{\text{HYBRID_PRODUCTION}}(t) = \frac{5}{6} \text{Growth } A(t) + \frac{1}{3} \text{Growth } K(t) + \frac{5}{9} \text{Growth } L(t) + \frac{2}{9} \text{Growth } H(t),$$

где $\text{GDP}(t)$ – валовой внутренний продукт страны за время t ; производственные факторы: $A(t)$ – совокупная факторная производительность (*total factor productivity, TFP*), фактически влияние научно-технического прогресса на производительность труда; $K(t)$ – накопленный в стране капитал (основные фонды); $L(t)$ – трудовые ресурсы страны, чаще всего берутся с учетом их качества (человеческий капитал измеряют средней продолжительностью обучения); $H(t)$ – качество человеческого капитала [26, с. 34].

Наш анализ долгосрочного роста Беларуси и ЕАЭС по данной модели показывает, что, несмотря на некоторое сжатие трудовых ресурсов (–0,36 % в год), за счет роста их качества, измеряемого ростом продолжительности обучения работников (с нынешних 12 лет до 15,7 для родившихся в 2016 г. согласно данным ООН), наша страна может нейтрализовать негативный вклад труда в экономический рост. В итоге он будет зависеть только от роста физического капитала (по данным Всемирного банка, сегодня по стоимости сопоставимый с паритетным ВВП Беларуси составляет почти 18 млрд долл. США по ППС). Первостепенная задача – восстановить рост ВВП до уровня периода 2001–2014 гг., обеспечивавшегося средней нормой инвестиций в 28 % ВВП, что давало прирост физического капитала на 7–12 % в год.

Вторая не менее важная задача – восстановить высокий вклад в экономический рост совокупной факторной производительности, которая в отдельные годы (2004–2006) у Беларуси, по версии МВФ, превышала 7 % (для сравнения: у США – 1,3 %).

По мнению экспертов, сегодня цифровая экономика – главный фактор экономического роста. По оценкам *McKinsey* [7], в Китае увеличение ВВП к 2025 г. до 22 % будет происходить за счет интернет-технологий. В США ожидаемый прирост стоимости, создаваемый цифровой экономикой, к 2025 г. может составить 1,6–2,2 трлн долл. США (10 % ВВП), а потенциальный экономический эффект от цифровизации экономики России увеличит ВВП страны к 2025 г. на 4,1–8,9 трлн руб. (в ценах 2015 г.), что составит от 19 до 34 % общего ожидаемого роста ВВП.

Различные прогностические центры, например Французский центр перспективных исследований и международной информации, учитывая высокое качество человеческого потенциала Беларуси и цифровой задел страны, закладывает в формулы совокупную факторную производительность, равную 4,9 % на отрезке 2010–2025 гг. и 4,2 % – с 2025 по 2050 г. Зарубежные эксперты верят в успех Беларуси в заимствовании чужих и создании собственных цифровых технологий и экономический рост страны на их основе. Наш расчет основан на используемой в прогностической литературе формуле «догоняющей модернизации»:

$$\ln TFP(t) = 0,013 + CCI^{\text{Belarus}} \left(\ln GDP_{(t-1)}^{\text{US}} - \ln GDP_{(t-1)}^{\text{Belarus}} \right),$$

где GDP^{US} – ВВП США; $\text{GDP}^{\text{Belarus}}$ – ВВП Беларуси; CCI^{Belarus} – скорость.

Для расчета коэффициента скорости CCI заимствования технологий и внедрения собственных инноваций мы обобщили рейтинговый подход и учли только два рейтинговых индекса: индекс готовности к цифровой экономике, описанный в методике (см. табл. 1), и известный индекс *Doing Business*. В результате расчетов средний рост совокупной факторной производительности на отрезке 2018–2050 гг. оказался равен 4,7 % [27]. Таким образом, инновации и цифровизация белорусской экономики будут на треть обеспечивать рост ВВП.

Еще раз подчеркнем: в долгосрочной перспективе ВВП Беларуси может прирастать исключительно за счет роста капитала, инноваций и цифровизации. Элементарные расчеты показывают, что этот рост потенциально может оказаться высоким: 4,0–4,5 % в год. Однако из-за высокого среднегодового роста мирового ВВП (3,2 %, по другим оценкам – 3,7 %) доля Беларуси в мировой экономике к 2050 г. увеличится только до 0,18–0,19 %. Аналогичные расчеты для других стран ЕАЭС дали следующие результаты темпов среднегодового роста: Россия – 3,7 %, Казахстан – 5,2 %, Армения – 5,1 %, Кыргызстан – 4,8 % (рис. 8). В итоге, учитывая, что средний рост ВВП по ППС в ЕС без Великобритании будет,

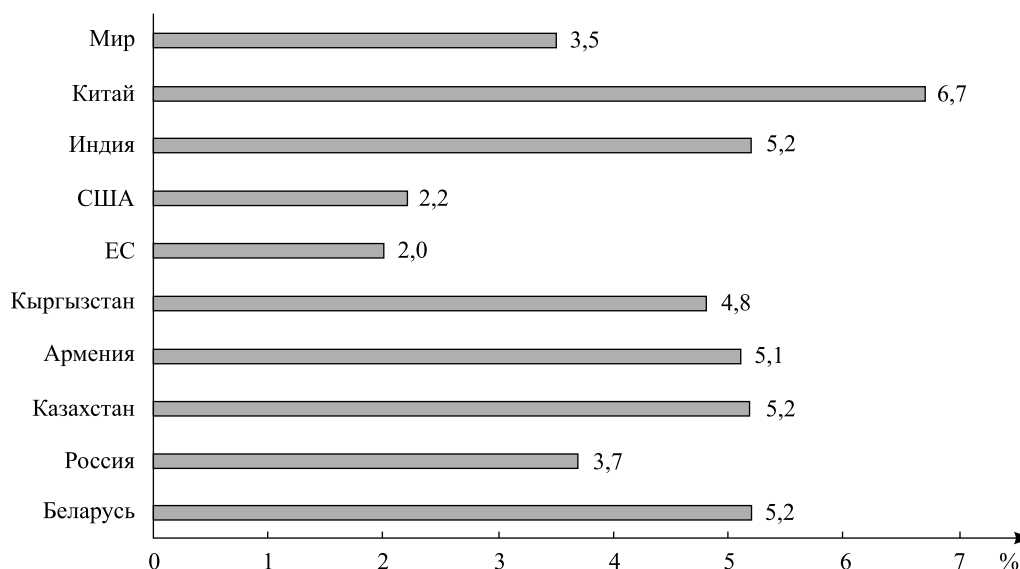


Рис. 8. Среднегодовой рост ВВП по ППС в период 2016–2050 гг. по гибридно-производственной модели, %.
Источник: [26, с. 104]

Fig. 8. Average annual GDP growth in PPP in the period 2016–2050 by hybrid-production model, %.
Source: [26, p. 104]

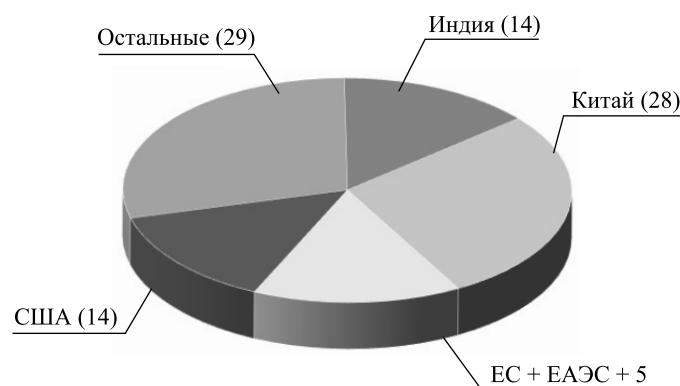


Рис. 9. Доли стран и регионов в мировой экономике в 2050 г. по гибридно-производственной модели, %.
Примечание. 5 – Азербайджан, Армения, Грузия, Молдова, Украина.

Источник: разработано авторами
Fig. 9. Shares of countries and regions in the world economy in 2050 by hybrid-production model.
Note. 5 – Azerbaijan, Armenia, Georgia, Moldova, Ukraine.

Source: developed by the authors

по нашему прогнозу, находиться на уровне 2,0 %, по уровню благосостояния к 2050 г. мы превзойдем среднеевропейский уровень и почти выйдем на уровень жизни немцев.

В случае реализации концепции «интеграция интеграций» доля стран и объединений глобальных лидеров в мировой экономике к 2050 г. будет такой, как представлено на рис. 9.

Таким образом, миссия развития цифровой экономики в Беларуси – повысить качество жизни, обеспечить конкурентоспособность страны и национальную безопасность, цель в перспективе на 15–20 лет – войти в группу лидирующих экономик мира за счет развития цифровой индустрии и догнать среднеевропейский уровень жизни.

Библиографические ссылки

1. Развитие цифровой экономики в России. Программа до 2035 года. М., 2017.
2. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. М.: ГУ ВШЭ, 2000.
3. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (eds.) The Global Innovation Index 2017. Innovation Feeding the World. Ed. Geneva: Cornell Univ., INSEAD; WIPO, 2017.

4. Weizsaecker E., Wijkman A. *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet*. New York : Springer, 2018.
5. Паньшин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации. 2016. № 3 (157). С. 17–20.
6. Добрынин А. П., Черных К. Ю., Куприяновский В. П. и др. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // Int. J. Open Inform. Technol. 2016. Vol. 4, № 1. Р. 4–11.
7. Аптекман А., Калабин В., Клинов В. и др. Цифровая Россия: новая реальность. М. : McKinsey, 2017.
8. The Internet Economy in the G-20. The \$ 4.2 Trillion Growth Opportunity [Electronic resource] // The Boston Consulting Group. URL: <https://www.bcg.com/documents/file100409.pdf> (date of access: 18.01.2018).
9. Цифровые дивиденды : докл. о мировом развитии – 2016. Вашингтон : Всемир. банк, 2016.
10. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М. : Эксмо, 2016.
11. Дравица В., Курбацкий А. Промышленная революция Industry 4.0 // Наука и инновации. 2016. № 3. С. 13–16.
12. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия [Электронный ресурс]. 2016. URL: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf (дата обращения: 10.01.2018).
13. Foundations for Innovation in Cyber-Physical Systems. Workshop Report. January 2013. Maryland : NIST, 2013.
14. Плакиткин Ю. А., Плакиткин Л. С. Мировой инновационный проект «Индустрия. 4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. Ч. 1. Программа «Индустрия-4.0» – новые подходы и решения // Уголь. 2017. № 10. С. 44–51.
15. Сафиуллин А. Р. Стратегии и принципы построения Индустрии 4.0 в современной экономике // Цифровая экономика и «индустрия 4.0»: проблемы и перспективы : тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 23–27 марта 2017 г.) / под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. СПб., 2017. С. 102–107.
16. Пряников М. М., Чугунов А. В. Блокчейн как коммуникационная основа формирования цифровой экономики: преимущества и проблемы // Int. J. Open Inform. Technol. 2017. Vol. 5, № 6. Р. 49–55.
17. Абдрахманов А. Л., Абдрахманова Л. В. Криптовалюта как альтернативная денежная система // Вестн. экономики, права и социологии. 2017. № 3. С. 7–9.
18. Cryptocurrency Market Capitalizations [Electronic resource] // CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/#charts> (date of access: 17.01.2018).
19. Голикова О. М., Федотова А. И. Способна ли криптовалюта, основанная на технологии блокчейн, решить проблемы информационной безопасности финансового сектора? [Электронный ресурс] // ИТпортал. 2017. № 3 (15). URL: <http://itportal.ru/science/economy/sposobna-li-kriptovalyuta-osnovanna> (дата обращения: 18.01.2018).
20. О развитии цифровой экономики : Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. URL: <http://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Pd1700008&p1=1&p5=0> (дата обращения: 18.01.2018).
21. Голубицкий С. Блокчейн: психоз или национальная идея // Бизнес-журн. 2017. № 7–8. С. 40–45.
22. Герман Греф: блокчейн дал потрясающие результаты проектам Сбербанка [Электронный ресурс] // Журн. ForkLog – информ. ресурс о криптовалютах, блокчейне и децентрализ. технологиях. URL: <https://forklog.com/german-gref-blokchejn-dal-protiyasayushhie-rezultaty-proektam-sberbanka/> (дата обращения: 16.01.2018).
23. Якубенко Е. Герман Греф о перспективах развития технологии блокчейн (Blockchain) [Электронный ресурс] // Freedman Breaking club. URL: <https://freedman.club/german-gref-o-perspektivah-razvitiya-tehnologii-blokchein/> (дата обращения: 16.01.2018).
24. Функционирование банковской информационной сети блокчейн в Республике Беларусь [Электронный ресурс] // Белорусская валютно-фондовая биржа. URL: <https://www.bcse.by/ru/home/index/1484>. (дата обращения: 18.01.2018).
25. Мэдисон Э. Контуры мировой экономики в 1–2030 гг. / пер. с англ. М. : Изд-во Ин-та Гайдара, 2015.
26. Господарик Е. Г., Ковалев М. М. ЕАЭС-2050: глобальные тренды и евразийская экономическая политика. Минск : Изд. центр БГУ, 2015.
27. Господарик Е. Г., Ковалев М. М. Гибридно-производственная модель долгосрочного прогнозирования экономического роста // Эконом. бюлл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. 2017. № 1. С. 4–14.

References

1. Razvitie tsifrovoi ekonomiki v Rossii. Programma do 2035 goda [Development of Digital Economy in Russia. Programme up to the Year 2035]. Moscow, 2017 (in Russ.).
2. Castells M. *The Information Age: Economy, Society and Culture* : in 3 vols. New York : Blackwell Pub, 1996. Russ. ed.: Castells M. Informatsionnaya epokha: ekonomika, obshchestvo i kul'tura. Moscow : HSE, 2000 (in Russ.).
3. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (eds). *The Global Innovation Index 2017. Innovation Feeding the World*. Tenth Edition. Geneva : Cornell Univ. ; INSEAD ; WIPO, 2017.
4. Weizsaecker E., Weizsaecker E. *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet*. New York : Springer, 2018.
5. Panshyn B. Digital economy: special features and tendencies of development. *Nauka i innovatsii* [Science and innovations]. 2016. No. 3 (157). P. 17–20 (in Russ.).
6. Dobrynin A. P., Chernykh K. Y., Kupriyanovskii V. P., et al. [Digital economy – different ways of effective technology application (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA, etc.)]. *Int. J. Open Inf. Technol.* 2016. Vol. 4, No. 1. P. 4–11 (in Russ.).
7. Aptekman A., Kalabin V., Klintsov V., et al. *Tsifrovaya Rossiya: novaya real'nost'* [Digital Russia: a new reality]. Moscow : McKinsey, 2017 (in Russ.).
8. The Internet Economy in the G-20. The \$ 4.2 Trillion Growth Opportunity. *The Boston Consulting Group*. URL: <https://www.bcg.com/documents/file100409.pdf> (date of access: 18.01.2018).
9. *Tsifrovye dividendy* [Digital Dividend] : world dev. rep. Washington : The World Bank, 2016 (in Russ.).
10. Schwab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The fourth industrial revolution]. Moscow : Eksmo, 2016 (in Russ.).

11. Dravitz V., Kurbatsky A. Industrial revolution Industry 4. *Nauka i innovatsii* [Science and innovations]. 2016. No. 3. P. 13–16 (in Russ.).
12. [«Industry 4.0»: creating a digital enterprise. Worldwide review of implementation of the concept «Industry 4.0» for the 2016 year]. URL: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf (date of access: 10.01.2018).
13. *Foundations for Innovation in Cyber-Physical Systems. Workshop Report. January 2013*. Maryland : NIST, 2013.
14. Plakitkin J. A., Plakitkina L. S. [World innovative project «Industry 4.0» – possibilities of applying in Russia's coal industry. Part 1. Programme «Industry 4.0» – new approaches and solutions]. *Ugol'* [Coal]. 2017. No. 10. P. 44–51 (in Russ.).
15. Safiullin A. R. [Strategies and principles of building up «Industry 4.0» in the Modern Economy]. In: *Tsifrovaya ekonomika i «Industriya 4.0»: problemy i perspektivy* [Digital economy «Industry 4.0»: problems and prospects] : pap. of the sci. and pract. conf. with int. particip. (Saint Petersburg, 23–27 March, 2017). Saint Petersburg, 2017. P. 102–107 (in Russ.).
16. Prianikov M. M., Chugunov A. V. Blockchain as a communication basis of world digital economy formation: advantages and problems. *Int. J. Open Inf. Technol.* 2017. Vol. 5, No. 6. P. 49–55 (in Russ.).
17. Abdrakhmanov A. L., Abdrakhmanova L. V. Cryptocurrency as an alternative monetary system. *Vestnik ekon., prava i sotsiologii* [Economy, law, and sociology bulletin]. 2017. No. 3. P. 7–9 (in Russ.).
18. Cryptocurrency Market Capitalizations. *CoinMarketCap*. URL: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/#charts> (date of access: 17.01.2018).
19. Golikova O. M., Fedotova A. I. [Can blockchain technology-based cryptocurrency solve problems of the financial sector information security?]. *IT-portal*. 2017. No. 3 (15). URL: <http://itportal.ru/science/economy/sposobna-li-kriptovalyuta-osnovanna> (date of access: 18.01.2018) (in Russ.).
20. [On the development of digital economy] : Decree of the President of the Republic of Belarus, 21 Dec., 2017. No. 8. *National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus*. URL: <http://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Pd1700008&p1=1&p5=0> (date of access: 18.01.2018) (in Russ.).
21. Golubitsky S. [Blockchain: psychosis or national idea]. *Biznes-zhurn.* [Business journal]. 2017. No. 7–8. P. 40–45 (in Russ.).
22. [Herman Gref: Blockchain has produced amazing results in sberbank projects]. *Zhurn. ForkLo – informatsionnyi resurs o kryptovalyutakh, blokcheine i detsentralizovannykh tekhnologiyakh* [ForkLog Magazine – information resource on cryptocurrencies, blockchain, and decentralized technologies]. URL: <https://forklog.com/german-gref-blokchejn-dal-potryasayushhie-rezultaty-proektam-sberbanka/> (date of access: 16.01.2018) (in Russ.).
23. Yakubenko E. [Herman Gref on development prospects of blockchain technology]. *Freedman Breaking club*. URL: <https://freedman.club/german-gref-o-perspektivah-razvitiya-tehnologii-blokchein> (date of access: 16.01.2018) (in Russ.).
24. [Functioning of bank information network blockchain in the Republic of Belarus]. *Belorusskaya valyutno-fondovaya birzha* [Belarusian currency and stock exchange]. URL: <https://www.bcse.by/ru/home/index/1484> (date of access: 18.01.2018) (in Russ.).
25. Maddison A. *Contours of the World Economy 1–2030 AD : essays in macro-econ. hist.* Oxford : Oxf. Univ. Press, 2007. Russ. ed.: Maddison A. *Kontury mirovoi ekonomiki v 1–2030 gg.* Moscow : Publ. House of the Gaidar Inst., 2015 (in Russ.).
26. Gospodarik E. G., Kovalyov M. M. EAES-2050: global'nye trendy i evraziiskaya ekonomicheskaya politika [EAEC-2050: global trends and Eurasian economic policy]. Minsk : The BSU Publ. Centre, 2015 (in Russ.).
27. Gospodarik E. G., Kovalyov M. M. Hybrid-production model of long-term forecasting of economic growth. *Ekon. byull. NIEI Minist. Ekon. Resp. Belarus'* [Economy bulletin of the economic research Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus]. 2017. No. 1. P. 4–14 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 13.02.2018.
Received by editorial board 13.02.2018.