XX
АПРЕЛЬСКАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ПРОБЛЕМАМ РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИКИ И ОБЩЕСТВА
9–12 АПРЕЛЯ / 2019 / МОСКВА

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА? ТРЕНДЫ, КОМПЕТЕНЦИИ, ИЗМЕРЕНИЕ

Доклад НИУ ВШЭ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

При участии Всемирного банка
Москва, 2019

К XX Апрельской
международной
научной конференции
по проблемам развития
экономики и общества

9 –12 апреля 2019 г.
Москва

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРИ УЧАСТИИ ВСЕМИРНОГО БАНКА

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА? ТРЕНДЫ, КОМПЕТЕНЦИИ, ИЗМЕРЕНИЕ

Доклад НИУ ВШЭ

Издательский дом
Высшей школы экономики
Москва, 2019

УДК 338.2:004
ББК 65.05
Ч-80

Научный редактор — *Л.М. Гохберг*

Авторский коллектив:

Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг, Ю.Я. Дранев, Т.С. Зинина, Г.Г. Ковалева, А.С. Лавриненко, Ю.В. Мильшина, А.А. Назаренко, П.Б. Рудник, А.В. Соколов, А.Б. Суслов, М.С. Токарева, Ю.В. Туровец, Д.А. Филатова, С.В. Черногорцева, Н.А. Шматко

при участии

М.А. Гершмана, Т.Е. Кузнецовой, И.И. Кучина

Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение
Ч-80 [Текст]: докл. к XX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 9–12 апр. 2019 г. / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг и др. ; науч. ред. Л. М. Гохберг ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. — 82, [2] с. — 250 экз. — ISBN 978-5-7598-1974-5 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-1898-4 (e-book).

В докладе, подготовленном коллективом Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ, представлены ключевые аспекты развития цифровой экономики — тренды развития цифровых технологий, изменения под их влиянием условий жизни человека, цифровизация государственного управления и сферы науки, трансформация рынка труда и спроса на компетенции кадров. Рассмотрены международные и российские практики государственной поддержки развития цифровой экономики. Впервые представлены оригинальные подходы к статистическому измерению цифровой экономики, экспериментальные расчеты объема и структуры затрат на ее развитие в России, оценки вклада цифровой экономики в экономический рост.

УДК 338.2:004
ББК 65.05

Опубликовано Издательским домом Высшей школы экономики
<http:/id.hse.ru>

ISBN 978-5-7598-1974-5 (в обл.)
ISBN 978-5-7598-1898-4 (e-book)

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2019

Содержание

Вместо введения: цифровые технологии
в современной экономике и обществе 4

1. Понятийный аппарат цифровой экономики 11

2. Обзор трендов 16

2.1. Трансформация условий жизни человека 17
2.2. Распространение новых бизнес-моделей 20
2.3. Цифровизация промышленности 26
2.4. Цифровое государственное управление 29
2.5. Цифровизация науки 33

3. Оценка вклада цифровизации
в экономический рост 35

4. Рынок труда и компетенции кадров
в цифровую эпоху 39

5. Роль государства в развитии цифровой экономики 51

5.1. Мировая практика 51
5.2. Поддержка цифровых технологий в России 56

6. Статистическое измерение цифровой экономики 62

6.1. Направления развития статистики
в условиях цифровой экономики 62
6.2. Экспериментальная оценка затрат
на развитие цифровой экономики в России 68

Источники 74

Вместо введения: цифровые технологии в современной экономике и обществе

1. Распространение цифровых технологий в течение длительного периода определяет траектории развития экономики и общества и уже не раз приводило к кардинальным изменениям в жизни людей. Становление цифровой экономики — одно из приоритетных направлений для большинства стран — экономических лидеров, включая США, Великобританию, Германию, Японию и др. Как правило, для них характерны длительный период реализации «повестки цифрового развития» и преемственность приоритетов — от построения базовой информационно-коммуникационной инфраструктуры до формирования скоординированной политики в этой сфере и программ поддержки повсеместного внедрения цифровых технологий.

2. В последние годы разворачивается очередная волна трансформации моделей деятельности в бизнесе и социальной сфере, вызванная появлением цифровых технологий нового поколения, которые в силу масштабов и глубины влияния получили наименование «сквозных», — искусственного интеллекта, робототехники, Интернета вещей, технологий беспроводной связи и ряда других. Их внедрение, по оценкам, способно повысить производительность труда в компаниях на 40% [WEF, 2018*a*]. В ближайшем будущем именно эффективное использование новых цифровых технологий будет определять международную конкурентоспособность как отдельных компаний, так и целых стран[1], формирующих инфраструктуру и правовую среду для цифровизации.

3. Сегодня, на новом витке развития цифровых технологий, одним из главных вызовов становится экспоненциальный рост количества, качества и многообразия взаимосвязей между организациями, гражданами и социально-экономическими системами, сопровождающийся скачкообразной динамикой числа трансакций и объемов обращающихся данных и приводящий к более сложной и синхронизированной интеграции «всех со всеми», последствия которой еще не до конца осознаны. Такие трансформации потре-

---

[1] Международная конкурентоспособность национальной экономики — совокупность институтов, мер государственной политики и факторов, определяющих уровень производительности страны [WEF, 2016].

буют от людей новых навыков и компетенций, готовности использовать новые технологии в повседневной жизни. Особое значение приобретает формирование образовательных программ, отвечающих глобальным трендам, и персонализированных траекторий обучения, способных обеспечить «цифровую грамотность».

4. Обществу еще предстоит справиться с нарастающими опасениями негативных последствий цифровизации, среди которых сжатие либо даже исчезновение традиционных рынков, замена некоторых профессий автоматизированными системами, рост масштабов киберпреступности, уязвимость прав человека в цифровом пространстве, угрозы сохранности цифровых пользовательских данных и пока еще низкий уровень доверия к цифровой среде. При ответе на эти вызовы на первый план выходят задачи регулирования цифровой экономики.

5. В России обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере является одной из национальных целей развития (Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», далее — Указ № 204). Для этого Указом № 204 определены следующие задачи:

- увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников (по доле в валовом внутреннем продукте) не менее чем в 3 раза по сравнению с 2017 г.;
- создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств;
- использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления.

Ускоренное внедрение цифровых технологий в экономике и социальной сфере — амбициозная цель, которая успешно реализуется лишь в очень немногих ведущих странах. Она достижима только при выполнении ряда существенных условий. Во-первых, бизнес и социальная сфера должны быть готовы к цифровой трансформации, должны назреть и оформиться стратегии развития, предполагающие коренное изменение способов организации и ведения деятельности за счет планируемого интенсивного внедрения цифровых технологий, востребованные организациями и сулящие стейкхолдерам отдачу от инвестирования собственных

средств. Во-вторых, в стране должен сложиться сравнительно зрелый сектор технологического предложения, который если и не претендует на международное лидерство, то по крайней мере способен на быстрый трансфер и адаптацию зарубежных технологических решений и на быстрое увеличение масштабов собственной деятельности. В-третьих, должен постоянно расти спрос населения на цифровые технологии, поскольку именно потребности и возможности потребителей в конечном счете определяют адекватный им спрос на цифровые технологии со стороны организаций, прежде всего в сфере B2C.

6. Для успешного решения указанных задач сложились умеренно благоприятные условия в части технологического предложения. Так, сектор ИКТ[2] является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов российской экономики. За период 2010–2017 гг. он вырос на 17%, почти вдвое опережая рост ВВП. Доля сектора в ВВП составляет 2,7% [НИУ ВШЭ, 2018*г*]. Однако в большинстве развитых стран сектор ИКТ играет более важную роль – его доля в добавленной стоимости предпринимательского сектора в странах ОЭСР в 1,6 раза выше, чем в России (5,4 и 3,4% соответственно) [OECD, 2017]. По оценкам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, от лидеров технологического предложения — Кореи, Швеции, Финляндии — наша страна отстает по данному показателю в 2–3 раза.

7. Самый быстрорастущий сегмент сектора ИКТ — отрасль информационных технологий. С 2010 г. ее валовая добавленная стоимость в сопоставимых ценах выросла вдвое, в том числе с 2016 г. — на 12%. Постепенно растет доля отечественного программного обеспечения в затратах на приобретение программных средств в органах государственного управления и учреждениях социального обеспечения (в 2017 г. — 66,9%), хотя в организациях она достигла лишь 23,4%. Укрепляются позиции российских производителей на внешнем рынке. В 2017 г. экспорт ИКТ-товаров и услуг увеличился на четверть, в том числе информационных услуг – на 34%, компьютерных – на 28%. Внешнеторговое сальдо компьютерных услуг впервые с 2009 г. оказалось положительным: в 2017 г. экспорт превысил импорт на 0,5% [НИУ ВШЭ, 2018*в*]. Вместе с тем российские компании — разработчики и производители оборудования и программного обеспечения пока не входят

---

[2] Сектор ИКТ объединяет телекоммуникационные услуги, производство программного обеспечения и информационно-коммуникационного оборудования, оптовую торговлю ИКТ-товарами.

в число мировых лидеров по основным направлениям цифровизации экономики и социальной сферы. В России «вырос» относительно компактный сегмент экспортно ориентированных ИТ-компаний, конкурентоспособных на зарубежных рынках, однако они охватывают только отдельные ниши и зачастую встраиваются в глобальные цепочки создания стоимости, контролируемые иностранными корпорациями.

8. С 2019 г. намечается многократный рост расходов бюджета на разработку «сквозных» цифровых технологий: за период до 2024 г. из федерального бюджета на эти цели будут выделены 282 млрд руб.; растет господдержка в рамках Национальной технологической инициативы и других — более «традиционных» — мер научно-технической и инновационной политики (программы Минобрнауки России, Минпромторга России, институтов развития). Следует иметь в виду, что столь масштабное финансовое вмешательство государства в высококонкурентную сферу ИКТ может исказить рыночное поведение компаний, снизить качество инвестиций. Резкий скачок бюджетных расходов создает риски необоснованного увеличения поддержки уже существующих технологических решений и «слабых» проектов в условиях дефицита прорывных разработок.

Кроме того, вследствие недостатка российских заделов столь существенные бюджетные вливания в разработку технологий создают риск попадания в «ловушку» завышенных ожиданий, когда даже масштабное финансирование и преференции не приведут в короткие сроки к формированию качественного и массового предложения российских цифровых технологий. Снизить риск распыления ресурсов можно только за счет высокого качества менеджмента при разработке и внедрении цифровых технологий с опорой на перспективный спрос бизнеса и населения.

9. Спрос на цифровые технологии в целом характеризуется положительной динамикой. Уровень цифрового развития домохозяйств уже вполне соответствует современным тенденциям. Число пользователей фиксированного широкополосного Интернета выросло по сравнению с 2011 г. в 1,8 раза и составило в 2017 г. 30,9 млн абонентов, мобильного — в 1,7 раза, до 117,4 млн абонентов. За период 2010–2017 гг. доля домохозяйств, имеющих доступ к Интернету, увеличилась в 1,6 раза — до 76,3%. Широкополосный Интернет имеют 72,6% домохозяйств. Сокращается разрыв в доступе к Интернету городских и сельских жителей: в 2013 г. он составлял 1,5 раза (72,8 и 49,5% домохозяйств соответственно), в 2017 г. —

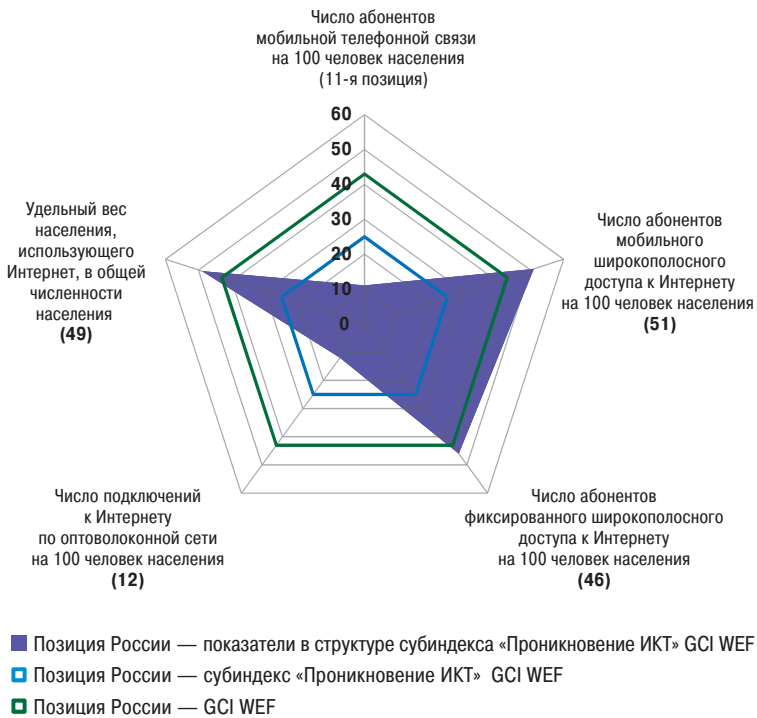
1,2 раза (79,5 и 66,5%). Распространение Интернета среди населения сопровождается ростом интенсивности его использования: доля наиболее активных (ежедневных) пользователей Интернета за последние 8 лет выросла в 2,3 раза, достигнув в 2017 г. 60,6% [НИУ ВШЭ, 2018*в*].

Российские организации широко освоили базовые и относительно простые цифровые технологии, но лишь немногие провели глубокую автоматизацию и реструктурировали бизнес-процессы под передовые цифровые технологии. Сегодня 83% российских организаций уже пользуются широкополосным Интернетом, 63% — освоили технологии электронного обмена данными. В то же время удельные веса организаций, освоивших более сложные технологии, в несколько раз ниже: облачные сервисы — 23%, ERP-системы — 12,2%, RFID-технологии — 5% [Росстат, НИУ ВШЭ, 2018]. Остается на низком уровне цифровизация производственных предприятий. Если за рубежом уже сформировалась тенденция перехода от использования отдельных решений к внедрению единых систем управления знаниями, технологиями и компетенциями — цифровых платформ, то в России концепция перехода к «Индустрии 4.0» еще только обсуждается. Использование технологий компьютерного инжиниринга и виртуального моделирования, аддитивных технологий, промышленного Интернета, мехатроники и робототехники пока не получило значимого распространения. Как следствие, отечественная промышленная продукция уступает ведущим зарубежным конкурентам по цене и качеству, срокам вывода готовой продукции на рынок. Российские промышленные системы, как правило, не позволяют обеспечить кастомизацию производства, а также возможность оперативно реагировать на рыночные изменения.

10. В целях стимулирования спроса граждан и организаций на цифровые технологии важно не ограничиваться мерами прямой финансовой поддержки, госзакупок цифровых технологий и «ручного» управления, характерных для модели проектного управления (основными инструментами реализации национальной цели выбраны федеральные и ведомственные проекты). Сами по себе, в отрыве от благоприятной институциональной среды, они не принесут мультипликативного эффекта и вряд ли смогут обеспечить широкий охват частных компаний, стимулировать массовый рост спроса на цифровые технологии и объемов внебюджетных инвестиций, особенно в условиях многолетней стагнации инновационной активности предприятий.

11. Международные сопоставления по совокупности факторов демонстрируют перспективные позиции России по ключевым показателям развития и внедрения цифровых технологий. Так, согласно рейтингу Всемирного экономического форума, в 2018 г. Россия занимала 43-е место среди 140 стран, в том числе по направлению «Проникновение информационно-коммуникационных технологий» — 25-е место, что обеспечивается в первую очередь за счет значительной доли пользователей мобильных телефонов среди населения и широкого распространения оптоволоконного Интернета (рис. 1).

Рис. 1. Субиндекс «Проникновение ИКТ» Индекса глобальной конкурентоспособности России в 2018 г.



Примечание: Чем ближе к центру, тем выше положение в рейтинге.

Источник: [WEF, 2018*b*].

Россия стабильно входит в топ-50 всех основных международных рейтингов цифрового развития[3]. Вместе с тем в 2012–2016 гг. позиции России в ряде из них снизились: по индексу развития электронного правительства EGDI — с 27-го до 35-го места, индексу развития ИКТ IDI — с 41-го до 43-го. В то же время по глобальному индексу кибербезопасности GCI Россия заняла 10-е место в 2016 г. [НИУ ВШЭ, 2018*в*].

12. По показателям цифровизации бизнеса Россия заметно отстает от ведущих стран. Об этом свидетельствует разработанный ИСИЭЗ НИУ ВШЭ Индекс цифровизации бизнеса, измеряющий скорость адаптации компаний к цифровой трансформации и характеризующий использование широкополосного Интернета, облачных сервисов, RFID-технологий, ERP-систем, а также включенность организаций предпринимательского сектора в электронную торговлю. Значение индекса цифровизации бизнеса по России — 28 пунктов. По уровню распространения цифровых технологий в предпринимательском секторе Россия находится рядом с Болгарией, Венгрией и Румынией. Лидером выступает Финляндия (50 пунктов), далее следуют Бельгия (47), Дания (46), Республика Корея (45)[4].

Интенсивность использования в России отдельных технологий, учитываемых при расчете Индекса, отличается серьезной дифференциацией: широкополосный Интернет применяют 82% организаций предпринимательского сектора, облачные сервисы — 23%, ERP-системы — 19%, электронные продажи — 12%, RFID-технологии — 6%. Разрыв между российскими показателями и аналогичными данными по Финляндии варьирует в диапазоне от 9 до 43 п.п.: минимальный разрыв зафиксирован в таких

---

[3] Индекс развития электронного правительства (EGDI) ООН определяется с учетом состояния онлайновых госсервисов, ИКТ-инфраструктуры, человеческого капитала. Индекс развития ИКТ (IDI) формируется Международным союзом электросвязи по 11 показателям доступности и использования ИКТ, практических навыков применения ИКТ населением. Глобальный индекс кибербезопасности (GCI) отражает развитие правовых, технических и организационных мер кибербезопасности, наличие образовательных и научных институтов, механизмов партнерства и систем обмена информацией, повышающих потенциал информационной безопасности. Международный индекс цифровой экономики и общества (I-DESI) измеряет развитие стран ЕС и ряда других государств в области цифровизации.

[4] Индекс рассчитан по России, странам Европы, Республике Корея, Турции и Японии.

сферах, как электронные продажи (9 п.п.) и использование RFID-технологий (17), максимальный — в отношении облачных сервисов (43) [ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2019].

13. Несмотря на то что внедрение цифровых технологий за последние десятилетия во многих странах, в том числе и в России, приобрело статус «традиционного» направления развития как на государственном, так и на корпоративном уровне, современный этап, отличающийся формированием так называемой цифровой экономики, порождает принципиально новые технологические и организационно-управленческие вызовы. При этом пока еще не сложились операциональные определения новых ключевых понятий, не говоря уже о полноценной нормативной правовой базе и механизмах регулирования, что, безусловно, сдерживает развитие цифровой экономики и возможности реализации связанных с ней позитивных эффектов.

В докладе представлен краткий обзор результатов исследований цифровой экономики, выполненных коллективом ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в попытке ответить на целый комплекс вопросов:

Что такое цифровая экономика?

Как цифровые технологии меняют экономику и жизнь человека?

Каковы тенденции развития рынка труда и спроса на компетенции кадров?

Как государство может поддерживать становление цифровой экономики?

Как измерять процессы развития цифровой экономики?

1. Понятийный аппарат цифровой экономики

Первым шагом в формировании доказательной политики развития цифровой экономики должно стать создание операционального понятийного аппарата, который призван служить основой для создания системы статистического измерения соответствующих явлений и процессов и необходимой нормативной правовой базы.

14. В международной практике до сих пор не сложилось гармонизированное определение цифровой экономики. В большинстве зарубежных источников при описании цифровой экономики акцент делается на технологиях и связанных с их ис-

пользованием изменениях в способах взаимодействия экономических агентов. При этом могут упоминаться либо конкретные виды технологий, либо те или иные формы изменений экономических процессов. Часто определение цифровой экономики подменяют перечислением направлений ее влияния на экономику и социальную сферу.

Примеры определений цифровой экономики за рубежом

Глобальная сеть экономических и социальных видов деятельности, которые поддерживаются благодаря таким платформам, как Интернет, а также мобильные и сенсорные сети [Australian Government, 2009].

Новый уклад экономики, основанной на знаниях и цифровых технологиях, в рамках которой формируются новые цифровые навыки и возможности у общества, бизнеса и государства [Всемирный банк, 2016*а*].

Экономика, основанная на цифровых технологиях, однако мы в большей степени понимаем под этим осуществление деловых операций на рынках, основанных на сети Интернет и Всемирной паутине [British Computer Society, 2013].

Сложная структура, состоящая из нескольких уровней/слоев, связанных между собой практически бесконечным и постоянно растущим количеством узлов [European Parliament, 2015].

Рынки на основе цифровых технологий, которые облегчают торговлю товарами и услугами с помощью электронной коммерции в Интернете [Fayyaz, 2018].

Экономика, способная предоставить высококачественную ИКТ-инфраструктуру и мобилизовать возможности ИКТ на благо потребителей, бизнеса и государства [The Economist, 2014].

Форма экономической активности, которая возникает благодаря миллиарду примеров сетевого взаимодействия людей, предприятий, устройств, данных и процессов. Основой цифровой экономики является гиперсвязуемость, т.е. растущая взаимосвязанность людей, организаций и машин, формирующаяся благодаря Интернету, мобильным технологиям и Интернету вещей [Deloitte, 2019].

Экономика, зависимая от цифровых технологий [European Commission, 2014].

Цифровая экономика характеризуется опорой на нематериальные активы, массовым использованием данных, повсеместным внедрением многосторонних бизнес-моделей и сложностью определения юрисдикции, в которой происходит создание стоимости [OECD, 2015*а*].

Цифровая экономика является основным источником роста. Это будет стимулировать конкуренцию, инвестиции и инновации, что приведет к улучшению качества услуг, расширению выбора для потребителей, созданию новых рабочих мест [European Commission, 2018*а*].

Экономика, в которой благодаря развитию цифровых технологий наблюдается рост производительности труда, конкурентоспособности компаний, снижение издержек производства, создание новых рабочих мест, снижение бедности и социального неравенства [Всемирный банк, 2016*б*].

15. Унифицированное понятие цифровой экономики пока еще отсутствует и в России. К имеющимся ключевым формулировкам можно отнести следующие:

- экономика нового технологического поколения (Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 1 декабря 2016 г.);
- хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде; обработка больших объемов этих данных и использование результатов их анализа по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг (Стратегия развития информационного общества РФ на 2017–2030 годы).

16. Исходя из многолетнего опыта формирования принципиально новых отраслей статистики, связанных с наукой, технологиями и инновациями, для целей статистического измерения развития цифровой экономики нами предлагаются следующие взаимосвязанные определения:

цифровая экономика — деятельность по созданию, распространению и использованию цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг;

цифровые технологии — технологии сбора, хранения, обработки, поиска, передачи и представления данных в электронном виде.

Для закрепления предлагаемых определений требуется их утверждение и использование всеми заинтересованными сторонами. Наряду с этим предстоит разработать систему ключевых дефиниций, статистических классификаций и группировок, в том числе классификаций цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг, а также методологические подходы к оценке цифровой трансформации отраслей экономики и социальной сферы, вклада цифровой экономики в экономический рост. Операционализация тем самым понятия цифровой экономики и описание ее границ позволят выстроить единую многофункциональную систему статистического измерения цифровой экономики для полномасштабного ее мониторинга, обоснования и оценки политики в данной сфере.

17. В национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» выделены девять «сквозных» цифровых технологий (СЦТ): большие данные, квантовые технологии, компоненты робототехники и сенсорика, нейротехнологии и искусственный интеллект, новые производственные технологии, промышленный Интернет, системы распределенного реестра, технологии беспроводной связи, технологии виртуальной и дополненной реальностей. Вокруг перечисленных СЦТ планируется выстраивать меры поддержки, в том числе разрабатывать и реализовывать дорожные карты по СЦТ, определять лидирующие исследовательские центры (ЛИЦ), приоритизировать ресурсы и отбирать проекты. Общепринятые дефиниции СЦТ еще не сформированы, и только сейчас начинается работа по нормативному закреплению терминов и определений в области СЦТ. В этих целях НИУ ВШЭ были разработаны приведенные ниже подходы к определению СЦТ.

Предлагаемые подходы к определению «сквозных» цифровых технологий

«Сквозные» цифровые технологии — технологии, применяемые для сбора, хранения, обработки, поиска, передачи и представления данных в электронном виде, в основе функционирования которых лежат программные и аппаратные средства и системы, востребованные во всех секторах экономики, создающие новые рынки и изменяющие бизнес-процессы.

1. Большие данные — технологии сбора, обработки и хранения структурированных и неструктурированных массивов

информации, характеризующихся значительным объемом и быстрой скоростью изменений (в том числе в режиме реального времени), что требует специальных инструментов и методов работы с ними.

2. Искусственный интеллект — система программных и/или аппаратных средств, способная с определенной степенью автономности воспринимать информацию, обучаться и принимать решения на основе анализа больших массивов данных, в том числе имитируя человеческое поведение.

Нейротехнологии — киберфизические системы, частично или полностью замещающие/дополняющие функционирование нервной системы биологического объекта, в том числе на основе искусственного интеллекта.

3. Технологии распределенного реестра (блокчейн) — алгоритмы и протоколы децентрализованного хранения и обработки трансакций, структурированных в виде последовательности связанных блоков без возможности их последующего изменения.

4. Квантовые технологии — технологии создания вычислительных систем, основанные на новых принципах (квантовых эффектах), позволяющие радикально изменить способы передачи и обработки больших массивов данных.

5. Новые производственные технологии — технологии цифровизации производственных процессов, обеспечивающие повышение эффективности использования ресурсов, проектирования и изготовления индивидуализированных объектов, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства.

Аддитивные технологии — технологии послойного создания трехмерных объектов на основе их цифровых моделей («двойников»), позволяющие изготавливать изделия сложных геометрических форм и профилей.

Суперкомпьютерные технологии — технологии, обеспечивающие высокопроизводительные вычисления за счет использования принципов параллельной и распределенной (грид) обработки данных и высокой пропускной способности.

Компьютерный инжиниринг — технологии цифрового моделирования и проектирования объектов и производственных процессов на всем протяжении жизненного цикла.

6. Промышленный Интернет — сети передачи данных, объединяющие устройства в производственном секторе, оборудо-

ванные датчиками и способные взаимодействовать между собой и/или внешней средой без вмешательства человека.

7. Компоненты робототехники (промышленные роботы) — производственные системы, обладающие тремя или более степенями подвижности (свободы), построенные на основе сенсоров и искусственного интеллекта, способные воспринимать окружающую среду, контролировать свои действия и адаптироваться к ее изменениям.

Сенсорика — технологии создания устройств, собирающих и передающих информацию о состоянии окружающей среды посредством сетей передачи данных.

8. Технологии беспроводной связи — технологии передачи данных посредством стандартизированного радиоинтерфейса без использования проводного подключения к сети.

5G — технологии беспроводной связи пятого поколения, для которых характерны высокие пропускная способность (не менее 10 Гбит/с), надежность и безопасность сети, низкий уровень задержки передачи данных (не более одной миллисекунды), в результате чего становится возможным эффективно использовать большие данные.

9. Технологии виртуальной реальности — технологии компьютерного моделирования трехмерного изображения или пространства, посредством которых человек взаимодействует с синтетической («виртуальной») средой с последующей сенсорной обратной связью.

Технологии дополненной реальности — технологии визуализации, основанные на добавлении информации или визуальных эффектов в физический мир посредством наложения графического и/или звукового контента для улучшения пользовательского опыта и интерактивных возможностей.

Источник: Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ.

2. Обзор трендов

Россия в полной мере подвержена общемировым тенденциям в области развития цифровых технологий. Нам предстоит столкнуться со всеми последствиями цифровизации, которые уже сей-

час порождают коренные изменения моделей экономической деятельности и социальной жизни в ведущих странах. И чем быстрее темп внедрения цифровых технологий, тем сложнее задачи управления становлением цифровой экономики.

2.1. Трансформация условий жизни человека

18. Цифровизация обеспечивает фундаментальные преобразования во всех сферах жизни и деятельности человека. Технологии становятся далеко не только двигателем развития новых отраслей, но и обретают важные социальные роли, внося значимый вклад в решение проблем общества, таких как старение населения, социальное расслоение, экологические проблемы и изменение климата. С помощью передовой науки и технологий возникает «умное» общество, базирующееся на новых ценностях ориентации на потребности человека, гибкости, креативности. Под влиянием цифровизации кардинально меняются рынок труда, здравоохранение, образование, пространственное развитие.

19. Внедрение новых технологий и радикальные изменения в науках о жизни (биоинформатике, геномике, клеточных технологиях, синтетической биологии) позволяют модернизировать и персонализировать современную медицину за счет постоянного мониторинга состояния здоровья каждого человека, увеличения скорости оказания медицинской помощи и подбора индивидуальных средств терапии, все это делает возможным лечение неинкурабельных (неизлечимых) ранее заболеваний. Развитие биоинформатики позволяет проводить анализ новых последовательностей ДНК, РНК или белка только за счет методов in silico, что существенно сокращает временны́е и материальные затраты на проведение экспериментов. Быстрыми темпами совершенствуется бионика (биомиметика), изучающая возможности применения принципов организации и функционирования живой материи при создании технических систем и устройств [Robosapiens, 2017], например, экзоскелетов — мобильных, носимых, роботизированных, электрифицированных или механизированных структур, разработанных для дополнения физических возможностей пользователя [RoboTrends, 2019]. Нейротехнологии помогают не только создавать системы, аналогичные человеческому мозгу в алгоритмировании, но и изучать механизмы поведения и потенциал развития мозга. В будущем это будет способствовать развитию когнитивных способностей человека, повышению его работоспо-

собности, преодолению негативных последствий стрессовых ситуаций [Tremblay et al., 2017].

Примеры применения цифровых технологий в медицине

Важным прорывом стала технология редактирования генома CRISPR/Cas, появление которой стало возможным благодаря цифровым технологиям. Такую систему редактирования применяют и в генной инженерии растений (в том числе сельскохозяйственных культур — сои, риса, пшеницы), и при создании новых пород животных и рыб. Эти технологии могут найти применение для лечения самых разнообразных заболеваний: вирусных (в том числе ВИЧ-инфекций), онкологических, наследственных.

Технология «орган-на-чипе» (organ-on-a-chip) [Wyss Institute, 2018], представляющая собой искусственно созданные биомиметические системы, имитирующие функции тканей человека, ускорит тестирование безопасности лекарственных препаратов и позволит отказаться от использования подопытных животных для этих целей [Ibid.]. В будущем подобные технологии могут служить для восстановления утраченных функций отдельных органов.

20. Цифровизация становится причиной технологического усложнения и исчезновения ряда традиционных профессий вследствие автоматизации соответствующих трудовых операций и одновременно появления новых профессий и роста спроса на неалгоритмизируемый труд и творчество, так называемое «человеческое в человеке». В виртуальную среду переходит значительная часть трудовых отношений и целых сегментов занятости, гибкость форм которой значительно повышается (увеличивается доля нестандартной, частичной и неустойчивой, разовой занятости и др.). Цифровизация требует формирования новых компетенций на рынке труда, что влечет за собой перестройку всей системы образования. Развиваются транснациональные формы образования (cross-border education), и на быстрорастущем глобальном образовательном рынке формируется высококонкурентная среда, где сосуществуют как традиционные (США, Великобритания), так и новые провайдеры образовательных услуг из Восточной и Юго-Восточной Азии, Восточной Европы, с Ближнего Востока. Чис-

ленность студентов, поступающих в университеты другой страны после окончания школы, растет на 10% в год и к 2020 г. достигнет 8 млн человек. Многие страны, включая Россию, уже приняли и реализуют программы поддержки экспорта образования. В ближайшее время рынок труда будет испытывать возрастающее влияние выхода молодых работников, представителей поколения Z, использующих цифровые технологии практически с рождения (digital natives) и имеющих неограниченный доступ к информации и развитые цифровые компетенции. Их доля к 2025 г. достигнет 25% общей численности занятых в мире [BCG, 2017*a*]. Ключевым мотивирующим фактором для них становится возможность личностного развития (в том числе не связанного с работой), а не только карьерный рост и уровень оплаты труда, как у предыдущих поколений. Соответственно, компаниям предстоит поменять тактику найма и удержания персонала с учетом ценностей нового поколения.

21. Онлайн-технологии и основанные на них формы обучения все в большей мере становятся частью учебного процесса в университетах. Развитие массового онлайн-образования, появление качественных массовых открытых онлайн-курсов (MOOK), обилие информации в открытых источниках приводят к утрате вузами монополии на передачу знаний. В то же время учебные курсы ведущих мировых университетов, выложенные в открытом доступе, оказывают значительное влияние на технологии обучения. Аудитория таких курсов может охватывать миллионы человек, а проходить обучение можно в удобном для пользователя графике и в любой точке планеты. Однако цифровизация образования привносит и ряд сложностей, требуя решения вопросов адаптации образовательной системы к цифровой среде, проработки этических аспектов применения цифровых технологий в долгосрочной перспективе. Переход к персонализированному обучению делает необходимой реализацию системы адаптивного образования и оценки, позволяющей максимально учитывать потребности, уровень и интересы обучающегося. Преподаватель становится в большей степени наставником и навигатором в образовательном процессе, а не «репродуктором» информации.

22. Интенсивно растущий объем данных значительно превышает способности человека к их усвоению, что определяет спрос на технологии искусственного интеллекта (ИИ) и электронных помощников. Увеличение скорости обмена информацией и ее применения требует повышения информационной грамотности населения, что выдвигает на повестку дня вопрос о цифровом не-

равенстве и рисках «цифрового раскола». В то же время снижение стоимости технологий приводит к появлению интеллектуальных устройств, обеспечивающих активное социальное вовлечение лиц с ограниченными возможностями, одиноких пожилых людей и др., а использование технологий в общественных местах позволяет решать социальные проблемы посредством сотрудничества. При этом, чем «умнее» становятся устройства доступа, тем потенциально выше уровень уязвимости владельца. Распространение Интернета вещей сделает человека фактически прозрачным для любых заинтересованных лиц и структур, что, в свою очередь, порождает спрос на развитие технологий информационной безопасности и технологий киберпреступности.

23. Цифровые сервисы и современный подход к развитию «умных» пространств меняют условия жизни человека на более комфортные. «Умное» пространство представляет собой физическую или цифровую среду, в которой люди и технологические системы открыто взаимодействуют в связанных и скоординированных интеллектуальных экосистемах. Среди примеров такого рода — «умные» города, «умные» дома, цифровые рабочие места и фабрики. Сегодня мир вступает в период ускоренного предоставления надежных «умных» пространств, когда технологии становятся неотъемлемой частью повседневной жизни человека в любой его роли — работника, клиента, члена сообщества, гражданина [Gartner, 2018*b*]. Развитие цифровых пространств бросает вызов традиционным принципам территориальности, географически обоснованных сообществ и суверенитета. Политика, основанная на географических принципах, таких как правила происхождения или определенные рынки, нуждается в пересмотре с целью адаптации к реальным процессам создания и распределения стоимости [OECD, 2019*b*].

2.2. Распространение новых бизнес-моделей

24. Цифровая экономика задает направления трансформации традиционных секторов экономики, возникновения новых рынков и ниш. Новые бизнес-модели являются клиентоориентированными (customer centric), что полностью определяет их структуру: от ценностного предложения, направленного на решение предсказанной потребности клиента, своевременной доставки (just-in-time) и до потоков доходов, основанных на времени использования продукта клиентом. Ключевым источником созда-

ния стоимости становится высокоскоростная обработка больших данных, поскольку трансакции происходят в режиме реального времени и зачастую одновременно. Технологии анализа больших данных и ИИ помогают найти новые источники создания ценности на основе изучения цифровых портретов потребителей и паттернов их экономического поведения. Данные о клиентах превращаются в основной актив цифровых компаний, а доступ к большим их массивам повышает оценку рыночной стоимости. Актуальным трендом является развитие платформ открытых данных (open data), стимулирующее возникновение и распространение инновационных бизнес-моделей в экономике. В финансовой сфере воплощением этой концепции является система Open Banking, предусматривающая предоставление третьим сторонам возможности анализировать или использовать данные, интегрировать различные приложения и сервисы, тем самым повышая качество клиентского обслуживания [Rusbase, 2017].

25. Главный параметр конкурентоспособности новых бизнес-моделей — скорость вывода нового продукта на рынок (time-to-market). Современные подходы к разработке и производству на базе передовых производственных технологий позволяют сократить время выхода продукта на рынок и использовать итерационный подход к обновлениям и улучшениям, адаптируясь под изменяющиеся потребности клиентов благодаря простоте смены поставщиков и тестирования новых концепций и товаров (компания Tesla запускает новые опции и исправляет претензии в режиме реального времени, удаленно через обновления программного обеспечения; Facebook тестирует и запускает обновления для отдельных групп пользователей дважды в день и т.п.). Важнейшей задачей современных бизнес-моделей является создание омниканального пространства, синхронизация данных и информации во всех цифровых и физических каналах взаимодействия для удовлетворения потребностей клиентов в любое время и в любом месте (рис. 2).

26. Распространение технологий Интернета вещей, больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения и других цифровых технологий привели к развитию следующих категорий бизнес-моделей:

- цифровые платформы, обеспечивающие прямое взаимодействие продавцов, покупателей и партнеров-поставщиков, минимизирующие трансакционные издержки и расширяющие возможности совместного потребления товаров и услуг. В за-

Рис. 2. Переход к новым бизнес-моделям в условиях цифровой экономики



Источник: [TPA Global, 2018].

висимости от продукта и рыночного сегмента платформы могут быть коммуникационными, социальными, медиа, поисковыми, операционными и контролируемыми, сервисными, шеринговыми, продуктовыми, трансакционными и т.д.;

- «как сервис» — сервисные бизнес-модели, основанные на использовании ресурсов взамен владения ими (среди них Software-as-a-Service (SaaS), Infrastructure-as-a-Service (IaaS) и др.). Сегодня возникают все новые разновидности сервисных моделей, в том числе Robots-as-a-Service, City-as-a-Service. Сервисные модели способствуют персонализации товаров и услуг, позволяя клиенту потреблять необходимый продукт в требуемых ему объемах для достижения желаемого результата;
- бизнес-модели, в основе ценообразования которых лежит достижение результатов (outcome based models) и эффекта для клиента, в том числе на основании потребления комплексных продуктов и услуг. Такие бизнес-модели по аналогии с сервисными часто называют Product-as-a-Service (PaaS). Компания BASF помимо поставок удобрений предоставляет клиентам детальные рекомендации, какие именно удобрения использовать, в каком объеме и на каких растениях в данный период времени, исходя из мониторинга и анализа данных о почве, здоровье растений, погодных условиях и других параметрах [Capgemini, 2018];
- краудсорсинговые модели, базирующиеся на привлечении внешних ресурсов (денежных средств, людей, идей и др.) для реализации бизнес-процессов — внедрения инноваций, разработки продуктов, производства, маркетинга и продаж и т.д.;
- бизнес-модели, основанные на монетизации персональных данных клиентов, когда бесплатные для пользователей сервисы продают их данные на других потребительских сегментах.

27. Новые цифровые технологии расширяют возможности бизнеса по оптимизации многих процессов и повышению качества принятия решений. Так, Интернет вещей и облачные вычисления оптимизируют сбор и хранение данных, а технологии и методы машинного обучения и ИИ позволяют проводить их глубокую обработку, строить алгоритмы поведения и предсказательные модели. В ритейле новый тип бизнес-моделей связан с трансформацией e-commerce в a-commerce (automated commerce), в рамках которой продавец строит алгоритмы, описывающие

модель потребления клиента, и затем автоматически доставляет ему товар на основании спрогнозированной потребности [Tesco, 2019]. Технологии предиктивной аналитики нацелены на построение алгоритмов, описывающих потребление продуктов и услуг, и автоматизацию с учетом данных прогнозов процессов производства и доставки товаров до клиентов с участием партнеров (например, модель private labeling, когда контрактный производитель производит товар и отправляет его напрямую потребителю). Технология блокчейн позволяет децентрализовать процессы сбора, передачи и хранения данных, тем самым повышая надежность трансакций и способствуя развитию платформенных технологий для взаимодействия с партнерами и потребителями. Так, компания INS Ecosystem планирует запуск платформы для прямого взаимодействия производителей и потребителей, минуя традиционный ритейл, на базе глубокой персонализации предложений и с использованием технологий блокчейн. Уже 7 из топ-20 мировых FMCG-производителей (товаров повседневного спроса — Fast Moving Consumer Goods) сотрудничают с платформой [Insolar, 2019]. Виртуальная и дополненная реальность способствует «размыванию» границ между цифровым и физическим миром, что открывает новые возможности предоставления сервисов потребителям just-in-time.

28. Приложения Интернета вещей также являются драйвером развития модели сервитизации, так как позволяют оценить параметры использования продукции и достигнутые эффекты. На этом принципе построены популярная модель каршеринга, оплата автомобильной страховки в зависимости от преодоленных километров, в промышленности — оплата времени использования оборудования или произведенной на нем продукции. Компания Kaiser выставляет счет своим клиентам не за компрессорное оборудование, а за произведенный спрессованный воздух [McKinsey, 2017*c*]. В рамках программы Rolls-Royce TotalCare компания поставляет клиентам авиадвигатели, но оплата производится за часы, в течение которых двигатель работает. В предоставляемый сервис входит и мониторинг работы из дата-центра Rolls-Royce и обслуживание двигателя [BCG, 2017*b*].

29. Превалирование в цифровых бизнес-моделях нематериальных активов и простота перехода потребителей от одной компании к другой повышают значимость бренда и диктуют необходимость создания стимулов к использованию определенной цифровой платформы или бизнес-модели, повышения лояльно-

сти за счет предоставления кастомизированных и/или расширенных сервисов. Цепочки создания стоимости позволяют не ограничивать свой бизнес определенными географическими регионами и рыночными сегментами, и большинство цифровых платформ действуют на многочисленных рынках. Развитие цифровых платформ позволяет также расширить ценностное предложение для потребителя через партнерство с другими поставщиками. Например, китайский гигант Alipay создал единый сервис для путешественников, объединив в систему банки, гостиницы и платформу Uber.

30. Уровень распространения новых бизнес-моделей в России существенно различается по отраслям экономики: наиболее распространены цифровые платформы на рынках, характеризующихся тесным взаимодействием поставщиков и потребителей, — в ритейле, сферах финансовых услуг, потребительских товаров и услуг, где платформенные решения активно развиваются с начала 2010-х годов.

Цифровые бизнес-модели в России

В 2013 г. на российский рынок вышла компания Uber и был запущен первый каршеринговый сервис Anytime. Затем возникли аналогичные платформы в транспортной сфере (Gett, Belka, YouDrive, Делимобиль и др.), сферах профессиональных услуг (YouDo и др.), объявлений (Avito и др.), образования (OpenDo, Интуит), взаимного кредитования (Fingooroo, Вдолг), аренды бытовых предметов (Rentmania, Arendorium) и фриланса (Freelancer и др.).

Лидеры российского рынка платформенных решений, компании Yandex и Mail.Ru, стремятся создать собственные экосистемы, способные конкурировать с такими крупнейшими компаниями, как Amazon, Apple, Facebook и др., в том числе за счет вхождения в капитал высокотехнологических стартапов.

Крупнейший российский банк Сбербанк, помимо внедрения в свою бизнес-модель новых элементов цифровой экономики (краудинвестинговые и краудлендинговые площадки), совершенствует свою экосистему за счет развития цифровых платформ электронной коммерции и совместного потребления (предоставление клиентам единого доступа ко всем платформам через мобильное приложение банка).

2.3. Цифровизация промышленности

31. Цифровизация промышленного производства подразумевает интеграцию ряда прорывных технологий: виртуального моделирования, Интернета вещей, робототехники, искусственного интеллекта, больших данных, технологий облачных и граничных вычислений, предиктивной аналитики, новых стандартов связи и др. Цифровизация осуществляется как в рамках систем управления производственными процессами (MOS/MES) и жизненным циклом продукции (PLM), так и дальнейшего обслуживания. Значимую роль в переходе к цифровому производству играет распространение технологий Интернета вещей и использование полученных с IoT[5]-устройств данных для принятия (улучшения) автоматизированных решений и оптимизации промышленного производства. Экономический эффект от внедрения технологий индустриального Интернета вещей к 2025 г. может в мире составить порядка 1,2–3,7 трлн долл. [McKinsey, 2015]. Предиктивное обслуживание и ремонт оборудования помогают избежать аварий и утечек, негативно сказывающихся на окружающей среде. К примеру, Shell запустила платформу на базе ИИ и Интернета вещей, обеспечивающую предиктивное обслуживание и настройку тысяч единиц техники и способную предсказать утечки до их возникновения [EDF, 2019]. Технология «цифровых двойников», совмещающая в себе промышленный Интернет вещей и цифровое моделирование, в развитых странах активно внедряется на всех стадиях жизненного цикла продукции — от разработки до эксплуатации. К 2021 г. примерно половина крупных промышленных компаний в мире будет использовать данную технологию [Medium, 2018]. Внедрение «цифровых двойников» для моделирования и оценки различных сценариев позволит сократить количество отказов оборудования в среднем на 30% [PTC, 2019].

32. Снижение стоимости технологических решений за последнее десятилетие стало значимым стимулом для широкого проникновения цифровых технологий. Стоимость сенсоров, являющихся одним из наиболее значимых компонентов систем Интернета вещей, демонстрировала стабильное уменьшение с 0,95 долл. в 2008 г. до 0,44 долл. в 2018 г. [IoT ONE, 2016]. Стоимость промышленных роботов также сократилась вдвое за указанный период, и ожидается ее дальнейшее снижение [ARK

---

[5] Internet of things, Интернет вещей.

Invest, 2017]. Для ряда «сквозных» цифровых технологий (больших данных, искусственного интеллекта и др.) значимым драйвером развития становится снижение стоимости хранения информации: в среднем с 0,12 долл. за 1 Гб в 2009 г. до 0,028 долл. [Backblaze, 2017].

Индустриальный Интернет вещей в металлургии

Использование датчиков способно помочь сталелитейным компаниям сэкономить миллионы ежегодно за счет сокращения использования ферросплавов и предотвращения нежелательного окисления стали. Появляются новые цифровые решения в этой области, как, например, платформа компании Fero Labs, которая позволяет повысить точность прогнозов возможных сбоев (к примеру, нежелательного окисления стали) до 80–100%, сократив их количество на 15%. Платформа передает данные с датчиков на фабрике в облако, где они обрабатываются с помощью алгоритмов машинного обучения, и делает выводы о возможностях повышения объемов производства, предотвращения дорогостоящих поломок оборудования и сокращения отходов.

У большинства производителей датчики уже установлены, но пока немногие компании могут должным образом воспользоваться полученными данными. Из 12 тыс. датчиков, установленных на одном из сталелитейных заводов, активно использовали информацию всего с пяти датчиков. Fero Labs при настройке платформы ИИ увеличила использование датчиков в 40 раз за счет обработки ранее неиспользованной информации своими алгоритмами и предоставления исчерпывающей информации о работе завода без установки какого-либо нового оборудования.

Источник: [Intel, 2019].

33. Несмотря на успехи многих предприятий в автоматизации производственных процессов, внедрении распределенных систем управления и контроля, большинство компаний пока недостаточно реализуют потенциал аналитики больших данных и алгоритмов принятия решений на базе искусственного интеллекта. В то же время технологии ИИ обладают наибольшим трансформационным потенциалом в промышленности, что особенно актуально для компаний со значительными материальными ак-

тивами. Согласно опросу, почти 50% промышленных компаний оценили ИИ как критически важный элемент на пути к успеху в течение ближайших пяти лет [Forbes, 2018]. Развитие соответствующей инфраструктуры требует создания на предприятиях инновационных центров, привлечения высококвалифицированных специалистов (дата-сайентистов, дата-инженеров, ИИ-архитекторов и т.д.), значительного увеличения инвестиций в кибербезопасность.

34. В России концепция «умного» производства уже сейчас внедряется на предприятиях транспортной, авиастроительной и ракетно-космической отраслей. К 2035 г. планируется запустить 40 российских «умных» «фабрик будущего». На крупнейших предприятиях начинают активно применяться стандартизированные решения, связанные с предиктивным обслуживанием и ремонтом, автоматизированные системы контроля качества, системы удаленного мониторинга и управления энергопотреблением в режиме реального времени. Однако наибольший потенциал для создания добавленной стоимости имеют технологические решения, способствующие изменению бизнес-модели предприятий от продуктоориентированных к сервисным [Cisco, 2016]. К примеру, система управления производством, интегрированная с данными о пользовательском опыте, позволяет отслеживать информацию на протяжении всего жизненного цикла продукта. В результате производители предоставляют клиентам комплексные персонализированные услуги, и появляется возможность ценообразования на основании достигнутого результата (outcome based model).

АО «Вертолеты России»

В рамках реализации концепции цифровой трансформации АО «Вертолеты России» внедряют комплекс цифровых технологий в конструкторско-технологическую подготовку (системы трехмерного проектирования). Важное место отводится имитационному моделированию процессов производства, а также системам планирования, контроля качества и мониторинга производства.

В ходе реализации пилотного проекта «Ка-226Т» создание легкого вертолета проводилось полностью в виртуальном пространстве. Реализация проекта показала, что цифровые тех-

нологии позволяют не только снизить затраты на разработку и внесение модификаций при модернизации продукции, но и сократить риски. В дальнейшем планируется создать отлаженное автоматизированное серийное цифровое производство продукции на основе виртуального проектирования новых моделей. Помимо этого, будет проведена модификация уже существующих вертолетов с учетом успешных результатов пилотной инициативы.

Источник: [Ростех, 2017].

ПАО «УАЗ»

УАЗ реализует трансформацию производственной деятельности на основе концепции «Цифровая платформа УАЗ», в рамках которой осуществляется разработка принципиально новой платформы внедорожника-2020. Компания запустила проект по внедрению технологий цифровой фабрики для проектирования и производства продукции с целью поддержки стратегии нишевого производителя для глобальных рынков. Основными цифровыми решениям являются система управления жизненным циклом продукции (PLM), цифровое проектирование продуктов и технологических процессов (CAD/CAM/CAE), системы управления производственными процессами (MES) и Интернет вещей. При реализации цифровой трансформации приоритетом является обеспечение кибербезопасности систем и развитие информационной инфраструктуры в целом.

Источник: [УАЗ, 2018].

2.4. Цифровое государственное управление

35. Целью цифровой трансформации государственного управления является создание цифрового правительства (digital government), которое базируется на идеях клиентоориентированности и омниканальности, максимизации полезности деятельности органов власти для граждан и «цифровизации по умолчанию» (digital by default). В сфере государственного управления развиваются принципы «гибкого управления» (agile), предполагающие постоянное использование механизмов обратной связи на протяжении всего срока реализации мероприятий и программ.

Стандарт цифровых сервисов в Великобритании

В Великобритании в 2014 г. была принята цифровая стратегия (Digital Strategy), базирующаяся на концепции «цифровизации по умолчанию» (digital by default), и создан стандарт оказания цифровых услуг [GOV.UK, 2014], включающий 18 различных критериев, среди которых понимание потребностей клиентов, использование гибких, итеративных и ориентированных на пользователя методов, открытых стандартов и общих платформ, стимулирование использования цифровых сервисов и др. Переход к «цифровизации по умолчанию», по оценкам правительства Великобритании, позволяет ежегодно экономить до 1,8 млрд фунтов [GOV.UK, 2013].

36. Важное место отводится формированию платформенной модели (Government as a Platform) в системе госуправления. Это подразумевает создание комплексной инфраструктуры для предоставления госуслуг и повышения эффективности системы государственного управления. Развитие партнерства с компаниями, некоммерческими организациями и гражданами в рамках платформы позволяет значительно снизить трансакционные издержки и риски, повысить производительность труда, качество обслуживания и уровень удовлетворенности потребителей. Государство берет на себя функции создания и управления экосистемой, в которой взаимодействуют все участники платформы. В странах ЕС уже через 10 лет планируется полностью перевести в цифровой формат все государственные сервисы для граждан (открытие компании, поиск работы, запись в школу и детский сад и т.п.) [European Commission, 2010].

37. Рост взаимодействия потребителей и поставщиков услуг на основе цифровых технологий (краудсорсинг, улучшение цифровых данных и др.) приводит к тому, что общество все активнее вовлекается в разработку государственной политики и принятие решений по социально значимым проблемам. Цифровая трансформация и развитие концепции «Государство-как-Платформа» способствуют появлению новых форм гражданства (виртуальное, цифровое гражданство). Идентифицируя себя на государственной платформе с помощью своего «цифрового двойника», человек получает возможность использовать цифровые сервисы. Перевод

процессов взаимодействия компаний, граждан в цифровую среду способствует повышению их прозрачности.

38. Правительства стремятся регламентировать процессы в медиа- и киберпространстве; апробировать и внедрить новые механизмы контроля над гражданами для обеспечения правопорядка; сформировать подходы для регулирования новых технологий и решения связанных с ними этических вопросов. Становятся возможными формирование норм поведения пользователей в Интернете (включая аспект цифровой идентификации), введение элементов цифровой цензуры.

Система социальной оценки в Китае

В Китае к 2020 г. планируется внедрить систему социальной оценки населения (Social Credit Score, SCS), учитывающую социальные связи, потребительское поведение, надежность, благосостояние и следование правилам. Результаты оценки, хранящиеся в открытом доступе, будут определять положение человека в социуме и возможность получения определенных привилегий от государства [TechCrunch, 2019]. Сейчас проходит пилотирование системы, и по его результатам уже более 18 млн человек лишились возможности летать на самолетах, а 5,5 млн граждан не могут покупать билеты на скоростные поезда [Telegraph, 2019].

39. Принципиальное значение для цифровой трансформации госуправления приобретают большие данные и методы их обработки. Наблюдается переход к управлению на основе данных (data-driven decision management) — большие данные, облачные вычисления используются на этапах целеполагания, выработки государственной политики, принятия решений, мониторинга и оценки результатов. Совершенствование анализа обоснованности государственной политики и формирования целей, последствий ее реализации будет происходить за счет вовлечения в процесс анализа массивов неструктурированных и частично структурированных данных [РАНХиГС, 2019]. На зрелой стадии развития цифрового правительства данные автоматически без участия граждан направляются в специализированные госорганы, которые на базе единой цифровой платформы хранения осуществляют полное сопровождение жизненной ситуации человека или жизненного цик-

ла объекта под ключ с «пакетным» осуществлением всех государственных функций и коммерческих услуг [ЦСР, 2018].

40. Порядок перехода систем государственного управления на цифровые технологии определяется на основе открытых стандартов, единых рекомендаций и критериев цифрового развития, которые разрабатываются наднациональными организациями. Примерами могут служить Единый цифровой рынок ЕС, цифровые таможенные, логистические и финансовые системы в ЕАЭС, рекомендации по цифровому госуправлению ОЭСР, договоренности по развитию технологий в рамках G8, G20. В 2018 г. в ЕС вступили в силу Единые правила защиты персональных данных (General Data Protection Regulation), в которых четко обозначены границы использования персональных данных, введено понятие «трансграничная передача данных», определены роли должностных лиц по защите данных.

41. В дальнейшем процесс выработки государственной политики будет включать возможность апробировать и изменять правила и нормы в режиме реального времени. Переход к автоматическому формированию отчетности будет способствовать значительному сокращению административных издержек, повышению надежности данных и принятых на их основе решений, снижению коррупционной составляющей. Применение смарт-контрактов также окажет влияние на содержательные аспекты регулирования. Более того, программные алгоритмы смогут прийти на смену традиционным нормативно-правовым актам. Роботизация процессов и возможности диалоговых систем позволят сократить аппарат чиновников. Так, в Великобритании, которая является лидером по индексу развития цифрового правительства (EGDI), планируется к 2030 г. заменить 250 тыс. госслужащих искусственным интеллектом. Реализацией и предоставлением гражданам цифровых решений смогут заниматься негосударственные организации (частные компании, НКО), наделенные соответствующими полномочиями.

42. В России осуществляется масштабная оцифровка инфраструктуры государства единым оператором электронного правительства (ПАО «Ростелеком»). В 2018 г. к высокоскоростному Интернету были подключены государственные медицинские учреждения. На период 2017–2020 гг. выделены 53,6 млрд руб. на подключение к Интернету отдаленных населенных пунктов, школ, медицинских учреждений и государственных органов. Благодаря внедрению технологии больших данных совершенствуется налоговое администрирование с целью автоматического сопоставления

данных контрагентов, выявления и пресечения незаконной деятельности и др. Россия достигла больших успехов на пути цифровизации взаимодействия с гражданами (G2C). Число активных пользователей Единого портала госуслуг (ЕПГУ) [Портал «Госуслуги», 2019] увеличилось в 2018 г. по сравнению с 2017 г. на 21 млн и достигло 86 млн человек, количество посещений портала возросло более чем на 30% — до 582 млн [РАНХиГС, 2019]. Осуществляется формирование отраслевых цифровых платформ, обеспечивающих полный цикл управления отраслью и организацию отношений со стейкхолдерами. С учетом новых трендов в отношении регулирования данных усилилось внимание государства к активности пользователей в Интернете, социальных сетях и мессенджерах, внедрение технологий идентификации личности и цифровых следов. В сегменте G2G необходима более активная работа по налаживанию бесшовного межведомственного взаимодействия и цифровых связей на различных уровнях власти (федеральном, региональном, муниципальном) [Там же]. Цифровизация государственного управления во всех сегментах (G2G, G2C, G2B) требует серьезного повышения квалификации служащих и способна дать мощный импульс развитию цифровой экономики в стране.

2.5. Цифровизация науки

43. Под влиянием цифровых технологий происходят радикальные изменения в организации и методах научных исследований, формах занятости в науке, механизмах защиты и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности.

Стремительный рост объемов накопленных данных (как слабоструктурированных, так и неструктурированных) влечет за собой разработку новых технологий и методов сбора, обработки и хранения информации. Научное сообщество переходит к новой парадигме проведения исследований: значимые научные результаты могут быть получены на основе интеллектуального анализа огромных массивов данных в различных предметных областях. Активно развиваются науки с «интенсивным использованием данных», к примеру, биоинформатика, геномика, геоинформатика, нейроинформатика и др. Технологии ИИ и машинного обучения обладают колоссальным потенциалом повышения продуктивности науки. Однако широкому распространению методов ИИ препятствуют необходимость их адаптации к плохо структурированным данным и хаотичным, быстроменяющимся условиям ис-

следований (например, в климатологии); опасения относительно отсутствия прозрачности процессов принятия решений при их использовании; высокая стоимость вычислительных ресурсов для передовых ИИ-исследований; недостаток специальных образовательных и обучающих курсов по ИИ [OECD, 2018].

44. Цифровизация делает науку более открытой [OECD, 2015*b*], стимулируя исследователей к адаптации практик открытого доступа и совместной работы через новые цифровые инструменты. Формирование цифровых платформ для научных исследований позволяет существенно сократить временны́е и материальные затраты на проведение экспериментов, сбор и обработку информации, обеспечить удаленный доступ к передовой научной инфраструктуре. Активно развиваются инклюзивные инновации и открытые инновационные экосистемы (открытые makerspaces, living labs, fab labs) [Dai et al., 2018]. Внедряются эффективные инструменты учета, правовой охраны и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности в передовых научно-технологических областях (в части оценки патентоспособности, возникновения авторских прав, регистрации прав на программные продукты, промышленные образцы, режимов защиты интеллектуальных прав), опирающиеся в том числе на новые возможности их фиксации и введения в оборот (блокчейн-технологии и т.п.) [НИУ ВШЭ, 2018*б*]. Развиваются новые исследовательские практики и инициативы, способствующие получению недостающих данных посредством интеграции в научную деятельность все большего числа участников (например, городское планирование с использованием смартфонов). Цифровые технологии позволяют лучше учитывать мнение общества при принятии социально значимых решений в науке, вовлекать население в процессы сбора данных и постановку исследовательских вопросов (citizen science).

Привлечение широкого круга стейкхолдеров к исследовательской деятельности

В Южной Корее была инициирована финансируемая правительством исследовательская программа, в рамках которой граждане сначала предлагают вопросы и проблематики для будущих исследований, а затем ученые разрабатывают соответствующие предложения как ответ на общественный запрос.

В Нидерландах Национальная исследовательская программа разработана на основе 11,7 тыс. вопросов, которые были предложены широким кругом стейкхолдеров: учеными, гражданами, бизнесом [Graaf et al., 2017]. Подобные публичные консультации стали возможны благодаря использованию цифровых платформ.

Инициатива «Открытые лаборатории» (Open Air Laboratories, OPAL) реализуется в Великобритании с 2007 г. Ее цель — пополнение знаний об окружающей среде путем вовлечения населения в научную деятельность. Проект реализуется на средства Британской Национальной лотереи (National Lottery Grant) силами университетских исследовательских команд, которые привлекают волонтеров для сбора научных данных в таких областях, как биоразнообразие и загрязнение окружающей среды. Всего в проект вовлечены более 1 млн человек, в том числе почти 4000 школ и 2800 организаций. Основным результатом данной инициативы является существенное расширение научной базы, характеризующей биоразнообразие и состояние природной среды [OPAL, 2019].

3. Оценка вклада цифровизации в экономический рост

Одним из главных условий осуществления масштабных государственных инвестиций во внедрение цифровых технологий является оценка вклада соответствующих мероприятий в экономический рост с точки зрения соотношения затрат и результатов. Вне зависимости от сценария экономического развития требуются гарантии достаточной отдачи от таких вложений для обоснования целесообразности их осуществления.

45. Внедрение цифровых технологий — один из ключевых драйверов экономического роста. В структуре затрат секторов российской экономики продукты и услуги сектора ИКТ уже сейчас занимают значительную долю. В некоторых отраслях промышленности (машиностроение, химическая промышленность) интенсивность затрат на продукцию сектора ИКТ соответствует уровню США, а в науке, образовании, здравоохранении, финансовом

секторе и транспортной отрасли даже превышает его. Однако в таких крупных по доле в ВВП России секторах, как торговля и лесопромышленный комплекс, и в отдельных секторах сферы услуг наблюдаются существенно более низкие значения интенсивности затрат на ИКТ. В машиностроении в последние годы уровень затрат на ИКТ (относительно выпуска) составляет около 8%, что сравнимо с транспортными издержками сектора. В целом интенсивность затрат на продукцию ИКТ в России несколько отстает от уровня США (2,46% против 3,08%). В значительной мере отставание отдельных сегментов российской экономики по уровню цифровизации связано с низкими объемами инвестиций в цифровую инфраструктуру (программное обеспечение, электронно-компонентную базу и др.), которые в России (1,46% ВВП) сильно уступают американскому уровню (2,80% ВВП). В условиях санкций более дорогостоящие импортные технологии медленно замещаются отечественными, что сдерживает темпы модернизации цифровой инфраструктуры.

46. Цифровизация отраслей приводит к изменению спроса на факторы производства. Под влиянием цифровых технологий и связанных с ними новых бизнес-моделей трансформируются не только отдельные сектора, но и вся структура экономики и межотраслевых взаимодействий. Расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ показывают, что в базовом сценарии при умеренно-благоприятных макроэкономических и институциональных условиях[6] (в первую очередь опережающем росте инвестиционной активности во всех секторах российской экономики и достижении максимальных эффектов научно-технологического развития), цифровизация может значительно повысить факторную производительность как отраслей промышленности, так и сферы услуг (табл. 1).

47. Наибольший эффект от цифровизации может быть достигнут в наукоемких секторах сферы услуг и высокотехнологичных отраслях промышленности, эффективность которых может расти опережающими темпами по сравнению с другими секторами эко-

---

[6] Базовый вариант развития предполагает темпы роста ВВП, соответствующие базовому сценарию Прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 г., разработанного Минэкономразвития России.

Таблица 1. Среднегодовые значения дополнительного вклада факторов роста в добавленную стоимость секторов экономики в результате цифровизации за период 2019–2030 гг.

Сектора экономики	Вклад производительности (СФП), %	Вклад капитала, %	Вклад труда, %	Итог, %
Финансовый сектор	0,92	1,20	0,93	3,04
Транспорт	1,29	1,20	0,55	3,03
Строительство	0,98	1,02	0,88	2,88
Образование	1,00	1,20	0,57	2,77
Химическая промышленность	1,64	1,40	–0,43	2,61
Машиностроение	1,52	1,48	–0,46	2,54
Прочие услуги	0,93	0,79	0,24	1,95
Здравоохранение	0,81	0,58	0,25	1,65
Легкая промышленность	1,02	0,96	–0,65	1,32
Электроэнергетика	0,32	0,83	0,04	1,19
Торговля	0,60	0,36	0,04	1,00
АПК	0,78	0,69	–0,56	0,91
Госуправление	0,58	0,24	–0,40	0,41
Лесопромышленный комплекс	0,31	0,14	–0,53	–0,08
Металлургия	0,25	0,10	–0,55	–0,21
Добыча	0,08	0,04	–0,46	–0,35

Источник: Расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

номики. Цифровизация потребует не только роста инвестиций в цифровые технологии, но и кардинальной модернизации инфраструктуры почти всех секторов экономики (за исключением добывающих, где этот процесс в значительной мере уже произошел), что обеспечит высокие темпы роста вклада фактора капитала в добавленную стоимость. В ряде секторов приток высококвалифицированных кадров не сможет компенсировать высвобождение низкоквалифицированного персонала, что приведет к отрицательному вкладу фактора труда в темпы роста отдельных секторов экономики.

Рис. 3. Оценка вклада цифровизации в рост ВВП накопленным итогом (базовый вариант) (%)



Источник: Расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

48. По нашей оценке, к 2030 г. рост ВВП будет более чем наполовину связан с цифровизацией (1,47% из 2,75% ежегодного прироста ВВП), в первую очередь в результате повышения эффективности и конкурентоспособности всех секторов экономики. Некоторый дополнительный эффект обеспечит рост индустрии информации (рис. 3).

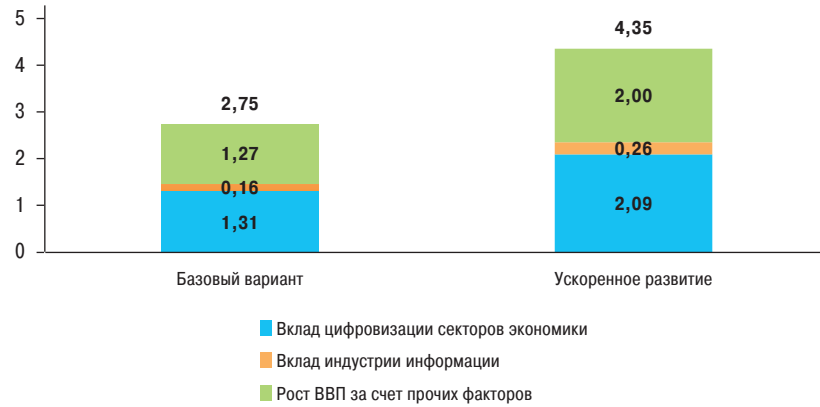
49. При ускоренном социально-экономическом развитии (4,35% роста ВВП в год)[7] рост за счет цифровизации должен составлять уже более 2% ежегодно (рис. 4). Максимальные экономические эффекты могут быть достигнуты при кардинальном повышении производительности и инвестиционной активности в отраслях экономики.

Таким образом, в долгосрочной перспективе цифровизация способна стать значимым структурным фактором экономического роста при различных сценариях развития российской экономики.

---

[7] Расчеты проводились в рамках разработки Прогноза научно-технологического развития до 2030 г.

Рис. 4. Оценки вклада цифровизации в рост ВВП (среднегодовые темпы роста за период с 2019 по 2030 г. при двух вариантах развития экономики) (%)



Источник: Расчеты ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

4. Рынок труда и компетенции кадров в цифровую эпоху

Ключевым фактором успеха процессов цифровизации является наличие высококвалифицированных кадров в достаточном объеме и соответствующих рабочих мест, а также системы подготовки специалистов, обладающих определенными компетенциями для разработки и внедрения цифровых технологий.

50. Переход к цифровой экономике существенным образом меняет рынок труда: наряду с распространением информационных технологий во всех сферах жизни цифровые навыки становятся критически важными с точки зрения работодателей. Ожидается масштабная трансформация требований к специалистам, поскольку многие операции, которые не были затронуты предыдущими волнами внедрения цифровых технологий, в ближайшем будущем могут быть автоматизированы. Ключевой компетенцией, определяющей конкурентные преимущества компаний будущего, становится аналитика больших данных. Умение работать с большими массивами структурированной и неструктурированной ин-

формации позволяет компаниям повысить качество прогнозирования спроса, оптимизировать процессы и т.д.

Внедрение цифровых технологий обусловливает значительные изменения потребностей в персонале и требований к специалистам:

— снижение спроса на профессии, связанные с выполнением формализованных повторяющихся операций;
— сокращение жизненного цикла профессий в связи с быстрой сменой технологий;
— трансформацию компетентностных профилей некоторых категорий персонала (риск-аналитики, HR-менеджеры, маркетологи-аналитики, операторы контакт-центров и др.) в связи с изменением инструментария работы;
— возникновение новых ролей и профессий;
— повышение требований к гибкости и адаптивности персонала;
— повышение требований к «soft skills» — обладанию социальным и эмоциональным интеллектом, т.е. в конечном счете теми способностями, которые отличают человека от машины;
— рост спроса на специалистов, обладающих «цифровой ловкостью» (digital dexterity) — способностью и желанием использовать новые технологии в целях улучшения бизнес-результатов [Gartner, 2018*a*].

Влияние цифровых технологий на рынок труда: цифры и факты

Не менее 30% функций в рамках профессий могут быть автоматизированы на текущем уровне развития технологий [McKinsey, 2017*a*].

На 9 трлн долл. к 2030 г. может вырасти мировой ВВП благодаря автоматизации рабочих мест с помощью технологий ИИ [McKinsey, 2018].

49,3% рабочих мест могли бы быть ликвидированы в России в случае одномоментной автоматизации [Земцов, 2018].

375 млн работников (около 14% мировой рабочей силы) вынуждены будут сменить профессию к 2030 г. [McKinsey, 2017*b*].

98% — вероятность автоматизации таких профессий, как банковский операционист, аудитор, кредитный специалист [Frey, Osborne, 2017].

На 29% может снизиться количество рабочих часов в профессиях, которые к 2027 г. не исчезнут благодаря внедрению ИИ в банковском секторе Китая [BCG, 2018].

51. На российском рынке труда ожидается рост спроса на кадры высокой ИТ-квалификации в среднесрочной перспективе. В частности, вырастет потребность в кадрах по таким перспективным направлениям, как искусственный интеллект, анализ больших данных, робототехника, виртуальная реальность, Интернет вещей. В настоящее время уже отмечается существенная нехватка трудовых ресурсов с необходимыми цифровыми компетенциями. Российские вузы ежегодно выпускают около 25 тыс. ИТ-специалистов, из которых лишь 15% готовы к немедленному трудоустройству. Средний срок адаптации выпускника на рабочем месте составляет от 0,5 до 1 года [РАЭК, 2017]. Серьезным барьером является также дефицит специалистов, способных обучать актуальным навыкам в сфере цифровых технологий. Учитывая инертность системы формального образования и динамичную смену технологий, компании будут испытывать растущий дефицит кадров.

52. Анализ эффектов внедрения прорывных технологий ведущими корпорациями показывает, что главным последствием автоматизации и роботизации является не уничтожение рабочих мест, а их обновление [Arntz et al., 2016; BCG, 2018; McKinsey, 2017*b*]. Технические возможности часто преувеличиваются, не учитываются инфраструктурные, экономические, регуляторные и этические барьеры распространения технологий. Пока технологии позволяют справляться лишь с узким кругом задач, таких как, например, распознавание изображений, голоса и других биометрических данных, оценка вероятности банкротства, анализ данных устройств, предсказание сбоев техники (слабый искусственный интеллект) и т.п. Системы пока еще не обладают способностью осознавать и модифицировать себя (сильный искусственный интеллект) [Bringsjord, Govindarajulu, 2018]. Не разрешена проблема «интерпретируемого искусственного интеллекта» — автоматические системы не способны давать обратную связь и объяснять пользователям логику принятия тех или иных решений, что критично в таких областях, как здравоохранение, безопасность, право [Brynjolfsson, Mitchell, 2017; Gunning, 2017]. С учетом подобных

ограничений развитие технологий в ближайшем будущем, вероятнее всего, пойдет по пути повышения эффективности выполнения отдельных задач в рамках профессий, нежели полной замены работников. Особенно востребованными будут специалисты, выполняющие высокоуровневые задачи — управление людьми, коммуникацию с контрагентами, поиск нестандартных решений, разработку методологии — и обладающие необходимым набором «мягких» навыков. Организации и их кадровые службы должны будут перейти на модель гибких карьерных траекторий, с учетом возможных переходов персонала из одних функциональных блоков в другие вследствие автоматизации их функционала частично или полностью.

53. По результатам исследований ИСИЭЗ НИУ ВШЭ[8] в числе ***перспективных*** профессий высокой квалификации, востребованных рынком в условиях цифровизации, отметим следующие.

Архитектор Интернета вещей — обеспечивает подключение к сети множества неоднородных устройств, передачу и обработку данных в режиме реального времени, оптимальным образом организует хранение информации, минимизирует киберуязвимость системы.

Биоинформатик — анализирует экспериментальные медико-биологические данные, разрабатывает и применяет на практике вычислительные методы для решения, в частности, таких задач, как предсказание функции генов и зашифрованных в них белков, генетическая диагностика заболеваний, конструирование лекарственных препаратов, построение моделей происхождения видов.

Дата-журналист — создает различные типы репортажей на основе данных, благодаря которым содержание текста, изложенные в нем факты и мнение автора получают количественное обоснование.

Дизайнер виртуальной среды (VR-архитектор) — занимается разработкой технического оборудования и программного обеспечения для транслирования виртуального мира, создает его дизайн, разрабатывает интерактивные сюжетные линии.

---

[8] Использованы материалы исследований, реализованных ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2017–2018 гг.: Форсайт спроса на профессии с учетом перспектив развития рынков и передовых технологий; Мониторинг поведения субъектов инновационного процесса; и др.

Дизайнер голосовых интерфейсов — проектирует интерфейсы для голосового взаимодействия с цифровыми помощниками, чат-ботами, персональными роботами, строит алгоритмы ответных реакций искусственного интеллекта.

Дизайнер интерфейсов Интернета вещей — проектирует интерфейсы систем Интернета вещей, учитывая разноплановость устройств и разнообразие способов управления ими.

Инженер по безопасности данных — отвечает за обеспечение конфиденциальности, шифрование и предотвращение несанкционированного доступа к данным как внутри компании, так и извне.

Инженер-оператор робототехники — решает задачи по управлению и поддержанию работоспособности робототехнических комплексов на производстве и в сфере услуг.

Исследователь данных — занимается обработкой и анализом больших массивов данных, с помощью методов статистического анализа и математических моделей находит закономерности и разрабатывает прогнозы в целях решения задач бизнеса и науки.

ИТ-юрист — занимается юридическим сопровождением бизнеса в условиях цифровой экономики.

Компьютерный лингвист — разрабатывает программы и алгоритмы на основе естественного языка, создает инструменты распознавания текста и речи, системы перевода, тем самым участвуя в развитии искусственного интеллекта.

Консультант по робоэтике — разбирается в морально-этических, социальных и юридических аспектах взаимодействия роботов и людей, разрабатывает решения по таким вопросам, как определение зон ответственности системных архитекторов, операторов, владельцев за «поступки» машин, права и свободы робототехнических систем, определение робота как субъекта права и др.

Разработчик киберпротезов и имплантатов — занимается разработкой функциональных искусственных устройств (киберпротезов) и органов, совместимых с живыми тканями.

Разработчик нейроинтерфейсов — разрабатывает системы связи, предназначенные для считывания мозговой активности человека и обмена информацией между мозгом и внешними устройствами (компьютеры, нейропротезы, VR-нейрошлемы, бытовые устройства и др.).

Специалист по цифровой логистике — внедряет инновационные решения по оптимизации ресурсов и добавленной ценности в цифровых цепях поставок.

Тканевый инженер — занимается конструированием и выращиванием живых функциональных тканей или органов вне организма для последующей трансплантации.

Цифровой маркетолог — продвигает продукты и услуги с помощью цифровых каналов взаимодействия с аудиторией, включая Интернет, цифровое телевидение и социальные медиа, с использованием различных цифровых устройств (смартфоны, игровые консоли, «умные часы», фитнес-браслеты и др.).

Цифровой продюсер — управляет сложными медиапроектами, предполагающими многоплатформенность и использование цифровых возможностей производства контента, в том числе мобильных приложений, мультимедийных книг, видеоигр, онлайн-курсов, веб-сериалов.

Российские вузы, которые готовят специалистов будущего, — перечень программ по направлению «Большие данные»[9]

Для подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики ведется работа по внедрению обучающих программ по наиболее актуальным направлениям. При участии ведущих технологических компаний организуются совместные учебные центры, разрабатываются совместные учебные программы. Среди них программы и летние школы по глубокому обучению и байесовским методам в НИУ ВШЭ совместно с Samsung и Bayesian Methods Research Group, Интернету вещей от Samsung в МФТИ, Microsoft Research в ДВФУ, «Город и бизнес» в НИУ ВШЭ совместно с GS Group, машинному обучению ИТМО и ЦРТ и др.

[9] Рассматриваются магистерские программы и программы специалитета. Критерии отбора вузов: 1) выявлен системой интеллектуального анализа данных iFORA как центр компетенций в области технологий анализа больших данных; 2) участник предметного рейтинга QS по направлению «Computer Science & Information».

Вуз	Программа	Где работают выпускники
Московский государственный университет	Большие данные: инфраструктура и методы решения задач	ГИС ТЭК, IBM, Microsoft, Société de Calcul Mathématique SA
	Интеллектуальный анализ больших данных	
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»	Интеллектуальный анализ данных	Amazon, Apple, Google, Intel, Kaspersky Lab, LATNA, Microsoft, Samsung, Yandex
	Науки о данных	НИУ ВШЭ, Сбербанк, Яндекс, E&Y, Google, IBS, LORIA, PWC, TU Dresden
	Системы больших данных	МТС, НИУ ВШЭ, IBM, SAS
	Финансовые технологии и анализ данных	SAS, IBM, Accenture, Oliver Wyman, KPMG, Deloitte, GlowByte, Double Data, Rubbles, Econophysica, Prognoz, Forecsys
Новосибирский государственный университет	Big Data Analytics	ExpaSoft, Google, Inteks, Intel, Microsoft, Parallels, UniPro, Yandex
Санкт-Петербургский государственный университет	Бизнес-аналитика и большие данные	Ашан, ВТБ, МТС, Мегафон, РЖД, Сбербанк, Яндекс.Деньги, Coca-Cola, Danone, Fazer, Henkel, IBM, IKEA, JetBrains, Kelly Services, L'Oreal, McKinsey & Company, PwC, Unilever
Университет ИТМО	Экстренные вычисления и обработка сверхбольших объемов данных	Информационно-аналитический центр Санкт-Петербурга, НИИ наукоемких компьютерных технологий, Университет ИТМО, ООО «ЭйТи Консалтинг»

Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

54. Среди представителей профессий, отличающихся высокой вероятностью полной автоматизации и замены роботизированными или программными решениями, в первую очередь те, что связаны с выполнением формализованных повторяющихся операций. Например, развитие автоматизированных вопросно-ответных систем и голосовой биометрии способствует полному вытеснению сотрудников служб поддержки, которые помогают клиентам решать наиболее часто встречающиеся вопросы. В перспективе работники, выполняющие простые умственные операции, будут задействованы только в нестандартных ситуациях, с которыми не справился ИИ. С развитием технологий машинного перевода, распознавания речи в будущем исчезнет профессия переводчика и оператора колл-центра, даже живые экскурсоводы скорее станут экзотикой — их заменят нейронные сети, способные производить адаптивный контент для каждого конкретного пользователя. В числе «исчезающих» профессий — агент-туроператор, аналитик общего профиля, архивариус, аудитор, банковский операционист, делопроизводитель, инженер по эксплуатации зданий, кассир, клиентский менеджер, кредитный менеджер, нотариус, охранник административных зданий, рекрутер, телемаркетолог, трейдер, юридический консультант.

55. Развитие технологий, цифровая трансформация компаний, рост конкуренции за рабочие места, увеличение продолжительности жизни приводят работников к необходимости менять сферу профессиональной деятельности несколько раз в течение жизни, приобретая новые компетенции и навыки. Чтобы оставаться востребованным на рынке труда, человек должен получать новые знания быстрее, чем это было ранее. Пересматриваются подходы к обучению, трансформируются образовательные модели. К ключевым задачам, которые стоят сегодня перед образованием, относятся создание учебного контента, отвечающего требованиям динамично изменяющегося рынка труда и потребностям человека, а также сокращение расходов за счет использования технологий [Global Education Futures Report, 2018]. Среди наиболее актуальных трендов в образовании: непрерывное обучение или обучение в течение всей жизни, омниобучение (обучение с использованием всех возможных каналов коммуникации), социальное обучение, микрообучение, адаптивное обучение, нейрообучение, дистанционное обучение, менторство, смешанное обучение, проектно-ориентированное обучение, «самообучающиеся» организации, EdTech-стартапы и др.

56. Трансформируется само понятие профессии, поскольку набор компетенций, которыми должен обладать работник, получивший подготовку по определенной профессии или специальности, перестает быть фиксированным, статичным; профили компетенций становятся изменчивыми, они модифицируются вслед за технологическими и организационными изменениями, превращаются в «динамические портфели». В этой ситуации особо возрастает роль качественного подхода к прогнозированию кадрового обеспечения организации. Компании должны ориентироваться не на штат сотрудников, а на организационный «skills stock», т.е. на совокупный «портфель компетенций» сотрудников разных профессий, который позволяет формировать под конкретные задачи и проекты разные наборы компетенций, необходимые в каждом случае.

57. Следует различать навыки, связанные с простой цифровой грамотностью, понимаемой как базовые навыки пользования компьютером и Интернетом, и продвинутые цифровые навыки, относящиеся к владению цифровыми технологиями. Продвинутые навыки являются частью трудовых функций для специалистов, которые поддерживают работу цифровой среды [Cedefop, 2016; ОЭСР, 2016]. Под владением цифровыми технологиями могут пониматься различные навыки: от работы с базовыми офисными программами до применения новейших цифровых методов, от чисто теоретических знаний до практического повседневного использования.

В 2017 г. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ был проведен опрос более 2 тыс. обладателей ученой степени, представляющих все области науки и занятых как в академическом секторе (НИИ и вузах), так и в организациях промышленного производства и сферы услуг[10]. Респондентов спрашивали о знакомстве с наиболее распространенными цифровыми технологиями. Выяснилось, что среди опрошенных кандидатов и докторов наук 85% регулярно применяют на практике навыки пользования компьютером и Интернетом, еще 10% используют их периодически. Случаи, когда кандидаты и доктора наук в своей профессиональной деятельности практически не ра-

---

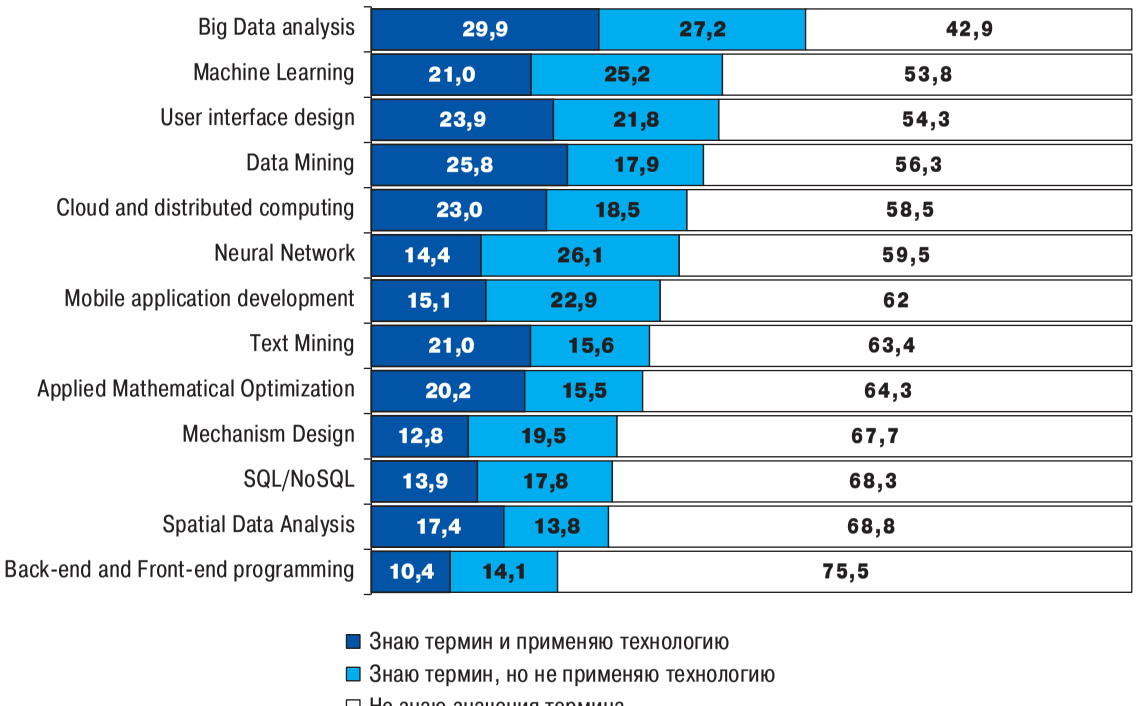
[10] Обследование проведено в 2017 г. Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ в рамках реализации проекта Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ «Мониторинг поведения субъектов инновационного процесса: научные организации и научные кадры высшей квалификации».

ботают с компьютером, единичны (как правило, это сотрудники старших и средних возрастов; большинство из них заняты в вузах). Навыки сбора и обработки данных с использованием ИКТ регулярно задействуют 48% обладателей ученой степени, еще 33% — периодически. Что касается продвинутых цифровых навыков, то о многих технологиях опрошенные как минимум слышали, однако спектр их практического использования еще весьма ограничен (рис. 5).

В наибольшей степени осведомлены о современных цифровых технологиях сотрудники научно-исследовательских организаций (для большинства терминов доля знающих в НИИ выше, чем в вузах и организациях неакадемического сектора). Лучше знакомы с цифровой терминологией молодые ученые: разница в уровне знаний между группой в возрасте до 29 лет и средним значением по всей выборке по отдельным технологиям достигает 10–15 п.п.

58. В условиях цифровой экономики владение продвинутыми цифровыми навыками (способность быстро осваивать новые IT-инструменты и навыки программирования) становится актуальным, например, для маркетологов (в целях оптимизации управления рекламой и прогнозирования эмоциональной реакции пользователей на рекламу), юристов (для автоматизации анализа материалов, подготовки к судебному процессу и т.д.), геологов (для картирования сложных месторождений полезных ископаемых, анализа сейсмических данных) и многих других специалистов. Для инженеров профессиональные цифровые навыки, прежде всего программирование, являются неотъемлемой частью требуемого работодателем набора навыков. Во всех отраслях экономики ожидается стремительный рост спроса на специалистов по данным (data scientists), способных структурировать данные и извлекать из них добавленную стоимость. Их ключевые востребованные компетенции: глубокое понимание математической статистики, теории вероятностей, аналитические способности, навыки решения нестандартных задач, умение эффективно представить результаты работы, любознательность и склонность к работе с данными. Профессия исследователя данных становится межотраслевой, и характерные для нее навыки придется осваивать широкому кругу специалистов. Поскольку инструментарий киберпреступников непрерывно эволюционирует, становится более изощренным и сложным, то усиливается спрос на специалистов в области кибербезопасности.

Рис. 5. Применение цифровых терминов кандидатами и докторами наук (%)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Востребованные компетенции в области кибербезопасности

HARD	DIGITAL	SOFT
– Этичный хакинг и тестирование на проникновение – Архитектура систем защиты информации – Нормативно-правовая база и стандарты информационной безопасности – Обнаружение и предотвращение вторжений – Расследование инцидентов информационной безопасности – Криптография – Безопасность облачных вычислений – Машинное обучение – DevSecOps (безопасный цикл разработки приложений и сервисов)	– Администрирование операционных систем Windows/Linux – Языки программирования (C/C++/C#/Java/ Python/Perl/Ruby) – Сетевые технологии (TCP\IP/IPSEC/ DNS/DHCP/ маршрутизация) – Средства обеспечения информационной безопасности (SOC/ SIEM/IDS/IPS/EDR/ MDR/NTA) – Администрирование СУБД (ORACLE/MS SQL) – Инструментарий компьютерной криминалистики	– Готовность к непрерывному обучению – Внимание к деталям – Системное мышление и решение проблем – Работа в команде

Источник: Подготовлено ИСИЭЗ НИУ ВШЭ на основе анализа вакансий компаний-лидеров в сфере кибербезопасности с использованием Системы интеллектуального анализа больших данных iFORA.

59. Цифровые навыки стали неотъемлемой частью профессиональных навыков как в области образования и науки, так и в промышленности. Реализация прорывных технологических проектов в условиях цифровой экономики порождает спрос на специалистов, владеющих комплексом жестких, гибких и специальных цифровых компетенций, включая:

— глубокое понимание своей области, а также знания и опыт в смежных сферах («Т-образный специалист»);

— понимание возможностей и рисков, связанных с применением новых технологий;
— владение методами проектного управления;
— «цифровую ловкость»;
— владение инструментарием работы с большими данными и инструментами визуализации;
— понимание основ кибербезопасности;
— навыки работы с базами данных;
— системное мышление;
— эмоциональный интеллект;
— командную работу;
— способность к непрерывному обучению;
— умение решать задачи «под ключ»;
— адаптивность и работу в условиях неопределенности.

5. Роль государства в развитии цифровой экономики

Во всех странах — лидерах в сфере цифровых технологий государство выступает драйвером соответствующих инициатив. Без его активного участия невозможно представить как успешное развитие технологического предложения в ведущих странах, так и коммерциализацию технологий, в том числе создание флагманских корпораций, формирующих «цифровой облик» современной экономики.

5.1. Мировая практика

60. В большинстве развитых стран действуют национальные стратегии и программы цифровизации экономики и общества. Цели и задачи стран в целом схожи, однако подходы к реализации политики несколько различаются. Часть инициатив встроена в более широкую наднациональную научно-технологическую и инновационную повестку. Так, стратегии цифрового развития Германии (Digital Strategy 2025) и других стран ЕС согласуются с общеевропейской цифровой повесткой (Digital Agenda for Europe, 2010 г.) [OECD, 2017].

61. Действующие «цифровые» инициативы обычно характеризуются четкой преемственностью и опираются на результаты предшествующих стратегических и программных документов в

области ИКТ. В большинстве стран разработка первых стратегий в этой сфере относится к концу 1990-х — началу 2000-х годов. Так, инициатива Европейского союза «Электронная Европа» (eEurope) по переходу к информационному обществу принята в 1999 г. [European Commission, 1999]. На протяжении 2000-х годов основные задачи политики в области цифровизации были связаны как с построением информационной инфраструктуры, так и стимулированием постепенного проникновения ИКТ в различные сферы деятельности. В рамках реализации Национальной стратегии широкополосной связи (National Broadband Strategy, 2010 г.) в Великобритании достигнута цель по обеспечению населения преимущественно в сельской местности скоростным широкополосным Интернетом (скорость загрузки — 24 Мб/с) [European Commission, 2017]. Следующий этап государственной политики — запуск пилотных программ внедрения цифровых технологий в промышленности — связан с поиском новых источников роста вследствие мирового финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. Запущенная в 2011 г. инициатива «Индустрия 4.0» объединила комплекс проектов по созданию, внедрению и использованию цифровых решений в обрабатывающих производствах. Национальные программы этого периода нацелены на распространение масштабируемых и эффективных решений для предприятий.

62. В настоящее время в политике ведущих стран мира наблюдается переход к комплексной цифровой повестке. Основными целями выступают цифровая трансформация государственного управления, развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры на основе новых технологий, укрепление информационной безопасности, развитие цифровых навыков и компетенций. Особое внимание уделяется регуляторным аспектам, связанным с построением и использованием инфраструктуры широкополосных сетей, доступом к радиочастотному спектру, регулированию рынков и др. [OECD, 2017]. Помимо этого, разрабатываются стратегии внедрения отдельных цифровых технологий с высокими потенциальными эффектами в различных секторах экономики (например, Национальная стратегия развития искусственного интеллекта Германии, 2018 г.) [Die Bundesregierung, 2018].

63. Переход на цифровые технологии способствует укреплению конкурентоспособности национальных экономик. В частности, Международная стратегия цифрового развития Франции (France's International Digital Strategy, 2017 г.) направлена на сбли-

жение подходов к регулированию внедрения и использования цифровых технологий, обеспечение безопасности киберпространства и инклюзивности государств в общую цифровую повестку. С учетом распространения цифровых платформ на международном уровне особое внимание уделяется нормам и правилам, гарантирующим разнообразие технологических решений и равные условия конкурентной среды [France Diplomatie, 2017]. Цифровая повестка, меры и эффекты политики в области цифровой экономики становятся предметом активного обсуждения на ведущих мировых площадках.

Горизонтальный проект ОЭСР «Going Digital»

Реализация проекта ОЭСР «Going Digital», инициированного в 2017 г., ориентирована на решение следующих задач:

разработку общих принципов политики в области цифровой экономики, затрагивающих все сектора экономики и направленных на достижение устойчивого экономического роста и обеспечение благосостояния общества;

проведение углубленного анализа существующих политик, направленных на цифровую трансформацию в отдельных секторах, в том числе исследование уровня развития, эффектов и рисков цифровизации;

анализ проблем, возникающих вследствие цифровой трансформации, в том числе связанных с занятостью населения и обеспечением граждан навыками и знаниями, необходимыми в условиях цифровой экономики; последствиями цифровой трансформации для конкуренции и открытости рынка; производительностью; эффектами, оказываемыми цифровой трансформацией на общественное благосостояние; оценкой уровня развития цифровой экономики.

Источник: [OECD, 2019*a*].

64. Главной предпосылкой успешности политики цифровизации выступают согласование действий и постоянные коммуникации органов власти, бизнеса, научного, образовательного и экспертного сообществ. Особое внимание уделяется мониторингу и оценке результативности и эффективности мер политики. Так, с 2013 г. в Германии ежегодно рассчитывается Индекс цифровой экономики (Digital Economy Index), характеризующий уровень

цифровой трансформации экономики и ее отдельных секторов [BMWi, 2019]. Вместе с тем, несмотря на высокую в целом значимость задач по цифровизации, наблюдается некоторая разбалансировка между целями программ: несколько большее внимание уделяется цифровизации государственного управления, наименьшее — стимулированию использования цифровых решений населением; меры поддержки цифровизации бизнеса занимают промежуточное положение [OECD, 2017].

65. Государства способствуют цифровизации в рамках двух основных направлений — путем поддержки ИКТ-сектора и отраслей — пользователей цифровых решений. Для последних механизмы поддержки охватывают три блока: 1) исследования и разработки; 2) апробацию и внедрение; 3) стимулирование спроса на цифровые технологии, в том числе поддержку экспорта связанных с ними продукции и услуг. Для достижения целей цифровой повестки применяются как традиционные финансовые и нефинансовые меры поддержки, так и более новые, учитывающие специфику сквозных цифровых технологий. В портфеле мер большинства правительств преобладают финансовые инструменты, причем существенная часть национальных программ ориентирована на поддержку малого и среднего предпринимательства (МСП) и стартапов. Государственно-частное софинансирование программ становится ключевым принципом инновационной политики и служит для стимулирования коммерциализации новых решений на основе конкурсного отбора.

66. Поддержка исследований и разработок опирается на традиционные гранты и субсидии. Наряду с этим разрабатываются новые инструменты, обеспечивающие синергетический эффект и вовлечение максимального круга центров компетенций. Среди них центральное место занимают цифровые исследовательские платформы. В частности, в США созданы специальные платформы для совместных исследований и тестирования решений в области беспроводной связи (Platforms for Advanced Wireless Research) [NSF, 2018].

67. Механизмы внедрения цифровых технологий характеризуются заметным разнообразием: создаются испытательные полигоны (например, в области автономного вождения в Германии), тестовые площадки (в сфере блокчейн-технологий в Республике Корея) и др. Значительная часть инициатив направлена на стимулирование технологического развития МСП — трансфер технологий, содействие в поиске контрагентов, получении финансовой

поддержки (онлайн-платформа по поиску и аккумулированию технологических решений в Республике Корея) [BMWi, 2017; The Netherlands Enterprise Agency, 2016; Business Korea, 2018]. Применительно к цифровизации промышленности используется схожая модель, охватывающая весь инновационный цикл — от разработки, коммерциализации технологий и далее до внедрения (катапульт-центры для производств с высокой добавленной стоимостью в Великобритании, институты производственных инноваций в США, инновационные центры в Республике Корея, тестовые лаборатории «Индустрии 4.0» в Австралии и др.).

68. Наиболее сложным и вместе с тем эффективным уже в краткосрочной перспективе является блок мер, связанный со стимулированием спроса на СЦТ. Для обеспечения массового распространения цифровых технологий среди предприятий применяются гибкие механизмы, в первую очередь налоговые стимулы. Они позволяют охватить широкий круг экономических агентов (например, ускоренная амортизация или налоговый кредит для инвестиций в информационные технологии в Японии). Наряду с льготными займами на приобретение цифровых продуктов и услуг в рамках поддержки МСП активно используются различные типы ваучеров, в том числе инновационные (субсидии для МСП в ЕС), для подключения к сетям высокоскоростной связи (гранты для обеспечения доступа домохозяйств и МСП к оптоволоконной широкополосной связи на скорости 1 Гб [European Commission, 2018*b*; GOV.UK, 2018*a*]). С учетом роли государства как крупного потребителя предпринимаются меры для упрощения механизма государственных закупок цифровых решений, в частности созданных МСП. Для этого сокращаются сроки проведения конкурсных процедур, устанавливаются лимиты на продолжительность и стоимость контрактов (Австралия), обеспечивается допуск к участию в тендерах компаний с опытом работы на рынке менее двух лет (США) [Australian Government, 2019; GSA, 2017] и др. В целях реализации долгосрочных инициатив формируются специальные фонды цифровизации отраслей экономики (фонд во Франции для инвестирования в акционерный или квазиакционерный капитал компаний ИКТ-сектора при условии частных инвестиций), в том числе сектора государственного управления (фонд технологической модернизации в США) [Bpifrance, 2019; DigitalGov, 2018].

69. Важное место в пакете мер по стимулированию спроса на цифровые технологии занимают меры регуляторного характера. К ним относятся стандартизация на уровне международных

организаций и отраслевых консорциумов (дорожная карта стандартизации технологий «Индустрии 4.0» в Германии), нормативное закрепление различных аспектов внедрения и использования цифровых технологий, создание «регуляторных песочниц» (для беспилотных авиационных систем в США), управление радиочастотным спектром для коммерческого использования (аукционы на покупку лицензий для сетей 5G в США) [DIN, 2017; Federal Aviation Administration, 2018; NTIA, 2018]. Большинство инициатив по внедрению СЦТ реализуются на основе пилотных проектов (проекты использования блокчейна в государственном управлении в Республике Корея, пилотный запуск сетей 5G в ряде городов Франции и др.). Особый интерес представляют инструменты, связанные с поиском более гибких механизмов взаимодействия с бизнесом, развитием государственно-частного партнерства долгосрочного характера (например, механизм секторальных соглашений в Великобритании) [GOV.UK, 2018*b*].

5.2. Поддержка цифровых технологий в России

70. Начиная с 2000-х годов ИКТ входят в круг приоритетных направлений государственной политики в России. Еще в 2002 г. была принята федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002–2010 годы)». На смену ей пришла государственная программа «Информационное общество (2011–2020 годы)». В 2008 г. была принята Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации.

Действовавшие до 2019 г. инструменты поддержки можно отнести к двум группам. Во-первых, это меры поддержки «традиционных» цифровых технологий и закупки готовых решений в госсекторе (электронные правительство, госуслуги и др.), а также обеспечение развития информационной инфраструктуры и широкополосного доступа к сети Интернет (для социально значимых объектов, малых населенных пунктов). Во-вторых, это множество мер прямой финансовой поддержки разработки и внедрения ИКТ в рамках научно-технической и инновационной политики. К началу 2019 г. их насчитывалось около 30 — преимущественно гранты и субсидии разработчикам технологий, венчурные инвестиции и льготные займы. Часть мер прямо фокусируется на цифровых технологиях, многие из них введены в течение последних двух-трех лет в связи с усилением «цифровой повестки», а также запуском Национальной технологической инициативы, в рамках ко-

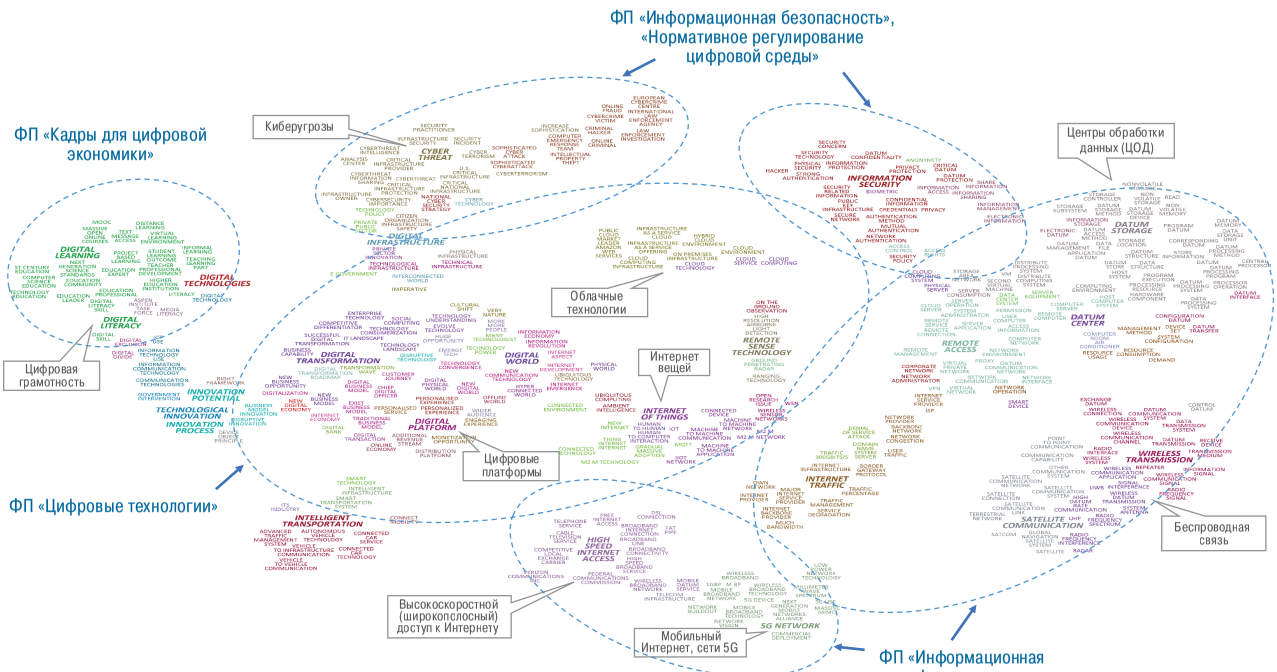
торой определены сквозные технологии (для нескольких рынков), практически полностью совпадающие со сквозными цифровыми технологиями национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Многие другие меры позволяют поддерживать цифровые технологии в составе более широкого спектра тематик.

71. Запуск национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и включение ускоренного внедрения цифровых технологий в число национальных целей развития до 2024 г. согласно Указу № 204 подняли цифровую повестку на самый высокий политический уровень. Более того, это один из первых примеров национальных целей, реализуемых на основе принципов проектного управления и подкрепленных значительными *дополнительными* бюджетными средствами (410 млрд руб. средств федерального бюджета и около 535 млрд руб. внебюджетных средств на 2019–2021 гг.). Благодаря национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» и ее федеральным проектам повестка в области цифровой экономики в России значительно приблизилась к повестке ведущих зарубежных стран (рис. 6).

72. Набор новых мер поддержки, которые предусмотрены национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации», достаточно разнообразен и учитывает специфику цифровых технологий. В первую очередь это проявляется в значительном акценте на изменениях в нормативном регулировании, включая ввод в оборот новых понятий и явлений, связанных с цифровой экономикой («умный контракт», «криптовалюта», «Интернет вещей», «искусственный интеллект» и др.), снятии ограничений и устранении пробелов в нормативно-правовых актах, стандартах, препятствующих распространению цифровых технологий (например, расширение разрешенного перечня услуг телемедицины, признание результатов виртуальных испытаний в промышленности, регулирование использования персональных данных различными формами киберфизических систем). В рамках политики в области цифровой экономики впервые в России планируется активно применять инструмент «регуляторных песочниц» (в том числе в финансовой сфере).

Значительное внимание уделено созданию инфраструктурных цифровых платформ (например, цифровой платформы для реализации исследований и разработок), отраслевых цифровых платформ — в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве,

Рис. 6. Зарубежная стратегическая повестка в области цифровой экономики за последние пять лет и ее соответствие текущей российской повестке



Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

медицине и других областях (предусмотрено в большинстве отраслевых ведомственных проектов).

Помимо развития традиционной информационной инфраструктуры (широкополосного доступа к сети Интернет для социально значимых объектов, госорганов, удаленных населенных пунктов), предусмотрена реализация пилотных проектов развития инфраструктуры на базе новых технологий — развертывание сетей 5G, беспроводных сетей для Интернета вещей на транспорте.

Уделено внимание и стимулированию предложения цифровых технологий — поддержке ИТ-компаний (пониженные страховые взносы), операторов центров обработки данных (снижение цены за потребляемую электроэнергию), мерам стимулирования инвестиционной активности операторов связи.

Спецификой российской повестки является особый акцент на импортозамещении (телекоммуникационного оборудования, программного обеспечения и т.п.), в том числе в рамках закупок госорганами и государственными компаниями. Вместе с тем в связи со сложившейся сложной ситуацией в области производства по отдельным видам (компонентам) оборудования, электронной компонентной базе, предусмотрены стимулы (льготы) для организации производства за рубежом при условии, что стоимость российской интеллектуальной собственности в готовом продукте превышает производственные затраты, понесенные за рубежом.

Запланирована дальнейшая цифровизация государственного управления — внедрение цифровых платформ, систем и облачных решений в госуправлении и предоставлении госуслуг: электронные госуслуги, оказываемые «проактивно», в том числе на основе биометрической аутентификации, электронной подписи и «цифрового профиля» граждан и юрлиц; электронный документооборот и согласование в госорганах; единая система генерируемых ими данных; автоматизация контрольной (надзорной) деятельности на основе анализа рисков по большим данным с объектов проверок; единое окно цифровой обратной связи и др.

Предусмотрена масштабная подготовка кадров для цифровой экономики на всех уровнях образования (школьное, среднее профессиональное, высшее, переподготовка и повышение квалификации) и развитие цифровой грамотности и компетенций населения.

73. Новые меры финансовой поддержки, предусмотренные в федеральном проекте «Цифровые технологии» наряду с уже действующими, охватывают весь жизненный цикл разработки

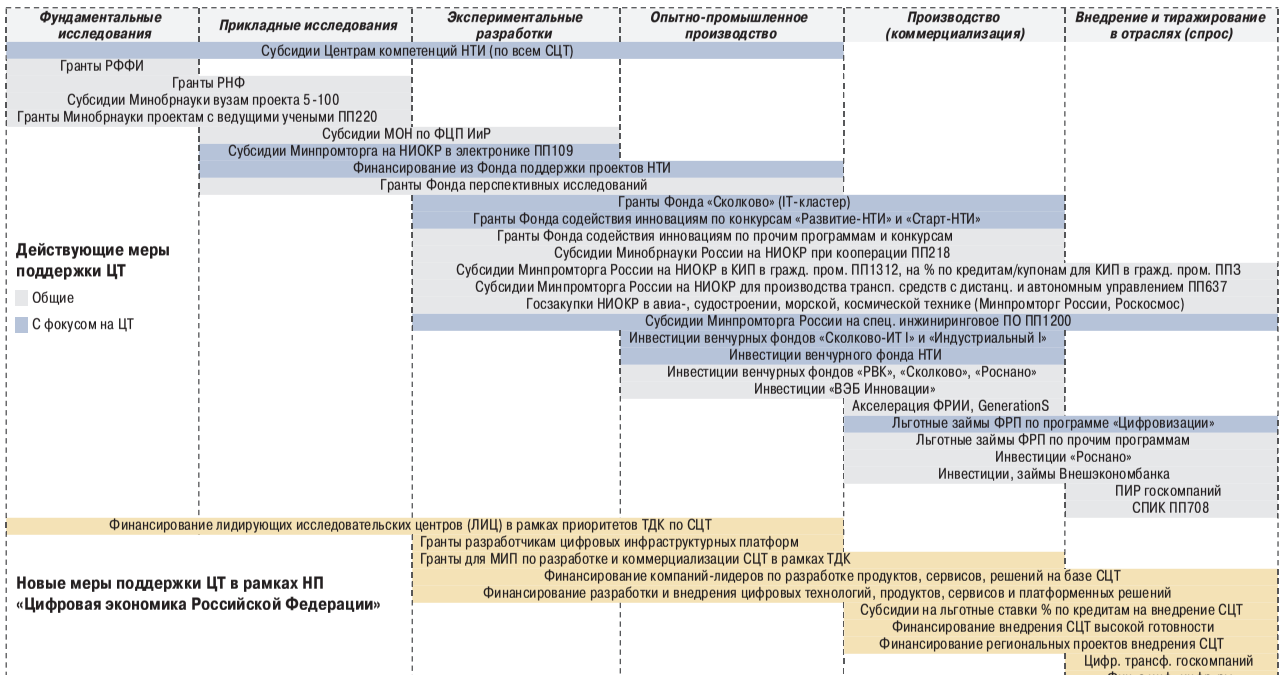
и внедрения сквозных цифровых технологий (рис. 7). Это стало возможным в первую очередь благодаря тому, что новые меры в значимой степени сфокусированы на поздних стадиях — внедрении технологий (в то время как уже действующие меры были сфокусированы на разработке).

74. На реализацию новых мер федерального проекта «Цифровые технологии» из федерального бюджета будет выделено около 88 млрд руб. на период 2019–2021 гг. Объем поддержки СЦТ в рамках уже действующих («старых») мер составит около 70 млрд руб. на тот же период (аналогичные объемы — около 60 млрд руб. — наблюдались в предыдущие три года). Таким образом, за счет новых мер объем поддержки разработки и внедрения СЦТ возрастет примерно в 2,6 раза. Координацию множества мер и приоритизацию ресурсов призваны обеспечить дорожные карты развития СЦТ. При их разработке важно учесть ряд аспектов:

— предусмотреть проработку цепочек «рынки — продукты — технологии»;
— учитывать не только позиции организаций-разработчиков, но в первую очередь перспективный спрос потребителей;
— обеспечить учет имеющихся заделов и конкурентоспособных российских СЦТ, выявление «пробелов» по СЦТ;
— обеспечить взаимоувязку дорожных карт между собой (особенно в части «близких» или пересекающихся СЦТ, таких как искусственный интеллект, большие данные; новые производственные технологии, робототехника и др.).

75. Наиболее сложная и многоплановая задача — стимулирование массового спроса на цифровые решения со стороны как бизнеса, так и населения. Без ее решения проблематично достижение ключевого целевого показателя ускоренного внедрения цифровых технологий, установленного Указом № 204, а именно «увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников (по доле в ВВП) не менее чем в 3 раза» к 2024 г. по сравнению с 2017 г. В российских условиях решение этой задачи усугубляется низкой инновационной активностью компаний (менее 10%) и отсутствием у большинства из них спроса на любые новые технологии, не только цифровые. Решение задачи стимулирования массового спроса отраслей на цифровые технологии требует применения механизмов с широким охватом участников — нефинансовых (институциональных) мер, финансовых стимулов с высоким мультипликативным эффектом (налоговые льготы, субсидирование процентной ставки по кредитам). Учи-

Рис. 7. Действующие и новые меры господдержки разработки и внедрения СЦТ



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

тывая высокую роль госкомпаний в российской экономике и отраслях — потребителях цифровых технологий (энергетика, транспорт, машиностроение), необходимо обеспечить качественную разработку ими стратегий цифровой трансформации и постановку КПЭ по «цифровизации». Наряду с этим целесообразно уделить внимание развитию сети региональных центров компетенций, апробации и поддержки тиражирования готовых цифровых решений, в том числе для малого и среднего бизнеса.

6. Статистическое измерение цифровой экономики

Цифровизация различных аспектов функционирования экономики и жизнедеятельности человека влечет за собой трансформацию как самой природы, так и объемов данных о социально-экономических явлениях. Меняется спрос на статистические данные и одновременно возникают новые возможности, обусловленные развитием цифровых коммуникаций и появлением пригодных для статистической обработки и анализа массивов больших данных. Кроме того, возникает необходимость статистического измерения процессов развития цифровой экономики, тогда как международные стандарты в этой сфере еще не сложились.

6.1. Направления развития статистики в условиях цифровой экономики[11]

76. В условиях цифровой экономики повышаются требования бизнеса, общества и государства к данным, предоставляемым официальной статистикой. Для ответа на этот запрос предстоит развивать методологию статистического наблюдения, в том числе за новыми процессами и явлениями; оптимизировать процессы сбора и обработки первичных данных; обеспечить новые формы представления информации и возможности ее гибкого использования всеми заинтересованными пользователями. Национальная статистическая служба должна стать единым методическим цен-

[11] Перспективная модель государственной статистики в условиях цифровой экономики представлена в докладе ИСИЭЗ НИУ ВШЭ [НИУ ВШЭ, 2018*а*]. Там же рассмотрена роль альтернативных источников данных (в том числе больших данных) в системе государственной статистики.

тром работы с данными, обеспечивающим всех заинтересованных пользователей актуальной, методологически надежной статистической информацией.

77. Организационная схема сбора и обработки статистических данных должна удовлетворять разнонаправленным требованиям. С одной стороны, сбор данных призван обеспечить своевременное получение сведений об актуальных процессах в полном объеме, с другой стороны — важно минимизировать нагрузку на респондентов. Одновременное удовлетворение этих требований неизбежно приводит к необходимости интеграции данных, получаемых из различных источников, и формирования пообъектных динамических рядов. В связи с этим следует активнее использовать массивы данных, формируемые в государственных информационных системах, в том числе в рамках ведомственной (административной) отчетности, различных реестров и регистров (рис. 8).

78. Построение комплексной системы статистических наблюдений предполагает полномасштабное использование альтернативных источников данных — больших данных. Вместе с тем в настоящее время сформировались завышенные ожидания[12] относительно возможности использования этого нового источника данных в целях формирования государственной статистики. На волне возникшего ажиотажа звучат призывы заменить традиционные способы сбора статистической информации анализом больших данных, что в отсутствие единой методологической основы может привести к формированию искаженного представления о действительности и несопоставимости данных. Интеграция больших данных в статистику должна опираться на единую систему определений и классификаций, гармонизированную с международно признанной методологией статистических наблюдений.

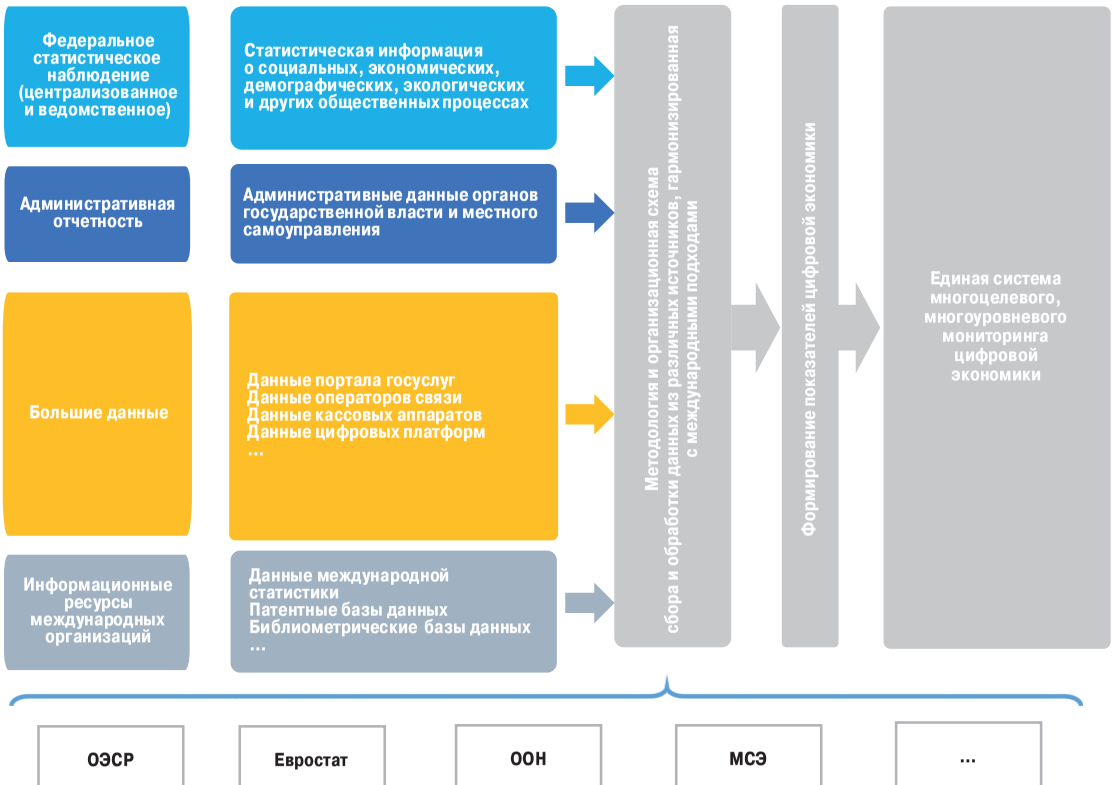
79. Становление цифровой экономики сопряжено с возникновением новых явлений, обусловленных, в частности, замещением традиционных — «аналоговых» — процессов цифровыми[13]. Официальная статистика должна оперативно реагировать на но-

---

[12] В основном в связи с первыми результатами (зачастую ошеломляющими), полученными бизнесом при оптимизации маркетинга и каналов продаж (и сокращении соответствующих издержек) за счет изучения поведения клиентов методами анализа больших данных.

[13] Так, должны быть идентифицированы отдельно от «традиционных» цифровые трансакции, такие как покупка и доставка онлайн.

Рис. 8. Источники данных в условиях цифровой экономики



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

вые вызовы, обеспечивая доказательные ответы на такие вопросы, как:

— внедрение и востребованность цифровых технологий;
— доступность и востребованность продуктов и услуг, связанных с цифровыми технологиями;
— динамичность развития цифровой экономики и ее вклад в экономический рост и благосостояние общества;
— влияние цифровых технологий на эффективность ведения бизнеса, занятость, производительность труда и другие социально-экономические параметры;
— эффективность государства в условиях цифровой экономики, в том числе влияние цифровых технологий на качество оказываемых госуслуг, взаимоотношения государства, общества и бизнеса;
— оценка эффективности бюджетных расходов на реализацию мер государственной политики в области цифровой экономики;
— оценка преимуществ и сдерживающих факторов конкурентоспособности России в глобальном цифровом мире и др.

80. Действующая в России практика статистических наблюдений ограничена сферой ИКТ и развитием информационного общества, предусматривая измерение параметров развития сектора ИКТ и отрасли ИТ, занятости и подготовки кадров, информационной инфраструктуры, использования средств ИКТ в организациях и населением, распространения отдельных видов цифровых технологий на предприятиях[14]. Состав имеющейся в настоящее время статистической информации лишь частично характеризует развитие цифровой экономики.

81. В числе перспективных направлений статистического измерения цифровой экономики выделяются следующие:

— затраты на развитие цифровой экономики;

---

[14] См. публикации ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по статистике цифровой экономики и информационного общества, в том числе выполненные в партнерстве с Минкомсвязью России и Росстатом: статистические сборники «Индикаторы цифровой экономики», «Цифровая экономика», «Информационное общество в Российской Федерации», «Информационное общество: основные характеристики субъектов Российской Федерации»; аналитические доклады о тенденциях развития Интернета; экспресс-информация серии «Цифровая экономика» и др. <https://issek.hse.ru/editions>.

— создание и распространение цифровых технологий, включая научные исследования и разработки в области цифровых технологий; защиту прав интеллектуальной собственности и трансфер цифровых технологий; инновации, связанные с цифровыми технологиями; цифровой инжиниринг;
— человеческий капитал и рынок труда, включая приобретение и развитие цифровых навыков; занятость, в том числе такие ее новые формы, как дистанционная и платформенная;
— использование цифровых технологий в отраслях экономики и социальной сфере (в том числе в образовании, здравоохранении, социальном обслуживании населения); государственном и муниципальном управлении;
— производство цифрового контента (цифровых продуктов и услуг: изображений, видео, аудио, текстов, игр и т.п.);
— электронная торговля;
— внешняя торговля цифровыми технологиями и связанными с ними товарами и услугами;
— доверие в цифровой среде (кибербезопасность, защита персональных данных);
— цифровое равенство и инклюзия социально незащищенных (уязвимых) групп населения (с ограниченными возможностями здоровья, проживающих на отдаленных территориях, пенсионеров и др.).

82. Для выявления закономерностей, оценки масштаба и динамики развития цифровой экономики необходим системный подход к статистике. Для этого нужно сформировать понятийный аппарат, разработать локальные классификации и систему статистических показателей, программу статистического наблюдения и инструментарий сбора данных (рис. 9). Первоочередное внимание должно быть уделено качеству классификаций, поскольку это в конечном счете будет определять качество статистической информации и возможности ее анализа в различных разрезах. В частности, требуется адекватная классификация цифровых технологий, исключающая дублирования и пересечения, поскольку нынешний их перечень, принятый в программе «Цифровая экономика Российской Федерации», представляется весьма неточным (так, ИИ невозможно представить без больших данных, робототехнику — без ИИ, промышленный Интернет вещей — без технологий беспроводной связи; все они являются основой передового производства и т.п.).

Рис. 9. Создание системы статистического измерения цифровой экономики



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

6.2. Экспериментальная оценка затрат на развитие цифровой экономики в России

83. Рост внутренних затрат на развитие цифровой экономики в процентах к ВВП — ключевой индикатор национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». В отсутствие необходимой системы статистического наблюдения нами выполнен экспериментальный расчет величины внутренних затрат на развитие цифровой экономики на основе имеющейся статистической информации. При этом использовались предложенные нами определения цифровой экономики и цифровых технологий (см. выше разд. 1 настоящего доклада), а также собственно определения указанных затрат, соответствующие принципам международных и российских статистических стандартов:

— **затраты на развитие цифровой экономики** — выраженные в денежной форме фактические расходы организаций (внутренние и внешние) и домашних хозяйств на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг;
— **внутренние затраты на развитие цифровой экономики** — совокупность расходов организаций на выполнение собственными силами работ (услуг) по созданию, распространению и использованию цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг, а также домашних хозяйств на использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг.

8.4. Исходя из этих определений, а также с учетом статистической практики России и ведущих стран сформирован перечень видов (элементов) затрат на развитие цифровой экономики в разрезе затрат организаций и домашних хозяйств (табл. 2).

8.5. В настоящее время в рамках федерального статистического наблюдения собираются лишь разрозненные сведения о перечисленных элементах затрат на развитие цифровой экономики. Для нивелирования существующих ограничений и организации сбора недостающих данных разработаны предложения по совершенствованию федерального статистического наблюдения с учетом следующих требований к вносимым изменениям:

— возможность формировать показатель внутренних затрат на развитие цифровой экономики в соответствии с предложенным подходом;

Таблица 2. Состав внутренних затрат на развитие цифровой экономики и предложения по изменениям в федеральном статистическом наблюдении

Виды затрат на развитие цифровой экономики	Измерение в рамках федерального статистического наблюдения	Предложения по изменениям
1. Затраты организаций		
1.1. Оплата труда работников, занятых в процессах создания, распространения и использования цифровых технологий, и страховые взносы		Выделить из состава прочих затрат на информационные и коммуникационные технологии соответствующие показатели
1.2. Обучение работников цифровым навыкам		Уточнить показатель затрат на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием информационных и коммуникационных технологий
1.3. Научные исследования и разработки в области цифровых технологий		Включить показатель внутренних затрат на исследования и разработки в области цифровых технологий в наблюдение за организациями, выполняющими научные исследования и разработки; выделить показатель затрат на оплату услуг сторонних организаций по проведению научных исследований и разработок в области цифровых технологий из состава затрат на оплату услуг сторонних организаций

Продолжение табл. 2

Виды затрат на развитие цифровой экономики	Измерение в рамках федерального статистического наблюдения	Предложения по изменениям
1.4. Приобретение, аренда, обслуживание и ремонт оборудования, связанного с цифровыми технологиями (кроме производственных машин и оборудования)		Выделить из состава затрат на оплату услуг сторонних организаций
1.5. Обслуживание и ремонт производственных машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями		Включить показатель в наблюдение за организациями
1.6. Изготовление собственными силами специального оборудования, связанного с цифровыми технологиями (кроме оплаты труда и страховых взносов)		Включить показатель в наблюдение за организациями
1.7. Приобретение, аренда, модернизация, обновление и техническое сопровождение готового программного обеспечения		Выделить из состава затрат на оплату услуг сторонних организаций
1.8. Разработка программного обеспечения собственными силами (кроме оплаты труда и страховых взносов)		Включить показатель в обследование организаций
1.9. Приобретение цифрового контента		Включить показатель в наблюдение за организациями
1.10. Оплата услуг электросвязи (включая доступ к Интернету)		—
1.11. Другие материальные затраты, связанные с созданием, распространением и использованием цифровых технологий (затраты на сырье		Выделить из состава прочих затрат на информационные и коммуникационные технологии

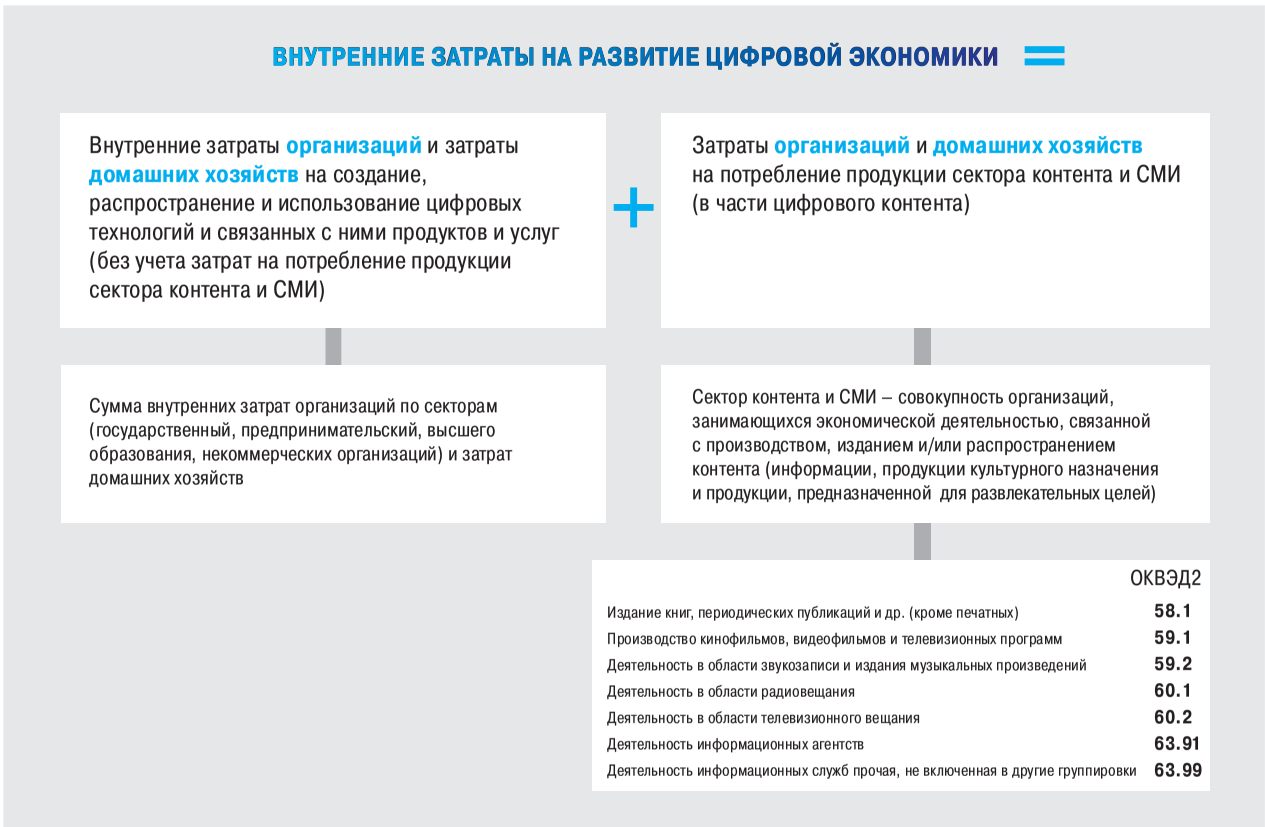
Окончание табл. 2

Виды затрат на развитие цифровой экономики	Измерение в рамках федерального статистического наблюдения	Предложения по изменениям
и материалы, комплектующие изделия и т.д.)		
1.12. Прочие текущие затраты, связанные с созданием, распространением и использованием цифровых технологий (командировочные расходы; налоги, сборы и другие обязательные отчисления, учитываемые в составе затрат на производство продукции, и т.п.)		Выделить из состава прочих затрат на информационные и коммуникационные технологии
2. Затраты домашних хозяйств		
2.1. Обучение цифровым навыкам		Включить показатель в наблюдение за бюджетами домашних хозяйств
2.2. Приобретение, техническое обслуживание, ремонт и аренда оборудования, связанного с цифровыми технологиями		Уточнить состав показателя в наблюдении за бюджетами домашних хозяйств
2.3. Приобретение, обновление, техническое сопровождение и аренда готового программного обеспечения		Включить показатель в наблюдение за бюджетами домашних хозяйств
2.4. Приобретение цифрового контента		Включить показатель в наблюдение за бюджетами домашних хозяйств
2.5. Оплата услуг электросвязи (включая доступ к Интернету)		—

 — измеряется;  — измеряется частично;  — не измеряется.

Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Рис. 10. Алгоритм экспериментального расчета внутренних затрат на развитие цифровой экономики



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

Рис. 11. Внутренние затраты на развитие цифровой экономики (% к ВВП)



Источник: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

— возможность декомпозиции показателя внутренних затрат на развитие цифровой экономики в различных аналитических разрезах, в том числе по источникам финансирования;
— непрерывность динамических рядов по основным показателям затрат на ИКТ.

Кроме того, для корректного расчета внутренних затрат на развитие цифровой экономики следует распространить сбор данных по элементам затрат на все виды экономической деятельности. Предлагаемые изменения касаются нескольких отраслей социально-экономической статистики: информационного общества,

науки, образования, уровня жизни населения. Исходя из изложенных выше принципов, сложившейся методологии федерального статистического наблюдения (и имеющихся ограничений) проведен экспериментальный расчет внутренних затрат на развитие цифровой экономики (рис. 10).

86. По нашей оценке, объем внутренних затрат на развитие цифровой экономики в 2017 г. составил 3324,1 млрд руб., или 3,6% ВВП (рис. 11). Это примерно соответствует величине, запланированной в программе «Цифровая экономика Российской Федерации» на 2022 г., и опережает расходы на здравоохранение, науку и дорожное хозяйство.

87. Предложенные подходы к оценке внутренних затрат на развитие цифровой экономики носят оригинальный характер и могут стать вкладом в создание соответствующих статистических стандартов на площадке профильных международных организаций (ОЭСР, Евростата, Международного союза электросвязи) в рамках формирования международной системы статистического измерения цифровой экономики.

Источники

Всемирный банк (2016*а*). Развитие цифровой экономики в России. <http://www.vsemirnyjbank.org/ru/events/2016/12/20/developing-the-digital-economy-in-russia-international-seminar-1> (дата обращения: 17.03.2019).

Всемирный банк (2016*б*). Цифровые дивиденды. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23347/210671RuSum.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).

Земцов С.П. (2018). Потенциальная роботизация и экономика незнания в регионах России. XIX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: НИУ ВШЭ. <https://conf.hse.ru/2018/program/> (дата обращения: 28.09.2018).

ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (2018). Вклад цифровизации в рост российской экономики // Информационный бюллетень. Сер. «Цифровая экономика». 2018. <https://issek.hse.ru/news/221125086.html> (дата обращения: 22.03.2019).

ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (2019). Индекс цифровизации бизнеса // Информационный бюллетень. Сер. «Цифровая экономика». 2018. <https://issek.hse.ru/news/244878024.html> (дата обращения: 26.03.2019).

НИУ ВШЭ (2018*а*). Перспективная модель государственной статистики в цифровую эпоху: доклад к Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 10–13 апреля 2018 г. / гл. ред. Л.М. Гохберг. М.: Изд. дом НИУ ВШЭ, 2018.

НИУ ВШЭ (2018*б*). Технологическое будущее российской экономики: доклад к XIX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 10–13 апреля 2018 г. / гл. ред. Л.М. Гохберг: Изд. дом НИУ ВШЭ, 2018.

НИУ ВШЭ (2018*в*). Индикаторы цифровой экономики: 2018: стат. сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2018.

НИУ ВШЭ (2018*г*). Цифровая экономика: 2019: краткий стат. сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019.

Портал «Госуслуги» (2019). <https://www.gosuslugi.ru> (дата обращения: 15.03.2019).

РАНХиГС (2019). Государство как платформа: Люди и технологии / под ред. М.С. Шклярук. М: РАНХиГС, 2019. С. 111. <https://www.ranepa.ru/images/News/2019-01/16-01-2019-GovPlatform.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

РАЭК (2017). Экономика Рунета / Цифровая экономика России 2017. <http://raec.ru/upload/files/de-itogi_booklet.pdf> (дата обращения: 05.06.2018).

Росстат, НИУ ВШЭ (2018). Информационное общество в Российской Федерации. 2018: стат. сборник. <https://issek.hse.ru/news/234186392.html> (дата обращения: 22.03.2019).

РОСТЕХ (2017). «Вертолеты России» переходят на цифровое производство. <https://rostec.ru/news/4521707/> (дата обращения: 15.03.2019).

УАЗ (2018) «Цифровая трансформация»: УАЗ представил новые производственные технологии // Панорама УАЗ, 2018. <http://life.uaz.ru/upload/iblock/ede/ede709a597f6441a1058cdc6e01a38af.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

ЦСР (2018). Государство как платформа. (Кибер) государство для цифровой экономики. Цифровая трансформация. <https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/05/GOSUDARSTVO-KAK-PLATFORMA_internet.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

ARK Invest (2017). Industrial Robot Cost Decline. <https://ark-invest.com/research/industrial-robot-costs> (дата обращения: 13.03.2019).

Arntz M., Gregory T., Zierahn U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Paper No. 189. Paris: OECD Publishing, 2016.

Australian Government (2009). Australia's Digital Economy: Future Directions. <https://www.oaic.gov.au/images/documents/migrated/migrated/sub_broadband_digital_economy.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).

Australian Government (2019). Digital Sourcing Policies. <https://www.dta.gov.au/help-and-advice/ict-procurement/digital-sourcing-framework-ict-procurement/digital-sourcing-policies> (дата обращения: 13.03.2019).

Backblaze (2017). Hard Drive Cost Per Gigabyte. <https://wwbundew.backblaze.com/blog/hard-drive-cost-per-gigabyte/> (дата обращения: 13.03.2019).

Barrangou R. (2015). Diversity of CRISPR-Cas Immune Systems and Molecular Machines // Genome Biology. 2015. <https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13059-015-0816-9#Bib1> (дата обращения: 15.03.2019).

BCG (2017*a*). Россия 2025: от кадров к талантам. <http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills_Outline_web_tcm26-175469.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).

BCG (2017*b*). New Business Models For A New Global Landscape. November, 2017. <https://www.bcg.com/publications/2017/globalization-new-business-models-global-landscape.aspx> (дата обращения: 17.03.2019).

BCG (2018). The Impact of Artificial Intelligence (AI) on the Financial Job Market. <http://image-src.bcg.com/Images/BCG-CDRF-The-Impact-of-AI-on-the-Financial-Job-Market_Mar%202018_ENG_tcm9-187843.pdf> (дата обращения: 28.09.2018).

Bpifrance (2019). Le Fonds Ambition Numérique: pour qui? Pourquoi? <https://www.bpifrance.fr/A-la-une/Actualites/Le-Fonds-Ambition-Numerique-pour-qui-Pourquoi-29974> (дата обращения: 13.03.2019).

Bringsjord S., Govindarajulu N.S. (2018). Artificial Intelligence // The Stanford Encyclopedia of Philosophy / E.N. Zalta (ed.). <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/artificial-intelligence/> (дата обращения: 11.02.2019).

British Computer Society (2013). The Digital Economy. <https://policy.bcs.org/position_statements/digital-economy> (дата обращения: 17.03.2019).

Brynjolfsson E., Mitchell T. (2017). What can Machine Learning Do? Workforce Implications // Science. 2017. Vol. 358. No. 6370. P. 1530–1534.

BMWi (2017). Digital Motorway Test Bed. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/DG/digital-motorway-test-bed.html> (дата обращения: 13.03.2019).

BMWi (2019). Die Wirtschaft bei der Digitalisierung beobachten. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/monitoring-wirtschaft-digital.html> (дата обращения: 24.03.2019).

Business Korea (2018). Korean Gov't Unveils Blockchain Technology Development Strategy. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=23184> (дата обращения: 13.03.2019).

Capgemini (2018). What is Digital Farming? Discussion with Tobias Menne, Head Digital Farming Unit, BASF. <https://www.capgemini.com/2018/04/

what-is-digital-farming-discussion-with-tobias-menne-head-of-digital-farming-basf/> (дата обращения: 17.03.2019).
Cedefop (2016). Digitalisation and Digital Skill Gaps in the EU Workforce. <http://www.cedefop.europa.eu/files/esj_insight_9_digital_skills_final.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).
Cisco (2016). Where to Begin Your Journey to Digital Value in the Private Sector Economic Analysis. <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/value-at-stake.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).
Dai Q., Shin E., Smith C. (2018). Open and Inclusive Collaboration in Science: A Framework. OECD Science, Technology and Industry Working Papers. No. 2018/07. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2dbff737-en> (дата обращения: 15.03.2019).
Deloitte (2019). What is Digital Economy? <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html> (дата обращения: 17.03.2019).
Die Bundesregierung (2018). Nationale KI-Strategie. <https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html> (дата обращения: 13.03.2019).
DigitalGov (2018). An Overview of the Technology Modernization Fund (TMF). <https://digital.gov/event/2018/05/22/an-overview-technology-modernization-fund-tmf/> (дата обращения: 13.03.2019).
DIN (2017). German Standardization Roadmap on Industry 4.0 Version 3. <https://www.din.de/blob/65354/57218767bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).
EDF (2019). The Digitalization Opportunity Executives Can't Afford to Miss. EDF, Isabel Mogstad. 2019. <https://www.edf.org/blog/2019/02/14/digitalization-opportunity-executives-cant-afford-miss> (дата обращения: 17.03.2019).
European Commission (1999). Prodi Launches “eEurope” Initiative to Accelerate Europe's Transformation into an Information Society. <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-99-953_en.htm> (дата обращения: 24.03.2019).
European Commission (2010). The European eGovernment Action Plan 2011–2015. Harnessing ICT to Promote Smart, Sustainable & Innovative Government. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0743:FIN:EN:PDF> (дата обращения: 17.03.2019).
European Commission (2014). Expert Group on Taxation of the Digital Economy. <https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/good_governance_matters/digital/report_digital_economy.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).
European Commission (2017). Digital Single Market. Policy. Country information — United Kingdom. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/country-information-united-kingdom> (дата обращения: 13.03.2019).

European Commission (2018*a*) Digital Economy. <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/digital-economy> (дата обращения: 17.03.2019).
European Commission (2018*b*). ICT Innovation Vouchers Scheme for Regions. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/ict-innovation-vouchers-scheme-regions> (дата обращения: 13.03.2019).
European Parliament (2015). Challenges for Competition Policy in a Digitalised Economy. <http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542235/IPOL_STU%282015%29542235_EN.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).
Fayyaz S. (2018). A review on measuring digital trade & e-commerce as new economic statistics products. The 16th Conference of IAOS. <http://www.oecd.org/iaos2018/programme/IAOS-OECD2018_Fayyaz.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).
Federal Aviation Administration (2018). UAS Integration Pilot Program. <https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/integration_pilot_program/> (дата обращения: 13.03.2019).
Forbes (2018). How AI Builds A Better Manufacturing Process. <https://www.forbes.com/sites/insights-intelai/2018/07/17/how-ai-builds-a-better-manufacturing-process/#6eade97e1e84> (дата обращения: 25.03.2019).
France Diplomatie (2017). Stratégie Internationale de la France pour le numérique. <https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/strategie_numerique_a4_02_interactif_cle445a6a.pdf> (дата обращения: 24.03.2019).
Frey C.B., Osborne M.A. (2017). The Future Of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? // Technological Forecasting and Social Change. 2017. No. 114. P. 254–280. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516302244> (дата обращения: 04.06.2018).
Gartner (2018*a*). 4 Steps to Develop Digital Dexterity in Your Workplace. <https://www.gartner.com/binaries/content/assets/events/keywords/digital-workplace/pcce13/4_steps-infographics-3.pdf> (дата обращения: 15.06.2018).
Gartner (2018*b*). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/> (дата обращения: 17.03.2019).
Global Education Futures Report (2018). Образование для сложного общества. <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNiTXpUZ2QwZktiR0pzSmJR/view> (дата обращения: 03.09.2018).
GOV.UK (2013). Government Digital Strategy. December 2013. <https://www.gov.uk/government/publications/government-digital-strategy/government-digital-strategy> (дата обращения: 18.03.2019).
GOV.UK (2014). Service Manual / Digital Service Standard. <https://www.gov.uk/service-manual/service-standard> (дата обращения: 13.03.2019).

GOV.UK (2018*a*). Beneficiary Terms & Conditions Gigabit Broadband Voucher Scheme. <https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/wp-content/uploads/2018/03/GBVS-Beneficiary-Terms-and-Conditions-3.0.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).

GOV.UK (2018*b*). Introduction to Sector Deals. <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-sector-deals/introduction-to-sector-deals> (дата обращения: 13.03.2019).

Graaf B., Kan A., Molenaar H. (2017). The Dutch National Research Agenda in Perspective. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2017.

GSA (2017). Technology Purchasing Programs. <https://gsa.federalschedules.com/industries/gsa-it-schedule-70/> (дата обращения: 13.03.2019).

Gunning D. (2017). Explainable Artificial Intelligence. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). <https://www.cc.gatech.edu/~alanwags/DLAI2016/(Gunning)%20IJCAI-16%20DLAI%20WS.pdf> (дата обращения: 15.02.2019).

Insolar (2019). Insolar: Distributed Business Network. <https://ins.world> (дата обращения: 17.03.2019).

Intel (2019). Intel-Powered AI Helps Prevent Manufacturing Errors. <https://www.intel.com/content/www/us/en/manufacturing/article/factories-improve-uptime.html> (дата обращения: 13.03.2019).

IoT ONE (2016). Decreasing Cost of IoT Sensors: Will It Accelerate the IoT Adoption? <https://www.iotone.com/guide/decreasing-cost-of-iot-sensors-will-it-accelerate-the-iot-adoption/g472> (дата обращения: 13.03.2019).

ITU (2019). Focus Group on Technologies for Network 2030. <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Pages/default.aspx> (дата обращения: 13.03.2019).

McKinsey (2015). The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. June 2015. <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20internet%20of%20things%20the%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/the-internet-of-things-mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx> (дата обращения: 17.03.2019).

McKinsey (2017*a*). A Future That Works: Automation, Employment and Productivity. <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Executive-summary.ashx> (дата обращения: 04.06.2018).

McKinsey (2017*b*). Jobs Lost, Jobs Gained: What the Future of Work Will Mean for Jobs, Skills, and Wages. <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/future%20of%20organizations/what%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20

and%20wages/mgi-jobs-lost-jobs-gained-report-december-6-2017.ashx> (дата обращения: 28.09.2018).
McKinsey (2017*c*). What Shoppers Really Want from Personalized Marketing. October, 2017. <https://www.mckinsey.com/business-functions/%20marketing-and-sales/our-insights/what-shoppers-really-want-from-personalized-marketing> (дата обращения: 17.03.2019).
McKinsey (2018). Notes from the AI frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy. <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-2018.ashx> (дата обращения: 28.09.2018).
Medium (2018). The Digital Twin: Powerful Use Cases for Industry 4.0. Data Driven Investor — Medium, 2018. <https://medium.com/datadriven investor/the-digital-twin-powerful-use-cases-for-industry-4-0-cdf5b0ebf8ae> (дата обращения: 17.03.2019).
NSF (2018). Platforms for Advanced Wireless Research. <https://advancedwireless.org/> (дата обращения: 13.03.2019).
NTIA (2018). The President's National Spectrum Strategy Will Give America a Boost in 5G. <https://www.ntia.doc.gov/blog/2018/president-s-national-spectrum-strategy-will-give-america-boost-5g> (дата обращения: 13.03.2019).
OECD (2015*a*). Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy, Action 1 – 2015 Final Report. Paris: OECD Publishing, 2015.
OECD (2015*b*). Making Open Science a Reality. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers. No. 25. Paris: OECD Publishing, 2015.
OECD (2016). Skills for a Digital World. <http://www.oecd.org/els/emp/Skills-for-a-Digital-World.pdf> (дата обращения: 17.03.2019).
OECD (2017). OECD Digital Economy Outlook 2017. <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/9317011e.pdf> (дата обращения: 24.03.2019).
OECD (2018). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to Technological and Societal Disruption. OECD Publishing, 2018.
OECD (2019*a*). Going Digital: Making the Transformation Work for Growth and Well-being. <http://www.oecd.org/going-digital/project/> (дата обращения: 13.03.2019).
OECD (2019*b*). Vectors of Digital Transformation. OECD Digital Economy Papers No. 273. Paris: OECD Publishing, 2019.
OPAL (2019). OPAL's National Citizen Science Surveys. <https://www.opalexplorenature.org/surveys> (дата обращения: 13.03.2019).

PTC (2019). *Immerman D.* Digital Twin Predictions: The Future Is Upon Us // Industrial Internet of Things – PTC, 2019. <https://www.ptc.com/en/product-lifecycle-report/digital-twin-predictions> (дата обращения: 17.03.2019).

PwC (2018). IT Investment Incentive for "Connected Industries". <https://www.pwc.com/jp/en/taxnews/pdf/jtu-20180821-en-138.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).

Robosapiens (2017). Бионические протезы: история, принцип работы, последние достижения. <https://robo-sapiens.ru/stati/bionicheskie-protezyi/> (дата обращения: 15.03.2019).

RoboTrends (2019). Что такое экзоскелет? <http://robotrends.ru/robopedia/chto-takoe-ekzoskelet> (дата обращения: 15.03.2019).

Rusbase (2017). Что такое Open Banking? <https://rb.ru/longread/chto-takoe-open-banking/> (дата обращения: 15.03.2019).

TechCrunch (2019). China's Social Credit System Won't Tell You What You Can Do Right. <https://techcrunch.com/2019/01/28/china-social-credit/> (дата обращения: 17.03.2019).

Telegraph (2019). China Trials "Deadbeat Map" App to Monitor Citizens' Debts as Part of Social Credit Score System. The Telegraph UK. 2019. <https://www.telegraph.co.uk/news/2019/01/24/china-trials-deadbeat-map-app-monitor-citizens-debts-part-social/> (дата обращения: 17.03.2019).

TESCO (2019). Tesco Labs: Delivery Saver. <https://ifttt.com/tesco> (дата обращения: 17.03.2019).

The Economist (2014). Technology Isn't Working. <https://www.economist.com/news/special-report/21621237-digital-revolution-has-yet-fulfil-its-promise-higher-productivity-and-better> (дата обращения: 17.03.2019).

The Netherlands Enterprise Agency (2016). Korea's Innovative Technology Transfer Platform for SMEs. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Korea%27s%20Innovative%20technology%20transfer%20platform%20for%20SMEs.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).

TPA Global (2018). Analyzing Value Chains in Business Models Impacted by the Digital Economy // Global Tax Technology. 2018. <https://www.tpa-global.com/nieuws/2018-08-02/analyzing-value-chains-in-business-models-impacted-by-the-digital-economy> (дата обращения: 17.03.2019).

Tremblay S., Iturria-Medina Y., Mateos-Pérez J.M., Evans A.C., De Beaumont L. (2017). Defining a Multimodal Signature of Remote Sports Concussions // Eur J Neurosci. 2017. Vol. 46. P. 1956–1967.

WEF (2016). What is Competitiveness? <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/what-is-competitiveness/> (дата обращения: 14.03.2019).

WEF (2018*a*). Digital Transformation Initiative. Unlocking $100 Trillion for Business and Society from Digital Transformation. Executive summary. P. 12. <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).

WEF (2018*b*). The Global Competitiveness Report / K. Schwab (ed.). P. 484–485. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).

Wyss Institute (2018). Human Organs-on-Chips. Wyss Institute for Biology and Engineering, 2018. <https://wyss.harvard.edu/technology/human-organs-on-chips/> (дата обращения: 15.03.2019).

Научное издание

Что такое цифровая экономика?
Тренды, компетенции, измерение

Доклад НИУ ВШЭ

Подписано в печать 04.04.2019. Формат 60×88 1/16. Гарнитура Newton
Усл. печ. л. 5,1. Уч.-изд. л. 4,2. Тираж 250 экз. Изд. № 2279

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, 20
Тел.: +7 (495) 772-95-90 доб. 15285