

# Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС

Ю.В. Туровец 

E-mail: yturovecz@hse.ru

К.О. Вишневский 

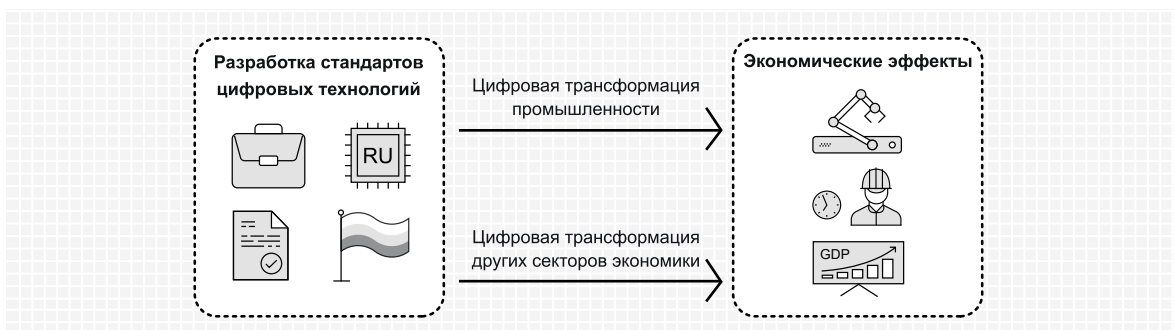
E-mail: kvishnevsky@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

## Аннотация

Одной из задач цифровой повестки является внедрение цифровых технологий в секторах экономики. Ввиду необходимости обеспечения высокого уровня совместимости продуктов и элементов в сложных системах стандартизация выходит на первый план для бизнеса и государства, что особенно важно для отраслей обрабатывающей промышленности, где стандарты служат инструментом модернизации и ускорения инноваций. В статье рассмотрен зарубежный опыт стандартизации цифрового производства. На основе сравнительного анализа политик стандартизации Германии, Китая, Республики Корея, США и Японии изучены основные подходы к стандартизации «умного» (цифрового) производства и с учетом степени участия государства в процессах стандартизации разработаны основные национальные модели стандартизации. Построение модели основывается на оценке наличия инициатив в сфере промышленности, цифровизации и системы стандартизации, эталонной архитектуры цифрового производства, а также сотрудничества стран в области цифрового производства. Также представлен обзор международных инициатив стандартизации, прежде всего в рамках ИСО и МЭК. С учетом сложившейся системы взаимодействия дана оценка российской практике цифровизации производства и стандартизации. В России реализуется третья модель, характерная также для Китая. С учетом результатов анализа сформулированы рекомендации для России в части интенсификации усилий по встраиванию в международную повестку стандартизации, а также разработки российских стандартов в сфере цифровых технологий как основы для цифровой трансформации секторов экономики и достижения связанных с ней экономических эффектов.

## Графическая аннотация



**Ключевые слова:** цифровая экономика; цифровое производство; стандартизация; эталонная архитектура; международные организации по стандартизации.

**Цитирование:** Туровец Ю.В., Вишневецкий К.О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 3. С. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96

## Введение

**Ц**ифровизация является центральным элементом современной инновационной и промышленной политики и порождает существенные изменения в различных видах экономической деятельности. Трансформация отраслей на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) приводит к реорганизации самого производства и бизнес-процессов компании, упрощая совместную работу участников в условиях глобального рынка [1, 2]. При этом отсутствие стандартов рассматривается в качестве сдерживающего фактора цифровизации.

Влияние цифровизации на технологическую модернизацию различных секторов охватывает несколько аспектов. С одной стороны, цифровая трансформация может приводить к созданию новых концепций управления бизнес-процессами при несущественном изменении набора технологий. Тем не менее, требуется перестройка системы управления, а также интеграция автоматизированных систем с оборудованием [3]. С другой стороны, в результате внедрения цифровых технологий полностью меняется технологическая архитектура компании [4, 5]. В обоих случаях стандарты оказывают решающее влияние на распространение технологий и их использование, что требует более детального изучения роли стандартов в цифровой повестке стран.

Цифровизация как область научного исследования находится в процессе становления. В существующей литературе наряду с термином «цифровое производство» также используются такие понятия, как «умное» производство, киберфизические системы, Индустрия 4.0, интеллектуальное производство. Цифровое производство представляет собой комплексную систему, объединяющую производственные и информационные технологии, и способствует оптимизации производственных операций, а также ускорению разработки продукта в виртуальной (цифровой) среде. В более широком смысле это концепция эффективного использования массива данных, поступающих с различных устройств — сенсоров, датчиков и др. К числу основных цифровых

технологий относятся киберфизические системы, облачные вычисления, интернет вещей, анализ больших данных, цифровое моделирование, аддитивное производство, виртуальная реальность [6, 7]. Несмотря на общий набор технологий, их применение в секторах существенно различается, что оказывает влияние на инновационную активность предприятий [8].

Исходя из этого, в контексте статьи стандарты рассматриваются как механизм инновационно-промышленной политики по ускорению внедрения цифровых технологий в отраслях промышленности. На основе сравнительного анализа национальных инициатив Германии, Китая, Республики Корея, США и Японии сформированы три основных модели, описывающие деятельность в области стандартизации цифрового производства. В качестве входных параметров рассмотрены подходы стран в области цифрового производства и стандартизации (наличие инициатив в сфере промышленности, цифровизации и стандартизации), а также национальные системы стандартизации, наличие эталонной архитектуры цифрового производства и сотрудничество стран в области цифрового производства. Страновой анализ дополнен обзором международной системы стандартизации и определением позиций России. На основе оценки российской и зарубежной политики в области цифровизации и стандартизации сформулированы рекомендации для России.

## 1. Цифровое производство в контексте стандартизации

Цифровизация — основа технологической модернизации в секторах экономики [8]. В связи с этим внимание к тематике умного производства со стороны государства, бизнеса и научных кругов существенно возросло, что подтверждается разработкой национальных программ цифровизации, корпоративных стратегий цифровой трансформации, а также ростом количества научных публикаций в этой области. В имеющейся литературе рассматривается несколько подходов к изучению цифрового производства, включая технологические

тренды [9–11], направления построения цифровой архитектуры на предприятии [6, 12], различные эффекты внедрения цифровых технологий [7, 13]. Другие работы посвящены технологическим проблемам, связанным с внедрением информационных технологий в производство [14, 15]. Вместе с тем наблюдается нехватка исследований, посвященных оценке влияния отдельных механизмов поддержки на развитие цифрового производства, в частности стандартизации.

В условиях ускорения инновационного цикла стандарты и деятельность по их разработке становятся инструментом решения комплексных проблем, особенно в высокотехнологичных секторах промышленного производства [16, 17]. Основываясь на консенсусе, открытости и прозрачности, стандартизация позволяет заинтересованным сторонам договариваться о технических спецификациях и возможностях применения новых технологий [18, 19]. Более того, стандарты являются механизмом распространения инноваций, что обеспечивает гармонизацию технологических решений в сложных системах, их тиражируемость и подтверждение соответствия предъявляемым требованиям (безопасности, совместимости и др.) [20].

Таким образом, использование стандартов упрощает трансфер знаний и способствует дальнейшей разработке инновационных решений [18, 21]. Наряду с этим массовое проникновение информационных технологий требует совместимости систем, продуктов и услуг в масштабах глобального рынка, ключевым инструментом обеспечения которой являются стандарты [22, 23]. С другой стороны, стандарты также могут выступать в качестве индикаторов эффективности реализации проектов, в том числе поддержанных государством. Разработка стандартов позволяет стимулировать разработку новых технологических решений и совершенствование существующих [20].

Стандарты, регулирующие внедрение и использование решений на основе информационно-коммуникационных технологий, отличаются рядом характеристик. Во-первых, используемые в высокотехнологичном оборудовании информационно-коммуникационные технологии нередко охватывают аппаратную и программную части, которые могут быть разработаны различными поставщиками различными способами, но, тем не менее, должны обеспечивать интероперабельность [22]. Во-вторых, переход на новые информационные системы сопровождается высокими расходами и

перенастройкой всех систем производства, интеграцией с действующими системами, обучением сотрудников и др. В-третьих, сетевые эффекты и их экономические результаты достигаются при условии увеличения числа пользователей [23].

Большинство исследований в секторе ИКТ анализируют стандарты, созданные преимущественно в отраслевых консорциумах, в то время как стандартизации в промышленности и, прежде всего, в секторе машиностроения уделяется меньше внимания. Вместе с тем машиностроительный комплекс выпускает продукцию с высокой добавленной стоимостью, а компании этого сектора активно участвуют в официальных организациях по стандартизации [24].

Все действующие стандарты можно разделить на два класса – стандарты «де-факто» и стандарты «де-юре». Стандарты «де-юре» или формальные стандарты разрабатываются организациями, устанавливающими стандарты (*standard-setting organizations, SSO*) или специальными организациями по разработке стандартов (*standard developing organization, SDO*) [24]. Стандарты «де-факто» возникают в результате рыночной конкуренции и продвигаются в основном частными компаниями [17]. На фоне конвергенции технологий возникают новые формы взаимодействия, такие как консорциумы и альянсы, которые встраиваются в формальные процессы стандартизации [19, 25].

Функции государства в области стандартизации связаны преимущественно с координацией процессов разработки стандартов и снижением рисков для участников. Государственные институты способствуют развитию партнерства и созданию альянсов на национальном уровне, часто выступая инициаторами их создания [20]. Модернизация промышленности, в свою очередь, приводит к совершенствованию процессов, связанных с разработкой стандартов, в частности к переносу различных функций в цифровую среду и созданию цифровых стандартов.

Данная работа посвящена стандартизации как механизму стимулирования цифровизации со стороны государства и дополняет литературу, связанную с инновационной политикой в условиях цифровизации. По результатам анализа национальных кейсов цифровизации промышленности ведущих стран и их сопоставления с российской повесткой разработаны рекомендации для России по стандартизации и внедрению цифровых технологий в производство.

## 2. Международный опыт в области цифрового производства и стандартизации

### 2.1 Национальная политика в области цифровизации

Для выбора стран и дальнейшего анализа национальных политик в области цифровизации был использован индекс Всемирного экономического форума «Готовность к будущему производства 2018». Построение индекса осуществляется в разрезе двух параметров – структуры и драйверов производства, каждый из которых включает ряд уточняющих индикаторов. В рамках данной работы рассмотрены два критерия – масштаб (относится к параметру структуры производства) и технологии и инновации (относится к драйверам производства). Первый критерий характеризует масштаб деятельности и, соответственно, максимальный охват производственных предприятий, которые могут использовать стандарты, второй – технологическое развитие стран (таблица 1) [26].

Таблица 1.

#### Рейтинги ведущих стран в области промышленного производства

Страна	Масштаб, место в рейтинге	Технологии и инновации, место в рейтинге
США	10	1
Германия	4	8
Япония	5	16
Республика Корея	2	17
Китай	1	25

Источник: [26].

Лидерами являются Германия и США, так как они входят в первую десятку по обоим критериям, а также Китай, Республика Корея и Япония – в разрезе масштаба производственной деятельности. Устойчивые позиции стран в области цифрового производства обусловлены наличием национальных промышленных стратегий и целенаправленной политики в области стандартизации.

Оценка стандартизации на национальном уровне производилась с учетом следующих параметров: национальная система стандартизации, стратегии развития промышленности и цифровизации, инициативы по стандартизации, наличие собственной эталонной архитектуры, соответствующие международные инициативы. На основе данных факторов были выделены три модели стандартизации: рыноч-

ная (США, Республика Корея), основанная на государственно-частном партнерстве (Германия, Япония), государственная (Китай). Результаты анализа приведены ниже.

#### Национальная модель стандартизации

Максимальное участие бизнеса в стандартизации характерно для американского подхода. При этом государственные институты США выполняют роль координатора, создавая регуляторную основу и содействуя проведению исследований и экспертизы [27].

Вторая модель, основанная на государственно-частном партнерстве, предполагает более широкое участие государства, промышленных ассоциаций, а также крупных исследовательских организаций. Эта модель характерна для Германии, Республики Корея и Японии [28]. При этом немецкий подход характеризуется большим фокусированием на технологических аспектах [29]. При высокой доли Японии в глобальных цепочках стоимости страна недостаточно представлена в транснациональных консорциумах и альянсах, возглавляемых американскими фирмами. Тем не менее, существует несколько коллабораций японских фирм с европейскими, азиатскими и американскими партнерами [30].

Китайская модель базируется на широком участии государства, которое финансирует и координирует различные проекты в рамках стратегии «Стандарты Китая 2035» (*Chinese Standards 2035*), основное внимание которой направлено на активизацию исследований и разработок. Разработка собственных стандартов обусловлена как внешними факторами, так и необходимостью модернизации промышленности. Китай активно участвует в международной деятельности по стандартизации, в особенности в сфере технологий 5G [31].

#### Подходы стран в области цифрового производства и стандартизации

Стандартизация считается одним из современных инструментов решения экономических задач промышленного развития. Опыт Германии показывает, что наряду с научно-исследовательской деятельностью и информационной инфраструктурой стандарты обеспечивают конкурентные позиции страны, при этом немецкий бизнес традиционно является драйвером этих процессов [32]. Цифровизация промышленности способствует сохранению

устойчивых позиций Германии по экспорту товаров с высокой добавленной стоимостью [33]. Лидирующие позиции в глобальных производственных цепочках зафиксированы в качестве основной цели для США и Республики Корея, тогда как усилия Китая сфокусированы в большей мере на структурных изменениях на основе цифровых технологий [34].

Цифровые повестки большинства ведущих стран, помимо самих стратегий, включают отдельные инициативы по стандартизации промышленности. Такие инициативы направлены на создание стандартов и их международное продвижение, т.е. тиражирование разработок и построение на их основе цифровых производств. Проекты по стандартизации охватывают широкий спектр направлений деятельности, включая тестирование бизнес-моделей и сценариев внедрения новых технологий (например, Сети лабораторий Индустрии 4.0 – The Labs Network Industrie 4.0 – в Германии), а также решение операционных вопросов внедрения цифровых технологий в производство (Платформа Индустрии 4.0 – Plattform Industrie 4.0 – в Германии). В рамках таких государственно-частных партнерств правительство осуществляет стратегическое руководство и интегрирует участников в единую систему [35].

В цифровизации промышленности на текущий момент существуют два доминирующих подхода – немецкий и американский. Первый в большей степени сосредоточен на производственных аспектах (аппаратной части) цифровизации и встраивании киберфизических систем, в то время как подход США и глобальных консорциумов рассматривает цифровизацию промышленности более широко, как часть экосистемы промышленного интернета в отраслях экономики.

В условно рыночной модели большая часть стандартов разрабатывается в консорциумах и альянсах, наиболее крупным из которых является Консорциум промышленного интернета (The Industrial Internet Consortium, ИИ), основанный в 2014 году в США ведущими корпорациями. В рамках ИИ создана эталонная архитектура для интернета вещей в промышленности, здравоохранении, энергетике, транспорте и сфере общественных услуг. Участие в консорциуме позволяет компаниям получать доступ к испытательным стендам и знакомиться с регуляторной базой в области новых технологий. Аналогичную поддержку предоставляют другие международные отраслевые консорциумы и альянсы [36].

Наряду с бизнес-инициативами, в США действу-

ют и государственные программы, связанные, в том числе, и со стандартизацией. Так, в рамках программы “Manufacturing USA” создан Инновационный институт цифрового производства и проектирования (DMDII), который финансируется Министерством обороны США и координируется Национальным институтом стандартов и технологий. Это площадка для проведения совместных исследований, коммерциализации и тестирования новых решений для различных секторов промышленности [36]. В рамках институтов создаются эффективные и тиражируемые решения для предприятий за счет консолидации усилий министерств, частных компаний, университетов и исследовательских институтов [37].

Остальные страны в значительной мере реализуют схожие с Германией и США проекты. Так, в Республике Корея действует инициатива «Производственные инновации Кореи 3.0» (The Korean Manufacturing Innovation 3.0) как часть комплексной стратегии по развитию креативной экономики. С учетом промышленной специализации регионов создано 17 инновационных центров по ключевым цифровым технологиям, руководство которыми осуществляют национальные корпорации (судостроение/машиностроение, текстиль/электроника – Hyundai Heavy Industries, «умное» производство – Samsung, автомобилестроение – Hyundai, Kia Motors) [37, 38].

В Японии действует частный консорциум в области интернета вещей (IoT Acceleration Consortium). С другой стороны, ряд инициатив реализует и правительство страны (Industrial Value Chains Initiative, IVI). Инициатива IVI была запущена в 2015 году как платформа для сотрудничества национальных производственных компаний и координируется Министерством экономики, торговли и промышленности. В рамках платформы собраны кейсы и сценарии использования различных технологий «умного» производства, что позволяет формировать гибкие стандарты и модели, которые могут быть использованы в различных видах деятельности. Рабочие группы в области стандартизации каждой из инициатив координируют свою деятельность друг с другом [39]. Государству принадлежит ведущая роль в продвижении стандартов в области робототехники в различных секторах внутри страны и в глобальном масштабе. Это связано с тем, что робототехника является одним из пяти национальных приоритетов Японии в долгосрочной перспективе и закреплена в «Инициативе робототехнической революции» [40].

Китай следует третьему подходу, который характеризуется разработкой собственной модели цифровизации на основе объединения лучших мировых практик, при лидирующей роли государства. Основная задача состоит не только в модернизации, но и в радикальной структурной трансформации промышленности, увеличении добавленной стоимости и переориентации на высокотехнологичную продукцию [36]. С точки зрения внешнего контура, активная государственная поддержка строится на двустороннем сотрудничестве с лидерами (Германией и США), при этом разработана стратегия «Стандарты Китая 2035» по созданию собственных стандартов путем активизации усилий в области исследований и разработок [41].

Несмотря на сходство национальных целей по стандартизации, различия в экономических и технических условиях в разных странах требует применения разных механизмов. В большинстве стран наиболее подходящим механизмом реализации проектов в области цифровых технологий является государственно-частное партнерство.

#### **Эталонная архитектура цифрового производства**

Эталонные архитектуры в большей мере характерны для сферы информационно-коммуникационных технологий. В контексте «умного» производства данный термин означает «модель для класса архитектур», т.е. совокупность правил и принципов для описания физических систем в цифровой среде [42].

Ведущие страны разрабатывают собственные эталонные модели в промышленности, однако основными из них являются Эталонная архитектура Индустрии 4.0 (Reference Architectural Model Industrie 4.0, RAMI 4.0) Германии и Эталонная архитектура промышленного интернета вещей «Industrial Internet Reference Architecture» (Industrial Internet Reference Architecture, IIRA), разработанная консорциумом ИС. Так, в Японии на принципах RAMI действует Эталонная архитектура для промышленных цепочек стоимости (Industrial Value Chain Reference Architecture, IVRA) [43]. В Республике Корея эталонная архитектура «умной» фабрики ориентирована на малый и средний бизнес (Smart Factory Reference Model) [44].

Китай разрабатывает собственную модель — Эталонную архитектуру для умного производства Китая (China Intelligent Manufacturing System

Architecture, IMSA). При этом в рамках двустороннего сотрудничества между Китаем и Германией предусмотрена гармонизация двух моделей, что определяет ориентацию на принципы немецкого подхода. [45].

#### **Сотрудничество стран в области цифрового производства**

Для продвижения своих подходов в области цифровизации производства страны-лидеры формируют партнерские сети с экономическими и торговыми партнерами на основе двусторонних отношений.

Германия развивает сотрудничество с Китаем в рамках совместной комиссии по стандартизации («Sino-German Commission on Standardization Cooperation»), Японией — в рамках инициатив «Plattform 4.0» и «Robot Revolution Initiative», Кореей — в рамках совместной инициативы «Smart Factory Web» [45–48]. Для объединения усилий на наднациональном уровне в 2017 году запущено трехстороннее сотрудничество между Германией (инициатива Plattform Industrie 4.0), Францией (Alliance Industrie du Futur) и Италией (Piano Industria 4.0), в рамках которого создана рабочая группа по стандартизации [49].

Аналогичные проекты сотрудничества реализуются между Консорциумом промышленного интернета и другими альянсами, включая кооперацию с Японской инициативой IVI [50], проектами Республики Кореи («Smart Factory Web»), которая зарегистрирована в качестве испытательного полигона в рамках Консорциума промышленного интернета вещей) и рядом других [48]. Более того, цифровая повестка цифровой промышленности определяется синхронизацией, в первую очередь, между немецкой Эталонной архитектурой Индустрии 4.0 (RAMI 4.0) и Консорциума промышленного интернета [51].

Обобщенный анализ стран представлен на *рисунке 1*.

Вопросы стандартизации привлекают все большее внимание правительств и международных организаций, играя важную роль в двустороннем и многостороннем сотрудничестве. На текущий момент лидирующее положение занимают разработанные США и Германией эталонные архитектуры. В связи с этим ключевую роль играют партнерства государства и бизнеса, а также кооперация стран на двусторонней и многосторонней основе.

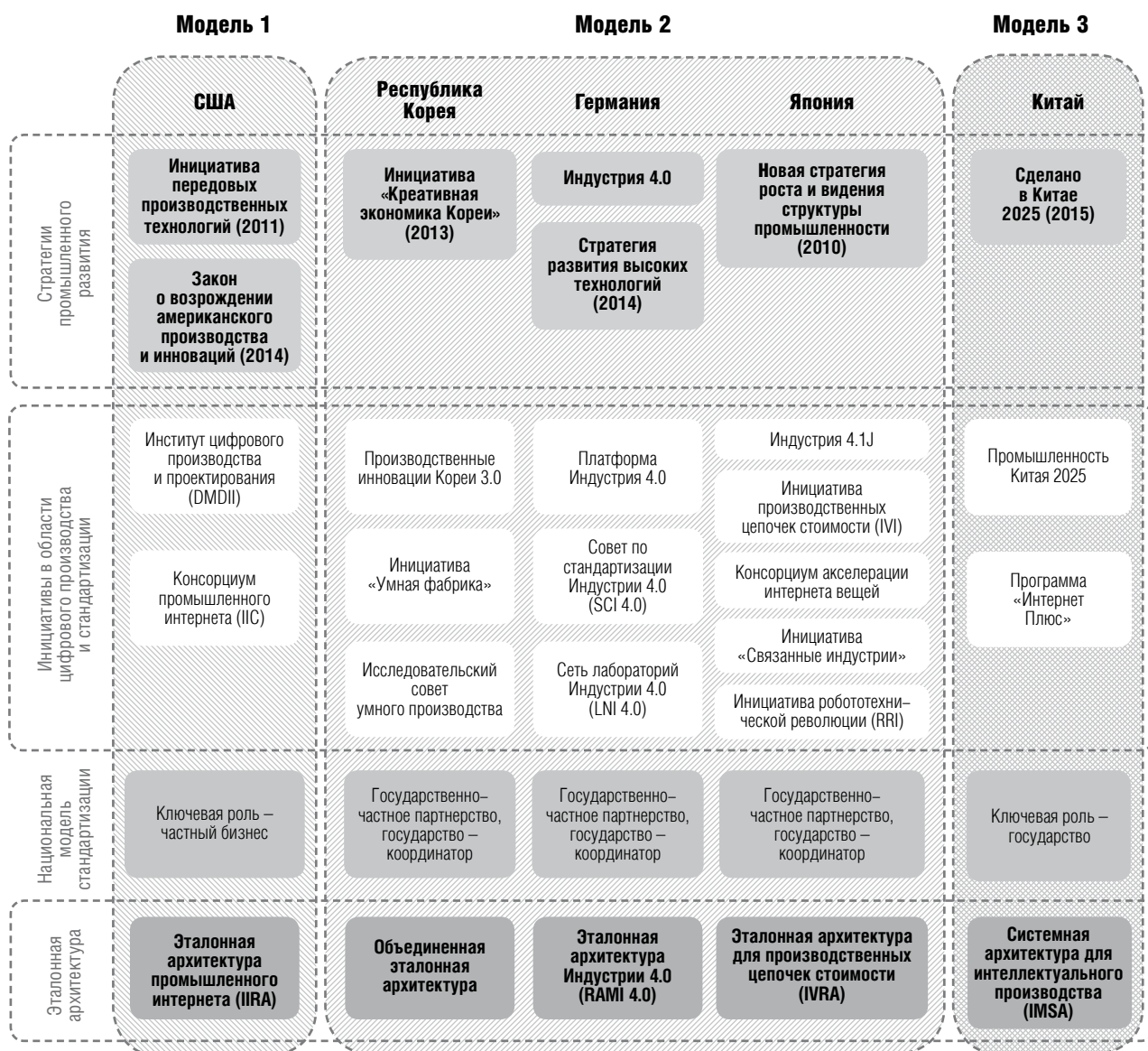


Рис. 1. Подходы к стандартизации цифрового производства в отдельных странах

## 2.2. Международные организации по стандартизации цифровых технологий

Значительное внимание цифровому производству уделяется в международной плоскости, прежде всего, в рамках официальных организаций по стандартизации ИСО и МЭК. Часть инициатив реализуются совместными техническими комитетами (СТК) (рисунком 2).

Работа технических комитетов (ТК) направлена на обеспечение функциональной совместимости систем и кибербезопасности, а также на расширение и систематизацию существующих подходов. В связи с этим ИСО и МЭК созданы два стратегических

органа – IS и IEC/SyC, которые объединяют представителей всех технических комитетов, связанных с производством и информационными технологиями [35]. В дополнение к совместным инициативам в ИСО и МЭК существуют несколько технических комитетов по тематике интеллектуального производства. В частности, ТК 184 ИСО специализируется на вопросах стандартизации данных о продукции, совместимости, интеграции и создании архитектуры для промышленной автоматизации, а ТК 65 МЭК занимается задачами управления промышленными процессами и их автоматизацией, а также интеграцией данных о продуктах и процессах.

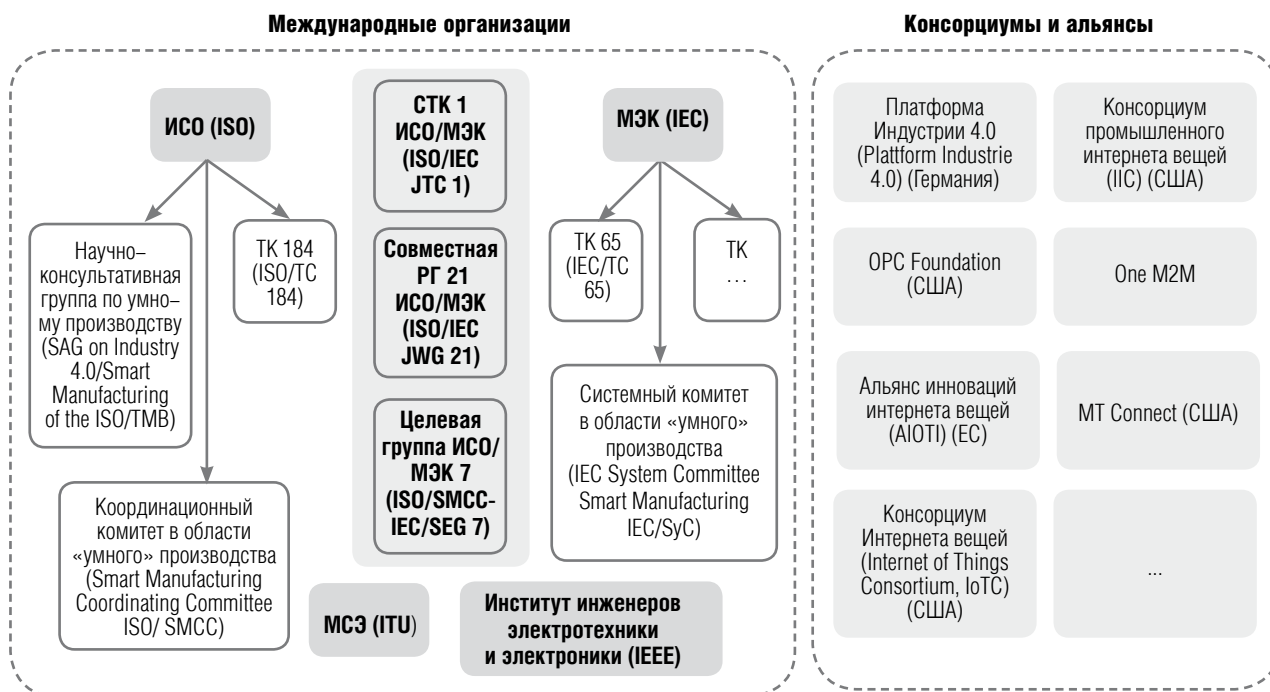


Рис. 2. Международная система стандартизации цифрового производства

Наряду с международными официальными организациями в сфере цифрового производства действует ряд промышленных консорциумов и альянсов, которые становятся важными участниками процессов разработки стандартов. Среди них можно выделить MTConnect, OPC Foundation, MESA и другие. Разработанные альянсами стандарты могут быть представлены в международные организации по стандартизации. Некоторые из них предоставляют бесплатный доступ к своим стандартам и технической информации, например, OPC Foundation проводит собственную сертификацию и осуществляет испытания [29]. При значительном количестве игроков в международной плоскости на первый план выходит задача синхронизация создаваемых стандартов и правил [51].

### 3. Перспективы развития стандартизации цифрового производства в России

#### 3.1. Факторы и условия развития цифровизации в России

Реализация цифровой повестки в России связана со значительными социально-экономическими эффектами. К 2030 году цифровизация может стать ключевым фактором экономического роста в России: за период 2017–2030 гг. цифровая трансформация секторов может привести к росту ВВП на 30%.

Наиболее существенное влияние цифровых технологий может наблюдаться в машиностроении и химической промышленности, где эффективность производства составит порядка 5% за счет совокупной факторной производительности и вклада капитала в добавленную стоимость [52].

Общий уровень использования цифровых технологий сильно различается по отраслям и предприятиям. Крупные компании в последние годы внедрили специализированное программное обеспечение для разных функциональных областей, включая финансы, управление операциями, взаимодействие с клиентами и др. Российский бизнес рассматривает цифровые технологии как источник укрепления позиций на рынке и получения новых возможностей в долгосрочной перспективе [53]. Вместе с тем степень проникновения цифровых решений в бизнес остается на низком уровне. В отраслевом разрезе обрабатывающая промышленность демонстрирует более высокий уровень цифровизации. Производственные фирмы занимают первое место в электронном обмене данными (72,3%), однако по показателю использования облачных сервисов сильно отстают от сектора ИКТ (23,2% против 34,7%). В почти половине предприятий обрабатывающего сектора (46%) уровень цифровизации оценивается как низкий [54].



Активная цифровизация промышленности сдерживается нехваткой отечественного оборудования и специализированного программного обеспечения. Российские промышленные компании недостаточно активно инвестируют в отечественные цифровые решения, основной объем закупок приходится на зарубежные продукты и сервисы. Например, доля иностранных роботов, как и интеллектуальных систем управления, составляет почти 100%, систем ЧПУ – 65% [55], а доля импортируемого промышленного программного обеспечения, включая PLM, CAD, CAM, CAE, в 2014 году составила 88% [56]. В рамках отраслевых планов по импортозамещению к 2020 году планируется сократить долю зарубежных продуктов (промышленных роботов – до 69%, систем ЧПУ – до 20%, инженерного программного обеспечения – до 60%) [55, 56].

Тем не менее, Россия имеет возможности и условия для перехода на цифровую экономику. К ним относятся высокодинамичный рынок информационных технологий, наличие государственных исследовательских и инжиниринговых центров, развитие частных исследовательских организаций, наличие научных школ, а также высокий уровень развития информационно-коммуникационной инфраструктуры. Наибольший спрос следует ожидать в секторах со сложной продукцией и высокими потребностями в моделировании (аэрокосмическая, автомобильная, судостроительная отрасли), с большими производственными мощностями (производство машин и оборудования общего назначения и электрооборудования), а также транспортном машиностроении [57].

### **3.2. Государственная политика в области цифровизации на национальном и наднациональном уровнях**

В России цели, связанные с цифровизацией, носят стратегический характер и закреплены в Указе Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Основной инициативой в области цифровизации является национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», принятая в 2017 году и трансформированная в 2018 году в национальный проект. Программа включает шесть федеральных проектов по направлениям нормативного регулирования цифровой среды, информационной

инфраструктуры, информационной безопасности, кадров для цифровой экономики, цифровых технологий и цифрового государственного управления. Мероприятия национальной программы, среди прочего, направлены на стимулирование создания и внедрения цифровых технологий в сектора экономики и социальной сферы. Основные мероприятия по стандартизации представлены в федеральном проекте «Нормативное регулирование цифровой среды» [58].

Наряду с федеральными проектами разрабатывается и ряд ведомственных проектов, среди которых «Цифровая промышленность», реализацию которого курирует Минпромторг России. Один из ключевых блоков проекта предусматривает обеспечение благоприятной регуляторной среды, включая разработку стандартов использования цифровых технологий [59].

Блок мер по модернизации промышленности также закреплен в Национальной технологической инициативе (НТИ) по направлению «Технет» и включает совершенствование деятельности в области стандартизации и сертификации, разработку новых подходов, внедрение стандартов «фабрик будущего» и др. [57].

Цифровая повестка, в том числе в промышленности – одно из ключевых направлений экономического роста на уровне Евразийского экономического союза (ЕАЭС). В соответствии с решением Высшего Евразийского экономического совета от 11 октября 2017 г. № 12 «Об основных направлениях цифровой политики ЕАЭС до 2025 года», отраслевая и межотраслевая цифровая трансформация являются основными направлениями углубления экономического сотрудничества на пространстве ЕАЭС. Для технологической модернизации производственных цепочек требуется создание единого цифрового пространства между национальными субъектами бизнеса и государственными органами [60]. В основе цифровой трансформации лежит создание Евразийской цифровой платформы и ее интеграция с единой информационной системой Союза. В целом внедрение цифровых платформ позволит эффективно использовать данные по всей цепочке создания стоимости, а комплексное использование цифровых технологий в секторах открывает возможности для развития новых бизнес-моделей. Положительный экономический эффект от реализации совместной цифровой инициативы может увеличить совокупный ВВП стран-участниц на 11% к 2025 году. Этот показатель в два раза выше

в сравнении с реализацией цифровых инициатив по отдельности [61]. В этой связи стандартизация является одним из условий реализации проектов цифровизации.

На наднациональном уровне, как и на национальном, необходимо устранить правовые барьеры для развертывания цифровых технологий, развития общей цифровой среды, а также согласовать базовую терминологию и концепции, связанные с цифровой экономикой.

### **3.3. Российский подход к стандартизации цифрового производства**

#### **Национальная система стандартизации**

В России процессы стандартизации осуществляются в соответствии с третьей моделью, при этом отмечается тенденция расширения участия бизнеса в разработке стандартов. Ключевую роль в системе стандартизации играет Росстандарт и созданные в рамках него технические комитеты. Параллельно с реализацией федеральных проектов происходит модернизация национальной системы стандартизации, которая должна способствовать реализации отраслевых проектов цифровизации, включая интеллектуальное производство, умный город, обеспечение информационной безопасности и т.д. С учетом мировых тенденций по формированию страновых альянсов и консорциумов, важным направлением укрепления позиции России может стать сближение цифровых повесток и подходов к стандартизации в рамках ЕАЭС. Это требует консолидации методологических основ цифровой трансформации и активизации бизнеса [62, 63].

#### **Инициативы России в области цифровой промышленности и стандартизации**

В рамках программ цифровизации в различных странах стандарты становятся механизмом стимулирования инновационной деятельности предприятий. Вовлечению бизнеса в стандартизацию должны способствовать предусмотренные федеральным проектом «Нормативное регулирование цифровой среды» меры по совершенствованию механизмов стандартизации, включая использование результатов экспериментов в цифровой среде для подтверждения соответствия. Деятельность в области стандартизации во многом определяет

реализацию мероприятий остальных федеральных проектов национальной программы в части разработки отечественных цифровых технологий, цифровой трансформации отраслей экономики, а также реализации Цифровой повестки на пространстве ЕАЭС [58]. Активизация участия бизнеса важна не только для выхода на внешние рынки, но и для устойчивого функционирования на внутреннем рынке.

Для внедрения и широкого использования цифровых технологий в различных видах деятельности необходимо нормативно закрепить принятие решений по результатам экспериментов в цифровой среде, использование электронной проектно-конструкторской и эксплуатационной документации, а также цифровых моделей продукции и процессов. В рамках национальной программы предусмотрена разработка ряда российских стандартов в области интернета вещей, киберфизических систем, обработки больших массивов данных и др. [58]. Так, в начале 2019 года Росстандартом утвержден первый национальный стандарт интернета вещей «Протокол беспроводной передачи данных на основе узкополосной модуляции радиосигнала (NB-Fi)», разработанный техническим комитетом 194 «Киберфизические системы» [64].

Помимо площадки ЕАЭС, на наднациональном уровне вопросы цифровизации промышленности также рассматриваются в Межправительственном техническом комитете 22 «Информационные технологии», который действует в рамках Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации СНГ [65]. С учетом того, что комитет является постоянно действующим органом в рамках СТК ИСО/МЭК 1, гармонизация подходов на уровне СНГ является одной из возможностей продвижения российской модели цифрового производства. На *рисунке 3* схематично представлена система стандартизации в области цифрового производства, а в *таблице 2* перечислены российские технические комитеты (ТК), занимающиеся разработкой стандартов цифровых технологий.

За период с 2014 по 2019 гг. были созданы ТК в области новых цифровых технологий, включая искусственный интеллект, киберфизические системы, технологии распределенного реестра и блокчейна, робототехники, аддитивного производства, математического моделирования и высокопроизводительных вычислительных технологий. Активная международная деятельность ведется в рамках технического комитета 194 «Киберфизические

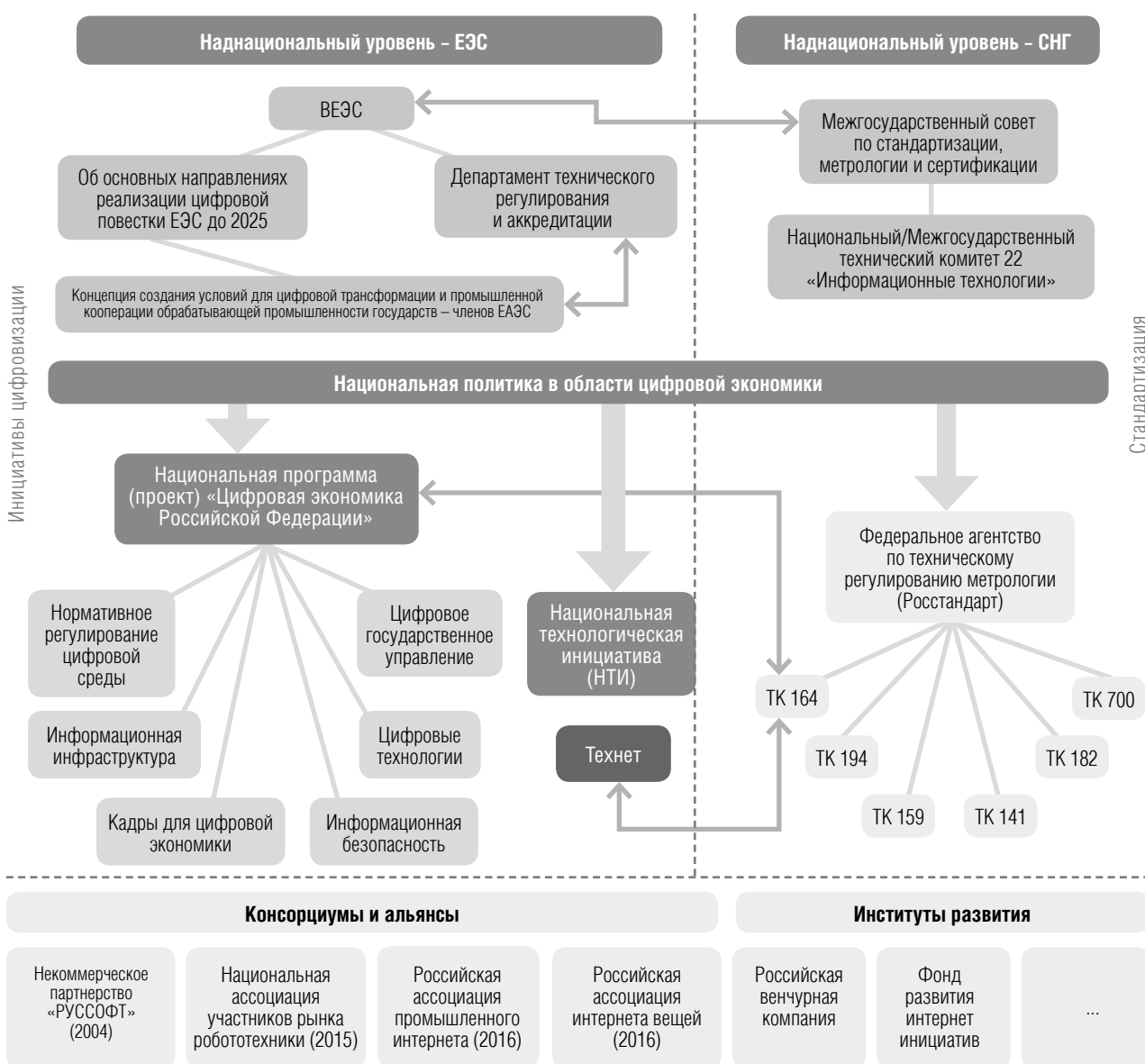


Рис. 3. Российский ландшафт стандартизации в цифровом производстве

Таблица 2.

**Российские технические комитеты (ТК), занимающиеся разработкой цифровых технологий**

Номер ТК	Название ТК и год основания
ТК 164	Искусственный интеллект (2019)
ТК 194	Киберфизические системы (2017)
ТК 159	Программно-аппаратные средства технологий распределенного реестра и блокчейн (2017)
ТК 141	Робототехника (2016)
ТК 182	Аддитивные технологии (2015)
ТК 700	Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии (2014)

системы». Наряду с гармонизацией международных стандартов, ТК разрабатывает национальные стандарты и занимается их продвижением в ИСО и МЭК [66].

#### **Сотрудничество России с другими странами в области стандартизации цифрового производства и участие в международных организациях**

В настоящее время в России на уровне бизнеса не разработан единый национальный подход в области цифрового производства. Российские промышленные компании активно взаимодействуют с немецким бизнесом и используют его опыт в области передовых производственных технологий. Это относится к таким отраслям, как автомобильная промышленность, железнодорожное машиностроение, станкостроение и некоторых других. В рамках совместной немецко-российской инициативы GRID немецкие предприятия делятся опытом и кейсами цифровой трансформации производств, что отчасти способствует вовлечению малых и средних фирм, темпы цифровизации которых отстают от крупных компаний [67].

Россия также участвует в деятельности ИСО и МЭК в области цифровых технологий. Национальные представители входят в состав координационного комитета по «умному» производству (“Smart Manufacturing Coordination Committee”, SMCC), Объединенного технического комитета ИСО и МЭК и его подкомитетов, ТК 184 ИСО. В комитете МЭК ТК 65 «Измерение, управление и автоматизация производственных процессов» Россия выступает в качестве страны-наблюдателя.

#### **4. Возможности России в области стандартизации цифрового производства**

Российские инициативы отвечают мировым тенденциям в области цифровизации производства и стандартизации. В частности, ведется разработка стандартов по таким перспективным направлениям, как интернет вещей, киберфизические системы, «умное» производство и др. Вместе с тем не в полной мере сформирована национальная модель цифровизации производства, а также отсутствуют рамочные условия цифровой трансформации секторов экономики, которые обеспечивают совместимость систем.

На текущий момент уровень внедрения цифровых технологий в промышленности остается низким, предприятия используют традиционный набор цифровых решений. Это связано как с нехваткой отечественных технологий, так и со стандартами, регулирующими их внедрение и использование. Для изменения ситуации необходимо создать стимулы для бизнеса в деятельности по разработке стандартов, а также их дальнейшего продвижения внутри страны и за ее пределами. Это, в свою очередь, требует политики поддержки со стороны государства по стимулированию инвестиций компаний в цифровые решения. На фоне интеграции аппаратной и программной частей (физического и цифрового компонентов) необходим более широкий подход к развитию сложных производственных систем.

Лидирующие в области цифровой промышленности страны стремятся обеспечить преобладание на рынках своих стандартов, эталонных архитектур и моделей. В России создан ряд условий для цифровизации секторов. Прежде всего, следует отметить динамично развивающуюся отрасль информационно-коммуникационных технологий: в 2017 году прирост добавленной стоимости сектора ИКТ (2,8%) почти вдвое превысил прирост ВВП (1,6%) [68]. К условиям цифровой трансформации также следует отнести наличие конкурентоспособных цифровых продуктов и сервисов, позволяющих заменить зарубежные аналоги, высококвалифицированных кадров в области информационно-коммуникационных технологий, а также талантливых выпускников по направлению STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). В рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» предусмотрены новые меры финансовой поддержки развития цифровых технологий. Меры по стандартизации могут значительно повысить значимость стандартов для инновационной системы.

Использование стандартов как одного из инструментов, стимулирующих цифровую трансформацию промышленности, потребует:

- ◆ разработки национальной модели цифрового производства и стандартизации;
- ◆ согласования мер, направленных на разработку стандартов, в рамках стратегических и программных документов;
- ◆ запуска и взаимоувязки отраслевых проектов цифровизации;

♦ разработки инструментов стимулирования цифровизации на основе государственно-частного партнерства;

♦ взаимодействия рабочих групп национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации», Национальной технологической инициативы, промышленных ассоциаций и союзов, государственных учреждений и иных заинтересованных участников;

♦ обеспечения сотрудничества между техническими комитетами, правительственными учреждениями, субъектами бизнеса и научными кругами с целью преодоления фрагментарной цифровизации в секторах;

♦ создания механизма встраивания национальной модели цифровизации и стандартизации в цифровую повестку ЕАЭС;

♦ изучения направлений, по которым в настоящее время не разработаны международно признанные стандарты, и активизации работы по ним.

### Заключение

Эффективность внедрения и использования цифровых технологий в значительной степени зависит от наличия стандартов. Рассмотренные в статье подходы к стандартизации цифрового производства позволяют обозначить направления содействия цифровизации промышленности на основе механизма стандартизации. Стандарты обеспечивают трансфер технологий и совместимость систем, в том числе оборудования и программных компонентов.

Усилия ведущих стран в области «умного» производства сосредоточены на продвижении своих стандартов и эталонных архитектур на глобальных рынках, расширении сотрудничества со странами-партнерами в части использования стандартов и цифровых технологий и участия в соответствующих международных организациях.

Российская повестка в области стандартов цифровой экономики в значительной мере совпадает с международной, однако вовлеченность бизнеса остается низкой. В части государственной поддерж-

ки стандартизации цифрового производства Россия следует модели, характерной для Китая, где стандарты являются механизмом структурной трансформации промышленности. В этой связи разработка единых рамочных условий цифровизации секторов является ключевой задачей инициатив в области цифровизации отраслей экономики и социальной сферы. Отсутствие единого подхода порождает существенные риски, связанные с зависимостью от зарубежных решений и стандартов. Создание собственного подхода позволит не только реализовать задачи, заложенные в национальном проекте «Цифровая экономика Российской Федерации», но и расширить технологические возможности российского бизнеса на уровне ЕАЭС и СНГ. Россия представлена во всех ключевых организациях по стандартизации в части цифровых технологий, однако для продвижения российских предложений на международный уровень, прежде всего в ИСО и МЭК, необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия, направленные на активизацию участия бизнеса в процессах стандартизации.

Важность стандартов для промышленности всегда была высока. С проникновением цифровых технологий модели стандартизации в промышленности все более приближаются к моделям информационно-коммуникационных технологий. Это открывает новые возможности в части инновационной активности предприятий за счет расширения механизмов распространения новых знаний, что особенно важно для России ввиду низких показателей инновационной деятельности компаний. При реализации новых мер поддержки, закрепленных в национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», стандарты могут стать важным каналом распространения знаний и в более широком смысле — технологической модернизации промышленности.

Полученные результаты могут быть использованы для развития политики цифровизации и разработки мер поддержки цифровой трансформации секторов экономики и социальной сферы, а также компаний и иных участников, заинтересованных в участии в национальной цифровой повестке. ■

### Литература

1. Re-Finding Industry Report from the High-Level Strategy Group on Industrial Technologies / European Commission, 2018. [Электронный ресурс]: [https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/re\\_finding\\_industry\\_022018.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/re_finding_industry_022018.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
2. The Next Production Revolution. Implications for Governments and Business / Paris: OECD Publishing, 2017. [Электронный ресурс]: <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/9217031e.pdf> (дата обращения 14.04.2019).

3. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность / В.И. Ананьин [и др.] // Бизнес-информатика. 2018. № 2 (44). С. 45–54.
4. Park H., Kim H., Joo H., Song J. Recent advancements in the Internet-of-Things related standards. A oneM2M perspective // ICT Express. 2016. Vol. 2. No 3. P. 126–129.
5. Токарева М.С., Вишнеvский К.О., Чихун Л.П. Влияние технологий Интернета вещей на экономику // Бизнес-информатика. 2018. № 3 (45). С. 62–78.
6. Ghobakhloo M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0 // Manufacturing Technology Management. 2018. Vol. 29. No 6. P. 910–936.
7. Strange R., Zucchella A. Industry 4.0, global value chains and international business // Multinational Business Review. 2017. Vol. 25. No 3. P. 174–184.
8. Акаткин Ю.М., Карпов О.Э., Коняvский В.А., Ясиновская Е.Д. Цифровая экономика: концептуальная архитектура экосистемы цифровой отрасли // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 17–28.
9. Esmailian B., Behdad S., Wang B. The evolution and future of manufacturing: A review // Journal of Manufacturing Systems. 2016. No 39. P. 79–100.
10. Müller J., Voigt K. Sustainable industrial value creation in SMEs: A comparison between Industry 4 and Made in China 2025 // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. 2018. Vol. 5. No 5. P. 659–670.
11. Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners (acatech STUDY) / H. Kagermann [et al.]. Munich: Herbert Utz Verlag, 2016.
12. Gilchrist A. Industry 4.0. Apress, 2016.
13. Szalavetz A. Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries // Technological Forecasting and Social Change. 2019. Vol. 145. P. 384–395.
14. Weyer S., Schmitt M., Ohmer M., Goreck D. Towards Industry 4.0 – Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems // IFAC-PapersOnLine. 2015. Vol. 48. No 3. P. 579–584.
15. Choi S., Jung C., Kulvatunyou B., Morris K.C. An analysis of technologies and standards for designing smart manufacturing systems // Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. 2016. Vol. 121. P. 422–433.
16. Wakke P., Blind K., De Vries H. Driving factors for service providers to participate in standardization: Insights from the Netherlands // Industry and Innovation. 2015. Vol. 4. No 22. P. 299–320.
17. Blind K., Mangelsdorf A. Motives to standardize: Empirical evidence from Germany // Technovation. 2016. No 48–49. P. 13–24.
18. Narayanan V.K., Chen T. Research on technology standards: Accomplishment and challenges // Research Policy. 2012. No 41. P. 1375–1406.
19. Baron J., Ménière Y., Pohlmann T. Standards, consortia, and innovation // International Journal of Industrial Organization. 2014. No 36. P. 22–35.
20. Zoo H., De Vries H., Lee H. Interplay of innovation and standardization: Exploring the relevance in developing countries // Technological Forecasting & Social Change. 2017. No 118. P. 334–348.
21. Wang Z., Zhang M., Sun H., Zhu G. Effects of standardization and innovation on mass customization: An empirical investigation // Technovation. 2016. No 48–49. P. 79–86.
22. Foster C., Heeks R. Innovation and scaling of ICT for the bottom-of-the-pyramid // Journal of Information Technology. 2013. No 28 (4). P. 296–315.
23. Kim D.-h., Leeb H., Kwak J. Standards as a driving force that influences emerging technological trajectories in the converging world of the Internet and things: An investigation of the M2M/IoT patent network // Research Policy. 2017. No 46. P. 1234–1254.
24. Shin D.-H., Kim H., Hwang J. Standardization revisited: A critical literature review on standards and innovation // Computer Standards & Interfaces. 2015. No 38. P. 52–57.
25. Delcamp H., Leiponen A. Innovating standards through informal consortia: The case of wireless telecommunications // International Journal of Industrial Organization. 2013. No 36. P. 36–47.
26. Readiness for the Future of Production Report 2018 / World Economic Forum, 2018. [Электронный ресурс]: [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
27. Strategy for American leadership in advanced manufacturing / United States Government, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
28. Manufacturing digitalization: Extent of adoption and recommendations for increasing penetration in Korea and the U.S. / ITIF, 2018. [Электронный ресурс]: <http://www2.itif.org/2018-korean-manufacturing-digitalization.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
29. Why manufacturing digitalization matters and how countries are supporting it / ITIF, 2018. [Электронный ресурс]: <http://www2.itif.org/2018-manufacturing-digitalization.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
30. New industrial structure vision / Ministry of Economy, Trade and Industry, 2017. [Электронный ресурс]: [http://www.meti.go.jp/english/publications/pdf/vision\\_171222.pdf](http://www.meti.go.jp/english/publications/pdf/vision_171222.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
31. Chinese Standards 2035, the standardization strategy research is kicked off / Second European Standardization Expert in China, 2018 [Электронный ресурс]: <http://www.sesec.eu/24-05-2018-chinese-standards-2035-the-standardization-strategy-research-is-kicked-off/> (дата обращения 10.06.2019).
32. Mattauch W. Digitising European industries – Member states profile: Germany // European Commission, 2017. [Электронный ресурс]: [https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/de\\_country\\_analysis.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/de_country_analysis.pdf) (дата обращения 10.06.2019).

33. Digital Strategy 2025 / Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2016. [Электронный ресурс]: [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Publikation/digital-strategy-2025.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Publikation/digital-strategy-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (дата обращения 10.06.2019).
34. Situation of Chinese intelligent manufacturing standardization & international cooperation suggestions / Standardization Administration of the P.R.C., 2017. [Электронный ресурс]: <https://www.bmwi-registrierung.de/gpg20sc/pdf/07.10.%20Presentation%20-%20Ms%20Hong%20Dai.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
35. The Reference Architectural Model RAMI 4.0 and the Standardization Council as an element of success for Industry 4.0. / DIN, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.din.de/blob/271306/340011c12b8592df728bee3815ef6ec2/06-smart-manufacturing-jens-gayko-data.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
36. Kagermann H., Anderl R., Gausemeier J., Schuh G., Wahlster W. (Eds.) Acatech. Industrie 4.0 in a global context. Strategies for cooperating with international partners. Munich: Herbert Utz Verlag, 2016.
37. Korea – Manufacturing Technology – Smart Factory / Export.Gov, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.export.gov/article?id=Korea-Manufacturing-Technology-Smart-Factory> (дата обращения 10.06.2019).
38. Smart Korea Creative Economy / Ministry of Science and ICT, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.msit.go.kr/SYNAP/skin/doc.html?fn=8a5c9cc0262b0da349d6d641227368a7&rs=/SYNAP/sn3hcv/result/201908/> (дата обращения 10.06.2019).
39. The Industrial Value Chain Initiative. A Japanese contribution to smart manufacturing / IVI, 2016. [Электронный ресурс]: [https://iv-i.org/en/docs/doc\\_160428\\_hannover.pdf](https://iv-i.org/en/docs/doc_160428_hannover.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
40. “Connected Industries” Tokyo Initiative 2017 / Ministry of Economy, Trade and Industry, 2017. [Электронный ресурс]: [http://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1002\\_004b.pdf](http://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1002_004b.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
41. China Internet Plus Strategy / Second European Standardization Expert in China, 2015. [Электронный ресурс]: [http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015\\_05\\_SESECIII\\_Newsletter\\_April\\_2015\\_Annex02\\_China\\_Internet\\_Plus\\_Strat....pdf](http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015_05_SESECIII_Newsletter_April_2015_Annex02_China_Internet_Plus_Strat....pdf) (дата обращения 10.06.2019).
42. German Standardization Roadmap Industrie 4.0. Version 3. / DIN, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.din.de/blob/65354/57218767bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf> (дата обращения 14.01.2019).
43. Industrial Value Chain Reference Architecture / IVI, 2016. [Электронный ресурс]: [https://iv-i.org/en/docs/Industrial\\_Value\\_Chain\\_Reference\\_Architecture\\_170424.pdf](https://iv-i.org/en/docs/Industrial_Value_Chain_Reference_Architecture_170424.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
44. Park S. Development of innovative strategies for the Korean manufacturing industry by use of the Connected Smart Factory (CSF) // Procedia Computer Science. 2016. Asan, Korea, 16–18 August 2016. No 91. P. 744–750. [Электронный ресурс]: <https://core.ac.uk/download/pdf/82146226.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
45. Fortschrittsbericht 2018. Industrie 4.0 anwenden. Wegweisend. Praxisnah. Vernetzt // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2018. [Электронный ресурс]: [https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2018-fortschrittsbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2018-fortschrittsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=5) (дата обращения 10.06.2019).
46. What’s RRI / WG1? – toward horizontal dynamic manufacturing. // Robot Revolution Initiative, 2017. [Электронный ресурс]: [https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/Open/2017/20170315\\_RRI\\_forCeBIT/RRI\\_for\\_CeBIT\\_IoT\\_panel.pdf](https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/Open/2017/20170315_RRI_forCeBIT/RRI_for_CeBIT_IoT_panel.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
47. The Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg and the Industrial Value Chain Initiative Sign MoU / Industrial Value Chain Initiative, 2018. [Электронный ресурс]: <https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2018/03/Allianz-I4.0-IVI-MOU-press-release.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
48. Smart Factory Web / Fraunhofer IOSB, 2019. [Электронный ресурс]: <https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/81769/> (дата обращения 10.06.2019).
49. Paris Declaration for Smart Manufacturing – by the Working Group “Standardization and Reference Architecture” of the Trilateral Cooperation, Digitizing European Industry / Plattform Industrie 4.0, 2018. [Электронный ресурс]: [https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/wg3-trilaterale-coop.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/wg3-trilaterale-coop.pdf?__blob=publicationFile&v=6) (дата обращения 10.06.2019).
50. The Industrial Internet Consortium and The Industrial Value Chain Initiative Sign MoU. / Industrial Internet Consortium, 2017. [Электронный ресурс]: <https://www.iiconsortium.org/press-room/04-26-17.htm> (дата обращения 10.06.2019).
51. Architecture Alignment and Interoperability and Industrial Internet Consortium and Plattform Industrie 4.0 Joint Whitepaper / Industrial Internet Consortium, Plattform Industrie 4.0, 2017. [Электронный ресурс]: [https://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2\\_Whitepaper\\_final\\_20171205.pdf](https://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2_Whitepaper_final_20171205.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
52. Вклад цифровизации в рост российской экономики // Экспресс-информация серия «Цифровая экономика». 2018. № 91 (8). [Электронный ресурс]: [https://issek.hse.ru/data/2018/07/04/1152915836/NTI\\_N\\_91\\_04072018.pdf](https://issek.hse.ru/data/2018/07/04/1152915836/NTI_N_91_04072018.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
53. Цифровая Россия: новая реальность / McKinsey, 2017. [Электронный ресурс]: <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
54. Цифровизация бизнес-процессов // Экспресс-информация серия «Цифровая экономика». 2018. № 98 (9). [Электронный ресурс]: [https://issek.hse.ru/data/2018/08/22/1154862864/NTI\\_N\\_98\\_22082018.pdf](https://issek.hse.ru/data/2018/08/22/1154862864/NTI_N_98_22082018.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
55. План мероприятий по импортозамещению в станкоинструментальной промышленности Российской Федерации. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 4358 от 12.12.2017. [Электронный ресурс]: <https://gis.gov.ru/plan-import-change/8679776/#пордос> (дата обращения 10.06.2019).
56. Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 96 от 01.04.2015. [Электронный ресурс]: <http://minsvyaz.ru/uploaded/files/prikaz-ot-01-04-2015--96.pdf> (дата обращения 10.06.2019).

57. План мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы, утвержден президиумом Совета по модернизации экономики и инновационному развитию России, протокол № 1 от 14 февраля 2017 г. [Электронный ресурс]: <http://www.nti2035.ru/docs/%D0%94%D0%9A%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B5%D1%82%20-%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BA%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%83%20%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D1%83%D0%BC%D0%B0%20%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
58. Паспорт Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 28.12.2018. [Электронный ресурс]: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf> (дата обращения 11.06.2019).
59. Минпромторг очертил контур «Цифровой промышленности» / Comnews, 2019. [Электронный ресурс]: <https://www.comnews.ru/content/119733/2019-05-23/minpromtorg-ochertil-kontur-cifrovoy-promyshlennosti> (дата обращения 11.06.2019).
60. Всемирный Банк. Цифровая повестка Евразийского экономического союза до 2025 года: перспективы и рекомендации // Группа Всемирного Банка [Электронный ресурс]: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/SiteAssets/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D0%92%D0%91.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
61. Об основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025, Решение Высшего Евразийского Экономического Совета № 12 от 11.10.2017. [Электронный ресурс]: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Documents/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%92%D0%95%D0%AD%D0%A1%20%E2%84%9612\\_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Documents/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%92%D0%95%D0%AD%D0%A1%20%E2%84%9612_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
62. О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», Постановление Правительства Российской Федерации от 2 марта 2019 года № 234. [Электронный ресурс]: <http://static.government.ru/media/files/AaAVznPIXIM9VBt9B4UWuE9EnRLxK1AW.pdf> (дата обращения 10.06.2019).
63. Aviation Union. Проект Концепции развития национальной системы стандартизации на период до 2027 года. // Aviation Union, 2018 [Электронный ресурс]: [http://www.aviationunion.ru/Files/Cogc\\_razv\\_19032018.pdf](http://www.aviationunion.ru/Files/Cogc_razv_19032018.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
64. План мероприятий («дорожная карта») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии), распоряжение Правительства Российской Федерации № 482-р от 23.03.2018 // Правительство Российской Федерации [Электронный ресурс]: [http://www.gvc.ru/upload/doc/NDK\\_technet.pdf](http://www.gvc.ru/upload/doc/NDK_technet.pdf) (дата обращения 10.06.2019).
65. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) Содружества Независимых Государств (СНГ). Сведения о Межгосударственном техническом комитете 22. [Электронный ресурс]: <http://www.mgs.gost.ru/TKSUGGEST/%D0%9C%D0%A2%D0%9A2014.nsf/84eb0d5919ea20bac325653100289c4a/f26ec86e4be3c5614325801e00504d7e?OpenDocument> (дата обращения 10.06.2019).
66. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Технический Комитет 194. [Электронный ресурс]: <http://webportalsrv.gost.ru/portal/TKSUGGEST/TK2006.nsf/84eb0d5919ea20bac325653100289c4a/112ceb451b548663432580f900394dfd?OpenDocument> (дата обращения 10.06.2019).
67. Deutschland und Russland kooperieren bei Industrie 4.0 Nachholbedarf bei Automatisierung der Produktion bietet Geschäftschancen / Germany Trade & Invest, 2018. [Электронный ресурс]: <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=deutschland-und-russland-kooperieren-bei-industrie-40,did=1905828.html> (дата обращения 10.06.2019).
68. Сектор ИКТ в России // Экспресс-информация серия «Цифровая экономика». 2018. № 110 (10). [Электронный ресурс]: [https://issek.hse.ru/data/2018/11/14/1141212573/NTI\\_N\\_110\\_14112018.pdf](https://issek.hse.ru/data/2018/11/14/1141212573/NTI_N_110_14112018.pdf) (дата обращения 10.06.2019).

## Об авторах

### Туровец Юлия Валерьевна

эксперт центра исследований цифровой экономики, стажер-исследователь Лаборатории исследований науки и технологий, Институт статистических исследований и экономики знаний, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;  
E-mail: yturovecz@hse.ru  
ORCID: 0000-0002-6336-1255

### Вишневыский Константин Олегович

кандидат экономических наук, доцент;  
директор центра исследований цифровой экономики,  
старший научный сотрудник Лаборатории исследований науки и технологий,  
Институт статистических исследований и экономики знаний,  
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;  
E-mail: kvishnevsky@hse.ru  
ORCID: 0000-0003-3621-0504



# Standardization in digital manufacturing: implications for Russia and the EAEU

**Yulia V. Turovets**

E-mail: yturovecz@hse.ru

**Konstantin O. Vishnevskiy**

E-mail: kvishnevsky@hse.ru

National Research University Higher School of Economics  
Address: 11, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia

## Abstract

The shift to digital technologies in various industries is one of the key goals in the digital agenda. Due to the essential role of interoperability of products and elements in complex systems, standardization stays in the forefront of government policy and business. In manufacturing systems, standards are of a prime importance, since they serve as a channel for modernization and innovation speedup. This paper makes a contribution to the currently rare literature on digital manufacturing standardization as a policy tool to promote digital technologies in business. By comparing five national cases of China, Germany, Japan, the Republic of Korea and the USA, we introduce national models of standardization in smart manufacturing according to the extent of state participation in standards development. In doing so, we examined initiatives in industry, digitalization, the development of a national system of standards, the reference architecture of digital production, as well as the countries' cooperation in the field. Along with this, an overview of international initiatives in the field is presented, namely the ISO and the IEC. Taking into account the existing landscape, an assessment of the Russian case of digitalization in manufacturing and standardization is presented. Like China, Russia follows the third model of standardization. Given the results, we developed recommendations for Russia with the aim of intensifying efforts at standardization and the country's presence in the international agenda, as well as to develop a Russian framework for digital transformation in sectors and achieve related economic effects.

**Key words:** digital economy; digital manufacturing; standardization; technical committee; international standardization bodies.

**Citation:** Turovets Yu.V., Vishnevskiy K.O (2019) Standardization in digital manufacturing: implications for Russia and the EAEU. *Business Informatics*, vol. 13, no 3, pp. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96

## References

1. European Commission (2018) *Re-Finding Industry Report from the High-Level Strategy Group on Industrial Technologies*. Available at: [https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/re\\_finding\\_industry\\_022018.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/re_finding_industry_022018.pdf) (accessed 10 June 2019).
2. OECD (2017) *The Next Production Revolution. Implications for Governments and Business*. Available at: <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/9217031e.pdf> (accessed 14 April 2019).
3. Ananyin V.I., Zimin K.V., Lugachev M.I., Gimranov R.D., Skripkin K.G. (2018) Digital organization: Transformation into the new reality. *Business Informatics*, no 2, pp. 45–54.
4. Park H., Kim H., Joo H., Song J. (2016) Recent advancements in the Internet-of-Things related standards: A oneM2M perspective. *ICT Express*, vol. 2, no 3, pp. 126–129.
5. Tokareva M.S., Vishnevskiy K.O., Chikhun L.P. (2018) The impact of the Internet of Things technologies on economy. *Business Informatics*, no 3, pp. 62–78.
6. Ghobakhloo M. (2018) The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Manufacturing Technology Management*, vol. 29, no 6, pp. 910–936.
7. Strange R., Zucchella A. (2017) Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, vol. 25, no 3, pp. 174–184.
8. Akatkin Y.M., Karpov O.E., Konyavskiy V.A., Yasinovskaya E.D. (2017) Digital economy: Conceptual architecture of a digital economic sector ecosystem. *Business Informatics*, no 4, pp. 17–28.
9. Esmaeilian B., Behdad S., Wang B. (2016) The evolution and future of manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, no 39, pp. 79–100.
10. Müller J., Voigt K. (2018) Sustainable industrial value creation in SMEs: A comparison between Industry 4 and Made in China 2025. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, vol. 5, no 5, pp. 659–670.
11. Kagermann H., Anderl R., Gausemeier J., Schuh G., Wahlster W. (2016) *Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners (Acatech STUDY)*. Munich: Herbert Utz Verlag.

12. Gilchrist A. (2016) *Industry 4.0*. Apress.
13. Szalavetz A. (2019) Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 145, pp. 384–395.
14. Weyer S., Schmitt M., Ohmer M., Goreck D. (2015) Towards Industry 4.0 – Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no 3, pp. 579–584.
15. Choi S., Jung C., Kulvatunyou B., Morris K.C. (2016) An analysis of technologies and standards for designing smart manufacturing systems. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, vol. 121, pp. 422–433.
16. Wakke P., Blind K., De Vries H. (2015) Driving factors for service providers to participate in standardization: Insights from the Netherlands. *Industry and Innovation*, vol. 4, no 22, pp. 299–320.
17. Blind K., Mangelsdorf A. (2016) Motives to standardize: Empirical evidence from Germany. *Technovation*, no 48–49, pp. 13–24.
18. Narayanan V.K., Chen T. (2012) Research on technology standards: Accomplishment and challenges. *Research Policy*, no 41, pp. 1375–1406.
19. Baron J., Ménière Y., Pohlmann T. (2014) Standards, consortia, and innovation. *International Journal of Industrial Organization*, no 36, pp. 22–35.
20. Zoo H., De Vries H., Lee H. (2017) Interplay of innovation and standardization: Exploring the relevance in developing countries. *Technological Forecasting & Social Change*, no 118, pp. 334–348.
21. Wang Z., Zhang M., Sun H., Zhu G. (2016) Effects of standardization and innovation on mass customization: An empirical investigation. *Technovation*, no 48–49, pp. 79–86.
22. Foster C., Heeks R. (2013) Innovation and scaling of ICT for the bottom-of-the-pyramid. *Journal of Information Technology*, no 28, pp. 296–315.
23. Kim D.-h., Leeb H., Kwak J. (2017) Standards as a driving force that influences emerging technological trajectories in the converging world of the Internet and things: An investigation of the M2M/IoT patent network. *Research Policy*, no 46, pp. 1234–1254.
24. Shin D.-H., Kim H., Hwang J. (2015) Standardization revisited: A critical literature review on standards and innovation. *Computer Standards & Interfaces*, no 38, pp. 52–57.
25. Delcamp H., Leiponen A. (2013) Innovating standards through informal consortia: The case of wireless telecommunications. *International Journal of Industrial Organization*, no 36, pp. 36–47.
26. World Economic Forum (2018) *Readiness for the Future of Production Report 2018*. Available at: [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf) (accessed 10 June 2019).
27. United States Government (2018) *Strategy for American leadership in advanced manufacturing*. Available at: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf> (accessed 10 June 2019).
28. ITIF (2018) *Manufacturing digitalization: Extent of adoption and recommendations for increasing penetration in Korea and the U.S.* Available at: <http://www2.itif.org/2018-korean-manufacturing-digitalization.pdf> (accessed 10 June 2019).
29. ITIF (2018) *Why manufacturing digitalization matters and how countries are supporting it*. Available at: <http://www2.itif.org/2018-manufacturing-digitalization.pdf> (accessed 10 June 2019).
30. Ministry of Economy, Trade and Industry (2017) *New industrial structure vision*. Available at: [http://www.meti.go.jp/english/publications/pdf/vision\\_171222.pdf](http://www.meti.go.jp/english/publications/pdf/vision_171222.pdf) (accessed 10 June 2019).
31. Second European Standardization Expert in China (2018) *Chinese Standards 2035, the standardization strategy research is kicked off*. Available at: <http://www.sesec.eu/24-05-2018-chinese-standards-2035-the-standardization-strategy-research-is-kicked-off/> (accessed 10 June 2019).
32. Mattauch W. (2017) *Digitising European industries – Member states profile: Germany*. Available at: [https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/de\\_country\\_analysis.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/de_country_analysis.pdf) (accessed 10 June 2019).
33. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2016) *Digital Strategy 2025*. Available at: [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Publikation/digital-strategy-2025.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Publikation/digital-strategy-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (accessed 10 June 2019).
34. Standardization Administration of the P.R.C. (2017) *Situation of Chinese intelligent manufacturing standardization & international cooperation suggestions*. Available at: <https://www.bnwi-registrierung.de/gpg20sc/pdf/07.10.%20Presentation%20-%20Ms%20Hong%20Dai.pdf> (accessed 10 June 2019).
35. DIN (2018) *The Reference Architectural Model RAMI 4.0 and the Standardization Council as an element of success for Industry 4.0*. Available at: <https://www.din.de/blob/271306/340011c12b8592df728bee3815ef6ec2/06-smart-manufacturing-jens-gayko-data.pdf> (accessed 10 June 2019).
36. Kagermann H., Anderl R., Gausemeier J., Schuh G., Wahlster W. (Eds.) (2016) *Acatech. Industrie 4.0 in a global context. Strategies for cooperating with international partners*. Munich: Herbert Utz Verlag.
37. Export.Gov (2018) *Korea – Manufacturing Technology – Smart Factory*. Available at: <https://www.export.gov/article?id=Korea-Manufacturing-Technology-Smart-Factory> (accessed 10 June 2019).
38. Ministry of Science and ICT (2018) *Smart Korea Creative Economy*. Available at: <https://www.msit.go.kr/SYNAP/skin/doc.html?fn=8a5c9cc0262b0da349d6d641227368a7&rs=/SYNAP/sn3hcv/result/201908/> (accessed 10 June 2019).
39. IVI (2016) *The Industrial Value Chain Initiative. A Japanese contribution to smart manufacturing*. Available at: [https://iv-i.org/en/docs/doc\\_160428\\_hannover.pdf](https://iv-i.org/en/docs/doc_160428_hannover.pdf) (accessed 10 June 2019).
40. Ministry of Economy, Trade and Industry (2017) *“Connected Industries” Tokyo Initiative 2017*. Available at: [http://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1002\\_004b.pdf](http://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1002_004b.pdf) (accessed 10 June 2019).
41. Second European Standardization Expert in China (2015) *China Internet Plus Strategy*. Available at: [http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015\\_05\\_SESECIII\\_Newsletter\\_April\\_2015\\_Annex02\\_China\\_Internet\\_Plus\\_Strat....pdf](http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015_05_SESECIII_Newsletter_April_2015_Annex02_China_Internet_Plus_Strat....pdf) (accessed 10 June 2019).
42. DIN (2018) *German Standardization Roadmap Industrie 4.0. Version 3*. Available at: <https://www.din.de/blob/65354/57218767bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf> (accessed 14 January 2019).
43. IVI (2016) *Industrial Value Chain Reference Architecture*. Available at: [https://iv-i.org/en/docs/Industrial\\_Value\\_Chain\\_Reference\\_Architecture\\_170424.pdf](https://iv-i.org/en/docs/Industrial_Value_Chain_Reference_Architecture_170424.pdf) (accessed 10 June 2019).
44. Park S. (2016) Development of innovative strategies for the Korean manufacturing industry by use of the Connected Smart Factory (CSF). *Procedia Computer Science, Asan, Korea, 16–18 August 2016*, no 91, pp. 744–750. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/82146226.pdf> (accessed 10 June 2019).
45. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018) *Fortschrittsbericht 2018. Industrie 4.0 anwenden. Wegweisend. Praxisnah. Vernetzt*. Available at: [https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2018-fortschrittsbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2018-fortschrittsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=5) (accessed 10 June 2019).
46. Robot Revolution Initiative (2017) *What’s RRI/ WG1? – toward horizontal dynamic manufacturing*. Available at: [https://www.jmfrii.gr.jp/content/files/Open/2017/20170315\\_RRI\\_forCeBIT/RRI\\_for\\_CeBIT\\_IoT\\_panel.pdf](https://www.jmfrii.gr.jp/content/files/Open/2017/20170315_RRI_forCeBIT/RRI_for_CeBIT_IoT_panel.pdf) (accessed 10 June 2019).
47. Industrial Value Chain Initiative (2018) *The Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg and the Industrial Value Chain Initiative Sign MoU*. Available at: <https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2018/03/Allianz-14.0-IVI-MOU-press-release.pdf> (accessed 10 June 2019).
48. Fraunhofer IOSB (2019) *Smart Factory Web*. Available at: <https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/81769/> (accessed 10 June 2019).

49. Plattform Industrie 4.0 (2018) *Paris Declaration for Smart Manufacturing – by the Working Group “Standardization and Reference Architecture” of the Trilateral Cooperation, Digitizing European Industry*. Available at: [https://www.plattform-i40.de/140/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/wg3-trilaterale-coop.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.plattform-i40.de/140/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/wg3-trilaterale-coop.pdf?__blob=publicationFile&v=6) (accessed 10 June 2019).
50. Industrial Internet Consortium (2017) *The Industrial Internet Consortium and The Industrial Value Chain Initiative Sign MoU*. Available at: <https://www.iiconsortium.org/press-room/04-26-17.htm> (accessed 10 June 2019).
51. Industrial Internet Consortium, Plattform Industrie 4.0 (2017) *Architecture Alignment and Interoperability and Industrial Internet Consortium and Plattform Industrie 4.0 Joint Whitepaper*. Available at: [https://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2\\_Whitepaper\\_final\\_20171205.pdf](https://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2_Whitepaper_final_20171205.pdf) (accessed 10 June 2019).
52. HSE (2018) *The contribution of digitalization to the growth of the Russian economy. Express-information on digital economy*, no. 91 (8). Available at: [https://issek.hse.ru/data/2018/07/04/1152915836/NTI\\_N\\_91\\_04072018.pdf](https://issek.hse.ru/data/2018/07/04/1152915836/NTI_N_91_04072018.pdf) (accessed 10 June 2019) (in Russian).
53. McKinsey (2017) *Digital Russia: A new reality*. Available at: <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
54. HSE (2018) *Digitalization of business processes. Express-information on digital economy*, no 98 (9). Available at: [https://issek.hse.ru/data/2018/08/22/1154862864/NTI\\_N\\_98\\_22082018.pdf](https://issek.hse.ru/data/2018/08/22/1154862864/NTI_N_98_22082018.pdf) (accessed 10 June 2019) (in Russian).
55. Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation (2017) *Action plan for import substitution in the machine tool industry of the Russian Federation*. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, no 4358, 12 December 2017. Available at: <https://gisp.gov.ru/plan-import-change/8679776/#popdoc> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
56. Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation (2015) *On approval of the import substitution plan. Order of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation*, no 96, 01 April 2015. Available at: <http://minsvyaz.ru/uploaded/files/prikaz-ot-01-04-2015--96.pdf> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
57. NTI (2018) *Action plan (“roadmap”) “Technet” (advanced manufacturing technology) of the National technology initiative*. Approved by the Presidium of the Council for economic modernization and innovative development of Russia, protocol no 1, 14 February 2017. Available at: <http://www.nti2035.ru/docs/%D0%94%D0%9A%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B5%D1%82%20-%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BA%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%83%20%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D1%83%D0%BC%D0%B0%20%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0.pdf> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
58. The Government of Russia (2018) *The National program “Digital economy of the Russian Federation”*. Available at: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf> (accessed 11.06.2019).
59. Comnews (2019) *The Ministry of Industry and Trade outlined the contour of “Digital industry”*. Available at: <https://www.comnews.ru/content/119733/2019-05-23/minpromtorg-ochertil-kontur-cifrovoy-promyshlennosti> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
60. The World Bank (2017) *The Digital agenda of the Eurasian economic Union until 2025: Outlook and recommendations*. Available at: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/SiteAssets/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D0%92%D0%91.pdf> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
61. EAEU (2017) *About the main directions of implementation of the digital agenda of the Eurasian Economic Union till 2025*. Available at: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Documents/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%92%D0%95%D0%AD%D0%A1%20%E2%84%9612\\_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Documents/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%92%D0%95%D0%AD%D0%A1%20%E2%84%9612_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1.pdf) (accessed 10 June 2019) (in Russian).
62. The Government of Russia (2019) *On management system of implementation of the national program “Digital economy of the Russian Federation”*. Resolution no 234, 2 March 2019. Available at: <http://government.ru/docs/35964/> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
63. Aviation Union (2018) *Draft of “The development concept of the national standardization system up to 2027”*. Available at: [http://www.aviationunion.ru/Files/Cogc\\_razv\\_19032018.pdf](http://www.aviationunion.ru/Files/Cogc_razv_19032018.pdf) (accessed 10 June 2019) (in Russian).
64. The Government of Russia (2018) *Action plan (“road map”) to improve legislation and eliminate administrative barriers in order to ensure the implementation of the National Technology Initiative in the field of “TechNet” (advanced production technologies)*. Available at: [http://www.rvc.ru/upload/doc/NDK\\_technet.pdf](http://www.rvc.ru/upload/doc/NDK_technet.pdf) (accessed 10.06.2019) (in Russian).
65. Euro-Asian Council for Standardization, Metrology and Certification (2018) *Euro-Asian Council for Standardization. Information about Interstate Technical Committee 22*. Available at: <http://www.mgs.gost.ru/TKSUGGEST/%D0%9C%D0%A2%D0%9A2014.nsf/84eb0d5919ea20bac325653100289c4a/f26ec86e4be3c5614325801e00504d7e?OpenDocument> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
66. Rosstandart (2019) *Technical Committee 194*. Available at: <http://webportalsrv.gost.ru/portal/TKSUGGEST/TK2006.nsf/84eb0d5919ea20bac325653100289c4a/112ceb451b548663432580f900394dfd?OpenDocument> (accessed 10 June 2019) (in Russian).
67. Germany Trade & Invest (2018) *Deutschland und Russland kooperieren bei Industrie 4.0 Nachholbedarf bei Automatisierung der Produktion bietet Geschäftschancen*. Available at: <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=deutschland-und-russland-kooperieren-bei-industrie-40,did=1905828.html> (accessed 10 June 2019).
68. HSE (2018) *ICT sector in Russia. Express-information on digital economy*, no 110 (10). Available at: [https://issek.hse.ru/data/2018/11/14/1141212573/NTI\\_N\\_110\\_14112018.pdf](https://issek.hse.ru/data/2018/11/14/1141212573/NTI_N_110_14112018.pdf) (accessed 10 June 2019) (in Russian).

### About the authors

#### Yulia V. Turovets

Expert, Digital Economics Center; Research Assistant, Research Laboratory for Science and Technology Studies, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: yturovecz@hse.ru

ORCID: 0000-0002-6336-1255

#### Konstantin O. Vishnevskiy

Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor;

Director, Digital Economics Center; Senior Research Fellow, Research Laboratory for Science and Technology Studies, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya Street, Moscow 101000, Russia;

E-mail: kvishnevsky@hse.ru

ORCID: 0000-0003-3621-0504