

УДК 338.26 (45)  
ББК 65.6

## **ИНДУСТРИЯ 4.0 КАК ИНСТРУМЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА ГЕРМАНИИ: ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ**

**Ю. В. Мелешко**

meleshkojv@gmail.com

кандидат экономических наук

доцент кафедры «Экономика и право»

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

*В статье рассматривается Индустрия 4.0 как стратегия развития промышленности Германии, которая за восемь лет своего существования претерпела значительные изменения, как в теоретических аспектах, так и в отношении практической реализации. Причины таких изменений кроются не только в развитии новых технологий (блокчейна, искусственного интеллекта, 5G), но и в переосмыслении опыта внедрения Индустрии 4.0 в реальный сектор экономики. Ряд возникших проблем, связанных с внутренней конкуренцией представителей крупного бизнеса и заложенной в стратегии развития методологической ошибкой, заключающейся в идеализации объекта, обозначили ограниченность возможности дальнейшего развития данной стратегии в своем первоначальном виде. Сегодня правительство Германии вынуждено искать новые подходы к развитию Индустрии 4.0, полномасштабная реализация которой позволит стране сохранить лидирующие позиции на рынке производственных технологий, обеспечив тем самым конкурентоспособность национальной экономики на международном уровне.*

**Ключевые слова.** *Индустрия 4.0, технологическое лидерство, промышленная политика, киберфизические системы, цифровые услуги, цифровые бизнес-модели, Интернет-платформы.*

**Введение.** Сегодня проблема технологического лидерства правомерно рассматривается многими странами в контексте экономической и национальной безопасности. «Возможность самоутверждения наций зависит почти исключительно от их технико-экономического потенциала. Если бы какая-то нация (государство) в одностороннем порядке остановила бы свой рост, та она обязательно попала бы в зависимость от других наций» [1], – считают К. Н. Хабибуллин и его коллеги. Находясь на позиции технологического детерминизма, данные авторы ставят знак «равно» между национальным благосостоянием и технологическим потенциалом страны. Не соглашаясь с такой крайней позицией, поскольку технологии сами по себе не являются достаточным условием экономического развития, следует признать правоту упомянутых авторов в той части, что технологии являются фактором независимости национальной экономики. Растущая глобализация и чрезвычайно высокие темпы инновационных процессов приводят к обострению политической и экономической ситуации в мире. «Торговые войны», сопровождаемые усилением экспансионистской или протекционистской экономических политик крупнейших стран мира, являются по сути борьбой за технологическое лидерство. Продвигая свои технологии (например, через технические стандарты, принимаемые в качестве эталонных в остальных странах мира), страны получают не только основную часть прибыли, создаваемую новыми технологиями, но и возможность контролировать дальнейшее экономическое развитие иных стран (то есть получают доступ к ресурсам других стран), по крайней мере до следующего технологического витка.

Федеративная Республика Германия активно заявляет свою позицию европейского и мирового экономического лидера. Индустриальный сектор традиционно выступает ядром немецкой экономики. На сегодняшний день доля промышленности в ВВП Германии составляет 20%, по этому показателю Германия занимает «первое место в Европе» и, по собственным оценкам, «выдающее место на международной арене» [2]. Доля обрабатывающей промышленности в ВВП Германии в течение 20 лет была колебалась на уровне 22 %, в то время как доля промышленности в ВВП ЕС в целом в 2016 г. составила только 16,3 %, а в крупных промышленно развитых странах, таких как Франция или Великобритания, – еще ниже [3]. В 2017 г. в Германии в обрабатывающем секторе было занято около 6,12 млн. человек [3]. Как отмечает Федеральное министерство экономики и энергетики Германии, «в целом сейчас создано такое количество рабочих мест, сколько никогда еще не было в истории в Германии» [2, с. 7]. Одной из целей проекта Национальной промышленной стратегии 2030 было определено «постепенное повышение доли промышленности в ВВП до 25% в Германии и 20% в Европейском союзе к 2030 г.» [2, с. 4]. Экономические успехи Германии управляющие органы страны объясняют последовательной экономической политикой, направленной на развитие индустриального сектора: «В сравнении с другими странами мира мы настолько успешны еще и потому, что мы четко придерживаемся своей экономической модели, базирующейся на промышленности» [2, с. 4].

Конкурентоспособность на международном рынке немецкого промышленного комплекса достигается за счет инновационности, то есть технико-технологических новшеств. В 2015 г. в исследования и разработки было инвестировано около 53 млрд. евро, соответствующих «85 процентам общих внутренних расходов частного сектора, что почти в четыре раза превышает его долю в валовой добавленной стоимости» [2, с. 5]. Активная промышленная политика в сочетании с существенными объемами инвестиций дали свой результат: Германия на сегодняшний день является лидером в технологиях цифрового промышленного производства – Индустрии 4.0. Большое значение придается прогрессивным промышленным технологиям не только в узко-экономическом смысле, но и в контексте социальной и политической стабильности в стране: «Если бы ключевые технологические навыки были утрачены и, как следствие, наше положение в мировой экономике было существенно повреждено, это имело бы трагические последствия для нашего образа жизни, для способности государства действовать и исполнять свои решения практически во всех областях политики. И в какой-то момент времени даже для демократической легитимности государственных институтов» [2, с. 2].

Учитывая опыт потерь («в семидесятые годы Германия утратила свое лидирующее положение, например, в области бытовой электроники, в пользу таких стран, как Япония и Южная Корея. С тех пор эта потеря оказалась окончательной. Позже это способствовало тому, что Европа не смогла закрепиться в новых областях телекоммуникаций и компьютерной электроники (включая смартфоны, планшеты и т. д.)» [2, с. 5]), правительство Германии чрезвычайно серьезно подходит к проблеме технологического лидерства и ставит перед собой задачу занять позицию «ведущего поставщика технологий Индустрии 4.0» [4, с. 4] на мировом рынке. В качестве своих основных конкурентов в сфере промышленных технологий Германия видит США, Японию и Китай. «Если в автомобиле будущего будет цифровая платформа для автономного вождения с использованием искусственного интеллекта из США и аккумулятора из Азии, Германия и Европа потеряет более 50 процентов добавленной стоимости в этой области. Связанные с этим эффекты вышли далеко за рамки автомобильного сектора. Таким образом, эта проблема затрагивает не только компании отрасли, но и всех субъектов экономики и государства» [2, с. 10], – отмечается в проекте Национальной промышленной стратегии 2030.

Происходящая в настоящее время технологическая революция, по классификации К. Шваба четвертая [5], была вызвана повсеместным распространением Интернета и возникновением киберфизических систем, объединяющих физический и виртуальный миры. В контексте завоевания технологического лидерства «комбинация машины и Интернета (Индустрия 4.0)» выступает, по мнению специалистов, еще одним важным фактором, «меняющим условия игры» [2, с. 10]. Переход к Индустрии 4.0 – промышленности, основанной на киберфизических производственных системах, выступает инструментом обеспечения устойчивых конкурентных преимуществ экономики Германии на мировом уровне.

**Результаты и их обсуждение.** Термин «Индустрия 4.0» начал широко использоваться с 2011 г., когда на Ганноверской выставке был озвучен доклад «Индустрия 4.0: с Интернетом вещей на пути к 4-й промышленной революции» [6]. Х. Кагерман, В.-Д. Лукас и В. Вальстер, авторы доклада, констатируют наступление четвертой промышленной революции, основной отличительной чертой которой являются киберфизические системы. «Благодаря цифровому усовершенствованию производственного оборудования и промышленной продукции, в том числе повседневной продукции со встроенной памятью и возможностями коммуникации, радиодатчиками, встроенными приводами и интеллектуальным программным обеспечением возникает мост между виртуальным миром (киберпространством) и миром вещей вплоть до взаимной синхронизации между цифровой моделью и физической реальностью на уровне самых мелких компонентов» [6], – пишут упомянутые авторы. Результатом четвертой промышленной революции должно стать, по их мнению, формирование нового типа промышленного производства – Индустрии 4.0. Х. Кагерман и его коллеги указывают на следующие происходящие в сфере производства изменения: формирование на основе кибер-физических систем новых бизнес-моделей; развитие Интернет-услуг; изменение роли производимой продукции, которая «становится одновременно наблюдателем и актором» [6], поскольку «самостоятельно управляет процессом производства, контролирует с помощью встроенных сенсоров значимые окружающие параметры и при неисправностях предпринимает соответствующие ответные меры» [6]. Индустрия 4.0 в докладе Х. Кагермана, В.-Д. Лукаса и В. Вальстера была представлена как тип промышленного производства, основанный на кибер-физических системах, функционирующих благодаря промышленному интернету вещей, межмашинному взаимодействию и Интернет-услугам, позволяющих оптимизировать производственные и логистические процессы, что оказывает положительный экономический и экологический эффекты.

В том же 2011 г. Федеральным правительством Германии в рамках рабочего плана реализации Стратегии развития высоких технологий до 2020 г. был принят проект «Индустрия 4.0», в разработке которого участвовали среди прочих и авторы рассмотренного выше доклада. Кроме проекта «Индустрия 4.0» данная стратегия включила в себя еще 9 проектов: «Не содержащий углекислого газа, энергоэффективный и экологически чистый город»; «Возобновляемые ресурсы в качестве альтернативы нефти»; «Умное энергоснабжение»; «Лечить болезни лучше с помощью индивидуализированной медицины»; «Больше здоровья посредством целенаправленной профилактики и питания»; «Даже в старости вести самостоятельную жизнь»; «Устойчивая мобильность»; «Интернет-услуги для экономики»; «Гарантированная идентификация личности» [7].

Роль Индустрии 4.0 не раз подчеркивалась на высшем политическом уровне, например: «В коалиционном соглашении правительства ХДС-ХСС-СПД на законодательный период 2013 года I40 (*Индустрия 4.0 – примечание Ю. М.*) считалась жизненно важным в обеспечении технологического лидерства» [8]. Как отмечалось нами ранее, «в целом Индустрия 4.0 рассматривается как инструмент сохранения за Германией лидирующих позиций на мировом рынке промышленности» [9]. В 2013 г. был опубликован за-

ключительный отчет о стратегии развития Индустрии 4.0, получивший название: «Обеспечить будущее Германии как места локализации производства. Рекомендации по внедрению проекта Индустрия 4.0». В подготовке отчета приняли участие специалисты из различных областей: представители университетов (Технологический университет Дармштадта, Институт инженерии и автоматизации Фраунгофера, Технологический институт Карлсруэ, Мюнхенский технический университет, Университет Пассау и др.); представители исследовательских организаций и объединений (Центральное объединение электронной промышленности, Ассоциация немецкой машиностроительной и заводской инженерии, БИТКОМ – Цифровая ассоциация Германии и др.); представители крупнейших предприятий промышленности (Robert Bosch GmbH, Siemens AG, SAP AG, ThyssenKrupp AG, Deutsche Telekom AG, BMW AG, Deutsche Post DHL AG, TRUMPF GmbH & Co. KG и др.). Привлечение к разработке программы представителей бизнеса, разных отраслей наук и органов государственного управления представляет позитивный опыт Германии, поскольку позволяет решить сразу несколько задач: во-первых, обеспечить межотраслевой подход при развитии Индустрии 4.0; во-вторых, разработать программу развития промышленности, основанную на консенсусе интересов государства и бизнеса; в-третьих, обеспечить научное сопровождение становления Индустрии 4.0.

Основным результатом исследований рабочей группы Индустрии 4.0 стали рекомендации по преодолению препятствий (технических, юридических, кадровых и др.) распространения Индустрии 4.0 на всей территории Германии с целью обеспечения конкурентоспособности национальных предприятий промышленности. Выработанные рекомендации носят прикладной характер, очерчивая основные направления дальнейшей деятельности по развитию Индустрии 4.0 – стандартизация, безопасность, создание эталонной архитектуры, внедрение комплексных систем, оснащение рабочих мест, развитие разноплановых компетенций у персонала. При этом адресатами выступают как правительство, например, в области правового регулирования или масштабной государственной поддержки научных исследований и разработок, так и промышленные предприятия, университеты, отраслевые исследовательские организации.

Теоретико-методологический аспект Индустрии 4.0 как нового типа промышленного производства был разработан рабочей группой лишь в той мере, которая была необходима для определения базовых понятий, используемых в дальнейшем при разработке практических рекомендаций. Социально-экономические последствия становления Индустрии 4.0, такие как, например, трансформация цепочек создания добавленной стоимости, изменение характера взаимодействия ее участников, в том числе малых и средних предприятий с крупными промышленными корпорациями, изменение производственного процесса в виду кастомизации продукции, переход к рентабельному производству единичной продукции, возникновение новых форм создания добавленной стоимости и новых бизнес-моделей, обозначены лишь в самых общих чертах.

Отчет рабочей группы Индустрия 4.0 стал первым системным трудом, посвященным Индустрии 4.0, и является на сегодняшний день наиболее цитируемым источником: «Более 40% включенных статей использовали его для поддержки своих исследований Индустрии 4.0» [10]. Вместе с тем, следует учитывать, что данная работа представляет собой не научный труд, а стратегию развития, разработанную совместными усилиями представителей государства, науки и бизнеса. Это обуславливает некоторые методологические особенности, например, ограниченную трактовку вертикальной и горизонтальной интеграций, определенных авторами отчета как одной из ключевых содержательных характеристик Индустрии 4.0. «Под горизонтальной интеграцией в сфере технологий производства и автоматизации, а также информационных технологий понимается интеграция различных информационных систем для различных этапов процесса производства и корпоративного планирования, между которыми осуществляется поток материа-

ла, энергии и информации как внутри одной компании (например, входящая логистика, производство, исходящая логистика, маркетинг), так и между несколькими компаниями (в рамках сети создания добавленной стоимости), в общее решение» [8, с. 24]. «Под вертикальной интеграцией в сфере технологий производства и автоматизации, а также информационных технологий понимается интеграция различных информационных систем разных уровней иерархии (например, уровень исполнительного механизма и датчиков, уровень управления, уровень управления производством, уровень производства и исполнения, уровень корпоративного планирования) в общее решение» [8, с. 24]. При этом в качестве «рамки действия» вертикальной интеграции определена фабрика [8, с. 36], то есть одно предприятие.

Данные определения изначально ограничиваются авторами доклада областью применения – «в сфере технологий производства и автоматизации, а также информационных технологий». Интеграция, как горизонтальная, так и вертикальная, рассматривается исключительно как процесс взаимодействия информационных систем с целью обмена информацией и выработки общего (согласованного) решения. Однако характер производства Индустрии 4.0 предполагает гораздо более глубокий уровень взаимодействия всех участников цепочки создания добавленной стоимости, а также и конечных потребителей промышленной продукции, нежели в рамках информационных систем. Нельзя согласиться и с рассмотрением взаимодействия между участниками цепочки создания добавленной стоимости исключительно на горизонтальном уровне. По мнению авторов доклада, вертикальная интеграция, предполагающая субординационные отношения, возможна только в рамках одного предприятия. В то же время сами авторы выделяют в качестве особенности Индустрии 4.0 множественность участников в рамках одной цепочки создания добавленной стоимости: «Сценарии Индустрии 4.0, как например, "сетевое производство", "самоорганизующаяся адаптивная логистика" и "интегрированный с заказчиком инжиниринг" <...>, требуют бизнес-моделей, которые, как правило, могут быть реализованы не одной фирмой, а в рамках (возможно) высоко динамичной бизнес-сети» [8, с. 26].

Ограничения области интеграции взаимодействием информационных систем и игнорирование субординационных отношений между контрагентами является отражением теоретического подхода о равенстве в рыночной экономике всех хозяйствующих субъектов, господствующего в ФРГ. В то же время, на практике крупные промышленные предприятия имеют возможность контролировать мелкий и средний бизнес почти во всех сферах, в том числе регулировать их доходность, поскольку в случае прекращения сотрудничества первые найдут новых партнеров в кратчайшие сроки, в отличие от мелких и средних предприятий, критически зависимых от заказов крупных игроков рынка. В результате, будучи формально (с юридической точки зрения) независимыми, крупный и средний и малый бизнес выстраиваются в вертикально и горизонтально интегрированные цепочки создания добавленной стоимости. Таким образом, узкая трактовка вертикальной интеграции как интеграции производственных процессов в рамках одного предприятия является результатом методологической ошибки – идеализации объекта.

Следующим этапом развития Индустрии 4.0 в Германии стало создание в 2013 г. одноименной интернет-платформы. Организаторами платформы выступили Центральное объединение электронной промышленности, Ассоциация немецкой машиностроительной и заводской инженерии и Цифровая ассоциация Германии, представляющие более 6 000 компаний [11]. Платформа Индустрия 4.0 играет роль интегратора для представителей политики, бизнеса, науки, профсоюзов, ассоциаций и мультипликатора «в социально-политической дискуссии о влиянии Индустрии 4.0» [12]. Фактически она стала институциональным органом, на который возложены функции информирования, консультирования, обеспечения трансфера технологий Индустрии 4.0 и взаимодействия

между субъектами промышленного производства, решения проблем, возникающих на пути становления Индустрии 4.0 в Германии. В рамках данной платформы функционируют 6 рабочих групп по следующим тематическим направлениям: эталонные архитектуры, стандартизация и нормирование; технологии и сценарии применения; безопасность сетевых систем; правовые основы; занятость, образование и дальнейшее обучение; цифровые бизнес-модели в Индустрии 4.0.

Перед Платформой Индустрия 4.0 поставлена задача разработки практических рекомендаций по цифровизации промышленности для всех заинтересованных лиц: «Благодаря онлайн-библиотеке, карте и компасу платформа создала службы ориентации и поддержки, которые помогают компаниям, особенно малым и средним предприятиям, осуществить цифровую трансформацию их производства» [13]. Для апробирования новых технологий на практике создана сеть испытательных центров, в которую входит более 70 вузов и исследовательских учреждений. На Интернет-сайте Платформы представлена информация о 372 примерах внедрения технологий Индустрии 4.0 в практическую деятельность предприятий на территории Германии, что на 22 больше чем в 2018 г. (для сравнения: более 175 примеров – на территории Франции, и более 150 примеров – на территории Японии) [14]. Почти половина – 45% – внедренных проектов Индустрии 4.0 приходится на долю малых и средних предприятий (к малым и средним предприятиям в Германии, как и в Беларуси, относят предприятия с численностью сотрудников до 250). 20% составляют предприятия с численностью работников от 250 до 5 000, 17% – предприятия с численностью работников от 5 000 до 15 000, 64% – предприятия с численностью работников более 15 000. По сравнению с 2018 г. доля крупного бизнеса среди предприятий, внедряющих технологии Индустрии 4.0 выросла. В августе 2018 г. данный показатель составлял: 64% – малые и средние предприятия, 29% – предприятия с численностью работников от 250 до 5 000, 23% – предприятия с численностью работников от 5 000 до 15 000, 25% – предприятия с численностью работников более 15 000. Таким образом, 22 новых проекта, появившихся за последний год, были инициированы крупным бизнесом Германии.

Основной областью внедрения технологий Индустрии 4.0 стало непосредственно промышленное производство (65%). Около 10% внедренных технологий Индустрии 4.0 приходится на логистические предприятия, 8 % и 7% – на предприятия образования и инфраструктурные предприятия соответственно. Только 8 предприятий сельского хозяйства, что составляет около 3% представленных примеров, стали участниками Платформы Индустрия 4.0. Что касается технологий, относящихся к Индустрии 4.0, внедренных на практике, то в большинстве случаев это программное обеспечение (41%) и автоматизированные компоненты (28%). Более сложные технологии, относящиеся к технологиям четвертой промышленной революции, еще не нашли такого широкого применения: 33 предприятия (9%) начали использовать услуги промышленного характера, 32 предприятия (9%) – мехатронные устройства (*устройства, основанные на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами – примечание Ю.М.*), 24 предприятие – консультационные услуги [15]. Таким образом, основная часть внедренных технологий Индустрии 4.0 основывается на использовании программных продуктов и автоматизированных компонентов, то есть технологий, относящихся, скорее к третьей – предыдущей – промышленной революции. Существующие примеры внедрения мехатронных устройств или услуг промышленного характера все же не позволяют говорить о создании кибер-физических производственных систем, являющихся признаком Индустрии 4.0.

Оценка деятельности Платформы 4.0 была представлена в 2017 г. на Ганноверской выставке. В качестве основных достижений Платформы 4.0 было названо, во-первых, содействие малому и среднему бизнесу, во-вторых, выработанные рабочими группами реко-

мендации для политики и бизнеса по тематическим направлениям, в-третьих, модель эталонной архитектуры «RAMI 4.0», представляющей «систему координат, в которой сложные отношения Индустрии 4.0 делятся на три измерения: ИТ, жизненный цикл и иерархия автоматизации» [16]. В целом, результаты реализации Индустрия 4.0 как проекта в рамках Стратегии развития высоких технологий до 2020 г. в Германии оценивают положительно. В 2017 г. в отчете Европейской комиссии «Мониторинг цифровой трансформации. Германия: Индустрия 4.0» отмечается: «Индустрии 4.0 удалось ограничить сегрегацию среди отраслевых секторов, быстро перевести исследования в основную практику за довольно короткий период и расширить масштабы на национальном уровне, чтобы стать одной из крупнейших промышленных сетей такого рода. <...> Хотя прошло еще мало времени, инициатива стала успешной трансформации исследований в практику, например, при поддержке тестовых стендов и эталонной архитектуры (RAMI 4.0)» [17].

Вместе с тем наблюдаются и некоторые отклонения от первоначального плана развития Индустрии 4.0, что видно из анализа результатов деятельности Платформы как основного национального (претендующего на международного) координатора по вопросам, касающимся Индустрии 4.0. Рабочая группа Индустрии 4.0 Научно-исследовательского союза «Экономика-наука» федерального правительства ФРГ, в рамках реализации рекомендаций которой и была создана Платформа Индустрия 4.0, видела в этой платформе основной инструмент межотраслевого и межфирменного взаимодействия и, следовательно, один из ключевых факторов становления Индустрии 4.0. «У Германии есть потенциал стать ведущим рынком и главными производителями Индустрии 4.0. Основная предпосылка для этого, наряду с выполнением технических требований, – объединение отраслей и рабочей силы. Платформа Индустрия 4.0 является решающим шагом на пути использования инновационной силы Индустрии 4.0 во всех отраслях» [8, с. 79]. Для достижения этих результатов было затрачено 200 млн. евро, предоставленных Федеральным министерством экономики и энергетики Германии и Федеральным министерством образования и научных исследований Германии, «которые дополняются финансовыми и материальными взносами от промышленности» [17, с. 2].

Однако сегодня акцента в развитии Индустрии 4.0 сместился с проблем установления межотраслевого взаимодействия в сторону поддержки инновационности малого и среднего предпринимательство. «Первоначально ключевая задача заключалась в объединении всех заинтересованных сторон. Различные цели между компаниями и профсоюзами и среди конкурирующих немецких промышленных групп вначале ограничивали влияние платформы в более широком производственном ландшафте» [17, с. 3], – обозначается в отчете Еврокомиссии. Несмотря на подчеркивание значения «продвижения идей и стандартов с точки зрения успешной интеграции новых цифровых и промышленных процессов», в указанном отчете также делается вывод о необходимости «в большей степени ориентироваться на малое и среднее предпринимательство и уровень цеха, где происходит значительная часть фактической трансформации» [17, с. 3]. На сегодняшний день в качестве своего главного достижения Платформы Индустрии 4.0 называется действие малому и среднему бизнесу во внедрении технологий Индустрии 4.0, а затем уже отмечаются конкретные успехи рабочих групп и разработка эталонной архитектуры, в то время как эталонной архитектуры представляет собой необходимую технологическую основу межотраслевого и межорганизационного взаимодействия участников производственного процесса.

На наш взгляд, такая трансформация приоритетов свидетельствует о неуспехе в решении одной из ключевых проблем становления Индустрии 4.0 – стандартизации. Причиной этому, помимо сложности решения самой задачи, является конкуренция между ведущими игроками в области информационно-коммуникационных технологий. «Один из основных извлеченных уроков касается необходимости расширения модели плат-

формы Индустрия 4.0 с большим количеством участников и обеспечения ее более сильной политической поддержкой для преодоления конкуренции между промышленными группами путем коллаборации по вопросам общих норм, стандартов, а также интеграции промышленных доменов» [17, с. 7]. С целью преодоления внутренней конкуренции в состав руководства Платформы Индустрия 4.0, изначально сформированный тремя промышленными ассоциациями Германии, были включены представители Федерального министерства экономики и энергетики, Федерального министерства образования и научных исследований, Канцелярии федерального канцлера и федеральных земель.

В новой Стратегии развития высоких технологий до 2025 г., принятой в 2018 г., трактовка Индустрии 4.0 расширилась благодаря включению наравне с киберфизическими производственными системами также цифровых услуг и цифровых бизнес-моделей. Намечившийся на практике перенос акцента в развитии Индустрии 4.0 на цифровизацию малого и среднего бизнеса, который рассматривается как основа немецкой экономики, также нашел отражение в данной стратегии. Так, например: «С точки зрения Индустрии 4.0 Германия стала пионером во всем мире. Мы будем продолжать оказывать поддержку бизнесу и особенно МСП в исследовании, тестировании и распространении решений Индустрии 4.0 и умных услуг, в разработке гибридных продуктов и процессов, а также в новых формах бизнеса, таких как экономика платформ. Таким образом, мы создаем условия, которые позволят нашей экономике с ее сильным средним классом продолжать лидировать на мировых рынках с ее продуктами и услугами. <...> В ближайшие годы мы продолжим писать историю успеха Индустрии 4.0 и расширим процесс цифровизации немецкой экономики, в том числе среднего бизнеса. Для этого новые технологии должны все чаще использоваться на МСП, в сфере услуг, особенно в торговле, и в сфере услуг государственного сектора» [18, с. 31].

В 2019 г. Федеральным министерством экономики и энергетики Германии был подготовлен доклад о ходе становления Индустрия 4.0 «Создание Индустрии 4.0. Независимость. Совместимость. Устойчивость». Эксперты констатировали: «Восемь лет назад термин Индустрия 4.0 увидел свет. С тех пор многое произошло. За восемь лет Индустрия 4.0 превратилась из модного слова в проверенный практикой подход. За восемь лет новые технологии, такие как искусственный интеллект, блокчейн и 5G, расширили возможности Индустрии 4.0. За последние восемь лет все больше и больше промышленных компаний во всем мире реализовали свои идеи при помощи цифрового производства, цифровых услуг и бизнес-моделей» [4]. В этом докладе закрепились намечившаяся ранее трансформация теоретических подходов к трактовке Индустрии 4.0. Рассматривая Индустрию 4.0 как совокупность технологий («технологии Индустрии 4.0»), эксперты обращают внимание, что Индустрия 4.0 предполагает не только цифровое производство и логистику, но и сопутствующие им цифровые услуги и цифровые бизнес-модели. Тем самым подчеркивается тесная взаимосвязь в Индустрии 4.0 всех стадий промышленного производства, цифровизация одной из которых – производственной стадии – влечет цифровизацию остальных. «В будущем клиенты и деловые партнеры будут непосредственно вовлечены в бизнес и производственные процессы. Производство и продукты связаны с высококачественными, наукоемкими услугами (гибридное производство, гибридные продукты)» [3], – считают представители Федерального министерства экономики и энергетики.

Для обозначения изменяющихся под влиянием Индустрии 4.0 изменения экономических и социальных аспектов хозяйственной деятельности используется терминология с приставкой «4.0»: «Экономика 4.0 – экономика, базирующаяся на данных» [18, с. 31], «Труд 4.0 – труд, который поддерживает здоровье, совместим с семейной жизнью, уходом и гражданской активностью, а также экологичен, экономичен и устойчив» [18, с. 31]. В этом контексте становится очевидным, что Индустрия 4.0 рассматривается исключи-



тельно как технологическая характеристика промышленного производства (которое становится более сложным, интегрированным с услугами и требует изменения бизнес-моделей). Примечательно, что в 2013 г. эксперты в области Индустрии 4.0 отмечали: «внедрение и расширение современных систем взаимодействия человека с технологией, по всей вероятности, приведет к значительным изменениям в будущей промышленной работе, которые пока не могут быть спрогнозированы с точки зрения их масштабов и последствий для производственной деятельности, и деятельности в сфере услуг промышленного характера» [8, с. 25]. В 2019 г. появляется термин Труд 4.0, описывающий, какими характеристиками должны обладать трудовые отношения в Индустрии 4.0. Вместе с тем авторы доклада не раскрывают механизмы трансформации трудовых отношений, обозначив лишь конечный желаемый результат и отмечая, что Труд 4.0 является перспективным направлением исследований.

В докладе «Создание Индустрии 4.0. Независимость. Совместимость. Устойчивость» 2019 г. сохранилась основная идея, что Германии должна занять лидирующие положения на рынке Индустрии 4.0. Для этого предлагается расширить международное сотрудничество при сохранении интеллектуального лидерства Германии: «Международное совместная работа показывает, что мы можем решать задачи Индустрии 4.0 только вместе. Например, в проблеме стандартизации у нас есть явные успехи, и мы показываем конкретный путь реализации оболочки управления. Кроме того, наши эксперты сформулировали новаторские подходы к решению ключевых проблем в области ИТ-безопасности, образования и обучения, исследований, бизнес-моделей и права» [4, с. 3]. Закрепление позиций мирового экономического лидера Германии планируется достигнуть за счет распространения своих технологий и принятия их в качестве международных стандартов: «Если нам удастся сделать европейское видение разнообразных, открытых и устойчивых цифровых экосистем неотъемлемой частью инноваций и приложений I4.0, наша международная конкурентная позиция будет укреплена» [4, с. 4]. Для достижения этой цели рабочая группа Платформы Индустрия 4.0 «Эталонные архитектуры, стандартизация и нормирование» разрабатывает открытый стандарт Индустрия 4.0.

Для целей нашего исследования особый интерес представляет проект Национальной промышленной стратегии до 2030 года [2], который в феврале 2019 г. представил федеральный министр экономики и энергетики Германии П. Альтмайер. «С проектом моей промышленной стратегии я сознательно инициировал дискуссию, которую мы сейчас широко проводим в Германии, а также в Европе, которая раньше была бы немыслима. Но в настоящее время мы наблюдаем глубокие изменения в мировом экономическом порядке: быстрое развитие оцифровки и глобализации контрастирует с ростом государственного вмешательства и отходом от многосторонних соглашений. Мы должны найти ответы на это в Германии и Европе» [19], – поясняет свою позицию министр.

Основным посылом представленного проекта стала необходимость проведения активной государственной промышленной политики, направленной на укрепление промышленного и технологического суверенитета Германии. При этом авторы проекта подчеркивают, что речь идет не о «точечных» непродолжительных вмешательствах государства (которое, как известно, «не лучший предприниматель» [2, с. 2]), не имеющих стратегических целей и приводящих «к неправильному распределению ресурсов» [2, с. 1–2]. «Представленная промышленная стратегия сознательно выбирает совершенно другой подход. Он определяет случаи, когда вмешательство государства может быть оправданным или даже необходимым, чтобы избежать серьезных неблагоприятных последствий для национальной экономики и общественного благосостояния. В то же время, это вклад в формирование рыночной экономики, ориентированной на будущее, и основа для структурно-политических дебатов, которые должны быть проведены» [2, с. 2]. Авторы доклада исходят из того, что без активной политической позиции со стороны государства

Германия не сможет достигнуть лидерства в ключевых технологиях и базисных инновациях: «В некоторых случаях мы обнаруживаем, что сумма индивидуальных бизнес-решений компаний страны недостаточна для компенсации или предотвращения глобальных сдвигов сил и благосостояния: компания смотрит на свой прогресс, а не всей страны. <...> В этом – и только в этом случае – вступает в права активизирующая, стимулирующая и протекционистская промышленная политика: если рыночные силы не способны поддерживать инновационность и конкурентоспособность страны» [2, с. 2]. Для реализации такого подхода на практике в стратегии предложены критерии, позволяющие однозначно обосновать необходимость активных действий государства: «Они действуют как ограничитель государственного вмешательства или, в случае, когда такие меры были предложены по чрезвычайным экономическим причинам, подтверждают его легитимность» [2, с. 3]. Ограничивая использование мер государственного вмешательства только исключительными случаями (когда обычные рыночные методы не действенны), авторы доклада все же убеждены в необходимости такого вмешательства для дальнейшего развития Индустрии 4.0.

Для достижения стратегической цели завоевания лидирующих позиций на международном рынке в предложенной стратегии также ставится под сомнение абсолютизация эффекта от «зеленых технологий». «... мы должны бороться за каждое промышленное рабочее место. Ложное различие между "старыми грязными" отраслями и "чистыми новыми" отраслями вводит в заблуждение» [2, с. 11], – считают авторы проекта стратегии. Поскольку единые подходы к защите окружающей среды не учитывают структурных особенностей экономики, они становятся для промышленно развитых регионов тяжелой нагрузкой, снижающей конкурентоспособность промышленного комплекса. «Если рамочные условия защиты окружающей среды и климата будут совершенствоваться далее, важно избежать нарушения условий конкуренции из-за того, что Германия является промышленным регионом. Экономическая эффективность и соразмерность должны быть приняты во внимание [3].

По-новому в рассматриваемом проекте стратегии подходят и проблематике малого и среднего бизнеса. Традиционно малое и среднее предпринимательство считается в Германии «особой силой». Либералы-рыночники, критикующие предложенную стратегию, утверждают: «В Германии много лидеров мирового рынка, которые часто создают высокую добавленную стоимость для немецкой экономики в узких нишах, но мало известны общественности. Успешная промышленная политика должна учитывать эту немецкую особенность» [20, с. 3]. Не отрицая это, авторы проекта указывают на огромные проблемы «в связи с быстрым развитием инноваций и, в частности, цифровизацией, поскольку их специальные технологические возможности часто лежат в других областях» [2, с. 11]. Транснационализация мировой экономики и глобализация рынков «ставит вопрос о критических размерах, необходимых промышленному игроку, чтобы успешно конкурировать в международной конкуренции или предлагать определенные продукты и услуги» [2, с. 11] – на наш взгляд, абсолютно справедливый вопрос. «Крупные коммерческие самолеты строятся только компаниями определенного размера. Создание и модернизация железнодорожных систем ведет к крупным проектам на 30 миллиардов долларов и более. Крупные интернет-платформы, которые успешны на мировом рынке, нуждаются в огромном количестве капитала» [2, с. 11], – приводят в качестве примеров авторы проекта. В этом контексте переориентация задач развития Индустрии 4.0 с интенсификации межсекторального и межфирменного взаимодействия, что потенциально будет создавать уникальную промышленную продукцию и услуги и способствует цифровизацию всех отраслей экономики, на внедрение технологий Индустрии 4.0 в малом и среднем бизнесе представляется особенно нецелесообразным.

**Выводы.** Таким образом, можно заключить, что становление Индустрии 4.0 в Германии далеко от своего завершения (хотя намного опережает остальные страны), и потребуются еще много усилий как со стороны бизнеса, так и со стороны руководства страны и научного сообщества. С момента своего появления в 2011 г. Индустрия 4.0 как стратегия развития промышленного производства претерпела значительные изменения, обусловленные, с одной стороны, объективным развитием научно-технического прогресса и появлением новых технологий (блокчейна, искусственного интеллекта, 5G), с другой стороны – практическим опытом реализации данной стратегии. При сохранении цели Индустрии 4.0 – занять место мирового лидера в сфере промышленности, – меняются подходы к ее реализации.

Практика хозяйствования показала ограниченность действия некоторых рыночно-либеральных догматов, в частности о равенстве всех субъектов хозяйствования. Такая методологическая предпосылка привела к тому, что взаимодействие участников цепочки создания добавленной стоимости сводится к обмену данными между информационными системами различных предприятий, а вертикальная интеграция допускается лишь в рамках одного предприятия. При этом внутренняя конкуренция между крупными промышленными предприятиями, несовпадение интересов отдельных субъектов хозяйствования с экономическими интересами государства не позволили выработать единые технические стандарты Индустрии 4.0, способные обеспечить интеграцию на информационном уровне. Вместе с тем, характер производства Индустрии 4.0 (клиенто-ориентированный, адаптивный) предполагает более глубокий уровень интеграции всех участников цепочки создания добавленной стоимости, в том числе и конечных потребителей промышленной продукции, нежели в рамках информационных систем (которая, безусловно, необходима, но недостаточна). Интернет-платформа Индустрия 4.0, на которую при создании в 2013 г. была возложена функция основного инструмента межотраслевого и межфирменного взаимодействия, сместила акцент своей деятельности на внедрение цифровых промышленных технологий на предприятиях малого и среднего бизнеса, тем самым, де-факто, признав неудачу в решении главной на данный момент проблемы становления Индустрии 4.0 – стандартизации. Внедрения технологий Индустрии 4.0 в реальный сектор немецкой экономики идет не так интенсивно, кроме того в большинстве случаев внедряемые технологии представляют собой программные продукты и автоматизированные компоненты, являющиеся лишь отдельными элементами киберфизических систем. Сегодня стало очевидной ограниченность возможности дальнейшего развития стратегии Индустрии 4.0 в своем первоначальном виде.

В ответ на актуальные проблемы становления Индустрии 4.0 в 2019 г. Министерством экономики и энергетики Германии был разработан проект Национальной промышленной стратегии до 2030 года [2]. Рассматривая Индустрию 4.0 как одну из составляющих общей стратегии развития промышленности, в данном проекте предпринята попытка преодолеть внутреннюю конкуренцию крупных промышленных предприятий, отсутствие единых стандартов, недостаточно интенсивное внедрение сложных мехатронных технологий и услуг промышленного характера. В основе предложенного проекта лежит активная промышленная политика, что резко отличает его от предыдущих стратегий развития. Разработчики проекта подвергают сомнению абсолютизацию таких либерально-рыночных постулатов как невмешательство государства в экономику, саморегулирование рынков, в том числе рынка труда, мелкий и средний бизнес как основа экономики, стимулирование технологического развития частным сектором. Высказывая убежденность в том, что для достижения стратегической цели завоевания лидирующих позиций на международном рынке промышленных технологий необходимо государственное вмешательство (активизирующая, стимулирующая и протекционистская промышленная политика, направленная на поддержание инновационности и конкуренто-

способности страны) и крупные промышленные предприятия (способные разрабатывать и внедрять технологии Индустрии 4.0), П. Альтмейер инициировал активную дискуссию в научных и политических кругах Европы и Германии в частности. От результата этой дискуссии и будет зависеть, удастся ли Германии сохранить за собой лидерство в технологиях Индустрии 4.0 и занять ведущее место в мировом промышленном производстве, тем самым обеспечив себе экономическую и национальную безопасность.

### Список использованных источников

1. Философия науки и техники / К. Н. Хабибуллин и др. – М.: Высшее образование, 2008. – 190 с.
2. Nationale Industriestrategie 2030. Strategische Leitlinien fuer eine deutsche und europaeische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?\\_\\_blob=publication-file&v=24](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publication-file&v=24). – Zugriffsdatum: 08.06.2019.
3. Moderne Industriepolitik [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/moderne-industriepolitik.html>. – Zugriffsdatum: 08.06.2019.
4. Industrie 4.0 gestalten. Souveraan. Interoperabel. Nachhaltig: Fortschrittbericht 2019 [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 52 S. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2019-fortschrittsbericht.html>. – Zugriffsdatum: 08.06.2019.
5. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.
6. Kagermann, H. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution [Elektronische Quelle] / H. Kagermann, W.-D. Lukas, W. Wahlster // VDI Nachrichten. – Zugriffsmodus: <https://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>. – Zugriffsdatum: 27.05.2019.
7. Zukunftsprojekte der Bundesregierung [Elektronische Quelle] // Die neue Hightech Strategie Innovationen fuer Deutschland. – Zugriffsmodus: <https://www.hightech-strategie.de/de/Zukunftsprojekte-der-Bundesregierung-972.php>. – Zugriffsdatum: 15.05.2019.
8. Kagerman, H. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig; Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. April 2013. – 116 s. – Zugriffsmodus: [https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen\\_Industrie4\\_0.pdf](https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf). – Zugriffsdatum: 08.08.2018.
9. Мелешко, Ю. В. Индустрия 4.0 – новая промышленная политика Германии: теоретическая основа и практические результаты / Ю. В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей/ БНТУ; редкол.: С. Ю. Солодовников (пред. редкол.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – №8. – С. 166–179.
10. Liao, Y. Past, present and future of Industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal / Y. Liao, F. Deschamps, E. de Freitas Rocha Loures & L. F. P. Ramos [electronic resource] // International Journal of Production Research. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>. – Access date: 28.05.2019.
11. Die Geschichte der Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html/>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.
12. Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.
13. In der Praxis [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/in-der-praxis.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.
14. Deutschland als Vorreiter in der Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Anwendungsbeispiele/anwendungsbeispiele.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

15. Landkarte Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

16. Konsequente Fokussierung auf Bedarf des Mittelstandes [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Ergebnisse/ergebnisse.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

17. Digital transformation monitor. Germany: Industrie 4.0 // Europäische Kommission. – Access mode: [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM\\_Industrie%204.0.pdf](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf). – Access date: 15.08.2018.

18. Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025 // Die Bundesregierung. – 66 S. – Zugriffsmodus: [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/for-](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/for-)

[schung\\_und\\_Innovation\\_fuer\\_die\\_Menschen.pdf](#). – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

19. Altmaier begrüßt Brief des Wissenschaftlichen Beirats zur Nationalen Industriestrategie [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190404-altmaier-begruesst-brief-des-wissenschaftlichen-beirats-zur-nationalen-industriestrategie.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

20. Brief “Nationale Industriestrategie” [Elektronische Quelle] // Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 10 S. – [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Wissenschaftlicher-Beirat/brief-nationale-industriestrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Wissenschaftlicher-Beirat/brief-nationale-industriestrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=2). – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

Статья поступила в редакцию 21 сентября 2019 года

## INDUSTRY 4.0 AS A GERMANY'S TECHNOLOGICAL LEADERSHIP CONQUEST TOOL: EVOLUTION OF APPROACHES TO IMPLEMENTATION

**Yu. V. Meleshko**

[meleshkojv@gmail.com](mailto:meleshkojv@gmail.com)

PhD in Economics, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of «Economics and Law»,

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** *The article considers Industry 4.0 as a strategy for the development of German industry, which over the eight years of its existence has undergone significant changes both in theoretical aspects and in terms of practical implementation. The reasons for such changes lie not only in the development of new technologies (blockchain, artificial intelligence, 5G), but also in rethinking the experience of introducing Industry 4.0 into the real sector of the economy. A number of problems that have arisen related to the internal competition of large business representatives and the methodological error embodied in the development strategy of idealizing an object have indicated the limited possibility of further development of this strategy in its original form. Today, the German government is forced to seek new approaches to the development of Industry 4.0, the full-scale implementation of which will allow the country to maintain its leading position in the market for production technologies, thereby ensuring the competitiveness of the national economy at the international level.*

**Key words.** *Industry 4.0, technological leadership, industrial policy, cyberphysical systems, digital services, digital business models, Internet platforms.*

### References

1. *Filosofija nauki i tehniki* / K. N. Habibullin i dr. – M. : Vyssee ob-razovanie, 2008. – 190 c.

2. *Nationale Industriestrategie 2030. Strategische Leitlinien fuer eine deutsche und eu*

- ropäische Industriepolit [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 20 S. – Zugriffsmodus: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=24](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=24). – Zugriffsdatum: 08.06.2019.
3. Moderne Industriepolitik [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/moderne-industriepolitik.html>. – Zugriffsdatum: 08.06.2019.
4. Industrie 4.0 gestalten. Souverän. Interoperabel. Nachhaltig: Fortschrittbericht 2019 [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 52 S. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/hm-2019-fortschrittsbericht.html>. – Zugriffsdatum: 08.06.2019.
5. Shvab, K. Четвертая промышленная революция / K. Shvab. – М.: Јексмо, 2016. – 208 с.
6. Kagermann, H. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution [Elektronische Quelle] / H. Kagermann, W.-D. Lukas, W. Wahlster // VDI Nachrichten. – Zugriffsmodus: <https://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>. – Zugriffsdatum: 27.05.2019.
7. Zukunftsprojekte der Bundesregierung [Elektronische Quelle] // Die neue Hightech Strategie Innovationen fuer Deutschland. – Zugriffsmodus: <https://www.hightech-strategie.de/de/Zukunftsprojekte-der-Bundesregierung-972.php>. – Zugriffsdatum: 15.05.2019.
8. Kagerman, H. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] / H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig; Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft // Bundesministerium für Bildung und Forschung. April 2013. – 116 s. – Zugriffsmodus: [https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen\\_Industrie4\\_0.pdf](https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf). – Zugriffsdatum: 08.08.2018.
9. Meleshko, Ju. V. Industrija 4.0 – no-vaja promyshlennaja politika Germanii: teoreticheskaja osnova i prakticheskie re-zul'taty / Ju. V. Meleshko // Јekonomische-skaja nauka segodnja: sbornik nauchnyh sta-tej/ BNTU; redkol.: S. Ju. Solodovnikov (pred. redkol.) [i dr.]. – Minsk: BNTU, 2018. – №8. – S. 166–179.
10. Liao, Y. Past, present and future of Industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal / Y. Liao, F. Deschamps, E. de Freitas Rocha Loures & L. F. P. Ramos [electronic resource] // International Journal of Production Research. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>. – Access date: 28.05.2019.
11. Die Geschichte der Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html/>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.
12. Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2018.
13. In der Praxis [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/in-der-praxis.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.
14. Deutschland als Vorreiter in der Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Anwendungsbeispiele/anwendungsbeispiele.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.
15. Landkarte Industrie 4.0 [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.
16. Konsequente Fokussierung auf Bedarf des Mittelstandes [Elektronische Quelle] // Plattform Industrie 4.0. – Zugriffsmodus: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Plattform/Ergebnisse/ergebnisse.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.
17. Digital transformation monitor. Germany: Industrie 4.0 // Europäische Kommission. – Access mode: [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM\\_Industrie%204.0.pdf](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf). – Access date: 15.08.2018.
18. Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025 // Die Bundesregierung. – 66 S. – Zugriffsmodus: [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Forschung\\_und\\_Innovation\\_fuer\\_die\\_Menschen.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Forschung_und_Innovation_fuer_die_Menschen.pdf). – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

19. Altmaier begrüßt Brief des Wissenschaftlichen Beirats zur Nationalen Industriestrategie [Elektronische Quelle] // Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Zugriffsmodus: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190404-altmaier-begruesst-brief-des-wissenschaftlichen-beirats-zur-nationalen-industriestrategie.html>. – Zugriffsdatum: 17.08.2019.

20. Brief “Nationale Industriestrategie” [Elektronische Quelle] // Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. – 10 S. – [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Wissenschaftlicher-Beirat/brief-nationale-industriestrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Wissenschaftlicher-Beirat/brief-nationale-industriestrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=2). – Zugriffsdatum: 17.08.2019.