

Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики

Марта Гётц

Доцент, Департамент бизнеса и международных отношений (Department of Business and International Relations),
m.gotz@vistula.edu.pl

Университет Вислы (Vistula University), Польша, ul. Stokłosa 3, 02-787 Warszawa, Poland

Барбара Янковска

Доцент, Департамент международной конкурентоспособности (Department of International Competitiveness),
barbara.jankowska@ue.poznan.pl

Познаньский университет экономики и бизнеса (Poznań University of Economics and Business), Польша, ul.
Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Poland

Аннотация

В условиях рыночной волатильности и сокращения жизненного цикла продукции современные производители сталкиваются с необходимостью наращивания затрат, ускорения и локализации производственных процессов. Ответ на эти вызовы предлагает четвертая промышленная революция, или Индустрия 4.0 (И4.0). Он состоит в увеличении скорости вывода продуктов на рынок через трансформацию цепочки поставок в высокоадаптивные интегрированные сети. Потенциальный эффект внедрения И4.0 для конкурентоспособности (в частности, дочерних структур иностранных компаний) и характер модернизации глобальных цепочек создания стоимости, частью которых являются компании, рассмотрены на четырех

конкретных примерах. Показано, что в эпоху И4.0 конкурентные преимущества бизнеса могут зависеть как от трансформации отдельных отраслей, так и от изменения отношений между партнерами. Эти результаты соответствуют представленным в литературе выводам о неопределенности и сложности цифровой экономики в целом и подтверждают наличие проблем с точной оценкой предполагаемых выгод. И4.0 основана на борьбе за лидерство, в которой конкурентоспособность повышается в первую очередь за счет улучшения качества продукции, а не снижения затрат. Одновременно И4.0 способствует появлению групп тесно взаимосвязанных, интегрированных друг с другом компаний вплоть до стирания четких границ между ними.

Ключевые слова: Индустрия 4.0; цифровые технологии; экономика постпереходного периода; обрабатывающая промышленность; кейс-анализ; конкурентоспособность; жизненный цикл продукции

Цитирование: Götz M., Jankowska B. (2020) Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 61–78.
DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78

Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy

Marta Götz

Associate Professor, Department of Business and International Relations, m.gotz@vistula.edu.pl
Vistula University, ul. Stokłosy 3, 02-787 Warszawa, Poland

Barbara Jankowska

Associate Professor, Department of International Competitiveness, barbara.jankowska@ue.poznan.pl
Poznań University of Economics and Business; al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Poland

Abstract

Manufacturers face increased cost pressure and market volatility. Product life cycles are getting shorter. Production has to be faster and increasingly local. The acceleration of “time-to-market” could happen thanks to the solutions of Industry 4.0 (I4.0), with supply chains morphing into highly adaptive networks with integrated entities. In this paper, we seek to exemplify the potential impact of I4.0 adoption on the competitiveness of the firms (being foreign subsidiaries among others) and ask about the nature of modernization as part of the global value chain in which the enterprise operates. Our research based on four case studies

reveals that the competitive advantage of a firm could be modified in the era of Industry 4.0 as a result of a sector’s transformation and changing relationships with partners. These findings correspond with the literature stressing the uncertainty and complexity of the digital economy in general, as well as difficulties with the precise measuring of the expected benefits. The fourth industrial revolution emphasizes “the race to the top” giving priority to quality rather than cost reduction as a method of improving competitiveness and, since it implies the emergence of connected companies, truly linked with each other, the disappearance of clear boundaries between them.

Keywords: Industry 4.0; digital technologies; post-transition economy; manufacturing; case study; competitiveness; product life cycle

Citation: Götz M., Jankowska B. (2020) Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 61–78.
DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78

Рыночная турбулентность и сокращение жизненного цикла многих продуктов заставляют производителей оптимизировать расходы, ускорять и локализовывать производственные процессы. Ответом на данный вызов являются новые бизнес-модели, основанные на принципе «производство как услуга» (*manufacturing as a service*, MaaS) [Aquilante et al., 2016] и решения Индустрии 4.0 (И4.0). Благодаря им цепочки поставок преобразуются в высокоадаптивные интегрированные сети, как следствие — сокращается время вывода продукции на рынок. Текущая технологическая революция отличается тем, что трансформация промышленности происходит «снизу», по инициативе общества. Ее основные драйверы — развитие социальных сетей и «умных» устройств, породивших феномен всеобщей «подключенности», которая проникает и в промышленный сектор [Schuh et al., 2014]. Прирост на 10% числа подключений к интернету вещей (*internet of things*, далее — ИВ), одной из ключевых технологических новаций И4.0, обеспечивает увеличение общей факторной производительности на 0.23 п.п., а потенциальный среднегодовой вклад ИВ в экономический рост оценивается на уровне 0.99% в 2018–2030 гг. [Edquist et al., 2019].

В статье рассматриваются активность обследованных компаний в применении технологий И4.0, глубина понимания ими этой концепции и потенциальный эффект от внедрения И4.0 для их конкурентоспособности. Особое внимание уделяется характеру модернизации глобальных цепочек создания стоимости, в которых эти компании участвуют.

Предпосылки Индустрии 4.0

Концепция И4.0 описывает интеллектуальную производственную сеть, в которой физические производственные операции интегрируются с цифровыми технологиями, машинным обучением и большими данными, формируя целостную экосистему взаимосвязанных компаний, фокусирующихся на обрабатывающем производстве и управлении цепочками поставок¹. Данный термин (в оригинале — *Industrie 4.0*) был впервые предложен в 2011 г. на одной из промышленных выставок в Ганновере (Германия). В отдельных регионах мира используется другая терминология, например «промышленный интернет» (*Industrial Internet*) в США, «Интернет+» в КНР [Wang et al., 2016]. В основе концепции лежат четыре ключевых понятия: киберфизические системы (*cyber-physical systems*), ИВ, интернет услуг (*internet of services*) и «умные» фабрики (*smart factories*) [Hermann et al., 2015]. С технологической точки зрения И4.0 сводится преимущественно к цифровизации и автоматизации. Указанные процессы определяют трансформацию современных бизнес-моделей, начало которой положило развитие цифровых цепочек создания стоимости [Lasi et al., 2014]. Первым шагом на этом пути стало внедрение компаниями девяти ключе-

вых для И4.0 технологий: больших данных и аналитики, автономных роботов, моделирования, горизонтальной и вертикальной системной интеграции, промышленного ИВ, кибербезопасности, облачных технологий, аддитивных 3D-технологий, дополненной реальности [Rüßmann et al., 2015].

Внедрение «умных» технологий в производственные процессы воплощается в холистических цифровых моделях продуктов и фабрик [Lasi et al., 2014; Lucke et al., 2008]. Примеры представлены в табл. 1.

В ответ на вызовы цифровизации компании разрабатывают эффективные бизнес-модели. Например, изучение свыше 200 крупных и средних предприятий в Словении выявило шесть подобных моделей [Štemberger et al., 2019]. Наиболее успешной из них оказалась связка бизнес- и информационно-технологических (ИТ) направлений, при которой цифровая трансформация реализуется менеджментом компании совместно с ИТ-отделом. Подобная модель возможна только при условии координации деятельности всех участников процесса. И4.0 как многомерная система создания стоимости включает разнообразные управленческие, организационные, технологические и производственные факторы, взаимосвязи между которыми четко прослеживаются и классифицируются [Nosalska et al., 2019]. Ее распространение трансформирует современные бизнес-модели, побуждает компании к пересмотру контекста деятельности и стратегического потенциала [Kagermann et al., 2013]. Требуются усилия по преобразованию как внутренних бизнес-процессов, так и отношений с внешней средой. В силу своей многомерности И4.0 имеет различные проявления; ее понимание остается размытым, а перспективы развития сопровождаются высокой неопределенностью, в условиях которой возможны самые разные сценарии [Culot et al., 2020]. Для описания этих процессов и управления ими строятся холистические цифровые бизнес-модели, опирающиеся на технологии виртуальной (*virtual reality*, VR), дополненной реальности (*augmented reality*, AR) или цифровых двойников (*digital twins*). Цифровая трансформация не ограничивается исключительно сферой производства, а распространяется на более широкий подход к управлению кадрами и менеджменту. В силу комплексного характера цифровых технологий И4.0 особое значение приобретает взаимосвязанность между структурой отрасли и деятельностью компаний, благоприятствующая успешному внедрению таких решений [Kagermann et al., 2013; Rüßmann et al., 2015]. Существующие «границы» компаний и возможность их «переустановки» также определяются способностью контролировать цифровые структуры и доступностью данных [Leih et al., 2015].

Информационные активы и цифровые системы контроля чаще всего являются результатом той или иной формы интеграции и выходят за пределы конкретной компании. Предложенные для описания этого феномена концепция «открытой бизнес-модели» [Chesbrough,

¹ Режим доступа: <https://www.epicor.com/en/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>, дата обращения 15.10.2020.

Табл. 1. Цифровые модели производства и управления предприятиями

Инструменты	Литература
Программные приложения для планирования и регламентации этапов производства (например, системы планирования ресурсов предприятия (<i>enterprise resource planning</i> , ERP))	[Lasi et al., 2014]
Системы автоматизации и управления внутренней логистикой (технологии радиочастотной идентификации RFID и др.)	
Решения в области разработки продуктов и услуг	[Lucke et al., 2008]
Инструменты управления жизненным циклом продукции (<i>product-lifecycle-management</i> , PLM)	[Tchoffa et al., 2016]
Мобильные (беспроводные) устройства программирования и эксплуатации машин и оборудования	[Drath, Horch, 2014]
Цифровые средства производства (планшеты, смартфоны и др.)	[Drath, Horch, 2014].
<i>Источник:</i> составлено авторами.	

2006] и смежные с ней, включая сети или платформы [Zott et al., 2011], формируют новые представления о «границах» компаний. Пересматриваются классические отношения продавца и покупателя, которые теперь воспринимаются как элементы целостной системы, сети для совместного создания и извлечения стоимости в рамках партнерства.

Уровень сложности производственных сетей обусловлен плотностью и масштабом взаимосвязей, нелинейностью последних и быстро меняющимися позициями участников сетей, что требует гибкого (*agile*) подхода и «бережливого» (*lean*) менеджмента. В рамках модели И4.0 конкурентоспособность и преимущества возникают не столько из собственных активов (в отличие от подхода «компания как совокупность ресурсов»), сколько из характеристик цифровой экосистемы, частью которой она является. При этом возможно извлечь максимальные преимущества как за счет эффективности, так и на основе инновационной деятельности. В первом случае они связаны с оптимизацией предоставления товаров и услуг (повышение скорости доставки, гибкости, снижение цен), во втором возникают из предложения улучшенных продуктов с новыми свойствами.

Теоретические подходы к анализу конкурентоспособности фирм

По мнению экспертов Всемирного экономического форума [WEF, 2019], компании-первопроходцы, внедряющие технологии И4.0 раньше других, получают наибольшую выгоду. Их конкурентные преимущества намного превзойдут затраты, связанные с ранним внедрением инноваций И4.0. Учитывая природу, ключевые особенности и тенденции, характеризующие И4.0, заслуживают внимания источники превосходства, описанные в теориях организации отрасли (ТОО) (*industrial organisation*, I/O), ресурсного подхода (РП) (*resource-based view*, RBV) и глобальных цепочек стоимости (ГЦС) (*global value chains*, GVC).

Теория организации отрасли

В контексте данной теории эффективность компании прежде всего определяется секторальной средой и специфическими факторами, задающими интенсивность

конкуренции, по принципу «структура — поведение — результат» (СПП) (*structure-conduct-performance*, S-C-P) [Bain, 1956; Mason, 1939]. Другой фактор — взаимосвязь между структурой отрасли и результатами деятельности компаний [Bain, 1956], состоянием спроса и предложения [Stead et al., 1997, p. 4], обусловленного среди прочего технологическими аспектами. Влияние И4.0 на структуру отрасли и поведение игроков можно оценить посредством аналитической модели пяти конкурентных сил и концепции «цепочки стоимости» [Porter, 1979]. Первая в косвенной форме отражает ограничения и возможности интеграции, которая базируется на автоматизации, облегчает выполнение компаниями сложных задач и следование более гибким стратегиям. Концепция «цепочки стоимости» рассматривает компанию как звенья во взаимозависимых процессах реализации основных и вспомогательных видов деятельности, а отрасль в целом — как сеть создания стоимости путем предоставления клиентам полезной продукции (обе сферы трансформировались в результате цифровизации).

Ресурсный подход

Данная перспектива продуктивна с точки зрения концептуализации механизма воздействия И4.0 на конкурентоспособность предприятий [Barney, 1991; Barney, Arikan, 2005; Wernerfelt, 2013]. В основе РП лежит теория, рассматривающая компанию как совокупность неоднородных ресурсов [Penrose, 1959; Teece, 2017], необходимых для достижения преимущества перед конкурентами [West et al., 2014]. Эти преимущества добываются и удерживаются с помощью набора ресурсов, описываемых аббревиатурой VIRO (*valuable, inimitable, rare and organised* — ценные, неповторимые, редкие и организованные). Специфика той или иной отрасли предопределяет совокупность активов, необходимых для более высокой производительности [Amit, Schoemaker, 1993].

Глобальная цепочка стоимости

Концепция ГЦС характеризует процессы фрагментации, затрагивающие все больше стран и производственных сетей, появления глобальных потребителей и поставщиков [Lee, Gereffi, 2015]. Под влиянием цифровизации меняется характер взаимодействия компаний и партнерства между ними. Одними из ключевых

аспектов в рамках ГЦС становятся совместимость и способность контрагентов своевременно осуществлять необходимые изменения. Раскрыть природу соперничества и партнерства на рынке в условиях И4.0 помогает упомянутая выше классическая модель пяти конкурентных сил [Porter, 1979]. В растущем объеме публикаций, посвященных ГЦС, основное внимание уделяется вкладу модернизации в постепенное повышение уровня добавленной стоимости [Éltető et al., 2015]. Объектами модернизации чаще всего выступают продукция, процессы, функционал и межотраслевое взаимодействие [Humphrey, Schmitz, 2002]. Эти четыре направления нередко взаимосвязаны, пересекаются или выступают производными друг друга. Нарращиванию прибыли в рамках цепочки стоимости, кроме того, способствует экономия на масштабах. Агрегирование заказов и увеличение продаж могут обернуться «снижением уровня» (*downgrading*) продукции, т. е. ростом объема производства продуктов с более низкой добавленной стоимостью.

Конкурентные преимущества в контексте Индустрии 4.0

Развитие технологий И4.0 предполагает увеличение производительности труда в промышленности и повышение эффективности компаний в целом, что требует от них пересмотра стратегических приоритетов.

Еще в середине 1980-х гг. прогнозировалось, что информационная революция преобразит отраслевую структуру экономики за счет радикального изменения статуса и возможностей производителей, их поставщиков, клиентов, конкурентов и потенциальных новых игроков [Porter, Millar, 1985]. Расширяются перспективы лидерства в конкуренции, трансформируются структура цепочки стоимости, ресурсы и компетенции, которыми располагают компании. Ключевые эффекты подобной трансформации спустя десятилетия по-прежнему остаются актуальными [Porter, Heppelmann, 2015]. Технологии И4.0 вынуждают игроков модернизировать стратегический потенциал и ускорять сам процесс модернизации. Одним из распространенных инструментов И4.0 является моделирование, которое посредством виртуального тестирования позволяет оценивать и прогнозировать производительность систем, с трудом поддающихся анализу. В результате компании могут повысить свою эффективность за счет интеграции сбора данных, их обработки и управления. Открывается возможность отслеживать потребности клиентов и выполнять заказы в режиме реального времени. И4.0 изменит порядок доставки и хранения компонентов, их движения в процессе производства и дистрибуции продукции. Экономить время и избегать узких мест помогают технология радиочастотной идентификации RFID и интеллектуальные приложения, использующие информацию от пользовательского сообщества. Тем самым внутренняя и внешняя логистика компании становится источником существенных выгод [Skapinyecz et al., 2018]. Цифровизация наряду с логистикой преобразует производственные операции

с предзаказанными компонентами и сырьем, способствует оптимизации всей цепочки стоимости, помогая учитывать потребности клиентов, обусловленные появлением ИВ и социальных сетей.

Интернет формирует цифровую экосистему, которая объединяет поставщиков, производителей, клиентов, связана с концепцией «умной» фабрики и оптимизированными сетями создания стоимости в режиме реального времени. «Умные» предприятия демонстрируют большую адаптивность к постоянно меняющимся условиям, а благодаря облачным вычислениям превращаются в автоматизированные, оптимизированные, высокоэффективные интегрированные комплексы. Таким образом, И4.0 способствует появлению виртуальных, горизонтально интегрированных сетей создания стоимости. Анализ больших данных позволяет реорганизовать деятельность компаний в сфере продаж и маркетинга, а на более ранних стадиях — определять задачи, объем и направления исследований и разработок (ИиР). По оценке PricewaterhouseCoopers, около 70% респондентов пользуются анализом данных для улучшения отношений с клиентами [PwC, 2016]. Аддитивные технологии изготовления прототипов и отдельных компонентов методом 3D-печати позволяют дополнить разработку новых продуктов в соответствии с потребительскими предпочтениями и отзывами, отраженными в гигантском массиве собираемых компаниями данных. Появляется возможность снизить затраты за счет сокращения запасов и соответствующей корректировки закупочной деятельности, производственных процессов и внутренней логистики. Эти операции могут стать более эффективными в рамках цепочки стоимости, что имеет решающее значение с точки зрения нормы прибыли и повышения конкурентоспособности. AR-технологии объединяют информацию о реальном физическом мире с генерируемыми с помощью компьютера виртуальными данными, показывают оптимальные способы выполнения тех или иных задач, например складских операций и технического обслуживания [Craig, 2013; Schmalstieg, Hollerer, 2016]. В итоге облегчается принятие решений и оптимизируются цепочки стоимости.

Анализ больших данных позволяет идентифицировать потребности клиентов, исследовать рынок, моделировать и тестировать новые продукты, а 3D-печать упрощает создание прототипов, способствуя сокращению цикла разработки и ускорению вывода новой продукции на рынок [Qin et al., 2016; Rubera et al., 2016]. Решения И4.0 существенно расширяют возможности создания прототипов за счет соединения технологий 3D-печати с методами CAD/CAM-проектирования и гибкой машинной обработкой [Qin et al., 2016]. Конкурентоспособность компаний напрямую связана с эффективностью и преимуществами, полученными в результате инновационной деятельности. В условиях И4.0 конкурентные преимущества, основанные на эффективности, обеспечивают лишь минимальный порог входа на рынок и, как правило, носят временный характер.

Устойчивые позиции в рамках И4.0 достигаются за счет знаний и инноваций. От компаний требуется мо-

дернизация действующей модели сотрудничества с поставщиками и клиентами. Потенциал технологий И4.0 раскрывается полностью, если отношения с деловыми партнерами принимаются в расчет на каждом этапе создания стоимости — от ИиР, закупок и производства до продаж, маркетинга и послепродажного обслуживания. Речь идет о внедрении интегрированных информационных систем при сохранении ключевой роли сотрудников, обладающих необходимыми навыками для управления, производства и обслуживания систем И4.0, включая знания в области ИВ, робототехники, блокчейна и производственных технологий. Решения И4.0 интегрируют операционную деятельность компаний, интенсифицируют внутренние информационные потоки, оптимизируют взаимодействие со всеми участниками цепочки стоимости. Стимулирование обмена внутрикорпоративной информацией (между подразделениями) имеет решающее значение для интеграции данных, процессов и технологий в режиме реального времени, позволяет стандартизировать различные процедуры и методы организации работы [Gérvalla, Ternai, 2019]. Внутренняя интеграция имеет вертикальную природу, поскольку связана с распределением ресурсов, и реализуется путем соединения производства с системами управления и низкоуровневыми программируемыми логическими контроллерами (*programmable logic controllers*) — машинными регуляторами, датчиками и т. п. Интеграционный аспект можно соотнести с ресурсным, лежащим в основе концепции РП, поскольку углубленная вертикальная интеграция активов делает их более эксклюзивными, усиливая конкурентное преимущество.

Другой фактор укрепления позиций компаний — горизонтальная интеграция цепочки стоимости и внешних партнерств. Они перестают быть самостоятельными единицами, но встраиваются в сети вместе с другими организациями. Отношения с внешними партнерами при использовании ИТ-решений повышают гибкость и активность каждого участника процесса создания стоимости, что также отражается на их конкурентоспособности, которая усиливается за счет управления угрозами в сфере кибербезопасности и, по мере возможности, их нейтрализации. В число технологий И4.0 входят машинные контроллеры, датчики, производственные линии и другие соединенные устройства, использующие общие стандарты и протоколы связи. Такая связность помимо выгод несет и новые риски. Менеджеры ГЦС могут реорганизовывать и диверсифицировать подобные цепочки либо развивать отдельные их сегменты. Модернизация инициируется аффилированными игроками по логике «снизу вверх» и управляется ведущим участником ГЦС, действующим по принципу «сверху вниз» [Lee, Gereffi, 2015].

Вместе с тем управление может быть прерогативой как производителя, так и клиента [Gereffi, Korzeniewicz, 1994]. По мере усложнения производственных сетей для описания многих ГЦС перестала быть релевантной простая дуалистическая модель. Более адекватному их отражению служат предложенные в работе [Gereffi et al., 2005] пять типов управления: рыночный (*market*), модульный (*modular*), реляционный (*relational*), кэптив-

ный (*captive*) и иерархический (*hierarchical*). Первый тип осуществляется через трансакции, основным регулирующим механизмом которых выступает цена, при этом какое-либо формальное сотрудничество между участниками не предусмотрено [Gereffi et al., 2005]. Второй предполагает, что продукты или услуги имеют сложную блочную структуру, поставщики производят их самостоятельно и несут за них полную ответственность (либо используют аутсорсинг), а при их предоставлении руководствуются спецификациями клиентов. Третий характеризуется сложным взаимодействием ведущей компании и поставщиков, сопряженным с обменом неявными знаниями в форме их перетока (*spillover*). Центральное звено ГЦС контролирует виды деятельности, в ходе которых создается максимальная доля добавленной стоимости, и определяет спецификации продуктов [Cattaneo et al., 2013]. При четвертом типе ключевое предприятие активно направляет и отслеживает деятельность поставщиков. Единственный ведущий игрок ставит более мелких участников в весьма уязвимое положение. При этом ведущие субъекты стремятся повысить эффективность своих цепочек поставок и, следовательно, заинтересованы в модернизации поставщиков. Пятый тип проявляется в вертикальной интеграции, при которой одни компании управляют другими. Он особенно эффективен в случае сложных продуктов, кодифицировать спецификации которых и найти компетентных поставщиков оказывается чрезвычайно трудно [Cattaneo et al., 2013].

Отдельный исследовательский интерес представляет влияние новых подрывных технологий И4.0 на географическую конфигурацию ГЦС в странах — получателях прямых иностранных инвестиций (ПИИ) с индустриальной экономикой переходного типа [Szalavetz, 2017a]. Основной вызов состоит в последствиях появления новых производственных технологий для ведущего игрока ГЦС: сохранении существующих производственных мощностей и их модернизации за счет технологий И4.0 (стратегия консервации), консолидации и концентрации производственной деятельности в определенной локации (выбор), частичной диверсификации деятельности, создании новых производственных мощностей либо передаче отдельных задач на аутсорсинг (реконфигурация). Как показал опрос компаний в Венгрии, в краткосрочной перспективе стратегия консервации, по-видимому, превалирует над более рискованными сценариями выбора локации и реконфигурации. Вместе с тем остается открытым вопрос о средне- и долгосрочном переформатировании архитектуры ГЦС, что потребует реформирования национальных систем образования. Неспособность подготовить достаточное число квалифицированных работников и привести учебные программы в соответствие потребностям рынка труда может помешать внедрению И4.0 и повлечь за собой уход экономической деятельности в другие страны. Индустриальным экономикам угрожает не технологический прогресс И4.0 как таковой, они могут проиграть от цифровой трансформации в силу нехватки человеческого капитала в сочетании с ригидностью образовательной системы [Szalavetz, 2017b].

Методология

При том, что И4.0 привлекает все большее внимание исследователей, а число посвященных соответствующей тематике работ неуклонно растет, влияние цифровой трансформации на конкурентоспособность компаний в контексте международного сотрудничества пока не получило исчерпывающего освещения. Не затрагиваются эти вопросы и в докладах о различных аспектах И4.0 и в массивных базах данных консалтинговых агентств и частных компаний: Siemens, BCG [Lorenz et al., 2015], McKinsey [Breunig et al., 2016], польской ASTOR [Zieliński, 2016] или инициативы Przemysł 4.0².

Цель нашего поискового эмпирического исследования — продемонстрировать потенциальный эффект внедрения И4.0 для конкурентоспособности компаний и проанализировать характер модернизации ГЦС, частью которых они являются. Для этого изучаются вероятные драйверы внедрения И4.0, оцениваются масштабы продолжающейся трансформации. Исследовательские вопросы предопределили набор используемых приемов и методов [Collis, Hussey, 2014], важнейшим из которых стал анализ конкретных ситуаций (кейсов), позволяющий соединить выводы предыдущих работ с новыми данными [Andriopoulos, Slater, 2013]. Рассмотрение кейсов выявляет множество аспектов, в том числе выходящих за пределы рассматриваемых феноменов, и нередко проливает свет на скрытые и неочевидные, но существенные их стороны [Mowday, Sutton, 1993; Cappelli, Shere, 1991]. Подобный подход побуждает исследователей изучать объект в естественных условиях и выдвигать новые, практически и эмпирически обоснованные идеи [Miles, Huberman, 1994]. Качественное академическое исследование должно быть поисковым, описательным и аналитическим (предиктивным) в отношении своего объекта [Blumberg et al., 2011]. В ходе нашего обследования были проанализированы четыре кейса: компании Viacon Polska, Amica, Kompania Piwowarska (КР) и Unilever. Такой выбор представляется оправданным, учитывая междисциплинарный характер И4.0. Избранный подход обладает некоторыми чертами количественного за счет применения структурированной анкеты, а также пятибалльной шкалы Лайкерта при оценке респондентами различных явлений. Кроме того, применялись нарративные техники с элементами сравнительного метода и множественного анализа. Поисковый характер исследованию придает ориентация на изучение контекста внедрения решений И4.0, углубить понимание которых позволят конкретные ситуации [Siggelkow, 2007]. Для описания контекста каждой из них использовались вторичные данные о влиянии И4.0 на компании в новых отраслевых условиях с опорой на официальные сведения (опубликованные преимущественно на их сайтах), но в большей степени — на первичные сведения, собранные в ходе прямых интервью с сотрудниками. Выбор ситуаций для анализа

обусловлен задачами исследования. Формирование целевой выборки продиктовано необходимостью отразить различия во внедрении технологий и решений И4.0 между предприятиями из разных секторов, в той или иной степени связанных с иностранным капиталом. Важными факторами остаются также происхождение капитала и расположение штаб-квартир в зависимости от уровня готовности страны к И4.0 и соответствующей вовлеченности компаний в эти процессы.

Сценарий интервью предполагал обсуждение неопределенности, сложности и многогранности, характеризующих И4.0. Ее распространение — многомерный процесс, задействующий множество игроков (звеньев ГЦС) и разнообразные технологии. Указанные черты И4.0 зачастую вызывают затруднения у обследованных компаний, в частности, в связи с непредсказуемостью действий партнеров и конкурентов. Определены и другие рамочные условия успешного внедрения цифровых технологий, смежные с И4.0.

Кейс-анализ: переход к Индустрии 4.0 с точки зрения изучаемых компаний³

В табл. 2 представлено общее описание вызванных И4.0 изменений в деятельности рассматриваемых компаний. В табл. 3–6 обобщается специфика этих изменений по каждому отдельному случаю.

ViaCon

Группа ViaCon⁴, основанная в Швеции и Норвегии в 1986 г., специализируется на производстве стальных и пластиковых труб, конструкций из оцинкованных плит для строительства мостов и туннелей, производстве геотекстиля, георешеток и геокомпозитов, которые среди прочего применяются для дренажа и фильтрации почвы, а также сеток для армирования битумных и асфальтовых дорожных покрытий. Вся продукция производится в соответствии с международными стандартами ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 и OHSAS 18001; некоторые продукты имеют знак CE. ViaCon носит статус производителя оригинального оборудования (*original equipment manufacturer*, OEM), котируется на фондовой бирже с преобладающей долей иностранного капитала. Компания экспортирует продукцию и торгует на внешних рынках через субсидиарные предприятия, созданные в разных странах, будучи дочерней структурой транснациональной корпорации. В Польше действуют три компании группы: ViaCon Sp. z o.o., ViaCon Polska Sp. z o.o. и ViaCon Construction sp. z o.o.

ViaCon проводит активную цифровую трансформацию, а сотрудники этого и остальных обследуемых предприятий постоянно используют цифровое оборудование, облачные и мобильные технологии, большие данные и социальные сети. Наиболее динамичными и характерными для И4.0 компания считает системы кли-

² Режим доступа: <https://przemysl-40.pl/>, дата обращения 29.10.2020.

³ Представленные данные, основанные на результатах нашего опроса, следует рассматривать как авторскую интерпретацию ответов респондентов, не обязательно совпадающую с официальной позицией компаний.

⁴ Режим доступа: <http://viacon.pl/en>, дата обращения 29.10.2020.

Табл. 2. Общая характеристика изменений, обусловленных И4.0 и затрагивающих различные аспекты деятельности компаний

Аспект	Описание
Уровень развития И4.0 (РП)	Внедрение новых технологий (как правило, носящее неоднородный, постепенный, фрагментарный, но общий для всех игроков характер), способное изменить порядок использования ресурсов персоналом и администрацией и тем самым повлиять на конкурентные преимущества компаний
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Освоение новых продуктов и процессов, ведущее к росту эффективности, порождающее новые / более весомые конкурентные преимущества (оптимизация распределения и использования ресурсов)
Риски и вызовы (РП)	Осознание необходимости капиталовложений и обучения персонала для повышения эффективности управления в целях усиления конкурентоспособности на базе имеющихся ресурсов в контексте И4.0
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Непредсказуемость поведения партнеров по отрасли из-за И4.0, осознание как возможностей, так и барьеров, неуверенность в том, насколько целесообразно копировать стратегию партнеров в отношении И4.0
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Неопределенность перспектив государственной поддержки, активное давление со стороны партнеров к продвижению по цепочке стоимости и интенсификации взаимосвязей
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Плюрализм мнений об инициаторах цифровой трансформации, осознание потенциала И4.0 по оптимизации международного бизнеса

Источник: составлено авторами.

ентской поддержки (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP). ViaCon применяет лишь несколько из девяти решений И4.0: сбор и обработку больших данных, кибербезопасность, облачные вычисления. Автономные роботы, моделирование (виртуальное зеркало), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ, аддитивное производство трехмерных объектов и дополненная реальность пока не нашли своего применения. В связи с внедрением И4.0 ViaCon планирует изменить структуру занятости, что подтверждают ответы «согласен / полностью согласен» на соответствующие вопросы. В компании признают, что испытывают проблемы в области кибербезопасности и защиты прав на изобретения. Ее сотрудники относят к преимуществам И4.0 сокращение расходов, повышение эффективности и ускорение выполнения отдельных процессов. Компания стремится интегрировать свою цепочку стоимости, отмечает необходимость дальнейшего снижения затрат, наличие защитных правовых механизмов в рамках И4.0, но также рассчитывает на поддержку правительства в борьбе с возникающими рисками. Специальные сотрудники ViaCon заняты мониторингом И4.0, решением связанных с этим проблем и разработкой стратегии преодоления соответствующих вызовов. Действуют курсы по автоматизации производственных процессов, оптимизируются административные процедуры (документооборот). Компания отмечает нехватку кадров, обладающих необходимыми для И4.0 навыками, потребность в инвестициях в ИиР и иные проблемы (приобретение новых машин, инструментов, оборудования).

По мнению сотрудников ViaCon, поставщики компании испытывают затруднения в реорганизации производственных процессов, интеграции в ГЦС, но связывают их преодоление с И4.0. Нередко речь идет о давлении, направленном на сокращение цепочки стои-

мости. Представители ViaCon считают, что И4.0 подталкивает клиентов к поискам новых каналов поставок в силу опасений утратить экономические преимущества, открывает возможности для увеличения продаж и повышения конкурентоспособности. В ViaCon убеждены, что альтернативные производители (конкуренты) реорганизуют свою деятельность и бизнес-модель в надежде стимулировать инновации с помощью решений И4.0. Наконец, И4.0 позволяет компании совершенствовать продукцию и процессы, т. е. повысить эффективность за счет новых технологий. Похоже, что давление со стороны партнеров вынуждает ViaCon переходить к более наукоемким видам деятельности. Компания расширяет функционал, пытается выйти на глобальные рынки, осваивает новые направления бизнеса. В ViaCon воспринимают все эти изменения преимущественно как собственные инициативы, но отмечают и роль ключевого производителя в цепочке стоимости, обладающего необходимыми знаниями и опытом, и клиентов (закупщиков), контролирующих каналы сбыта и в значительной мере диктующих маркетинговую стратегию фирмы. Отношения ViaCon с партнерами формируются по модульному принципу, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика. В ViaCon категорически не согласны с предложенным утверждением о том, что взаимодействие компании с партнерами носит иерархический характер: сотрудничество происходит в рамках внутренней сети без участия внешних поставщиков. Респонденты разделяют мнение о том, что автономные роботы позволяют «репатриировать» производственные процессы, большие данные открывают новые перспективы в исследованиях рынка и помогают принимать более взвешенные инвестиционные решения, а аддитивное производство создает возможность сократить цепочку стоимости. В целом ViaCon не слишком интересуется поведением дру-

Табл. 3. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности группы ViaCon

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	Системы поддержки клиентов (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP) испытывают наибольшее влияние И4.0 Используются лишь несколько из девяти решений И4.0 (сбор и обработка больших данных, кибербезопасность, облачные вычисления); не применяются автономные роботы, моделирование (виртуальное зеркало), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ, аддитивное производство трехмерных объектов и дополненная реальность
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Совершенствование продуктов и процессов в результате внедрения технологий И4.0 ведет к снижению затрат, повышению эффективности, сокращению времени на выполнение некоторых операций
Риски и вызовы (РП)	Планируется изменить структуру занятости в связи с И4.0 Отмечено наличие проблем в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения Специальные сотрудники заняты мониторингом вызовов И4.0, разработана стратегия их преодоления Действуют курсы по автоматизации производства Оптимизируются административные процедуры (документооборот) Выявлены нехватка кадров, обладающих навыками работы в условиях И4.0, потребность в инвестициях в ИиР, приобретении новых машин, инструментов и оборудования в связи с И4.0
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Поставщики испытывают затруднения в реорганизации производственных процессов или интеграции в ГЦС, для которой И4.0 открывает новые возможности; ощущается давление в сторону сокращения цепочки стоимости И4.0 вынуждает клиентов искать новые каналы поставок в силу опасений утратить экономические преимущества И4.0 открывает возможности для наращивания продаж и укрепления конкурентоспособности Конкуренты реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели в расчете на то, что И4.0 позволит им улучшить показатели инновационной деятельности
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Предпринимаются попытки создать собственную цепочку стоимости Осознается необходимость снижения затрат Формируются защитные правовые механизмы в рамках И4.0. Высказывается надежда на поддержку государства в преодолении соответствующих вызовов Давление со стороны деловых партнеров побуждает к переключению на более наукоемкие виды деятельности, диверсификации, выходу на мировой рынок и освоению новых направлений бизнеса
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Все перемены воспринимаются преимущественно как исходящие от самого предприятия Инициатива по изменению исходит от ключевого производителя в цепочке стоимости, который обладает необходимыми знаниями и опытом, а также от клиентов, контролирующих каналы сбыта и диктующих маркетинговую стратегию компании Отношения с партнерами строятся по модульному принципу: фирма поставляет продукцию согласно спецификациям субподрядчика Иерархические отношения с партнерами уступают место новому формату: сотрудничество происходит в рамках внутренней сети фирмы без внешних поставщиков В компании разделяют тезис о том, что автономные роботы обеспечивают «репатриацию» производственных процессов, большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения, а аддитивное производство позволяет сократить цепочку стоимости

Источник: составлено авторами.

гих игроков в контексте И4.0, а отсутствие ресурсов для обучения персонала необходимым навыкам не рассматривается как проблема. Ситуация клиентов, также существенно затронутых И4.0, компании хорошо известна, о положении поставщиков она осведомлена в меньшей степени. По мнению представителей компании, конкуренты не видят в цифровизации угрозы своим бизнес-моделям, с их ситуацией в ViaCon знакомы хуже. Реализация И4.0 позволит развиваться и совершенствовать деятельность по многим направлениям.

Amica S.A.

Основанная в 1945 г. в маленьком городке недалеко от Познани, сегодня Amica S.A. остается крупнейшим польским производителем бытовой техники, одной из самых известных компаний, котирующихся на Варшавской фондовой бирже⁵. Будучи OEM-компанией и конечным пользователем с преобладающей долей отечественного (польского) капитала, Amica со штатом свыше 250 человек относится к категории крупного бизнеса. Почти 70% продаж компании приходится на

⁵ Режим доступа: <https://www.amica.pl/en/page/15-Company>, дата обращения 29.10.2020.

Табл. 4. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности компании Amica S.A.

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	<p>Внедрены все четыре основные технологии И4.0: большие данные, облачные вычисления, мобильные технологии и социальные сети</p> <p>Четыре используемые фирмой системы (поддержки клиентов (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотреблением (EMS)) подвержены влиянию И4.0</p> <p>Из десяти решений И4.0 используются шесть: сбор и обработка больших данных, автономные роботы, горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ, кибербезопасность и облачные вычисления</p>
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	<p>Внедрение технологий И4.0 обеспечивает снижение затрат, повышение эффективности и сокращение времени на выполнение некоторых операций</p> <p>Предполагается улучшить продукцию фирмы и усовершенствовать производственные процессы</p>
Риски и вызовы (РП)	<p>Разрабатываются планы по изменению структуры занятости в связи с И4.0</p> <p>Предпринимаются попытки решить проблемы в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения</p> <p>Специальные сотрудники заняты преодолением вызовов И4.0, разработана соответствующая стратегия</p> <p>Действуют курсы по автоматизации производства</p> <p>Оптимизируются административные процедуры (документооборот)</p> <p>Выявлены нехватка кадров, обладающих навыками для работы в условиях И4.0, и потребность в инвестициях в ИиР</p> <p>Недостаток средств для обучения персонала навыкам И4.0 не рассматривается как проблема</p>
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	<p>Ведется мониторинг подходов конкурентов к И4.0</p> <p>Деятельность осуществляется в отраслях с коротким жизненным циклом продукции</p> <p>Низкая осведомленность о поставщиках (частый выбор варианта «затрудняюсь ответить» в соответствующих вопросах) при уверенности, что они, скорее всего, не затронуты проблемами реорганизации производственных процессов</p> <p>Ожидается сокращение цепочек стоимости</p> <p>Клиенты вынуждены искать новые каналы сбыта из-за И4.0 в силу опасений утратить экономические преимущества</p> <p>Осознаются возможности повысить конкурентоспособность благодаря И4.0</p> <p>Конкуренты реорганизуют свои производственные процессы, воспринимают цифровизацию как угрозу текущим бизнес-моделям и осознают необходимость инвестировать в инновационную деятельность</p> <p>И4.0 рассматривается как расширяющая возможности улучшить инновационные показатели</p>
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	<p>Предпринимаются попытки усовершенствовать собственную цепочку стоимости</p> <p>Ощущается внешнее давление, побуждающее к снижению затрат</p> <p>Выражаются сомнения в целесообразности государственной поддержки для ответа на потенциальные угрозы И4.0</p> <p>Давление со стороны партнеров подталкивает к наращиванию наукоемкости, т. е. к диверсификации видов деятельности (выход на глобальный рынок или развитие новых направлений бизнеса)</p>
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГПС + РП + ТОО)	<p>Изменения рассматриваются как исходящие от ключевого производителя в цепочке стоимости, обладающего необходимыми знаниями и опытом, а взаимодействие с партнерами основано на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен</p> <p>Инициатива по изменению исходит от самой компании и клиентов, которые контролируют каналы сбыта и в значительной мере диктуют маркетинговую стратегию предприятия</p> <p>Отношения с партнерами носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика</p> <p>В компании разделяют убеждение в том, что автономные роботы обеспечивают «репатриацию» производства, большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения, а ИВ оптимизирует производственные процессы, снижая тем самым потребность в прямых иностранных инвестициях</p>

Источник: составлено авторами.

экспортные рынки, 30% — на внутренний. Amica реализует продукцию под разными торговыми марками в зависимости от региона. Ее стратегия основана на формировании сильных и узнаваемых в отдельно взятой стране брендов. Компания стремится войти в тройку ведущих производителей кухонной техники в Европе, доведя выручку от продаж до 1.2 млрд евро к 2023 г.

В Amica применяют четыре основные технологии И4.0: большие данные, облачные вычисления, мобильные технологии и социальные сети. Дальнейшее движение в этом направлении затрагивает используемые системы клиентской поддержки (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотребления (EMS).

Из девяти традиционных решений И4.0 Amica использует шесть (обработку больших данных, автономных роботов, горизонтальную и вертикальную системную интеграцию, промышленный ИВ, кибербезопасность, облачные вычисления) и отслеживает стратегии конкурентов в данной сфере. Компания действует в отраслях с коротким жизненным циклом продукции, планирует изменить структуру занятости в связи с И4.0 и собирается решать проблемы в области кибербезопасности и защиты прав на изобретения при максимальном использовании возможностей по снижению затрат, повышению эффективности или сокращению времени выполнения некоторых операций. Предпринимаются шаги по оптимизации цепочки стоимости и минимизации издержек. Представители Amica сомневаются в целесообразности государственной поддержки для ответа на потенциальные угрозы И4.0 и не видят проблемы в нехватке финансирования для обучения сотрудников соответствующим навыкам. В штате компании есть специалисты по выявлению и преодолению вызовов, сопряженных с И4.0, разработана стратегия ответа на них, действуют курсы по автоматизации производственных процессов, оптимизируются административные процедуры. В Amica отмечают дефицит сотрудников, обладающих необходимыми для И4.0 навыками, и потребность в инвестициях в ИиР. О поставщиках компании известно немного (частый выбор варианта «затрудняюсь ответить» в соответствующих вопросах), кроме факта, что они не испытывают проблем с реорганизацией производства, качеством инфраструктуры и необходимостью сократить цепочки стоимости. Что касается клиентов, то в Amica полагают, что из-за И4.0, возможно, придется искать новые каналы сбыта, а также обеспокоены возможной утратой экономических преимуществ, хотя и признают возможности для повышения конкурентоспособности. Соперники компании в настоящее время реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели, воспринимают цифровизацию как угрозу статусу-кво и осознают целесообразность инвестиций в инновационную деятельность, по-видимому, рассчитывая нарастить соответствующий потенциал. В Amica внедрение технологий И4.0 рассматривают как инструмент совершенствования своих продуктов и процессов. Давление со стороны партнеров побуждает к увеличению диверсификации деятельности и повышению наукоемкости. Представители компании не согласились с утверждением, что изменения иницируются ключевым производителем в цепочке стоимости, который обладает необходимыми знаниями и опытом, и что взаимодействие с партнерами основано на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен. Здесь считается, что изменения иницируются самой компанией и клиентами, которые контролируют каналы сбыта и в значительной мере диктуют маркетинговую стратегию фирмы. Отношения с партнерами носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает специ-

фикациям субподрядчика. По мнению представителей Amica, автономные роботы позволяют «репатриировать» производства, большие данные открывают новые возможности по исследованию рынка и помогают принимать более взвешенные инвестиционные решения, а ИВ способствует оптимизации процессов и снижению зависимости от прямых иностранных инвестиций.

Компания Piwowarska

Основанная в 1999 г. путем слияния Tyskie Browary Książce и Lech Browary Wielkopolski, Kompania Piwowarska⁶ (КР) стала одной из самых современных, технологически развитых пивоваренных компаний в Польше. Под ее управлением в настоящее время находятся три пивоварни с богатой историей: Tyskie Browary Książce (основана в 1629 г.), Dojlidy Browery в Белостоке (1768) и Lech Browary Wielkopolski в Познани (1895). Благодаря традиционной рецептуре, натуральным ингредиентам, высочайшим гигиеническим требованиям и квалифицированному персоналу продукция высоко ценится как внутри страны, так и за рубежом. В 2009 г. 100% акций КР приобрела SABMiller, а спустя восемь лет у компании вновь сменился владелец; сегодня она входит в состав японской Asahi Group. Будучи OEM-компанией с преобладающей долей иностранного капитала, КР со штатом свыше 250 человек относится к категории крупного бизнеса и котируется на Токийской фондовой бирже в составе материнской группы. Продукция КР экспортируется напрямую другим компаниям и торгуется на иностранных рынках (через дочерние предприятия Asahi Group), в частности в Великобритании, США, Германии, Канаде и по лицензии — во Франции и Нидерландах. КР использует цифровое оборудование и четыре из девяти основных технологий И4.0: большие данные, облачные вычисления, мобильные технологии и социальные сети. В наибольшей степени этими процессами затронуты системы поддержки клиентов (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотреблением (EMS). Внедряемые технологические решения включают сбор и обработку больших данных (полуавтономные производственные и упаковочные линии и т. д.), горизонтальную и вертикальную системную интеграцию, промышленный ИВ (частично), кибербезопасность и облачные вычисления. Компания не планирует менять структуру занятости из-за И4.0, а ее представители выразили сомнение, что И4.0 позволит снизить производственные издержки. На помощь государства в преодолении вызовов И4.0 в КР не рассчитывают и не инвестируют в соответствующие ИиР. КР отслеживает реакцию конкурентов на И4.0, сталкивается с проблемами в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения. Ее представители признают, что внедрение И4.0 может способствовать повышению эффективности и сокращению времени на выполнение отдельных операций. Испытывая внешнее давле-

⁶ Режим доступа: <http://en.kp.pl>, дата обращения 29.10.2020.

Табл. 5. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности Kompania Piwowarska

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	Наибольшее влияние И4.0 испытывают системы поддержки клиентов (CRM), планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными процессами (MES) и энергопотреблением (EMS) К числу новых внедренных технологических решений относятся сбор и обработка больших данных (полуавтономные производственные и упаковочные линии и т. д.), горизонтальная и вертикальная системная интеграция, промышленный ИВ (частично), кибербезопасность и облачные вычисления
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Совершенствование продуктов и процессов благодаря новым технологиям, которые обеспечивают рост эффективности Выражаются сомнения в преимуществах от снижения затрат за счет И4.0 Возможность получения преимуществ от повышения эффективности в результате И4.0, сокращения времени на выполнение отдельных производственных операций
Риски и вызовы (РП)	Планы по изменению структуры занятости в связи с И4.0 отсутствуют Вследствие давления И4.0 инвестиции в ИиР не наращиваются Отмечаются проблемы в области кибербезопасности и защиты прав на изобретения Оптимизируются административные процессы (документооборот) Зафиксированы дефицит кадров с навыками работы в условиях И4.0 и нехватка финансирования для обучения им персонала Отмечена целесообразность увеличения инвестиций в приобретение новых машин, инструментов, оборудования Специальные сотрудники заняты мониторингом и преодолением вызовов И4.0 Действуют курсы по автоматизации производства
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Ведется мониторинг подхода конкурентов к И4.0 Поставщики испытывают трудности, вызванные качеством инфраструктуры, давлением к интеграции в ГЦС и сокращению цепочки стоимости Клиенты могут испытывать потребность в новых каналах сбыта из-за И4.0 в силу опасений утратить экономические преимущества И4.0 открывает возможности для наращивания продаж и повышения конкурентоспособности Конкуренты реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели и осознают целесообразность инвестиций в инновационную деятельность в связи с И4.0, которая позволит повысить соответствующие показатели
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Государственной поддержки для преодоления вызовов И4.0 не ожидается Предпринимаются попытки усовершенствовать цепочку стоимости Ощущается давление к снижению затрат Отмечено наличие защитных правовых механизмов, связанных с И4.0 Давление со стороны партнеров вынуждает фирму переходить к более наукоемким видам деятельности и выходить на глобальный рынок
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Компания не считает, что ее взаимодействие с партнерами основано на принуждении, деятельность контролируется более сильным игроком, а отношения носят иерархический характер: сотрудничество происходит в рамках внутренней сети фирмы без участия внешних поставщиков Большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения ИВ позволяет повысить эффективность производства и тем самым снизить потребность в прямых иностранных инвестициях, а аддитивное производство способствует сокращению цепочки стоимости Автономные роботы не воспринимаются как ресурс «репатриации» производственных процессов

Источник: составлено авторами.

ние, побуждающее к снижению затрат, они пытаются интегрировать цепочку стоимости в сеть и практикуют защитные правовые механизмы, связанные с И4.0. Специальные сотрудники отвечают за мониторинг и преодоление вызовов, сопряженных с И4.0, действуют учебные курсы по развитию автоматизации производственных процессов. КР пытается оптимизировать документооборот, отмечает нехватку кадров, обладающих

навыками работы в условиях И4.0, и отсутствие средств для обучения сотрудников. Констатируется необходимость наращивания инвестиций в основные фонды (приобретение станков, инструментов, оборудования). По мнению представителей фирмы, в контексте И4.0 ее поставщики испытывают трудности, связанные с качеством инфраструктуры, а также давление, подталкивающее к углублению интеграции в ГЦС и сокраще-

нию цепочек стоимости. Клиенты КР могут быть заинтересованы в новых каналах поставок, скорее всего в силу опасений утратить экономические преимущества, тогда как И4.0 открывает возможности для увеличения продаж и повышения конкурентоспособности. Конкуренты предположительно реорганизуют свои производственные процессы и бизнес-модели.

Инвестиции в инновационную деятельность в связи с И4.0 воспринимаются как серьезная проблема, однако с их помощью рассчитывают улучшить инновационные показатели. КР совершенствует продукты и процессы, повышает эффективность за счет новых технологий. Под давлением партнеров компания переходит к более наукоемким видам деятельности и пытается выйти на мировой уровень. Связанные с И4.0 изменения воспринимаются как исходящие от самой фирмы, а отношения с партнерами строятся на обмене знаниями и опытом. Большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать взвешенные инвестиционные решения, ИВ оптимизирует производственные процессы, тем самым снижая потребность в прямых иностранных инвестициях, а аддитивное производство открывает возможности для сокращения цепочки стоимости. В КР не разделяют утверждения, что отношения с партнерами основаны на контроле и подчинении, а деятельностью компании управляет более сильный игрок. Сотрудничество

происходит в рамках внутренней сети без вовлечения внешних поставщиков. Представители компании также скептически относятся к перспективам возможной «репатриации» производственных процессов благодаря распространению автономных роботов.

Unilever Polska S.A.

Unilever⁷ — англо-голландский транснациональный производитель потребительских товаров, седьмая по капитализации компания в Европе со штаб-квартирами в Лондоне и Роттердаме. Около 40% выручки компании приходится на продукты питания и напитки, остальное обеспечивают чистящие средства и гигиенические товары. Unilever Polska S.A. — дочерняя компания Unilever PLC, акции которой котируются на фондовой бирже, а штат превышает 250 сотрудников.

Из пяти технологий, относящихся к И4.0, в Unilever Polska используются только мобильные технологии и социальные сети. По мнению представителей, технический прогресс и И4.0 в наибольшей степени влияют на системы поддержки клиентов (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP).

К числу освоенных Unilever решений И4.0 относятся сбор и обработка больших данных, автономные роботы, кибербезопасность и облачные вычисления. В компании не отслеживают подход конкурентов к И4.0, но работают

Табл. 6. Изменения, обусловленные Индустрией 4.0 и затрагивающие различные аспекты деятельности Unilever Polska S.A.

Аспект	Содержание
Уровень реализации И4.0 (РП)	Наибольшее влияние И4.0 испытывают системы поддержки клиентов (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP) Используются следующие решения И4.0: сбор и обработка больших данных, автономные роботы, кибербезопасность и облачные вычисления
Ожидаемые эффекты/выгоды (РП)	Делается ставка на повышение эффективности производственных процессов
Риски и вызовы (РП)	Предпринимаются попытки решить проблемы в сфере кибербезопасности и защиты прав на изобретения Ощущается давление к наращиванию инвестиций в ИиР и снижению затрат, признана нехватка кадров, обладающих необходимыми навыками для работы в условиях И4.0 Констатирована нехватка финансирования для обучения персонала навыкам для работы в условиях И4.0
Изменение отраслевого ландшафта (ТОО)	Мониторинг поведения конкурентов в связи с И4.0 не осуществляется Поставщики испытывают трудности, вызванные качеством инфраструктуры, а также давление, принуждающее к сокращению цепочки стоимости Клиенты не испытывают потребности в новых каналах поставок в связи с И4.0 Конкуренты воспринимают цифровизацию как угрозу своим бизнес-моделям и рассматривают возможности наращивания инвестиций в инновационную деятельность в контексте И4.0
Отношения с отраслевыми партнерами (ТОО)	Осуществляется переход к более наукоемким видам деятельности под давлением бизнес-партнеров
Реструктуризация цепочки стоимости и новые возможности для международной экспансии благодаря И4.0 (ГЦС + РП + ТОО)	Изменения иницируются ключевым производителем в цепочке стоимости, который обладает необходимыми знаниями и опытом Компания не считает, что ее отношения с партнерами основаны на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен и носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика Большие данные помогают глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения

Источник: составлено авторами.

⁷ Режим доступа: <https://www.unilever.pl>, дата обращения 29.10.2020.

над решением проблем кибербезопасности, защиты прав на изобретения и снижения издержек, признают нехватку кадров с необходимыми для работы в условиях И4.0 навыками. Unilever инвестирует средства в ИиР в связи с И4.0 и ощущает дефицит средств для обучения персонала соответствующим компетенциям. В компании признают недостатки инфраструктуры, с которыми сталкиваются поставщики, и вынуждены сокращать цепочки стоимости, однако не считают, что из-за И4.0 ее клиенты вынуждены искать новые каналы поставок. Конкуренты, по-видимому, усматривают в цифровизации угрозу своим текущим бизнес-моделям, а капиталовложения в создание инноваций в связи с И4.0 воспринимают как серьезный вызов. Unilever совершенствует свои производственные процессы благодаря новым технологиям, которые позволяют повысить эффективность, и под давлением партнеров переходит к более наукоемким видам деятельности. Изменения воспринимаются как исходящие от ключевого производителя в цепочке стоимости, который обладает соответствующими знаниями и опытом. В компании не согласны с тем, что ее отношения с партнерами основаны на простом рыночном принципе взаимоприемлемых цен и носят модульный характер, при котором поставляемая продукция отвечает спецификациям субподрядчика. По мнению представителей Unilever, большие данные позволяют глубже исследовать рынок и принимать более взвешенные инвестиционные решения. Чаще всего респонденты выбирали вариант «затрудняюсь ответить» (3).

Обсуждение результатов

Чем большей детализацией отличается анализ типа управления, тем выше вероятность, что он зафиксирует неопределенность или отсутствие информации, о которых свидетельствует частота выбора варианта «затрудняюсь ответить». Вместе с тем такое исследование позволяет определить характер отношений компании с партнерами — сугубо рыночный либо модульный, когда поставляемая продукция отвечает спецификациям клиента. Два обследованных предприятия не согласны, что их взаимодействие с партнерами основано на контроле, иерархии или зависимости. Такая модель скорее отражает конфигурацию более широкой сети, показывая степень влияния и автономии обследуемых предприятий. Подобные связи устанавливаются сознательно и нацелены на максимизацию выгод от внедрения И4.0 либо путем сохранения рыночного характера определенных процессов, либо посредством управления ими исходя из жестких правил в рамках узкой и эффективно контролируемой группы.

Полученные результаты частично подтверждают гипотезу, что ощутимый уровень интернализации связан с высокой информированностью, объемом доступных компании знаний, поскольку наиболее ценная их разновидность — неявные знания «встроены» в организацию и не поддаются простой передаче. Данная особенность закрепляет конкурентные преимущества игроков, поскольку затрудняет заимствование и трансфер знаний [Lippman, Rumelt, 1982]. Эти выводы показывают также,

что преимущество компаний обусловлено не просто интернализацией операций, но эффективным встраиванием в сеть: реляционный капитал может компенсировать трансакционные издержки за счет взаимности и доверия [Holm et al., 1999]. Если ведущий игрок в иерархии придерживается стратегии совместного использования, а не присвоения, он может предоставлять другим передовые технологии. Недавние исследования позволили установить, что производство знаний и создание инноваций, в том числе подрывных, требует скорее гетерархических, а не иерархических отношений, когда власть децентрализована, а управленческие компетенции и навыки распределены [Gancarzyk, Najda-Janoszka, 2020]. Неочевидная связь между принципом взаимодействия партнеров и знаниями как источником конкурентных преимуществ выступает еще одним фактором неопределенности, с которым бизнесу приходится иметь дело. В вопросе конкурентных преимуществ три из четырех обследованных предприятий отметили целесообразность снижения затрат как ключевого фактора достижения выгод, основанных на эффективности. Управление затратами является общим вызовом, и лишь компании, удовлетворяющие определенным требованиям, могут расширить свои активы и перейти на следующий этап — к развитию преимуществ, базирующихся на инновациях.

О наличии вызовов в данной сфере сообщили во всех четырех компаниях, и все они внедряют принципы «бережливого менеджмента» — в каждой назначен координатор «бережливого производства». Отмеченный подход применяется как неформально, так и вполне официально. Ожидается его дальнейшее распространение в ответ на усложнение производственных сетей наряду с внедрением технологий И4.0 в силу комплементарности этих двух инструментов. Игроки используют ИВ и облачные вычисления, позволяющие агрегировать большие объемы данных, с которыми не справляется традиционная инфраструктура. ИВ позволяет компаниям собирать многомерную информацию с помощью встроенных устройств или RFID-датчиков, обеспечивает обмен сведениями между машинами, их облачную обработку и создание на этой основе сложных, но экономичных («бережливых») автономных производственных систем. Две компании (ViaCon и Amica) демонстрируют заметный потенциал в применении 3D-печати, способствующей «бережливому» производству благодаря использованию материалов точно в срок и без отходов. Описанная тенденция будет усиливаться, поскольку технологическое развитие позволяет снижать затраты и наращивать преимущества на основе инноваций.

Ключевые выводы исследования получены с помощью «концептуальных линз». При том что компании внедряют новые технологии, данный процесс носит фрагментарный и неоднородный характер, отражающий эволюционную природу И4.0. Это общая для всех обследованных субъектов черта может изменить порядок распределения ресурсов и производительность труда, что в свою очередь повлияет на конкурентные преимущества через корректировку систем управления. Тем не менее во

всех четырех компаниях применяются системы CRM и ERP, наиболее затронутые И4.0, и предпринимаются попытки создать цифровые фабрики и разработать холистическую цифровую модель деятельности. В случае Amica подобные попытки касаются преимущественно сферы логистики, где прилагаются серьезные усилия по автоматизации операций. Благодаря внедренным технологиям и решениям И4.0 обследованные предприятия получили возможность предлагать новые продукты и совершенствовать бизнес-процессы, повышая эффективность, укрепляя существующие и приобретая новые конкурентные преимущества за счет оптимизации распределения или использования ресурсов. Трансформация И4.0 не происходит в одночасье: укрепление позиций на основе имеющихся возможностей требует от компаний конкретных мер и активного менеджмента, в частности наращивания инвестиций и обучения персонала. На отраслевом уровне в связи с И4.0 отмечаются нехватка сведений о ситуации у партнеров, а также общий набор вызовов и возможностей. Констатируя наличие проблем, обусловленных И4.0, с которыми сталкиваются поставщики, клиенты и конкуренты, компании косвенно указывают на то, что стремятся объединить всех партнеров в единую сеть стоимости.

ViaCon, Amica, Kompania Piwowarska и Unilever развивают взаимодействия с контрагентами на базе решений И4.0, позволяющее упростить создание стоимости и формирование цифровой экосистемы, однако находятся лишь в начале пути. ViaCon, Amica и Unilever отметили модульный характер отношений с клиентами, выражающийся в кастомизации базовых продуктов исходя из потребностей конкретных контрагентов. Модульный принцип позволяет снизить затраты (преимущества на основе эффективности) и при этом удовлетворить частные запросы (преимущества на основе инноваций). В вопросе копирования или отслеживания стратегий других участников отрасли (поставщиков, клиентов) применительно к И4.0 позиции обследованных фирм оказались весьма неопределенными. Отсутствует единодушие и в части гипотетической государственной поддержки, в отличие от отмеченного всеми давления со стороны партнеров, направленного на оптимизацию цепочки стоимости и укрепление взаимодействия друг с другом. Разные мнения высказаны и о том, кого считать инициатором цифровой трансформации, тогда как потенциал И4.0 по оптимизации международного бизнеса признали все респонденты.

Заключение

В ходе исследования были проанализированы причины и следствия внедрения технологий И4.0 в отношении международной конкурентоспособности компаний. Пилотный анализ кейсов позволил установить, что ожидаемый эффект И4.0 носит масштабный и сложный характер, хотя эти оценки основаны скорее на предположениях, чем на достоверных данных. Компании пытаются подготовиться к столкновению с вызовами И4.0, например, в области снижения затрат и обеспечения кибербезопасности.

Наряду с потенциальными преимуществами трансформации они осознают возможные риски и объективно оценивают ситуацию. Представления компаний о состоянии ключевых партнеров (клиентов и поставщиков) и об их успехах во внедрении технологий И4.0 весьма вариативны. Конкурентные преимущества в эпоху И4.0 зависят не только от практического применения современных решений и передовых технологий, обеспечивающих значительные экономические выгоды, но также от динамики всего сектора и отношений с партнерами. Однако, как показали проведенные обследования, игрокам проще предвидеть возможные последствия для них самих, чем перспективы развития целых отраслей.

Полученные результаты согласуются с выводами других исследований, в которых отмечены неопределенность и сложность цифровой экономики [Kovacs, 2018], трудности с точной оценкой ожидаемых выгод [Dalenogare et al., 2018]. Обзор литературы, посвященной принципам И4.0, меняющемуся цифровому макроэкономическому ландшафту и стратегическому планированию на базе РП, ТОО и ГЦС, позволяет заключить, что И4.0 стимулирует «гонку за лидерство», и ключевую роль в повышении конкурентоспособности играет качество продукции, а не снижение затрат. Необходимость устанавливать глубокие связи между компаниями подтверждает гипотезу о размывании организационных границ.

Компании, игнорирующие (или пытающиеся игнорировать) формирование цифровых сетей и оптимизацию цепочек стоимости, рискуют быстро утратить конкурентоспособность и позиции на рынке, для сохранения и тем более укрепления которых требуется наращивание эффективности производственных процессов. Предпринятое исследование вносит вклад в изучение И4.0 и, как ожидается, поможет лицам, принимающим решения, оценить перспективы трансформации. Было показано, что в наступающую эпоху цифровых технологий конкурентоспособность компаний станет функцией зрелости И4.0, обусловленной различными факторами в зависимости от имеющихся у компании ресурсов, характеристик сектора и взаимоотношений с партнерами в рамках цепочки стоимости (общая структура приведена на рис. 1).

В сравнении с альтернативными оценками готовности и уровня внедрения отдельных решений И4.0 (синяя часть) вклад нашего исследования заключается в более широкой перспективе, включающей драйверы зрелости И4.0 или готовности к ней. Полученные результаты свидетельствуют, что степень осведомленности компаний об И4.0 может служить индикатором готовности к ней. Проблему оценки зрелости И4.0 можно решать разными способами: вместо уровня освоения или адаптации соответствующих технологий применим более широкий показатель информированности об экосистеме и понимания ее сути.

И4.0 воздействует на конкурентоспособность, однако выгоды от внедрения соответствующих технологий отнюдь не гарантированы и могут быть достигнуты лишь при определенных условиях. В обследованных компаниях это понимают и относят к условиям успеш-

Рис. 1. Логика конкурентоспособности и трансграничного сотрудничества в цифровую эпоху



Источник: составлено авторами.

ного и выгодного внедрения И4.0 дополнительные ресурсы, обучение персонала и инвестиции. Влияние И4.0 на конкурентоспособность в значительной мере обусловлено сотрудничеством по внешнему контуру. В частности, цифровая трансформация предполагает широкое взаимодействие и интеграцию в рамках цепочек стоимости и сетей. Многие зависят от осознания роли цифровых технологий [Saarikko et al., 2020] и понимания специфики деятельности партнеров, в то время как исследование показало, что представления компаний о своих экосистемах остаются недостаточными.

К ограничениям исследования можно отнести интерпретацию данных по итогам анализа кейсов и принадлежность всех обследованных предприятий к одной стране. Полученные результаты следует рассматривать как отправную точку для более глубокого погружения в тему с применением хорошо обоснованной теории.

Качественные исследования на основе полуструктурированных углубленных интервью должны подтвердить наши гипотезы и выводы о влиянии И4.0 на конкурентоспособность компаний, полученные с помощью оптики ГЦС. Такой подход отвечает настойчивым призывам скорректировать научную повестку, сфокусированную на различных аспектах ГЦС, за счет обогащения ее теорией интернационализации [Benito et al., 2019].

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках проекта польского Национального научного центра «Инновационная деятельность иностранного дочернего предприятия и его положение в сети многонационального предприятия — перспектива иностранных дочерних предприятий, основанных в Польше» (грант № 2016/21/B/HS4/03030). Авторы выражают благодарность профессору Познаньского университета экономики и бизнеса Яну Половчику (Jan Polowczyk) за помощь в сборе данных о Kompania Piwowarska и Unilever.

Библиография

- Amit R., Schoemaker P. (1993) Strategic Assets and Organizational Rent // Strategic Management Journal. Vol. 14. № 1. P. 33–46. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/smj.4250140105>, дата обращения 16.09.2020.
- Andriopoulos C., Slater S. (2013) Exploring the landscape of qualitative research in international marketing: Two decades of IMR // International Marketing Review. Vol. 30. № 4. P. 384–412. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/IMR-03-2012-0061>, дата обращения 16.09.2020.
- Aquilante T., Bustinza O.F., Vendrell-Herrero F. (2016) Services in European manufacturing: Servinomics explained. Режим доступа: <http://bruegel.org/2016/03/services-in-european-manufacturing-servinomics-explained/>, дата обращения 16.09.2020.
- Bain J.S. (1956) Barriers to new competition. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Barney J.B., Arian A.M. (2005) The resource-based view: Origins and implications // The Blackwell Handbook of Strategic Management / Eds. M.A. Hitt, R.E. Freeman, J.S. Harrison. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. P. 123–182. Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/b.9780631218616.2006.00006.x>, дата обращения 16.09.2020.
- Benito G.R., Petersen B., Welch L.S. (2019) The global value chain and internalization theory // Journal of International Business Studies. Vol. 50. № 8. P. 1414–1423. DOI: 10.1057/s41267-019-00218-8.
- Blumberg B., Cooper D., Schindler P. (2011) Business Research Methods. New York: McGraw-Hill Education.
- Breunig M., Kelly R., Mathis R., Wee D. (2016) Getting the most out of Industry 4.0 operations. Chicago: McKinsey & Company. Режим доступа: <https://mck.co/3lCclZB>, дата обращения 25.01.2019.
- Burmeister Ch., Lüttgens D., Piller F.T. (2016) Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the “Industrial Internet” Mandates a New Perspective on Innovation // Die Unternehmung. Vol. 2. P. 124–152. Режим доступа: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2571033>, дата обращения 15.01.2020.
- Cappelli P., Sherer P.D. (1991) The missing role of context in OB: The need for a meso-level approach // Research in Organizational Behavior. Vol. 13. P. 55–110.
- Cattaneo O., Gereffi G., Miroudot S., Taglioni D. (2013) Joining, upgrading and being competitive in global value chains: A strategic framework. Washington, D.C.: The World Bank.
- Chesbrough H. (2006) Open business models: How to thrive in the new innovation landscape. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Collis J., Hussey R. (2009) A practical guide for undergraduate and postgraduate students. New York: Palgrave Macmillan.
- Craig A. (2013) Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications (1st ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Culot G., Orzes G., Sartor M., Nassimbeni G. (2020) The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0 // Technological Forecasting and Social Change. Vol. 157. Art. 120092. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120092>, дата обращения 15.08.2020.
- Dalenogare L.S., Benitez G.B., Ayala N.F., Frank A.G. (2018) The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance // International Journal of Production Economics. Vol. 204. P. 383–394. DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

- Drath R., Horch A. (2014) Industrie 4.0: Hit or hype? // *IEEE Industrial Electronics Magazine*. Vol. 8. № 2. P. 56–58. DOI: 10.1109/MIE.2014.2312079.
- Edquist H., Goodridge P., Haskel J. (2019) The Internet of Things and Economic Growth in a Panel of Countries // *Economics of Innovation and New Technology* (в печати, впервые опубликовано онлайн 06.12.2019). Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/10438599.2019.1695941>, дата обращения 15.08.2020.
- Éltető A., Magasházi A., Szalavetz A., Túry G. (2015) Global Value Chains and Upgrading: The Experience of Hungarian Firms in the Heavy Engineering and Automotive Industries // *Competitio*. Vol. 14. № 1. P. 5–22. DOI:10.21845/comp/2015/1/1.
- Gancarczyk J., Najda-Janoszka M. (2020) Models for Development of an Innovation Network in Clusters // *Problemy Zarządzania / Management Issues*. Vol. 18. № 1. P. 179–192. Режим доступа: <https://doi.org/10.7172/1644-9584.87.8>, дата обращения 15.08.2020.
- Gereffi G., Humphrey J., Sturgeon T. (2005) The governance of global value chains // *Review of International Political Economy*. Vol. 12. № 1. P. 78–104. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>, дата обращения 15.08.2020.
- Gereffi G., Korzeniewicz M. (eds.) (1994) *Commodity chains and global capitalism*. London: Praeger.
- Gërvalla M., Ternai K. (2019) The Impact of Industry 4.0 to the ERP Approach // *SEFBIS Journal*. № 13. P. 56–62.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2015) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review (TU Dortmund Working Paper 01). Dortmund: Technische Universität Dortmund. Режим доступа: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf, дата обращения 18.03.2020.
- Holm D., Eriksson K., Johanson J. (1999) Value creation through mutual commitment to business network relationships // *Strategic Management Journal*. Vol. 20. № 5. P. 467–486. Режим доступа: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199905\)20:5%3C467::AID-SMJ38%3E3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199905)20:5%3C467::AID-SMJ38%3E3.0.CO;2-J), дата обращения 15.08.2020.
- Humphrey J., Schmitz H. (2002) How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? // *Regional Studies*. Vol. 36. № 9. P. 1017–1027. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/0034340022000022198>, дата обращения 18.03.2020.
- Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Frankfurt/Main: Acatech. Режим доступа: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>, дата обращения 18.03.2020.
- Kovacs O. (2018) The dark corners of Industry 4.0 — Grounding economic governance 2.0 // *Technology in Society*. Vol. 55. P. 140–145. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.07.009>, дата обращения 18.03.2020.
- Lasi H., Fettke P., Kemper H.G., Feld T., Hoffmann M. (2014) Industry 4.0 // *Business and Information Systems Engineering*. Vol. 6. № 4. P. 239–242. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>, дата обращения 18.03.2020.
- Lee J., Gereffi G. (2015) Global value chains, rising power firms and economic and social upgrading // *Critical Perspectives on International Business*. Vol. 11. № 3/4. P. 319–339. Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/croib-03-2014-0018>, дата обращения 18.03.2020.
- Leih S., Linden G., Teece D.J. (2015) Business Model Innovation and Organizational Design: A Dynamic Capabilities Perspective // *Business Model Innovation: The Organizational Dimension* / Eds. N.J. Foss, T. Saebi. Oxford: Oxford University Press. P. 24–43. DOI:10.1093/acprof:oso/9780198701873.003.0002.
- Lippman S., Rumelt R.P. (1982) Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition // *Bell Journal of Economics*. Vol. 13. № 2. P. 418–438. DOI: 10.2307/3003464.
- Lorenz M., Rüßmann M., Strack R., Lueth K., Bolle M. (2015) Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? Режим доступа: <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4.aspx>, дата обращения 20.03.2020.
- Lucke D., Constantinescu C., Westkämper E. (2008) Smart Factory — A Step towards the Next Generation of Manufacturing // *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier* / Eds. M. Mitsuishi, K. Ueda, F. Kimura. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer: Springer. P. 115–118. Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_23, дата обращения 20.03.2020.
- Mason E.S. (1939) Price and production policies of large scale enterprises // *American Economic Review*. Vol. 29. P. 61–74. Режим доступа: <https://www.jstor.org/stable/1806955>, дата обращения 20.03.2020.
- Miles M.B., Huberman M. (1994) *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. London: SAGE.
- Mowday R.T., Sutton R.I. (1993) Organizational behavior: Linking individuals and groups to organizational contexts // *Annual Review of Psychology*. Vol. 44. P. 195–229. Режим доступа: <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.44.020193.001211>, дата обращения 20.03.2020.
- Nosalska K., Piątek Z., Mazurek G., Rządca R. (2019) Industry 4.0: Coherent definition framework with technological and organizational interdependencies // *Journal of Manufacturing Technology Management* (в печати, впервые опубликовано онлайн 27.11.2019). Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0238>, дата обращения 20.03.2020.
- Penrose E. (1959) *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Blackwell.
- Porter M.E., Heppelmann J. (2015) How Smart, Connected Products are Transforming Companies // *Harvard Business Review*. October issue. Режим доступа: <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies>, дата обращения 20.03.2020.
- Porter M.E., Millar V.E. (1985) How information gives you competitive advantage // *Harvard Business Review*. Vol. 63. P. 149–174. Режим доступа: <https://hbr.org/1985/07/how-information-gives-you-competitive-advantage>, дата обращения 20.03.2020.
- Porter M.E. (1979) The structure within industries and companies' performance // *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 61. № 2. P. 214–227. DOI: 10.2307/1924589.
- PwC (2016) *Industry 4.0 — Building the Digital Enterprise*. London: PricewaterhouseCoopers LLP. Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>, дата обращения 20.03.2020.
- Qin J., Liu Y., Grosvenor R. (2016) A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond // *Procedia CIRP*. Vol. 52. P. 173–178. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>, дата обращения 20.03.2020.
- Rubera G., Chandrasekaran D., Ordanani A. (2016) Open innovation, product portfolio innovativeness and firm performance: The dual role of new product development capabilities // *Journal of the Academy of Marketing Science*. Vol. 44. № 2. P. 166–184. DOI: 10.1007/s11747-014-0423-4.
- Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. (2015) *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing*. Boston, MA: Boston Consulting Group. Режим доступа: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf, дата обращения 24.08.2020.
- Saarikko T., Westergren U.H., Blomquist T. (2020) Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm // *Business Horizons* (в печати, впервые опубликовано онлайн 15.08.2020). Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.005>, дата обращения 24.08.2020.

- Schmalstieg D., Hollerer T. (2016) *Augmented Reality: Principles and Practice (Usability)* (1st ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Schuh G., Potente T., Wesch-Potente C., Weber A.R., Prote J.P. (2014) Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in the Context of Industrie 4.0 // *Procedia CIRP*. Vol. 19. P. 51–56. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.05.016>, дата обращения 24.08.2020.
- Siggelkow N. (2007) Persuasion with Case Studies // *Academy of Management Journal*. Vol. 50. № 1. P. 20–24.
- Szaparyecz R., Illés B., Bányai Á. (2018) Logistic aspects of Industry 4.0 // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 448 (Proceedings of the XXIII International Conference on Manufacturing, 7–8 June 2018, Kecskemét, Hungary), Article 012014. DOI:10.1088/1757-899X/448/1/012014. Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/448/1/012014/pdf>, дата обращения 24.03.2020.
- Stead R., Curwen P., Lawler K. (1997) *Industrial Economics. Theory, Applications and Policy*. London: McGraw-Hill.
- Štemberger M.I., Erjavec J., Manfreda A., Jaklič J. (2019) Patterns of approaches to digital transformation: An institutional arrangements perspective // *Economic & Business Review*. Vol. 21. № 3. P. 467–492. DOI: 10.15458/eb.93.
- Szalavetz A. (2017a) Upgrading and value capture in global value chains in Hungary: More complex than what the smile curve suggests // *Foreign Direct Investment in Central and Eastern Europe: Post-Crisis Perspectives* / Ed. S. Balázs. London: Palgrave. P. 127–150. Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40496-7_6, дата обращения 24.03.2020.
- Szalavetz A. (2017b) Industry 4.0 in “factory economies” // *Condemned to be left behind? Can Central and Eastern Europe emerge from its low-wage model?* / Eds. B. Galgóczi, J. Drahošoupil. Brussels: ETUI. P. 133–152. Режим доступа: https://www.etui.org/sites/default/files/Chapter%205_6.pdf, дата обращения 24.03.2020.
- Tchoffa D., Figay N., Ghodous P., Expósito E., Kermad L., Vosgien T., El Mhamedi A. (2016) Digital factory system for dynamic manufacturing network supporting networked collaborative product development // *Data & Knowledge Engineering*. Vol. 105. P. 130–154. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.datak.2016.02.004>, дата обращения 24.03.2020.
- Teece D.J. (2017) Towards a capability theory of (innovating) firms: Implications for management and policy // *Cambridge Journal of Economics*. Vol. 41. № 3. P. 693–720. Режим доступа: <https://doi.org/10.1093/cje/bew063>, дата обращения 24.03.2020.
- Wang S., Wan J., Li D., Zhang Ch. (2016) Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook // *International Journal of Distributed Sensor Networks*. Vol. 12. № 1. Art. 3159805. Режим доступа: <https://doi.org/10.1155/2016/3159805>, дата обращения 24.03.2020.
- WEF (2019) *White Paper Global Lighthouse Network: Insights from the Forefront of the Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum, McKinsey. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Lighthouse_Network.pdf, дата обращения 20.03.2020.
- Wernerfelt B. (2013) Small Forces and Large Firms: Foundations of the RBV // *Strategic Management Journal*. Vol. 34. № 6. P. 635–643. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/smj.2043>, дата обращения 24.03.2020.
- West J., Salter A., Vanhaverbeke W., Chesbrough H. (2014) Open innovation: The next decade // *Research Policy*. Vol. 43. № 5. P. 805–811. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>, дата обращения 24.03.2020.
- Zieliński M. (2016) *Przemysł 4.0 w polskich fabrykach [Industry 4.0 in Polish factories]*. Режим доступа: <https://www.astor.com.pl/biznes-i-produkcja/raport-przemysl-4-0-polskich-fabrykach/>, дата обращения 20.03.2020 (in Polish).
- Zott C., Amit R., Massa L. (2011) The Business Model: Recent Developments and Future Research // *Journal of Management*. Vol. 37. № 4. P. 1019–1042. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177%2F0149206311406265>, дата обращения 20.03.2020.