



DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2022.2.2>

UDC 338.45:502.131.1
LBC 65.30-962



Submitted: 25.04.2022
Accepted: 11.05.2022

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ESG PRODUCTION CONCEPT
IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0 OPPORTUNITIES ¹**

Valentin A. Dzedik

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Irina V. Usacheva

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The modern market environment of the functioning of organizations is a continuously changing system, which makes it obvious to search for the most effective tools for its sustainable development. The process of managing these economic systems has recently undergone significant changes in the context of the development of Industry 4.0, becoming multidimensional and requiring a comprehensive analysis of all factors affecting its external and internal environment, among which can be called an increasing focus on universal digitalization and globalization of production and logistics processes through standardization. Industry, being the basis of the system of ensuring a civilized existence, has a significant impact on sustainable development. Production technologies, along with culture and economy, are responsible for providing new tools and opportunities for creating solutions in the direction of sustainable production. Reviewing and updating such tools is the primary goal of the manufacturing sector to effectively assess and improve the sustainability of production. These measures should be adequate to respond to growing sustainability challenges in an effort to meet ESG criteria. The triple line of ESG criteria, which includes environmental, economic and social aspects, is usually used to assess sustainability. However, there is a shortage of standard sets of indicators of production sustainability and measures to assess them. In this paper, the concept of sustainable development is considered in the focus of management on the principles of ESG, digitalization and standardization of business processes of the enterprise. The classification of the main standards containing requirements for management systems regarding the main components of the concept of sustainable development is made.

Key words: sustainable development, production processes, ESG criteria, standardization, digitalization, Industry 4.0.

Citation. Dzedik V.A., Usacheva I.V. Sustainable Development and ESG Production Concept in the Context of Industry 4.0 Opportunities. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2022, vol. 24, no. 2, pp. 23-37. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2022.2.2>

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ESG-КОНЦЕПЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В КОНТЕКСТЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНДУСТРИИ 4.0¹

Валентин Алексеевич Дзедик

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Ирина Витальевна Усачева

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Современная рыночная среда функционирования организаций является непрерывно изменяющейся системой, которая обуславливает очевидность поиска наиболее эффективных инструментов ее устойчивого развития. Процесс управления данными экономическими системами за последнее время претерпел значительные изменения в контексте развития Индустрии 4.0, став многомерным и требующим комплексного анализа всех факторов, оказывающих влияние на ее внешнюю и внутреннюю среду, среди которых можно назвать все большее сосредоточение на всеобщей цифровизации и глобализации производственных и логистических процессов посредством стандартизации. Промышленность, являясь основой системы обеспечения цивилизованного существования, испытывает значительное влияние на устойчивое развитие. Производственные технологии, наряду с культурой и экономикой, несут ответственность за предоставление новых инструментов и возможностей для создания решений в направлении устойчивого производства. Пересмотр и обновление таких инструментов является основной задачей производственного сектора для эффективной оценки и повышения устойчивости производства. Эти меры должны быть адекватными для реагирования на растущие проблемы устойчивости в стремлении к соответствию ESG-критериям. Тройная линия ESG-критериев, которая включает в себя экологические, экономические и социальные аспекты, обычно используется для оценки устойчивости. Однако существует нехватка стандартных наборов показателей устойчивости производства и мер их оценки. В данной работе концепция устойчивого развития рассматривается в фокусе управления на принципах ESG, цифровизации и стандартизации бизнес-процессов предприятия. Произведена классификация основных стандартов, содержащих требования к системам менеджмента, относительно основных компонентов концепции устойчивого развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие, производственные процессы, ESG-критерии, стандартизация, цифровизация, Индустрия 4.0.

Цитирование. Дзедик В. А., Усачева И. В. Устойчивое развитие и ESG-концепция производства в контексте возможностей Индустрии 4.0 // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2022. – Т. 24, № 2. – С. 23–37. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2022.2.2>

Введение

Глобальные тенденции, такие как изменение климата, геополитические сдвиги и развитие Индустрии 4.0, а также пандемия COVID-19, сделали экологические, социальные и управленческие вопросы (объединенные моделью критериев ESG) еще более актуальными для производства и предприятий различных сфер деятельности [Устойчивое развитие: вызовы и возможности ... , 2020]. Экологические, социальные и управленческие практики оптимизируют взаимосвязь между раскрытием отчетной документации и финансовыми показателями. Это указывает на то,

что фирмы с лучшими показателями ESG, как правило, больше вовлечены в раскрытие информации и улучшают финансовые показатели одновременно. Современная глобальная экономическая ситуация характеризуется рядом взаимосвязанных явлений, среди которых можно назвать все большее сосредоточение на концепции устойчивого развития (далее – УР), всеобщей цифровизации, развитии Индустрии 4.0 и глобализации производственных и логистических процессов посредством стандартизации [Дзедик, 2017].

Наряду с инструментами Индустрии 4.0, корпоративная культура может сыграть ключевую роль в продвижении программы устой-

чивого развития компании [Измайлова, 2022]. Когда устойчивость встроена в системы и повседневные процессы, предприятия могут быстрее и эффективнее достигать своих краткосрочных и долгосрочных целей.

Материалы и методы

Индустрия 4.0 была определена как основной вклад в эпоху цифровизации. Его последствия для УР привлекли широкое внимание с точки зрения тройного результата согласно ESG-критериям. Цель данной работы состоит в том, чтобы составить карту широкой области УР и рассмотреть ключевые области исследований, которые включают в себя вышеупомянутые перспективы в рамках Индустрии 4.0. Был проведен систематический обзор литературы путем поиска в семи базах данных (EBSCO, SpringerLink, Wiley Interscience, ScienceDirect, Emerald Insight, Scopus, Web of Science) соответствующих исследований, опубликованных в период с 2011 по 2021 год. Основные выводы заключаются в том, что большинство исследований в области УР сосредоточено на концептуальном анализе и Интернете вещей. УР в контексте Индустрии 4.0 способствует достижению ESG-критериев за счет достижения социальных, экономических и экологических преимуществ. Тройные итоговые исследования в основном сосредоточены на принятии и реализации Индустрии 4.0, устойчивых цепочках поставок, умных и устойчивых городах и умных фабриках. Экономика замкнутого цикла и устойчивые бизнес-модели как новые темы исследований, посвященные принятию и внедрению Индустрии 4.0, а также устойчивым цепочкам поставок. Представленный в работе анализ объединяет исследования по Индустрии 4.0, УР и ESG-критериям.

Результаты и обсуждение

Определение УР имеет широкий спектр характеристик человеческого прогресса, использования ресурсов и деловых взаимодействий. Устойчивость состоит из трех столпов: социального, экономического и экологического. Они составляют тройной результат (ESG), цель которого в том, чтобы удовлетворить

потребности в ресурсах нынешнего и будущих поколений, не нанося ущерба окружающей среде.

УР в любой форме может помочь создать оптимальные условия для решения проблем XXI в. в бизнесе и окружающей среде. Согласно отчету международной комиссии по окружающей среде и развитию (Комиссия Брундтланд) в 1987 г., «концепция устойчивого развития предполагает ограничения – не абсолютные ограничения, а ограничения, налагаемые современным уровнем техники и социальной организации на ресурсы окружающей среды, а также способностью биосферы поглощать воздействие человека на окружающую среду» [Развитие ... , 1987]. В данном отчете дается широко известное широкое определение УР как «развития, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Это означает, что в дополнение к широкому кругу экологических вопросов, УР решает разнообразные и сложные проблемы, которые меняются вместе с человеческими обществами и природными экосистемами по всему миру.

Концепции устойчивости и УР привлекли внимание всего мира благодаря предлагаемым ими решениям проблем, связанных с окружающей средой, энергетикой, изменением климата и развитием сельских районов [Устойчивое развитие ... , 2015]. Часть исследователей рассматривает устойчивость и УР как синонимы и использует их взаимозаменяемо [Olawumi et al., 2018; Norton, 2005], в то время как другие утверждают, что эти два понятия довольно различны [Sustainable Development ... , 2011]. Последнее направление исследований описывает устойчивость как концептуальный термин, как политическое видение предотвращения истощения природных ресурсов и решает вопросы, касающиеся биоразнообразия, сохранения и экологической целостности. Другие, напротив, определяют УР как многомерный коллективный социальный процесс, в котором участвует множество заинтересованных сторон. В данном исследовании обе концепции описываются как «процессы социального обучения и управления», где устойчивость выступает в качестве

дискурса развития или процесса для достижения целей УР.

Наиболее актуальной интерпретацией УР является тройная ESG-концепция [Chen, 2020]. ESG включает в себя 3 столпа: 1) *экономическая устойчивость*, которая направлена на обеспечение ликвидности и получение прибыли; 2) *социальная устойчивость*, которая способствует развитию человеческого и общественного капитала; 3) *экологическая устойчивость*, относящаяся к потреблению тех ресурсов, которые могут быть воспроизведены из живых и неживых существ. Кроме того, растет число исследований УР для удовлетворения интересов общества на макроуровне [Иншакова и др., 2008; Чекмарев, 2018; Копасова и др., 2009]. Известно новое мышление, направленное на устойчивое использование природных ресурсов, которое требует перехода от линейной модели «брать, производить, использовать и утилизировать / отбрасывать» к циклической модели «сокращать, повторно использовать, перерабатывать, восстанавливать, перерабатывать и перерабатывать» [Устойчивое развитие... предприятия ... , 2017].

В то время как концепция типичной бизнес-модели в качестве абстрактного представления ограничена потоком ценности внутри организации, резкие технологические сдвиги и парадигмы устойчивости, влияющие на людей и общества, отдали приоритет ESG-критериям как инструментам, которые поддерживают баланс между социальными, экологическими и экономическими потребностями, сохраняя при этом ценностное предложение с точки зрения создания новых рабочих мест, экономии затрат и снижения неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

Наряду с глобальными социальными, экономическими и экологическими вызовами мир сталкивается с трудностями, связанными со стремительным технологическим прогрессом, цифровизацией и автоматизацией [Иванов и др., 2021]. В ответ на эти вызовы Индустрия 4.0, производственная система, управляемая информационными технологиями, влияет на организационные экономические компоненты, такие как производительность, эффективность и конкурентоспособность, а также на социальные и экологические огра-

ничения, направленные на обеспечение устойчивости. Термин «Индустрия 4.0» был введен немецкими исследователями в 2011 г. в рамках немецкой инициативы – Индустрии 4.0, чтобы помочь сформировать будущее немецкой экономики [Kagermann et al., 2011]. Индустрия 4.0 использует фундаментальные технологии, такие как киберфизические системы (CPS) и системы Интернет вещей (IoT), чтобы соединить людей, машины и другие ресурсы, а также продукты и услуги в реальном мире.

Устойчивость также считается основной движущей силой Индустрии 4.0 [Sustainability Aspects ... , 2017]. Технологии Индустрии 4.0 можно интегрировать в цепочки создания стоимости за счет сбора и активного обмена данными для предоставления в режиме реального времени информации о машинах, производстве, операциях и потоках компонентов [Machado et al., 2020]. Это помогает менеджерам отслеживать, контролировать и принимать обоснованные решения о восстановлении продуктов после потребления. Данные подходы, основанные на восстановлении, заменяют традиционную линейную философию «брать, производить, использовать и утилизировать» круговой, которая приносит пользу организациям и цепочкам поставок в социальном, экономическом и экологическом плане. В целом бизнес-модели, построенные на основе концепции Индустрии 4.0, «полагаются на возможность подключения к интернету вещей, посредством чего продукты и процессы “компаний” взаимосвязаны и интегрированы для достижения большей ценности как для клиентов, так и для внутренних процессов компаний» [The Circular Economy ... , 2017].

В то время как многие отрасли уже давно застряли в неустойчивых, но финансово жизнеспособных бизнес-моделях [Boons et al., 2013], Индустрия 4.0 предлагает предприятиям устойчивое долголетие, эффективность и восстановление, соответствующие их социальным, экономическим и экологическим ценностям. В частности, для малых и средних предприятий (МСП) бизнес-модели на основе Индустрии 4.0 могут быть упрощены, если организации сосредоточатся на своей способности освоения новых технологических инноваций и своих соответствующих инновационных стратегиях.

На данный момент наиболее значимым выражением концепции УР являются 17 целей УР ООН [Доклад ... , 1987]. В определенном смысле родственной или производной от концепции УР можно считать модель ESG (Environmental – экологические, Social – социальные, Governance – управленческие аспекты или критерии).

Модель ESG является набором стандартов деятельности компании, которые социально сознательные инвесторы используют для проверки потенциальных инвестиций. Экологические критерии определяют, как компания выступает в роли хранителя природы [Концепция ... , 1995]. Социальные исследуют, как она управляет отношениями с сотрудниками, поставщиками, клиентами и обществом. Корпоративное управление касается руководства компании, оплаты труда руководителей, аудита, внутреннего контроля и прав акционеров.

В каждом из трех критериев ESG-модели есть ряд факторов, оказывающих воздействие на УР компании. Экологический фактор связан с тем, как организации действуют в отношении целей УР, независимо от того, как они используют энергию, выбрасывают отходы или выделяют загрязняющие газы в своей деятельности. Экологический фактор охватывает такие вопросы, как:

- вырубка леса;
- загрязнение воздуха и воды;
- сознательное потребление ресурсов (энергии и воды);
- энергоэффективность;
- использование невозобновляемых природных ресурсов;
- политика сохранения биоразнообразия;
- меры по борьбе с бедствиями.

Социальный фактор жизненно важен для обеспечения прав и безопасности сотрудников, обучения и заботы о разнообразии и справедливости персонала. Это также относится к построению более прозрачных и двусторонних отношений с сообществами, вовлеченными в производственный процесс, потребителями и обществом.

К части социальной сферы в рамках ESG-модели можно отнести следующие действия компании:

- разнообразие и инклюзия;

- обеспечение здоровья и безопасности на рабочем месте;
- политика в сфере труда;
- уважение к правам человека;
- обучение персонала.

Фактор управления компанией с точки зрения ESG относится к способу управления компании ее партнерами, высшим руководством и другими лидерами, а также к отношениям между высшим руководством и другими сотрудниками. Практика надлежащего управления включает:

- этику и прозрачность;
- многообразие в составе совета директоров;
- независимость правления;
- структуру комитетов по налоговому аудиту;
- политику вознаграждения высшего руководства;
- наличие официального канала подачи жалоб и предотвращение коррупции.

В совокупности эти факторы предопределяют уровень направленности компаний к повышению устойчивости с точки зрения социального воздействия и корпоративного управления.

Индустрия 4.0 обладает большим потенциалом для создания устойчивой промышленной модели согласно ESG-критериям. Кроме того, устойчивые бизнес-модели охватывают ESG-критерии и учитывают множество сторон, наряду с окружающей средой и обществом в целом. Они необходимы для направления и внедрения инновационных бизнес-процессов для обеспечения устойчивости путем принятия таких стратегий экономики замкнутого цикла, как сужение, замедление и замыкание цикла ресурсов, что делает их ключевыми факторами для достижения конкурентного преимущества и УР в целом [The Circular Economy ... , 2017].

Несмотря на широко распространенное значение Индустрии 4.0 как фактора УР, существует ограниченное количество обзоров, в которых Индустрия 4.0 оценивается с точки зрения устойчивости. Это свидетельствует о том, что переходы между парадигмами Индустрии 4.0 и устойчивости остаются недостаточно развитыми. Например, некоторые исследователи обсуждают Индустрию 4.0 и

связанные с ней технологии в отношении ESG-критериев [Asiimwe et al., 2019; Digitally Enabled Sustainable ... , 2020; Nobre et al., 2017; Framework for Life Cycle ... , 2020; Alcayaga et al., 2019; Assesing Relations ... , 2020; Smart Factory ... , 2018]. В то время как другие рассматривают устойчивое создание промышленной ценности, предлагая способы взаимодействия общества, бизнеса и окружающей среды посредством SBM (Serena Business Manager) платформы для управления бизнес-процессами. Однако анализ этих исследований показывает, что они взаимодействуют на стыке только двух-трех тем из четырех (I4.0, ESG, стратегия экономики замкнутого цикла, SBM) (табл. 1).

Существующие обзоры литературы не дают более широкого понимания I4.0 для УР

в отношении значительных связей этих взаимосвязанных предметных областей, а также их масштабов, которые требуют дальнейших исследований. Поскольку в большинстве исследований отсутствует более широкий анализ концепций, которые способствуют УР, и они не анализируют существующие взаимосвязи тем или доминирующих областей исследований, в которых оба понятия I4.0 и УР изучаются взаимосвязано, необходим системный подход к формированию единой ESG-концепции, обеспечивающей УР в контексте возможностей Индустрии 4.0.

Новаторские технологии и решения в передовом производстве открывают новые возможности в различных отраслях для измерения и представления точных и последовательных показателей ESG, одновременно

Таблица 1. Сравнительный анализ первичных исследований, ориентированных на УР и Индустрию 4.0 (I4.0)

Table 1. Comparative analysis of primary research focused on Sustainable Development (SD) and Industry 4.0 (I4.0)

Авторы	Время исследований	Цель исследования	I4.0 и ориентация на устойчивое развитие
Куо и Смит (2018)	1990–2017 гг.	Оценка технического прогресса в направлении устойчивости (в частности, экологической устойчивости, в основном за счет экоинноваций)	Эко-инновационные технологии, нацеленные на устойчивость согласно ESG-критериям
Джаббур и др. (2020)	2015–2019 гг.	Определение влияния больших данных на устойчивое управление цепочками поставок	Большие данные в управлении цепочками поставок для устойчивого развития
Роза и др. (2020)	2000–2018 гг.	Определение взаимосвязи между I4.0 и стратегией экономики замкнутого цикла и их взаимного влияния на общую производительность компании	I4.0 и стратегия экономики замкнутого цикла
Мачадо и др. (2020)	2008 г. – январь 2018 г.	Анализ того, как различные технологии использовались для обеспечения устойчивой работы, при этом связывая их с различными руководящими принципами, разработанными государственными программами для внедрения I4.0	I4.0 и устойчивое производство / операции, ведущие к ESG-критериям
Рибейро и др. (2020)	1998–2018 гг.	Изучение литературы по аддитивному производству и его влиянию на размеры ESG-концепции производства	Аддитивное производство для анализа жизненного цикла, обеспечивающее устойчивость развития
Асимве и де Кок (2019)	2014–2019 гг.	Изучение того, в какой степени концепции I4.0, устойчивости и социотехнических систем совместно рассматриваются в литературе	I4.0 и социально-техническая устойчивость
Тиравени и др. (2019)	2011 г. – январь 2018 г.	Изучение I4.0 и его последних разработок путем изучения взаимодополняемости и взаимосвязи между рабочей средой, бизнес-моделями и организационными моделями, а также подходами к обучению	I4.0 и SBM для организационной и социальной устойчивости

Примечание. Составлено по: [Kuo et al., 2018; Digitally Enabled Sustainable ... , 2020; Assesing Relations ... , 2020; Machado et al., 2020; Framework for Life Cycle ... , 2020; Asiimwe et al., 2019; How Can Organisations ... , 2019].

обеспечивая прибыльность и устойчивость в таких областях, как:

1) инновации: использование инновационных технологий и решений для решения бизнес-проблем при одновременном стимулировании роста и отслеживании воздействия на УР [Müller, 2020];

2) рабочая сила: расширение возможностей работников с помощью новых технологий, инструментов и решений, содействие внедрению новых устойчивых показателей [Петрина и др., 2017];

3) устойчивое развитие: предоставление технологий и решений следующего поколения для обеспечения УР, помощь компаниям в отслеживании и сообщении о новых показателях последнего.

Решения варьируются от поиска источников поставок и логистики, инноваций продуктов и управления жизненным циклом до нулевого энергопотребления, выбросов и эксплуатации и технического обслуживания.

Столкнувшись с нехваткой квалифицированных кадров, компании в производственных секторах ищут новые возможности для более быстрого и эффективного обучения своих сотрудников. Расширение возможностей работников с помощью передовых технологий и программного обеспечения в сочетании с четким определением показателей успеха – с непрерывными циклами измерений и итеративным подходом к обучающим модулям – позволяет отрасли добиваться экспоненциальной экономии средств и окружающей среды. Это приводит к сокращению выбросов углерода на 50 % за счет исключения поездок на 50 %, а также к повышению эффективности производительности на 220 % и экономии времени за счет сокращения времени выхода на рабочий режим на 33 % для сборщиков [Лопатина, 2005].

В рамках концепции УР с социально-экономической точки зрения цифровизация или информатизация организации может трактоваться как «совокупность процессов интеграции в социальные системы и структуры разнообразия информационных феноменов, информационных инструментов и решений задач освоения социального пространства, удовлетворения информационных потребностей социального развития» [Сысоева, 2011] либо как

«комплексный управляемый технико-технологический и социально-экономический процесс использования информационно-компьютерных технологий, создающий условия для дальнейшего получения, обработки, потребления, распространения и хранения информации» [Нарыжный, 2020]. Некоторые авторы подчеркивают трансформационный аспект информатизации, например «политика и процессы, направленные на построение и развитие телекоммуникационной инфраструктуры, объединяющей территориально-распределенные информационные ресурсы. Процесс информатизации является следствием развития информационных технологий и трансформации технологического, продукт-ориентированного способа производства в постиндустриальный период...» [Иванов и др., 2021].

Стандартизация, в том числе систем управления предприятиями, за последние 30 лет превратилась в мощнейший фактор глобализации. Это обусловлено тем, что товар, технология или подход к управлению, ставший отраслевым, национальным или международным стандартом, автоматически превращает экономический субъект, товар, технологию или подход, предложивший и обеспечивший его признание в качестве стандарта, лидера в конкурентной борьбе.

Международная стандартизация глубоко интегрирована в глобальные процессы УР, например при описании каждого из стандартов на сайте Международной организации по стандартизации (ISO) осуществляется его соотнесение с целями УР ООН. Так, стандарт ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования» соотнесен с целями «Ликвидация нищеты», «Индустриализация, инновации и инфраструктура», «Ответственное потребление и производство» и «Сохранение морских экосистем» [ISO 9001:2015 ... , 2019].

Однако такой подход представляется авторам частично излишне детализированным и порой вводящим в заблуждение. Например, возвращаясь к стандарту ISO 9001:2015, совершенно неочевидно, на каком основании он отнесен к цели УР «Сохранение морских экосистем», поскольку в тексте стандарта никаких прямых или косвенных указаний на это нет. В связи с этим авторам представляется целесообразным провести классификацию наи-

более популярных международных стандартов на системы менеджмента (не обязательно относящихся к юрисдикции Международной организации по стандартизации) относительно трех основных компонентов концепции УР, что реализовано в таблице 2.

В предложенную классификацию не вписываются некоторые стандарты, среди них можно выделить как специализированные стандарты в области УР, например ISO 37101:2016 «Устойчивое развитие в сообществах. Система менеджмента. Общие принципы и требования» [ISO 37101:2016 ... , 2016], так и стандарты нового поколения, относящиеся к моделям систем менеджмента цифровизации, например находящийся в разработке проект стандарта ISO 42001 «Информационные технологии. Искусственный интеллект. Система менеджмента».

ISO 9001:2015 – это стандарт, устанавливающий требования к системе менеджмента качества. Система менеджмента качества – это способ определения того, как организация может удовлетворить требования своих клиентов и других заинтересованных сторон, затрагивае-

мых ее работой. ISO 9001:2015 требует, чтобы высшее руководство использовало стратегический подход к системе управления, гарантируя, чтобы, во-первых, было определено стратегическое направление организации. Стратегия должна учитывать устойчивость организации в ближайшем и долгосрочном будущем. ISO 9001:2015 ориентирован на экономическое развитие путем предоставления продукции, удовлетворяющей требованиям клиентов.

Следующим обсуждаемым стандартом является ISO 14001:2015. Новая редакция стандарта, представленная в 2015 г., включает требования, касающиеся вопросов окружающей среды: экологический менеджмент должен занимать более видное место в стратегическом направлении организации; большая приверженность со стороны руководства; реализация активных инициатив по защите окружающей среды от вреда и деградации, таких как устойчивое использование ресурсов и смягчение последствий изменения климата; сосредоточение внимания на мышлении жизненного цикла для обеспечения учета экологических аспектов от разработки до конца жиз-

Таблица 2. Классификация основных стандартов, содержащих требования к системам менеджмента, относительно основных компонентов концепции УР

Table 2. Classification of the main standards containing requirements for management systems regarding the main components of the concept of sustainable development

№ п/п	Название стандарта	Экология	Социум	Экономика
1	ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [ISO 9001:2015 ... , 2019]			V
2	IATF 16949:2016 «Фундаментальные требования к системе менеджмента качества для производств автомобильной промышленности и организаций, производящих соответствующие сервисные части» [IVECO Group ...]			V
3	AS9100C «Системы менеджмента качества, требования для производителей авиационной, космической и оборонной продукции» [AS9100C ...]			V
4	ISO 13485:2016 «Медицинские устройства. Системы менеджмента качества. Требования для регуляторных целей» [ISO 13485:2016 ... , 2016]		V	V
5	ISO 14001:2015 «Системы менеджмента окружающей среды. Требования и руководство по применению» [ISO 14001:2015 ... , 2015]	V		
6	ISO 45001:2018 «Системы менеджмента профессиональной безопасности и охраны труда. Требования и руководство по применению» [ISO 45001:2018 ... , 2018]		V	
7	ISO 50001:2018 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» [ISO 50001:2018 ...]	V		V

Примечание. Источник: [Dzedik et al., 2022].

ненного цикла и добавления коммуникационной стратегии, ориентированной на заинтересованные стороны. Согласно стандарту ISO 14001:2015, компании должны учитывать свой уникальный контекст и определять влияние окружающей среды на их бизнес. Он включает в себя учет новых факторов, специфичных для контекста организации, таких как изменчивость климата, адаптация к изменениям в окружающей среде и доступность ресурсов. Это большой шаг вперед, так как влияние окружающей среды на организацию ранее не входило в область применения стандарта. Стандарт экологического менеджмента [ISO 14001:2015 ... , 2015] ориентирован на воздействие организации на окружающую среду продуктом и процессом его реализации.

Стандарт ISO 45001:2018 предназначен для того, чтобы позволить организациям управлять своими рисками в области охраны труда и промышленной безопасности (ОТ&Б), улучшать свои показатели в области ОТ&Б и интегрировать другие аспекты здоровья и безопасности, такие как благополучие работников, и добиваться большего признания усилий компаний, направленных на УР и корпоративную социальную ответственность. Ключевая роль стандарта заключается в обеспечении стабильного функционирования предприятия, повышения эффективности работы и

снижения издержек, связанных с производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями. Повсеместное использование стандарта оказывает благотворное влияние на работу предприятия в частности и экономику государства в целом.

В новых редакциях стандартов на системы менеджмента ISO все зависит от приверженности, согласованности и контекста. Контроль и эффективное управление такими стандартами для содействия обучению, эффективности и конкурентоспособности является ключевым условием для достижения более высоких уровней УР предприятия. Представленная комплексная система управления устойчивым развитием организаций как социо-эколого-экономических систем на основе международных стандартов призвана решать экологические проблемы, увязывая цели охраны окружающей среды с экономическими возможностями и социальными аспектами.

Это позволяет сформулировать многомерную модель концепции УР, включающую не только первое измерение – измерение компонентов (экология, социум, экономика), но также и второе – измерение специализированных процессов УР, и третье – измерение цифровизации, интегрированно охватывающей остальные два измерения для повышения их производительности и эффективности (см. рисунок).



Рисунок. Многомерная модель концепции УР

Figure. Multidimensional model of the concept of sustainable development

Примечание. Источник: [Dzedik et al., 2022].

Выводы

Изучение исследований по стратегии с количественными и временными данными о принятии и внедрении Индустрии 4.0, его инструментах и проблемах, наборах навыков и возможностей, осведомленности о новых устойчивых производственных методах и принятии соответствующих решений может привести к эффективным результатам не только в общей деятельности компании, но и в отрасли в целом. Кроме того, отчеты об устойчивости глобальных инициатив и целей УР до и после перехода к Индустрии 4.0 будут служить контрольным пунктом для организаций, движущихся к УР. Переосмысление бизнес-моделей для УР включает в себя сложный набор внешних заинтересованных сторон, участвующих во всех этапах жизненного цикла продукта, что создает дополнительные проблемы и риски в виде их взаимозависимостей.

Родственной или производной от концепции УР можно считать модель ESG. Реализация концепции УР организации возможна в сочетании специализированных процессов стандартизации с учетом экономических, экологических и социальных факторов в условиях современной цифровизации. Представленная концепция включает в себя следующие международные стандарты как подсистемы: система менеджмента качества (ISO серии 9000), система экологического менеджмента (ISO серии 14000), система безопасности и охраны труда (ISO серии 45000), система социальной ответственности (ISO серии 26000), система энергоэффективности (ISO серии 50000). Предложенная многомерная модель данной концепции необходима для интеграции основных компонентов с целью повышения их производительности и эффективности.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Исследование поддержано грантом Президента РФ, проект № МК-2776.2022.1.6.

The study was supported by the grant from the President of the Russian Federation, project No. МК-2776.2022.1.6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дзедик, В. А. Анализ долгосрочных перспектив развития систем менеджмента качества / В. А. Дзедик // Стандарты и качество. – 2017. – № 959. – С. 78–80.
- Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее». – 1987. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения: 11.11.2018). – Загл. с экрана.
- Иванов, И. Н. Цифровизация и проектное управление как факторы устойчивого развития организации / И. Н. Иванов, Л. В. Орлова, С. И. Иванов // Вестник университета. – 2021. – № 5. – С. 12–18.
- Измайлова, М. А. Значимость корпоративной культуры для устойчивости компаний в условиях кризисных явлений / М. А. Измайлова // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2022. – № 1. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachimost-korporativnoy-kultury-dlya-ustoychivosti-kompaniy-v-usloviyah-krisisnyh-yavleniy> (дата обращения: 17.04.2022). – Загл. с экрана.
- Иншакова, Е. И. Устойчивое развитие макрорегиона: методологические и теоретические аспекты исследования / Е. И. Иншакова, А. В. Самохин // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2008. – № 1. – С. 80–86.
- Концепция экологической устойчивости // JSTOR, 1995. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://www.jstor.org/stable/2097196?readnow=1&refreqid=excelsior%3Abbd32975fd1ecabf60fbfd2095ee0f4&seq=3#page_scan_tab_contents (дата обращения: 05.04.2022). – Загл. с экрана.
- Копасова, С. С. Концепция устойчивого развития: макро-, мезо- и микроуровни / С. С. Копасова, А. С. Чешин // Экономика региона. – 2009. – № 2. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-ustoychivogo-razvitiya-makromezoi-mikrourovni> (дата обращения: 07.04.2022). – Загл. с экрана.
- Лопатина, Н. В. Управление информатизацией как приоритетная задача социального развития / Н. В. Лопатина // Информационные ресурсы России. – 2005. – № 1. – С. 23–25.
- Нарыжный, Н. А. Классические подходы и современная интерпретация понятия «Информатизация» / Н. А. Нарыжный // Вестник Института экономических исследований. – 2020. – № 2 (18). – Электрон. текстовые дан. – Режим

- доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassicheskie-podhody-i-sovremennaya-interpretatsiya-ponyatiya-informatizatsiya> (дата обращения: 17.04.2022). – Загл. с экрана.
- Петрина, О. А. К вопросу об устойчивом развитии социально-экономических систем / О. А. Петрина, Е. В. Савкина // Вестник университета. – 2017. – № 2. – С. 37–41.
- Развитие и международное экономическое сотрудничество: проблемы окружающей среды // Доклад Комиссии ООН. – 1987. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения: 17.04.2022). – Загл. с экрана.
- Сысоева, С. В. Сущность категории «Информатизация» в постиндустриальной экономике / С. В. Сысоева // Вестник ОмГУ. – 2011. – № 3. – С. 330–335.
- Устойчивое развитие: вызовы и возможности : сб. науч. ст. / под ред. Е. В. Викторовой. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2020. – 333 с.
- Устойчивое развитие : Новые вызовы : учебник для вузов / под общ. ред. В. И. Данилова-Данильяна, Н. А. Пискуловой. – М. : Аспект Пресс, 2015. – 336 с.
- Устойчивое развитие промышленного предприятия в условиях неиндустриальной трансформации : монография / под науч. ред. Я. П. Силина. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2017. – 207 с.
- Чекмарев, О. П. Методологические основы концепции устойчивого развития: микро-, макро- и глобальный уровень / О. П. Чекмарев // Известия СПбГАУ. – 2018. – № 1 (50). – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-osnovy-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya-mikro-makro-i-globalnyu-uroven> (дата обращения: 11.03.2022). – Загл. с экрана.
- Alcayaga, A. Towards a Framework of Smart-Circular Systems: An Integrative Literature Review / A. Alcayaga, M. Wiener, E. G. Hansen // J. Clean. Prod. – 2019. – № 221. – P. 622–634.
- AS9100C Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations // Aerospace Standard. – Electronic text data. – Mode of access: <http://erspinc.com/joomla/pdf/AS9100C.pdf> (date of access: 19.03.2022). – Title from screen.
- Asiimwe, M. M. An Analysis of the Extent to Which I4.0 Has Been Considered in Sustainability or Socio-Technical Transitions / M. M. Asiimwe, I. H. de Kock // S. Afr. J. Ind. Eng. – 2019. – № 30 (3). – P. 41–51.
- Assessing Relations Between Circular Economy and Industry 4.0: A Systematic Literature Review / P. Rosa [et al.] // Int. J. Prod. Res. – 2020. – № 58 (6). – P. 1662–1687.
- Boons, F. Business Models for Sustainable Innovation: State-of-the-Art and Steps Towards a Research Agenda / F. Boons, F. Lüdeke-Freund // J. Clean. Prod. – 2013. – № 45. – P. 9–19.
- Chen, J. What are Environmental, Social, and Governance (ESG) Criteria? / J. Chen // Investopedia. – 2020. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.investopedia.com/terms/e/environmental-social-and-governance-esg-criteria.asp> (date of access: 03.04.2022). – Title from screen.
- Digitally Enabled Sustainable Supply Chains in the 21st Century: A Review and a Research Agenda / C. J. C. Jabbour [et al.] // Sci. Total Environ. – 2020. – № 725. – P. 138–177.
- Dzedik, V. A. Elaboration of a Model for Sustainable Development in Organizations Through Digital Integration of Management Systems Standards / V. A. Dzedik, I. V. Usacheva // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – № 288. – P. 17–23.
- Framework for Life Cycle Sustainability Assessment of Additive Manufacturing / I. Ribeiro [et al.] // Sustainability. – 2020. – № 12 (3). – P. 929.
- How Can Organisations and Business Models Lead to a More Sustainable Society? A Framework from a Systematic Review of the Industry 4.0 / L. Tirabeni [et al.] // Sustainability. – 2019. – № 11 (22). – P. 6363.
- ISO 13485:2016 Medical Devices – Quality Management Systems – Requirements for Regulatory Purposes // International Organization for Standardization. – 2016. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/59752.html> (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.
- ISO 14001:2015 Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use // International Organization for Standardization. – 2015. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/60857.html> (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.
- ISO 37101:2016 Sustainable Development in Communities – Management System for Sustainable Development – Requirements with Guidance for Use // International Organization for Standardization. – 2016. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/61885.html> (date of access: 01.04.2022). – Title from screen.
- ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements with Guidance for Use // International Organization for Standardization. – 2018. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.

- ISO 50001:2018 Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use // International Organization for Standardization. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/51297.html> (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.
- ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements // International Organization for Standardization. – 2019. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/62085.html> (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.
- IVECO Group Customer Specific Requirements for IATF 16949. – Electronic text data. – Mode of access: https://www.iatfglobaloversight.org/wp/wp-content/uploads/2022/06/IVECO_GROUP_CSR_09052022.pdf (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.
- Kagermann, H. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution / H. Kagermann, W.-D. Lukas, W. Wahlster // VDI Nachrichten. – 2011. – Apr. 1 (№ 1). – P. 2.
- Kuo, T.-C. A Systematic Review of Technologies Involving Eco-Innovation for Enterprises Moving Towards Sustainability / T.-C. Kuo, S. Smith // J. Clean. Prod. – 2018. – № 192. – P. 207–220.
- Machado, C. G. Sustainable Manufacturing in Industry 4.0: An Emerging Research Agenda / C. G. Machado, M. P. Winroth, E. H. D. Ribeiro da Silva // Int. J. Prod. Res. – 2020. – № 58 (5). – P. 1462–1484.
- Müller, J. M. The Role of Absorptive Capacity and Innovation Strategy in the Design of Industry 4.0 Business Models-A Comparison Between SMEs and Large Enterprises / J. M. Müller, D. Kiel, K.-I. Voigt // Eur. Manag. J. – 2020. – Electronic text data. – Mode of access: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/247> (date of access: 10.04.2022). – Title from screen.
- Nobre, G. C. Scientific Literature Analysis on Big Data and Internet of Things Applications on Circular Economy: A Bibliometric Study / G. C. Nobre, E. Tavares // Scientometrics. – 2017. – № 111 (1). – P. 463–492.
- Norton, B. G. Sustainability: A Philosophy of Adaptive Ecosystem Management / B. G. Norton. – Chicago : University of Chicago Press, 2005. – 607 p.
- Olawumi, T. O. A Scientometric Review of Global Research on Sustainability and Sustainable Development / T. O. Olawumi, D. W. Chan // J. Clean. Prod. – 2018. – № 183. – P. 231–250.
- Smart Factory Within Sustainable Development and Green Growth Concepts / F. Odważny [et al.] // LogForum. – 2018. – № 14 (4). – P. 467–477.
- Sustainability Aspects of a Digitalized Industry: A Comparative Study from China and Germany / G. Beier [et al.] // Int. J. Pr. Eng. Man-GT. – 2017. – № 4 (2). – P. 227–234.
- Sustainable Development and Sustainability: Landscape Approach as a Practical Interpretation of Principles and Implementation Concepts / R. Axelsson [et al.] // J. Landsc. Ecol. – 2011. – № 4 (3). – P. 5–30.
- The Circular Economy: A New Sustainability Paradigm? / M. Geissdoerfer [et al.] // J. Clean. Prod. – 2017. – № 143. – P. 757–768.

REFERENCES

- Dzedik V.A. Analiz dolgosrochnyh perspektiv razvitiya sistem menedzhmenta kachestva [Analysis of Long-Term Prospects for the Development of Quality Management Systems]. *Standarty i kachestvo* [Standards and Quality], 2017, no. 959, pp. 78-80.
- Doklad Mezhdunarodnoj komissii po okruzhajushhej srede i razvitiyu «Nashe obshhee budushhee»* [Report of the International Commission on Environment and Development “Our Common Future”], 1987. URL: <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (accessed 11 November 2018).
- Ivanov I.N., Orlova L.V., Ivanov S.I. Cifrovizacija i proektnoe upravlenie kak faktory ustojchivogo razvitiya organizacii [Digitalization and Project Management as Factors in the Sustainable Development of the Organization]. *Vestnik universiteta*, 2021, no. 5, pp. 12-18.
- Izmajlova M.A. Znachimost' korporativnoj kul'tury dlja ustojchivosti kompanij v uslovijah krizisnyh javlenij [The Importance of Corporate Culture for the Sustainability of Companies in a Crisis]. *MIR (Modernizacija. Innovacii. Razvitie)* [MIR (Modernization. Innovations. Development)], 2022, no 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachimost-korporativnoy-kul'tury-dlya-ustoychivosti-kompaniy-v-usloviyah-krizisnyh-javleniy> (accessed 17 April 2022).
- Inshakova E.I, Samokhin A.V. Ustojchivoe razvitie makroregiona: metodologicheskie i teoreticheskie aspekty issledovanija [Stable Development of the Macro-Region: Methodological and Theoretical Aspects of Research]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2018, no. 1, pp. 80-86.
- Koncepcija jekologicheskoj ustojchivosti [The Concept of Environmental Sustainability].

- JSTOR, 1995. URL: https://www.jstor.org/stable/2097196?read-now=1&refreqid=excelsior%3Abbd32975fd1ecabf60fbfd2095ee0f4&seq=3#page_scan_tab_contents. (accessed 5 April 2022).
- Kopasova S.S., Cheshin A.S. Konceptija ustojchivogo razvitiya: makro-, mezo- i mikrourovni [The Concept of Sustainable Development: Macro-, Meso- and Micro-Levels]. *Jekonomika regiona* [Regional Economy], 2009, no. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontsepsiya-ustoychivogo-razvitiya-makro-mezoi-mikrourovni> (accessed 7 April 2022).
- Lopatina N.V. Upravlenie informatizaciej kak prioritetnaja zadacha social'nogo razvitiya [Managing Informatization as a Priority Task of Social Development]. *Informacionnye resursy Rossii* [Informational Resources of Russia], 2005, no. 1, pp. 23-25.
- Naryzhnyj N.A. Klassicheskie podhody i sovremennaja interpretacija ponjatija «Informatizacija» [Classical Approaches and Modern Interpretation of the Concept of “Informatization”]. *Vestnik Instituta jekonomicheskikh issledovanij* [Bulletin of the Institute of Economic Research], 2020, no. 2 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassicheskie-podhody-i-sovremennaja-interpretatsiya-ponyatija-informatizatsiya> (accessed 17 April 2022).
- Petrina O.A., Savkina E.V. K voprosu obustojchivom razviti social'no-jekonomicheskikh sistem [To the Question of the Sustainable Development of Socio-Economic Systems]. *Vestnik universiteta*, 2017, no. 2, pp. 37-41.
- Razvitie i mezhdunarodnoe jekonomicheskoe sotrudnichestvo: problemy okruzhajushhej sredy. Doklad Komissii OON* [Development and International Economic Cooperation: Environmental Problems. Report of the UN Commission], 1987. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (accessed 17 April 2022).
- Sysoeva S.V. Sushhnost' kategorii «Informatizacija» v postindustrial'noj jekonomike [The Essence of the Category “Informatization” in the Post-Industrial Economy]. *Vestnik OmGU*, 2011, no. 3, pp. 330-335.
- Viktorova E.V., ed. *Ustojchivoje razvitie: vyzovy i vozmozhnosti: sb. nauch. st.* [Sustainable Development: Challenges and Opportunities. Collection of Scientific Articles]. Saint Petersburg, Izd-vo SPbGJeU, 2020. 333 p.
- Danilov-Danil'jan V.I., Piskulova N.A., eds. *Ustojchivoje razvitie: Novye vyzovy: uchebnik dlja vuzov* [Sustainable Development: New Challenges. Textbook for Universities]. Moscow, Aspekt Press Publ., 2015. 336 p.
- Silin Ja.P., ed. *Ustojchivoje razvitie promyshlennogo predpriyatija v uslovijah neoindustrial'noj transformacii: monografija* [Stable Development of the Industrial Enterprise in the Conditions of Neo-Industrial Transformation]. Ekaterinburg, Izd-vo Ural. gos. jekon. un-ta, 2017. 207 p.
- Chekmarev O.P. Metodologicheskie osnovy koncepcii ustojchivogo razvitiya: mikro-, makro- i global'nyj uroven' [Methodological Foundations of the Concept of Sustainable Development: Micro-, Macro- and Global Level]. *Izvestija SPbGAU* [Proceedings of SPbSAU], 2018, no. 1 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-osnovy-kontsepsii-ustoychivogo-razvitiya-mikro-makro-i-globalnyj-uroven> (accessed 11 March 2022).
- Alcayaga A., Wiener M., Hansen E.G. Towards a Framework of Smart-Circular Systems: An Integrative Literature Review. *J. Clean. Prod.*, 2019, no. 221, pp. 622-634.
- AS9100C Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations. *Aerospace Standard*. URL: <http://epspinc.com/joomla/pdf/AS9100C.pdf> (accessed 19 March 2022).
- Asimwe M.M., Kock I.H. de. An Analysis of the Extent to Which I4.0 Has Been Considered in Sustainability or Socio-Technical Transitions. *South African Journal of Industrial Engineering*, 2019, no. 30 (3), pp. 41-51.
- Rosa P., Sassanelli C., Urbinati A., Chiaroni D., Terzi S., eds. Assessing Relations Between Circular Economy and Industry 4.0: A Systematic Literature Review. *Int. J. Prod. Res.*, 2020, no. 58 (6), pp. 1662-1687.
- Boons F., Lüdeke-Freund F. Business Models for Sustainable Innovation: State-of-the-Art and Steps Towards a Research Agenda. *J. Clean. Prod.*, 2013, no. 45, pp. 9-19.
- Chen J. What are Environmental, Social, and Governance (ESG) Criteria? *Investopedia*, 2020. URL: <https://www.investopedia.com/terms/e/environmental-social-and-governance-esg-criteria.asp> (accessed 3 April 2022).
- Jabbour C.J.C., Fiorini P.D.C., Ndubisi N.O., Queiroz M.M., Piató É.L. Digitally Enabled Sustainable Supply Chains in the 21st Century: A Review and a Research Agenda. *Sci. Total Environ.*, 2020, no. 725, pp. 138-177.
- Dzedik V.A., Usacheva I.V. Elaboration of a Model for Sustainable Development in Organizations Through Digital Integration of Management Systems Standards. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2022, no. 288, pp. 17-23.
- Ribeiro I., Matos F., Jacinto C., Salman H., Cardeal G., Carvalho H., Godina R., Peças P. Framework for Life Cycle Sustainability Assessment of Additive Manufacturing. *Sustainability*, 2020, no. 12 (3), p. 929.

- Tirabeni L., Bernardi P. de, Forliano C., Franco M. How Can Organisations and Business Models Lead to a More Sustainable Society? A Framework from a Systematic Review of the Industry 4.0. *Sustainability*, 2019, no. 11 (22), p. 6363.
- ISO 13485:2016 Medical Devices – Quality Management Systems – Requirements for Regulatory Purposes. *International Organization for Standardization*, 2016. URL: <https://www.iso.org/standard/59752.html> (accessed 10 April 2022).
- ISO 14001:2015. Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use. *International Organization for Standardization*, 2015. URL: <https://www.iso.org/standard/60857> (accessed 10 April 2022).
- ISO 37101:2016. Sustainable Development in Communities. Management System. General Principles and Requirements. *International Organization for Standardization*, 2016. URL: <https://www.iso.org/standard/61885.html> (accessed 1 April 2022).
- ISO 45001:2018. Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements with Guidance for Use. *International Organization for Standardization*, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (accessed 10 April 2022).
- ISO 50001:2011 Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use. *International Organization for Standardization*, 2011. URL: <https://www.iso.org/standard/51297.html> (accessed 10 April 2022).
- ISO 9001:2015 Quality Management Systems. Requirements. *International Organization for Standardization*, 2019. URL: <https://www.iso.org/standard/62085.html> (accessed 10 April 2022).
- IVECO Group Customer Specific Requirements for IATF 16949*. URL: https://www.iatfglobaloversight.org/wp/wp-content/uploads/2022/06/IVECO_GROUP_CSR_09052022.pdf (accessed 10 April 2022).
- Kagermann H., Lukas W.-D., Wahlster W. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI Nachrichten*, 2011, April 1 (no. 1), p. 2.
- Kuo T.-C., Smith S. A Systematic Review of Technologies Involving Eco-Innovation for Enterprises Moving Towards Sustainability. *J. Clean. Prod.*, 2018, no. 192, pp. 207-220.
- Machado C.G., Winroth M.P., Ribeiro da Silva E.H.D. Sustainable Manufacturing in Industry 4.0: An Emerging Research Agenda. *Int. J. Prod. Res.*, 2020, no. 58 (5), pp. 1462-1484.
- Müller J.M., Kiel D., Voigt K.-I. The Role of Absorptive Capacity and Innovation Strategy in the Design of Industry 4.0 Business Models – A Comparison Between SMEs and Large Enterprises. *Eur. Manag. J.*, 2020. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/247> (accessed 10 April 2022).
- Nobre G.C., Tavares E. Scientific Literature Analysis on Big Data and Internet of Things Applications on Circular Economy: A Bibliometric Study. *Scientometrics*, 2017, no. 111 (1), pp. 463-492.
- Norton B.G. *Sustainability: A Philosophy of Adaptive Ecosystem Management*. Chicago, University of Chicago Press, 2005. 607 p.
- Olawumi T.O., Chan D.W. A Scientometric Review of Global Research on Sustainability and Sustainable Development. *J. Clean. Prod.*, 2018, no. 183, pp. 231-250.
- Odważny F., Wojtkowiak D., Cyplik P., Adamczak M. Smart Factory Within Sustainable Development and Green Growth Concepts. *LogForum*, 2018, no. 14 (4), pp. 467-477.
- Beier G., Niehoff S., Ziemts T., Xue B. Sustainability Aspects of a Digitalized Industry: A Comparative Study from China and Germany. *Int. J. Pr. Eng. Man-GT*, 2017, no. 4 (2), pp. 227-234.
- Axelsson R., Angelstam P., Elbakidze M., Stryamets N., Johansson K.E. Sustainable Development and Sustainability: Landscape Approach as a Practical Interpretation of Principles and Implementation Concepts. *J. Landsc. Ecol.*, 2011, no. 4 (3), pp. 5-30.
- Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N.M., Hultink E.J. The Circular Economy: A New Sustainability Paradigm? *J. Clean. Prod.*, 2017, no. 143, pp. 757-768.

Information About the Authors

Valentin A. Dzedik, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Department of Applied Computer Science and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, dzedik@volsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6061-7964>

Irina V. Usacheva, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Applied Computer Science and Mathematical Methods in Economics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, Zeppelin89@volsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5554-254X>

Информация об авторах

Валентин Алексеевич Дзедик, доктор экономических наук, профессор кафедры прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, dzedik@volsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6061-7964>

Ирина Витальевна Усачева, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики и математических методов в экономике, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, Zeppelin89@volsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5554-254X>