

Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2023. № 4 (40). С. 23—32.

Economic and Social Research. 2023. No. 4 (40). P. 23—32.

Научная статья

УДК 332.1

doi: 10.24151/2409-1073-2023-4-23-32

<https://elibrary.ru/lxvewc>

Диагностика мезоэкономических систем в России в условиях перехода к Индустрии 5.0

Ф. Ф. Галимулина¹, М. В. Шинкевич²

^{1, 2} Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Россия

¹ 080502e_m@mail.ru

² leotau@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема диагностики мезоэкономических систем, находящихся в процессе эволюционного перехода к Индустрии 5.0. Выдвинута и обоснована гипотеза существования трех факторов, определяющих развитие экономической системы в условиях перехода к Индустрии 5.0. Предложена классификация диагностики мезоэкономических систем, находящихся в состоянии перехода к Индустрии 5.0. Предложенная методика основана на совокупности индикаторов, отражающих процесс конвергенции человеческого капитала, инноваций, цифровых технологий и экологизации.

Ключевые слова: Индустрия 5.0, цифровизация, инновации, технологический суверенитет, экологизация, человеческий капитал, мезоэкономическая система, факторный анализ

Финансирование: статья подготовлена в рамках выполнения гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ (проект № НШ-1886.2022.2).

Для цитирования: Галимулина Ф. Ф., Шинкевич М. В. Диагностика мезоэкономических систем в России в условиях перехода к Индустрии 5.0 // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2023. № 4 (40). С. 23—32. <https://doi.org/10.24151/2409-1073-2023-4-23-32> EDN: LXVEWC.

Original article

Diagnostics of mesoeconomic systems in Russia under conditions of transition to Industry 5.0

F. F. Galimulina¹, M. V. Shinkevich²

^{1, 2} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

¹ 080502e_m@mail.ru

² leotau@mail.ru

© Галимулина Ф. Ф., Шинкевич М. В.

Abstract. The authors consider the problem of mesoeconomic systems diagnostics in the course of evolutionary transition to Industry 5.0. The hypothesis of the existence of three factors determining the development of the economic system under conditions of transition to Industry 5.0 has been put forward and substantiated. The classification of diagnostics of mesoeconomic systems in the state of transition to Industry 5.0 is proposed. The proposed procedure is based on a set of indicators reflecting the process of convergence of human capital, innovation, digital technologies, and greening.

Keywords: Industry 5.0, digitalization, innovations, technological sovereignty, greening, human capital, mesoeconomic system, factor analysis

Funding: the study has been carried out within the framework of the RF Presidential grant for State support of leading scientific schools of the Russian Federation (project no. NSh-1886.2022.2).

For citation: Galimulina F. F., Shinkevich M. V. “Diagnostics of Mesoeconomic Systems in Russia under Conditions of Transition to Industry 5.0”. *Economic and Social Research* 4 (40) (2023): 23–32. (In Russian). <https://doi.org/10.24151/2409-1073-2023-4-23-32> EDN: LXVEWC.

Введение

Следствием эволюции технологических решений и их концептуального фундамента становится расширение диапазона ключевых функций и ролей человека в управлении производственными процессами. Роль человека в разработке и обслуживании автоматизированных систем управления производством признавалась ключевой на всех этапах автоматизации. Вместе с тем, согласно концепции пятой промышленной революции (Индустрии 5.0), роль человека и антропогенных факторов в развитии экономики со сменой технологических укладов только усиливается.

Сегодня интерес к Индустрии 5.0 — экономическому укладу, являющемуся результирующим качественным эффектом экономических трансформаций пятой промышленной революции (концепцию впервые сформулировал в 2015 г. М. Рада [10]), проявляют как зарубежные, так и отечественные ученые. Исследования обзорного характера представлены в трудах Э. А. Гасанова [3], Н. Н. Трофимовой [7], К. А. Дэмира [8] и др. Согласно идеям Г. Б. Евгенева и его коллег, Индустрия 5.0 представляет собой интеграцию виртуального и реального миров [5].

А. В. Бабкин и его соавторы, разграничивая Индустрию 4.0 и Индустрию 5.0, показывают, что в первом случае объектом управления являются киберфизические системы, во втором — кибер-физико-социальные системы [2; 6]. В зарубежной литературе нашла отражение оценка готовности национальных экономик, промышленности и ее отдельных отраслей, а также бизнесов (в частности, малых и средних предприятий) к введению в производственные циклы прорывных технологий, появление и повсеместное использование которых конституируют технологический уклад Индустрии 5.0 [1; 9; 11]. Р. Х. Азиева и Х. Э. Таймасханов отмечают преимущества нового технологического уклада для нефтегазовых компаний [1]. Авторы многих исследований концентрируются на оценке кросс-отраслевого потенциала и готовности микроэкономических систем к внедрению новых технологий. Однако наш анализ научной литературы показал, что готовность различных подсистем российской экономической системы к ответу на вызовы Индустрии 5.0 изучена довольно слабо. В частности, исследованиями фактически не охвачен мезоэкономический (региональный)

уровень пятой промышленной революции и готовность к ней региональных экономик.

Цель настоящего исследования — диагностика уровня развития мезоэкономических систем России и оценка их соответствия требованиям Индустрии 5.0. Задачи

исследования: уточнить императивы Индустрии 5.0; предложить и обосновать методику оценки уровня развития мезоэкономических систем; классифицировать мезоэкономические системы на основе их соответствия императивам Индустрии 5.0.

Индустрия 5.0 — новый экономический уклад

Систематизируя положения, высказанные различными учеными [2; 3; 7; 10], отнесем к числу императивов Индустрии 5.0, отличающих этот экономический уклад от всех предшествующих, следующие:

1. Индустрия 5.0 не является отдельным этапом экономического развития, поскольку в ней находят свое продолжение тенденции Индустрии 4.0. В частности, важными драйверами экономики продолжают оставаться командное взаимодействие и сотрудничество человека и машины.

2. Объектом экономического управления является кибер-физико-социальная система, представляющая собой результат конвергенции цифровых и традиционных производственных технологий, мощностей оборудования и компетенций человека.

3. Фундаментальный принцип обеспечения эффективного производства — человекоцентричность: приоритетом реорганизации производства является не повышение производительности труда, а формирование комфортной и безопасной среды (с учетом модернизации производственных систем) для профессиональной деятельности и развития персонала.

4. Созидание технологических инноваций — результат реализации творческого потенциала человека, нацеленного на достижение синергетического эффекта от объединения возможностей человека и машины.

5. Автоматизация и цифровизация производственных систем обеспечивают оптимизацию организации труда, безопасность про-

изводственных процессов, гибкость и адаптивность предприятия.

6. Экологизация производства — внедрение экологических инноваций в целях повышения ресурсной и энергетической эффективности производств, сокращения и предотвращения образования отходов, углеродного следа производства.

Схематично экономический уклад Индустрии 5.0 можно представить на рис. 1.

Потенциальные эффекты перехода экономических систем к Индустрии 5.0: повышение конкурентоспособности экономических систем разного уровня на мировом рынке; повышение энерго- и ресурсоэффективности, экологизация производств, снижение производственных рисков и улучшение условий труда всех категорий работников.

На национальном уровне пятая промышленная революция и становление нового экономического уклада являются важным этапом обеспечения национального суверенитета России. Согласно Концепции технологического развития на период до 2030 г.¹, национальное научно-технологическое и экономическое развитие нацелено на укрепление в среднесрочной перспективе технологического суверенитета РФ, поэтому современные инновационные проекты, получающие государственную поддержку, должны отвечать требованиям политики импортозамещения и решать задачу укрепления технологического суверенитета страны.

¹ Концепция технологического развития на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р // КонсультантПлюс: справочная правовая система: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_447895/ (дата обращения: 05.08.2023).



Рис. 1. Концепция Индустрии 5.0

Источник: составлено авторами.

Базисом и драйвером технологического развития, способным продуцировать новые технологические разработки, экологические инновации, программное обеспечение и цифровые платформы, выступает человеческий капитал — комплекс компетенций и талантов человека. Сегодня технологическое развитие России является не только объективной тенденцией, но и политическим приоритетом, поэтому развитие человеческого капитала (в частности, инновационная

реорганизация системы инженерного образования, поддержка передовых инженерных школ и т. д.) входит в число главных направлений экономической политики РФ: «...Новая промышленная политика и политика в отношении инженерного образования зиждется на осознанной политическими элитами необходимости построения инновационной индустрии, восстановления и развития промышленного потенциала нашей страны» [4, с. 118].

Оценка соответствия региональных экономик технологическому укладу Индустрии 5.0

Существуют три основных фактора: технологический, экологический, цифровой, — определяющих, в какой степени развитие экономической системы соответствует технологическому укладу Индустрии 5.0. Человеческий фактор — сквозной, поскольку при всех технологических укладах человек яв-

ляется генератором идей, разработок, информационно-коммуникационных технологий, системным интегратором цифровых решений в корпоративные системы.

Нами проанализированы следующие показатели экономического развития регионов РФ за 2021 г.²:

² Источник данных: Регионы России [Электронный ресурс]. Социально-экономические показатели // Федеральная служба государственной статистики: [официальный сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 05.08.2023).]

– Ч — численность персонала, занятого исследованиями и разработками, по категории «Исследователи» (персонал, непосредственно занятый созданием новых знаний, продукции, методов и систем), тыс. чел.;

– T_1 — сальдированный финансовый результат деятельности организаций мезосистемы (региона) в расчете на 1 используемую в регионе передовую производственную технологию, млрд руб.;

– T_2 — количество выданных патентов на изобретения и полезные модели, тыс. ед.;

– T_3 — доля организаций региона, использующих цифровые технологии (технологии искусственного интеллекта), %;

– T_4 — доля организаций региона, использовавших специальные программные средства, %;

– T_5 — доля организаций, осуществлявших экологические инновации, обеспечивающие сокращение материалоемкости, в общем числе организаций, осуществлявших экологические инновации в регионе, %;

– T_6 — доля организаций, осуществлявших экологические инновации, направленные на вторичную переработку отходов, воды и материалов, в общем числе организаций, осуществлявших экологические инновации в регионе, %.

Анализ частных показателей развития мезоэкономических систем России в 2021 г. позволяет обнаружить следующие тенденции:

1) большая часть исследователей работает в организациях Москвы (113 тыс. чел.), Санкт-Петербурга (35,68 тыс. чел.), Московской (39,74 тыс. чел.) и Нижегородской (19,02 тыс. чел.) областей;

2) регионами, предприятия которых в наибольшей степени ориентированы на выпуск инновационной продукции, являются Республика Мордовия (24,5 % от общего объема отгруженной продукции), Республика Татарстан (18,3 %) и Тюменская область (17,4 %);

3) наибольшую финансовую отдачу от использования передовых производственных технологий демонстрируют города Москва

(0,81 млрд руб.) и Санкт-Петербург (0,45 млрд руб.), а также Калининградская область (0,42 млрд руб.);

4) высокая доля передовых производственных технологий от общего по России количества приходится на Свердловскую (6,4 %) и Московскую области (6,3 %), Пермский край (6,3 %), города Москву (5,1 %) и Санкт-Петербург (4,2 %);

5) наиболее высокая патентная активность отмечается в Москве (выдано 5,89 тыс. патентов), Санкт-Петербурге (2,17 тыс.), Московской области (1,39 тыс. патентов) и Республике Татарстан (0,82 тыс. патентов);

6) технологии искусственного интеллекта более активно используются в организациях Смоленской (11,2 % организаций региона), Новгородской (11,1 %) и Московской (10,6 %) областей;

7) наиболее масштабная цифровая трансформация бизнес-процессов осуществляется в организациях Курской (75,2 %), Белгородской (73,6 %) и Брянской (73,5 %) областей;

8) наиболее высокая инновационная активность в сфере экологизации производства наблюдается в Республике Адыгея (3,4 % организаций осуществляли экологические инновации), Республике Мордовия (2,5 %), Республике Саха (Якутия) (2,5 %), в Нижегородской (1,7 %) и Челябинской (1,7 %) областях;

9) на материалоемкость ориентированы экологические инновации организаций Курской (100 % организаций, осуществлявших экологические инновации), Ивановской (100 %), Амурской (100 %) и ряда других областей;

10) рециклинг как цель экологических инноваций также в большей степени характерен для Курской (100 % организаций, осуществлявших экологические инновации), Амурской (100 %), Костромской (100 %) и ряда других областей;

11) анализ такого показателя, как объем инновационной продукции в расчете на

Матрица текущих факторных нагрузок

Показатели	Фактор 1 «Технологическая компонента»	Фактор 2 «Цифровая компонента»	Фактор 3 «Экологическая компонента»
Ч	0,955088	0,003013	0,052121
T ₁	0,815432	-0,042406	-0,062574
T ₂	0,961310	-0,002592	-0,004576
T ₃	-0,139853	-0,000428	0,756030
T ₄	0,116718	0,013664	0,727427
T ₅	0,033776	0,828420	0,036095
T ₆	-0,065628	0,826708	-0,021506
Общая дисперсия	2,539869	1,371727	1,109151
Доля общей дисперсии	0,362838	0,195961	0,158450

Источник: получено авторами.

одного исследователя, позволяет судить о наличии высокого нереализованного потенциала инновационной деятельности в Москве (7 млн руб.), Московской области (12,7 млн руб.) и Санкт-Петербурге (17,5 млн руб.). На фоне относительно высокой численности исследователей результаты инновационной деятельности в данных субъектах РФ невысоки. Обратное демонстрируют Белгородская область (201,6 млн руб.), Республика Татарстан (112,2 млн руб.) и другие регионы.

Таким образом, предлагаемая методика оценки релевантности мезоэкономических систем специфике Индустрии 5.0 учитывает такие индикаторы, как интеллектуальный капитал, финансовую отдачу используемых передовых производственных технологий, результаты интеллектуальной деятельности человека, взаимодействие человека и машины, эффективность использования материальных ресурсов, включая процессы рециклинга отходов. Наш анализ охватывал и ряд других показателей, характеризующих, в частности,

инновационную активность компаний в сфере повышения экологической безопасности производств, а также выпуск инновационной продукции, но в силу низкой факторной нагрузки эти переменные были исключены из дальнейшего исследования.

Основным инструментом ранжирования регионов послужил факторный анализ, позволяющий сократить число анализируемых переменных на основе выявления латентных зависимостей и интерпретировать новый набор факторов в контексте исследуемой гипотезы. В результате проведенного факторного анализа методом главных компонент³ перечисленные показатели агрегированы в три фактора, соответствующие сформулированной выше гипотезе о существовании трех основных факторов, определяющих соответствие экономики региона Индустрии 5.0. (табл. 1). Нами также применен метод вращения Varimax normalized (Варимакс нормализованный), упрощающий факторную структуру и повышающий интерпретируемость

³ Использовался программный продукт Statistica.

Собственные значения выделенных главных компонент

Фактор	Собственные значения	Доля дисперсии, %	Кумулятивные собственные значения	Кумулятивная доля дисперсии, %
1	2,543260	36,33229	2,543260	36,33229
2	1,370850	19,58357	3,914110	55,91586
3	1,106637	15,80910	5,020747	71,72496

Источник: получено авторами.

результатов анализа. Общая дисперсия (и ее доля) позволяют судить о высокой значимости технологического развития мезоэкономических систем (36 %), а также соразмерной важности процессов экологизации и цифровизации (доля общей дисперсии составила 20 и 16 % соответственно). Все факторы носят униполярный характер (показатели агрегированы на полюсе со знаком «+»), что свидетельствует о прямой латентной связи признаков с выделенными компонентами.

В табл. 2 представлены собственные нагрузки выделенных главных компонент, положенные нами в основу расчета интегрального показателя диагностики мезоэкономических систем. В соответствии с критерием Кайзера, к рассмотрению приняты факторы, собственные значения которых превышают 1.

Полученные факторные нагрузки заложены в основу определения коэффициента развития мезоэкономических систем при переходе к Индустрии 5.0 ($KP_{\text{Индустрия}_5.0}$). Для этого применена формула

$$KP_{\text{Индустрия}_5.0} = \frac{F_1 \sum_{i=1}^n a_{i1} x_i + F_2 \sum_{i=1}^n a_{i2} x_i + F_3 \sum_{i=1}^n a_{i3} x_i}{1000},$$

Выводы

Обобщая полученные результаты, можем утверждать, что российская экономика развивается в направлении Индустрии 5.0. Свидетельством тому служат выявленные латентные связи и высокие значения факторных нагрузок входных переменных. Вместе с тем

где F_1, F_2, F_3 — собственные значения технологической, цифровой и экологической компонент; a_{ij} — факторная нагрузка i -го показателя на j -й (значимыми приняты нагрузки, превышающие 0,7, или 70 %); x_i — фактическое значение i -го показателя.

Показатель рассчитан для каждого наблюдения. В результате исследования выявлено, что 46 % субъектов РФ имеют значения показателя $KP_{\text{Индустрия}_5.0}$, превышающие средний уровень по стране (рассчитан как средняя арифметическая величина показателя по всем обследованным регионам), 54 % — ниже среднего значения (см. рис. 2). Согласно произведенным расчетам, в наибольшей степени Индустрии 5.0 соответствуют экономики следующих регионов: г. Москва (коэффициент соответствия — 0,474), Курская область (0,294), Амурская область (0,287); в наименьшей степени — экономики Сахалинской (0,089), Рязанской (0,117) и Калининградской (0,12) областей.

На основе темпов технологического развития мезосистемы целесообразно разделить на две подгруппы: интенсивно и умеренно развивающиеся.

сохраняется асимметричность в развитии мезоэкономических систем, что подтверждает рис. 2.

Наша гипотеза о наличии связи технологического, экологического, цифрового факторов и успешном протекании процесса

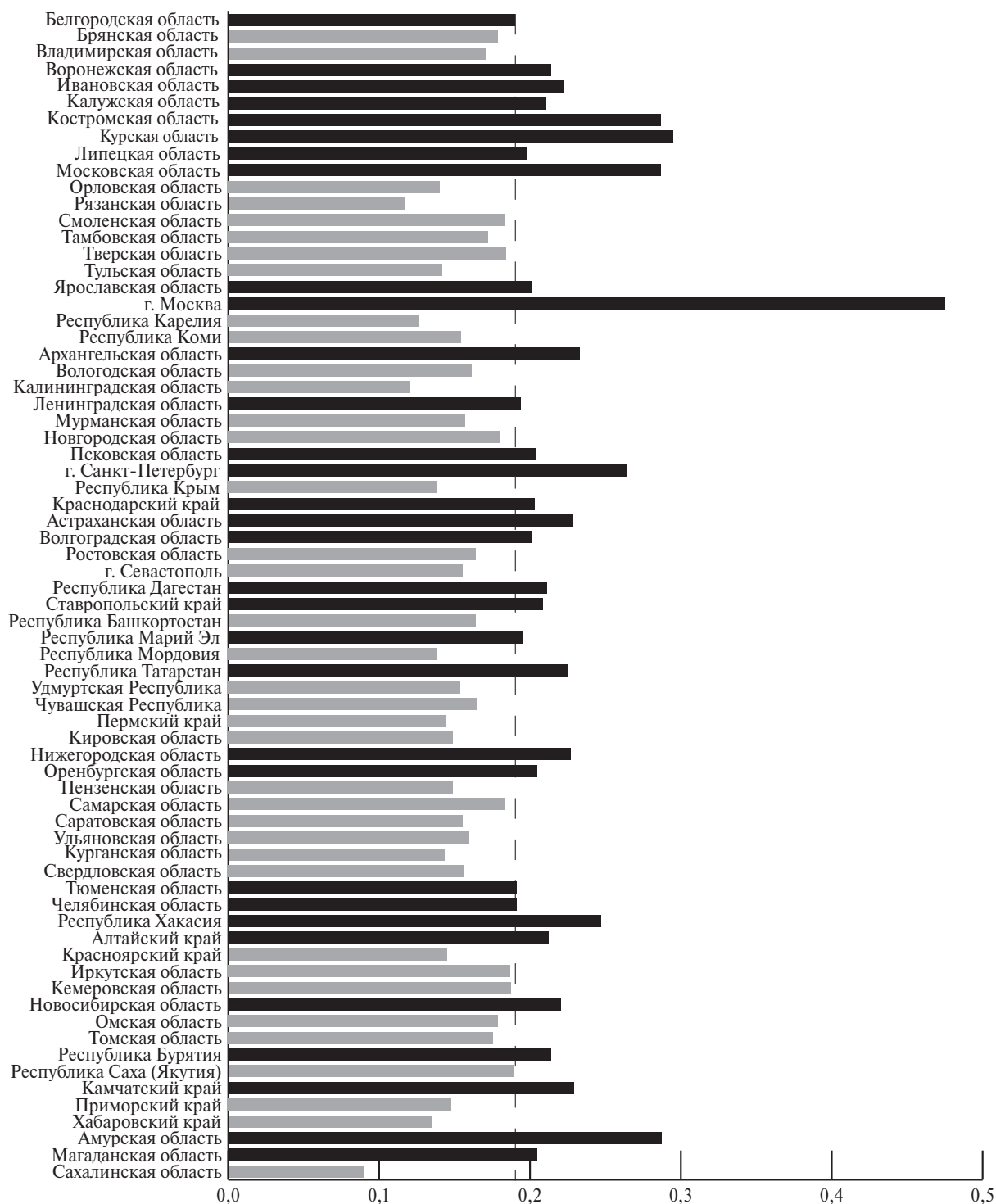


Рис. 2. Коэффициент развития мезоэкономических систем в России при переходе к Индустрии 5.0
 Источник: рассчитано авторами.

перехода мезоэкономических систем России к Индустрии 5.0 была подтверждена.

Основные научные результаты исследования:

1) обоснована методика диагностики уровня развития мезоэкономических систем, с точки зрения их адекватности специфике Индустрии 5.0;

2) предложен методический подход, позволяющий на основе применения предложенной системы измерения выявить латентные связи между индикаторами и оценить уровень развития мезоэкономических систем в процессе их перехода к Индустрии 5.0.

Подводя итог настоящему исследованию, отметим значимость проведенного анализа и его результатов для идентификации приоритетных направлений развития мезоэкономических систем при переходе к Индустрии 5.0. Кроме того, сформулированные выводы и обоснованная гипотеза могут представлять интерес для органов власти и стейкхолдеров, участвующих в разработке стратегических документов, определяющих вектор развития как отдельных территорий, так и макроэкономической системы в целом.

Список литературы и источников

1. *Азиева Р. Х., Таймасханов Х. Э.* Модернизация нефтегазовой отрасли в стиле Индустрии 5.0 // Финансовый бизнес. 2021. № 2 (212). С. 82—86. EDN: KXIEGK.
2. *Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Плутников В. А.* Управление кросс-отраслевым потенциалом развития в условиях Индустрии 5.0: теория, инструментарий и практические приложения // Экономическое возрождение России. 2022. № 2 (72). С. 50—65. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2022-2-72-50-65> EDN: VMAPKI.
3. *Гасанов Э. А.* Новая форма соединения человека и машины в модели производства Индустрии 5.0 // Экономика и управление инновациями. 2022. № 3 (22). С. 39—49. <https://doi.org/10.26730/2587-5574-2022-3-39-49> EDN: DIJAWZ.
4. *Добрынина М. В.* Глобальный промышленный ренессанс и новая промышленная политика России: экономическое и политическое измерения // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26. № 1. С. 114—122. <https://doi.org/10.21209/2227-9245-2020-26-1-114-122> EDN: YSEIHS.
5. *Евгениев Г. Б.* Индустрия 5.0 как интеграция интернета знаний и интернета вещей // Онтология проектирования. 2019. Т. 9. № 1 (31). С. 7—23. <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2019-9-1-7-23> EDN: BQILFE.
6. Индустрия 5.0: нейро-цифровой инструментарий стратегического целеполагания и планирования / А. В. Бабкин, С. И. Корягин, И. В. Либерман и др. // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2022. № 3 (61). С. 64—85. EDN: WVJSLU.
7. *Трофимова Н. Н.* Индустрия 5.0 как новое направление промышленного развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 5. № 1 (133). С. 24—28. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.01.05.003> EDN: CGSPRB.
8. *Demir K. A., Döven G., Sezen B.* Industry 5.0 and human-robot co-working // Procedia Computer Science. 2019. Vol. 158. P. 688—695. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.104>
9. *Diseph E.-I., Doyle-Kent M.* Industry 5.0 readiness — “Optimization of the relationship between humans and robots in manufacturing companies in southeast of Ireland” // IFAC-PapersOnLine. 2022. Vol. 55. Iss. 39. P. 419—424. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.12.071>
10. Industry 5.0 & industrial upcycling [Электронный ресурс] // Eco Amet Solutions: [сайт]. Cop. 2021. URL: <https://ecoametsolutions.com/industry-5-0/> (дата обращения: 05.08.2023).
11. Maturity assessment for Industry 5.0: A review of existing maturity models / F. Hein-Pensel, H. Winkler, A. Brückner et al. // Journal of Manufacturing Systems. 2023. Vol. 66. P. 200—210. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.12.009>

References

1. Azieva R. H., Taimaskhanov H. E. “Modernization of the Oil and Gas Industry in the Style of Industry 5.0”. *Finansovyy biznes* 2 (212) (2021): 82—86. (In Russian). EDN: KXIEGK.

2. Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Plotnikov V. A. “Intersectorial Development Potential Management under Industry 5.0: Theory, Tools and Practical Applications”. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii = Economic Revival of Russia* 2 (72) (2022): 50—65. (In Russian). <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2022-2-72-50-65> EDN: VMAPKI.
3. Gasanov Eyvaz A. “A New Form of Human and Machine Connection in the Industry 5.0 Production Model”. *Ekonomika i upravlenie innovatsiyami = Economics and Innovation Management* 3 (22) (2022): 39—49. (In Russian). <https://doi.org/10.26730/2587-5574-2022-3-39-49> EDN: DIJAWZ.
4. Dobrynina M. “Global Industrial Renaissance and New Industrial Policy of Russia: Economic and Political Dimensions”. *Vestnik Zabaikal'skogo gosudarstvennogo universiteta* 26.1 (2020): 114—122. (In Russian). <https://doi.org/10.21209/2227-9245-2020-26-1-114-122> EDN: YSEIHS.
5. Evgenev G. B. “Industry 5.0 as Integration of the Internet of Knowledge and the Internet of Things”. *Ontologiya proektirovaniya = Ontology of Designing* 9.1 (31) (2019): 7—23. (In Russian). <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2019-9-1-7-23> EDN: BQILFE.
6. Babkin A. V., Koryagin S. I., Liberman I. V., Klachek P. M., Bogdanova A. A., Saghatelian N. H. “Industry 5.0: A Neuro-Digital Tool for Strategic Goal-Setting and Planning”. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa* 3 (61) (2022): 64—85. (In Russian). EDN: WVJSLU.
7. Trofimova N. N. “Industry 5.0 as a New Direction of Industrial Development”. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya = Economics and Management: Problems, Solutions* 5.1 (133) (2023): 24—28. (In Russian). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.01.05.003> EDN: CGSPRB.
8. Demir Kadir Alpaslan, Döven Gözde, Sezen Bülent. “Industry 5.0 and Human-Robot Co-working”. *Procedia Computer Science* 158 (2019): 688—695. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.104>
9. Diseph Emma-Ikata, Doyle-Kent Mary. “Industry 5.0 Readiness — ‘Optimization of the Relationship between Humans and Robots in Manufacturing Companies in Southeast of Ireland’”. *IFAC-PapersOnLine* 55.39 (2022): 419—424. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.12.071>
10. “Industry 5.0 & Industrial Upcycling”. *Eco Amet Solutions*. Cop. 2021. Web. 05 Aug. 2023. <<https://ecoametsolutions.com/industry-5-0>>.
11. Hein-Pensel Franziska, Winkler Heiner, Brückner Anja et al. “Maturity Assessment for Industry 5.0: A Review of Existing Maturity Models”. *Journal of Manufacturing Systems* 66 (2023): 200—210. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.12.009>

Информация об авторах

Галимулина Фариды Фидатовны — кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики и управления, Казанский национальный исследовательский технологический университет (Россия, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68).

Шинкевич Марина Владимировна — доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры логистики и управления, Казанский национальный исследовательский технологический университет (Россия, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68).

Information about the authors

Farida F. Galimulina — Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Associate Professor at the Department of Logistics and Management, Kazan National Research Technological University (Russia, 420015, Kazan, K. Marx str., 68).

Marina V. Shinkevich — Dr. Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Professor at the Department of Logistics and Management, Kazan National Research Technological University (Russia, 420015, Kazan, K. Marx str., 68).

Статья поступила в редакцию 28.08.2023.

The article was submitted 28.08.2023.