



DOI: 10.22363/2313-2329-2024-32-3-503-520

EDN: OZQZFL

УДК 332.13

Научная статья / Research article

Управление устойчивым развитием топливно-энергетического комплекса региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии

Е.А. Землячева 

Волгоградский государственный университет,
Российская Федерация, 400062, Волгоград, пр-т Университетский, д. 100

✉ zemlyachevaekaterina@yandex.ru

Аннотация. Актуальность решаемой в статье научно-практической проблемы связана с тем, что существующий подход к управлению развитием ТЭК в региональных экономических системах России, основанный на государственном регулировании, не в полной мере обеспечивает его устойчивость, поэтому целесообразно активизировать механизм рынка. Цель исследования — разработка подхода к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии. Для этого на базе статистики по регионам России в 2022 г. методом регрессионного анализа составлена эконометрическая модель управления устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии. В результате сделан вывод о том, что цифровые технологии во многом определяют устойчивость ТЭК в российских региональных экономических системах, но необходимо гибкое использование этих технологий с фокусом на те из них, которые в наибольшей степени и непротиворечиво поддерживают устойчивое развитие ТЭК в регионах России. Для этого разработан подход к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии. Особенности нового подхода являются: 1) переход от государственного управления к корпоративному; 2) опора на цифровые технологии в управлении; 3) гибкое использование цифровых технологий в управлении, предполагающее ограниченное и аккуратное применение противоречивых технологий (геоинформационных систем, интернета вещей, облачных сервисов и искусственного интеллекта) и расширение использования ключевых технологий, позитивно влияющих на устойчивость ТЭК в региональной экономике России: ERP-систем, больших данных и цифровых платформ. Теоретическая значимость полученных новых научных результатов и сделанных авторских выводов связана с тем, что

© Землячева Е.А., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

они очертили круг приоритетных для устойчивого развития ТЭК цифровых технологий, в который вошли ERP-системы, большие данные и цифровые платформы. Практическая значимость разработанного подхода состоит в том, что он позволит повысить гибкость и эффективность управления устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы и наиболее полно раскрыть потенциал развития в регионах России благодаря оптимизации использования цифровых технологий по авторским рекомендациям.

Ключевые слова: регионы России, корпоративное управление, устойчивое развитие, топливно-энергетический комплекс, топливно-энергетический комплекс, региональная экономическая система, цифровые технологии, ТЭК региона

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 15 марта 2024 г.; проверена 11 апреля 2024 г.; принята к публикации 7 мая 2024 г.

Для цитирования: Землячева Е.А. Управление устойчивым развитием топливно-энергетического комплекса региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2024. Т. 32. № 3. С. 503–520. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2024-32-3-503-520>

Management of Sustainable Development of the Fuel and Energy Complex of the Regional Economic System Based on Digital Technologies

Ekaterina A. Zemlyacheva 

*Volgograd State University,
100 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation*

✉ zemlyachevaekaterina@yandex.ru

Abstract. The relevance of the scientific and practical problem solved in the article is due to the fact that the existing approach to managing the development of the fuel and energy complex in the regional economic systems of Russia, based on state regulation, does not fully ensure its sustainability, therefore it is advisable to activate the market mechanism. The purpose of the article is to develop an approach to corporate management of sustainable development of the fuel and energy complex of a regional economic system based on digital technologies. To do this, based on statistics for the regions of Russia in 2022, an econometric model for managing the sustainable development of the fuel and energy complex of the regional economic system based on digital technologies is compiled using the method of regression analysis. As a result, it was concluded that digital technologies largely determine the sustainability of the fuel and energy complex in Russian regional economic systems, but flexible use of these technologies is necessary, focusing on those that most and consistently support the sustainable development of the fuel and energy complex in the regions of Russia. For this purpose, an approach to corporate management of sustainable development of the fuel and energy complex of the regional economic system based on digital technologies has been developed. Features of the new approach are: 1) transition from public administration to corporate governance; 2) reliance on digital technologies in management; 3) flexible

use of digital technologies in management, which involves the limited and careful use of controversial technologies (geographic information systems, Internet of things, cloud services and artificial intelligence) and the expansion of the use of key technologies that positively affect the sustainability of the fuel and energy complex in the regional economy of Russia: ERP systems, large data and digital platforms. The theoretical significance of the new scientific results obtained in the article and the author's conclusions made is due to the fact that they outlined the range of priority digital technologies for the sustainable development of the fuel and energy complex, which included ERP systems, big data and digital platforms. The practical significance of the developed approach is that it will increase the flexibility and efficiency of managing the sustainable development of the fuel and energy complex of the regional economic system and most fully reveal the potential of this development in the regions of Russia by optimizing the use of digital technologies according to the author's recommendations.

Keywords: regions of Russia, corporate governance, sustainable development, fuel and energy complex (fuel and energy complex, regional economic system, digital technologies, regional fuel and energy complex

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Article history: received March 15, 2024; revised April 11, 2024; accepted May 7, 2024.

For citation: Zemlyacheva, E.A. (2024). Management of sustainable development of the fuel and energy complex of the regional economic system based on digital technologies // *RUDN Journal of Economics*, 32(3), 503–520. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2024-32-3-503-520>

Введение

Каждая региональная экономическая система нуждается в устойчивом развитии топливно-энергетического комплекса (ТЭК) для поддержания бесперебойности функционирования данной системы, ее высокой эффективности и конкурентоспособности, для гарантии высокого качества жизни населения и реализации потенциала его повышения, а также демонстрации экономического роста и воплощения на практике возможностей его наращивания.

Проблема заключается в том, что существующий подход к управлению развитием ТЭК в региональных экономических системах России не в полной мере обеспечивает его устойчивость. В сложившемся подходе основу составляет государственное управление, предполагающее нормирование и стандартизацию, а также применение прочих методов строгой регламентации деятельности компаний ТЭК в регионе. Недостатком существующего подхода является то, что он во многом ограничивает рыночную свободу компаний ТЭК в регионах России.

Этим определяется актуальность разработки альтернативного подхода к управлению развитием ТЭК в региональных экономических системах России, который обеспечит рыночное самоуправление в данном комплексе и будет гарантировать его устойчивость. Оригинальность данного исследования заклю-

чается в том, что в нем предлагается использование цифровых технологий компаниями ТЭК. Цель статьи состоит в разработке подхода к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии.

Обзор литературы

В качестве теоретической основы исследования в этой статье выступает концепция устойчивого развития ТЭК (Amhamed et al., 2024; Барыкин и др., 2023). В соответствии с этой концепцией выделим два следующих критерия устойчивости развития ТЭК региональной экономической системы. Первый критерий: стабильность производства топливно-энергетических ресурсов в регионе для их всеобщей доступности (Локтионов, 2023; Turkson et al., 2024).

Второй критерий: экологичность ТЭК, в частности экологически-безопасная утилизация отходов в ТЭК (Guevara-Luna, Madrazo, Meneses, Mora, Clappier, 2024; Wang et al., 2024). Проведенный обзор литературы (Liu, Zhang, 2024; Морозова, Сметанина, Сметанин, 2023; Popkova, Sergi, 2021) позволил выделить следующие основные цифровые технологии, которые потенциально могут повышать устойчивость ТЭК региональной экономической системы:

- ERP-системы, которые могут использоваться в ТЭК, к примеру, для стратегического управления компаниями ТЭК в регионе (Heinz, 2023; Reffad & Alti, 2023);
- геоинформационные системы, которые могут использоваться в ТЭК, в частности для повышения безопасности «умных» региональных сетей электроснабжения (Smart Grid) (Abdullah, Ashraf, 2024; Alsharif, Jahid, Kannadasan, Kim, 2024);
- интернет вещей, который может использоваться в ТЭК, например, для непрерывного сбора информации об энергопотреблении в регионе (Shi, Shi, Wang, Xia, Jia, Shi, Sun, Huang, 2024; Wang, Das, Wu, 2024);
- облачные сервисы, которые могут использоваться в ТЭК, в том числе для хранения информации об энергопотреблении в регионе (Bai, Li, Pourzamani, Yang, Li, 2024; Yang, 2024);
- технологии искусственного интеллекта, которые могут использоваться в ТЭК, к примеру, для «умной» аналитики энергопотребления и интеллектуальной поддержки повышения энергоэффективности хозяйственной деятельности в регионе (Rajak, Ağbulut, Dasore, Verma, 2024; Wang, Hu, Huang, Tan, Ye, 2024);
- технологии сбора, обработки и анализа больших данных, которые могут использоваться в ТЭК, к примеру, для повышения прозрачности, полноты и эффективности контроля энергопотребления в регионе (Azzam et al., 2024; Tong, 2024);
- цифровые платформы, которые могут использоваться в ТЭК, к примеру, для сбора обратной связи от потребителей по вопросам энергоснабжения в регионе (Evstratov & Berezhnova, 2013; Minuto et al., 2022).

По итогам проведенного обзора литературы выявлено, что, хотя сущность устойчивого развития ТЭК региона достаточно ясно определена в имеющихся публикациях, где также перечислены применяемые в ТЭК цифровые технологии, вклад этих технологий в устойчивость ТЭК региона не конкретизирован и не измерен, из-за чего он остается неизвестным. Это является пробелом в литературе и вызывает следующий исследовательский вопрос (ИВ): как использование цифровых технологий влияет на устойчивость ТЭК в региональной экономике России? Для поиска ответа на поставленный ИВ в этой статье осуществляется моделирование вклада цифровых технологий в устойчивое развитие ТЭК региональной экономической системы с позиций его двух выделенных критериев.

Материалы и методы

Выборка этого исследования включает в себя все 82 региона России, по которым доступна вся необходимая для этого исследования статистика за 2022 г. (отсутствуют пробелы в данных). Выборка приведена в приложении в конце статьи. Для достижения сформулированной цели поставлены две исследовательские задачи. Первая задача: составить модель управления устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии. Эта задача решается методом регрессионного анализа.

Определяется регрессионная зависимость, во-первых, объема отгруженных товаров «обеспечения электрической энергией, газом и паром; кондиционирования воздуха» (УТЭК1) и, во-вторых, «водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений» (УТЭК2) (с опорой на статистику Росстата, 2024) от активности использования хозяйствующими субъектами деловой среды таких цифровых технологий, как ERP-системы (ЦТ1), геоинформационные системы (ЦТ2), интернет вещей (ЦТ3), облачные сервисы (ЦТ4), технологии искусственного интеллекта (ЦТ5), технологии сбора, обработки и анализа больших данных (ЦТ6) и цифровые платформы (ЦТ7) (с опорой на статистику ИНК, 2024).

О позитивном влиянии цифровых технологий на устойчивое развитие ТЭК в региональной экономике России свидетельствуют положительные значения коэффициентов регрессии. Отбираются те факторные переменные, которые одновременно положительно влияют и на УТЭК1, и на УТЭК2. Вторая задача: разработать подход к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии.

При разработке подхода учитываются отобранные факторные переменные. Для определения последствий применения авторского подхода на практике составляется прогноз изменения значений результирующих переменных, отражающих устойчивость ТЭК в региональной экономике России, при максимизации значений отобранных ключевых факторных переменных, непротиворечиво позитивно на них влияющих.

Результаты

Модель управления устойчивым развитием ТЭК региональной
экономической системы с опорой на цифровые технологии

Для решения первой задачи этого исследования проведен регрессионный анализ данных из приложения. Регрессионный анализ зависимости стабильности производства топливно-энергетических ресурсов в регионах России от активности использования цифровых технологий в бизнесе проведен в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

Регрессионный анализ зависимости стабильности производства топливно-энергетических ресурсов в регионах России от активности использования цифровых технологий в бизнесе / Regression analysis of the dependence of the stability of the production of fuel and energy resources in the regions of Russia on the activity of using digital technologies in business						
Регрессионная статистика / Regression statistics						
Множественный R / Multiple R	0,4272					
R-квадрат / R-square	0,1825					
Нормированный R-квадрат / The normalized R-square	0,1052					
Стандартная ошибка / The standard error	141,8286					
Наблюдения / Observations	82					
Дисперсионный анализ/Analysis of variance						
	df	SS	MS	F	Значимость F / Significance of F	
Регрессия / Regression	7	332323,9986	47474,8569	2,3601	0,0312	
Остаток / Remains	74	1488536,8506	20115,3628			
Итого / Total	81	1820860,8492				
	Коэффициенты / Coefficients	Стандартная ошибка / The standard error	t-статистика / t-statistics	p-значение / p-value	Нижние 95 % / Lower 95 %	Верхние 95 % / Upper 95 %
Y-пересечение / Y-intersection	37,8893	126,0827	0,3005	0,7646	-213,3360	289,1146
ЦТ1 / DT1	17,2854	7,1856	2,4055	0,0186	2,9677	31,6031
ЦТ2 / DT2	-22,4757	8,2760	-2,7158	0,0082	-38,9660	-5,9854
ЦТ3 / DT3	-7,2115	10,4986	-0,6869	0,4943	-28,1305	13,7074
ЦТ4 / DT4	-0,6255	5,4137	-0,1155	0,9083	-11,4125	10,1616
ЦТ5 / DT5	-1,6932	16,0659	-0,1054	0,9163	-33,7053	30,3188
ЦТ6 / DT6	4,3928	5,2400	0,8383	0,4046	-6,0482	14,8338
ЦТ7 / DT7	10,5928	9,6468	1,0981	0,2757	-8,6289	29,8144

Источник: рассчитано и составлено автором.
Source: calculated by the author.

Полученные в табл. 1 результаты свидетельствуют о том, что стабильность производства топливно-энергетических ресурсов в регионах России на 42,72 % определяется активностью использования рассмотренных цифровых технологий в бизнесе. Результирующая переменная УТЭК1 находится в положительной зависимости от трех факторных переменных: ЦТ1, ЦТ6 и ЦТ7. *F*-тест Фишера пройден на уровне значимости 0,05, что подтверждает надежность результатов анализа. Регрессионный анализ зависимости экологичности ТЭК в регионах России от активности использования цифровых технологий в бизнесе проведен в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Регрессионный анализ зависимости экологичности ТЭК в регионах России от активности использования цифровых технологий в бизнесе /
Regression analysis of the dependence of the environmental friendliness of the fuel and energy complex in the regions of Russia on the activity of using digital technologies in business

Регрессионная статистика / Regression statistics						
Множественный R / Multiple R	0,5216					
R-квадрат / R-square	0,2721					
Нормированный R-квадрат / The normalized R-square	0,2033					
Стандартная ошибка / The standard error	40,8975					
Наблюдения / Observations	82					
Дисперсионный анализ / Analysis of variance						
	df	SS	MS	F	Значимость F / Significance of F	
Регрессия / Regression	7	46272,5304	6610,3615	3,9521	0,0010	
Остаток / Remains	74	123772,8576	1672,6062			
Итого / Total	81	170045,3880				
	Коэффициенты / Coefficients	Стандартная ошибка / The standard error	t-статистика / t-statistics	p-значение / p-value	Нижние 95 % / Lower 95 %	Верхние 95 % / Upper 95 %
Y-пересечение / Y-intersection	10,0940	36,3570	0,2776	0,7821	−62,3490	82,5370
ЦТ1 / DT1	6,2482	2,0720	3,0155	0,0035	2,1196	10,3768
ЦТ2 / DT2	−8,6352	2,3865	−3,6184	0,0005	−13,3903	−3,8801
ЦТ3 / DT3	−2,7912	3,0274	−0,9220	0,3595	−8,8233	3,2410
ЦТ4 / DT4	−0,4964	1,5611	−0,3180	0,7514	−3,6069	2,6142
ЦТ5 / DT5	1,8001	4,6327	0,3886	0,6987	−7,4308	11,0311
ЦТ6 / DT6	1,8415	1,5110	1,2187	0,2268	−1,1693	4,8522
ЦТ7 / DT7	3,2155	2,7817	1,1560	0,2514	−2,3272	8,7583

Источник: рассчитано и составлено автором.
Source: calculated by the author.

Полученные в табл. 2 результаты свидетельствуют о том, что экологичность ТЭК в регионах России на 52,16 % определяется активностью использования рассмотренных цифровых технологий в бизнесе. Результирующая переменная УТЭК1 находится в положительной зависимости от четырех факторных переменных: ЦТ1, ЦТ5, ЦТ6 и ЦТ7. *F*-тест Фишера пройден на уровне значимости 0,01, что подтверждает надежность результатов анализа. На основе результатов регрессионного анализа из табл. 1–2 составлена эконометрическая модель управления устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии:

$$\begin{cases} \text{УТЭК1} = 37,8893 + 17,2854 * \text{ЦТ1} - 22,4757 * \text{ЦТ2} - 7,2115 * \text{ЦТ3} - \\ - 0,6255 * \text{ЦТ4} - 1,6932 * \text{ЦТ5} + 4,3928 * \text{ЦТ6} + 10,5928 * \text{ЦТ7}, \\ \text{УТЭК2} = 10,0940 + 6,2482 * \text{ЦТ1} - 8,6352 * \text{ЦТ2} - 2,7912 * \text{ЦТ3} - \\ - 0,4964 * \text{ЦТ4} - 1,8001 * \text{ЦТ5} + 1,8415 * \text{ЦТ6} + 3,2155 * \text{ЦТ7}. \end{cases} \quad (1)$$

Согласно модели (1), при росте доли организаций, использующих ERP-системы, на 1 % объем отгруженных товаров «обеспечения электрической энергией, газом и паром; кондиционирования воздуха» возрастает на 17,2854 млрд руб. и объем отгруженных товаров «водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений» увеличивается на 6,2482 млрд руб.

При росте доли организаций, использующих технологии сбора, обработки и анализа больших данных, на 1 % объем отгруженных товаров «обеспечения электрической энергией, газом и паром; кондиционирования воздуха» возрастает на 4,3928 млрд руб. и объем отгруженных товаров «водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений» увеличивается на 1,8415 млрд руб.

При росте доли организаций, использующих цифровые платформы, на 1 % объем отгруженных товаров «обеспечения электрической энергией, газом и паром; кондиционирования воздуха» возрастает на 10,5928 млрд руб. и объем отгруженных товаров «водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений» увеличивается на 3,2155 млрд руб.

Подход к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии

Для решения второй задачи исследования составленная модель (1) качественно проанализирована. В результате разработан подход к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии. Особенности нового подхода являются:

- 1) переход от государственного управления к корпоративному управлению;
- 2) опора на цифровые технологии в управлении;

3) гибкое использование цифровых технологий в управлении, предполагающее ограниченное и аккуратное использование противоречивых технологий (геоинформационных систем, интернета вещей, облачных сервисов и искусственного интеллекта), и расширение использования ключевых технологий, позитивно влияющих на устойчивость ТЭК в региональной экономике России: ERP-систем, больших данных и цифровых платформ.

Для определения долгосрочных последствий применения нового подхода на практике составлен авторский прогноз изменения значений результирующих переменных, отражающих устойчивость ТЭК в региональной экономике России, при максимизации значений отобранных ключевых факторных переменных, непротиворечиво позитивно на них влияющих (рис. 1).

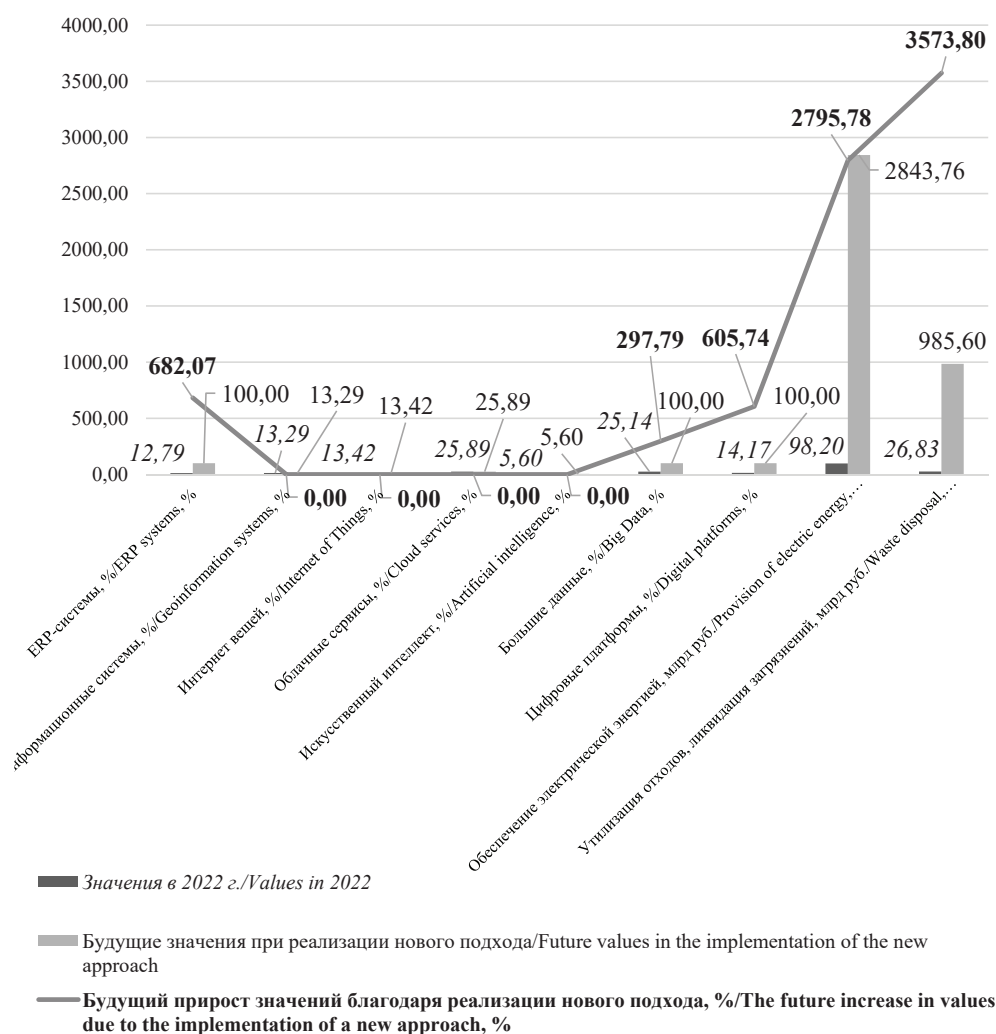


Рис. 1. Последствия применения подхода к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК на цифровые технологии в регионах России
 Источник: рассчитано и построено автором.

Figure 1. The consequences of applying the approach to corporate governance of sustainable energy sector development on digital technologies in the regions of Russia
 Source: calculated and constructed by the author.

Показанный на рис. 1 авторский прогноз свидетельствует о том, что благодаря применению нового подхода к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК на цифровые технологии в регионах России произойдет повышение стабильности производства топливно-энергетических ресурсов на 2795,78 % (объем отгруженных товаров «обеспечения электрической энергией, газом и паром; кондиционирования воздуха» вырастет с 98,20 млрд руб. в 2022 г. до 2843,76 млрд руб.).

При этом также будет достигнут рост экологичности ТЭК в региональной экономике России на 3573,80 % (объем отгруженных товаров «водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений» увеличится с 26,83 млрд руб. в 2022 г. до 985,60 млрд руб.).

В связи с этим для наиболее полного раскрытия потенциала устойчивого развития ТЭК в региональной экономике России рекомендуется увеличение доли организаций, использующих ERP-системы, на 682,07 %, рост доли организаций, применяющих большие данные, — на 297,79 %, а также повышение доли организаций, использующих цифровые платформы, — на 605,74 %.

Обсуждение

Вклад данного исследования состоит в том, что полученные автором новые научные результаты развивают и дополняют концепцию устойчивого развития ТЭК через конкретизацию и количественное измерение вклада цифровых технологий в устойчивость ТЭК в региональной экономике России. Благодаря этому статья продолжает научную дискуссию A.I. Amhamed et al. (2024), С.Е. Барыкина и др. (2023). Полученные в статье результаты позволили классифицировать цифровые технологии по критерию последствий их применения для устойчивости ТЭК в региональной экономике России и выделить:

- технологии, поддерживающие устойчивое развитие ТЭК в регионах России, а именно ERP-системы (в подтверждение Heinz, 2023; Reffad & Alti, 2023), большие данные (в подтверждение Azzam et al., 2024; Tong, 2024) и цифровые платформы (в подтверждение Evstratov & Berezhnova, 2013; Minuto et al., 2022);
- технологию, оказывающую противоречивое влияние на устойчивость ТЭК в регионах России, с одной стороны, повышающую экологичность ТЭК, но, с другой стороны, снижающую его производительность, а именно искусственный интеллект, в отличие от U. Rajak et al. (2024); Z. Wang et al. (2024b);
- технологии, сдерживающие устойчивое развитие ТЭК в регионах России, а именно геоинформационные системы, в отличие от A.A. Abdullah, E. Ashraf (2024); M.H. Alsharif et al. (2024), интернет вещей, в отличие от G. Shi et al. (2024); S. Wang et al. (2024), и облачные сервисы, в отличие от Z. Bai et al. (2024); Z. Yang (2024).

Заключение

Авторский вывод состоит в том, что цифровые технологии во многом определяют устойчивость ТЭК в российских региональных экономических системах, но необходимо гибкое использование этих технологий с фокусом на те из них, которые в наибольшей степени и непротиворечиво поддерживают устойчивое развитие ТЭК в регионах России. В частности, в статье получены следующие основные результаты (Приложение).

Во-первых, составлена модель управления устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии, математически описавшая последствия применения этих технологий для устойчивости ТЭК в регионах России.

Во-вторых, разработан подход к корпоративному управлению устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы с опорой на цифровые технологии.

Теоретическая значимость полученных в статье новых научных результатов и сделанных авторских выводов связана с тем, что они очертили круг приоритетных для устойчивого развития ТЭК цифровых технологий, в который вошли ERP-системы, большие данные и цифровые платформы. Практическая значимость разработанного подхода состоит в том, что он позволит повысить гибкость и эффективность управления устойчивым развитием ТЭК региональной экономической системы и наиболее полно раскрыть потенциал данного развития в регионах России благодаря оптимизации использования цифровых технологий по авторским рекомендациям.

Список литературы

- Барыкин С.Е., Капустина И.В., Куприянова М.Ю., Макаренко Е.А. Перспективы перехода к устойчивой энергетике // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 6. № 11 (140). С. 97–108. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.11.06.010>
- Локтионов В.И. Устойчивая энергетика: новый взгляд на факторы становления // Мировая экономика и международные отношения. 2023. Т. 67. № 8. С. 16–25. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2023-67-8-16-25>
- Морозова И.А., Сметанина А.И., Сметанин А.С. ESG-менеджмент качества: роль цифровой трансформации бизнеса // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2023. Т. 22. № 4. С. 530–555 <https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2023.404>
- Abdullah A.A., Ashraf E. New Dual Algorithm to Placement the Data Aggregation Point for Smart Grid Meters // Smart Grids and Sustainable Energy. 2024. Vol. 9. No. 1. P. 21. <https://doi.org/10.1007/s40866-024-00199-0>
- Alsharif, M.H., Jahid, A., Kannadasan, R., Kim, M.-K. Unleashing the potential of sixth generation (6G) wireless networks in smart energy grid management: A comprehensive review // Energy Reports. 2024. No. 11. P. 1376–1398. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.01.011>
- Amhamed A.I., Assaf A.H.A., Le Page L.M., Alrebei O.F. Alternative sustainable aviation fuel and energy (SAFE) — A Review with selected simulation cases of study // Energy Reports. 2024. Vol. 11. P. 3317–3344. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.03.002>

- Azzam M.E.A.Y., Alsayed M.S.H., Alsultan A., Hassanein A. How big data features drive financial accounting and firm sustainability in the energy industry // *Journal of Financial Reporting and Accounting*. 2024. Vol. 22. No. 1. P. 29–51. <https://doi.org/10.1108/JFRA-03-2023-0125>
- Bai Z., Li C., Pourzamani J., Yang X., Li D. Optimizing the resource allocation in cyber physical energy systems based on cloud storage and IoT infrastructure // *Journal of Cloud Computing*. 2024. Vol. 13. No. 1. P. 59. <https://doi.org/10.1186/s13677-024-00615-x>
- Evstratov A.V., Berezhnova A.I. Development of the market of electronic payment systems in the context of accession of the Russian Federation to the WTO // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 23. No. 1. P. 88–93.
- Guevara-Luna M.A., Madrazo J., Meneses E., Mora H., Clappier, A. Strategies toward an effective and sustainable energy transition for Cuba // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2024. Vol. 197. Article no. 114387. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114387>
- Heinz S. The Case for Energy and Sustainability ERP Software / AEE World Energy Conference and Expo. Orlando, 2023. Article no. 195760.
- Liu X.-M., Zhang Y.-Q. Digital transformation, green innovation, and carbon emission reduction performance of energy-intensive enterprises // *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. No. 1. P. 3905. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54587-8>
- Minuto F.D., Lanzini A., Giannuzzo L., Borchellini R. Digital Platforms for Renewable Energy Communities Projects: An Overview // *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2022. Vol. 17. No. 7. P. 2007–2013. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170701>.
- Popkova E.G., Sergi B.S. Energy efficiency in leading emerging and developed countries // *Energy*. 2021. Vol. 221. : 119730. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119730>
- Rajak U., Ağbulut Ü., Dasore A., Verma T.N. Artificial intelligence based-prediction of energy efficiency and tailpipe emissions of soybean methyl ester fuelled CI engine under variable compression ratios // *Energy*. 2024. No. 294. Article no. 130861. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.130861>
- Reffad H., Alti A. Semantic-Based Multi-Objective Optimization for QoS and Energy Efficiency in IoT, Fog, and Cloud ERP Using Dynamic Cooperative NSGA-II // *Applied Sciences (Switzerland)*. 2023. Vol. 13. No. 8. P. 5218. <https://doi.org/10.3390/app13085218>
- Shi G., Shi Z., Wang X., Xia Y., Jia S., Shi M., Sun Y., Huang Y. An Internet of Things Management System for Roadside Parking Space Based on Solar Power Supply and RF Energy Transmission // *IEEE Internet of Things Journal*. 2024. Vol. 1. No. 6. P. 10224–10238. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3325675>
- Tong X. Research on key technologies of large-scale wind-solar hybrid grid energy storage capacity big data configuration optimization // *Wind Engineering*. 2024. Vol. 48. No. 1. P. 32–43. <https://doi.org/10.1177/0309524X231188951>
- Turkson C., Liu W., Acquaye, A. A data envelopment analysis based evaluation of sustainable energy generation portfolio scenarios // *Applied Energy*. 2024. No. 363. Article no. 123017. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123017>
- Wang S., Das P., Wu Z.-S. High-energy-density microscale energy storage devices for Internet of Things // *Science Bulletin*. 2024. Vol. 69. No. 6. P. 714–717. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.01.012>
- Wang Z., Hu L., Huang X., Tan J., Ye K. Carbon emissions of power transmission and transformation projects in the whole life cycle for smart sustainable energy systems // *Scientific Reports*. 2024a. Vol. 14. No. 1. P. 3812. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54317-0>
- Wang Z., Zhang T., Ren X., Shi Y. AI adoption rate and corporate green innovation efficiency: Evidence from Chinese energy companies // *Energy Economics*. 2024b. No. 132. Article no. 107499. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107499>

Yang Z. Renewable energy management in smart grid with cloud security analysis using multi agent machine learning model // *Computers and Electrical Engineering*. 2024. No. 116. Article no. 109177. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2024.109177>

References

- Barykin, S.E., Kapustina, I.V., Kupriyanova, M.Yu., & Makarenko, E.A. (2023). Prospects for the transition to sustainable energy. *Economics and management: problems, solutions*, 6(11), 97–108. (In Russ.). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.11.06.010>
- Loktionov, V.I. (2023). Sustainable energy: a new look at the factors of formation. *World Economy and International Relations*, 67(8), 16–25. (In Russ.). <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2023-67-8-16-25>
- Morozova, I.A., Smetanina, A.I., & Smetanin, A.S. (2023). ESG quality management: the role of digital transformation of business. *Bulletin of St. Petersburg University. Management*, 22(4), 530–555 <https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2023.404> (In Russ.).
- Abdullah, A.A., & Ashraf, E. (2024). New Dual Algorithm to Placement the Data Aggregation Point for Smart Grid Meters. *Smart Grids and Sustainable Energy*, 9(1), 21. <https://doi.org/10.1007/s40866-024-00199-0>
- Alsharif, M.H., Jahid, A., Kannadasan, R., & Kim, M.-K. (2024). Unleashing the potential of sixth generation (6G) wireless networks in smart energy grid management: A comprehensive review. *Energy Reports*, 11, 1376–1398. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.01.011>
- Amhamed, A.I., Assaf, A.H.A., Le, Page, L.M., & Alrebei, O.F. (2024). Alternative sustainable aviation fuel and energy (SAFE) — A Review with selected simulation cases of study. *Energy Reports*, 11, 3317–3344. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.03.002>
- Azzam, M.E.A.Y., Alsayed, M.S.H., Alsultan, A., & Hassanein, A. (2024). How big data features drive financial accounting and firm sustainability in the energy industry. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 22(1), 29–51. <https://doi.org/10.1108/JFRA-03-2023-0125>
- Bai, Z., Li, C., Pourzamani, J., Yang, X., & Li, D. (2024). Optimizing the resource allocation in cyber physical energy systems based on cloud storage and IoT infrastructure. *Journal of Cloud Computing*, 13(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s13677-024-00615-x>
- Evstratov, A.V., & Berezhnova, A.I. (2013). Development of the market of electronic payment systems in the context of accession of the Russian Federation to the WTO. *World Applied Sciences Journal*, 23(1), 88–93.
- Guevara-Luna, M.A., Madrazo, J., Meneses, E., Mora, H., & Clappier, A. (2024). Strategies toward an effective and sustainable energy transition for Cuba. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 197, 114387. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114387>
- Heinz, S. (2023). The Case for Energy and Sustainability ERP Software. *2023 AEE World Energy Conference and Expo, Orlando*, 195760.
- Liu, X.-M., & Zhang, Y.-Q. (2024). Digital transformation, green innovation, and carbon emission reduction performance of energy-intensive enterprises. *Scientific Reports*, 14(1), 3905. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54587-8>
- Minuto, F.D., Lanzini, A., Giannuzzo, L., & Borchiellini, R. (2022). Digital Platforms for Renewable Energy Communities Projects: An Overview. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(7), 2007–2013. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170701>
- Popkova, E.G., & Sergi, B.S. (2021). Energy efficiency in leading emerging and developed countries. *Energy*, 221, 119730. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119730>
- Rajak, U., Ağbulut, Ü., Dasore, A., & Verma, T.N. (2024). Artificial intelligence based-prediction of energy efficiency and tailpipe emissions of soybean methyl ester fuelled. *CI engine under variable compression ratios*, 294, 130861. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.130861>

- Reffiad, H., & Altı, A. (2023). Semantic-Based Multi-Objective Optimization for QoS and Energy Efficiency in IoT, Fog, and Cloud ERP Using Dynamic Cooperative NSGA-II. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(8), 5218. <https://doi.org/10.3390/app13085218>
- Shi, G., Shi, Z., Wang, X., Xia, Y., Jia, S., Shi, M., Sun, Y., & Huang, Y. (2024). An Internet of Things Management System for Roadside Parking Space Based on Solar Power Supply and RF Energy Transmission. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(6), 10224–10238. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3325675>
- Tong, X. (2024). Research on key technologies of large-scale wind-solar hybrid grid energy storage capacity big data configuration optimization. *Wind Engineering*, 48(1), 32–43. <https://doi.org/10.1177/0309524X231188951>
- Turkson, C., Liu, W., & Acquaye, A. (2024). A data envelopment analysis based evaluation of sustainable energy generation portfolio scenarios. *Applied Energy*, 363, 123017. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123017>
- Wang, S., Das, P., & Wu, Z.-S. (2024). High-energy-density microscale energy storage devices for Internet of Things. *Science Bulletin*, 69(6), 14–717. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.01.012>
- Wang, Z., Hu, L., Huang, X., Tan, J. & Ye, K. (2024a). Carbon emissions of power transmission and transformation projects in the whole life cycle for smart sustainable energy systems. *Scientific Reports*, 14(1), 3812. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54317-0>
- Wang, Z., Zhang, T., Ren, X. & Shi, Y. (2024b). AI adoption rate and corporate green innovation efficiency: Evidence from Chinese energy companies. *Energy Economics*, 132, 107499. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107499>
- Yang, Z. (2024). Renewable energy management in smart grid with cloud security analysis using multi agent machine learning model. *Computers and Electrical Engineering*, 116, 109177. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2024.109177>

Сведения об авторе / Bio note

Землячева Екатерина Анатольевна, доцент кафедры гражданского и международного частного права, Волгоградский государственный университет (ВолГУ), г. Волгоград. ORCID: 0009-0002-1977-6610. E-mail: zemlyachevaekaterina@yandex.ru

Ekaterina A. Zemlyacheva, PhD in Law, Associate Professor of the Department of Civil and International Private Law, Volgograd State University (VolSU), Volgograd. ORCID: 0009-0002-1977-6610. E-mail: zemlyachevaekaterina@yandex.ru

	Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (в фактически действовавших ценах), млрд руб.		3	ERP-системы, % от общего числа организаций		Организации, использующие геоинформационные системы, % от общего числа организаций		Организации, использующие интернет вещей, % от общего числа организаций		Организации, использующие облачные сервисы, % от общего числа организаций		Организации, использующие технологии искусственного интеллекта, % от общего числа организаций		Организации, использующие технологии сбора, обработки и анализа больших данных, % от общего числа организаций		Организации, использующие цифровые платформы, % от общего числа организаций	
	1	2		4	5	6	7	8	9	10							
Алтайский край		50,4	13,2	10,5	13,6	11,6	26,6	4,8	24,3	12,3							
Амурская область		47,5	4,0	8,8	14,5	13,1	22,2	4,3	28,9	12,5							
Архангельская область		44,4	8,3	14,3	15,4	10,9	27,9	4,6	20,9	11,9							
Астраханская область		36,9	7,4	11,9	15,6	11,2	22,5	5,4	20,9	12,2							
Белгородская область		30,0	14,2	16,1	15,7	14,0	30,9	7,9	26,4	16,4							
Брянская область		21,1	10,9	13,1	12,8	9,6	23,1	6,0	19,6	12,5							
Владимирская область		42,7	15,7	16,6	13,8	15,4	29,9	8,7	25,0	17,2							
Волгоградская область		77,0	21,4	10,8	11,3	11,8	24,5	4,4	23,5	12,6							
Вологодская область		41,0	10,2	13,6	14,6	13,3	27,6	6,7	23,6	16,2							
Воронежская область		144,1	24,6	16,5	13,0	12,4	27,4	6,3	21,9	13,9							
г. Москва		874,6	249,6	13,3	7,2	11,8	29,4	3,9	25,5	13,0							
г. Санкт-Петербург		269,6	93,5	15,9	10,6	13,9	30,9	4,2	28,0	15,1							
Еврейская автономная область		5,5	1,0	8,2	12,7	12,8	17,1	4,4	32,6	11,2							
Забайкальский край		33,1	5,0	9,1	13,9	12,0	23,4	4,1	30,6	9,6							

Продолжение прил. / Continuation of appendix

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ивановская область	27,3	7,7	14,0	13,4	13,2	27,4	7,1	23,6	14,0
Иркутская область	166,5	25,1	10,8	14,6	13,7	28,6	3,9	34,4	21,7
Кабардино-Балкарская Республика	12,4	1,9	9,4	11,2	13,1	39,0	4,7	23,6	14,6
Калининградская область	63,1	7,3	10,8	13,5	13,1	23,6	4,5	27,5	14,0
Калужская область	28,6	14,4	16,8	12,1	15,7	31,2	8,5	23,3	15,6
Камчатский край	25,7	4,2	6,5	12,1	12,5	20,7	3,6	25,4	10,6
Карачаево-Черкесская Республика	11,4	1,8	7,4	13,5	15,5	22,3	5,1	30,5	15,8
Кемеровская область	121,7	95,2	16,0	15,7	15,5	26,5	6,3	34,2	16,3
Кировская область	43,0	8,4	10,7	10,9	9,2	21,9	5,1	15,4	9,7
Костромская область	46,8	4,1	11,9	11,7	12,8	20,3	6,8	25,7	12,4
Краснодарский край	125,8	44,9	13,2	12,4	15,1	24,6	6,6	30,1	16,3
Красноярский край	230,9	43,6	11,5	13,0	10,6	23,1	3,8	22,2	13,1
Курганская область	22,6	6,8	11,3	13,9	12,4	22,5	5,5	23,6	14,0
Курская область	57,6	7,5	12,2	13,6	8,6	25,2	5,4	18,7	12,5
Ленинградская область	209,6	28,2	15,0	15,4	16,9	29,3	6,0	33,2	17,0
Липецкая область	27,7	15,2	15,7	15,7	12,7	28,2	6,7	24,0	14,9
Магаданская область	19,7	1,6	9,1	14,2	16,4	23,8	4,8	30,0	14,1
Московская область	333,9	161,4	20,8	12,6	21,9	32,2	10,6	30,3	21,8
Мурманская область	67,4	9,5	14,1	12,1	11,9	25,3	5,9	22,1	11,9
Нижегородская область	122,3	45,7	17,1	12,4	12,1	31,3	5,2	24,7	13,8
Новгородская область	22,1	4,2	18,8	14,6	20,8	38,1	11,1	28,3	20,5
Новосибирская область	84,6	29,9	14,4	13,7	12,7	27,4	5,5	24,5	13,0

Продолжение прил. / Continuation of appendix

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Омская область	62,5	18,2	11,0	11,4	8,3	18,6	3,1	11,1	11,3
Оренбургская область	84,1	29,8	14,0	12,4	13,8	27,0	6,1	25,4	13,2
Орловская область	15,9	6,6	12,5	11,3	9,6	20,0	5,9	15,8	12,6
Пензенская область	22,5	8,3	11,1	11,7	10,1	20,8	3,5	20,7	10,4
Пермский край	127,7	32,9	16,7	13,4	16,4	34,7	6,7	28,5	17,1
Приморский край	82,8	13,1	12,3	14,0	13,0	25,6	4,3	26,7	13,3
Псковская область	13,7	4,7	12,9	15,3	14,4	26,0	6,9	27,6	16,7
Республика Адыгея	10,4	2,5	11,2	11,1	15,6	27,0	7,1	25,5	15,7
Республика Алтай	6,6	0,5	8,3	20,3	10,8	20,7	5,3	20,2	11,3
Республика Башкортостан	161,5	33,5	12,5	12,3	13,4	25,9	5,1	26,5	13,3
Республика Бурятия	30,5	5,3	8,5	11,4	11,3	23,5	3,1	24,9	10,4
Республика Дагестан	18,2	2,7	3,5	6,1	14,5	16,1	4,2	23,7	11,0
Республика Ингушетия	0,6	0,7	7,1	11,3	15,5	22,6	4,7	32,9	16,0
Республика Карелия	31,4	4,1	13,6	14,0	11,5	24,4	6,0	20,3	14,8
Республика Коми	47,6	9,9	12,7	13,9	8,2	20,7	4,7	13,9	12,7
Республика Крым	48,6	9,3	6,7	10,6	9,7	25,5	4,2	22,0	10,4
Республика Марий Эл	13,8	4,9	13,2	13,3	12,0	26,4	6,1	21,2	13,3
Республика Мордовия	12,3	4,0	10,0	10,4	9,9	20,6	4,1	17,1	10,0
Республика Саха (Якутия)	81,3	9,3	7,8	13,2	14,6	26,0	3,3	27,7	13,9
Республика Северная Осетия – Алания	16,6	2,7	8,7	13,0	14,8	22,8	5,5	30,3	15,6
Республика Татарстан	169,2	56,4	13,9	14,0	15,2	35,3	6,2	28,0	18,3
Республика Тыва	4,9	0,5	3,5	6,7	6,3	16,6	2,3	12,8	5,7
Республика Хакасия	57,5	2,6	11,0	14,3	12,1	22,5	4,9	24,7	12,3
Ростовская область	197,1	39,5	12,7	13,1	13,4	25,5	5,3	27,1	14,0
Рязанская область	50,6	14,3	15,1	13,4	11,3	28,4	6,0	16,9	14,4

Окончание прил. / Ending of appendix

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Самарская область	135,1	54,2	16,7	13,1	14,2	26,7	6,2	25,5	15,7
Саратовская область	119,7	15,1	13,0	12,5	12,3	24,6	5,8	23,9	13,1
Сахалинская область	25,0	4,8	10,2	13,4	17,5	26,2	3,6	32,3	15,7
Свердловская область	277,4	126,3	15,9	13,7	15,4	28,7	6,1	33,5	16,6
Сибирский федеральный округ	826,3	238,8	17,0	14,0	17,9	29,8	11,2	19,3	17,5
Смоленская область	63,3	10,1	14,3	16,6	16,0	27,2	6,0	27,5	17,5
Ставропольский край	91,7	17,5	13,8	17,0	12,3	31,7	6,1	19,6	16,1
Тамбовская область	17,2	5,2	12,7	11,5	11,5	27,1	5,8	21,3	12,4
Тверская область	109,8	9,7	14,5	17,1	15,2	28,0	6,5	27,9	16,9
Томская область	40,6	10,1	15,8	13,7	16,2	24,6	7,1	29,8	20,2
Тульская область	60,5	19,7	15,8	15,6	15,8	25,4	5,9	30,2	15,6
Томенская область	380,1	73,7	16,6	16,0	16,6	27,0	6,8	28,1	16,4
Удмуртская Республика	45,2	12,9	15,6	14,0	12,3	27,6	5,1	14,7	14,5
Ульяновская область	31,2	11,5	12,9	12,7	9,4	23,6	4,0	17,1	11,7
Хабаровский край	69,2	34,1	12,4	12,8	12,4	22,6	4,1	27,5	13,0
Челябинская область	151,5	38,8	15,3	14,6	15,6	27,7	7,3	30,3	17,8
Чеченская Республика	31,4	2,6	29,1	20,3	30,3	40,1	6,3	41,0	13,9
Чувашская Республика	31,1	7,2	12,8	11,3	12,2	23,9	5,1	21,7	13,2
Чукотский автономный округ	17,8	0,7	5,2	10,6	13,4	19,1	4,9	34,4	13,2
Южный федеральный округ	521,2	129,4	15,0	15,4	13,7	23,2	4,6	31,4	13,7
Ярославская область	51,2	13,7	17,2	15,3	14,2	28,9	7,8	25,9	15,3

Источник: составлено автором на основе материалов ИНК (2024) и Росстата (2024).