МАТЕМАТИЧЕСКИЕ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ/MATHEMATICAL, STATISTICAL AND INSTRUMENTAL METHODS OF ECONOMICS

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.90

КЛАССИФИКАЦИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ ПО УРОВНЮ ЦИФРОВИЗАЦИИ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Научная статья

Осипов А.Л.[1,]*, Соболева И.А.[2]
[1] ORCID : 0000-0002-1809-9147;
[2] ORCID : 0009-0006-6166-868X;
[1, 2] Новосибирский государственный университет экономики и управления, Новосибирск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (alosip[at]mail.ru)

Аннотация

Цель. Классификация федеральных округов по степени использования малыми предприятиями цифровых и информационных технологий.

Методы и материалы исследования. Эмпирическую базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики за 2023 год. Для достижения поставленных целей был применен комплексный подход, включающий в себя анализ и синтез существующей литературы по цифровым платформам и другим цифровым технологиям, а также методы кластеризации, основанные на алгоритме K-средних. Применение этих методов позволило провести классификацию федеральных округов по уровню их цифровой зрелости.

Результаты. Кластеризация объектов была выполнена с использованием метода K-средних — популярного алгоритма машинного обучения, широко применяемого в экономическом анализе, обработке данных и информационно-поисковых системах.

В ходе кластеризации федеральных округов по девяти факторам, связанными с использованием различных информационных технологий, выявлены округа, относящиеся к лидерам, и округа, которые являются аутсайдерами.

Заключение. Практическая ценность исследования для органов государственной власти на федеральном и региональном уровнях состоит в предоставлении актуальной информации о дифференциации показателей цифрового развития между федеральными округами. Полученные результаты могут служить основой для принятия обоснованных управленческих решений при разработке и реализации мер, направленных на стимулирование более широкого внедрения информационных технологий, а также при распределении финансовых ресурсов в пользу регионов, демонстрирующих отставание в сфере цифровизации.

Ключевые слова: кластерный анализ, информационные технологии, цифровизация, федеральные округа, факторы.

CLASSIFICATION OF FEDERAL DISTRICTS BY THE LEVEL OF DIGITALISATION OF SMALL ENTERPRISES

Research article

Osipov A.L.[1,]*, Soboleva I.A.[2]
[1] ORCID : 0000-0002-1809-9147;
[2] ORCID : 0009-0006-6166-868X;
[1, 2] Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russian Federation

* Corresponding author (alosip[at]mail.ru)

Abstract

Objective. To classify federal districts according to the extent to which small enterprises use digital and information technologies.

Methods and materials of the study. The empirical base of the study was the official data of the Federal State Statistics Service for the year 2023. To achieve the set objectives, a comprehensive approach was applied, including the analysis and synthesis of existing literature on digital platforms and other digital technologies, as well as clustering methods based on the K-means algorithm. The application of these methods made it possible to classify federal districts according to the level of their digital maturity.

Results. Object clustering was performed using the K-means method, a popular machine learning algorithm widely used in economic analysis, data processing and information retrieval systems.

The clustering of federal districts according to nine factors related to the use of various information technologies identified districts that are leaders and districts that are outsiders.

Conclusion. The practical value of the study for public authorities at the federal and regional levels lies in the provision of relevant information on the differentiation of digital development indicators between federal districts. The results obtained can serve as a basis for making informed managerial decisions in the development and implementation of measures aimed at stimulating wider introduction of information technologies, as well as in the allocation of financial resources in favour of regions that are lagging behind in digitalisation.

Keywords: cluster analysis, information technologies, digitalisation, federal districts, factors.

Введение

В современном экономическом ландшафте цифровые технологии оказывают доминирующее влияние на организационные процессы. Цифровизация, определяемая как комплекс мер по внедрению цифровых решений для управления информацией [1], [2], становится неотъемлемой частью стратегии развития организаций. Перед организациями встает задача адаптации бизнес-моделей к условиям цифровой экономики [3], поскольку именно цифровые технологии определяют новые стандарты эффективности и конкурентоспособности. Влияние цифровизации выходит за рамки отдельных организаций, стимулируя рост национальных экономик и преобразуя производственные процессы [4]. Распространение высокоскоростного интернета также играет ключевую роль в этом процессе [5]. Региональные особенности внедрения цифровых технологий зависят от таких факторов, как:

1) уровень развития информационно-коммуникационной инфраструктуры;

2) доступность высокоскоростного интернета;

3) концентрация научных и образовательных центров;

4) присутствие крупных корпораций, обладающих экспертизой в области цифровизации и квалифицированными кадрами для ее распространения.

Методы и принципы исследования

В работе основным исходным материалом для проведения научных исследований использовалась официальная информация Федеральной службы государственной статистики за 2023 год. Информация включала в себя уровень использования цифровых технологий малыми предприятиями по субъектам Российской Федерации. Для анализа использовался информационный вектор, включающий девять показателей, характеризующих использование различных цифровых инструментов и технологий: от базового доступа к интернету и наличия онлайн-представительства до передовых решений, таких как искусственный интеллект, облачные сервисы, интернет вещей и промышленные роботы. Также учитывалось использование цифровых и финансовых платформ, а также маркетплейсов [6].

Использован алгоритм кластеризации данных для разбиения федеральных округов по уровню использования информационных технологий (ИТ). Задача кластеризации, решаемая алгоритмом K-средних, заключается в разбиении множества данных на K кластеров, где количество кластеров задано априори. Критерием оптимальности разбиения является минимизация суммарной внутрикластерной дисперсии, определяемой как сумма квадратов расстояний от каждой точки до центра масс своего кластера. Алгоритм реализуется итеративно: на каждой итерации происходит пересчет центров масс кластеров и перераспределение точек между кластерами с целью минимизации указанной дисперсии. Алгоритм сходится к локальному минимуму, когда изменение положения центров масс от итерации к итерации становится пренебрежимо малым [7].

2.1. Анализ существующих исследований

Проведен анализ научных исследований в области уровня цифровизации федеральных округов.

В работе [8] продемонстрирована дифференциация федеральных округов и возникающие между ними диспропорции по уровню их цифровизации. Проведенный анализ по итогам 2017 года позволил сопоставить результаты ранжирования федеральных округов по индексу цифровизации. Места распределились следующим образом: 1-Урфо; 2-СЗФО; 3-ЦФО; 4-ПФО; 5-ДФО; 6- ЮФО; 7-СФО; 8-СКФО. Видно, что в аутсайдеры попали ДФО, ЮФО, СФО и СКФО.

В работе [9] продемонстрированы выявленные региональные различия по уровню цифровизации в деятельности организаций в России. Основываясь на официальной статистике за 2020 год, был проведен анализ цифровизации в 82 регионах России. Регионы были разделены на два кластера в зависимости от доли организаций, использующих цифровые технологии. Наиболее высокую активность в сфере цифровизации продемонстрировали Нижегородская, Тамбовская, Челябинская области, Республика Алтай и Забайкальский край, сформировавшие первый кластер. В противоположность им, второй кластер объединил регионы с минимальной долей внедривших цифровые технологии организаций, такие как Волгоградская, Ульяновская и Самарская области, а также Республика Крым, Тыва и Мордовия.

Исследование пространственной неоднородности цифровой трансформации промышленности [10] подтверждает, что цифровизация в России не является равномерным процессом. Использование индексов Морана выявило, что лишь небольшая часть регионов активно внедряет передовые технологии, такие как RFID.

Согласно [11], федеральные округа России существенно различаются по уровню и потенциалу социально-экономического развития. ЦФО, СЗФО и ДФО обладают более высоким потенциалом, чем УФО, СФО, ПФО, ЮФО и СКФО.

Таким образом, проведенный анализ подчеркивает неравномерность цифровой трансформации в России и указывает на необходимость разработки дифференцированных стратегий, учитывающих особенности каждого региона и федерального округа.

Основные результаты

Для проведения научных исследований использовалась официальная информация Федеральной службы государственной статистики за 2023 год, которая включала федеральные округа Российской Федерации по уровню использования малыми предприятиями различных категорий ИТ: коммуникационных (интернет, веб-сайты, социальные сети), коммерческих (цифровые платформы, маркетплейсы, финансовые платформы) и производственных (искусственный интеллект, облачные сервисы, интернет вещей, автоматизированные линии) [6].

Ниже на рисунке представлен график использования ИТ малыми предприятиями для федеральных округов.

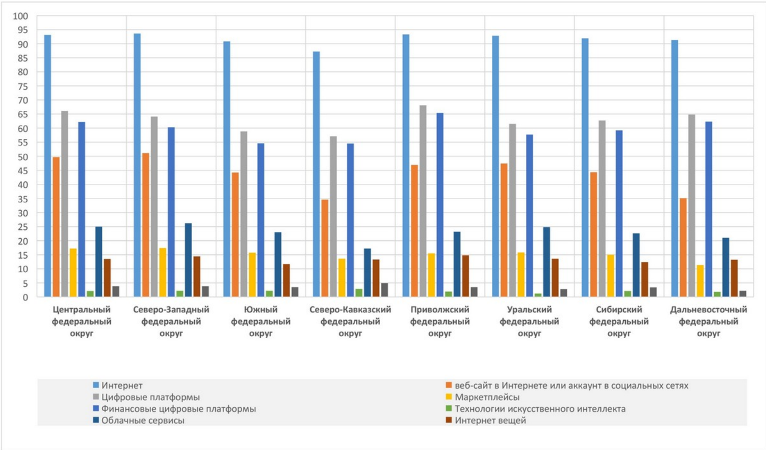

Рисунок 1 - Уровень развития информационных технологий по федеральным округам

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.90.1

Кластерный анализ позволил выделить федеральные округа с высоким уровнем применения ИТ для малых предприятий. Ими оказались: ЦФО; ЮФО; УФО; СФО; ПФО; СЗФО. Ко второму кластеру с низким уровнем применения ИТ отнесены: СКФО; ДФО. Сильное отставание округов СКФО и ДФО по уровню применения ИТ произошло от слабого использования в сфере цифровизации регионов:

– веб-сайтов в интернете или аккаунтов в социальных сетях;

– цифровых платформ;

– маркетплейсов;

– облачных сервисов.

Эти четыре фактора послужили основной причиной для отнесения федеральных округов СКФО и ДФО к отстающим регионам.

Объясненное отношение дисперсии при разбиении на два кластера оказалось равным 0,6382.

Проведена кластеризация федеральных округов на три кластера:

1) передовые;

2) с большим потенциалом развития;

3) отстающие.

В кластер с передовым уровнем развития ИТ попали ЦФО, СЗФО и ПФО. В кластер с большим потенциалом развития ИТ попали ЮФО, УФО и СФО. В кластер с отстающим уровнем развития ИТ попали СКФО и ДФО. Сильное отставание округов СКФО и ДФО от передовых произошло от слабого использования в сфере цифровизации регионов:

– веб-сайтов в интернете или аккаунтов в социальных сетях;

– цифровых платформ;

– маркетплейсов;

– облачных сервисов.

Отставание округов ЮФО, УФО и СФО от передовых связано с недостаточным уровнем развития: веб-сайтов в интернете или аккаунтов в социальных сетях; цифровых платформ; финансовых цифровых платформ.

Объясненное отношение дисперсии при разбиении на три кластера оказалось равным 0,7399.

Заключение

В рамках исследования проведена кластеризация федеральных округов, основанная на уровне внедрения ИТ в малом бизнесе. Для этого применялись методы машинного обучения без учителя, в частности, алгоритм k-средних. Анализ данных, включающих показатели использования интернета, веб-сайтов, цифровых платформ, маркетплейсов, финансовых платформ, искусственного интеллекта, облачных сервисов, интернета вещей и промышленных роботов, позволил выделить три кластера.

Первый кластер, включающий наиболее развитые ЦФО, СЗФО и ПФО, характеризуется высокой степенью использования большинства рассматриваемых ИТ. Второй кластер, включающий ЮФО, УФО и СФО, демонстрирует значительный потенциал для развития ИТ. Третий кластер, включающий СКФО и ДФО, отстает по уровню развития и использования ИТ в малом бизнесе. Определены конкретные технологии, в которых наблюдается отставание этих округов.

Разработанная методика кластерного анализа направлена на решение задачи выявления регионов, характеризующихся схожими моделями использования ИТ в малых предприятиях, и позволяет формировать устойчивые федеральные кластеры для целей государственной политики. Результаты кластеризации, учитывающие цифровой характер развития экономики регионов, могут стать основой для кластерно-ориентированной государственной политики, направленной на преодоление отставания и стимулирование ускоренного развития.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Rozmi A. Factors Affecting SME Owners in Adopting ICT in Business using Thematic Analysis / A. Rozmi [et al.] // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. — 2020. — Vol. 11, Iss. 7. — P. 208–218. DOI: 10.14569/IJACSA.2020.0110727.
2. Malik A.K. Role of Information and Communication Technology (ICT) in Transforming Higher Education in India: A Review / A.K. Malik [et al.] // Indian Journal of Pure & Applied Biosciences. — 2019. — Vol. 6, Iss. 7. — P. 176–183. DOI: 10.18782/2582-2845.7821.
3. Kohli R. Digital Innovation: A Review and Synthesis / R. Kohli, N. Melville // Information Systems Journal. — 2019. — Vol. 29, Iss. 1. — P. 200–223. DOI: 10.1111/isj.12193.
4. Omar F.I. Affective Need of ICT in Improving Business Performance among Malay Women Entrepreneur / F.I. Omar [et al.] // International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. — 2018. — Vol. 8, Iss. 6. — P. 975–987. DOI: 10.6007/IJARBSS/v8-i6/4295.
5. Kilymis P. A Survey on Digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany / P. Kilymis [et al.] // IFAC-PapersOnLine. — 2019. — Vol. 52, Iss. 13. — P. 2140–2145. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.11.522.
6. Федеральная служба государственной статистики // Росстат. — URL: https://rosstat.gov.ru/folder/154849 (дата обращения: 28.05.2025).
7. Пархоменко П.А. Обзор и экспериментальное сравнение методов кластеризации текстов / П.А. Пархоменко, А.А. Григорьев, Н.А. Астраханцев // Труды ИСП РАН. — 2017. — Т. 29, № 2. — С. 161–200.
8. Артемова О.В. Уровень цифровизации федеральных округов Российской Федерации и цифровая грамотность населения / О.В. Артемова, А.Н. Савченко // Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России : материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ч. I. — Уфа : ИСЭИ УФИЦ РАН, 2020. — С. 34–40. — ISBN 978-5-6043902-6-9.
9. Пиньковецкая Ю.С. Региональные различия уровня цифровизации в деятельности организаций в России / Ю.С. Пиньковецкая, А.В. Лебедев, А.А. Сомкин // Регионология. — 2022. — Т. 30, № 3. — С. 721–747. DOI: 10.15507/2413-1407.120.030.202203.721-747.
10. Наумов И.В. Цифровизация промышленного производства в регионах России: пространственные взаимосвязи / И.В. Наумов, Ю.В. Дубровская, Е.В. Козоногова // Экономика региона. — 2020. — Т. 16, Вып. 3. — С. 896–910. DOI: 10.17059/ekon.reg.2020-3-17.
11. Регионы России. Социально-экономические показатели : стат. сб. — Москва : Росстат, 2021.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rozmi A. Factors Affecting SME Owners in Adopting ICT in Business using Thematic Analysis / A. Rozmi [et al.] // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. — 2020. — Vol. 11, Iss. 7. — P. 208–218. DOI: 10.14569/IJACSA.2020.0110727.
2. Malik A.K. Role of Information and Communication Technology (ICT) in Transforming Higher Education in India: A Review / A.K. Malik [et al.] // Indian Journal of Pure & Applied Biosciences. — 2019. — Vol. 6, Iss. 7. — P. 176–183. DOI: 10.18782/2582-2845.7821.
3. Kohli R. Digital Innovation: A Review and Synthesis / R. Kohli, N. Melville // Information Systems Journal. — 2019. — Vol. 29, Iss. 1. — P. 200–223. DOI: 10.1111/isj.12193.
4. Omar F.I. Affective Need of ICT in Improving Business Performance among Malay Women Entrepreneur / F.I. Omar [et al.] // International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. — 2018. — Vol. 8, Iss. 6. — P. 975–987. DOI: 10.6007/IJARBSS/v8-i6/4295.
5. Kilymis P. A Survey on Digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany / P. Kilymis [et al.] // IFAC-PapersOnLine. — 2019. — Vol. 52, Iss. 13. — P. 2140–2145. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.11.522.
6. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Federal State Statistics Service] // Rosstat. — URL: https://rosstat.gov.ru/folder/154849 (accessed: 28.05.2025). [in Russian]
7. Parkhomenko P.A. Obzor i eksperimental'noe sravnenie metodov klasterizatsii tekstov [Review and Experimental Comparison of Text Clustering Methods] / P.A. Parkhomenko, A.A. Grigor'ev, N.A. Astrakhantsev // Trudy ISP RAN [Proceedings of the ISP RAS]. — 2017. — Vol. 29, № 2. — P. 161–200. [in Russian]
8. Artemova O.V. Uroven' tsifrovizatsii federal'nykh okrugov Rossiyskoy Federatsii i tsifrovaya gramotnost' naseleniya [The Level of Digitalization in Federal Districts of the Russian Federation and Digital Literacy of the Population] / O.V. Artemova, A.N. Savchenko // Innovatsionnye tekhnologii upravleniya sotsial'no-ekonomicheskim razvitiem regionov Rossii [Innovative Technologies for Managing Socio-Economic Development of Russian Regions] : Proceedings of the XII All-

Russian Scientific-Practical Conference with International Participation. Part I. — Ufa : ISEI UFIC RAN, 2020. — P. 34–40. — ISBN 978-5-6043902-6-9. [in Russian]

9. Pinkovetskaya Yu.S. Regional'nye razlichiya urovnya tsifrovizatsii v deyatel'nosti organizatsiy v Rossii [Regional Differences in the Level of Digitalization in Organizations in Russia] / Yu.S. Pinkovetskaya, A.V. Lebedev, A.A. Somkin // Regionologiya [Regionology]. — 2022. — Vol. 30, № 3. — P. 721–747. DOI: 10.15507/2413-1407.120.030.202203.721-747. [in Russian]

10. Naumov I.V. Tsifrovizatsiya promyshlennogo proizvodstva v regionakh Rossii: prostranstvennye vzaimosvyazi [Digitalization of Industrial Production in Russian Regions: Spatial Interconnections] / I.V. Naumov, Yu.V. Dubrovskaya, E.V. Kozonogova // Ekonomika regiona [Economy of Region]. — 2020. — Vol. 16, Iss. 3. — P. 896–910. DOI: 10.17059/ekon.reg.2020-3-17. [in Russian]

11. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Socio-Economic Indicators] : Statistical Collection. — Moscow : Rosstat, 2021. [in Russian]