

Научная статья

УДК 330.354: 796.034+004.032.26

<https://doi.org/10.36511/2588-0071-2023-3-37-47>

Искусственный интеллект в анализе человеческого капитала как основы экономической безопасности регионов Российской Федерации

Кузнецов Виктор Павлович¹, Летягина Елена Николаевна², Перова Валентина Ивановна³

¹Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Нижний Новгород, Россия

^{2,3}Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

¹kuznecov_vp@mininuniver.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2039-6826>

²len@fks.unn.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6539-6988>

³perova_vi@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1992-5076>

Аннотация

На современном этапе, который характеризуется новыми угрозами и вызовами экономической безопасности России, человеческий капитал имеет основополагающее значение для инновационного развития экономики страны. В ракурсе инновационного развития представлена динамика изменения количества разработанных передовых производственных технологий по видам экономической деятельности (всего) по Российской Федерации за период 2017–2021 годов. Показано, что имеет место возрастание количества разработанных передовых производственных технологий, на который не оказала отрицательного воздействия внешняя конъюнктура. Ввиду важности человеческого капитала с точки зрения здоровья населения приведена доля внебюджетного инвестирования в развитие спортивной сферы в масштабе федеральных округов Российской Федерации за 2021 год, а также динамика численности населения (3–79), занимающегося физической культурой и спортом за период 2017–2021 годов. Согласно авторскому подходу к исследованию развития человеческого капитала, регионы России аттестовались с помощью 12 классификационных признаков, взятых с сайтов Росстата и Министерства спорта. В качестве метода исследования выступал эффективный и креативный метод кластерного анализа на базе нейронных сетей — существенного раздела искусственного интеллекта с применением информационных технологий. Результатом нейросетевого моделирования стало разграничение регионов Российской Федерации на 6 кластеров. Представлена архитектура кластерных образований, отражающая детальное вхождение регионов России в кластеры. Приведены усредненные значения исследуемых показателей развития человеческого капитала в отдельных кластерах и в целом по России. Проведен анализ развития человеческого капитала в регионах Российской Федерации через призму кластерных образований, который показал его разный уровень развития по совокупности исследуемых показателей. С учетом системного подхода, нацеленного на сбалансированность и совершенствование развития человеческого капитала в регионах России, метод исследования с применением искусственного интеллекта и результаты работы могут быть использованы при разработке стратегий и программ развития регионов России на

предстоящие периоды. Это послужит наращиванию обоснованности принятия управленческих решений в направлении увеличения качества человеческого капитала как первоисточника повышения экономической безопасности Российской Федерации.

Ключевые слова: человеческий капитал, экономическое развитие, экономическая безопасность, искусственный интеллект, кластерный анализ, нейронные сети

Для цитирования

Кузнецов В. П., Лetyгина Е. Н., Перова В. И. Искусственный интеллект в анализе человеческого капитала как основы экономической безопасности регионов Российской Федерации // На страже экономики. 2023. № 3 (26). С. 37–47. <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2023-3-37-47>.

Original article

Artificial intelligence in the analysis of human capital as the basis of economic security of the regions of the Russian Federation

Viktor P. Kuznetsov¹, Elena N. Letiagina², Valentina I. Perova³

¹Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod, Russian Federation

^{2, 3}National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

¹ kuzneczov-vp@mail.ru

² len@fks.unn.ru

³ perova_vi@mail.ru

Abstract

At the present stage, which is characterized by new threats and challenges to Russia's economic security, human capital is of fundamental importance for the innovative development of the country's economy. From the perspective of innovative development, the dynamics of changes in the number of developed advanced production technologies by type of economic activity (total) in the Russian Federation for the period 2017–2021 is presented. It is shown that there is an increase in the number of advanced production technologies developed, which was not adversely affected by the external conjuncture. In view of the importance of human capital from the point of view of public health, the share of extra-budgetary investment in the development of sports on the scale of the federal districts of the Russian Federation for 2021, as well as the dynamics of the population (3–79 years) engaged in physical culture and sports for the period 2017–2021 is given. According to the author's approach to the study of human capital development, the regions of Russia were certified using 12 classification features taken from the websites of Rosstat and the Ministry of Sports. The research method was an effective and creative method of cluster analysis based on neural networks — an essential section of artificial intelligence with the use of information technology. The result of neural network modeling was the differentiation of the regions of the Russian Federation into 6 clusters. The architecture of cluster formations is presented, reflecting the detailed entry of Russian regions into clusters. The average values of the considered indicators of human capital development in clusters and their average values in Russia are given. The analysis of the development of human capital in the regions of the Russian Federation through the prism of cluster formations was carried out, which showed its different level of development ac-

ording to the totality of the studied indicators. Taking into account the systematic approach aimed at balancing and improving the development of human capital in the regions of Russia, the research method using artificial intelligence and the results presented in the work have practical significance. They can be effectively used in strategic planning of the development of Russian regions for the coming periods. This will serve to increase the validity of managerial decision-making in the direction of increasing the quality of human capital as the primary source of improving the economic security of the Russia.

Keywords: economic security, human capital, artificial intelligence, cluster analysis, neural networks

For citation

Kuznetsov V. P., Letiagina E. N., Perova V. I. Artificial intelligence in the analysis of human capital as the basis of economic security of the regions of the Russian Federation. *The Economy under Guard*, 2023, no. 3 (26), pp. 37–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2023-3-37-47>.

Введение

На современном этапе, характеризующемся новыми угрозами и вызовами экономической безопасности Российской Федерации, большое значение уделяется развитию человеческого капитала. Социально-экономическое развитие России, вектор которого направлен на путь инновационного опережения мировых достижений научно-технологического развития [1–4], в большой степени определяется состоянием человеческого капитала, являющегося основным элементом инновационного развития государства [5].

Для количественной оценки человеческого капитала часто применяется численный метод, в соответствии с которым на практике задействуются различные индексы, показывающие качество жизни людей. Наибольшее распространение получил индекс человеческого развития (ИЧР или *HDI*). Он представляет собой комплексный статистический показатель, состоящий из трех частей: индексов средних значений уровней образования, продолжительности здоровой жизни и достойного материального достатка населения.

В научных исследованиях развитие человеческого капитала, прежде всего, сопряжено с человеческими ресурсами как носителями знаний вследствие профессионального образования. Накопленные во время обучения фундаментальные знания, умения и навыки, которые согласуются с современными практическими запросами развития экономики Российской Федерации, будут повышать уровень инновационного потенциала регионов Российской Федерации и приумножать доход в экономику страны.

К факторам, содействующим увеличению внутренних резервов инновационной активности субъектов России, необходимо причислить разработанные национальные наукоемкие технологии, а также подготовку высококвалифицированных специалистов, которые осуществляют работу в этой сфере деятельности. Совершенствование инновационной сферы в регионах Российской Федерации тесно связано с существенным влиянием своевременного и качественного принятия управленческих результатов. На рисунке 1 представлено изменение количества разработанных передовых производственных технологий по видам экономической деятельности (всего) по Российской Федерации за период 2017–2021 годов [6].

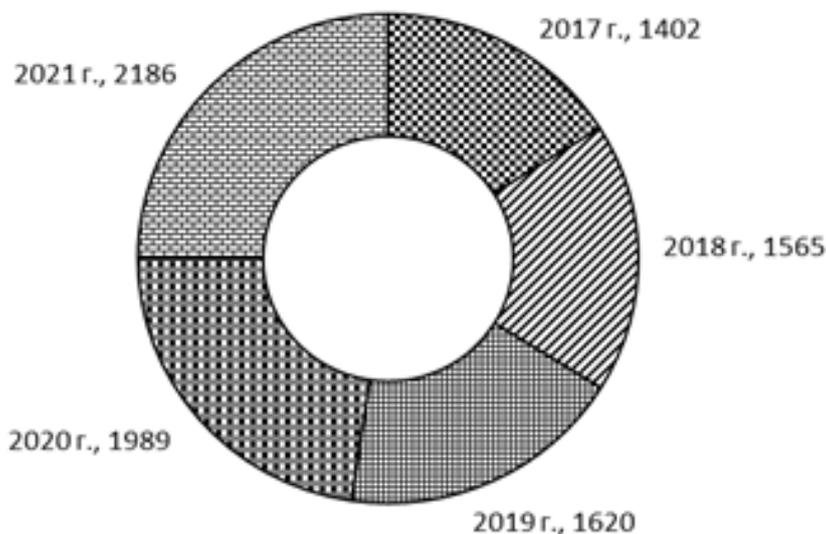


Рис. 1. Число разработанных передовых производственных технологий по видам экономической деятельности (всего) по Российской Федерации за период 2017–2021 годов, ед.

Fig. 1. The number of developed advanced production technologies by type of economic activity (total) in the Russian Federation for the period 2017–2021, units

Из результатов на рисунке 1 следует, что имеет место возрастание количества разработанных передовых производственных технологий, на который не оказала отрицательного воздействия внешняя конъюнктура.

С нашей точки зрения, при определении человеческого капитала очень важно учитывать и подход, связанный с веским влиянием физической активности людей на его качество, что будет укреплять здоровье и продолжительность жизни населения [7].

Сохранение населения, увеличение продолжительности жизни, укрепление здоровья и повышение качества жизни людей определены важными приоритетными направлениями развития государства [1; 8]. Одним из основных инструментов достижения этих целей является активизация физической активности граждан. Доказано, что занятия физической культурой и спортом сокращают вероятность сердечно-сосудистых и неврологических заболеваний, повышают сопротивляемость организма. Это способствует росту социально-экономического потенциала страны и усиливает национальную безопасность.

В связи с этим является немаловажным инвестирование в развитие физической культуры и спорта. На рисунке 2 приведена доля внебюджетного инвестирования в развитие данной сферы в фокусе федеральных округов Российской Федерации за 2021 год [9]. Результаты, представленные на рисунке 2, показывают значительное изменение внебюджетных инвестиций в спортивную сферу (более чем в 6 раз): наибольший вклад внебюджетного инвестирования наблюдается в Южном федеральном округе (ЮФО), а наименьший — в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО).

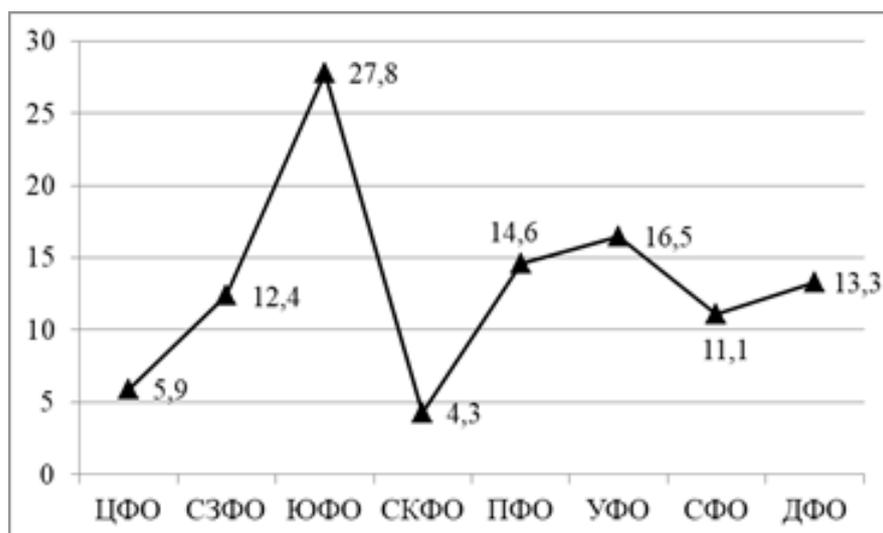


Рис. 2. Доля внебюджетных средств в финансировании физической культуры спорта в 2021 году
Fig. 2. The share of extra-budgetary funds in the financing of physical culture and sports in 2021

Материалы и методы

В ракурсе совершенствования качества человеческого капитала как первоисточника инновационного потенциала Российской Федерации особый интерес связан с анализом его современного состояния в регионах Российской Федерации. Исследование развития человеческого капитала является многофакторной задачей. При решении таких задач высокую отдачу показывают многомерные статистические методы анализа данных, которые исследовались в работе [10] путем эффективных методов использования паттернов.

Исследование показателей осуществлялось на основе кластерного анализа с использованием искусственных нейронных сетей (далее — ИНС). Для решения задач кластеризации многомерных данных, их визуального представления и снижения размерности авторы провели нейросетевое моделирование с помощью ИНС — самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных на платформе российского аналитического программного пакета *Deductor*.

Результаты исследования

Для проведения исследований были отобраны статистические данные с сайтов Росстата [6] и Министерства спорта Российской Федерации [9]. В исследование включены 85 регионов России, аттестуемые классификационными признаками за 2021 год, согласно авторскому подходу:

а) *показатели, отражающие достаток населения регионов Российской Федерации*: X_1 — реальная среднемесячная начисленная заработная плата работников, % к предыдущему году; X_2 — реальный размер назначенных пенсий, % к предыдущему году; X_3 — наличие предметов длительного пользования в домашних хозяйствах: мобильные телефоны (шт.) на 100 домашних хозяйств; X_4 — число собственных легковых автомобилей на тысячу человек населения (шт.);

б) показатели, аттестующие развитие образования населения регионов Российской Федерации: X5 — выпуск бакалавров, специалистов, магистров, тысяч человек; X6 — численность аспирантов, человек;

в) показатели, характеризующие развитие здравоохранения в регионах Российской Федерации: X7 — численность населения на одну больничную койку, чел.; X8 — заболеваемость на тысячу человек населения (зарегистрирована заболеваемость у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни) (шт.); X9 — численность врачей всех специальностей на 10 тысяч человек населения, человек;

г) показатели, аттестующие развитие спортивной сферы регионов Российской Федерации: X10 — спортивные сооружения (всего), ед.; X11 — кадры, человек; X12 — доля занимающихся физической культурой и спортом (3–79 лет), %.

Результатом нейросетевого моделирования стала интеграция 85 регионов Российской Федерации по 6 кластерам (рис. 3).

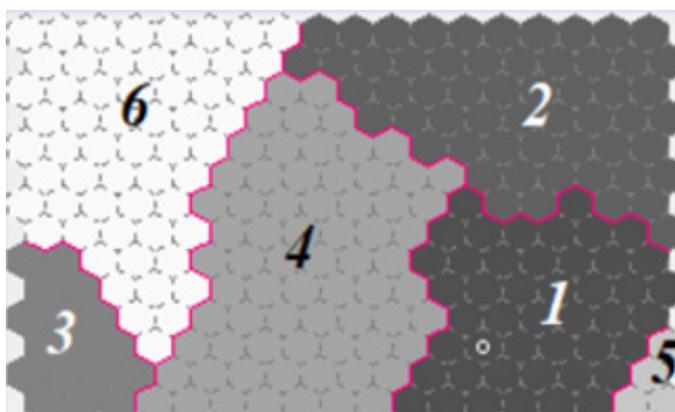


Рис. 3. Самоорганизующаяся топологическая карта ранжирования регионов Российской Федерации по кластерам
Fig. 3. Self-organizing topological ranking map of the Russia's regions by clusters

Рисунок 4 иллюстрирует число регионов Российской Федерации в кластерных образованиях.

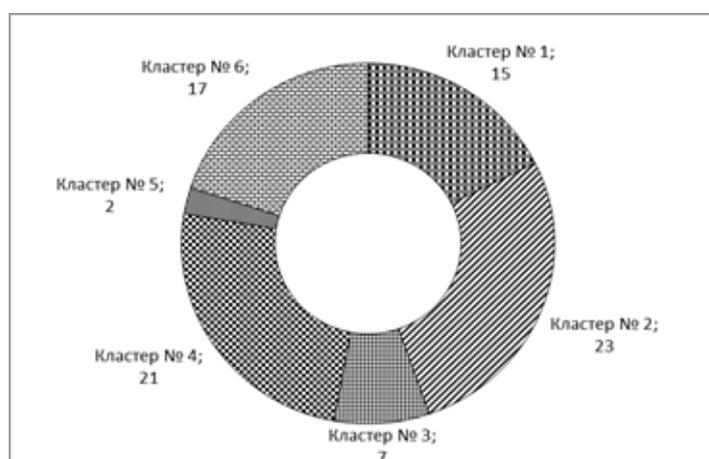


Рис. 4. Количество субъектов России в кластерах в 2021 году
Fig. 4. Number of Russian regions in clusters in 2021

Результаты, приведенные на рисунке 4, устанавливают проявленную сильную неравномерность распределения регионов Российской Федерации по кластерам. Наименьшее количество регионов Российской Федерации образовало кластер № 5, а наибольшее составило кластер № 2, что в 11,5 раз больше. Детальное вхождение регионов России в кластеры демонстрирует таблица 1.

Таблица 1

Архитектура кластеров в 2021 году

Table 1

Cluster architecture in 2021

Кластер	Регионы Российской Федерации
№ 1	Белгородская область, Московская область, Краснодарский край, Ростовская область, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Пермский край, Нижегородская область, Самарская область, Свердловская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область, Челябинская область, Красноярский край, Кемеровская область.
№ 2	Брянская область, Владимирская область, Ивановская область, Калужская область, Орловская область, Ярославская область, Республика Карелия, Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Архангельская область, Вологодская область, Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Кировская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Алтай, Алтайский край, Иркутская область, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Амурская область, Чукотский автономный округ.
№ 3	Республика Калмыкия, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Чеченская Республика, Республика Тыва.
№ 4	Воронежская область, Костромская область, Липецкая область, Рязанская область, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Калининградская область, Ленинградская область, Мурманская область, Новгородская область, Псковская область, Республика Адыгея, Волгоградская область, Оренбургская область, Пензенская область, Ульяновская область, Курганская область, Республика Хакасия, Камчатский край, Приморский край.
№ 5	г. Москва, г. Санкт-Петербург.
№ 6	Курская область, Смоленская область, Республика Крым, Астраханская область, г. Севастополь, Республика Северная Осетия – Алания, Ставропольский край, Республика Мордовия, Саратовская область, Новосибирская область, Омская область, Томская область, Республика Бурятия, Хабаровский край, Магаданская область, Сахалинская область, Еврейская автономная область.

Из данных в таблице 1 имеем, что по совокупности исследуемых 12 индикаторов, характеризующих развитие человеческого капитала, вхождение регионов России в определенные кластеры не зависит от их территориального положения в федеральных округах Российской Федерации.

Усредненные значения рассматриваемых показателей представлены в таблице 2.

Результаты, сведенные в таблице 2, показывают, что через призму кластерных образований наблюдается разный уровень развития человеческого капитала. В регионах Российской Федерации, вошедших в кластер № 1, имеют место максимальные значения показателей реального размера назначенных пенсий (X2) и доли занимающихся физической культурой и спортом (X4).

Таблица 2

**Средние показатели развития человеческого капитала в России
по кластерам и в целом по стране за 2021 год**

Table 2

**Average indicators of human capital development in the Russia by cluster
and in the whole country for 2021**

Показатель	Номер кластера						Среднее значение по России
	1	2	3	4	5	6	
X1, %	103,9	102,9	97,8	103,5	105,5	102,4	102,8
X2, %	100,9	100,3	99,0	100,0	100,8	100,0	100,2
X3, штук	248,5	246,8	343,1	241,5	244,0	246,3	253,5
X4, штук	349,5	287,0	225,9	388,3	302,3	301,1	321,2
X5, человек	16,1	4,2	3,8	5,0	110,9	7,1	9,6
X6, человек	1 625,7	309,9	235,3	395,2	18 385,5	701,5	1 060,7
X7, человек	129,2	118,7	146,1	121,2	137,8	112,3	122,6
X8, штук	890,1	1 038,1	647,3	812,0	958,2	724,3	859,3
X9, человек	47,0	49,7	44,1	44,2	82,2	53,6	49,0
X10, единиц	858,7	2 575,2	1 612,3	3 121,2	18 198,5	2 645,6	4 073,4
X11, человек	9 778,3	2 591,8	2 686,3	2 010,4	35 083,5	2 857,3	4 764,1
X12, %	51,7	47,0	48,2	50,3	48,1	45,9	48,5

Наибольшее количество заболеваемости на 1 000 человек населения (зарегистрирована заболеваемость у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни) (X8) наблюдается в регионах, составивших кластер № 2.

Регионы, образовавшие кластер № 3, характеризуются семью самыми низкими показателями по сравнению с показателями регионов других кластерных образований и по сравнению со среднероссийскими индикаторами. Исключение в данном кластере составили 2 показателя с максимальными значениями: наличие предметов длительного пользования в домашних хозяйствах: мобильные телефоны на 100 домашних хозяйств (X3) и численность населения на одну больничную койку (X7).

Показатели развития человеческого капитала в регионах кластера № 4 также не больше средних значений показателей по стране, однако показатель числа собственных легковых автомобилей на 1 000 человек населения (X4) наибольший среди других кластеров.

Регионы, составившие кластер № 5, аттестуются максимальными значениями шести из 12 показателей. Остальные 6 показателей этого кластера принимают значения на уровне или выше средних значений по стране. В данный кластер распределились только г. Москва и г. Санкт-Петербург.

Значения показателей регионов кластера № 6 находятся на уровне либо ниже среднероссийских значений, но в регионах этого кластера минимальное значение имеет показатель численности населения на одну больничную койку (X7) и показатель доли занимающихся физической культурой и спортом (3–79 лет) (X12).

Заключение

Таким образом, данные в таблице 2 свидетельствуют о неравномерном развитии человеческого капитала с точки зрения имеющегося достатка, состояния образования и здравоохранения, а также развития физической культуры и спорта в Российской Федерации.

С учетом системного подхода, нацеленного на сбалансированность и совершенствование развития человеческого капитала в регионах России, следует отметить, например, положительную динамику численности населения (3–79 лет), занимающегося физической культурой и спортом (рис. 5).

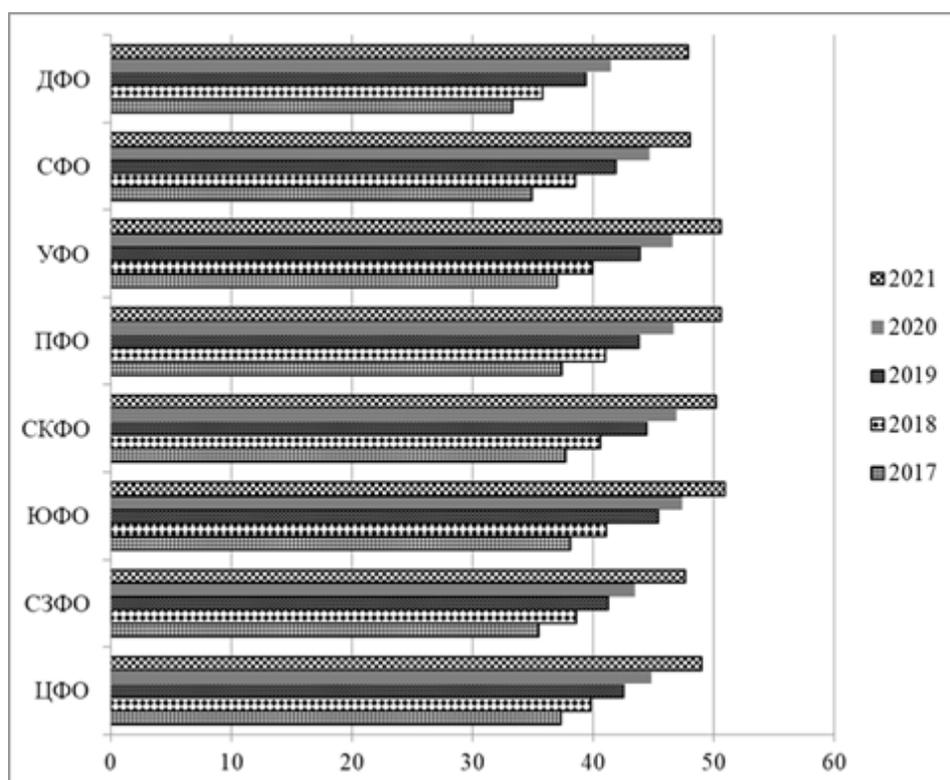


Рис. 5. Динамика доли населения федеральных округов Российской Федерации, занимающегося физической культурой и спортом в возрасте 3–79 лет, в период 2017–2021 годов, %

Fig. 5. Dynamics of the share of the population of the federal districts of the Russia engaged in physical culture and sports at the age of 3-79 years, in 2017–2021, %

Проведенное в статье нейросетевое моделирование и полученные результаты могут использоваться при разработке стратегий и программ социально-экономического развития регионов России на предстоящие периоды. Это создаст наращивание обоснованности принятия управленческих решений в фокусе увеличения качества человеческого капитала как первоисточника инновационного развития региональной экономики и повышения экономической безопасности государства.

Список источников

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 11.03.2023).
2. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642. URL: <https://base.garant.ru/71551998/> (дата обращения: 03.04.2023).
3. Богатырев А. В., Бубнова О. Ю. Опыт факторного анализа инновационной активности региона // На страже экономики. 2019. № 3 (10). С. 10–15. URL: <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2019-3-10-15> (дата обращения: 03.04.2023).
4. Чеботарев В. С., Шох М. А. Конкурентоспособность и экономическая безопасность регионов // На страже экономики. 2022. № 1 (20). С. 68–74. URL: <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2022-1-68-74> (дата обращения: 03.04.2023).
5. Любушин Н. П., Летагина Е. Н., Перова В. И. Исследование инновационного развития региональной экономики как императива устойчивого социально-экономического роста России с применением нейросетевого моделирования // Экономический анализ: теория и практика. 2021. Т. 20. № 8. С. 1394–1414. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.20.8.1394> (дата обращения: 03.04.2023).
6. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.gks.ru> (дата обращения: 03.04.2023).
7. Летагина Е. Н., Перова В. И. Нейросетевое моделирование развития детско-юношеского спорта Российской Федерации как фактора формирования человеческого капитала // Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. № 2 (58). С. 40–47.
8. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта: постановление Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2021 года № 1661. URL: <https://base.garant.ru/402891691/?ysclid=lgv9iwdxgy100470309> (дата обращения: 21.03.2023).
9. Министерство спорта Российской Федерации. URL: <http://minsport.gov.ru/> (дата обращения: 17.03.2023).
10. Aleskerov F. T., Gokhberg L. M., Egorova L. G., Myachin A. L., Sagieva G. S. (2014). A Method of Static and Dynamic Pattern Analysis of Innovative Development of Russian Regions in the Long Run, in: Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. Vol. 104. Models, Algorithms and Technologies for Network Analysis. Dordrecht, L., Cham, Heidelberg, NY: Springer, Ch. 1, 1-8.

References

1. On national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030: decree of the President of the Russian Federation no. 474 of July 21, 2020. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (accessed 03.04.2023). (In Russ.)
2. On the Strategy of Scientific and Technological development of the Russian Federation: decree of the President of the Russian Federation no. 642 of December 1, 2016. URL: <https://base.garant.ru/71551998/> (accessed 03.04.2023). (In Russ.)
3. Bogatyrev A. V., Bubnova O. Yu. Experience of factor analysis of innovative activity of the region. *The economy under guard*, 2019, no. 3 (10), pp. 10–15. URL: <https://doi.org/10.36511/2588-0071-2019-3-10-15>. (In Russ.)

4. Chebotarev V. S., Shokh M. A. Competitiveness and economic security of regions. *The Economy under Guard*, 2022, no. 1 (20), pp. 68—74. (In Russ.)
5. Lyubushin N. P., Letiagina E. N., Perova V. I. Research of innovative development of regional economy as an imperative of sustainable socio-economic growth of Russia using neural network modeling. *Economic analysis: theory and practice*, 2021, vol. 20, no. 8, pp. 1394–1414. (In Russ.)
6. Federal State Statistics Service. URL: <https://www.gks.ru> (accessed 03.04.2023). (In Russ.)
7. Letiagina E. N., Perova V. I. Neural network modeling of the development of youth sports in the Russian Federation as a factor in the formation of human capital. *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky. Series: Social Sciences*, 2020, no. 2 (58), pp. 40–47. (In Russ.)
8. The State program of the Russian Federation “Development of physical culture and sports”. URL: https://minsport.gov.ru/2022/doc/statisticheskaya-informatsiya/III_RF.pdf (accessed 03.04.2023). (In Russ.)
9. Ministry of Sports of the Russian Federation. URL: <https://www.minsport.gov.ru> (accessed 03.04.2023). (In Russ.)
10. Aleskerov F. T., Gokhberg L. M., Egorova L. G., Myachin A. L., Sagieva G. S. A Method of Static and Dynamic Pattern Analysis of Innovative Development of Russian Regions in the Long Run, in: Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. Vol. 104 Models, Algorithms and Technologies for Network Analysis. Dordrecht, L., Cham, Heidelberg, NY: Springer, Ch. 1, 2014, 1–8. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09758-9_1.

Информация об авторах | Information about the authors

В. П. Кузнецов — доктор экономических наук, профессор
V. P. Kuznetsov — Doctor of Sciences (Economy), Professor

Е. Н. Летягина — кандидат экономических наук, доцент
E. N. Letiagina — Candidate of Sciences (Economy), Associate Professor

В. И. Перова — кандидат физико-математических наук, доцент
V. I. Perova — Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor

Статья поступила в редакцию 15.05.2023, одобрена после рецензирования 25.08.2023, принята к публикации 15.09.2023.

The article was submitted 15.05.2023, approved after reviewing 25.08.2023, accepted for publication 15.09.2023.