

---

---

## **СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ**

---

УДК 004.032.26:332.1      DOI 10.46960/2713-2633\_2022\_4\_55

**Е.Н. Летягина, В.И. Перова, Н.Ю. Федорова**

### **НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ИССЛЕДОВАНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ КАК ДЕТЕРМИНАНТА НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**

Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
*Нижний Новгород, Россия*

Проведен анализ состояния человеческого капитала, определенного развитием физической культуры и спорта в регионах РФ. Исследование выполнено на базе официальных статистических данных Министерства спорта РФ за 2021 г. в фокусе субъектов России. Рассмотрена динамика развития спортивной сферы в масштабе федеральных округов РФ за период 2017-2021 гг. в целях укрепления экономической безопасности в условиях глобальных вызовов. Методом исследования многомерных статистических данных являются нейронные сети, являющиеся релевантным разделом искусственного интеллекта. Метод кластерного анализа данных на основе нейросетевого моделирования с применением самоорганизующихся карт Кохонена не соединен с модельными ограничениями, ориентирован на самостоятельное обучение нейронных сетей и значителен как перспективное средство визуального представления многомерного пространства данных. В результате нейросетевого моделирования регионы России интегрировались по шести кластерным образованиям. При этом размещение по кластерам не связано с принадлежностью субъектов к федеральным округам РФ. Проведена оценка влияния каждого исследуемого показателя на создание кластеров. Выявлено, что имеется сильная дифференциация количества регионов РФ в кластерах. Представлены средние значения рассматриваемых показателей в кластерах. Исследование показало неравномерное развитие человеческого капитала в субъектах РФ с точки зрения физической культуры и спорта. Это обуславливает неодинаковые стратегии развития региональной спортивной сферы. Показано, что в целом по России за период 2017-2021 гг. наблюдается, несмотря на большие вызовы внешней конъюнктуры, положительная динамика количества спортивных сооружений, кадров и численности населения, занимающегося

физической культурой и спортом в возрасте 3-79 лет. Этому благоприятствует системный подход на основе программных документов, направленный на укрепление здоровья людей и их активное долголетие, что будет усиливать поступательное социально-экономическое развитие и национальную безопасность Российской Федерации.

**Ключевые слова:** человеческий капитал, субъекты Российской Федерации, большие вызовы, кластерный анализ, нейронные сети.

**Введение.** В условиях глобальных вызовов человеческий капитал имеет фундаментальное значение при реализации инновационного развития экономики Российской Федерации в целях выполнения Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»<sup>1</sup> и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации<sup>2</sup>. Эффективное социально-экономическое развитие страны в значительной степени аффилировано с состоянием важнейшего ресурса – человеческого капитала, который представляет собой ведущую движущую силу в создании новой экономики, которая аттестуется фундаментальными профессиональными знаниями, инновациями, принципиально новыми информационными системами и технологиями [1-4].

Определение человеческого капитала наиболее часто основывается на индикаторном подходе, который в международной статистике используется с начала 1990-х гг. В данном подходе для отражения качества жизни населения на практике применяются разные индексы. Среди таких индексов наиболее распространенным является индекс человеческого развития (ИЧР или HDI) [5]. Этот индекс применяется также в ежегодных отчетах в рамках Программы развития ООН (ПРООН) в различных странах и в отдельных регионах<sup>3</sup>. Он интерпретируется как комплексный статистический показатель, который имеет в своем составе три компонента: индикаторы средних значений продолжительности здоровой жизни, образованности и достойного уровня жизни граждан. ИЧР введен с целью выделения значимости населения и его влияния на социально-экономическое развитие различных регионов и стран.

В научных исследованиях состояние и развитие человеческого капитала в большинстве случаев аффилировано с человеческими ресурсами, которые выступают как носители знаний и интеллектуального капитала через

---

<sup>1</sup> О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 URL: <https://rg.ru/2020/07/22/ukaz-dok.html>.

<sup>2</sup> О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 URL: <https://base.garant.ru/71551998/>

<sup>3</sup> Программа развития ООН. URL: <https://www.undp.org/>

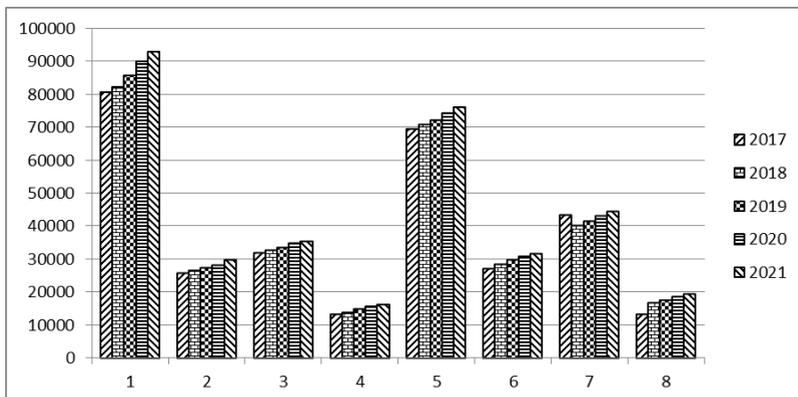
профессиональное образование. Фундаментальные знания, умения и навыки, накопленные в процессе обучения и удовлетворяющие современным практическим потребностям развития экономики РФ, в будущем будут приумножать экономический доход страны [6-14]. При этом, с нашей точки зрения, недостаточно уделяется внимания и другому подходу, который связан с кардинальным влиянием физической активности населения, укрепляя его здоровье, на ожидаемую продолжительность жизни и, тем самым, на повышение качества человеческого капитала [15, 16]. Отметим, что поддержание физической активности граждан включается в стратегию развития разных стран мира [17].

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», одной из значимых национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года является сохранение населения, здоровье и благополучие людей<sup>1</sup>. Повышению продолжительности жизни граждан России уделено большое внимание в Послании Президента РФ Федеральному собранию от 15.01.2020 г.<sup>1</sup>: «в прошлом году впервые в истории ожидаемая продолжительность жизни в России превысила 73 года – на восемь лет больше, чем в 2000 году. Это результат социальных, экономических изменений в стране, развития массового спорта, продвижения ценностей здорового образа жизни».

Системный подход к развитию физической культуры и спорта, который устанавливает стратегические ориентиры и главные направления их развития, обозначены государственной программой Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта»<sup>2</sup>. Важно, что физическая культура и спорт не только стимулируют здоровый образ жизни граждан, но и реализуют следующие функции: здравоохранительную, образовательную, правоохранительную и оборонную [18-21]. Это увеличивает экономический потенциал государства и усиливает его обороноспособность. Необходимо отметить, что в России имеет место положительная динамика по обеспечению сферы физической культуры и спорта спортивными сооружениями и кадрами (рис. 1 и 2). При этом наблюдается увеличение доли численности граждан в возрасте 3-79 лет, занимающихся физической культурой и спортом (рис. 3). Данные, приведенные на рис. 3, свидетельствуют, что в Южном, Северо-Кавказском, Приволжском и Уральском федеральных округах доля населения, занимающегося физической культурой и спортом в 2021 г., превысила 50 %.

<sup>1</sup> Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 15.01.2020. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_342959/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_342959/)

<sup>2</sup> Государственная программа Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта» URL: <https://minsport.gov.ru/2022/doc/statisticheskaya-informatsiya/ПП РФ.pdf>.



**Рис. 1. Динамика спортивных сооружений в области физической культуры и спорта в федеральных округах РФ за 2017-2021 гг. (ед.):**

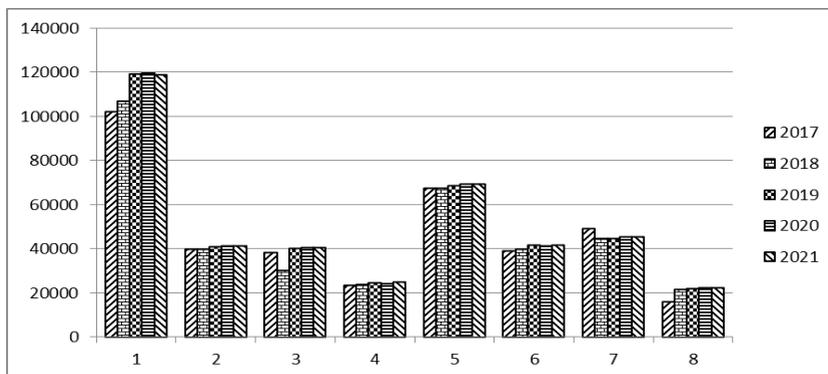
1 – Центральный федеральный округ; 2 – Северо-Западный федеральный округ;

3 – Южный федеральный округ; 4 – Северо-Кавказский федеральный округ;

5 – Приволжский федеральный округ; 6 – Уральский федеральный округ;

7 – Сибирский федеральный округ; 8 – Дальневосточный федеральный округ

Источник: данные Министерства спорта Российской Федерации



**Рис. 2. Динамика кадров в области физической культуры и спорта в федеральных округах РФ за 2017- 2021 гг. (ед.):**

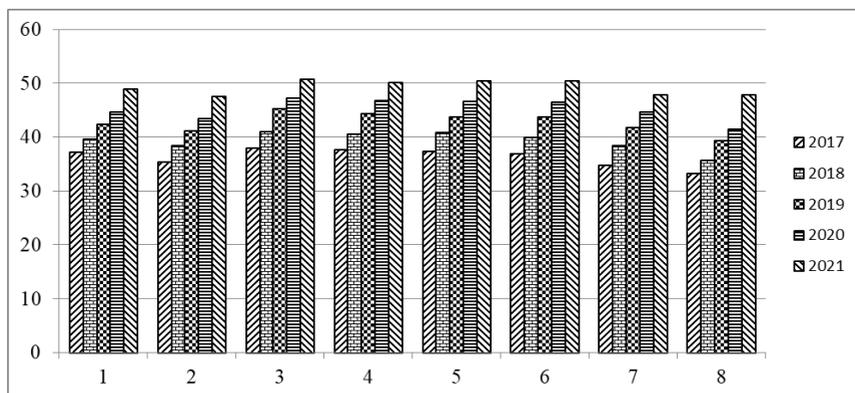
1 – Центральный федеральный округ; 2 – Северо-Западный федеральный округ;

3 – Южный федеральный округ; 4 – Северо-Кавказский федеральный округ;

5 – Приволжский федеральный округ; 6 – Уральский федеральный округ;

7 – Сибирский федеральный округ; 8 – Дальневосточный федеральный округ

Источник: данные Министерства спорта Российской Федерации



**Рис. 3. Динамика доли занимающихся физической культурой и спортом (3 – 79 лет) в федеральных округах РФ за 2017- 2021 гг. (%):**

- 1 – Центральный федеральный округ; 2 – Северо-Западный федеральный округ;  
 3 – Южный федеральный округ; 4 – Северо-Кавказский федеральный округ;  
 5 – Приволжский федеральный округ; 6 – Уральский федеральный округ;  
 7 – Сибирский федеральный округ; 8 – Дальневосточный федеральный округ

*Источник: данные Министерства спорта Российской Федерации*

Совершенствование качества человеческого капитала требует проведения анализа современного состояния физической культуры и спорта в субъектах Российской Федерации. Исследование развития физической культуры и спорта в регионах России является многофакторной задачей. В таком случае каждый объект описывается большой совокупностью характеристик. В этих условиях весьма эффективную отдачу проявляют многомерные статистические методы анализа данных [22, 23]. В настоящей работе авторы исследовали многомерные данные с использованием кластерного анализа на основе искусственных нейронных сетей [24-27]. Данный метод показывает себя перспективным и эффективным средством, которое принадлежит к технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining) [28] и добавляет новые подходы к анализу многомерных задач.

Кластеризация данных реализует декомпозицию множества объектов на компактные области, называемые кластерами. Получение кластерного решения – распределения комплекса объектов на кластеры – должно сопровождаться исполнением следующих условий: включение каждого объекта только в один из кластеров; сходность объектов внутри одного кластера; значительная различность объектов из разных кластеров.

Для решения задач кластерного анализа многомерных данных, а также снижения их размерности и визуального представления результатов отметим применение искусственных нейронных сетей, обучаемых без учи-

теля [29]. Обучение таких искусственных нейронных сетей проводится различными алгоритмами, например, алгоритмом по принципу соревновательного обучения без учителя [29, 30], либо алгоритмом на основании нейронного газа [31] и др. При этом осуществляется и визуализация [32] входного нелинейного многомерного пространства исходных данных через его проецирование с сохранением топологии в нейроны выходного слоя. Нейроны выходного слоя в большинстве случаев проектируют двумерную решетку. Выходной слой нейронов называют топологической картой. В составе этого класса искусственных нейронных сетей находятся самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена [29, 30]. Нейросетевые концепции материализуются в специализированных компьютерных программах: MatLab, Statistica, Viscovery SOMine, Deductor, Loginom и др. В настоящей работе задействован аналитический пакет Deductor.

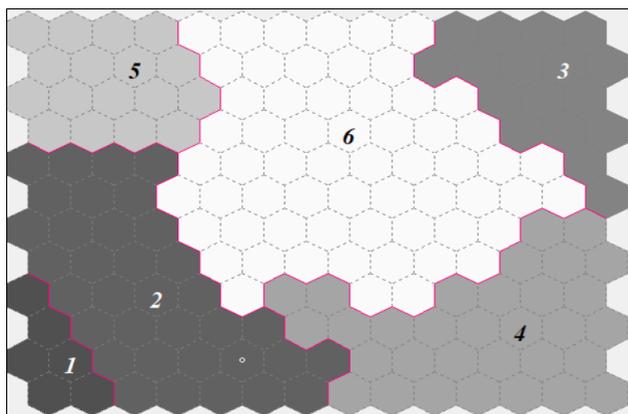
**Анализ результатов кластеризации на основе нейросетевого моделирования развития человеческого капитала в РФ средствами физической культуры и спорта.** В настоящей работе исследования проведены на статистических данных с сайта Министерства спорта РФ. Это определено приоритетными направлениями государственной политики в сфере реализации государственной программы РФ «Развитие физической культуры и спорта» (в ред. Постановления Правительства РФ от 24.12.2021 № 2440). В исследование в качестве объектов были включены субъекты России. Инструментом при выполнении исследования выступали СОК Кохонена, воплощенные на платформе программного пакета Deductor. Объекты характеризовались совокупностью следующих показателей за 2021 г.: X1 – спортивные сооружения, ед.; X2 – кадры, чел.; X3 – доля занимающихся физической культурой и спортом (3 – 79 лет), %; X4 – подготовлено разрядников, чел.; X5 – единовременная пропускная способность (ЕПС) объектов спорта, % от норматива; X6 – финансирование физической культуры и спорта на одного жителя, руб.

В результате нейросетевого моделирования субъекты РФ интегрировались по шести кластерам (рис. 4). Важно констатировать, что на создание кластерных образований статистические индикаторы X1-X6 оказали различное воздействие. Уровень их влияния на генерирование кластеров показывает табл. 1.

Значимость показателей X1-X6 имеет непосредственную взаимосвязь с построением кластеров. Более высокая значимость показателя указывает на большее участие в создании соответствующего кластерного образования. Поскольку заранее неизвестно ни количество кластеров, ни ранжирование регионов РФ по кластерам, была проведена объективная количе-

ственная оценка качества кластерного решения с применением индекса Дэвиса-Боулдина [27]. Данный критерий показал обоснованность результатов кластеризации, поскольку отсутствует перекрытие кластеров, т.е. нет спорных объектов, которые можно было бы отнести к разным кластерам, что подтверждает и рис. 4.

Ранжирование регионов России по кластерам демонстрирует табл. 2. Из представленных данных следует, что имеется сильная дифференциация в распределении регионов по кластерам. Наименьшее число субъектов РФ составило в кластер № 1, а наибольшее – кластер № 6.



**Рис. 4.** Самоорганизующаяся топологическая карта ранжирования регионов РФ по кластерам

Источник: составлено авторами

Таблица 1.

**Влияние показателей на образование кластеров, %**

Показатель	Кластер					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
X1	100	99,8	86,6	80,5	76,8	98,2
X2	100	92,2	79,1	86,4	45,7	94,7
X3	58,7	90,0	100	91,5	69,2	28,1
X4	100	100	95,7	74,3	90,4	99,6
X5	76,4	73,1	95,3	100	58,0	99,6
X6	15,7	14,0	89,1	70,5	100	98,3

Источник: составлено авторами

Таблица 2.

## Структура кластеров в 2021 г.

Кластер и число субъектов	Субъекты Российской Федерации
№ 1; 3	Московская область, г. Москва, Краснодарский край
№ 2; 17	Воронежская область, Липецкая область, Тверская область, г. Санкт-Петербург, Ростовская область, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Нижегородская область, Пензенская область, Ульяновская область, Свердловская область, Тюменская область, Челябинская область, Алтайский край, Красноярский край, Кемеровская область, Хабаровский край
№ 3; 11	Брянская область, Ивановская область, Архангельская область, Республика Крым, г. Севастополь, Республика Ингушетия, Республика Северная Осетия – Алания, Иркутская область, Забайкальский край, Амурская область, Еврейская автономная область
№ 4; 16	Белгородская область, Владимирская область, Калужская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тульская область, Республика Карелия, Новгородская область, Псковская область, Республика Мордовия, Чувашская Республика, Оренбургская область, Курганская область, Республика Тыва, Камчатский край, Чукотский автономный округ
№ 5; 8	Курская область, Астраханская область, Чеченская Республика, Ставропольский край, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ, Магаданская область, Сахалинская область
№ 6; 30	Костромская область, Орловская область, Рязанская область, Ярославская область, Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Вологодская область, Калининградская область, Ленинградская область, Мурманская область, Республика Адыгея, Республика
	Калмыкия, Волгоградская область, Республика Дагестан, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Пермский край, Кировская область, Самарская область, Саратовская область, Республика Алтай, Республика Хакасия, Новосибирская область, Омская область, Томская область, Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Приморский край

Источник: составлено авторами

Кроме того, по комплексу рассматриваемых показателей, аттестующих развитие физической культуры и спорта, вхождение субъектов РФ в конкретные кластеры не связано с их принадлежностью к федеральным округам Российской Федерации.

Средние значения исследуемых индикаторов в кластерах и их средние значения по России отражены в табл. 3.

Таблица 3.

Статистика средних показателей развития сферы физической культуры и спорта в России по кластерам и в целом по стране за 2021 г.

Показатель	Кластер						Среднее значение по России
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	
X1	16811,67	7229,53	2263,27	2763,87	2388,87	2796,70	4064,32
X2	29493,00	7657,76	2305,73	2342,44	3370,50	3215,10	4763,76
X3	51,33	50,93	37,87	51,19	50,75	48,83	48,55
X4	47919,00	23362,18	4146,91	7949,56	4401,62	7037,60	11294,87
X5	50,80	66,58	51,64	82,36	57,4	55,00	62,11
X6	4680,30	4025,60	2190,52	3102,63	14335,72	2885,11	4205,33

Источник: авторская разработка

Результаты, показанные в табл. 3, свидетельствуют, что в пределах кластерных образований имеет место разный уровень развития сферы физической культуры и спорта, характеризующей состояние человеческого капитала. Значения большинства показателей, превышающие среднероссийские значения, наблюдаются в регионах, составивших кластеры № 1 и 2, за исключением показателя единовременной пропускной способности (ЕПС) – X5 в субъектах кластера № 1 и показателя финансирования физической культуры и спорта на одного жителя (X6) в субъектах, образовавших кластер № 2. Все значения показателей регионов, основавших кластер № 3, находятся на уровне ниже соответствующих средних значений по России.

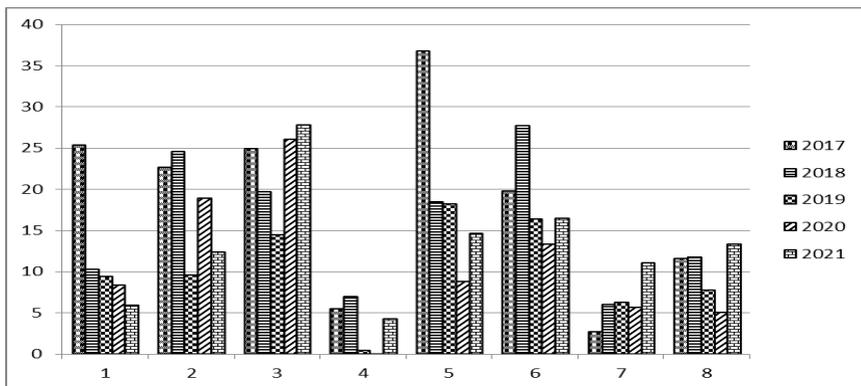
В кластерах № 4, 5 и 6 показатель доли занимающихся физической культурой и спортом (3-79 лет) (X3) имеет значения выше средних общероссийских значений. При этом данный показатель аттестуется значениями, превышающими 50 %, в регионах кластеров № 1, 2, 4 и 5. Наибольшие значения показателя X5 имеют субъекты, вошедшие в кластер № 4, а показателя X6 – субъекты кластера № 5.

Таким образом, данные табл. 3 говорят о том, что прослеживается дифференциация состояния человеческого капитала, определенного развитием физической культуры и спорта в России.

**Закключение.** В исследовании задействован эффективный инструмент – искусственные нейронные сети, являющие собой существенный раздел искусственного интеллекта. Проведенное исследование развития человеческого капитала средствами физической культуры и спорта позволило оценить состояние сферы физической культуры и спорта в регионах Российской Федерации. Фундаментальное отличие метода кластерного анализа на основе нейросетевого моделирования от других методов анализа многомерных данных, например, таких как экспертные системы, заключается в

том, что искусственные нейронные сети – СОК Кохонена – самостоятельно создают нейросетевую модель только на базе предъявляемой им входной информации и не аффилированы с модельными ограничениями.

Выявлено наличие значительных различий в размерах кластеров, что указывает на неравномерный характер развития человеческого капитала средствами физической культуры и спорта в регионах России. Результаты кластерного анализа данных говорят о том, что состав кластерных образований не зависит от принадлежности субъектов к федеральным округам РФ.



**Рис. 5. Динамика доли внебюджетного финансирования физической культуры и спорта в федеральных округах РФ за 2017-2021 гг. (%):**

- 1 – Центральный федеральный округ; 2 – Северо-Западный федеральный округ;  
 3 – Южный федеральный округ; 4 – Северо-Кавказский федеральный округ;  
 5 – Приволжский федеральный округ; 6 – Уральский федеральный округ;  
 7 – Сибирский федеральный округ; 8 – Дальневосточный федеральный округ

Источник: данные Министерства спорта Российской Федерации

В контексте перспектив развития активного долголетия граждан и укрепления их здоровья важно повышение и сближение уровней развития регионов РФ в области физической культуры и спорта. На содействие этому нацелен и федеральный проект «Спорт – норма жизни»<sup>1</sup> как составная часть национального проекта «Демография»<sup>2</sup>. Данные на рис. 5 свидетельствуют о значительной вариации внебюджетного инвестирования в сферу физической культуры и спорта.

Перспективный метод кластерного анализа многомерных статистических данных с применением нейронных сетей и полученные результаты

<sup>1</sup> Федеральный проект «Спорт – норма жизни» [Электронный ресурс]. – URL: <https://norma.sport/about/>

<sup>2</sup> Национальный проект «Демография» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosmintrud.ru/ministry/programms/demography>

имеют практическую значимость. Они могут быть использованы при стратегическом планировании развития субъектов РФ в области физической культуры и спорта на последующие периоды. Это приведет к повышению обоснованности принятия управленческих решений в аспекте совершенствования человеческого капитала и возрастания национальной, в том числе, экономической, безопасности Российской Федерации.

© Летягина Е.Н., Перова В.И., Федорова Н.Ю., 2022

### Библиографический список

- [1] Любушин Н.П. Экономический анализ возможностей технологического развития России (на примере нанотехнологий) / Н.П. Любушин, Н.Э. Бабичева, Д.С. Королев // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 9. С. 2–11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiiyanaliz-vozmozhnostey-tehnologicheskogo-razvitiya-rossii-na-primere-nanotehnologii>.
- [2] Митяков С.Н., Митяков Е.С., Романова Н.А. Экономическая безопасность регионов Приволжского федерального округа / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков, Н.А. Романова // Экономика региона. 2013. № 3(35). С. 81–91.
- [3] Морозова Г.А. Приоритетные цифровые интеграционные механизмы современной экономики / Г.А. Морозова, Д.Н. Лапаев // Развитие и безопасность. 2021. № 1. С. 66–73. – URL: [https://doi.org/10.46960/2713-2633\\_2021\\_1\\_66](https://doi.org/10.46960/2713-2633_2021_1_66).
- [4] Любушин Н.П. Исследование инновационного развития региональной экономики как императива устойчивого социально-экономического роста России с применением нейросетевого моделирования / Н.П. Любушин, Е.Н. Летягина, В.И. Перова // Экономический анализ: теория и практика. 2021. Т. 20. № 8. С. 1394–1414. – URL: <https://doi.org/10.24891/ea.20.8.1394>.
- [5] Ионцев В.А. и др. Введение в демографию: учебное пособие / Под ред. В.А. Ионцева, А.А. Саградова. – М.: МГУ, ТЭИС, 2003. – 636 с.
- [6] Аганбегян А.Г. Человеческий капитал и его главная составляющая – сфера «экономики знаний» как основной источник социально-экономического роста // Экономические стратегии. 2017. № 3. С. 66–79; № 4. С. 6–21. – URL: <http://stolypinsky.club/wpcontent/uploads/2017/08/CHelovecheskiy-kapital-i-ego-glavnaya-sostavlyayushhaya-sferaeconomiki-znaniy-kak-osnovnoj-istochnik-sotsialno-ekonomicheskogo-rosta.pdf>.
- [7] Макаров В.Л. Становление экономики знаний в России и мире // В кн.: Экономика знаний: Коллективная монография / Отв. ред. д-р экон. наук, проф. В.П. Колесов. – М.: ИНФРА–М, 2008. – 432 с.
- [8] Кузнецов Ю.А. Человеческий капитал, производительность труда и экономический рост // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 43. С. 2–14.
- [9] Перова В.И. Нейросетевое моделирование динамики развития высшего образования Российской Федерации в контексте формирования человеческого капитала / В.И. Перова, Н.А. Мамаева, Е.С. Захаренко // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. № 4. С. 642–662.
- [10] Устинова К.А. Человеческий капитал в инновационной экономике: монография / К.А. Устинова, Е.С. Губанова, Г.В. Леонидова. – Вологда: Институт социально-экономического развития территорий РАН, 2015. – 195 с.

- [11] Беккер Г.С. Человеческое поведение: экономический подход. Избранные труды по экономической теории. М.: ГУ ВШЭ, 2003. – 672 с.
- [12] Schultz T.W. Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research. N.Y., The Free Press, 1971. –272 p.
- [13] Schultz T.W. Investing in People: The Economics of Population Quality – Berkeley: California: University of California Press, 1981. – pp. 149–166.
- [14] Thurow L. Investment in Human Capital. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1970. – 145 p.
- [15] Летягина Е.Н. Нейросетевое моделирование развития детско-юношеского спорта Российской Федерации как фактора формирования человеческого капитала / Е.Н. Летягина, В.И. Перова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. № 2 (58). С. 40-47.
- [16] Letiagina E., Perova V., Orlova E. Neural network analysis of the development of physical education and sports in Russia as an economic factor of country security. Proceedings of the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019). Atlantis Press, 2019, no. 11, pp. 174-179.
- [17] Beutler I. Sport serving development and peace: Achieving the goals of the United Nations through sport. *Sport in society*, 2008, vol. 11, no. 4, pp. 359-369.
- [18] Горбунов, С.А. Роль физической культуры в совершенствовании умственной готовности к обучению и профессиональной деятельности / С.А. Горбунов, А.В. Дубровский // Теория и практика физической культуры. 2002. № 12. С. 13-15.
- [19] Макарьев И.В. Физическая подготовка в системе правоохранительных органов // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2017. Т. 2. № 2. С. 50–53.
- [20] Садков С.А. Роль физической культуры, спорта, медицины и правоохранительных органов в профилактике асоциальных проявлений, наркомании и преступности среди молодежи / С.А. Садков, И.Ф. Ахмеров // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: Материалы X Международной научно-практической конференции (Уфа, 24–26 марта 2016 г.). – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2016. – С. 619-622.
- [21] Викулов С.Ф. Экономические основы военной безопасности России / С.Ф. Викулов, Е.Ю. Хрусталёв // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 7. – С. 2-9.
- [22] Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: Учебник. М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
- [23] Балабанов А.С., Стронгина Н.Р. Анализ данных в экономических приложениях. Учебное пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 2004. – 135 с.
- [24] Перова В.И. Нейронные сети. Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2012. Часть 1. – 155 с.; Часть 2. – 111 с.
- [25] Перова В.И. Нейронные сети в экономических приложениях. Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2012. Часть 1. 130 с.; Часть 2. 135 с.
- [26] Любушин Н.П. Методы искусственного интеллекта в исследовании экономического потенциала регионов России в условиях больших вызовов / Н.П. Любушин, Е.Н. Летягина, В.И. Перова, Р.М. Котов // Экономический анализ: теория и практика. 2022. Т. 21. № 6. С. 994-1017. – URL: <https://doi.org/10.24891/ea.21.6.994>

- [27] Перова В.И. Нейросетевое моделирование динамики развития физической культуры и спорта в регионах России как фактора социально-экономического роста страны / В.И. Перова, Н.А. Перова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 11. С. 2064-2082.
- [28] Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP: Учебное пособие / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко и др. – СПб.: БХВ–Петербург, 2007. – 384 с.
- [29] Kohonen T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *BioLogical Cybernetics*, 1982, vol. 43, iss. 1, pp. 59-69.
- [30] Kohonen T. The self-organizing map. *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1990, vol. 78, no. 9, pp. 1464-1480.
- [31] Martinetz M., Berkovich S., Schulten K. Neuralgas network for vector quantization and its application to time-series prediction. *Trans. Neural Networks*, 1993, vol. 4, pp. 558-569.
- [32] Hajek P., Henriques R., Hajkova V. Visualising components of regional innovation systems using selforganizing maps – evidence from European regions. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, vol. 84 (C), pp. 197-214.
- [33] Davies D.L., Bouldin D.W. A Cluster Separation Measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1979, vol. PAMI-1, no. 2, pp. 224-227.

**E.N. Letiagina, V.I. Perova, N.Yu. Fedorova**

## **NEURAL NETWORKS IN THE STUDY OF HUMAN CAPITAL IN RUSSIA AS A DETERMINANT OF THE NATIONAL SECURITY OF THE COUNTRY**

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**Abstract.** The analysis of the state of human capital determined by the development of physical culture and sports in the regions of the Russian Federation was carried out. The study was carried out on the basis of official statistical data of the Ministry of Sports of the Russian Federation for 2021 in the focus of the subjects of Russia. The dynamics of the development of the sports sphere on the scale of the federal districts of the Russian Federation for the period 2017-2021 is considered in order to strengthen economic security in the face of great challenges. The method of studying multidimensional statistical data is neural networks, which are a relevant section of artificial intelligence. The method of cluster data analysis based on neural network modeling using self-organizing Kohonen maps is not connected with model constraints, is focused on independent training of neural networks and is listed as a promising means of visual representation of a multidimensional data space. As a result of neural network modeling, the regions of Russia were integrated into six cluster formations. At the same time, cluster placement is not related to the affiliation of the subjects to the federal districts of the Russian Federation. The impact of each studied indicator on the creation of clusters was assessed. It is found that there is a strong differentiation of the number of regions of the Russian Federation in clusters. The average values of the considered indicators in clusters are presented. The study showed

uneven development of human capital in the subjects of the Russian Federation in terms of physical culture and sports. This leads to different strategies for the development of the regional sports sphere. It is shown that in Russia as a whole for the period from 2017 to 2021. despite the great challenges of the external conjuncture, there is a positive dynamics in the number of sports facilities, personnel and the population engaged in physical culture and sports at the age of 3-79 years. This is favored by a systematic approach based on program documents, which is aimed at strengthening people's health and their active longevity, which will strengthen the progressive socio-economic development and national security of the Russian Federation.

**Keywords:** human capital, subjects of the Russian Federation, big challenges, cluster analysis, neural networks.

### References

- [1] Lyubushin, N.P., Babicheva, N.E., Korolev, D.S. (2012). [Economic analysis of Russia's technological development opportunities (using nanotechnology as an example)]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice]. pp. 2-11. [Electronic resource]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-analiz-vozmozhnostey-tehnologicheskogo-razvitiya-rossii-naprimer-nanotekhnologiy>
- [2] Mityakov, S.N., Mityakov, E.S., Romanova, N.A. (2013). [Economic security of the Volga Federal District regions]. *Ekonomika regiona* [Economy of the region]. pp. 81-91. (In Russ).
- [3] Morozova, G.A., Lapaev, D.N. (2021). [Priority digital integration mechanisms of the modern economy]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and security]. pp. 66-73. [Electronic resource]. Available at: [https://doi.org/10.46960/2713-2633\\_2021\\_1\\_66](https://doi.org/10.46960/2713-2633_2021_1_66)
- [4] Lyubushin, N.P., Letiagina, E.N., Perova, V.I. (2021). [Studying the innovative development of regional economy as an imperative of sustainable socio-economic growth in Russia, using neural network modeling]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice]. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.24891/ea.20.8.1394>
- [5] Iontsev V.A. et al. Introduction in demography: textbook. – M.: MSU, TEIS, 2003. – 636 p.
- [6] Aganbegyan, A.G. (2017). [Human capital and its main component – the sphere of the «knowledge economy» as the main source of socio-economic growth]. *Ekonomicheskie strategii* [Economic strategies]. [Electronic resource]. Available at: <http://stolypinsky.club/wpcontent/uploads/2017/08/CHelovecheskij-kapital-i-ego-glavnaya-sostavlyayushhaya-sferaekonomiki-znaniy-kak-osnovnoj-istochnik-sotsialno-ekonomicheskogo-rosta.pdf>
- [7] Makarov, V.L. (2008). [The formation of the knowledge economy in Russia and the world]. *M.: INFRA* [M.: INFRA]. 432 p. (In Russ).
- [8] Kuznetsov, Yu.A. (2012). [Human capital, labor productivity and economic growth]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice]. pp. 2-14. (In Russ).
- [9] Perova, V.I., Mamaeva, N.A., Zakharenko, E.S. (2019). [Neural network modeling of the dynamics of the development of higher education in the Russian Federation in the context of the formation of human capital]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice]. pp. 642-662. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.24891/ea.18.4.642> (In Russ).

- [10] Ustinova, K.A., Gubanova, E.S., Leonidova, G.V. (2015). [Human capital in the innovative economy]. *Vologda* [Vologda]. 195 p. (In Russ).
- [11] Bekker, G.S. (2003). [Human behavior: an economic approach. Selected works on Economic Theory]. *Moskva* [Moscow]. 672 p. (In Russ).
- [12] Schultz, T.W. (1971). *Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research*. Free Press, 272 p.
- [13] Schultz, T.W. (1981). *Investing in People: The Economics of Population Quality – Berkeley*. University of California Press. pp. 149-166.
- [14] Thurow, L. (1970). *Investment in Human Capital*. Wadsworth Publishing Company, Inc., 145 p.
- [15] Letiagina, E.N., Perova, V.I. (2020). [Neural network modeling of the development of youth sports in the Russian Federation as a factor in the formation of human capital]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky. Series: Social Sciences]. pp. 40-47. (In Russ).
- [16] Letiagina, E., Perova, V., Orlova, E. (2019). [Neural network analysis of the development of physical education and sports in Russia as an economic factor of country security]. Proceedings of the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019). Atlantis Press. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.2991/icistis-19.2019.37>.
- [17] Beutler, I. (2008). *Sport serving development and peace: Achieving the goals of the United Nations through sport*. Sport in society. pp. 359-369.
- [18] Gorbunov, S.A., Dubrovskii, A.V. (2002). [The role of physical culture in improving mental readiness for training and professional activity]. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture]. pp. 13-15. (In Russ).
- [19] Makar'ev, I.V. (2017). [Physical training in the law enforcement system]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya* [Physical Culture. Sport. Tourism. Motor recreation]. pp. 50-53. (In Russ).
- [20] Sadkov, S.A., Akhmerov, I.F. (2016). [The role of physical culture, sports, medicine and law enforcement agencies in the prevention of antisocial manifestations, drug addiction and crime among young people]. *Aktual'nye problemy fizicheskoi kul'tury, sporta i turizma: Materialy X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of physical culture, sports and tourism: Materials of the X International Scientific and Practical Conference]. pp. 619-622. (In Russ).
- [21] Vikulov, S.F., Khrustal'ev, E.Yu. (2014). [Economic foundations of Russia's Military Security]. *Natsional'nye interesy: priorityty i bezopasnost'* [National interests: priorities and security]. pp. 2-9. (In Russ).
- [22] Dubrov A.M., Mkhitaryan V.S., Troshin L.I. Multi-dimensional statistic methods: textbook. M.: Finance and Statistics, 2003. – 352 p.
- [23] Balabanov A.S., Strongina N.R. Data analysis in economic applications: textbook. N. Novgorod: NNSU n.a. N.I. Lobachevsky, 2004. – 135 p.
- [24] Perova V.I. Neural networks: textbook. N. Novgorod: NNSTU, 2012. Part 1. – 155 p.; Part 2. – 111 p.
- [25] Perova V.I. Neural networks within economic applications: textbook. N. Novgorod: NNSTU, 2012. Part 1. – 130 p.; Part 2. – 135 p.
- [26] Lyubushin, N.P., Letiagina, E.N., Perova, V.I., Kotov, R.M. [2022]. [Artificial intelligence methods in the study of the economic potential of Russian regions in the face of great challenges]. *Ehkonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice]. pp. 994-1017. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.24891/ea.2.1.6.9.94>
- [27] Perova, V.I., Perova, N.A. (2018). [Neural network modeling of the dynamics of the development of physical culture and sports in the regions of Russia as a factor of

- socio-economic growth of the country]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National interests: priorities and security]. pp. 2064-2082. (In Russ).
- [28] Data analysis technologies: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP: textbook / A.A. Bargesyan et al. – SPb.: BHV- Peterburg, 2007. – 384 p.
- [29] Kohonen, T. (1982). *Self-organized formation of topologically correct feature maps*. Biological Cybernetics. pp. 59-69.
- [30] Kohonen, T. (1990). *The self-organizing map*. Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers. pp. 1464-1480.
- [31] Martinetz, M., Berkovich, S., Schulten, K. (1993). *Neuralgas network for vector quantization and its application to time-series prediction*. Trans. Neural Networks. pp. 558-569.
- [32] Hajek, P., Henriques, R., Hajkova, V. (2014). *Visualising components of regional innovation systems using selforganizing maps – evidence from European regions*. Technological Forecasting and Social Change. pp. 197-214.
- [33] Davies, D.L., Bouldin, D.W. (1979). *A Cluster Separation Measure*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. [Electronic resource]. Available at: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1979.4766909>