

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА РОССИИ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Николай Петрович ЛЮБУШИН ^{a,*},

Елена Николаевна ЛЕТЯГИНА ^b,

Валентина Ивановна ПЕРОВА ^c,

Надежда Анатольевна ПЕРОВА ^d

^a доктор экономических наук, профессор кафедры экономического анализа и аудита, Воронежский государственный университет (ВГУ), Воронеж, Российская Федерация
lubushinnp@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4493-2278>
SPIN-код: 2227-3764

^a кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой управления в спорте, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
len@fks.unn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6539-6988>
SPIN-код: 7221-4868

^c кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования экономических процессов, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
perova_vi@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1992-5076>
SPIN-код: 3871-2450

^d студентка факультета физической культуры и спорта, мастер спорта России, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), Нижний Новгород, Российская Федерация
perova_nadja@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 456/2022
Получена 26.09.2022
Получена в доработанном виде 09.10.2022
Одобрена 19.10.2022
Доступна онлайн 29.11.2022

Аннотация

Предмет. Исследование человеческого капитала в регионах РФ в контексте укрепления здоровья и активного долголетия населения страны.
Цели. Исследовать состояние человеческого капитала, обусловленного развитием физической культуры и спорта в регионах Российской Федерации, с помощью нейросетевого моделирования.
Методология. В качестве метода исследования многомерных статистических данных использованы нейронные сети. Метод кластеризации данных на основе нейросетевого моделирования не аффилирован с модельными

УДК 004.032.26:332.1
JEL: C45, O30, R11

Ключевые слова:

человеческий капитал,
регионы России,
большие вызовы,
кластерный анализ,
нейронные сети

ограничениями, нацелен на самостоятельное обучение нейронных сетей – самоорганизующихся карт Кохонена и представляет собой перспективное средство визуального представления многомерного пространства данных.

Результаты. Результатом нейросетевого моделирования явилось размещение 85 регионов России по шести кластерным образованиям. Проведена оценка влияния каждого исследуемого показателя на построение кластеров. Показано, что имеется сильное различие количества регионов РФ в кластерах. Приведены средние значения рассматриваемых показателей в кластерах за 2021 г.

Выводы. Исследование показало неравномерное развитие человеческого капитала в регионах Российской Федерации с точки зрения физической культуры и спорта, что предопределяет неодинаковые стратегии развития региональной спортивной сферы. В целом по России с 2017 по 2021 г. наблюдается положительная динамика количества спортивных сооружений, кадров и численности населения, занимающегося физической культурой и спортом в возрасте 3–79 лет. Этому способствует системный подход на основе программных документов, который сфокусирован на укреплении здоровья граждан и их активном долголетии.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Любушин Н.П., Летягина Е.Н., Перова В.И., Перова Н.А. Анализ развития человеческого капитала России средствами физической культуры и спорта с применением нейросетевого моделирования // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2022. – Т. 21, № 11. – С. 1982 – 2005.

<https://doi.org/10.24891/ea.21.11.1982>

На современном этапе в условиях больших вызовов человеческий капитал имеет ключевое значение при осуществлении инновационного развития экономики Российской Федерации в целях выполнения Указа Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации¹. Эффективное социально-экономическое развитие страны в огромной степени связано с состоянием человеческого капитала – важнейшего ресурса, который является основной движущей силой в построении новой экономики, характеризующейся фундаментальными профессиональными знаниями, инновациями, новейшими информационными системами и технологиями. Это нашло отражение в работах [1–5] и др. Поэтому использование потенциала этого ресурса требует разработки управленческих стратегий, позволяющих увеличивать потенциал человеческого капитала на данном этапе и в дальнейшие периоды.

В международной статистике с начала 1990-х гг. определение человеческого капитала часто базируется на индикаторном подходе, при котором применяются на практике различные индексы, отражающие качество жизни населения. Среди таких индексов наиболее распространенным является индекс человеческого развития

¹ О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642.

(ИЧР или HDI)², который также используется в ежегодных отчетах в пределах Программы развития ООН в различных странах и в отдельных регионах³. Этот индекс трактуется как комплексный статистический показатель, который имеет в своем составе три компонента – показатели средних значений продолжительности здоровой жизни, образованности и достойного уровня жизни граждан. Индекс человеческого развития разработан для акцентирования значимости населения и его влияния на социально-экономическое развитие различных стран и регионов.

Развитие человеческого капитала в научных исследованиях в основном аффилировано с человеческими ресурсами как носителями знаний и интеллектуального капитала с помощью профессионального образования. Накопленные в процессе обучения фундаментальные знания, умения и навыки, удовлетворяющие современным практическим потребностям развития экономики Российской Федерации, в будущем будут увеличивать доход экономики страны. Данному подходу в развитии человеческого капитала посвящено значительное количество исследований, включая работы таких авторов, как А.Г. Аганбегян [6], В.Л. Макаров, Г.Б. Клейнер [7–9], Н.С. Кулешова, Г.Е. Брикач [10], Ю.А. Кузнецов [11], В.В. Кулешов, Г.А. Унтура, В.Д. Маркова [12], В.И. Перова, Н.А. Мамаева, Е.С. Захаренко [13], М.Г. Гильдингерш, И.А. Алексеева [14], К.А. Устинова, Е.С. Губанова, Г.В. Леонидова [15], А.В. Новиков, И.А. Новикова [16], М.В. Сухарев [17], Ю.Г. Кобзистая [18], Е.Г. Худякова [19], С.А. Курганский [20], Г.С. Беккер [21], T.W. Schultz [22, 23], L. Thurow [24].

При этом, по нашему мнению, недостаточно принимается во внимание и другой подход, который связан с существенным влиянием физической активности населения на укрепление здоровья, рост ожидаемой продолжительности жизни и тем самым – на качество человеческого капитала⁴ [25]. Поддержание физической активности граждан включается в стратегии развития разных стран мира, что отражено в работах [26, 27]. Человеческий капитал является одним из компонентов, отражающих качество жизни населения любой страны.

Согласно упомянутому ранее Указу Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474, одними из национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 г. являются сохранение населения, здоровье и благополучие людей. О повышении продолжительности жизни граждан России говорится в послании Президента РФ Федеральному собранию от 15 января 2020 г.: «...в прошлом году впервые в истории ожидаемая продолжительность жизни в России превысила 73 года – на восемь лет больше, чем в 2000 году. Это результат

² *Ионцев В.А. и др.* Введение в демографию / под ред. В.А. Ионцева, А.А. Саградова. М.: ТЭИС, 2003. 636 с.

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

⁴ *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. URL: <https://doi.org/10.2991/icistis-19.2019.37>

социальных, экономических изменений в стране, развития массового спорта, продвижения ценностей здорового образа жизни»⁵.

Системный подход к развитию физической культуры и спорта, определяющий стратегические ориентиры и магистральные направления их развития, обозначены государственной программой Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта». Физическая культура и спорт, стимулируя здоровый образ жизни граждан, реализуют наряду со здравоохранительной и образовательную, и правоохранительную, и оборонную функции. Это способствует росту экономического потенциала государства и усиливает его обороноспособность⁶ [28–32].

Следует отметить, что в России наблюдается положительная динамика обеспечения сферы физической культуры и спорта спортивными сооружениями, кадрами (рис. 1), растет доля численности населения в возрасте 3–79 лет, занимающегося физической культурой и спортом (рис. 2), увеличиваются инвестиции в эту сферу (рис. 3).

Результаты, представленные на рис. 3, свидетельствуют о значительной вариации внебюджетного инвестирования в сферу физической культуры и спорта: наибольший вклад внебюджетных инвестиций демонстрирует Южный федеральный округ, а наименьший – Северо-Кавказский федеральный округ. Это говорит о необходимости гармонизации стратегий государства и бизнеса в области развития физической культуры и спорта в целях повышения качества человеческого капитала.

В контексте совершенствования качества человеческого капитала особый интерес вызывает анализ современного состояния физической культуры и спорта в регионах России. Исследование развития физической культуры и спорта в регионах РФ относится к многофакторным задачам. В этом случае каждый объект наделен большим комплексом характеристик. В таких условиях весьма высокую отдачу показывают многомерные статистические методы анализа данных⁷. В настоящей работе мы проанализировали многомерные данные с применением кластерного анализа на базе искусственных нейронных сетей, представленных в работах⁸ [33–36]. Данный метод проявляет себя как перспективное и эффективное средство,

⁵ Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта» и о признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 30.09.2021 № 1661.

⁶ Садков С.А., Ахмеров И.Ф. Роль физической культуры, спорта, медицины и правоохранительных органов в профилактике асоциальных проявлений, наркомании и преступности среди молодежи // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: материалы X Международной научно-практической конференции. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2016. С. 619–622.

⁷ Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.; Балабанов А.С., Стронгина Н.Р. Анализ данных в экономических приложениях. Н. Новгород: ННГУ, 2004. 135 с.

⁸ Перова В.И. Нейронные сети. Н. Новгород: ННГУ, 2012. Ч. 1. 155 с.; Ч. 2. 111с.; Перова В.И. Нейронные сети в экономических приложениях. Н. Новгород: ННГУ, 2012. Ч. 1. 130 с.; Ч. 2. 135 с.

которое привносит новые подходы к исследованию многомерных задач и принадлежит к технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining)⁹.

Кластеризация данных осуществляет разбиение множества объектов на компактные области, называемые кластерами, как показано в работе А.С. Балабанова и Н.Р. Стронгиной¹⁰. Получение кластерного решения – распределения совокупности объектов на кластеры – должно сопровождаться реализацией следующих условий:

- входением каждого объекта только в один из кластеров;
- идентичностью объектов внутри одного кластера;
- значительной непохожестью объектов из разных кластеров.

Для решения задач кластерного анализа многомерных данных, а также их визуального представления и снижения размерности отметим искусственные нейронные сети, обучаемые без учителя [34, 37]. При обучении таких искусственных нейронных сетей применяются различные алгоритмы, например, алгоритм по принципу соревновательного обучения без учителя [38], алгоритм на основании нейронного газа [39] и др. Данные алгоритмы осуществляют и визуализацию входного нелинейного многомерного пространства данных посредством его проецирования с сохранением топологии в нейроны выходного слоя. Нейроны выходного слоя в большинстве случаев конструируют двумерную решетку. Выходной слой нейронов носит имя топологической карты. В состав этого класса искусственных нейронных сетей входят самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена, описанные в работах Т. Kohonen [40], Р. Hajek, R. Henriques, V. Hajkova [41], О.А. Carboni, Р. Russu [42]. Для осуществления нейросетевых концепций имеются специализированные компьютерные программы, такие как MATLAB, Statistica, Viscovery SOMine, Deductor, Loginom и др. В данной работе использован аналитический пакет Deductor.

Для проведения исследований нами отобраны статистические данные с сайта Министерства спорта Российской Федерации. Это обусловлено тем, что к приоритетным направлениям государственной политики в сфере реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта» (в ред. постановления Правительства РФ от 24.12.2021 № 2440 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта») относятся:

- вовлечение граждан, прежде всего детей и молодежи, в регулярные занятия физической культурой и массовым спортом;

⁹ Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В. и др. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.

¹⁰ Балабанов А.С., Стронгина Н.Р. Анализ данных в экономических приложениях. Н. Новгород: ННГУ, 2004. 135 с.

- повышение уровня физической подготовленности граждан Российской Федерации;
- повышение доступности объектов спорта, в том числе на сельских территориях и в сельских агломерациях, а также для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов;
- развитие адаптивной физической культуры и адаптивного спорта; совершенствование системы подготовки спортивного резерва;
- повышение конкурентоспособности отечественного спорта на международной арене.

Реализация этой программы, несомненно, будет способствовать укреплению здоровья граждан и повышению качества человеческого капитала в Российской Федерации.

В исследование были включены 85 регионов России. Инструментом для проведения исследования выступали СОК Кохонена, осуществленные на платформе программного пакета Deductor. Классификационными признаками являлись следующие показатели за 2021 г.:

- X1 – стадионы, ед.;
- X2 – плоскостные спортивные сооружения, ед.;
- X3 – залы, ед.;
- X4 – бассейны, ед.;
- X5 – единовременная пропускная способность объектов спорта, % от норматива;
- X6 – доля занимающихся физической культурой и спортом (3–79 лет), %;
- X7 – кадры, чел.;
- X8 – финансирование физической культуры и спорта, % внебюджетных средств.

В результате нейросетевого моделирования 85 регионов РФ распределились по шести кластерам (рис. 4).

Важно заметить, что на генерирование кластерных образований статистические показатели X1–X8 оказали различное воздействие. Уровни их влияния на построение кластеров представлены в табл. 1.

Значимость показателей имеет непосредственную взаимосвязь с комплектованием кластеров: чем более высокая значимость показателя, тем больше его участие в создании соответствующего кластерного образования.

Поскольку заранее неизвестно ни число кластеров, ни ранжирование регионов Российской Федерации по кластерам, то объективная количественная оценка качества полученного кластерного решения проводилась с использованием индекса Дэвиса – Боулдина [43].

Данный критерий показал обоснованность результатов кластеризации, поскольку нет перекрытия кластеров, то есть нет спорных объектов, которые можно было бы отнести к разным кластерам (*рис. 4*).

Регионы Российской Федерации распределились по кластерным образованиям следующим образом:

- кластер № 1 – 9 регионов;
- кластер № 2 – 8 регионов;
- кластер № 3 – 1 регион;
- кластер № 4 – 34 региона;
- кластер № 5 – 7 регионов;
- кластер № 6 – 26 регионов.

Как видно, имеется выраженная неравномерность вхождения регионов Российской Федерации в кластеры. Наименьшее число регионов в кластере № 3, а наибольшее – в кластере № 4. Более детальное ранжирование регионов России по кластерам представлено в *табл. 2*.

Из данных, представленных в *табл. 2*, следует, что в соответствии с комплексом исследуемых показателей, характеризующих развитие физической культуры и спорта, вхождение регионов РФ в конкретные кластеры не связано с их принадлежностью к федеральным округам Российской Федерации.

Средние значения рассматриваемых индикаторов в кластерах и их средние значения по России представлены в *табл. 3*.

Результаты, представленные в *табл. 3*, констатируют, что в масштабе кластерных образований имеет место разный уровень развития сферы физической культуры и спорта, характеризующей человеческий капитал.

Максимальное количество залов X_3 , бассейнов X_4 , кадрового состава X_7 наблюдается в Москве, являющейся единственным представителем кластера № 3. При этом в кластере № 3 на минимальном уровне находится доля внебюджетного финансирования X_8 физической культуры и спорта. Большая численность кадрового состава X_7 в области физической культуры и спорта имеется в регионах, образовавших кластер № 2. Регионы кластера № 2 характеризуются наибольшим

количеством плоскостных спортивных сооружений X_2 и залов X_3 . Объекты спорта в регионах, составивших кластер № 4, имеют максимальную одновременную пропускную способность X_5 , а ее минимальное значение отмечается в регионах кластера № 1. Более половины показателей (X_1 – X_4 , X_7) в регионах кластера № 4 не превышают соответствующие средние значения по России. Все значения показателей регионов, основавших кластер № 6, также находятся на уровне ниже средних общероссийских. Доля занимающихся физической культурой и спортом (3–79 лет) X_6 превышает 50% в регионах, вошедших в кластеры № 1, 2 и 4.

Таким образом, данные *табл. 3* свидетельствуют о том, что прослеживается дифференциация состояния человеческого капитала, обусловленного развитием физической культуры и спорта в РФ.

В исследовании использован эффективный инструмент – искусственные нейронные сети, представляющие собой существенный раздел искусственного интеллекта. Проведенное исследование развития человеческого капитала средствами физической культуры и спорта с применением кластерного анализа на основе нейросетевого моделирования позволило оценить состояние сферы физической культуры и спорта в регионах Российской Федерации. Кардинальное отличие метода нейросетевого моделирования от других методов анализа многомерных данных, например, таких как экспертные системы, содержится в том, что искусственные нейронные сети – СОК Кохонена – самостоятельно строят модель непосредственно на основе предъявляемой им информации и не связаны с модельными ограничениями.

Наличие значительных различий в размерах кластеров указывает на неравномерный характер развития человеческого капитала средствами физической культуры и спорта в регионах РФ. Результаты кластеризации данных говорят о том, что в аспекте принадлежности регионов к федеральным округам Российской Федерации состав кластерных образований различается.

С точки зрения перспектив развития активного долголетия граждан и укрепления их здоровья является важным повышение и сближение уровней развития регионов России в области физической культуры и спорта. Этому оказывает содействие и федеральный проект «Спорт – норма жизни»¹¹, как составная часть национального проекта «Демография»¹².

Представленный перспективный метод анализа многомерных данных с применением нейронных сетей и полученные результаты имеют практическую значимость. Они делают возможным соединение функционала искусственных нейронных сетей с процессами исследования и генерирования эффективных региональных кластеров, а также могут быть использованы при стратегическом

¹¹ Федеральный проект «Спорт – норма жизни». URL: <https://norma.sport/about/>

¹² Национальный проект «Демография». URL: <https://rosmintrud.ru/ministry/programms/demography>

планировании развития регионов РФ в сфере физической культуры и спорта на последующие периоды. Это повлечет приумножение обоснованности принятия управленческих решений в контексте совершенствования человеческого капитала и повышения национальной, в том числе экономической, безопасности Российской Федерации.

Таблица 1

Значимость показателей при построении кластеров, %

Table 1

The importance of indicators in the construction of clusters, percentage

Индикатор	Кластер					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
X1	77,4	73,1	31,3	93,1	100	68,3
X2	74,9	99,9	100	92,4	68,9	99,7
X3	82,4	100	100	98,5	89,9	99,9
X4	63	100	100	98,7	47,3	99,8
X5	69,7	41,5	14,2	92,8	59,2	65,8
X6	84,5	86,8	13	96,5	1,7	99,9
X7	63,3	100	100	99	41,4	98,1
X8	68	85,2	57,1	95,7	14,9	99,6

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2
Структура кластеров в 2021 г.

Table 2
Cluster structure in 2021

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

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3
Статистика средних показателей развития сферы физической культуры и спорта в Российской Федерации по кластерам и в целом по стране за 2021 г.

Table 3
Statistics of average indicators of the development of the sphere of physical culture and sports in the Russian Federation by cluster and throughout the country for 2021

Показатель	Кластер						Среднее значение по РФ
	1	2	3	4	5	6	
X1	24	47	27	322	6 155	396	764
X2	2 640	4 390	1 540	1 397	2 638	653	1 849
X3	1 227	2 258	4 417	676	1 350	390	895
X4	102	256	491	51	96	23	76
X5	56,2	58,89	59,2	68,21	56,94	58,66	62,11
X6	51,37	51,71	47,6	50,58	48,5	43,98	48,55
X7	6 713	13 475	50 593	2 880	6 094	1 751	4 764
X8	7,44	16,97	2,5	15,98	10,33	4,84	11,14

Источник: авторская разработка

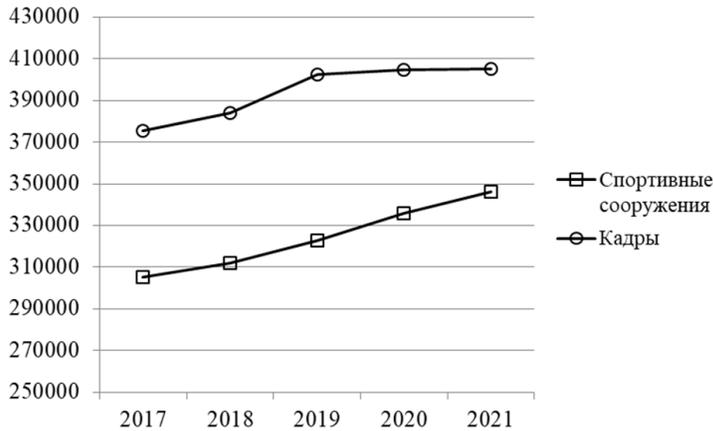
Source: Authoring

Рисунок 1

Динамика обеспечения сферы физической культуры и спорта Российской Федерации спортивными сооружениями (ед.) и кадрами (чел.) в 2017–2021 гг.

Figure 1

Dynamics of providing the sphere of physical culture and sports of the Russian Federation with sports facilities (units) and personnel (people) in 2017–2021



Источник: авторская разработка по данным Министерства спорта Российской Федерации.
URL: <http://minsport.gov.ru/>

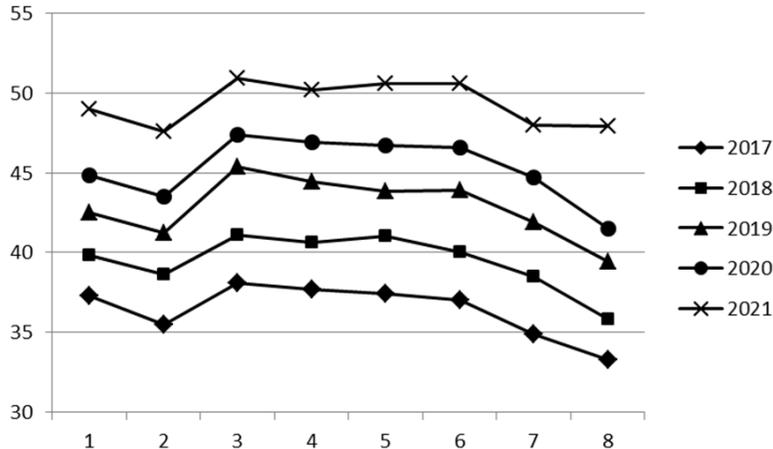
Source: Authoring, based on the Ministry of Sports of the Russian Federation data.
URL: <http://minsport.gov.ru/>

Рисунок 2

Динамика доли занимающихся физической культурой и спортом (3–79 лет) в федеральных округах за 2017–2021 гг., %

Figure 2

Dynamics of the share of those engaged in physical culture and sports (aged 3–79) in federal districts for 2017–2021, percentage



Примечание. 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: авторская разработка по данным Министерства спорта Российской Федерации.
URL: <http://minsport.gov.ru/>

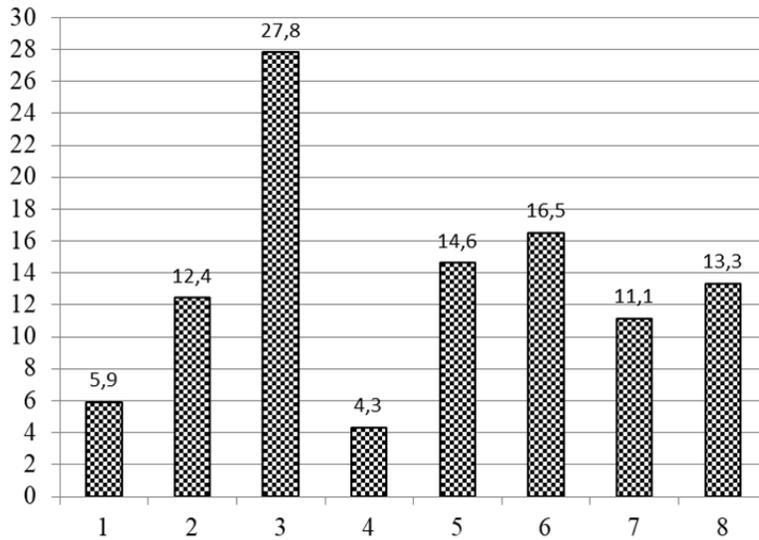
Source: Authoring, based on the Ministry of Sports of the Russian Federation data.
URL: <http://minsport.gov.ru/>

Рисунок 3

Доля внебюджетных средств в финансировании физической культуры и спорта в 2021 г., %

Figure 3

The share of extra-budgetary funds in physical culture and sports financing in 2021, percentage



Примечание. 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: авторская разработка по данным Министерства спорта Российской Федерации.

URL: <http://minsport.gov.ru/>

Source: Authoring, based on the Ministry of Sports of the Russian Federation data.

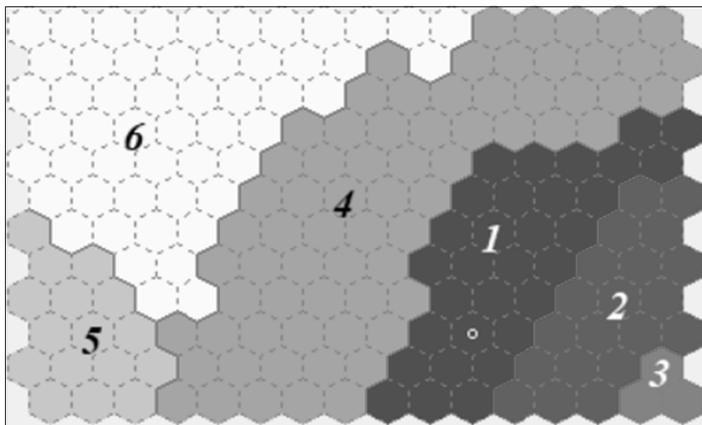
URL: <http://minsport.gov.ru/>

Рисунок 4

Самоорганизующаяся топологическая карта распределения регионов Российской Федерации по кластерам

Figure 4

Self-organizing topological map of the distribution of regions of the Russian Federation by cluster



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Любушин Н.П., Бабичева Н.Э., Королев Д.С. Экономический анализ возможностей технологического развития России (на примере нанотехнологий) // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 9. С. 2–11.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-analiz-vozmozhnostey-tehnologicheskogo-razvitiya-rossii-na-primere-nanotehnologiy>
2. Крюков В.А. Влияние фактора многообразия на особенность формирования политики развития ресурсного сектора и экономики регионов // Экономика и управление. 2017. № 11. С. 21–30. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-faktora-mnogoobraziya-na-osobennosti-formirovaniya-politiki-razvitiya-resursnogo-sektora-i-ekonomiki-regionov?ysclid=18k67y0uo5801338274>
3. Швецов А.Н. Пространственная кластеризация инновационной деятельности: смысл, эффекты, государственная поддержка // Регион: Экономика и Социология. 2015. № 4. С. 142–161.
URL: <http://www.sibran.ru/upload/iblock/f91/f91a59571d374dffe2cc2a8fbaeec1ad.pdf>
4. Кильдиярова Г.Р. Влияние человеческого капитала на инновационные процессы и ВВП государства // Креативная экономика. 2015. Т. 9. № 12. С. 1647–1656.
URL: <https://creativeconomy.ru/lib/34584?ysclid=18k6f8ki9r725876998>
5. Любушин Н.П., Летягина 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. Вып. 8. С. 1394–1414.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.20.8.1394>
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.
URL: http://www.inesnet.ru/wp-content/mag_archive/2017_03/2017-03-066-79_Abel_Aganbegyan.pdf?ysclid=18k7xpb9gv574373678
7. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России // Вестник Российской академии наук. 2003. Т. 73. № 5. С. 450–456.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomika-znaniy-uroki-dlya-rossii-rossii?ysclid=18k7zp3prh162030437>
8. Макаров В.Л., Клейнер Г.Б. Микроэкономика знаний. М.: Экономика, 2007. 204 с.
9. Макаров В.Л. Становление экономики знаний в России и мире // Экономика знаний: коллективная монография / под ред. В.П. Колесова. М.: ИНФРА-М, 2008. 432 с.

10. Кулешова Н.С., Брикач Г.Е. Отечественный опыт по созданию системы материального стимулирования персонала // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 4-1. С. 67–74. URL: https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9_48b94eabf1bc488f8ebfe1e0ae486a50.pdf
11. Кузнецов Ю.А. Человеческий капитал, производительность труда и экономический рост // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 43. С. 2–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-proizvoditelnost-truda-i-ekonomicheskij-rost-okonchanie-sleduet?ysclid=18k86v45iq670671814>
12. Кулешов В.В., Унтура Г.А., Маркова В.Д. Развитие экономики знаний: роль инновационных проектов в программе реиндустриализации региона // Регион: Экономика и Социология. 2016. № 3. С. 28–54. URL: https://www.ieie.su/assets/files/sci/region-kuleshov_untura_markova3-16.pdf
13. Перова В.И., Мамаева Н.А., Захаренко Е.С. Нейросетевое моделирование динамики развития высшего образования Российской Федерации в контексте формирования человеческого капитала // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. Вып. 4. С. 642–662. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.18.4.642>
14. Гильдингерш М.Г., Алексеева И.А. Формы и методы управления человеческим капиталом вузов в условиях их инновационного развития // Экономика труда. 2016. Т. 3. № 3. С. 211–228. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-i-metody-upravleniya-chelovecheskim-kapitalom-vuzov-v-usloviyah-ih-innovatsionnogo-razvitiya?ysclid=18k8edgt6t731747185>
15. Устинова К.А., Губанова Е.С., Леонидова Г.В. Человеческий капитал в инновационной экономике: монография. Вологда: Институт социально-экономического развития территорий РАН, 2015. 195 с.
16. Новиков А.В., Новикова И.Я. Интеллектуальный капитал: структура, источники и приоритеты в формировании стоимости компании // Сибирская финансовая школа. 2012. № 2. С. 117–124. URL: <http://journal.safbd.ru/ru/content/intellektualnyy-kapital-struktura-istochniki-i-prioritety-v-formirovanii-stoimosti-kompanii>
17. Сухарев М.В. Человеческий капитал в общей системе знаний // Креативная экономика. 2017. Т. 11. № 9. С. 915–930. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-v-obschey-sisteme-znaniy/viewer>
18. Кобзистая Ю.Г. Человеческий капитал: понятие и особенности // Фундаментальные исследования. 2018. № 2. С. 118–122.

URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42085&ysclid=l8k8mjg4cz2923468>

19. Худякова Е.Г. Человеческий капитал как фактор конкурентоспособности предприятия // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 6. Ч. 3. С. 124–126. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-kak-faktor-konkurentosposobnosti-predpriyatiya?ysclid=l8k95mesg5378807321>
20. Курганский С.А. Тенденции развития человеческого капитала в России // *Известия Иркутской государственной экономической академии*. 2011. № 2. С. 17–24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-chelovecheskogo-kapitala-v-rossii?ysclid=l8k9be4n30926084249>
21. Беккер Г.С. Человеческое поведение: экономический подход. Избранные труды по экономической теории. М.: ГУ ВШЭ, 2003. 672 с.
22. Schultz T.W. *Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research*. N.Y., The Free Press, 1971, 272 p.
23. Schultz T.W. *Investing in People: The Economics of Population Quality*. University of California Press, 1981, pp. 149–166.
24. Thurow L. *Investment in Human Capital*. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1970, 145 p.
25. Летягина Е.Н., Перова В.И. Нейросетевое моделирование развития детско-юношеского спорта Российской Федерации как фактора формирования человеческого капитала // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*. 2020. № 2. С. 40–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevoe-modelirovanie-razvitiya-detsko-yunosheskogo-sporta-rossiyskoy-federatsii-kak-faktora-formirovaniya-chelovecheskogo?ysclid=l8k9ubi9uh639965245>
26. Beutler I. Sport Serving Development and Peace: Achieving the Goals of the United Nations through Sport. *Sport in Society*, 2008, vol. 11, iss. 4, pp. 359–369. URL: <https://doi.org/10.1080/17430430802019227>
27. Сорокин И.А., Летягина Е.Н., Орлова Е.А. Механизм финансирования сферы физической культуры и спорта в России // *Современные проблемы физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры*. Н. Новгород: ННГУ, 2018. С. 59–62.
28. Горбунов С.А., Дубровский А.В. Роль физической культуры в совершенствовании умственной готовности к обучению и профессиональной деятельности // *Теория и практика физической культуры*. 2002. № 12. С. 13–15. URL: <http://lib.sportedu.ru/Press/ТРФК/2002N12/p13-14.htm>

29. Макарьев И.В. Физическая подготовка сотрудников в системе правоохранительных органов // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2017. Т. 2. № 2. С. 50–53.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskaya-podgotovka-sotrudnikov-v-sisteme-pravoohranitelnyh-organov?ysclid=18ka4lxu4a432979095>
30. Викулов С.Ф., Хрусталёв Е.Ю. Экономические основы военной безопасности России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 7. С. 2–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-osnovy-voennoy-bezopasnosti-rossii?ysclid=18kab1opvm728836072>
31. Любушин Н.П., Летягина Е.Н., Перова В.И., Котов Р.М. Методы искусственного интеллекта в исследовании экономического потенциала регионов России в условиях больших вызовов // Экономический анализ: теория и практика. 2022. Т. 21. № 6. С. 994–1017. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.21.6.994>
32. Летягина Е.Н., Орлова Е.А. О состоянии и развитии объектов спорта в России и Нижегородской области // Экономика и предпринимательство. 2018. № 9. С. 372–376.
33. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере: монография. Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1996. 276 с.
34. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.
35. Хрусталёв Е.Ю., Шрамко О.Г. Использование метода нейронных сетей для прогнозирования эффективности инвестиционных вложений // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. Вып. 8. С. 1438–1454.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1438>
36. Chechkin A.V., Pirogov M.V. Intellectualization of a Complex System as a Means of Maintaining Its Information System Safety. *Journal of Mathematical Sciences*, 2010, vol. 168, iss. 1, pp. 147–156. URL: <https://doi.org/10.1007/s10958-010-9980-3>
37. Перова В.И., Перова Н.А. Нейросетевое моделирование динамики развития физической культуры и спорта в регионах России как фактора социально-экономического роста страны // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 11. С. 2064–2082.
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.11.2064>
38. Kohonen T. Self-organized Formation of Topologically Correct Feature Maps. *Biological Cybernetics*, 1982, vol. 43, iss. 1, pp. 59–69.
URL: <https://doi.org/10.1007/BF00337288>

39. *Martinetz M., Berkovich S., Schulten K.* 'Neural-gas' Network for Vector Quantization and Its Application to Time-Series Prediction. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 1993, vol. 4, pp. 558–569. URL: <https://doi.org/10.1109/72.238311>
40. *Kohonen T.* The Self-Organizing Map. *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1990, vol. 78, no. 9, pp. 1464–1480.
URL: <https://sci2s.ugr.es/keel/pdf/algorithm/articulo/1990-Kohonen-PIEEE.pdf>
41. *Hajek P., Henriques R., Hajkova V.* Visualising Components of Regional Innovation Systems Using Self-Organizing Maps – Evidence from European Regions. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, vol. 84, pp. 197–214.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.07.013>
42. *Carboni O.A., Russu P.* Assessing Regional Wellbeing in Italy: An Application of Malmquist–DEA and Self-Organizing Map Neural Clustering. *Social Indicators Research*, 2015, vol. 122, iss. 3, pp. 677–700.
URL: <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0722-7>
43. *Davies D.L., Bouldin D.W.* A Cluster Separation Measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1979, vol. PAMI-1, iss. 2, pp. 224–227.
URL: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1979.4766909>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ANALYSIS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN RUSSIA BY MEANS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS USING NEURAL NETWORK MODELING

Nikolai P. LYUBUSHIN ^{a,*},

Elena N. LETYAGINA ^b,

Valentina I. PEROVA ^c,

Nadezhda A. PEROVA ^d

^a Voronezh State University (VSU),
Voronezh, Russian Federation
lubushinnp@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4493-2278>

^b National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
len@fks.unn.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6539-6988>

^c National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
perova_vi@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1992-5076>

^d National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
perova_nadja@mail.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 456/2022
Received 26 Sept 2022
Received in revised form
9 October 2022
Accepted 19 Oct 2022
Available online
29 November 2022

JEL classification: C45,
O30, R11

Keywords: human capital, Russian region, big challenge, cluster analysis, neural network

Abstract

Subject. The article investigates the human capital in the regions of the Russian Federation in the context of health promotion and active longevity of the population of the country.

Objectives. The purpose is to examine the state of human capital driven by the development of physical culture and sports in Russian regions, using neural network modeling.

Methods. Neural networks are used as a method of studying the multidimensional statistical data. The method of data clustering based on neural network modeling is not affiliated with model constraints. This method is aimed at self-training of neural networks, i.e. self-organizing Kohonen maps, and is a promising means of visual representation of multidimensional data space.

Results. Using the neural network modeling, we placed 85 Russian regions in six cluster formations. We assessed the influence of each studied indicator on cluster construction. The paper demonstrates a strong difference in the number of regions of the Russian Federation in clusters, presents average values of the considered indicators in clusters for 2021.

Conclusions. The study shows uneven development of human capital in Russian regions from the point of view of physical culture and sports, which predetermines different strategies for the development of the regional sports

sphere. The positive trend in the number of sports facilities, personnel, and population engaged in physical culture and sports is facilitated by a systems approach based on program documents, which focuses on strengthening the health of citizens and their active longevity.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Lyubushin N.P., Letyagina E.N., Perova V.I., Perova N.A. Analysis of Human Capital Development in Russia by Means of Physical Culture and Sports Using Neural Network Modeling. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2022, vol. 21, iss. 11, pp. 1982–2005. <https://doi.org/10.24891/ea.21.11.1982>

References

1. Lyubushin N.P., Babicheva N.E., Korolev D.S. [Economic analysis of the opportunities for technological development of Russia (for example nanotechnologies)]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 9, pp. 2–11.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-analiz-vozmozhnostey-tehnologicheskogo-razvitiya-rossii-na-primere-nanotekhnologiy> (In Russ.)
2. Kryukov V.A. [Impact of the Diversity Factor on Development Policy Formation in the Natural Resource Sector and Regional Economy]. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*, 2017, no. 11, pp. 21–30.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-faktora-mnogoobraziya-na-osobennosti-formirovaniya-politiki-razvitiya-resursnogo-sektora-i-ekonomiki-regionov?ysclid=18k67y0uo5801338274> (In Russ.)
3. Shvetsov A.N. [Spatial clustering of innovative activities: Meaning, effects, State support]. Region: *Ekonomika i Sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2015, no. 4, pp. 142–161.
URL: <http://www.sibran.ru/upload/iblock/f91/f91a59571d374dffe2cc2a8fbaeec1ad.pdf> (In Russ.)
4. Kil'diyarova G.R. [The influence of human capital on innovation processes and the country's GDP]. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*, 2015, vol. 9, no. 12, pp. 1647–1656. URL: <https://creativeconomy.ru/lib/34584?ysclid=18k6f8ki9r725876998> (In Russ.)
5. Lyubushin N.P., Letyagina E.N., Perova V.I. [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*, 2021, vol. 20, iss. 8, pp. 1394–1414. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.20.8.1394>

6. Aganbegyan A.G. [Human capital and its main component – the sphere of the "knowledge economy" as the main source of socio-economic growth]. *Ekonomicheskije strategii = Economic Strategies*, 2017, no. 3, pp. 66–79.
URL: http://www.inesnet.ru/wp-content/mag_archive/2017_03/2017-03-066-79_Abel_Aganbegyan.pdf?ysclid=18k7xpb9gv574373678 (In Russ.)
7. Makarov V.L. [Knowledge-based economy: Lessons for Russia]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2003, vol. 73, no. 5, pp. 450–456.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomika-znaniy-uroki-dlya-rossii-rossii?ysclid=18k7zp3prh162030437> (In Russ.)
8. Makarov V.L., Kleiner G.B. *Mikroekonomika znanii* [Microeconomics of knowledge]. Moscow, Ekonomika Publ., 2007, 204 p.
9. Makarov V.L. *Stanovlenie ekonomiki znanii v Rossii i mire. V kn.: Ekonomika znanii: kollektivnaya monografiya* [The formation of the knowledge economy in Russia and the world. In.: Economics of Knowledge: a multi-authored monograph]. Moscow, INFRA-M Publ., 2008, 432 p.
10. Kuleshova N.S., Brikach G.E. [The domestic experience in creation of system of material simulation of the personnel]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii = Competitiveness in a Global World: Economics, Science, Technology*, 2017, no. 4-1, pp. 67–74.
URL: https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9_48b94eabf1bc488f8ebfe1e0ae486a50.pdf (In Russ.)
11. Kuznetsov Yu.A. [Human capital, productivity, and economic growth]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 43, pp. 2–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-proizvoditelnost-truda-i-ekonomicheskii-rost-okonchanie-sleduet?ysclid=18k86v45iq670671814> (In Russ.)
12. Kuleshov V.V., Untura G.A., Markova V.D. [Developing the knowledge economy: The role of innovation projects in the regional reindustrialization program]. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2016, no. 3, pp. 28–54.
URL: https://www.ieie.su/assets/files/sci/region-kuleshov_untura_markova3-16.pdf (In Russ.)
13. Perova V.I., Mamaeva N.A., Zakharenko E.S. [Neural network modeling of trends in Russia's higher education development from the perspective of human capital formation]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 4, pp. 642–662. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.18.4.642>

14. Gil'dingersh M.G., Alekseeva I.A. [Forms and human capital management practices of universities in terms of their innovative development]. *Ekonomika truda = Russian Journal of Labor Economics*, 2016, vol. 3, no. 3, pp. 211–228.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-i-metody-upravleniya-chelovecheskim-kapitalom-vuzov-v-usloviyah-ih-innovatsionnogo-razvitiya?ysclid=l8k8edgt6t731747185> (In Russ.)
15. Ustinova K.A., Gubanova E.S., Leonidova G.V. *Chelovecheskii kapital v innovatsionnoi ekonomike: monografiya* [Human capital in the innovative economy: a monograph]. Vologda, Institute of Socio-Economic Development of Territories of Russian Academy of Sciences Publ., 2015, 195 p.
16. Novikov A.V., Novikova I.Ya. [Intellectual capital: Structure, sources and priorities in the formation of the value of the company]. *Sibirskaya finansovaya shkola = Siberian Financial School*, 2012, no. 2, pp. 117–124.
URL: <http://journal.safbd.ru/ru/content/intellektualnyy-kapital-struktura-istochniki-i-prioritety-v-formirovanii-stoimosti-kompanii> (In Russ.)
17. Sukharev M.V. [Human capital in a general knowledge system]. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*, 2017, vol. 11, no. 9, pp. 915–930.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-v-obschey-sisteme-znaniy/viewer> (In Russ.)
18. Kobzistaya Yu.G. [Human capital: Concept and features]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2018, no. 2, pp. 118–122.
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42085&ysclid=l8k8mjg4cz2923468> (In Russ.)
19. Khudyakova E.G. [Human capital as a factor of competitiveness of the company]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, 2015, no. 6, part 3, pp. 124–126.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-kak-faktor-konkurentosposobnosti-predpriyatiya?ysclid=l8k95mesg5378807321> (In Russ.)
20. Kurganskii S.A. [Trends of Russia's human capital development]. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2011, no. 2, pp. 17–24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-chelovecheskogo-kapitala-v-rossii?ysclid=l8k9be4n30926084249> (In Russ.)
21. Becker G.S. *Chelovecheskoe povedenie: ekonomicheskii podkhod. Izbrannye trudy po ekonomicheskoi teorii* [The Economic Approach to Human Behavior]. Moscow, SU HSE Publ., 2003, 672 p.
22. Schultz T.W. *Investment in Human Capital: The Role of Education and of Research*. N.Y., The Free Press, 1971, 272 p.

23. Schultz T.W. *Investing in People: The Economics of Population Quality*. University of California Press, 1981, pp. 149–166.
24. Thurow L. *Investment in Human Capital*. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1970, 145 p.
25. Letyagina E.N., Perova V.I. [Neural network modeling of the development of children's and 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 = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. Series: Social Sciences*, 2020, no. 2, pp. 40–47.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevoe-modelirovanie-razvitiya-detsko-yunosheskogo-sporta-rossiyskoy-federatsii-kak-faktora-formirovaniya-chelovecheskogo?ysclid=18k9ubi9uh639965245> (In Russ.)
26. Beutler I. Sport Serving Development and Peace: Achieving the Goals of the United Nations through Sport. *Sport in Society*, 2008, vol. 11, iss. 4, pp. 359–369.
URL: <https://doi.org/10.1080/17430430802019227>
27. Sorokin I.A., Letyagina E.N., Orlova E.A. *Mekhanizm finansirovaniya sfery fizicheskoi kul'tury i sporta v Rossii. V kn.: Sovremennye problemy fizicheskogo vospitaniya, sportivnoi trenirovki, ozdorovitel'noi i adaptivnoi fizicheskoi kul'tury* [The mechanism of financing the sphere of physical culture and sports in Russia. In: Modern problems of physical education, sports training, health and adaptive physical culture]. Nizhny Novgorod, UNN Publ., 2018, pp. 59–62.
28. Gorbunov S.A., Dubrovskii A.V. [Role of physical culture in perfection of intellectual preparedness for education and professional activity]. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury = Theory and Practice of Physical Culture*, 2002, no. 12, pp. 13–15.
URL: <http://lib.sportedu.ru/Press/TPFK/2002N12/p13-14.htm> (In Russ.)
29. Makar'ev I.V. [Physical training in the system of law enforcement]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya = Physical Culture. Sport. Tourism. Motor Recreation*, 2017, vol. 2, no. 2, pp. 50–53.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskaya-podgotovka-sotrudnikov-v-sisteme-pravoohranitelnyh-organov?ysclid=18ka4lxu4a432979095> (In Russ.)
30. Vikulov S.F., Khrustalev E.Yu. [Economic bases of Russia's military security]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 7, pp. 2–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-osnovy-voennoy-bezopasnosti-rossii?ysclid=18kab1opvm728836072> (In Russ.)
31. Lyubushin N.P., Letyagina E.N., Perova V.I., Kotov R.M. [Artificial intelligence methods in the study of the economic potential of Russian regions in conditions of grand challenges]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis:*

- Theory and Practice*, 2022, vol. 21, no. 6, pp. 994–1017. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.21.6.994>
32. Letyagina E.N., Orlova E.A. [On the state and development of sports facilities in Russia and Nizhny Novgorod region]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2018, no. 9, pp. 372–376. (In Russ.)
33. Gorban' A.N., Rossiev D.A. *Neironnye seti na personal'nom komp'yutere: monografiya* [Neural networks on a personal computer: a monograph]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1996, 276 p.
34. Haykin S. *Neironnye seti: polnyi kurs* [Neural Networks: A Comprehensive Foundation]. Moscow, Vil'yams Publ., 2006, 1104 p.
35. Khrustalev E. Yu., Shramko O.G. [Using the neural network method to forecast investment efficiency]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 8, pp. 1438–1454. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1438>
36. Chechkin A.V., Pirogov M.V. Intellectualization of a complex system as a means of maintaining its information-system safety. *Journal of Mathematical Sciences*, 2010, vol. 168, iss. 1, pp. 147–156. URL: <https://doi.org/10.1007/s10958-010-9980-3>
37. Perova V.I., Perova N.A. [Neural network modeling of development trends of physical culture and sports in the Russian regions as a driver of the national socio-economic growth]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 11, pp. 2064–2082. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.11.2064>
38. Kohonen T. Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps. *Biological Cybernetics*, 1982, vol. 43, iss. 1, pp. 59–69.
URL: <https://doi.org/10.1007/BF00337288>
39. Martinetz M., Berkovich S., Schulten K. 'Neural-gas' Network for Vector Quantization and Its Application to Time-Series Prediction. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 1993, vol. 4, pp. 558–569. URL: <https://doi.org/10.1109/72.238311>
40. Kohonen T. The Self-Organizing Map. *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1990, vol. 78, no. 9, pp. 1464–1480.
URL: <https://sci2s.ugr.es/keel/pdf/algorithm/articulo/1990-Kohonen-PIEEE.pdf>
41. Hajek P., Henriques R., Hajkova V. Visualising Components of Regional Innovation Systems Using Self-Organizing Maps: Evidence from European Regions. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, vol. 84, pp. 197–214.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.07.013>

42. Carboni O.A., Russu P. Assessing Regional Wellbeing in Italy: An Application of Malmquist–DEA and Self-Organizing Map Neural Clustering. *Social Indicators Research*, 2015, vol. 122, iss. 3, pp. 677–700.

URL: <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0722-7>

43. Davies D.L., Bouldin D.W. A Cluster Separation Measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1979, vol. PAMI-1, iss. 2, pp. 224–227.

URL: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1979.4766909>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.