

pISSN 2073-1477  
eISSN 2311-8733

*Пространственная экономика*

## **ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ\***

**Виктория Викторовна АКБЕРДИНА <sup>a,\*</sup>,  
Полина Юрьевна ГРОШЕВА <sup>b</sup>,  
Ольга Павловна СМИРНОВА <sup>c</sup>,  
Алена Олеговна ПОНОМАРЕВА <sup>d</sup>**

<sup>a</sup> доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН,  
заместитель директора Института экономики Уральского отделения РАН,  
Екатеринбург, Российская Федерация,  
профессор кафедры региональной экономики, инновационного  
предпринимательства и безопасности, Уральский федеральный университет  
имени первого президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ),  
Екатеринбург, Российская Федерация  
akberdina.vv@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6463-4008>  
SPIN-код: 3338-6438

<sup>b</sup> кандидат экономических наук,  
доцент кафедры прикладной экономики,  
Российский университет дружбы народов (РУДН),  
Москва Российская Федерация  
p.grosheva@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7546-6903>  
SPIN-код: 1399-2661

<sup>c</sup> кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,  
Институт экономики Уральского отделения РАН,  
доцент кафедры региональной экономики,  
инновационного предпринимательства и безопасности,  
Уральский федеральный университет имени первого  
президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ),  
Екатеринбург, Российская Федерация  
smirnova.op@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6965-8028>  
SPIN-код: 6704-3030

<sup>d</sup> младший научный сотрудник,  
Институт экономики Уральского отделения РАН,  
Екатеринбург, Российская Федерация  
ponomareva.ao@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0525-7115>  
SPIN-код: 8906-1275

\* Ответственный автор

---

**История статьи:**

Рег. № 61/2022

Получена 14.02.2022

Получена в

доработанном виде

23.04.2022

Одобрена 07.06.2022

Доступна онлайн

14.07.2022

УДК 330.3

JEL: E24, H52, J24

**Ключевые слова:**

регион, социально-экономическое развитие, человеческий капитал, нелинейное моделирование

**Аннотация**

**Предмет.** Факторы, определяющие уровень человеческого капитала в регионах России.

**Цели.** Анализ дифференциации регионов России по уровню развития человеческого капитала.

**Методология.** Используются методы горизонтального статистического анализа, эконометрические методы нелинейного регрессионного моделирования, метод пространственной эконометрики на основе индексов Морана.

**Результаты.** Подтверждено мнение ряда авторов о значительной дифференциации регионов России по уровню развития человеческого капитала. Выявлена положительная нелинейная связь между показателем валового регионального продукта и уровнем человеческого капитала региона.

**Выводы.** Повышение качества человеческого капитала региона оказывает непосредственное сильное влияние на уровень его экономического развития. Нелинейный вид смоделированной зависимости показывает, что наступит момент предельной отдачи от использования человеческого капитала.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

---

**Для цитирования:** Акбердина В.В., Грошева П.Ю., Смирнова О.П., Пономарева А.О.

Влияние уровня развития человеческого капитала на эффективность экономики регионов: использование метода пространственной корреляции // Региональная экономика: теория и практика. – 2022. – Т. 20, № 7. – С. 1208 – 1234.

<https://doi.org/10.24891/re.20.7.1208>

---

## Введение

В современных условиях человеческий капитал становится уникальным ресурсом как отдельных предприятий, так и региональных экономических систем, обеспечивающим их конкурентоспособное развитие. Устойчивое и сбалансированное экономическое развитие регионов приобретают особую роль в условиях распространения COVID-19. Должный уровень человеческого капитала обеспечивает более быстрые экономические и социальные эффекты при функционировании экономических агентов в условиях неопределенности и кризисных явлений. Роль человеческого капитала как основы развития национальной экономики и драйвера ускоренного роста широко рассмотрена в работе [1].

Качество человеческого потенциала во многом определяет успешность функционирования всех отраслей экономики. Оно зависит, прежде всего, от использования в хозяйственных процессах предприятий таких ресурсов, как знание, информация. Эти ресурсы влияют как на экономику, так и на

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-07348.

социум. Цель исследования – оценка в динамике роли человеческого капитала в социально-экономическом развитии регионов России, а также выявление степени региональной дифференциации человеческого капитала.

## Обзор литературы

Проблема человеческого капитала рассматривается многими теоретиками [2]. В середине XX в. Т. Шульц определил человеческий капитал как совокупность знаний и навыков сотрудников, экономическая эффективность которой заключается в содействии росту производительности труда [3]. К концу XX в. исследователи стали включать в категорию «человеческий капитал» не только приобретенные знания и навыки, но и способности, данные при рождении [4]. Например, Г. Беккер [5] сделал акцент на необходимости повышении квалификации персонала и непрерывности обучения. По мнению большинства ученых, чем выше человеческий капитал, тем выше заработная плата, а общество при этом более сплоченное [6–8].

Человеческий капитал рассматривается исследователями как важный фактор создания богатства и роста экономики страны<sup>1</sup> [9]. Особую роль развитие человеческого капитала страны играет в посткризисный период. Многие ученые связывали существующие подходы к оценке уровня человеческого капитала с обеспечением экономического роста.

В современных исследованиях оценка человеческого капитала часто производится путем его сравнения с другими показателями социально-экономического развития (с экономическим ростом, уровнем дохода и занятости населения); исследуется корреляционная связь между устойчивым экономическим развитием и уровнем инновационной активности в стране [6].

Процессы цифровизации влияют на формирование и развитие человеческого капитала, о чем свидетельствуют труды таких исследователей, как Е.В. Михалкина, В.И. Крячко [10], Ю.Ш. Капкаев, И.А. Нурмухаметов [11], М.П. Абраменко, Р.В. Ревунов, М.М. Щербина [12]. Влияние экономических факторов на развитие человеческого капитала обсуждается в работах С.П. Земцова [13], С.А. Дятлова [14], Е.А. Пришляк [15], Н.Р. Кельчевской [16]. В условиях цифровизации высокая доля образованного населения важна для

<sup>1</sup> Liepė Ž. Conceptual Framework of Human Capital Systemic Assessment at Macro Level. *European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 2016, no. 17, pp. 355–366.

URL: <http://etalpykla.lituanistikadb.lt/fedora/objects/LT-LDB-0001:J.04~2016~1564147979996/datastreams/DS.002.1.01.ARTIC/content>

экономического развития регионов, поскольку разработка, внедрение или адаптация новых технологий невозможна без квалифицированного труда в высокотехнологичных отраслях. Опыт изучения различных проблем регионов [17] позволяет авторам настоящей статьи рассматривать человеческий капитал как один из важнейших ресурсов экономического развития.

Проведенный теоретический обзор позволил сформулировать гипотезу исследования. Развитие человеческого капитала в регионах России будет положительно влиять на их социально-экономическое положение. Однако наличие определенного временного лага, влияние факторов развития технологий и становления цифровой экономики будет определять нелинейный характер этой связи.

### **Материалы и методы исследования**

Авторами собраны данные для расчета Индекса человеческого капитала для всех субъектов России (в качестве отдельных регионов в исследовании рассматриваются Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа). Человеческий капитал региона рассмотрен во взаимосвязи с такими категориями, как здоровье, культура, образование, наука и инновации, а также с точки зрения общего социально-экономического развития региона. Принятая в исследовании система показателей является комплексной и позволяет охватить большинство аспектов человеческого капитала региона (*табл. 1*) [18, 19].

Авторы выделили 14 индикаторов, характеризующих развитие регионов России с точки зрения человеческого капитала. Некоторые индикаторы характеризуют как общее социально-экономическое положение региона, так и трудовой (человеческий) капитал. Также в перечень включены показатели, характеризующие здоровье населения, уровень образования, научную и исследовательскую деятельность, развитие культуры, социальных проектов. Рассмотрено изменение интегрального уровня человеческого капитала и его составляющих за период 2010–2019 гг.

Расчет Индекса человеческого капитала по регионам России происходит в два этапа. Для приведения использованной группы показателей к сопоставимому виду используются формулы нормирования [20]. Показатели нормированы следующим образом. В расчетах принято, что нулевое значение преобразованного показателя показывает самое низкое качество по данному свойству, а единица – самое высокое. Также выбор преобразования для нормировки зависит от того, к какому типу

принадлежит анализируемый показатель. Если показатель связан с развитием человеческого капитала монотонно возрастающей зависимостью, то значение преобразованного индекса рассчитывается по формуле (1):

$$\tilde{X} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

где  $X$  – текущее значение преобразуемого показателя;  $X_{\min}$ ,  $X_{\max}$  – соответственно максимальное и минимальное значения показателя в России.

Если показатель связан с качеством жизни населения монотонно убывающей зависимостью, то значение преобразованного индекса рассчитывается по формуле (2):

$$\tilde{X} = \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}}. \quad (2)$$

Сначала рассчитывался суммарный индекс развития человеческого капитала, а затем регионы были ранжированы по полученным индексам.

Для оценки степени взаимосвязи уровня человеческого капитала в регионе и его экономического развития использован метод эконометрического регрессионного анализа. Регрессионное моделирование – широко распространенный метод оценки влияния факторов социально-экономического развития. В процессе исследования строятся уравнения, в которых зависимой величиной является величина валового регионального продукта, а независимой величиной (аргументом) выступает рассчитанный нами уровень человеческого капитала.

Согласно гипотезе исследования, связь между рассматриваемыми параметрами носит нелинейный характер. При построении регрессионных уравнений мы используем уравнения нелинейного вида (полином, или многочлен второй степени):

$$Y_x = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2^2. \quad (3)$$

График, построенный по уравнению такого вида, – это парабола. Полученная функция имеет изгиб, что позволяет описывать влияние на переменную  $y$  двух процессов. Результаты такого моделирования рассмотрены за 2010, 2013, 2015, 2018 гг.

Для оценки межрегионального взаимодействия субъектов Российской Федерации в сфере человеческого капитала использован метод пространственного моделирования. Такие методы моделирования активно используются в региональных исследованиях для выявления взаимосвязей территориальных систем в различных сферах социально-экономической деятельности (например, А.В. Суворовой для выявления полюсов роста в региональной экономике [21]). Использование методов пространственной эконометрики, а именно пространственного автокорреляционного анализа позволяет выявлять пространственные эффекты и осуществлять кластеризацию территориальных систем (методология П. Морана), а также исследовать межтерриториальные взаимосвязи (методология Л. Анселина [22]).

Учет пространственной корреляции между регионами необходим для более качественного моделирования всех социально-экономических процессов. Использование этого метода позволит определить наличие или отсутствие потенциальных связей в сфере человеческого капитала на рассматриваемых территориях.

Глобальный индекс Морана [23] определяется по формуле (4):

$$I_G = \frac{N}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \cdot \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \mu)(x_j - \mu)}{\sum_i (x_i - \mu)^2}, \quad (4)$$

где  $N$  – число регионов;  $w_{ij}$  – элемент матрицы пространственных весов для регионов  $i$  и  $j$ ;  $\mu$  – среднее значение показателя;  $X$  – анализируемый показатель.

Значимость полученных индексов Морана проверяется с помощью использования  $z$ -статистики:

$$E[I] = \frac{-1}{n-1}, \quad (5)$$

$$Z = \frac{(I - E[I])}{s}, \quad (6)$$

где  $s$  – дисперсия индекса Морана.

Локальный индекс Морана (LISA – Local Index Spatial Autocorrelation) определяется по следующей формуле [23, 24]:

$$I_{Li} = N \frac{(x_i - \mu) \sum_j w_{ij} (x_j - \mu)}{\sum_j (x_j - \mu)^2} . \quad (7)$$

При положительном значении локального индекса можно говорить о положительной автокорреляции, то есть данная территория по рассматриваемому показателю подобна соседним. Если же значение локального индекса отрицательно, то автокорреляция отрицательная, то есть данная территория существенно отличается от других. Такой подход используется в том числе для моделирования кластеризации территорий. Для анализа взаимосвязей территорий можно использовать матрицу составляющих  $LISA_{ij}$ . Эта матрица, как промежуточный этап расчета локального индекса, может быть использована для анализа взаимосвязей по каждой территории. С ее помощью можно охарактеризовать силу взаимовлияния территорий [23].

В исследовании за единицу территории принят регион (субъект Российской Федерации), в анализ включены данные по всем субъектам. Показателем для установки тесноты взаимодействия территорий выбран рассчитанный нами интегральный уровень человеческого капитала региона за 2019 г. Данные по расстояниям между территориями взяты из аналитических материалов<sup>2</sup>.

## Результаты и обсуждение

Регионы России являются интересным объектом для изучения человеческого капитала. С одной стороны, уровень человеческого капитала в регионах России выше, чем во многих странах мира, а с другой, динамика отдельных показателей, характеризующих человеческий капитал регионов, показывает некоторые негативные тенденции. Например, число студентов на 10 000 чел. населения снизилось за последние годы почти в два раза<sup>3</sup> (рис. 1). Такое снижение, по нашему мнению, связано с возрастающей миграцией высококвалифицированных кадров. При этом квалификация иностранных граждан, въезжающих в Россию с целью трудоустройства, не увеличивается. На снижение показателя численности студентов влияет тенденция общего увеличения возраста населения, обусловленного значительным снижением рождаемости в 1990-е гг. и медленным ее подъемом в 2000-е гг.

<sup>2</sup> Автодиспетчер – бесплатная база грузов и транспорта. URL: <https://www.avtodispatcher.ru/>

<sup>3</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: статистический сборник. М.: Росстат, 2011. 990 с.; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: статистический сборник. М.: Росстат, 2016. 1326 с.; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: статистический сборник. М.: Росстат, 2020. 1242 с.

Вопреки распространенному заблуждению, высшее образование для молодых людей в последние годы в России становится доступнее; не снижается, а только увеличивается число бюджетных мест; практически не изменяется соотношение студентов, обучающихся за счет бюджетных средств, и студентов, обучающихся на платной основе. Важно отметить, что ускоряющиеся технологические тренды и становление цифровой экономики предъявляют к высшему и среднему образованию все большие требования. Появляются новые отрасли экономики, и вместе с тем появляются и исчезают профессии.

Негативной тенденцией, влияющей на уровень человеческого капитала, является сокращение числа исследователей в России. В условиях возрастающей значимости науки и технологий для всех отраслей экономики наличие современных инновационных исследований является основным условием конкурентного преимущества региональной системы. Однако мы видим, что за последние 15 лет в России число исследователей сократилось более чем на 130 тыс. чел. К 2010 гг. падение составило 9,4% относительно 2005 г. (76 тыс. чел.). За период 2010–2019 гг. численность исследователей снизилась на 54 тыс. чел. (7%). В регионах это снижение было неравномерным; рассматриваемый процесс затронул те регионы, в которых была наибольшая концентрация исследователей. Так, в Москве снижение составило 40 тыс. чел., в Московской области – 6 тыс. чел., в Санкт-Петербурге – 12 тыс. чел., в Самарской, Омской и Свердловской областях соответственно 14, 5 и 4 тыс. чел. (рис. 2).

В России основной объем средств на развитие научных исследований выделяет государство, что отличает нашу страну от многих развитых стран Запада и Китая, где в финансировании исследований преобладает доля предпринимательского сектора [25]. Научные исследования в России слабо связаны с реальным сектором экономики. В отличие от США и стран Европейского союза, «заказчиком» для российской фундаментальной науки является государство, что снижает вероятность доведения полученного нового знания до конечного продукта в виде технологии.

Дальнейшее развитие российской экономики только за счет использования имеющихся технологий невозможно. В настоящее время значительная часть промышленных предприятий нашей страны имеет доступ лишь к устаревшей российской технологической базе. Другие предприятия, использующие в производстве иностранные технологии, имеют ограниченный доступ к передовым исследованиям и зачастую оказываются в зависимости от технологического обслуживания своих производственных



процессов<sup>4</sup>. Технологии, востребованные сегодня, – это продукт нелинейного процесса создания инноваций. На пути к сокращению существующей технологической зависимости промышленности России от мирового рынка технологий большое значение будут иметь междисциплинарные исследования, привлечение бизнеса к созданию новых технологий, активное межотраслевое взаимодействие [26, 27].

По мнению многих специалистов, уровень образования, характеристики миграционного потока, доля участия населения в рабочей силе, то есть доля потенциально экономически активного населения, а также исследовательская компонента человеческого капитала в наибольшей степени определяют качество человеческого капитала. Однако не менее важным является учет факторов, формирующих благоприятную социальную среду для роста человеческого капитала.

### **Интегральная оценка**

Приведем результаты рассчитанного интегрального уровня человеческого капитала в регионах России. Значительное сосредоточение человеческого капитала отмечается, как и ожидалось, в самых развитых регионах России – в Москве и Московской области. Однако на графике мы видим снижение его развития в столице России (рис. 3). В Северо-западном Федеральном округе лидером является Санкт-Петербург. Общей характеристикой динамики развития человеческого капитала по всем регионам России является снижение его уровня в период 2015–2016 гг. В Южном федеральном округе в последние годы уровень человеческого капитала растет в новых регионах России – в Республике Крым и в Севастополе.

В Приволжском федеральном округе лидируют регионы с достаточно высоким уровнем развития промышленного производства и экономики в целом – это Республика Татарстан, Нижегородская область. Стабильно растет уровень человеческого капитала в Уральском федеральном округе. Хорошую динамику развития человеческого капитала демонстрируют северные регионы (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа), а также Свердловская область. В Дальневосточном федеральном округе лидирующие позиции занимают регионы, в которых с советского периода сформировались крупные исследовательские центры – это Томская и Новосибирская области.

<sup>4</sup>Индикаторы науки: 2020: статистический сборник.  
URL: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/384499762.pdf>

На *рис. 3* представлены субъекты России по интегральному уровню человеческого капитала на 2019 г. Лидерами рейтинга являются города федерального значения, а также регионы с преобладанием в структуре их экономики добывающего сектора промышленности. Важно отметить высокое место в рейтинге Республики Татарстан. Особый режим налогообложения способствует росту человеческого капитала региона; также в этом регионе проводится активная социальная политика. В целом полученный рейтинг регионов по интегральному индексу человеческого капитала в динамике коррелирует с рейтингом экономического развития регионов.

### **Эконометрическая модель экономического роста**

На следующем этапе нашего исследования оценено влияние полученного уровня регионального человеческого капитала (в виде интегрального индекса) на экономическое развитие региона. Для этой цели использован традиционный показатель социально-экономического развития – уровень ВРП. На *рис. 4* приведено графическое отображение полученных зависимостей за четыре периода. Достоверность полученных результатов оценена стандартными способами – значимостью регрессионных зависимостей, то есть оценены  $P$ -значение полученных коэффициентов, общая значимость регрессии ( $F$ -значимость), а также величина стандартной ошибки. Величина  $R^2$  во всех четырех рассмотренных нами периодах показывает достаточно высокую точность аппроксимации, что говорит о тесной связи между уровнем экономического развития в регионе и развитием в нем факторов, формирующих человеческий капитал. Модели показывают положительное и сильное влияние рассматриваемых факторов на экономическое развитие.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что повышение уровня и качества человеческого капитала региона оказывает непосредственное сильное влияние на уровень его экономического развития. Однако нелинейный (полиномиальный) вид построенных моделей показывает, что такая отдача не постоянна и наступит момент предельной отдачи от уровня человеческого капитала, как от любого вида ресурсов.

### **Пространственное моделирование**

В целях сбалансированного экономического развития регионов России и снижения уровня их дифференциации большое значение имеют процессы межрегионального взаимодействия регионов в сфере человеческого

капитала. Исследование взаимосвязей регионов в этой сфере на основе локальных и глобальных индексов Морана показало, что наибольшая активность межрегионального взаимодействия в сфере человеческого капитала сосредоточена между городами федерального значения, среди которых Москва, Санкт-Петербург, Севастополь, и субъектами Центрального и Приволжского федеральных округов. Данные города концентрируют на своей территории превалирующую долю инновационных, инвестиционных и трудовых ресурсов, и эти регионы являются привлекательными для внутренней миграции и инвестирования. В результате происходит сильный отток кадровых, инвестиционных и инновационных ресурсов, формирующих человеческий капитал, из близлежащих регионов.

На *рис. 5* показаны территории, смоделированные на основе матрицы локальных индексов связности (*LISA*), и межрегиональные связи, способствующие кластеризации территорий, оттоку человеческого капитала в города федерального значения. Интенсивность цвета на карте показывает градацию локальных индексов Морана, то есть можно определить, насколько сильно данная территория вовлечена в процессы межрегионального взаимодействия по показателям человеческого капитала.

Использованный метод пространственного моделирования позволяет разбить регионы на четыре группы (квадранта). На *рис. 6, 7* представлены результаты этого моделирования.

Согласно методу пространственной эконометрики, полюсами роста для развития человеческого капитала при межрегиональном взаимодействии могут стать регионы, перечисленные в квадранте *HL*. Результаты показывают, что среди них – отдаленные регионы России и регионы с «ресурсо-ориентированной» экономикой (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, регионы Южного и Северо-Кавказского федеральных округов). В этих регионах достаточно высокий уровень человеческого капитала, и они могут стать драйвером развития ближайших территорий, перечисленных в квадранте *LH*.

Важно отметить, что города федерального значения не являются с точки зрения данной методологии кластеризации «локомотивами» для развития других территорий. Эти территории принадлежат квадранту *HH*, то есть они окружены территориями с высокими значениями человеческого капитала, и, как показало исследование, оттягивают ресурсы.

Как было отмечено, в России большую ответственность за развитие социальных институтов, формирующих человеческий капитал, несет государство. Особенно острой проблема ограниченности в средствах для финансирования развития человеческого капитала стала в слаборазвитых регионах. Развитие человеческого капитала в таких регионах невозможно без реализации федеральных программ социального развития. «Переток» человеческого капитала в города федерального значения будет негативно влиять на экономическое развитие регионов страны, усиливая их дифференциацию.

### **Заключение**

Исследование факторов, формирующих человеческий капитал, является важной научной задачей. Существуют различные подходы к оценке человеческого капитала на региональном уровне. В качестве его главных компонент выделяют образование, здравоохранение, охрану правопорядка, научные исследования и инновации, культуру, социальную инфраструктуру. Результаты проведенного исследования подтвердили мнение ряда авторов о значительной дифференциации регионов России по уровню развития человеческого капитала – наибольший уровень характерен для экономически развитых регионов. Такая ситуация может сопровождаться дальнейшим ухудшением качества человеческого капитала в экономически менее развитых регионах; внутренние миграционные потоки будут направлены в регионы, социально-экономическое положение которых более благоприятно.

Человеческий капитал оказывает сильное влияние на социально-экономическое развитие региона. Результаты моделирования методом построения регрессионных зависимостей выявили положительную нелинейную связь между показателем валового регионального продукта и уровнем человеческого капитала региона. Для снижения дифференциации в экономическом развитии регионов необходимо, чтобы региональная и федеральная политика была направлена на поддержание и развитие социальных институтов, способствующих формированию и развитию человеческого капитала. В настоящее время высокий уровень человеческого потенциала могут обеспечить города федерального значения, а также регионы, где основу экономики составляет нефтегазовая отрасль.

**Таблица 1****Показатели для комплексной оценки уровня человеческого капитала на региональном уровне****Table 1****Indicators for a comprehensive assessment of the level of human capital at the regional level**

| Показатель   | Влияние на развитие человеческого капитала |
|--|--|
| ВРП на душу населения, руб.  | Прямое                                     |
| Среднедушевые денежные доходы населения, руб./мес.   | Прямое                                     |
| Коэффициенты миграционного прироста (на 10 тыс. чел. населения)  | Прямое (прирост), обратное (убыль)         |
| Уровень участия в составе рабочей силы населения, %  | Прямое                                     |
| Уровень безработицы, %   | Обратное                                   |
| Число зарегистрированных преступлений на 100 тыс. чел. населения   | Обратное                                   |
| Ожидаемая продолжительность жизни при рождении (число лет)   | Прямое                                     |
| Заболеваемость на 1 тыс. чел. населения (зарегистрировано заболеваний с диагнозом, установленным впервые в жизни)                                    | Обратное                                   |
| Расходы консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации на здравоохранение, млн руб.   | Прямое                                     |
| Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 тыс. чел. населения (на начало учебного года), чел. | Прямое                                     |
| Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, чел.   | Прямое                                     |
| Численность исследователей, имеющих ученую степень, чел.   | Прямое                                     |
| Численность зрителей в театрах и число посещений музеев на 1 000 чел. населения (сумма посещений)  | Прямое                                     |
| Расходы консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации на образование, млн руб.   | Прямое                                     |

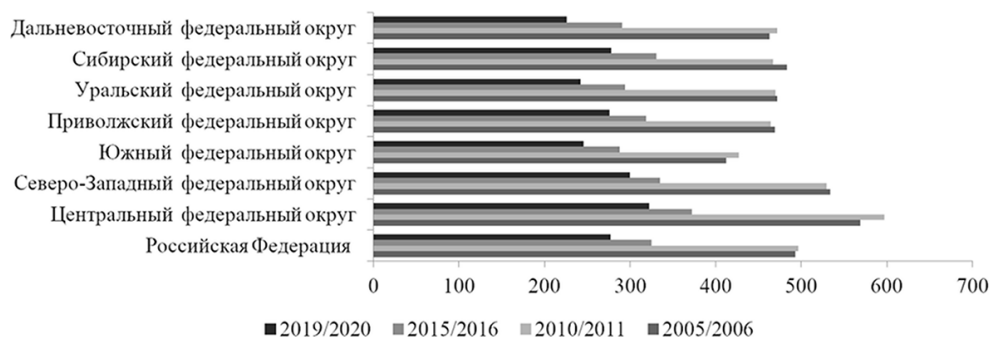
*Источник:* авторская разработка на основе [18]*Source:* Authoring, based on [18]

**Рисунок 1**

**Численность студентов на 10 тыс. чел. населения в 2005–2020 гг.  
(на начало учебного года), чел.**

**Figure 1**

**The number of students per 10,000 people in 2005–2020, as at the beginning  
of the academic year**



*Источник:* авторская разработка по данным Росстата

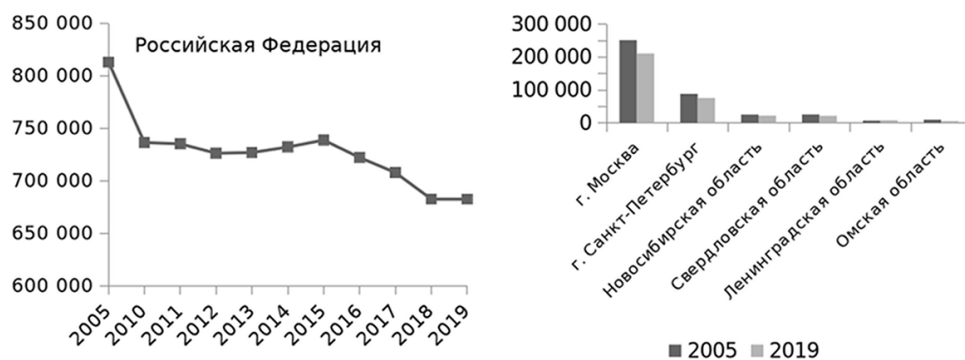
*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

**Рисунок 2**

**Динамика численности персонала, занятого научными исследованиями  
и разработками (2005–2019 гг.), чел.**

**Figure 2**

**Changes in the number of personnel engaged in research and development  
for 2005–2019, people**



*Источник:* авторская разработка по данным Росстата

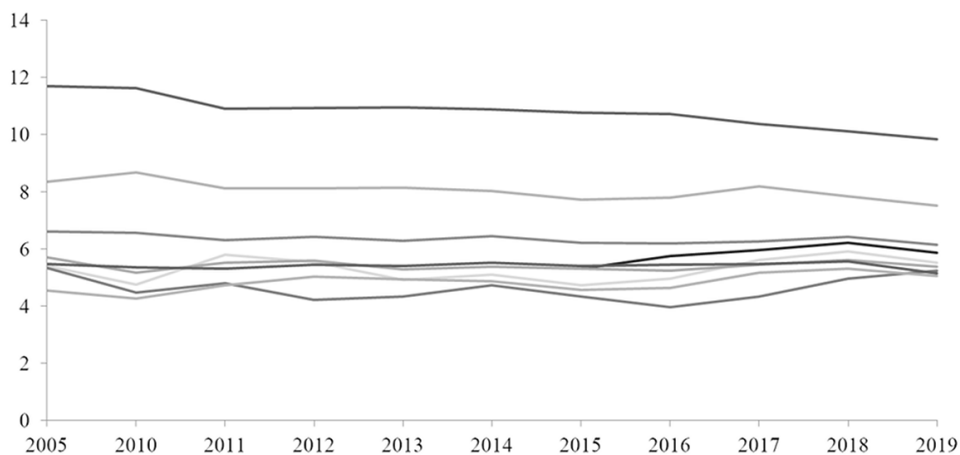
*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

**Рисунок 3**

**Рейтинг регионов России по уровню человеческого капитала (2019 г.)**

**Figure 3**

**Rating of Russian regions in terms of human capital in 2019**



*Примечание.* Представлены показатели по следующим регионам (сверху вниз): г. Москва, г. Санкт-Петербург, Московская область, г. Севастополь, Республика Татарстан, Чукотский автономный округ, Тюменская область (без автономных округов), Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

*Источник:* авторская разработка по данным Росстата

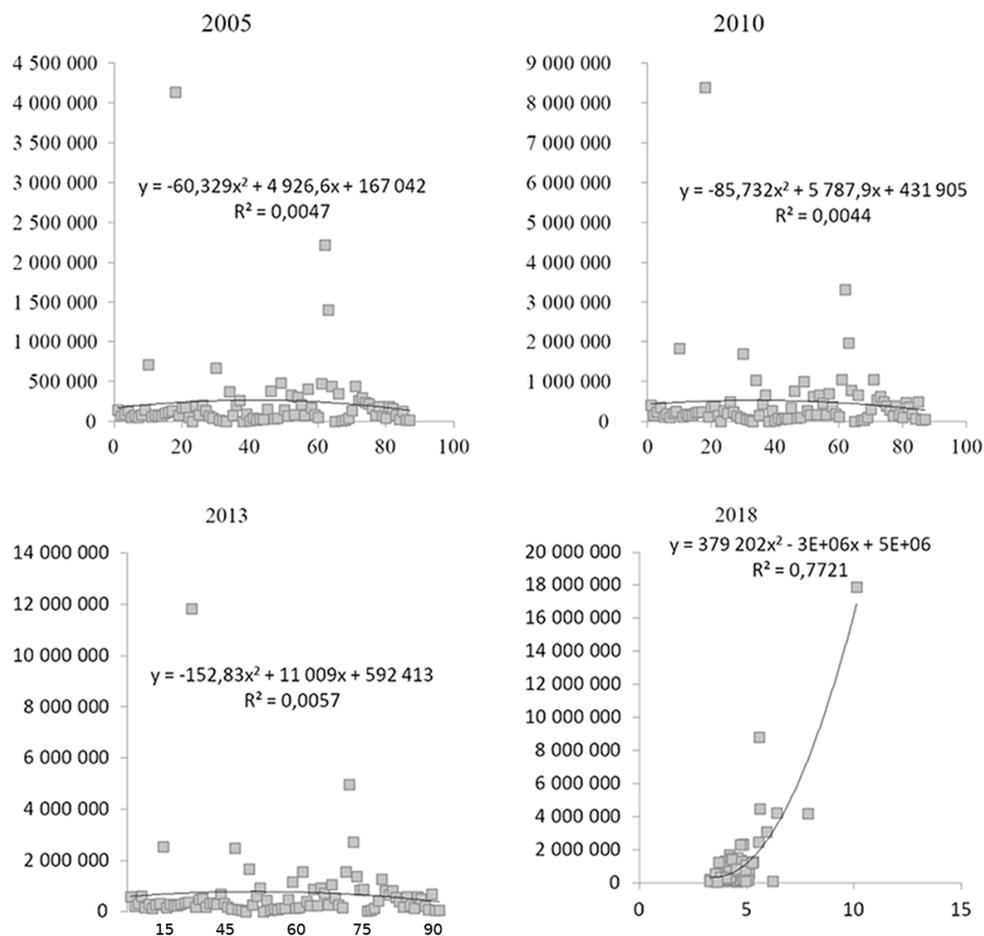
*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

**Рисунок 4**

**Моделирование влияния уровня человеческого капитала на социально-экономическое развитие регионов России: расчеты за 2005–2018 г.**

**Figure 4**

**Modeling of the impact of the level of human capital on the socio-economic development of the Russian Federation regions: calculations for 2005–2018**



*Источник:* авторская разработка по данным Росстата

*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

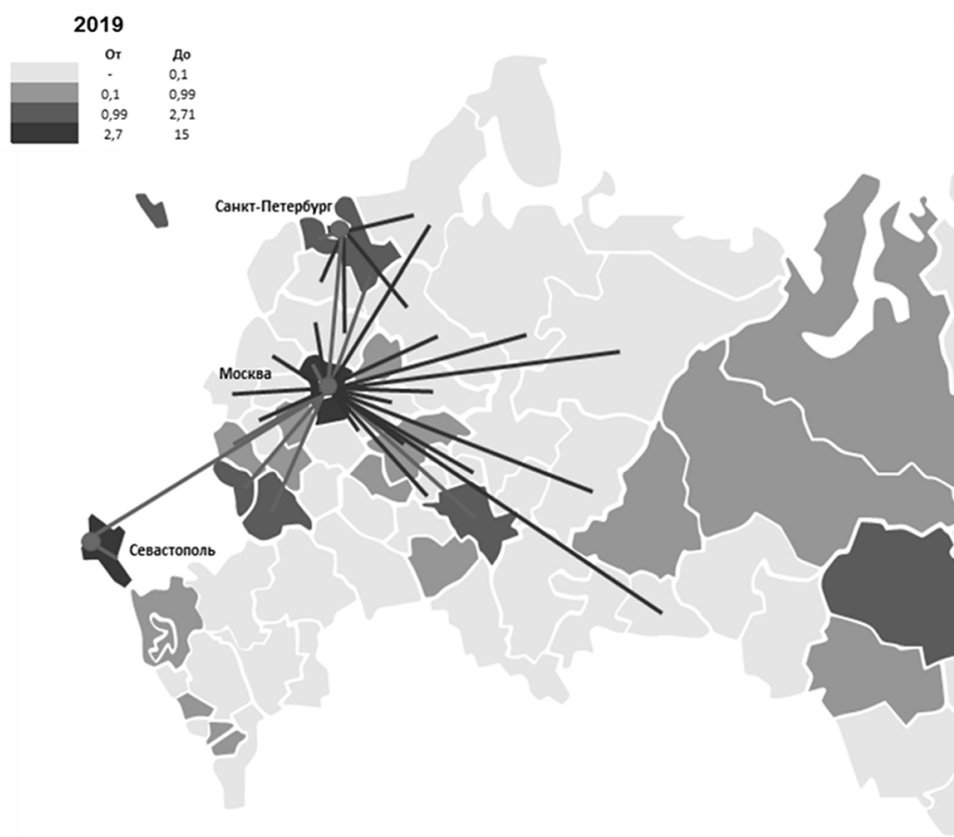


**Рисунок 5**

**Моделирование взаимодействия городов федерального значения в сфере развития человеческого капитала (2019 г.)**

**Figure 5**

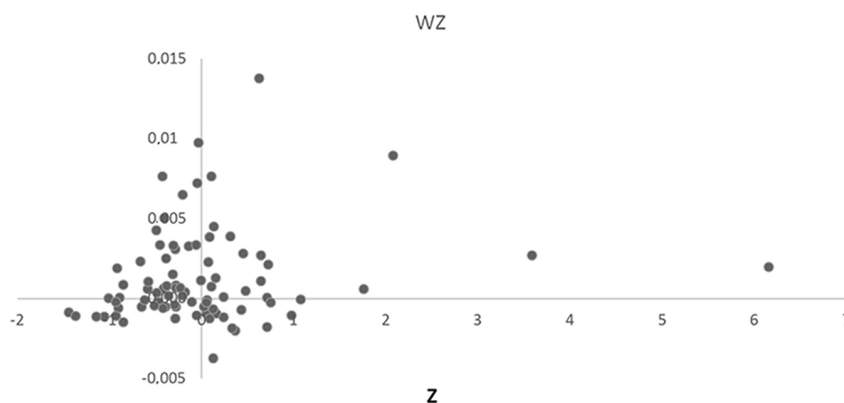
**Modeling of the interaction of cities with federal status in the field of human capital development, 2019**



*Примечание.* Показана градация регионов в соответствии с локальными индексами Морана.

*Источник:* авторская разработка по данным Росстата

*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

**Рисунок 6****Уровень человеческого капитала в регионах: карта рассеивания Морана****Figure 6****Moran's scatter map by level of human capital in regions***Источник:* авторская разработка по данным Росстата*Source:* Authoring, based on the Rosstat data**Рисунок 7****Матрица регионов по показателю «человеческий капитал» (2019 г.)****Figure 7****A matrix of regions by *Human Capital* indicator, 2019**

| Регионы с отрицательной автокорреляцией, с низкими значениями ЧК, окруженные регионами с высокими значениями ЧК  | Регионы с положительной автокорреляцией, с относительно высокими значениями ЧК, окруженные регионами с высокими значениями ЧК  |
|--|--|
| <b>ЛН</b><br>Еврейская автономная область ; Республика Коми ; Республика Дагестан ; Астраханская область ; Республика Калмыкия ; Мурманская область ; Архангельская область ; Республика Марий Эл ; Волгоградская область ; Ульяновская область ; Чувашская Республика ; Саратовская область ; Карачаево-Черкесская Республика ; Республика Северная Осетия-Алания ; Ростовская область ; Пензенская область ; Республика Карелия ; Вологодская область ; Костромская область ; Брянская область ; Псковская область ; Смоленская область ; Тамбовская область ; Ивановская область ; Орловская область ; Новгородская область ; Владимирская область ; Калужская область ; Тверская область ; Рязанская область | <b>НН</b><br>Ленинградская область ; Московская область ; Тульская область ; Республика Крым ; Нижегородская область ; Липецкая область ; Курская область ; г. Санкт-Петербург ; Воронежская область ; Ярославская область ; Белгородская область ; г. Москва ; Краснодарский край ; Калининградская область ; Республика Мордовия ; г. Севастополь ; Республика Адыгея ; Камчатский край ; Магаданская область          |
| Регионы с положительной автокорреляцией, с относительно низкими значениями ЧК, окруженные регионами с низкими значениями ЧК  | Регионы с отрицательной автокорреляцией, с относительно высокими значениями ЧК, окруженные регионами с низкими значениями ЧК   |
| <b>ЛЛ</b><br>Тюменская область ; Челябинская область ; Республика Алтай ; Алтайский край ; Курганская область ; Республика Хакасия ; Омская область ; Республика Тыва ; Республика Башкортостан ; Кемеровская область ; Пермский край ; Кировская область ; Удмуртская Республика ; Амурская область ; Иркутская область ; Приморский край ; Забайкальский край ; Оренбургская область ; Республика Саха (Якутия)  | <b>НЛ</b><br>Чукотский автономный округ ; Самарская область ; Сахалинская область ; Ямало-Ненецкий автономный округ ; Ставропольский край ; Ханты-Мансийский автономный округ - Югра ; Республика Бурятия ; Чеченская Республика ; Кабардино-Балкарская Республика ; Республика Татарстан ; Хабаровский край ; Красноярский край ; Томская область ; Свердловская область ; Новосибирская область ; Республика Ингушетия |

*Источник:* авторская разработка по данным Росстата*Source:* Authoring, based on the Rosstat data

## Список литературы

1. Ahmed Z., Asghar M.M., Malik M.N., Nawaz K. Moving towards a Sustainable Environment: The Dynamic Linkage between Natural Resources, Human Capital, Urbanization, Economic Growth, and Ecological Footprint in China. *Resources Policy*, 2020, vol. 67.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101677>
2. Абузирова Д., Белоусова В.Ю., Краюшкина Ж.П. и др. Роль человеческого капитала в сфере науки, технологий и инноваций // Форсайт. 2019. Т. 13. № 2. С. 107–119. URL: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.107.119>
3. Schultz T.W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 1961, vol. 51, iss. 1, pp. 1–17.  
URL: <https://www.ssc.wisc.edu/~walker/wp/wp-content/uploads/2012/04/schultz61.pdf>
4. Bontis N. Managing Organizational Knowledge by Diagnosing Intellectual Capital: Framing and Advancing the State of the Field. *International Journal of Technology Management*, 2001, vol. 18, iss. 5–8, pp. 433–462.  
URL: <https://doi.org/10.1504/IJTM.1999.002780>
5. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. New York, National Bureau of Economic Research, 1975, 264 p.
6. Park S.-D. The Nexus of FDI, R&D, and Human Capital on Chinese Sustainable Development: Evidence from a Two-Step Approach. *Sustainability*, 2018, vol. 10, iss. 6. URL: <https://doi.org/10.3390/su10062063>
7. Liu S., Yang X. Human Capital Externalities or Consumption Spillovers? The Effect of High-Skill Human Capital across Low-Skill Labor Markets. *Regional Science and Urban Economics*, 2021, vol. 87.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2020.103620>
8. Gulaliyev M.S., Muradov R.S., Hajiyeva L.A. et al. Study of Human Capital Development, Economic Indicators and Environmental Quality. *Ekoloji*, 2019, vol. 28, iss. 107, pp. 495–503.  
URL: <http://www.ekolojidergisi.com/download/study-of-human-capital-development-economic-indicators-and-environmental-quality-5614.pdf>

9. *Campbell S.G., Üngör M.* Revisiting Human Capital and Aggregate Income Differences. *Economic Modelling*, 2020, vol. 91, pp. 43–64.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.05.016>
10. *Михалкина Е.В., Крячко В.И.* Человеческий капитал Юга России в условиях цифровизации экономики: трехкомпонентная аналитическая модель // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2019. № 3. С. 126–137.  
URL: <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2019-1-3-126-137>
11. *Капкаев Ю.Ш., Нурмухаметов И.А.* К вопросу о формировании качественного человеческого капитала в контексте цифровизации российской экономики // Вестник Челябинского государственного университета. 2019. № 7. С. 91–101.  
URL: <https://doi.org/10.24411/1994-2796-2019-10710>
12. *Абраменко М.П., Ревунов Р.В., Щербина М.М.* Цифровизация региональной экономики как фактор развития человеческого капитала (на материалах Ростовской области) // Региональные проблемы преобразования экономики. 2019. № 8. С. 144–150.  
URL: <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2019-8-114-150>
13. *Земцов С.П., Смелов Ю.А.* Факторы регионального развития в России: география, человеческий капитал или политика регионов // Журнал Новой экономической ассоциации. 2018. № 4. С. 84–108.  
URL: <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2018-40-4-4>
14. *Дятлов С.А., Доброхотов М.А.* Формы реализации человеческого капитала в цифровой экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 4. С. 25–28.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-realizatsii-chelovecheskogo-kapitala-v-tsifrovoy-ekonomike/viewer>
15. *Пришляк Е.А., Радько С.Г.* Исследование факторов, влияющих на формирование человеческого капитала в Российской Федерации // Управленческие науки. 2018. Т. 8. № 2. С. 94–105.  
URL: <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2018-8-2-94-105>
16. *Кельчевская Н.Р., Ширинкина Е.В.* Региональные детерминанты эффективного использования человеческого капитала в цифровой экономике // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 2. С. 465–482.  
URL: <https://doi.org/10.17059/2019-2-12>

17. Юдин А.В., Чурсин А.А. Механизм управления конкурентоспособностью спутниковых сервисов в обеспечение экономического роста // Экономика и предпринимательство. 2020. № 12. С. 231–239.
18. Власюк Л.И., Строев П.В. Методика определения уровня развития человеческого капитала и его дифференциация в регионах России // Экономика. Налоги. Право. 2017. Т. 10. № 4. С. 86–95.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-urovnya-razvitiya-chelovecheskogo-kapitala-i-ego-differentsiatsiya-v-regionah-rossii/viewer>
19. Власюк Л.И., Кашин В.К., Макар С.В. Индикаторы гуманизации регионального развития: человеческий капитал // Экономика. Налоги. Право. 2016. Т. 9. № 6. С. 68–76.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikatory-gumanizatsii-regionalnogo-razvitiya-chelovecheskiy-kapital/viewer>
20. Казанцев С.В. Модели расчета показателей защищенности страны и ее регионов // Регион: экономика и социология. 2017. № 2. С. 32–51.  
URL: <https://doi.org/10.15372/REG20170202>
21. Суворова А.В. Развитие полюсов роста в Российской Федерации: прямые и обратные эффекты // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 6. С. 110–128.  
URL: <https://doi.org/10.15838/esc.2019.6.66.6>
22. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, 1995, vol. 27, iss. 2, pp. 93–115.  
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
23. Павлов Ю.В., Королева Е.Н. Пространственные взаимодействия: оценка на основе глобального и локального индексов Морана // Пространственная экономика. 2014. № 3. С. 95–110.  
URL: <https://doi.org/10.14530/se.2014.3.95-110>
24. Chen Y. New Approaches for Calculating Moran's Index of Spatial Autocorrelation. *PLoS ONE*, 2013, vol. 8, iss. 7.  
URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068336>
25. Иванова Н.И. Финансирование науки // Журнал новой экономической ассоциации. 2019. № 1. С. 195–201.  
URL: <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2019-41-1-8>

26. Альжанова Ф.Г., Лошкарева О.В. Модель кросс-индустриальных инноваций в развитии кластеров: мировая практика // Вестник Карагандинского университета. Серия «Экономика». 2017. Т. 86. № 2. С. 112–122. URL: <https://economy-vestnik.ksu.kz/apart/2017-86-2/14.pdf>
27. Акбердина В.В., Смирнова О.П. Кросс-индустриальная трансформация: структурные изменения и инновационное развитие // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2021. Т. 17. Вып. 7. С. 1238–1260. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.17.7.1238>

### **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.

pISSN 2073-1477  
eISSN 2311-8733

*Spatial Economics*

## AN ANALYSIS OF THE IMPACT OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT ON THE REGIONAL ECONOMY'S EFFICIENCY THROUGH THE SPATIAL CORRELATION APPROACH

Viktoriya V. AKBERDINA <sup>a,\*</sup>,  
Polina Yu. GROSHEVA <sup>b</sup>,  
Ol'ga P. SMIRNOVA <sup>c</sup>,  
Alena O. PONOMAREVA <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU),  
Yekaterinburg, Russian Federation  
akberdina.vv@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6463-4008>

<sup>b</sup> Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),  
Moscow, Russian Federation  
p.grosheva@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7546-6903>

<sup>c</sup> Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU),  
Yekaterinburg, Russian Federation  
smirnova.op@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6965-8028>

<sup>d</sup> Institute of Economics, Ural Branch of RAS,  
Yekaterinburg, Russian Federation  
ponomareva.ao@uiec.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0525-7115>

\* Corresponding author

### Article history:

Article No. 61/2022  
Received 14 Feb 2022  
Received in revised  
form 23 April 2022  
Accepted 7 June 2022  
Available online  
14 July 2022

**JEL classification:**  
E24, H52, J24

**Keywords:** region,  
socio-economic  
development, human  
capital, nonlinear  
modeling

### Abstract

**Subject.** This article examines the factors that determine the level of human capital in the regions of Russia.

**Objectives.** The article aims to analyze the differentiation of the regions of Russia by level of human capital development.

**Methods.** For the study, we used the methods of horizontal statistical analysis, nonlinear regression modeling, and spatial econometrics based on Moran's *I* measure.

**Results.** The article confirms the opinion of some authors about the significant differentiation of the regions of Russia in terms of the level of human capital development and reveals a positive nonlinear relationship between the indicators of the gross regional product and the level of human capital of the region.

**Conclusions.** Improving the quality of human capital in the region has a direct strong impact on the level of its economic development. A nonlinear form of the simulated dependence shows that there will come a time of marginal return on the use of human capital.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

**Please cite this article as:** Akberdina V.V., Grosheva P.Yu., Smirnova O.P., Ponomareva A.O. An Analysis of the Impact of Human Capital Development on the Regional Economy's Efficiency Through the Spatial Correlation Approach. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2022, vol. 20, iss. 7, pp. 1208–1234.  
<https://doi.org/10.24891/re.20.7.1208>

---

## Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) within research project № 19-29-07348.

## References

1. Ahmed Z., Asghar M.M., Malik M.N., Nawaz K. Moving towards a Sustainable Environment: The Dynamic Linkage between Natural Resources, Human Capital, Urbanization, Economic Growth, and Ecological Footprint in China. *Resources Policy*, 2020, vol. 67.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101677>
2. Abuzyarova D., Belousova V.Yu., Krayushkina Zh.P. et al. [The role of human capital in science, technology and innovation]. *Forsait = Foresight and STI Governance*, 2019, vol. 13, no. 2, pp. 107–119.  
URL: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.107.119>
3. Schultz T.W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 1961, vol. 51, iss. 1, pp. 1–17.  
URL: <https://www.ssc.wisc.edu/~walker/wp/wp-content/uploads/2012/04/schultz61.pdf>
4. Bontis N. Managing Organizational Knowledge by Diagnosing Intellectual Capital: Framing and Advancing the State of the Field. *International Journal of Technology Management*, 2001, vol. 18, iss. 5–8, pp. 433–462.  
URL: <https://doi.org/10.1504/IJTM.1999.002780>
5. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. New York, National Bureau of Economic Research, 1975, 264 p.
6. Park S.-D. The Nexus of FDI, R&D, and Human Capital on Chinese Sustainable Development: Evidence from a Two-Step Approach. *Sustainability*, 2018, vol. 10, iss. 6. URL: <https://doi.org/10.3390/su10062063>



7. Liu S., Yang X. Human Capital Externalities or Consumption Spillovers? The Effect of High-Skill Human Capital across Low-Skill Labor Markets. *Regional Science and Urban Economics*, 2021, vol. 87.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2020.103620>
8. Gulaliyev M.S., Muradov R.S., Hajiyeva L.A. et al. Study of Human Capital Development, Economic Indicators and Environmental Quality. *Ekoloji*, 2019, vol. 28, iss. 107, pp. 495–503.  
URL: <http://www.ekolojidergisi.com/download/study-of-human-capital-development-economic-indicators-and-environmental-quality-5614.pdf>
9. Campbell S.G., Üngör M. Revisiting Human Capital and Aggregate Income Differences. *Economic Modelling*, 2020, vol. 91, pp. 43–64.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.05.016>
10. Mikhalkina E.V., Kryachko V.I. [The human capital of the South of Russia in the conditions of digitalization of economy: threecomponent analytical model]. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski = State and Municipal Management. Scholar Notes*, 2019, no. 3, pp. 126–137. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2019-1-3-126-137>
11. Kapkaev Yu.Sh., Nurmukhametov I.A. [On the formation of high-quality human capital in the context of digitalization of the Russian economy]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Chelyabinsk State University*, 2019, no. 7, pp. 91–101. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.24411/1994-2796-2019-10710>
12. Abramenko M.P., Revunov R.V., Shcherbina M.M. [The digitalization of the regional economy as a factor of human capital development (on materials of the Rostov region)]. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki = Regional Problems of Transforming the Economy*, 2019, no. 8, pp. 144–150. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2019-8-114-150>
13. Zemtsov S.P., Smelov Yu.A. [Factors of regional development in Russia: geography, human capital and regional policies]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*, 2018, no. 4, pp. 84–108. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2018-40-4-4>
14. Dyatlov S.A., Dobrokhoto M.A. [Forms of realization of human capital in the digital economy]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2018, no. 4, pp. 25–28.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-realizatsii-chelovecheskogo-kapitala-v-tsifrovoy-ekonomike/viewer> (In Russ.)

15. Prishlyak E.A., Rad'ko S.G. [Studying the factors affecting the generation of human capital in the Russian Federation]. *Upravlencheskie nauki = Management Sciences*, 2018, vol. 8, iss. 2, pp. 94–105. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2018-8-2-94-105>
16. Kelchevskaya N.R., Shirinkina E.V. [Regional determinants of effective use of human capital in the digital economy]. *Ekonomika regiona = Economy of Region*, 2019, vol. 15, iss. 2, pp. 465–482. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.17059/2019-2-12>
17. Yudin A.V., Chursin A.A. [The control mechanism competitiveness of satellite services to economic growth]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2020, no. 12, pp. 231–239. (In Russ.)
18. Vlasyuk L.I., Stroev P.V. [A methodology for determining the level of human capital development and its differentiation in the regions of Russia]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, Taxes & Law*, 2017, vol. 10, iss. 4, pp. 86–95. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-urovnya-razvitiya-chelovecheskogo-kapitala-i-ego-differentsiatsiya-v-regionah-rossii/viewer> (In Russ.)
19. Vlasyuk L.I., Kashin V.K., Makar S.V. [Indicators of regional development humanization: human capital]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, Taxes & Law*, 2016, vol. 9, iss. 6, pp. 68–76.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikatory-gumanizatsii-regionalnogo-razvitiya-chelovecheskiy-kapital/viewer> (In Russ.)
20. Kazantsev S.V. [Models for assessing the indicators of protection of the country and its regions]. *Region: ekonomika i sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2017, no. 2, pp. 32–51. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.15372/REG20170202>
21. Suvorova A.V. [Development of growth poles in the Russian Federation: direct and reverse effects]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz = Economic and Social Change: Facts, Trends, Forecast*, 2019, vol. 12, iss. 6, pp. 110–128. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.15838/esc.2019.6.66.6>

22. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, 1995, vol. 27, iss. 2, pp. 93–115.  
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
23. Pavlov Yu.V., Koroleva E.N. [Spatial interactions: Evaluation with the help of global and local Moran's index]. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 2014, no. 3, pp. 95–110. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.14530/se.2014.3.95-110>
24. Chen Y. New Approaches for Calculating Moran's Index of Spatial Autocorrelation. *PLoS ONE*, 2013, vol. 8, iss. 7.  
URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068336>
25. Ivanova N.I. [Financial support for science]. *Zhurnal novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*, 2019, no. 1, pp. 195–201. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2019-41-1-8>
26. Alzhanova F.G., Lashkareva O.V. [The model of cross-industrial innovation in the development of clusters: international practice]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya: Ekonomika = Bulletin of Karaganda University. Economy Series*, 2017, vol. 86, iss. 2, pp. 112–122.  
URL: <https://economy-vestnik.ksu.kz/apart/2017-86-2/14.pdf> (In Russ.)
27. Akberdina V.V., Smirnova O.P. [Cross-industry transformation: Structural modifications and innovative development]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2021, vol. 17, iss. 7, pp. 1238–1260. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.17.7.1238>

### **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.