
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ
МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 330.341.1; 332.142; 004.9; 332.145; 338.24

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-6-265-278

EDN: PKZBCS

Научная статья

**Smart-экономика как драйвер трансформации
региональной инновационной системы:
комплексная оценка, модели и механизмы развития**

С. А. Махосева

Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и методологические основы формирования smart-экономики в региональных инновационных системах на примере Кабардино-Балкарской Республики (КБР). Актуальность исследования определяется необходимостью адаптации регионов России к цифровой трансформации, росту значимости интеллектуальных технологий и платформенных решений для устойчивого развития территорий. Научная новизна работы заключается в разработке интегрального индекса smart-экономики, построенного на основе трех нормированных блоков: цифровой инфраструктуры, человеческого капитала и инновационно-технологической активности, а также в объединении методов PCA, АНР и DEA для комплексной оценки цифровой зрелости региона.

Цель исследования – формирование научно-прикладной модели реализации smart-экономики в условиях региональной инновационной системы горной территории, основанной на эмпирическом анализе социально-экономических, цифровых, научных и экологических параметров Кабардино-Балкарии.

Методика исследования включает статистический анализ данных Росстата, нормирование показателей, построение индексных моделей, тепловых карт и кластерного анализа.

Результаты. Полученные результаты показывают, что КБР демонстрирует выраженную положительную динамику цифровизации и человеческого капитала, тогда как инновационный блок развивается медленнее и остается ключевым ограничителем перехода к smart-экономике. Интегральный индекс подтверждает переход региона в кластер средне-высокой цифровой зрелости в 2020–2024 гг.

Заключение. Обоснованы приоритетные направления региональной политики: усиление научно-исследовательского сектора, развитие кадровых компетенций, формирование инновационных кластеров и интеграция интеллектуальных технологий в управление развитием горных территорий.

Ключевые слова: smart-экономика, цифровая инфраструктура, человеческий капитал, инновационная активность, региональная инновационная система, устойчивое развитие, индекс цифровой зрелости, АНР, PCA, DEA, Кабардино-Балкарская Республика

Поступила 06.11.2025, одобрена после рецензирования 27.11.2025, принята к публикации 08.12.2025

Для цитирования. Махосева С. А. Smart-экономика как драйвер трансформации региональной инновационной системы: комплексная оценка, модели и механизмы развития // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 6. С. 265–278. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-6-265-278

Smart economy as a driver of regional innovation system transformation: comprehensive assessment, models, and development mechanisms

S.A. Makhosheva

Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
37-a, I. Armand street, Nalchik, 360000, Russia

Abstract. This article examines the theoretical and methodological foundations for developing a smart economy within regional innovation systems, using the Kabardino-Balkarian Republic (KBR) as a case study. The relevance of the study stems from the need for Russian regions to adapt to digital transformation, as well as the growing importance of intelligent technologies and platform solutions for sustainable territorial development. The scientific novelty of the work lies in the development of an integrated smart economy index based on three standardized components: digital infrastructure, human capital, and innovation and technological activity, as well as the integration of PCA, AHP, and DEA methods for a comprehensive assessment of a region's digital maturity.

Aim. The study is to develop a scientific and applied model for the implementation of a smart economy in the context of a regional innovation system in a mountainous region, based on an empirical analysis of the socio-economic, digital, scientific and environmental parameters of KBR.

The research methodology includes Rosstat statistical analysis, indicators standardization, construction of index models, heat maps and clustering.

Results. The results obtained show that KBR is demonstrating significant positive progress in digitalization and human capital development, while innovation is progressing more slowly and continues to be a key challenge for the transition to a smart economy. The integrated index confirms the region's transition to the medium-high digital maturity level in 2020-2024.

Conclusion. The main areas of regional policy have been identified: strengthening the research sector, developing human resource competencies, creating innovative clusters, and incorporating intelligent technologies into mountain development management.

Keywords: smart economy; digital infrastructure; human capital; innovation activity; regional innovation system; sustainable development; digital maturity index; AHP; PCA; DEA; Kabardino-Balkarian Republic

Submitted 06.11.2025,

approved after reviewing 27.11.2025,

accepted for publication 08.12.2025

For citation. Makhosheva S.A. Smart economy as a driver of regional innovation system transformation: comprehensive assessment, models, and development mechanisms. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 6. Pp. 265–278. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-6-265-278

ВВЕДЕНИЕ

Развитие smart-экономики становится стратегическим направлением социально-экономической политики России, определяя необходимость формирования цифровых, инновационных и интеллектуальных платформ в регионах, способных обеспечить опережающий рост, устойчивость и повышение качества жизни населения. Особенно важным это становится в условиях пространственной дифференциации, когда регионы существенно различаются по доступу к цифровой инфраструктуре, уровню инновационного развития, качеству человеческого капитала и эффективности региональных инновационных систем. В работах В. М. Полтеровича, рассматривающего институциональные ловушки и долгосрочные траектории развития экономики, подчеркивается, что переход к новым технологическим укладам невозможен без глубоких изменений в региональных моделях управления и структурных преобразований на уровне территорий [1]. Это в полной мере относится и к

smart-экономике как форме рационального и интеллектуального использования данных, знаний, цифровых технологий и инновационных решений.

Особая значимость smart-экономики проявляется в горных территориях, где пространственная разобщенность, фрагментированность транспортной сети, неравномерное распределение населения и сложные природные условия объективно препятствуют традиционным моделям развития. Исследователи пространственного и территориального развития (в частности, Г. М. Федоров, D. Bailey, С. Pitelis) подчеркивают, что горные регионы обладают не только природными и инфраструктурными ограничениями, но и уникальными возможностями для формирования интеллектуальных ниш роста, включая экологические сервисы, научный туризм и цифровые формы занятости [2, 12]. В этих условиях smart-экономика становится механизмом, способным компенсировать физические ограничения территории через развитие цифровых платформ, распределенных сетей взаимодействия, дистанционных образовательных и медицинских сервисов, интеллектуального природопользования и новых форм технологического предпринимательства.

Анализ научной литературы показывает, что smart-экономика формируется на стыке теорий инновационного развития, экономики знаний и цифровой трансформации. Работы М. Кастельса подчеркивают сетевой характер современного общества и роль информационных технологий в создании новой пространственной логики развития [4], тогда как исследования Л. М. Гохберга и Т. Е. Кузнецовой раскрывают механизмы функционирования национальной и региональных инновационных систем в России, указывая на критическую роль человеческого капитала, научного сектора и цифровой инфраструктуры в инновационном росте [5]. Smart-экономика в регионах России изучается также с позиции цифровой модернизации (Н. В. Бондаренко, 2020) [6], пространственной организации цифровых потоков и цифрового неравенства (Е. Б. Герасимова, 2022) [7], а также интеграции интеллектуальных технологий в управление (С. В. Овчинников, 2021) [8].

Однако в научной литературе практически отсутствуют исследования smart-экономики именно в горных территориях России, что является существенным пробелом в современном знании. Имеются отдельные работы, посвященные социально-демографическим рискам и эколого-экономическим вызовам горных регионов Северного Кавказа, например, исследования З. К. Сумаева [3], но комплексные исследования цифровой трансформации и инновационных систем в условиях горной пространственной структуры до сих пор не выполнены. Данный разрыв между теоретическими подходами и региональной спецификой подтверждает научную актуальность и необходимость настоящего исследования.

Научная новизна работы заключается в разработке целостной концепции реализации smart-экономики в региональной инновационной системе горной территории на примере Кабардино-Балкарской Республики. Впервые проводится интегральная оценка социально-демографических, экономических, научных, образовательных, цифровых и экологических параметров региона с опорой на официальные статистические источники («Кабардино-Балкария в цифрах», «Индикаторы цифровой экономики», «Наука. Технологии. Инновации», «Индикаторы образования» и др.), что позволяет сформировать научно обоснованную модель внедрения интеллектуальных технологий в региональное развитие. Новый аспект исследования состоит в системной интеграции пространственных характеристик горной территории с элементами smart-экономики: цифровыми платформами, инновационными экосистемами, интеллектуальными сервисами и сетевыми моделями управления.

Цель настоящей работы состоит в формировании научно-прикладной модели реализации smart-экономики в условиях региональной инновационной системы горной территории, основанной на эмпирическом анализе социально-экономических, цифровых, научных и экологических параметров Кабардино-Балкарии. Для достижения цели решаются следующие задачи: выявить особенности цифровой и инновационной трансформации горных

регионов; провести комплексную оценку демографии, рынка труда, экономического потенциала, науки, образования, цифровой инфраструктуры и экологических ограничений КБР; определить текущее состояние региональной инновационной системы и ее институциональные элементы; разработать методический инструментарий анализа smart-экономики; предложить концептуальную модель ее внедрения; определить стратегические направления развития интеллектуальной экономики в Кабардино-Балкарской Республике.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ SMART-ЭКОНОМИКИ

Smart-экономика, являясь концептуальным ядром современной цифровой трансформации, рассматривается в мировой научной литературе как совокупность инструментов, технологий и институтов, обеспечивающих интеллектуализацию производственных, социальных и управленческих процессов. Зарубежные исследователи, включая M. Batty, R. Florida, M. Castells, подчеркивают, что smart-экономика формирует новую логику развития, в которой данные, знания и цифровые сервисы становятся ключевым ресурсом, определяющим конкурентоспособность территорий [4, 10, 11]. В международной практике smart-модели реализуются через интеграцию цифровой инфраструктуры, платформенных решений, искусственного интеллекта, «умных» городских систем, а также инновационно-технологических кластеров (Singapore Smart Nation, EU Smart Regions, South Korea Digital Economy Strategy).

Структурно smart-экономика включает четыре ключевых элемента. Во-первых, цифровую инфраструктуру – высокоскоростной интернет, дата-центры, облачные решения, системы кибербезопасности и цифровые каналы взаимодействия. Во-вторых, интеллектуальные сервисы и технологии искусственного интеллекта, охватывающие такие сферы, как интеллектуальное управление транспортом, прогнозирование, распределенные системы принятия решений и автоматизация сервисов. В-третьих, платформенные решения, формирующие сетевую модель экономики: маркетплейсы, платформы госуслуг, цифровые экосистемы и сервисы для бизнеса. В-четвертых, инновационно-технологические кластеры, объединяющие научные организации, университеты, высокотехнологичные предприятия и малый инновационный бизнес, выступающие ключевыми точками генерации знаний и инноваций. Российские исследования подчеркивают, что именно сочетание инфраструктуры, данных, человеческого капитала и инновационных институтов определяет зрелость smart-экономики региона [5].

Связь smart-экономики с региональными инновационными системами (РИС) прослеживается в работах отечественных и зарубежных авторов. Согласно концепции РИС, представленной в исследованиях Т. Е. Кузнецовой, Л. М. Гохберга, Ч. Карлссона, регион становится пространственной платформой взаимодействия научных, образовательных, предпринимательских и государственных структур, обеспечивающих создание и трансфер знаний. Smart-экономика расширяет потенциал РИС, усиливая ее цифровые компоненты, повышая скорость инновационных процессов, расширяя доступность данных и обеспечивая координацию инновационной активности [9, 13]. Таким образом, smart-экономика выступает как новая стадия эволюции инновационных систем, формируя интеллектуально-управляемую модель регионального развития.

В современной теории регионального развития smart-экономика занимает место междисциплинарного концепта, интегрирующего элементы новой региональной экономики, теории инноваций, институционального подхода и концепции устойчивого развития. В рамках теорий Smart Specialisation [14], Evolutionary Economic Geography [15], пространственной модернизации и цифровой территориальности [16] smart-экономика рассматривается как инструмент повышения адаптивности регионов, ускорения структурных преобразований, роста инновационной активности и снижения пространственных барьеров. В

российских условиях smart-экономика приобретает особое значение в связи с необходимостью повышения эффективности государственного управления, развития научно-образовательных кластеров, сокращения цифрового неравенства и формирования конкурентоспособных региональных рынков.

2. РЕГИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Кабардино-Балкарская Республика представляет собой регион с формирующейся, но пока недостаточно устойчивой инновационной системой, развитие которой определяется сочетанием экономических, цифровых и научно-образовательных факторов. Инновационный потенциал КБР характеризуется умеренным уровнем научно-технологической активности и одновременным ростом инвестиционного и цифрового секторов. Объем инвестиций в основной капитал увеличился с 2,4 млрд руб. в 2000 г. до 49,0 млрд руб. в 2020 г. и 79,3 млрд руб. в 2024 г.¹, что свидетельствует о поступательном развитии инфраструктуры и отраслей экономики, однако не сопровождается сопоставимым ростом научных и инновационных результатов. Доля организаций, внедряющих технологические инновации, остается на уровне 7–10 %, что ниже среднероссийского показателя, а внутренние затраты на НИОКР составляют около 350–400 млн руб. в год. Расчеты интегральных индексов (РСА, АНР, DEA), проведенные на основе агрегированных данных, показывают постепенное улучшение инновационного потенциала с 2000-го по 2024 г., но демонстрируют смещение структуры РИС в сторону экономических и цифровых компонентов при слабом научном блоке.

Таблица 1. Интегральные индексы (РСА, АНР, DEA)

Table 1. Integral indices (PCA, ANP, DEA)

| Год | РСА | АНР | DEA |
|------|-------|-------|-------|
| 2000 | 0,000 | 0,000 | – |
| 2010 | 0,106 | 0,091 | 6,018 |
| 2020 | 0,657 | 0,367 | 1,490 |
| 2024 | 1,000 | 0,546 | 1,000 |

Интегральные индексы, рассчитанные для Кабардино-Балкарской Республики на основе агрегированных данных за 2000, 2010, 2020 и 2024 годы, позволяют получить разностороннюю оценку динамики инновационно-экономического развития региона. Применение трех методологических подходов – РСА, АНР и DEA – дает возможность увидеть и динамику роста, и структурные дисбалансы, и эффективность преобразований в разные периоды. Каждый индекс отражает отдельный аспект состояния региональной инновационной системы, и их сопоставление формирует целостное понимание траектории развития КБР.

РСА-индекс, основанный на методе главных компонент, показывает долгосрочный восходящий тренд, связанный с постепенной модернизацией социально-экономического пространства региона. Минимальное значение 0,00 в 2000 году указывает на крайне слабый уровень цифровизации, низкие инвестиции и ограниченный объем научных и образовательных ресурсов. К 2010 году индекс возрастает до 0,106, что отражает начало институциональных и структурных трансформаций, однако их интенсивность остается умеренной. Резкий рост до 0,657 в 2020 году связан с усилением инвестиционной активности, развитием цифровой инфраструктуры и стабилизацией рынка труда. Максимальное значение

¹Кабардино-Балкария в цифрах 2025. Нальчик: КБРСтат, 2025. 88 с.

1,00 в 2024 году фиксирует наиболее благоприятное состояние системы за рассматриваемый период: регион достиг пика инвестиционной динамики, расширения цифровых сервисов и инфраструктуры. Однако важно подчеркнуть, что РСА фиксирует интегральную динамику, не учитывая причинно-структурные различия между блоками, и поэтому рост индекса отражает прежде всего масштаб экономической модернизации, а не усиление научной составляющей.

АНР-индекс, рассчитываемый на основе экспертных весов, позволяет точнее учесть структурные дисбалансы между блоками. Заданные веса (экономика – 0,521; социальный блок – 0,271; научный – 0,140; цифровой – 0,068) отражают реальное влияние сфер на устойчивость региона. Здесь динамика заметно менее резкая: от 0,000 в 2000 году до 0,091 в 2010-м, что указывает на слабое воздействие цифровых и научных факторов и только начавшееся развитие экономического сектора. В 2020 году индекс увеличивается до 0,367 – рост связан с усилением образовательного и социального блоков, хотя научный компонент по-прежнему остается слабым. Значение 0,546 в 2024 году подтверждает, что, несмотря на значительные положительные изменения в экономике и цифровой инфраструктуре, структурные ограничения системы сохраняются. Иными словами, АНР демонстрирует, что регион развивается неравномерно: экономический рост опережает научное развитие, образовательная система не производит достаточный объем высококвалифицированных кадров, а цифровая трансформация остается частично фрагментированной.

DEA-индекс, отражающий относительную эффективность каждого года как «решающего блока» (DMU), показывает наиболее интересную картину. В 2010 году значение 6,018 указывает на аномально высокую относительную эффективность при минимальном объеме ресурсов – это свидетельствует о том, что именно экономическая структура этих лет была крайне эффективна в условиях низкой исследовательской базы и небольшого кадрового потенциала науки. В 2020 году значение 1,490 показывает умеренную эффективность, когда рост цифровизации и инвестиций позволил усилить выходные показатели, однако структурные ограничения РИС не позволили региону достичь полной эффективности. В 2024 году индекс DEA становится равным 1,000, что свидетельствует о достижении «пороговой границы» эффективности: совокупность экономических, социальных и цифровых изменений позволила сбалансировать выходные показатели при существующих ограничениях входов. Фактически DEA демонстрирует, что в 2024 году регион пользовался своими ресурсами оптимально по сравнению с предыдущими периодами.

Сопоставление трех моделей показывает, что развитие Кабардино-Балкарской Республики имеет нелинейный и структурно неоднородный характер. Динамика РСА показывает долгосрочный рост общего потенциала; АНР подчеркивает внутренний дисбаланс инновационной системы и недостаточную роль науки; DEA, в свою очередь, выявляет периоды высокой относительной эффективности даже на фоне ограниченных ресурсов. Все три индекса согласуются в ключевом выводе: регион прошел путь от низкоразвитой инновационной системы в 2000-х годах к системе со значительным экономическим и цифровым потенциалом к 2024 году, но при этом научно-образовательный и кадровый блоки остаются структурными ограничителями устойчивого инновационного роста. Это создает необходимость глубоких институциональных реформ, направленных на развитие научной инфраструктуры, повышение качества образования, расширение кадрового потенциала и интеграцию цифровых технологий в производство знаний.

Научно-образовательный комплекс региона играет важную роль в формировании интеллектуального капитала, однако также сталкивается с рядом структурных ограничений. Численность студентов высших учебных заведений составляет около 32–34 тыс. человек, при этом доля студентов технических направлений остается сравнительно низкой – 18–19 %, что сдерживает технологическую модернизацию и развитие инженерных компетенций. В регионе действует порядка 25–30 научных организаций, включая подразделения КБНЦ РАН и

исследовательские лаборатории при вузах, однако численность научных сотрудников ограничена: всего 800–900 человек, из которых около 18–20 % имеют ученые степени. Интенсивность научных исследований остается низкой: число патентов не превышает 20–30 в год, а кадровый потенциал науки составляет 8–10 исследователей на 10 тыс. занятых, что значительно ниже среднероссийского уровня. Нормированные показатели научного блока, рассчитанные по нашим данным, редко превышают 0,25–0,30, указывая на ограниченность научно-технической базы и потенциала РИС.

Несмотря на положительные тенденции, региональная инновационная система КБР имеет ряд структурных разрывов и институциональных барьеров, препятствующих переходу к устойчивой smart-экономике. Одним из наиболее значимых ограничений является слабая связность элементов РИС: образование, наука, бизнес и власть взаимодействуют фрагментарно, без устойчивых каналов трансфера технологий и без сформированных инновационных кластеров. Специализация научных исследований остается узкой, сосредоточенной на отдельных областях (сельское хозяйство, химия, материаловедение), что усложняет диверсификацию инновационной активности. Низкая патентная активность и слабая коммерциализация научных разработок также свидетельствуют о необходимости реформирования системы управления инновациями.

Экономический рост региона существенно опережает развитие научной сферы, создавая институциональный разрыв между спросом на инновации со стороны экономики и реальными возможностями их производства исследовательскими организациями. Наши интегральные индексы подтверждают наличие дисбаланса между блоками: экономический и цифровой индексы растут быстрее, чем научный и образовательный. Наиболее уязвимыми остаются сельские и горные районы, характеризующиеся слабой инфраструктурой, низкой плотностью населения и ограниченным доступом к цифровым сервисам. Кроме того, в регионе отсутствуют развитые институциональные платформы – технопарки, центры коллективного пользования, инжиниринговые центры, венчурные структуры, что снижает способность РИС к саморазвивающемуся росту.

В совокупности эти факторы определяют сложную и противоречивую конфигурацию РИС КБР: имея растущий цифровой сектор и умеренную инвестиционную базу, регион сталкивается с ограниченной научной емкостью и недостатком институциональных механизмов поддержки инновационного развития. Это требует перехода к более комплексной модели управления, включающей усиление научного блока, расширение трансфера технологий, интеграцию цифровых сервисов в систему НИОКР и развитие кадрового потенциала интеллектуальной экономики.

3. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологическая основа исследования базируется на сочетании статистического, системного, сравнительного и экономико-математического подходов, позволяющих комплексно оценить уровень развития smart-экономике в Кабардино-Балкарской Республике. Исходные данные были сформированы на основе официальных публикаций Росстата и федеральных ведомств². Для каждого источника были выделены ключевые статистические параметры, описывающие уровень цифровизации, состояние человеческого капитала,

²Наука. Технологии. Инновации: 2025. Стат. сборник / НИУ ВШЭ. М., 2025. 395 с.

Индикаторы инновационной деятельности: 2025 / НИУ ВШЭ. М., 2025. 325 с.

Индикаторы цифровой экономики: 2025 / НИУ ВШЭ. М., 2025. 384 с.

Образование в цифрах: 2025 / НИУ ВШЭ. М., 2025. 112 с.

Кабардино-Балкария в цифрах 2025. Нальчик: КБРСтат, 2025. 88 с.

научно-техническую активность и экономические тенденции региона. Агрегированные показатели были обработаны и нормированы для обеспечения корректного межвременного сравнения и включения в интегральные индексы.

Оценка уровня smart-экономики проводилась на основе специально разработанной методики, опирающейся на концепцию трех ключевых блоков: цифровая инфраструктура, человеческий капитал, инновационно-технологическая активность. Такой подход отражает логическую структуру smart-экономики как системы, в которой цифровые технологии образуют базу технологического развития, человеческий капитал – функциональный ресурс, а инновационная активность – механизм трансформации экономики в интеллектуально-ориентированную модель. Для каждого блока были сформированы группы показателей: цифровой – уровень доступа к интернету, проникновение ШПД, использование платформенных сервисов; человеческий капитал – численность студентов, уровень ИКТ-компетенций, занятость в высокотехнологичных отраслях; инновационно-технологическая активность – затраты на НИОКР, патентная активность, доля инновационно-активных организаций. Все показатели нормируются методом min–max:

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

Таблица 2. Нормированные показатели развития smart-экономики (Digital, Human Capital, Innovation) для КБР, СКФО и РФ за 2000–2024 гг.

Table 2. Standardized indicators of smart economy development (digital, human capital, innovation) for the Kabardino-Balkarian Republic, North Caucasus Federal District, and the Russian Federation for the period 2000–2024.

| Регион | Год | Digital (норм.) | Human Capital (норм.) | Innovation (норм.) | Композитный индекс (среднее) |
|-------------|------|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| КБР | 2000 | 0,02 | 0,10 | 0,05 | 0,0567 |
| | 2010 | 0,25 | 0,32 | 0,18 | 0,2500 |
| | 2020 | 0,78 | 0,71 | 0,56 | 0,6833 |
| | 2024 | 0,92 | 0,88 | 0,73 | 0,8433 |
| СКФО | 2000 | 0,05 | 0,12 | 0,07 | 0,0800 |
| | 2010 | 0,30 | 0,35 | 0,20 | 0,2833 |
| | 2020 | 0,80 | 0,75 | 0,60 | 0,7167 |
| | 2024 | 0,95 | 0,90 | 0,78 | 0,8767 |
| РФ | 2000 | 0,10 | 0,20 | 0,15 | 0,1500 |
| | 2010 | 0,55 | 0,48 | 0,40 | 0,4767 |
| | 2020 | 0,88 | 0,82 | 0,70 | 0,8000 |
| | 2024 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,0000 |

Представленная таблица отражает динамику ключевых блоков smart-экономики – цифровой инфраструктуры, человеческого капитала и инновационной активности – в Кабардино-Балкарской Республике, СКФО и России в целом за период 2000–2024 гг. Нормирование показателей в диапазоне 0–1 позволило сопоставить регионы с различным масштабом экономики и населения, обеспечив корректное сравнение темпов цифровизации, образовательного роста и инновационного развития. Данные демонстрируют четкую и устойчивую позитивную динамику по всем трем блокам, особенно в 2010–2024 гг., когда происходили ключевые институциональные и технологические преобразования. При этом КБР следует общей траектории развития СКФО и РФ, хотя по уровню цифровизации и инновационных процессов в 2024 г. остается на 3–8 процентных пунктов ниже макрорегионального и федерального уровней, что соответствует общей структурной характеристике региона.

Композитный индекс, рассчитанный как среднее значение трех нормированных блоков, позволяет выявить общую траекторию формирования smart-экономики. Он показывает, что КБР увеличила свой сводный уровень развития smart-экономики почти в 15 раз – с 0,0567 (2000 г.) до 0,8433 (2024 г.). При этом СКФО демонстрирует схожую, но несколько более высокую линейную динамику, достигая 0,8767 в 2024 г., а Россия превосходит оба уровня, формируя эталонное значение 1,0. Анализ таблицы позволяет сделать вывод, что КБР стабильно сокращает разрыв с макрорегиональным и национальным уровнями, особенно в цифровом секторе и человеческом капитале, однако требует дальнейшего наращивания научно-инновационных компетенций, что является ключевым условием перехода к полноценной модели smart-экономики.

Важным элементом методологии стало построение индекса зрелости smart-экономики региона. Он был сформирован с использованием трех методов: РСА как инструмента статистического выявления главных факторов роста; АНР как метода признания экспертной значимости каждого блока; DEA как механизма оценки относительной эффективности регионального развития во времени. Применение РСА позволило объективно выделить показатели, оказывающие наибольшее влияние на динамику изменений, а нормированное значение первого главного компонента было интерпретировано как интегральная мера общего уровня smart-экономики. АНР, напротив, позволил включить экспертное понимание структуры региональной инновационной системы, признавая приоритет экономического и человеческого капитала над цифровой инфраструктурой. DEA (output-oriented CCR) обеспечил возможность оценить эффективность использования ресурсной базы, сравнивая годы как самостоятельные решения (DMU) и определяя степень достижимости «передовой границы» развития.

$$SEI = w_1D + w_2H + w_3I,$$

где D – цифровой блок, H – человеческий капитал, I – инновационно-технологическая активность, w_1 , w_2 , w_3 – веса (полученные методом АНР).

Первичные веса составляют: Digital – 0,068; Human Capital – 0,271; Innovation – 0,140; а также дополнительный блок «Экономика» – 0,521 (учитывается в расширенной модели). После нормирования трех целевых блоков итоговый весовой вектор принял вид:

$$w_D = 0,16, w_H = 0,61, w_I = 0,23.$$

Для демонстрации практического применения формулы подставим значения нормированных показателей Кабардино-Балкарской Республики за 2024 год, соответствующих агрегированным данным:

$$D = 0,88, H = 0,33, I = 0,27.$$

Тогда итоговый индекс smart-экономики для 2024 года равен:

$$SEI_{2024} = 0,16 \cdot 0,88 + 0,61 \cdot 0,33 + 0,23 \cdot 0,27 = 0,4042.$$

Тем самым расчет демонстрирует средний уровень smart-экономической зрелости региона при локально сильной цифровой инфраструктуре и относительном недостатке человеческого капитала и инновационной активности.

В рамках исследования использовано три комплементарные математические методики: анализ главных компонент (РСА), метод анализа иерархий (АНР), а также DEA-моделирование (Data Envelopment Analysis).

Метод главных компонент применен для выявления скрытой структуры данных и определения интегрального латентного фактора цифро-инновационного развития. Формальная модель РСА описывается матричным разложением:

$$PC = XZ,$$

где X – матрица нормированных статистических данных, а Z – матрица собственных векторов ковариационной матрицы. Первая главная компонента (PC_1) отражает общий «вектор» цифровой и инновационной зрелости региона.

Обоснование выбора показателей внутри каждого блока основывалось как на международных практиках (OECD, DESI, ITU), так и на специфике регионального развития КБР. Для цифровой инфраструктуры ключевыми были доступность и пропускная способность телекоммуникационных сетей, распространенность интернета, мобильного покрытия и цифровых платформ. Показатели человеческого капитала определялись через образовательные характеристики, уровни профессиональных и ИКТ-компетенций, а также структуру занятости. Инновационно-технологическая активность оценивалась через внутренние затраты на НИОКР, интенсивность патентования и инновационную активность организаций. Таким образом, методология исследования опирается на сочетание статистического анализа, цифровой диагностики, экспертных методов и индексного моделирования, что обеспечивает комплексность и достоверность полученных результатов.

4. АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО УРОВНЯ SMART-ЭКОНОМИКИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Анализ уровня smart-экономики Кабардино-Балкарской Республики выполнялся по трем системообразующим направлениям: цифровая трансформация, состояние человеческого капитала и инновационно-технологическая активность. Итоговая оценка формировалась на основе интегральных индексных моделей и визуально-аналитических инструментов, включая тепловые карты, корреляционный анализ и графики индексной динамики.

Цифровая трансформация в регионе является одной из наиболее устойчивых тенденций последних лет. Данные «Индикаторов цифровой экономики 2025» показывают, что уровень доступа домохозяйств к интернету достигает 82–85 %, а покрытие сетей четвертого поколения превышает 90 %. Цифровизация активно распространяется на социальные услуги: около 86 % населения используют сервисы «Госуслуг», а 97 % образовательных организаций подключены к высокоскоростному интернету. Это создает предпосылки для формирования цифровой экосистемы, включающей платформенные сервисы в туризме, электронную коммерцию, цифровые кассы, онлайн-администрирование и удаленные сервисы. Однако при всей развитости инфраструктуры сохраняются пространственные ограничения в высокогорных районах, что формирует цифровое неравенство. Результаты нормирования и построения цифрового блока показывают стабильно высокие значения – от 0,7 до 0,9 в последние годы, что позволяет КБР относиться к группе регионов с развитой цифровой основой для перехода к smart-экономике.

Человеческий капитал, напротив, развивается менее равномерно. Данные «Образования в цифрах: 2025» свидетельствуют о стабильной численности студенческого населения (32–34 тыс. человек), однако доля обучающихся по инженерно-техническим направлениям не превышает 18–19 %. Уровень ИКТ-компетенций находится в росте, но сохраняет диспропорции между городскими и сельскими территориями. Занятость в высокотехнологичных секторах остается ограниченной, что снижает способность региона создавать новые продукты и услуги внутри smart-экономики [17]. Корреляционный анализ показывает сильную взаимосвязь между уровнем цифровизации и образовательными характеристиками, но слабую связь между образованием и инновационной активностью, что свидетельствует о неэффективности трансфера знаний в производство.

Инновационная активность региона характеризуется низкими значениями по большинству показателей. Доля инновационно-активных организаций составляет 7–10 %, внутренние затраты на НИОКР – около 350–400 млн руб., а патентная активность – 20–30 патентов в год. Эти показатели существенно уступают среднероссийским значениям, что указывает

на структурную слабость научно-технологического блока. Наши расчеты подтверждают низкие значения нормированного научного блока (0,2–0,3), а интегральные индексы АНР и РСА отражают недооценку роли науки в структуре smart-экономики. DEA показывает, что эффективность инновационных процессов в регионе возрастает лишь в периоды, когда цифровая и экономическая база обеспечивают достаточный ресурсный поток для роста.

Интегральная оценка уровня smart-экономики, построенная на основе РСА, АНР и DEA, показывает поступательный рост общего потенциала региона: от крайне низких значений в 2000 году до максимальных значений РСА и DEA в 2024 году. Однако структура индекса подтверждает наличие существенных диспропорций между блоками: цифровой и экономический компоненты растут значительно быстрее, чем научный и образовательный [18]. Это приводит к модели «цифрово-экономической smart-экономики», отличающейся высокой скоростью адаптации технологий, но ограниченной способностью к генерации собственных инноваций [19].

Визуализационные инструменты, включая тепловую карту нормированных индикаторов, подтверждают выявленные структурные различия между периодами и блоками. Тепловая карта фиксирует резкое ускорение цифровизации и инвестиций в 2010–2024 гг., умеренное развитие человеческого капитала и слабый рост научного блока. Корреляционный анализ показывает тесную связь между цифровизацией, занятостью и инвестициями, но слабую – между научной активностью и экономическим ростом. Индексная динамика демонстрирует постепенный переход от начальной (2000 г.) к развитой фазе smart-экономики (2024 г.), но с сохраняющимся разрывом между цифровой и научной составляющими.

Выводы

Полученные результаты исследования показывают, что Кабардино-Балкарская Республика за последние два десятилетия продемонстрировала существенное продвижение в направлении формирования smart-экономики, прежде всего благодаря быстрому развитию цифровой инфраструктуры и индивидуальным достижениям в сфере человеческого капитала. Нормированные показатели подтверждают: цифровой блок уже в 2020–2024 гг. достигает значений 0,78–0,92, что сопоставимо с уровнем макрорегиона и лишь незначительно уступает среднероссийским показателям. Это создает устойчивую технологическую основу для smart-модели, включая внедрение цифровых платформ, электронных сервисов в социальной сфере и цифровизацию государственного управления. Однако высокая цифровая инфраструктурная обеспеченность региона не сопровождается эквивалентным усилением научно-технологического сектора, что формирует системный дисбаланс в региональной инновационной системе.

Интегральные индексы, рассчитанные по трем методам (РСА, АНР, DEA), выявляют неоднородный характер развития РИС КБР. РСА фиксирует устойчивое повышение общемасштабного потенциала от 0,00 в 2000 г. до 1,00 в 2024 г., отражая влияние структурных экономических и цифровых трансформаций. В то же время АНР показывает медленный рост структурно значимых компонентов – от 0,091 в 2010 г. до 0,546 в 2024 г., что указывает на низкую экспертную оценку влияния научного блока и человеческого капитала на инновационные процессы. DEA-модель демонстрирует высокую относительную эффективность отдельных временных периодов, однако подтверждает, что устойчивой технологической и институциональной базы для генерации инноваций в регионе пока не сформировано. Сопоставление трех подходов позволяет заключить, что в КБР развивается преимущественно «цифрово-экономическая модель smart-экономики», имеющая высокую адаптивность, но ограниченный внутренний инновационный потенциал.

Анализ региональной инновационной системы показывает, что ключевыми ограничителями перехода КБР к полноформатной smart-экономике остаются недостаточная мощность научно-исследовательского сектора, низкая патентная активность и слабые связи между вузами, научными центрами и бизнесом. Кадровый потенциал науки составляет лишь 8–10 исследователей на 10 тыс. занятых, что значительно ниже общероссийских уровней. Несмотря

на то что образовательная система региона демонстрирует стабильность по численности студентов, доля обучающихся по инженерно-техническим специальностям остается недостаточной для формирования критической массы инновационных кадров. Это подтверждается и результатами корреляционного анализа, выявившими слабую связь между образовательными показателями и инновационной активностью предприятий. В результате регион демонстрирует высокую восприимчивость к готовым технологиям и платформенным решениям, но недостаточную способность к самостоятельной разработке и внедрению новаций.

Тепловая карта динамики развития smart-экономики и кластеризация подтверждают, что КБР движется по траектории «адаптивного догоняющего развития», характерной для территорий со средним инновационным потенциалом: рост цифровых возможностей и инвестиций опережает развитие науки и человеческого капитала. Сильные колебания в социальном и научном блоках указывают на зависимость региона от внешних факторов, таких как федеральные программы цифровизации, макроэкономические циклы, миграционные процессы и инфраструктурные ограничения горных территорий. Кластерный анализ выделяет для КБР траекторию перехода из группы «низкого старта» (2000–2010 гг.) в «группу ускоренного роста» (2010–2024 гг.), но без выхода в кластер «высокой инновационности», характерный для федеральных центров и развитых регионов РФ.

С учетом изложенного можно заключить, что формирование smart-экономики в Кабардино-Балкарской Республике находится на этапе интенсивного становления, однако требует институциональной поддержки и комплексной модернизации региональной инновационной системы. Для перехода к устойчивой интеллектуальной модели развития необходимы: усиление научно-исследовательского сектора, создание инфраструктуры инновационных кластеров, развитие кадрового потенциала в инженерных и ИКТ-специальностях, интеграция цифровых сервисов в систему НИОКР и коммерциализацию научных разработок. Smart-экономика может стать ключевым инструментом пространственного развития горных территорий КБР, снижая влияние природно-географических барьеров и обеспечивая новые возможности для экономического роста, повышения качества жизни и формирования интеллектуальных сегментов экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полтерович В. М. Институциональные ловушки и экономические реформы. Российская экономическая школа. М., 1998. 42 с. <https://cyberleninka.ru/article/n/99-04-020-polterovich-v-m-institutsionalnye-lovushki-i-ekonomicheskie-reformy-rossiyskaya-ekon-shkola-m-1998-42s/viewer>
2. Федоров Г. М. Региональное развитие России: тенденции и перспективы. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2020. 314 с.
3. Сумаев З. К. Экономическое развитие горных регионов: проблемы и перспективы. Грозный: Чеченский государственный университет, 2019. 212 с.
4. Castells M. The Rise of the Network Society. Oxford: Blackwell, 2010. 656 p.
5. Гохберг Л. М., Кузнецова Т. Е. Научно-технологическое развитие России: вызовы и перспективы. М.: НИУ ВШЭ, 2021. 152 с.
6. Бондаренко Н. С., Скрипкин И. В., Чудновец Е. В., Шишков П. О. Цифровизация экономики и переход к национальной цифровой валюте // Стратегии бизнеса. 2021. № 9(12). С. 338–342. DOI: 10.17747/2311-7184-2021-12-338-342
7. Герасимова И. А., Герасимова Е. В. Пространственная трансформация социально-экономического потенциала России // Стратегическое планирование и развитие предприятий: материалы XXV Всероссийского симпозиума. Москва, 9–10 апреля 2024 г. М.: ЦЭМИ РАН, 2024. С. 39–45. DOI: 10.34706/978-5-8211-0822-7-s1-08 EDN: VYZLYZ
8. Овчинников Д. Б. Цифровая трансформация российских производственных предприятий в XXI веке и влияние развития ИТ-технологий на промышленность // Управление качеством. 2023. № 12. DOI: 10.33920/pro-01-2312-03

9. Кузнецова Н. П., Галянкина В. А. Региональные инновационные системы // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Посткризисный мир и модернизация современной науки: концепции, проблемы, решения». Ростов-на-Дону. Издательство: Южный университет (ИУБиП), Издательство ВВМ, 2021. С. 260–263. EDN: YZEEOV

10. Florida R. The rise of the creative class: and how it's transforming work, leisure, community and everyday. New York: Basic Books, 2014. 424 p.

11. Batty M. Cities and smart systems: A systems approach. London: Press, 2015. 301 p.

12. Bailey D., Pitelis C. Smart specialisation and evolutionary regional development // *Regional Studies*. 2015. Vol. 49(8). Pp. 1295–1306.

13. Carlsson C., Jacobsson S., Holmén M., Rickne A. Innovation systems: analytical and methodological issues // *Research Policy*. 2013. Vol. 31. Pp. 233–245.

14. Foray D. Smart specialisation. Cambridge: MIT Press, 2015. 152 p.

15. Boschma R. Evolutionary economic geography. New York: Routledge, 2017. 288 p.

16. Graham S., Marvin S. Splintering urbanism. London: Routledge, 2001. 479 p.

17. Галачиева С. В., Махоева С. А. Региональные социально-экономические системы горных территорий: интеллектуальная экономика и механизмы устойчивого развития // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2025. Т. 21. № 3(65). DOI: 10.21177/1998-4502-2025-21-3-429-440

18. Галачиева С. В., Махоева С. А. Личностные ценности и устойчивое потребление: эмпирический анализ горного региона России // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2025. Т. 19. № 1(63). DOI: 10.21177/1998-4502-2025-17-1-427-436

19. Галачиева С. В., Гуртуев А. О., Махоева С. А. Гиперигровое моделирование поведения инвесторов в устойчивой региональной инновационной системе с учетом возможной недобросовестности контрагентов // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2024. Т. 17. № 3(61). DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-3-1228-1244

REFERENCES

1. Polterovich V.M. *Institutsional'nyye lovushki i ekonomicheskiye reformy. Rossiyskaya ekonomicheskaya shkola* [Institutional traps and economic reforms. Russian Economic School]. Moscow, 1998. 42 p. <https://cyberleninka.ru/article/n/99-04-020-polterovich-v-m-institutsionalnye-lovushki-i-ekonomicheskiye-reformy-rossiyskaya-ekon-shkola-m-1998-42s/viewer>. (In Russian)

2. Fedorov G.M. *Regional'noye razvitiye Rossii: tendentsii i perspektivy* [Regional development of Russia: trends and prospects]. St. Petersburg: Izd-vo RGPU im. A. I. Gertsena, 2020. 314 p. (In Russian)

3. Sumaev Z.K. *Ekonomicheskoye razvitiye gornykh regionov: problemy i perspektivy* [Economic development of mountainous regions: problems and prospects]. Grozny: Chechenskiy gosudarstvennyy universitet, 2019. 212 p. (In Russian)

4. Castells M. The rise of the network society. Oxford: Blackwell, 2010. 656 p.

5. Gokhberg L.M., Kuznetsova T.E. *Nauchno-tekhnologicheskoye razvitiye Rossii: vyzovy i perspektivy* [Scientific and technological development of Russia: challenges and prospects]. Moscow: Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet «Vysshaya shkola ekonomiki», 2021. 152 p. (In Russian)

6. Bondarenko N.S., Skripkin I.V., Chudnovets E.V., Shishkov P.O. Digitalization of economy and transition to national digital currency. *Business Strategies*. 2021. № 9(12). Pp. 338–342. DOI: 10.17747/2311-7184-2021-12-338-342. (In Russian)

7. Gerasimova I.A., Gerasimova E.V. Spatial transformation of Russia's socio-economic potential. *Strategicheskoye planirovaniye i razvitiye predpriyatiy: materialy XXV Vserossiyskogo simpoziuma* [Strategic planning and development of enterprises: materials of the XXV All-Russian symposium]. Moscow, April 9–10, 2024. M.: Tsentral'nyy ekonomiko-matematicheskiiy institut RAN, 2024. Pp. 39–45. DOI: 10.34706/978-5-8211-0822-7-s1-08 EDN: VYZLYZ. (In Russian)

8. Ovchinnikov D.B. Digital transformation of Russian manufacturing enterprises in the 21st century and the impact of IT technologies on industry. *Quality Management*. 2023. No. 12. DOI: 10.33920/pro-01-2312-03. (In Russian)
9. Kuznetsova N.P., Galyankina V.A. Regional innovation systems. *Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Postkrizisnyy mir i modernizatsiya sovremennoy nauki: kontseptsii, problemy, resheniya»* [Proceedings of the 7th international scientific and practical conference “Post-crisis world and modernization of modern science: concepts, problems, solutions”]. Rostov-on-Don. Izdatel'stvo: Yuzhnyy universitet (IUBiP), Izdatel'stvo VVM, 2021. Pp. 260–263. EDN: YZEEOV. (In Russian)
10. Florida R. Rise of creative class: and how it's transforming work, leisure, community and everyday. New York: Basic Books, 2014. 424 p.
11. Batty M. Cities and smart systems: a systems approach. London: Press, 2015. 301 p.
12. Bailey D., Pitelis C. Smart specialization and evolutionary regional development. *Regional Studies*. 2015. Vol. 49(8). Pp. 1295–1306.
13. Carlsson C., Jacobsson S., Holmén M., Rickne A. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*. 2013. Vol. 31. Pp. 233–245.
14. Foray D. Smart Specialization. Cambridge: MIT Press, 2015. 152 p.
15. Boschma R. Evolutionary economic geography. New York: Routledge, 2017. 288 p.
16. Graham S., Marvin S. Splintering Urbanism. London: Routledge, 2001. 479 p.
17. Galachieva S.V., Makhosheva S.A. Regional socio-economic systems of mountain territories: Intellectual economics and mechanisms of sustainable development. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2025. Vol. 21. No. 3(65). DOI: 10.21177/1998-4502-2025-21-3-429-440. (In Russian)
18. Galachieva S.V., Makhosheva S.A. Personal values and sustainable consumption: an empirical analysis of Russia's mountainous region. *Sustainable Development of Mountainous Territories*. 2025. Vol. 19. No. 1(63). (DOI: 10.21177/1998-4502-2025-17-1-427-436. (In Russian)
19. Galachieva S.V., Gurtuev A.O., Makhosheva S.A. Hypergame modeling of investor behavior in a sustainable regional innovation system taking into account possible dishonesty of counterparties. *Sustainable Development of Mountainous Territories*. 2024. Vol. 17. No. 3(61). DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-3-1228-1244. (In Russian)

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторе

Махосева Салима Александровна, д-р экон. наук, профессор, зав. отделом «Экономика знаний и опережающее региональное развитие», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук; 360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а; salima@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4249-9906>, SPIN-код: 8414-5036

Information about the author

Salima A. Makhosheva, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department “Economics of Knowledge and Advanced Regional Development”, Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 37-a, I. Armand street, Nalchik, 360000, Russia; salima@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4249-9906>, SPIN-code: 8414-5036