

МЕНЕДЖМЕНТ: СОВРЕМЕННЫЙ РАКУРС · MANAGEMENT: A MODERN PERSPECTIVE

Вестник МИРБИС. 2026. № 3 (47): С. 170–176

Vestnik MIRBIS. 2026; 3 (47): 170–176

Научная статья

УДК: 332.1:621.311.212

DOI: 10.25634/MIRBIS.2026.3.18

Разработка концепции регионального горного гидроэнергетического инновационного кластера

Сергей Владимирович Чернявский¹, Алан Борисович Хаджиев²

Аннотация. В статье авторами разработана концепция регионального гидроэнергетического инновационного кластера (РГЭК) как инструмента комплексного освоения гидроэнергетического потенциала горных территорий. Организация такого кластера рассматривается авторами как один из важнейших механизмов инновационного развития горных территорий, который обеспечивает переход от разрозненного «объектового» строительства к модели системного освоения энергетического потенциала. Используются методы исследования, такие, как системный анализ, структурно-функциональное моделирование; сравнительный анализ; экспертный метод (Дельфи); кластерное картирование и др. В статье предлагается четырёхблочная структурная модель РГЭК и трёхуровневая система оценки эффективности кластера на основе интегрального показателя IPГЭК. В заключении формулируются обоснованные выводы и рекомендации как для федеральных и региональных органов власти, так и хозяйствующих субъектов.

Ключевые слова: региональное развитие, инновации, гидроэнергетический кластер, горные регионы, кластерный подход, энергетический потенциал, экология, устойчивое развитие

Для цитирования: Чернявский С. В. Разработка концепции регионального горного гидроэнергетического инновационного кластера / С. В. Чернявский, А. Б. Хаджиев.

DOI: 10.25634/MIRBIS.2026.3.18 // Вестник МИРБИС. 2026; 3:170–176.

JEL: O30, R10, R30, L14

Original article

Development of a concept for a regional mountain hydropower innovation cluster

Sergey V. Chernyavsky³, Alan B. Khadzhiev⁴

Abstract. In this article, the authors develop the concept of a regional hydropower innovation cluster (RHIC) as a tool for the integrated development of the hydropower potential of mountainous areas. The authors consider the organization of such a cluster to be one of the most important mechanisms for the innovative development of mountainous areas, which ensures the transition from disparate «object» construction to a model for the systemic development of energy potential. Research methods used include systems analysis, structural and functional modeling; comparative analysis; the expert method (Delphi); cluster mapping, etc. The article proposes a four-block structural model of the RHIC and a three-level system for assessing cluster effectiveness based on the integrated indicator IHRHC. The conclusion formulates substantiated conclusions and recommendations for both federal and regional authorities and economic entities.

Key words: regional development, innovations, hydropower cluster, mountainous regions, cluster approach, energy potential, ecology, sustainable development

For citation: Chernyavsky S. V. Development of a concept for a regional mountain hydropower innovation cluster. By S. V. Chernyavsky, A. B. Khadzhiev. DOI: 10.25634/MIRBIS.2026.3.18. *Vestnik MIRBIS*. 2026; 3:170–176 (in Russ.).

JEL: O30, R10, R30, L14

1 ЦЭМИ РАН (Москва, Россия). vols85-85@mail.ru

2 Российская государственная академия интеллектуальной собственности (Москва, Россия). khadzhiev_alan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5197-2761>

3 Central Economic and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia). vols85-85@mail.ru

4 Russian State Academy of Intellectual Property (Moscow, Russia). khadzhiev_alan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5197-2761>

Введение

Горные территории Российской Федерации, Кавказского региона и Центральной Азии располагают колоссальным нереализованным гидроэнергетическим потенциалом. Сегодня возможный потенциал горных рек России оценивается в 1 700 млрд кВт·ч в год, при том, что степень его освоения не достигает 25 % [Безруких 2005].

Целью данной работы является разработка теоретической концепции РГЭК, которая включает в себя структурную модель, функциональную характеристику и совокупность специфических детерминант, учитывающих особенности горных территорий.

Методы исследования

Основными методами при подготовке исследования явились системный анализ и структурно-функциональное моделирование, которые позволили выявить функциональные «разрывы», прежде всего в инновационно-образовательном и инфраструктурном обеспечении, характерные для горных регионов при отсутствии кластерной организации.

Сравнительный анализ и метод кейсов

Анализировался опыт гидроэнергетических кластеров и территориально-производственных комплексов в горных регионах мира: Норвегии, Швейцарии, провинции Юньнань (Китай), Кыргызстане и Таджикистане. Метод кейсов применялся при анализе действующих проектов на Северном Кавказе и в Республике Алтай. Результаты верифицировали структурную модель и позволили отобрать наиболее эффективные институциональные практики.

Метод экспертных оценок (Дельфи) и кластерное картирование

Для определения весовых коэффициентов в интегральном показателе проведён двухраундовый опрос по методологии Дельфи (14 специалистов: учёные, инжиниринговые компании, органы власти, институты развития). Коэффициент конкордации Кендалла составил 0,74, что свидетельствует о достаточном уровне согласованности мнений экспертов. Метод кластерного картирования на основе локационных квотиентов (LQ) [Delgado 2010] выявил значения $LQ > 1,25$ для

гидроэнергетики и гидростроительства в восьми горных субъектах РФ, подтвердив наличие предпосылок для кластерного развития.

Результаты исследования

Теоретико-методологические основания концепции

Региональный гидроэнергетический кластер определяется авторами как территориально локализованная, институционально структурированная совокупность организаций, связанных производственными, технологическими, информационными и социальными отношениями по поводу освоения гидроэнергетического потенциала региона, производства, передачи и распределения электрической энергии, а также обеспечения смежных видов деятельности, базирующихся на использовании водных ресурсов [Гранберг 2000; Пчелинцев 2004].

Принципиальное отличие РГЭК от территориально-производственного комплекса состоит в том, что кластер формируется рыночной самоорганизацией при поддерживающей роли государства; отношения внутри него носят горизонтальный сетевой характер; структура открыта для включения новых участников. Концепция умной специализации (Д. Форей, Ф. Маккан и др.) рассматривает гидроэнергетику горных территорий как приоритетную область специализации, требующую концентрации публичных инвестиций, в том числе в развитие инновационной инфраструктуры [Foray 2011; McCann 2015]. Теория региональных инновационных систем (Б.-А. Лундвалл) дополняет эту логику, обосновывая необходимость институционализированных механизмов передачи знаний между исследовательскими организациями и производственными участниками кластера [Lundvall 1992].

Структурная модель РГЭК

Модель включает четыре взаимосвязанных блока, синергия которых принципиально недостижима при изолированном функционировании участников [Porter, 2008].

Производственное ядро

Образуют генерирующие компании (ГЭС крупные — свыше 25 МВт, средние — 1–25 МВт, ма-

1 © С. В. Чернявский, А. Б. Хаджиев, Институт МИРБИС, 2026
Вестник МИРБИС, 2026, № 3(47), с. 170–176.

2 © S. V. Chernyavsky, A. B. Khadzhiev, Institute MIRBIS, 2026
Vestnik MIRBIS, 2026, # 3(47), pp. 170–176

лые — до 1 МВт), сетевые и энергосбытовые организации, водохозяйственные предприятия. Ядро задаёт базовую специализацию кластера и является источником его первичного экономического эффекта.

Инфраструктурная оболочка

Включает строительные и инжиниринговые компании гидротехнического профиля, предприятия по производству и поставке оборудования (турбины, генераторы, трансформаторы, SCADA), организации технического обслуживания и логистическую инфраструктуру. Функция оболочки — снижение транзакционных издержек ядра через специализацию и эффект масштаба, а также ускоренное внедрение инноваций в производственные процессы участников кластера [Rastvortseva 2015].

Инновационно-образовательный блок

Профильные вузы, НИИ и проектно-исследовательские организации, центры трансфера технологий, технопарки. Отличительная черта — высокая доля прикладных исследований, ориентированных на конкретные водотоки с их

индивидуальными гидрологическими и геологическими характеристиками.

Институциональная среда

Органы государственной власти всех уровней, кластерная управляющая организация (КУО), отраслевые ассоциации, финансовые институты развития, общественные структуры, представляющие интересы населения территорий присутствия кластера.

Функции регионального гидроэнергетического кластера

На основе анализа теоретической литературы и практики энергетических кластеров выделено пять базовых функций РГЭК (таблица 1). Функции взаимообусловлены: инновационная реализуется лишь при зрелом производственном ядре — «якорном потребителе» технологических решений; социальная создаёт демографическую базу для воспроизводства квалифицированных кадров кластера; экологическая выступает условием долгосрочной общественной приемлемости гидроэнергетических проектов [Ketels 2013].

Таблица 1. Функции регионального гидроэнергетического кластер

Функция РГЭК	Содержание функций	Показатели эффективности (индикаторы)
Энергетическая	Обеспечение региона ВИЭ, снижение зависимости от органического топлива, надёжность энергоснабжения изолированных территорий	Доля ВИЭ в балансе, кВт·ч/чел., стоимость энергии
Экономическая	Создание добавленной стоимости, налоговые поступления, мультипликатор занятости 1:3,2–3,8	ВРП кластера, бюджетная эффективность, индекс локализации закупок
Экологическая	Замещение углеродоёмкой генерации, мониторинг воздействия на водные экосистемы речных бассейнов	т CO ₂ -экв./кВт·ч, индекс биоразнообразия
Социальная	Электрификация горных территорий, рабочие места, повышение качества жизни и удержание населения	Уровень электрификации (%), з/п, коэф. миграционного оттока
Инновационная	Формирование компетенций в цифровой диспетчеризации, прогностической гидрологии, строительстве в сложных природных условиях; наращивание инновационного потенциала участников кластера	Число патентов, доля НИОКР в выручке, индекс технологической готовности

Источник: таблица авторов по данным настоящего исследования

Особенности формирования РГЭК на горных территориях

Горный рельеф определяет шесть принципиальных детерминант, отличающих РГЭК горного типа от кластеров равнинных территорий.

Транспортно-логистическая обособленность

Ограниченная доступность площадок удорожает логистику на 40–180 % и повышает требования к локализации производства материалов и компонентов непосредственно в горном регионе [Boschma 2005]. Перспективны беспилотные авиационные системы для мониторинга и доставки грузов, а также аддитивные производства на

строительных площадках.

Гидрологическая изменчивость

Резкая сезонная неравномерность стока, интенсивный транспорт наносов и катастрофические паводки обуславливают применение дериивационных схем, регулирующих ёмкостей и промывных устройств. Это порождает устойчивую потребность в компетенциях горной гидрологии, которые должны воспроизводиться инновационно-образовательным блоком кластера.

Сейсмическая уязвимость

Большинство горных территорий с высоким гидроэнергетическим потенциалом расположе-

но в зонах активностью 7–9 баллов (Кавказ, Саяно-Алтайский регион, Памир, Тянь-Шань). Это предъявляет исключительные требования к антисейсмическому проектированию гидротехнических сооружений и предполагает включение в кластер организаций непрерывного сейсмологического мониторинга.

Механизм управления и оценки эффективности РГЭК

Управление РГЭК строится на принципах партнёрского сетевого взаимодействия при координирующей роли КУО, которая не наделяется административными полномочиями над участниками, но осуществляет координацию совместных проектов, представляет интересы кластера перед органами государственной власти, аккумулирует

и распространяет информацию об условиях ведения деятельности, а также организует систему мониторинга [Несиоловская 2020].

Интегральный показатель эффективности определяется по формуле 1:

$$IPГЭК = \sum (wi \times Pi / Pi^*) \quad (1)$$

где: wi — весовой коэффициент i -го показателя, Pi — фактическое значение, Pi^* — целевое значение.

Коэффициенты устанавливаются экспертным методом с учётом приоритетов региональной политики. Трёхуровневая система мониторинга обеспечивает сбалансированный учёт экономических, экологических и социальных результатов деятельности кластера (таблица 2).

Таблица 2. Система показателей оценки эффективности РГЭК

Наименование показателя	Ед. изм.
I. Производственное ядро	
Установленная мощность ГЭС кластера	МВт
Годовая выработка электроэнергии	млн кВт·ч
Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ)	%
Удельные операционные издержки производства	руб./кВт·ч
II. Региональная экономика	
Доля гидроэнергетики в региональном производстве энергии	%
Мультипликатор занятости кластера	коэф.
Налоговые поступления от участников в региональные бюджеты	млн руб.
Индекс локализации кластера (доля местных закупок)	%
III. Устойчивое развитие	
Удельное предотвращённое климатическое воздействие	т CO ₂ -экв./кВт·ч
Индекс биоразнообразия водных объектов	ед.
Уровень удовлетворённости местного населения деятельностью кластера	балл (1–10)

Источник: таблица авторов по данным настоящего исследования

Выводы и рекомендации

Основные выводы

Вывод 1. РГЭК обеспечивает синергетический эффект за счёт координации производственной, инфраструктурной, инновационной и институциональной составляющих. Расчётный мультипликатор занятости горного РГЭК (1:3,2–3,8) существенно превышает аналогичный показатель при изолированном строительстве отдельных ГЭС.

Вывод 2. Четырёхблочная структурная модель обеспечивает системное описание РГЭК как объекта управления и создаёт методологическую основу для разработки программ кластерного развития в конкретных горных регионах страны.

Вывод 3. Шесть специфических детерминант горных территорий требуют адаптации стандартных кластерных моделей. Игнорирование хотя бы одного из этих факторов при разработке кластерной политики существенно снижает вероятность её успешной реализации.

Вывод 4. Трёхуровневая система мониторинга и интегральный показатель IPГЭК обеспечивают сравнительный анализ эффективности кластеров в различных горных субъектах и формируют доказательную базу для принятия управленческих решений. Кластерное картирование подтвердило наличие предпосылок к созданию РГЭК в восьми горных регионах РФ ($LQ > 1,25$).

Рекомендации для федеральных органов государственной власти

Р1. Разработать федеральную программу «Гидроэнергетика горных территорий», предусматривающую: ускоренную амортизацию гидротехнического оборудования; инвестиционный налоговый вычет на НИОКР в области горной гидрологии и стимулирование инновационной активности производителей оборудования; преференциальный режим оптового рынка электроэнергии для ГЭС в изолированных энергосистемах горных регионов.

Р2. Сформировать реестр РГЭК — аналог Реестра промышленных кластеров Минпромторга, включение в который предоставляло бы право на субсидии для совместных кластерных проектов. Закрепить в Водной стратегии РФ обязательность разработки схем КИОВО горных рек с применением кластерных подходов. Рекомендации для региональных органов управления

Р3. Включить концепцию РГЭК в стратегии социально-экономического развития горных субъектов РФ в качестве приоритетного направления умной специализации и обеспечить соответствующее финансирование из региональных бюджетов развития. Учредить КУО в форме некоммерческого партнёрства с паритетным участием генерирующих компаний, строительного сектора, вузов и органов власти в статусе «единого окна» для инвесторов в гидроэнергетику.

Р4. Разработать программу локализации производства компонентов малой гидроэнергетики в горных регионах в кооперации с машиностроительными предприятиями Уральского и Сибирского кластеров, доведя индекс локализации до целевого уровня не менее 60 %.

Рекомендации для хозяйствующих субъектов

Р5. Генерирующим компаниям рекомендует-

ся перейти от разовых заказов к долгосрочным контрактам с региональными строительными и сервисными организациями, стимулируя инвестиции последних в специализированные компетенции и совместную разработку инноваций. Инжиниринговым компаниям целесообразно создавать консорциумы в форме SPV для реализации крупных проектов, выходящих за рамки возможностей отдельных игроков.

Р6. Вузам рекомендуется создавать совместные с генерирующими компаниями лаборатории горной гидрологии, переориентировать программы подготовки на компетенции цифровизации диспетчерских систем и экологического мониторинга гидроузлов, формируя тем самым воспроизводимую кадровую базу кластера.

Заключение

Разработанная концепция РГЭК восполняет пробел в теории региональной экономики, связанный с отсутствием кластерных моделей, адаптированных к горным территориям. Предложенные структурная модель, функциональная классификация, шесть детерминант горной специфики и система мониторинга образуют целостный инновационный инструментарий, непосредственно применимый в практике регионального стратегического планирования. Реализация изложенных рекомендаций позволит обеспечить переход от «объектовой» к системной модели освоения гидроэнергетического потенциала, создать устойчивые региональные цепочки стоимости и достичь синергетического эффекта в интересах комплексного развития горных регионов.

Дальнейшие исследования предполагают апробацию концепции на конкретных горных субъектах РФ с применением эконометрических методов оценки синергетических эффектов и разработку методологии межрегионального бенчмаркинга РГЭК.

Список источников

- Безруких, П. П. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии / П. П. Безруких, Д. С. Стребков. Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2005. 263 с. ISBN 5-85941-030-1. EDN QMIOBD.
- Гранберг, А. Г. Основы региональной экономики : Учебник для вузов. Москва : Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, 2000. 495 с. ISBN 5-7598-0074-4. EDN RIKLSJ.
- Несиоловская, Т. Н. Кластер как форма гармонизации региональной экономики / Т. Н. Несиоловская, Е. О. Степанова. Ярославль : Ярославский государственный технический университет, 2020. 156 с. ISBN 978-5-9914-0884-4. EDN ZSFLLS.
- Пчелинцев, О. С. Региональная экономика в системе устойчивого развития / О. С. Пчелинцев ; О. С. Пчелинцев. Москва : Наука, 2004. 457 с. ISBN 5-02-032767-0. EDN QQERDX.

- Boschma, R. Proximity and Innovation: A Critical Assessment // *Regional Studies*. 2005; 39(1):61–74. DOI 10.1080/0034340052000320887.
- Delgado, M., Porter, M. E., Stern, S. Clusters and Entrepreneurship // *SSRN Electronic Journal*. 2010; 10(4):495–518. DOI 10.2139/ssrn.1689084
- Foray, D., David, P. A., Hall, B. H. Smart Specialization From Academic Idea to Political Instrument, the Surprising Career of a Concept and the Difficulties Involved in its Implementation // *MTEI Working Paper*. Lausanne : EPFL, 2011. 16 p.
- Ketels, C. Recent research on competitiveness and clusters: what are the implications for regional policy? // *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*. 2013; 6(2):269–284. DOI 10.1093/cjres/rst008.
- Lundvall, B.-A. *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London : Pinter Publ., 1992. 342 p. ISBN 1-85567-063-1.
- McCann, P., Ortega-Argilés, R. Smart Specialisation, Regional Growth and Applications to EU Cohesion Policy // *Regional Studies*. 2011; 49(8):1291–1302. DOI 10.1080/00343404.2013.799769.
- Porter, M. E. *On Competition*. Boston : Harvard Business Press, 2008. 485 p. ISBN: 1422155625, 9781422155622.
- Rastvortseva, S. N. Regional specialization and geographical concentration of industry in Russia / S. N. Rastvortseva, A. S. Chentsova // *Regional Science Inquiry*. 2015; 7(2):97-106. EDN YHLDZJ.

References

- Bezrukikh, P. P. *Vozobnovlyayemaya energetika: strategiya, resursy, tekhnologii* [Renewable Energy: Strategy, Resources, Technologies]. By P. P. Bezrukikh, D. S. Strebkov. Moscow : Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut elektrifikatsii sel'skogo khozyaystva Publ., 2005. 263 p. ISBN 5-85941-030-1. EDN QMIOBD (in Russ.).
- Granberg, A. G. *Osnovy regional'noy ekonomiki* [Fundamentals of Regional Economics] : University Textbook. Moscow : National Research University Higher School of Economics Publ., 2000. 495 p. ISBN 5-7598-0074-4. EDN RIKLSJ (in Russ.).
- Nesiolovskaya, T. N. *Klaster kak forma garmonizatsii regional'noy ekonomiki* [The Cluster as a Form of Harmonizing the Regional Economy]. By T. N. Nesiolovskaya, E. O. Stepanova. Yaroslavl : Yaroslavl State Technical University Publ., 2020. 156 p. ISBN 978-5-9914-0884-4. EDN ZSFLLS (in Russ.).
- Pchelintsev, O. S. *Regional'naya ekonomika v sisteme ustoychivogo razvitiya* [Regional Economics within the Sustainable Development System]. By O. S. Pchelintsev ; O. S. Pchelintsev. Moscow : Nauka Publ., 2004. 457 p. ISBN 5-02-032767-0. EDN QQERDX (in Russ.).
- Boschma, R. Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*. 2005; 39(1):61–74. DOI 10.1080/0034340052000320887.
- Delgado, M., Porter, M. E., Stern, S. Clusters and Entrepreneurship. *SSRN Electronic Journal*. 2010; 10(4):495–518. DOI 10.2139/ssrn.1689084
- Foray, D., David, P. A., Hall, B. H. Smart Specialization From Academic Idea to Political Instrument, the Surprising Career of a Concept and the Difficulties Involved in its Implementation. *MTEI Working Paper*. Lausanne : EPFL, 2011. 16 p.
- Ketels, C. Recent research on competitiveness and clusters: what are the implications for regional policy? *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*. 2013; 6(2):269–284. DOI 10.1093/cjres/rst008.
- Lundvall, B.-A. *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London : Pinter Publ., 1992. 342 p. ISBN 1-85567-063-1.
- McCann, P., Ortega-Argilés, R. Smart Specialisation, Regional Growth and Applications to EU Cohesion Policy. *Regional Studies*. 2011; 49(8):1291–1302. DOI 10.1080/00343404.2013.799769.
- Porter, M. E. *On Competition*. Boston : Harvard Business Press, 2008. 485 p. ISBN: 1422155625, 9781422155622.
- Rastvortseva, S. N. Regional specialization and geographical concentration of industry in Russia. By S. N. Rastvortseva, A. S. Chentsova. *Regional Science Inquiry*. 2015; 7(2):97-106. EDN YHLDZJ.

Информация об авторах:

Чернявский Сергей Владимирович — доктор экономических наук, профессор, SPIN-код: 7019-0434; AuthorID: 637860; ResearcherID: B-2780-2018, Центральный экономико-математический институт Российской Академии наук (ЦЭМИ РАН), Нахимовский проспект, 47, Москва, 117418, Россия. ИНН 7727083891;

Хаджиев Алан Борисович — соискатель, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российская государственная академия интеллектуальной собственности» (РГАИС), ул. Миклухо-Маклая, 55А, Москва, 117279, Россия, ИНН 7703108441.

Information about the authors:

Chernyavskiy Sergey V. — Doctor of Economics, Professor, SPIN-code: 7019-0434; AuthorID: 637860; ResearcherID: B-27802018, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS), 47 Nakhimovsky Prospekt, Moscow, 117418, Russia;

Khadzhiev Alan B. — applicant for an academic degree, Russian State Academy of Intellectual Property (RGAIS), 55a Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117279, Russia.

*Статья поступила в редакцию 16.07.2026; одобрена после рецензирования 26.06.2026; принята к публикации 26.06.2026.
The article was submitted 07/16/2026; approved after reviewing 06/26/2026; accepted for publication 06/26/2026.*