

Раздел 1

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Section 1

MODELS, SYSTEMS, NETWORKS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

УДК 338.1
doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-1

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КЛАССИФИКАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГИОНОВ ПО УРОВНЮ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

Н. А. Азарова

Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
azarovarsd@rambler.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* В современной экономической парадигме успешность регионального развития в значительной мере зависит от способности управленческих структур адекватно и своевременно реагировать на изменения во внешней среде. Однако существующие методы оценки социально-экономического развития не всегда позволяют полноценно отслеживать и анализировать результативность региональной экономической политики, особенно в части управления инновационным потенциалом. Целью данного исследования является разработка алгоритма классификации социально-экономических систем регионов по уровню управления инновационным потенциалом, что не только позволит более точно оценивать текущее состояние и динамику развития регионов, но и будет способствовать формированию более эффективных стратегий и политик в контексте стремления к технологическому суверенитету и повышению уровня жизни населения. *Материалы и методы.* При составлении датасета фактических значений интегрального уровня результативности инструментов управления инновационным потенциалом социально-экономических мехосистем использовалась аналитика Консорциума Леонтьевский центр – AV Group (LC-AV), основанная на данных Росстата версии 2022 г. по данным 2020–2021 гг. Применялись методы одномерной кластеризации на основе алгоритма Фишера, иерархического кластерного анализа, кластеризации k -средних, нечеткой кластеризации. Для оценки несходства применялось Евклидово расстояние, методом агломерации выступил метод Уорда, центрирование не проводилось, усечение определялось на основе адаптированного индекса Хартигана. *Результаты.* Предложен к применению 8-этапный процесс выбора эффективного алгоритма кластеризации данных. Выполнена идентификация 85 социально-экономических мезо-

© Азарова Н. А., 2024. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

систем Российской Федерации с применением авторской методики классификации по уровню управления инновационным потенциалом. *Выводы.* В матрице сбалансированного научно-технического развития исследовано влияние факторов управления инновационным потенциалом на пять групп кластеров социально-экономических мезосистем (сильные, средне-сильные, средние, средне-слабые и слабые инноваторы), что даст дальнейшую возможность разработки управленческих решений в отношении формирования дифференцированных стратегий и политик, адаптированных под нужды и особенности каждой мезосистемы в целях повышения конкурентоспособности, технологического суверенитета и качества жизни.

Ключевые слова: управление, инновационный потенциал, алгоритм, кластеризация данных, социально-экономические системы регионов

Для цитирования: Азарова Н. А. Разработка алгоритма классификации социально-экономических систем регионов по уровню управления инновационным потенциалом // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2024. № 2. С. 5–22. doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-1

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CLASSIFYING SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS OF REGIONS BY THE LEVEL OF INNOVATION POTENTIAL MANAGEMENT

N.A. Azarova

Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
azarovarsd@rambler.ru

Abstract. *Background.* In modern conditions the economic success of regional development is determined by the speed of managerial responses to changes and challenges in the external environment. The purpose of the study was to develop an algorithm for classifying socio-economic systems according to the level of management of innovation potential of the regions, as part of the long-term objectives of building a competitive economy, which is an important factor in achieving technological sovereignty of the country. *Materials and methods.* When compiling the dataset of actual values of the integral level of performance of the tools of management of innovation potential of socio-economic mesosystems the analytics of Leontief Centre – AV Group Consortium (LC-AV), based on the data of Rosstat version 2022 on the data of 2020–2021 was used. The article applied methods of univariate clustering based on the Fisher algorithm, hierarchical cluster analysis, k-means clustering, fuzzy clustering. Euclidean distance was used to assess dissimilarity, Ward's method of agglomeration was used, centring was not performed, truncation was determined based on the adapted Hartigan index. *Results.* An 8-stage process of selecting an effective data clustering algorithm is proposed for application. Identification of 85 socio-economic mesosystems of the Russian Federation using the author's methodology of classification by the level of innovation potential management is carried out. *Conclusions.* In the matrix of balanced scientific and technological development the influence of innovation potential management factors on five groups of socio-economic mesosystems clusters (strong, medium-strong, medium, medium-weak and weak innovators) was investigated, which will give further opportunity to develop managerial decisions regarding the development of differentiated strategies and policies adapted to the needs and characteristics of each mesosystem in order to improve competitiveness, technological sovereignty and quality of life.

Keywords: management, innovation potential, algorithm, data clustering, socio-economic systems of regions

For citation: Azarova N.A. Development of an algorithm for classifying socio-economic systems of regions by the level of innovation potential management. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2024;(2):5–22. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-1

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью выработки рекомендаций по наращиванию инновационного потенциала социально-экономических региональных систем в целях достижения технологического суверенитета страны.

Управление инновационным потенциалом в целях стимулирования и поддержания экономического роста привлекает существенное внимание исследователей. Так, А. Мельник с соавторами [1] рассматривают трансформацию управления инновационным развитием в контексте декарбонизации и повышения энергоэффективности. Д. И. Кузьмин и Л. В. Кузьмина [2] анализируют особенности управления инновационным потенциалом в рамках национальной конкурентоспособности. И. И. Гилязова и М. В. Райская [3] фокусируются на управлении инновационным потенциалом российских регионов, учитывая их различия в уровнях развития. В. А. Васяйчева [4] рассматривает вопросы технологизации управления инновационными процессами на предприятиях. С. А. Назаревич [5] обращает внимание на показатели инновационного поведения, которые могут использоваться для мониторинга готовности организационных систем к проведению изменений. Исследование Y. Andriyani и соавторов [6] вносит вклад в понимание управления инновационным потенциалом через разработку адаптивной модели инноваций, основанной на интеграции гибких методологий и принципов открытых инноваций в контексте регионального инновационного развития. Все вышеперечисленные научные труды демонстрируют разнообразие подходов и методологий в области управления инновационным потенциалом, подчеркивая его значимость для развития социально-экономических систем.

Методологические аспекты управления инновационным потенциалом социально-экономических систем, включая различные методики оценки управления инновационностью [7], инновационной зрелости [8], алгоритмы классификации социально-экономических систем [9], обеспечивают возможность комплексно оценивать и сравнивать эффективность управления инновационным потенциалом на разных уровнях [10].

В силу значительного количества субъектов-участников инновационной системы, ее высокой сложности и энтропии, множественности ESG-факторов, сопровождающих процесс управления инновационным потенциалом социально-экономической системы, в настоящее время наблюдается проблема неоптимального распределения инвестиций и ресурсов в условиях их ограниченности и высокой конкуренции между социально-экономическими мезосистемами. Данная проблема влечет за собой необходимость создания такого алгоритма, который позволил бы определить, какие социально-экономические системы наиболее эффективно используют инновационный потенциал и, следовательно, нуждаются в дополнительной поддержке для ускорения своего развития. Кроме того, требуемый алгоритм должен способ-

ствовать более целесообразному и стратегически оправданному вложению средств, что, в свою очередь, способствует более целенаправленному распределению ресурсов и адаптации стратегий развития для повышения конкурентоспособности и устойчивости национальных экономических систем.

При рассмотрении роли регионов в генерации инноваций и экономического роста представляются целесообразными изучение уровня инновационного развития, поиск инструментов количественного измерения эффективности инновационной деятельности и разработка методологии объективной оценки инновационного развития регионов [11]. В исследованиях многих авторов инновационность регионов Российской Федерации изучается по конкретным параметрам (инновационная деятельность, воздействие, рамочные условия, инвестиции) [12]. Однако общий уровень инноваций с учетом этих аспектов можно оценить с учетом классификации социально-экономических систем Российской Федерации по уровню управления инновационным потенциалом [13]. Эта классификация позволит оценить современную инвестиционную региональную политику с помощью механизма мониторинга инновационных проектов в рамках социально-экономических систем [14].

Научная гипотеза настоящего исследования заключается в утверждении, что разработка и внедрение алгоритма классификации социально-экономических мезосистем по уровню управления инновационным потенциалом способствуют повышению конкурентоспособности экономики и достижению технологического суверенитета страны. Цель исследования – разработка алгоритма классификации социально-экономических мезосистем по уровню управления инновационным потенциалом. Настоящее исследование стремится внести вклад в область изучения региональных инновационных систем, расширяя традиционные подходы к оценке управления инновационным потенциалом через применение кластеризации данных.

Материалы и методы

Классификацию социально-экономических систем Российской Федерации по уровню управления инновационным потенциалом в целях настоящего исследования целесообразно проводить с помощью алгоритмов кластеризации данных [15]. Метод кластеризации актуально использовать в целях всестороннего анализа по оценке состояния инновационного потенциала региона [16]. Кластерный анализ в данном исследовании можно применять достаточно эффективно, так как экономическая суть этой методики позволяет осуществить разбивку массива экономических данных на группы, называемые кластерами. С помощью данной методики можно выделить «похожие» объекты исследования при условии выделенной различности объектов групповой классификации. Обусловленность данного метода обеспечит обоснованное группирование регионов на основе схожести характеристик, даст возможность получить оптимальный результат исследования в целях эффективного ранжирования регионов Российской Федерации по показателю «инновационный потенциал», что в дальнейшем будет способствовать точечному применению региональных политик [17].

Методологический подход к выбору алгоритма кластеризации основывается на количественных метриках, подтверждающих его пригодность для анализа данных о региональном инновационном потенциале, включая крите-

рии оценки эффективности алгоритма, такие как расчет силуэтного коэффициента. Выбор алгоритма кластеризации предлагается проводить на основе следующего процесса:

Этап 1. Тестирование алгоритма одномерной кластеризации.

Этап 2. Тестирование алгоритма иерархического кластерного анализа.

Этап 3. Тестирование алгоритма кластеризации k -средних при $k = 3$.

Этап 4. Тестирование алгоритма кластеризации k -средних при $k = 4$.

Этап 5. Тестирование алгоритма кластеризации k -средних при $k = 5$.

Этап 6. Тестирование алгоритма нечеткой кластеризации k -средних.

Этап 7. Расчет силуэтного коэффициента для каждого алгоритма.

Этап 8. Принятие решения о наиболее эффективном алгоритме кластеризации [18].

При составлении датасета фактических значений показателей использовалась аналитика Консорциума Леонтьевский центр – AV Group (LC-AV) [19, 20], основанная на данных Росстата версии 2022 г. по данным 2020–2021 гг. В контексте настоящего исследования при проведении одномерной кластеризации используется алгоритм на основе метода У. Д. Фишера [21, 22]. В качестве преимущества данного метода над другими методами анализа можно рассматривать применение практической процедуры группировки произвольных чисел, чтобы свести к минимуму дисперсию внутри групп, включая процесс превращения количественной переменной в дискретную порядковую переменную. Таким образом, метод Фишера был выбран из-за его способности оптимизировать однородность групп путем минимизации суммы внутриклассовых вариаций, что является критически важным для создания статистически обоснованных и устойчивых кластеров и повышает надежность последующего анализа и принятия решений.

Результаты

Проведем апробацию предложенного 8-этапного процесса выбора наиболее эффективного алгоритма кластеризации на основе данных по уровню результативности инструментов управления инновационным потенциалом 85 социально-экономических региональных систем – субъектов Российской Федерации (табл. 1).

Таблица 1

Интегральный уровень результативности инструментов управления инновационным потенциалом социально-экономических мезосистем РФ (рассчитано автором по материалам Консорциума Леонтьевский центр – AV Group (LC-AV), основанных на данных Росстата версии 2022 г. по данным 2020–2021 гг.)

Субъект РФ	Результативность управления инновационным потенциалом
1	2
Москва	4,72
Московская область	4,13
Санкт-Петербург	3,75
Республика Татарстан	3,32
Краснодарский край	3,19

Продолжение табл. 1

1	2
Республика Саха (Якутия)	3,11
Новосибирская область	2,86
Ростовская область	2,85
Республика Башкортостан	2,83
Свердловская область	2,75
Челябинская область	2,64
Нижегородская область	2,61
Самарская область	2,60
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	2,58
Красноярский край	2,55
Приморский край	2,49
Пермский край	2,43
Белгородская область	2,41
Иркутская область	2,38
Тюменская область	2,37
Ставропольский край	2,36
Кемеровская область	2,28
Ленинградская область	2,26
Воронежская область	2,24
Ямало-Ненецкий автономный округ	2,22
Омская область	2,17
Волгоградская область	2,12
Калининградская область	2,12
Саратовская область	2,12
Калужская область	2,10
Сахалинская область	2,10
Тульская область	2,09
Хабаровский край	2,07
Республика Дагестан	2,06
Алтайский край	2,06
Томская область	2,02
Оренбургская область	2,00
Вологодская область	1,95
Ярославская область	1,93
Чеченская Республика	1,93
Липецкая область	1,90
Севастополь	1,88
Ульяновская область	1,87
Удмуртская Республика	1,87
Кировская область	1,87
Республика Крым	1,86
Мурманская область	1,83
Курская область	1,82
Чувашская Республика	1,79
Пензенская область	1,78
Рязанская область	1,73
Амурская область	1,70
Владимирская область	1,67

Окончание табл. 1

1	2
Брянская область	1,66
Кабардино-Балкарская Республика	1,65
Камчатский край	1,63
Республика Бурятия	1,62
Республика Мордовия	1,62
Смоленская область	1,62
Республика Марий Эл	1,61
Тамбовская область	1,57
Республика Карелия	1,53
Архангельская область	1,51
Тверская область	1,43
Костромская область	1,41
Ивановская область	1,40
Магаданская область	1,37
Республика Коми	1,36
Курганская область	1,36
Новгородская область	1,34
Карачаево-Черкесская Республика	1,22
Орловская область	1,22
Республика Северная Осетия – Алания	1,21
Псковская область	1,18
Астраханская область	1,18
Республика Адыгея	1,18
Чукотский автономный округ	1,09
Забайкальский край	1,06
Республика Тыва	1,04
Республика Хакасия	1,02
Республика Алтай	0,86
Республика Ингушетия	0,80
Республика Калмыкия	0,76
Ненецкий автономный округ	0,71
Еврейская автономная область	0,47

Этап 1. Одномерная кластеризация – это статистический метод, целью которого является кластеризация N одномерных наблюдений (в нашем случае – 85 субъектов Российской Федерации), описываемых одной количественной переменной (в нашем случае – интегральным индексом), в K однородных групп (кластеров). Однородность измеряется здесь с помощью суммы внутриклассовых вариаций. Чтобы максимизировать однородность классов, необходимо минимизировать сумму внутриклассовых вариаций. По результатам кластерного анализа на основе инструмента XLSTAT можно предположить, что все мезосистемы Российской Федерации хорошо различаются, учитывая разные значения исходных центроидов. После запуска кластеризации центроиды не изменились. Анализируя сумму весов, которая равна общему количеству субъектов Российской Федерации, а также внутрикластерную дисперсию, можно сделать вывод, что наиболее однородным кластером является кластер 4, поскольку он имеет наименьшую внутрикластерную дисперсию. Менее однородным кластером является кластер 1. Затем суммируются рас-

стояния между центроидами кластеров. Кластеры 1 и 5 находятся на расстоянии 3,079 пунктов друг от друга. Действительно, центроид кластера 1 равен 1,121, а центроид кластера 5 – 4,2. Аналогичным образом мы можем изучить центральные объекты каждого кластера. Центральным объектом первого кластера является Московская область со значением переменной 4,13, пятого кластера – Чукотский автономный округ со значением переменной 1,090. Это еще раз показывает разрыв между кластерами 1 и 5. Далее необходимо рассмотреть подробные результаты по каждому кластеру, а также по наблюдениям (табл. 2).

Таблица 2

Результаты по кластерам на основе алгоритма одномерной кластеризации
(рассчитано автором на основе инструмента XLSTAT)

Кластер	1	2	3	4	5
Количество объектов по кластеру	3	7	25	28	22
Сумма весов	3	7	25	28	22
Внутрикластерная дисперсия	0,239	0,047	0,039	0,022	0,068
Минимальное расстояние до центроида	0,070	0,123	0,017	0,015	0,031
Среднее расстояние до центроида	0,347	0,188	0,172	0,130	0,207
Максимальное расстояние до центроида	0,520	0,333	0,343	0,255	0,651

В каждом кластере от 3 до 28 наблюдений. Как было отмечено выше, внутрикластерная дисперсия показывает, что кластер 4 является наиболее однородным, а кластер 1 – наименее однородным. Минимальное, максимальное и среднее расстояния до центроида дают нам информацию об интегральном уровне инновационного потенциала мезосистемы, присутствующей в каждом кластере, в сравнении со средним уровнем инновационного потенциала по кластеру. В первом кластере мезосистемы отличаются интегральным уровнем инновационного потенциала в среднем на 0,347 пунктов больше или меньше, чем средний интегральный уровень по кластеру.

Этап 2. Тестирование алгоритма иерархического кластерного анализа.

Иерархический кластерный анализ проводился на основе следующих методов: для оценки несходства применялось Евклидово расстояние, методом агломерации выступил метод Уорда, центрирование не проводилось, усечение определялось на основе адаптированного индекса Хартигана.

Агломеративная иерархическая кластеризация показала следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

Результаты по кластерам на основе алгоритма агломеративной иерархической кластеризации (рассчитано автором на основе инструмента XLSTAT)

Кластер	1	2	3	4
Количество объектов по кластерам	3	22	38	22
Сумма весов	3	22	38	22
Внутрикластерная дисперсия	0,239	0,098	0,039	0,068
Минимальное расстояние до центроида	0,070	0,004	0,007	0,031
Среднее расстояние до центроида	0,347	0,246	0,167	0,207
Максимальное расстояние до центроида	0,520	0,714	0,343	0,651

Этап 3. Тестирование алгоритма кластеризации k -средних при $k = 3$.

Кластеризация k -средних проводилась на основе следующих методов:

- метод: Евклидово расстояние;
- критерий кластеризации: детерминант (W);
- условия останки: итерации = 500 / сходимость = 1E-05;
- количество кластеров: от 3 до 5.

Кластеризация k -средних при $k = 3$ показала следующие результаты (табл. 4).

Таблица 4

Результаты по кластерам на основе алгоритма кластеризации k -средних при $k = 3$ (рассчитано автором на основе инструмента XLSTAT)

Кластер	1	2	3
Количество объектов по кластерам	10	41	34
Сумма весов	10	41	34
Внутрикластерная дисперсия	0,428	0,069	0,102
Минимальное расстояние до центроида	0,031	0,013	0,044
Среднее расстояние до центроида	0,509	0,218	0,261
Максимальное расстояние до центроида	1,369	0,507	0,826

Этап 4. Тестирование алгоритма кластеризации k -средних при $k = 4$.

Кластеризация k -средних при $k = 4$ показала следующие результаты (табл. 5).

Таблица 5

Результаты по кластерам на основе алгоритма кластеризации k -средних при $k = 4$ (рассчитано автором на основе инструмента XLSTAT)

Кластер	1	2	3	4
Количество объектов по кластерам	6	20	37	22
Сумма весов	6	20	37	22
Внутрикластерная дисперсия	0,396	0,047	0,037	0,068
Минимальное расстояние до центроида	0,047	0,004	0,015	0,031
Среднее расстояние до центроида	0,497	0,182	0,163	0,207
Максимальное расстояние до центроида	1,017	0,366	0,335	0,651

Этап 5. Тестирование алгоритма кластеризации k -средних при $k = 5$.

Кластеризация k -средних при $k = 5$ показала следующие результаты (табл. 6).

Таблица 6

Результаты по кластерам на основе алгоритма кластеризации k -средних при $k = 5$ (рассчитано автором на основе инструмента XLSTAT)

Кластер	1	2	3	4	5
Количество объектов по кластерам	3	13	24	26	19
Сумма весов	3	13	24	26	19
Внутрикластерная дисперсия	0,239	0,070	0,024	0,024	0,063
Минимальное расстояние до центроида	0,070	0,032	0,012	0,014	0,015
Среднее расстояние до центроида	0,347	0,211	0,128	0,129	0,198
Максимальное расстояние до центроида	0,520	0,522	0,272	0,286	0,605

Этап 6. Тестирование алгоритма нечеткой кластеризации k -средних.

Применение алгоритма нечеткой кластеризации k -средних показало следующие результаты (табл. 7).

Таблица 7

Результаты по кластерам на основе алгоритма нечеткой кластеризации k -средних (рассчитано автором на основе инструмента XLSTAT)

Показатель	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5
Размер	17	28	6	5	29
Внутри кластера	0,004	0,002	0,005	0,025	0,006
Минимальное расстояние до центроида	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Максимальное расстояние до центроида	0,037	0,024	0,030	0,156	0,019
Среднее расстояние до центроида	0,012	0,007	0,022	0,040	0,011

Этап 7. Расчет силуэтного коэффициента для каждого алгоритма.

Для оценки качества результатов кластеризации социально-экономических систем Российской Федерации по уровню управления инновационным потенциалом в матрице сбалансированного научно-технического развития применяется метрика силуэтного коэффициента. Данная оценка проводилась на основе индикаторов, характеризующих измерение региональных инноваций с помощью инновационного потенциала с учетом понятия «силуэтный коэффициент».

Средний силуэтный коэффициент – это среднее по всем наблюдениям для следующей формулы, вычисляемой для каждого наблюдения:

$$(B - A) / \max(A, B) \quad (1)$$

где A – расстояние от наблюдения до центроида того кластера, к которому отнесено данное наблюдение; B – минимальное расстояние от этого наблюдения до центроидов остальных кластеров. Значение данного показателя варьируется от -1 (показатель очень плохой модели) до 1 (показатель очень хорошей модели) [19].

Силуэтные коэффициенты для всех примененных алгоритмов кластеризации представлены в табл. 8.

Таблица 8

Силуэтные коэффициенты для всех примененных алгоритмов кластеризации (рассчитано автором)

Алгоритм кластеризации	A	B	Силуэтный коэффициент
Алгоритм одномерной кластеризации	0,209	0,051	–0,7545
Алгоритм иерархического кластерного анализа	0,242	0,028	–0,8841
Алгоритм кластеризации k -средних при $k = 3$	0,329	0,029	–0,9106
Алгоритм кластеризации k -средних при $k = 4$	0,262	0,024	–0,9077
Алгоритм кластеризации k -средних при $k = 5$	0,202	0,029	–0,8591
Алгоритм нечеткой кластеризации k -средних	0	0,018	–0,9926

Этап 8. Принятие решения о наиболее эффективном алгоритме кластеризации.

По результатам анализа силуэтных коэффициентов можно сделать вывод, что наиболее эффективным алгоритмом является одномерная кластеризация, так как силуэтный коэффициент при данном методе максимален. Согласно результатам расчетов, полученных на основе алгоритма одномерной кластеризации (табл. 2), все социально-экономические мезосистемы РФ могут быть классифицированы по уровню управления инновационным потенциалом в матрице сбалансированного научно-технического развития на пять кластеров (табл. 9).

Таблица 9

Результаты апробации алгоритма классификации социально-экономических систем регионов по уровню управления инновационным потенциалом
(разработано автором)

Кластер	Мезосистемы	Характеристики	Вывод
1	2	3	4
Сильные инноваторы	Москва Московская область Санкт-Петербург	Высокий уровень инновационной активности Развитая научная база и инфраструктура Эффективная система поддержки инноваций Укрепление сотрудничества между различными секторами экономики Развитая экосистема инноваций Развитая система подготовки кадров	Эффективный перенос высококачественных научных и технологических результатов в реальную экономику
Средне-сильные инноваторы	Республика Татарстан Краснодарский край Республика Саха (Якутия) Новосибирская область Ростовская область Республика Башкортостан Свердловская область	Некоторые инновационные достижения Потенциал для дальнейшего развития Развитая инфраструктура Менее развитое экономическое положение и научная база Нередко отсутствует достаточная финансовая поддержка Развитая система подготовки высококвалифицированных специалистов и научных кадров	Потенциал для дальнейшего развития инноваций и улучшения экономического положения

Продолжение табл. 9

1	2	3	4
Средние инноваторы	Челябинская область Нижегородская область Самарская область Ханты-Мансийский автономный округ – Югра Приморский край Пермский край Белгородская область Иркутская область Тюменская область Ставропольский край Кемеровская область Ленинградская область Воронежская область Ямало-Ненецкий автономный округ Омская область Волгоградская область Калининградская область Саратовская область Калужская область Сахалинская область Тульская область Хабаровский край Республика Дагестан Алтайский край	Некоторый потенциал для развития инноваций Существуют научно-исследовательские центры, вузы, инкубаторы, технопарки и другие институты Развитие инноваций ограничено недостатком инвестиций и недостаточной поддержкой со стороны бизнеса Не всегда существует хорошо развитая система образования и научной базы Существуют перспективные отрасли, такие как информационные технологии, машиностроение, энергетика, атомная и космическая промышленность Ведется работа по созданию экосистемы инноваций и развитию малого и среднего бизнеса	Кластер имеет потенциал для дальнейшего развития инноваций и экономического роста
Средне-слабые инноваторы	Томская область Оренбургская область Вологодская область Ярославская область Чеченская Республика Липецкая область Севастополь Ульяновская область Удмуртская Республика Кировская область Республика Крым Мурманская область Курская область Чувашская Республика Пензенская область Рязанская область Амурская область Владимирская область Брянская область Кабардино-Балкарская Республика Камчатский край Республика Бурятия	Низкий уровень развития инноваций Ограниченный потенциал для развития Не всегда существуют необходимые условия и ресурсы для развития инноваций, такие как наличие высококвалифицированных кадров, инфраструктуры и финансирования Не всегда существует поддержка со стороны государства и бизнеса Существуют отдельные инновационные проекты и перспективные отрасли, например в области информационных технологий, медицины, сельского хозяйства и экологии	Кластер нуждается в дополнительных усилиях для развития инноваций и экономического роста

Окончание табл. 9

1	2	3	4
	Республика Мордовия Смоленская область Республика Марий Эл Тамбовская область Республика Карелия Архангельская область	Существуют инновационные центры, вузы и научно-исследовательские институты	
Слабые инноваторы	Тверская область Костромская область Ивановская область Магаданская область Республика Коми Курганская область Новгородская область Карачаево-Черкесская Республика Орловская область Республика Северная Осетия – Алания Псковская область Астраханская область Республика Адыгея Чукотский автономный округ Забайкальский край Республика Тыва Республика Хакасия Республика Алтай Республика Ингушетия Республика Калмыкия Ненецкий автономный округ Еврейская автономная область	Очень низкий уровень развития инноваций Ограниченный потенциал для развития Отсутствуют необходимые условия и ресурсы для развития инноваций, такие как наличие высококвалифицированных кадров, инфраструктуры и финансирования Не существует поддержки со стороны государства и бизнеса Отсутствует инновационная культура Существуют некоторые перспективные отрасли, например добыча полезных ископаемых, лесное хозяйство и туризм Есть потенциал для развития инновационных проектов, например в области здравоохранения, энергетики и сельского хозяйства	Кластер нуждается в серьезных усилиях для развития инноваций и экономического роста

Конкретные рекомендации для каждого уровня инноваторов могут быть различными в зависимости от специфики каждой мезосистемы [23–25]. Автором приведены общие рекомендации для каждого из кластеров.

Сильные инноваторы:

1. Рассмотреть опыт и лучшие практики управления инновационным потенциалом в Москве, Московской области и Санкт-Петербурге и применить их в других мезосистемах.

2. Усилить сотрудничество между различными секторами экономики, включая академический, промышленный и государственный секторы.

3. Развивать экосистему инноваций, включая создание инновационных кластеров, технопарков и научных парков.

4. Инвестировать в инновационные исследования и разработки, включая финансирование инновационных стартапов и малых и средних предприятий.

Средне-сильные инноваторы:

1. Организовать эффективную систему поддержки инноваций, включающую в себя стимулирование инвестиций, налоговые льготы, гранты и другие формы поддержки для малых и средних предприятий.
2. Укрепить сотрудничество между академическими и промышленными секторами, включая создание инновационных кластеров и площадок для обмена знаниями и опытом.
3. Развивать инфраструктуру для инновационных компаний, включая создание научных парков, бизнес-инкубаторов, технопарков и других инновационных объектов.

Средние инноваторы:

1. Стимулировать развитие инноваций в малых и средних предприятиях, включая субсидирование и другие формы поддержки.
2. Развивать систему образования, включая подготовку высококвалифицированных специалистов и научных кадров.
3. Создавать благоприятные условия для развития технологических стартапов и других молодых инновационных компаний.

Средне-слабые и слабые инноваторы:

1. Провести анализ причин, по которым мезосистемы не достигают высоких результатов в развитии инноваций, и разработать соответствующие программы и мероприятия для поддержки инновационного потенциала.
2. Создавать условия для развития инноваций, включая стимулирование инвестиций, налоговые льготы и другие формы поддержки.
3. Укреплять сотрудничество между академическими и промышленными секторами, включая создание инновационных кластеров и площадок для обмена знаниями и опытом.
4. Развивать инфраструктуру для инновационных компаний, включая создание научных парков, бизнес-инкубаторов, технопарков и других инновационных объектов, а также обеспечение доступа к современным технологиям и оборудованию.

Предложенные рекомендации не исчерпывают все возможные меры для улучшения инновационной деятельности в каждой мезосистеме. Однако использование этих рекомендаций может способствовать повышению уровня управления инновационным потенциалом в соответствующей мезосистеме.

Заключение

Исследование способствует развитию теории регионального управления, предоставляя новый методологический фреймворк для анализа и классификации социально-экономических мезосистем по уровню управления инновационным потенциалом. Предложенный автором процесс выбора эффективного алгоритма кластеризации дополняет существующие модели мезоэкономического анализа, внося большую ясность в понимание механизмов, которые определяют инновационную активность на региональном уровне.

Выделение пяти групп кластеров (сильные, средне-сильные, средние, средне-слабые и слабые инноваторы) позволяет разработать дифференцированные подходы и политики, специально адаптированные под нужды и особенности каждой группы, а также повышает эффективность управленческих решений и способствует более эффективному распределению ресурсов, что

является ключевым аспектом в повышении общей конкурентоспособности регионов.

В качестве направлений дальнейших исследований автор рассматривает уточнение критериев оценки и усовершенствование методов анализа на основе внедрения разработанной классификации в текущие практики мониторинга и оценки инновационной деятельности на региональном уровне.

Список литературы

1. Мельник А., Наумова И., Ермолаев К. Трансформация управления инновационным развитием для решения проблем декарбонизации и роста энергоэффективности // Форсайт. 2023. Т. 17, № 1. С. 51–66.
2. Кузьмин Д. И., Кузьмина Л. В. Особенности управления инновационным потенциалом в структуре национальной конкурентоспособности // Экономика и предпринимательство. 2022. № 7 (144). С. 218.
3. Гилязова И. И., Райская М. В. Управление инновационным потенциалом российских регионов с учетом дифференцированности их развития // Экономическое развитие в XXI веке: тенденции, вызовы и перспективы. 2020. С. 38–42.
4. Васяйчева В. А. К вопросу о технологизации управления инновационными процессами предприятий // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2023. Т. 18, № 1. С. 93–106.
5. Назаревич С. А. Показатели инновационного поведения для мониторинга состояния готовности организационной системы к проведению изменений // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2023. Т. 21, № 1. С. 126–133.
6. Andriyani Y., Yohanitas W. A., Kartika R. S. [et al.]. Adaptive innovation model design: Integrating agile and open innovation in regional areas innovation // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 2024. Vol. 10, № 1. P. 100197.
7. Губанова Е. С., Москвина О. С. Методологические аспекты оценки инвестиционно-инновационного потенциала региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13, № 2. С. 41–55.
8. Сердюк Ю. С. Применение методики матрицы зрелости и ГЭП-анализа в управлении инновационными проектами и цепями поставок: исследование на примере торговой сети «Пятерочка» // Инновации и инвестиции. 2023. № 3. С. 112–115.
9. Жуков Р. А. Подход к оценке функционирования иерархических социально-экономических систем и принятию решений на базе программного комплекса «ЭФРА» // Бизнес-информатика. 2020. Т. 14, № 3. С. 82–95.
10. Гамидуллаева Л. А. Повышение эффективности управления инновационным потенциалом в условиях глобализации экономики // Инновации. 2016. № 9 (215). С. 70–81. EDN ZCIIWT
11. Третьякова Л. А., Лисова Е. В. Количественный анализ социально значимых показателей регионального развития // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. 2021. Т. 20, № 3. С. 37–43. doi: 10.24182/2073-6258-2021-20-3-37-43
12. Зулукараров А., Карбекова А. Б. Факторы влияния на социально-экономическое развитие регионов // Территория науки. 2018. № 3. С. 97–103.
13. Гамидуллаева Л. А. Управление и прогнозирование инновационного развития социально-экономических систем: теория, методология и практика. Пенза : Пензенский государственный университет, 2019. 430 с. EDN ACCSCO
14. Климчук С. В., Нехайчук Д. В., Османова Э. У., Шевчук И. А. Развитие управленческих компетенций в сфере регионального менеджмента. Симферополь : Ариал, 2022. 200 с.

15. Чочиева А. С., Пилецкий И. И. Выбор алгоритмов кластеризации // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 20–21 мая 2020 г.) : в 3 ч. / под ред. В. А. Богуш. Минск : Бестпринт, 2020. Ч. 1. С. 281–283.
16. Дорошенко Ю. А., Иноземцева А. А. Теоретическое обоснование усовершенствования структуры инновационного потенциала региона // Экономический вектор. 2021. № 4 (27). С. 81–86. doi: 10.36807/2411-7269-2021-4-27-81-86
17. Гамидуллаева Л. А., Толстых Т. О., Шмелева Н. В. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 2 (34). С. 29–48. doi: 10.21685/2227-8486-2020-2-3 EDN TPAFCQ
18. Ершов К. С., Романова Т. Н. Анализ и классификация алгоритмов кластеризации // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. № 19. С. 274–279.
19. Рейтинг регионов по достижению национальных целей // Консорциум Леонтьевский центр – AV Group. URL: <http://lc-av.ru/wp-content/uploads/2022/11/AV-RCI-NatGoals-Report-221030.pdf> (дата обращения: 06.09.2024).
20. Рейтинг регионов по индексу конкурентоспособности // Консорциум Леонтьевский центр – AV Group. URL: <http://lc-av.ru/wp-content/uploads/2022/11/AV-RCI-NatGoals-Report-221030.pdf> (дата обращения: 06.09.2024).
21. Fisher W. D. On grouping for maximum homogeneity // Journal of the American statistical Association. 1958. Т. 53, № 284. Р. 789–798.
22. Fisher W. D. Criteria for aggregation in input-output analysis // The review of Economics and Statistics. 1958. Р. 250–260.
23. Гамидуллаева Л. А., Рослякова Н. А. Комплексный методический подход к структурной трансформации региональной экономики // Труды III гранберговской конференции : сб. докл. Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти академика А. Г. Гранберга (г. Новосибирск, 11–13 октября 2023 г.). Новосибирск : Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2023. С. 106–112. EDN OEWVXG
24. Gamidullaeva L., Korostyshevskaya E., Myamlin A., Podkorytova O. Exploring Regional Industrial Growth: Does Specialization Explain It? // Economies. 2022. Vol. 10 (7). Р. 172. doi: 10.3390/economies10070172
25. Лебедев К. В., Васильева Л. В., Суменова Е. С. Региональные особенности экономики и структура подготовки специалистов // Вестник университета. 2022. № 1. С. 99–108.

References

1. Mel'nik A., Naumova I., Ermolaev K. Transformation of innovation development management to solve the problems of decarbonization and energy efficiency growth. *Forsayt = Foresight*. 2023;17(1):51–66. (In Russ.)
2. Kuz'min D.I., Kuz'mina L.V. Features of innovation potential management in the structure of national competitiveness. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economics and entrepreneurship*. 2022;(7):218. (In Russ.)
3. Gilyazova I.I., Rayskaya M.V. Management of the innovative potential of Russian regions, taking into account the differentiation of their development. *Ekonomicheskoe razvitie v XXI veke: tendentsii, vyzovy i perspektivy = Economic development in the 21st century: trends, challenges and prospects*. 2020:38–42. (In Russ.)
4. Vasyaycheva V.A. On the issue of technologization of management of innovative processes of enterprises. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika = Bulletin of the Perm University. Series: Economics*. 2023;18(1):93–106. (In Russ.)
5. Nazarevich S.A. Indicators of innovative behavior for monitoring the state of readiness of the organizational system for changes. *Vestnik Magnitogorskogo gosu-*

- darstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova = Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov.* 2023;21(1): 126–133. (In Russ.)
6. Andriyani Y., Yohanitas W.A., Kartika R.S. et al. Adaptive innovation model design: Integrating agile and open innovation in regional areas innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity.* 2024;10(1):100197.
7. Gubanova E.S., Moskvina O.S. Methodological aspects of assessing the investment and innovation potential of the region. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz = Economic and social changes: facts, trends, forecast.* 2020;13(2):41–55. (In Russ.)
8. Serdyuk Yu.S. Application of the maturity matrix and GAP analysis methodology in the management of innovative projects and supply chains: a study on the example of the Pyaterochka retail chain. *Innovatsii i investitsii = Innovations and Investments.* 2023;(3):112–115. (In Russ.)
9. Zhukov R.A. An approach to assessing the functioning of hierarchical socio-economic systems and decision-making based on the EFRA software package. *Biznes-informatika = Business Informatics.* 2020;14(3):82–95. (In Russ.)
10. Gamidullaeva L.A. Improving the efficiency of innovation potential management in the context of economic globalization. *Innovatsii = Innovations.* 2016;(9):70–81. (In Russ.). EDN: ZCHWT
11. Tret'yakova L.A., Lisova E.V. Quantitative analysis of socially significant indicators of regional development. *Uchenye zapiski Rossiyskoy Akademii predprinimatel'stva = Scientific notes of the Russian Academy of Entrepreneurship.* 2021;20(3):37–43. (In Russ.). doi: 10.24182/2073-6258-2021-20-3-37-43
12. Zulpukarov A., Karbekova A.B. Factors of influence on the socio-economic development of regions. *Territoriya nauki = Territory of science.* 2018;(3):97–103. (In Russ.)
13. Gamidullaeva L.A. *Upravlenie i prognozirovanie innovatsionnogo razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem: teoriya, metodologiya i praktika = Management and forecasting of innovative development of socio-economic systems: theory, methodology and practice.* Penza: Penzenskiy gosudarstvennyy universitet, 2019:430. (In Russ.). EDN: ACCSCO
14. Klimchuk S.V., Nekhaychuk D.V., Osmanova E.U., Shevchuk I.A. *Razvitie upravlencheskikh kompetentsiy v sfere regional'nogo menedzhmenta = Development of managerial competencies in the field of regional management.* Simferopol': Arial, 2022:200. (In Russ.)
15. Chochieva A.S., Piletskiy I.I. The choice of clustering algorithms. *BIG DATA i analiz vysokogo urovnya: sb. materialov VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Minsk, 20–21 maya 2020 g.): v 3 ch. = BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA and high-level analysis : collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference (Minsk, May 20-21, 2020) : in 3 parts.* Minsk: Bestprint, 2020;1:281–283. (In Russ.)
16. Doroshenko Yu.A., Inozemtseva A.A. Theoretical justification for improving the structure of the innovative potential of the region. *Ekonomicheskiy vector = Economic vector.* 2021;(4):81–86. (In Russ.). doi: 10.36807/2411-7269-2021-4-27-81-86
17. Gamidullaeva L.A., Tolstykh T.O., Shmeleva N.V. Methodology for a comprehensive assessment of the potential of an industrial ecosystem in the context of sustainable development of the region. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve = Models, systems, networks in economics, technology, nature and society.* 2020;(2):29–48. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2020-2-3 EDN: TPAFCQ
18. Ershov K.S., Romanova T.N. Analysis and classification of clustering algorithms. *No-vye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh = New information technologies in automated systems.* 2016;(19):274–279. (In Russ.)

19. Rating of regions for achieving national goals. *Konsortsium Leont'evskiy tsentr – AV Group = Consortium Leontievsky Center – AV Group*. (In Russ.). Available at: <http://lc-av.ru/wp-content/uploads/2022/11/AV-RCI-NatGoals-Report-221030.pdf> (accessed 06.09.2024).
20. Rating of regions according to the competitiveness index. *Konsortsium Leont'evskiy tsentr – AV Group = Consortium Leontievsky Center – AV Group*. (In Russ.). Available at: <http://lc-av.ru/wp-content/uploads/2022/11/AV-RCI-NatGoals-Report-221030.pdf> (accessed 06.09.2024).
21. Fisher W.D. On grouping for maximum homogeneity. *Journal of the American statistical Association*. 1958;53(284):789–798.
22. Fisher W.D. Criteria for aggregation in input-output analysis. *The review of Economics and Statistics*. 1958:250–260.
23. Gamidullaeva L.A., Roslyakova N.A. A comprehensive methodological approach to the structural transformation of the regional economy. *Trudy III granbergovskoy konferentsii: sb. dokl. Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. pamyati akademika A.G. Granberga (g. Novosibirsk, 11–13 oktyabrya 2023 g.)* = Proceedings of the III Granberg conference : collection of documents. All-Russian conference with the international participation, dedication. in memory of Academician A.G. Granberg (Novosibirsk, October 11-13, 2023). Novosibirsk: Institut ekonomiki i organizatsii promyshlennogo proizvodstva SO RAN, 2023:106–112. (In Russ.). EDN: OEWVXG
24. Gamidullaeva L., Korostyshevskaya E., Myamlin A., Podkorytova O. Exploring Regional Industrial Growth: Does Specialization Explain It? *Economies*. 2022;10(7):172. doi: 10.3390/economies10070172
25. Lebedev K.V., Vasil'eva L.V., Sumenova E.S. Regional features of economics and the structure of training specialists. *Vestnik universiteta = Bulletin of the University*. 2022;(1):99–108. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Анатольевна Азарова

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры мировой
и национальной экономики,
Воронежский государственный
лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова
(Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8)
E-mail: azarovarsd@rambler.ru

Natalya A. Azarova

Candidate of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of world
and national economy,
Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov
(8 Timiryazev street, Voronezh, Russia)

**Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов /
The author declares no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 09.02.2024

Поступила после рецензирования/Revised 14.05.2024

Принята к публикации/Accepted 21.05.2024