

Научная статья
УДК 303.722.4+620.9
EDN CFZQFP



Кластерный анализ структуры производства электроэнергии в мире: типология энергосистем и оценка уязвимостей энергетической безопасности России

Ольга Владимировна Галанина

Военная академия материально-технического обеспечения им. А. В. Хрулева,
Санкт-Петербург, Россия, olga_galanina@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3156-2906>

Аннотация

Введение. Сравнительный анализ национальных энергосистем в условиях глобального энергоперехода требует перехода от традиционного сопоставления по абсолютным объёмам производства к более совершенным методикам. Агрегированные показатели, включая удельное производство на душу населения, не отражают структурных особенностей энергобалансов стран, что препятствует выявлению их реального технологического профиля и позиции в мировой энергетической архитектуре.

Цель. Разработать методику многомерной кластеризации стран на основе детализированной структуры производства электроэнергии и определить место России в формируемой системе координат, выявив её ближайших технологических аналогов.

Методы. На основе данных EIA, Energy Institute и ВР за 2023 год по 210 странам мира проведена декомпозиция производства электроэнергии на 10 компонент по источникам (газ, нефть, уголь, гидро, атом, ветер, солнце, геотермальная, биоэнергия, прочие ВИЭ). Показатели нормированы на 100 тыс. населения. Используются методы стандартизации (z-score), снижения размерности (РСА) и иерархической кластеризации.

Результаты. В результате кластерного анализа выделено четыре однородные группы стран: 1. Фиолетовый кластер (144 страны): доминирование природного газа (42 %) и гидроэнергетики (25 %). Россия входит в эту группу.

2. Красный кластер (22 страны): нефtezависимые островные государства (75 % нефть).

3. Оранжевый кластер (13 стран): угольно-газовые экономики (44 % уголь, 20 % газ). Включает Китай, Австралию.

4. Зелёный кластер (31 страна): диверсифицированные системы с балансом атомной (13 %), ВИЭ (21 %) и традиционной генерации. Включает США, страны ЕС и Японию.

Россия занимает 9-е место внутри своего кластера по удельному производству (0,77 ТВт-ч/100 тыс. населения).

Выводы

1. Реальное место страны в мировой энергетике определяется не абсолютными объёмами генерации, а структурой её энергобаланса, которая формирует уникальный технологический и стратегический профиль.

2. Россия принадлежит к самому многочисленному, но наименее диверсифицированному «газо-гидровому» кластеру, что указывает на высокую зависимость от ограниченного набора источников и связанные с этим риски для энергетической устойчивости.

3. Принципиально различное позиционирование абсолютных лидеров – Китая, США и России – в отдельных кластерах эмпирически подтверждает глубокие различия в их национальных энергетических стратегиях и векторах развития.

4. Для соответствия глобальным трендам и укрепления долгосрочной энергобезопасности России необходима системная диверсификация энергобаланса с опорой на развитие атомной энергетики и новых возобновляемых источников.

Ключевые слова: кластерный анализ, производство электроэнергии, энергобаланс, источники энергии, позиция России, иерархическая кластеризация, энергетический переход

Для цитирования: Галанина О. В. Кластерный анализ структуры производства электроэнергии в мире: типология энергосистем и оценка уязвимостей энергетической безопасности России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2026. № 1. С. 39–49. EDN CFZQFP

Original article

Cluster analysis of the global electricity production structure: a typology of energy systems and an assessment of Russia's energy security vulnerabilities

Olga V. Galanina

Military Educational Institution of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulev, Saint Petersburg, Russia, olga_galanina@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3156-2906>

Abstract

Introduction. The comparative analysis of national energy systems in the context of the global energy transition requires a shift from traditional comparisons based on absolute production volumes to more sophisticated methodologies. Aggregated indicators, including per capita production, do not reflect the structural features of countries' energy balances, which hinders the identification of their real technological profile and position in the global energy architecture.

Purpose. To develop a methodology for the multidimensional clustering of countries based on the detailed structure of electricity production and to determine Russia's place in the emerging coordinate system, identifying its closest technological analogues.

Methods. Based on 2023 data from EIA, the Energy Institute, and BP for 210 countries worldwide, electricity production was decomposed into 10 components by source (gas, oil, coal, hydro, nuclear, wind, solar, geothermal, bioenergy, other renewables). Indicators were normalized per 100,000 population. Methods of standardization (z-score), dimensionality reduction (PCA), and hierarchical clustering were used.

Results. As a result of cluster analysis, four homogeneous groups of countries were identified: Purple cluster (144 countries): Dominance of natural gas (42%) and hydropower (25%). Russia is a member of this group.

Red cluster (22 countries): Oil-dependent island states (75% oil).

Orange cluster (13 countries): Coal-gas economies (44% coal, 20% gas). Includes China and Australia.

Green cluster (31 countries): Diversified systems with a balance of nuclear (13%), renewable (21%), and traditional generation. Includes the USA, EU countries, and Japan.

Russia ranks 9th within its cluster in terms of specific production (0.77 TWh/100,000 population).

Conclusions

1. A country's true position in the global energy landscape is determined not by absolute generation volumes, but by the structure of its energy balance, which shapes a unique technological and strategic profile.
2. Russia belongs to the largest yet least diversified "gas-hydro" cluster, indicating a high dependency on a limited set of sources and the associated risks to energy system resilience.
3. The fundamentally distinct positioning of the absolute leaders – China, the USA, and Russia – in separate clusters empirically confirms profound differences in their national energy strategies and development trajectories.
4. To align with global trends and strengthen its long-term energy security, Russia requires a systematic diversification of its energy balance, relying on the development of nuclear power and new renewable energy sources.

Keywords: cluster analysis, electricity production, energy balance, energy sources, Russia's position, hierarchical clustering, energy transition

For citation: Galanina O. V. Cluster analysis of the global electricity production structure: a typology of energy systems and an assessment of Russia's energy security vulnerabilities. *State and Municipal Management. Scholar Notes*. 2026;(1):39–49. (In Russ.). EDN CFZQFP

Введение

Сравнительный анализ национальных энергетических систем является ключевой задачей в контексте глобального энергоперехода, энергетической безопасности и достижения целей устойчивого развития [1]. Традиционно для межстрановых сопоставлений используется показатель общего объема производства электроэнергии. Однако его применение в абсолютном выражении некорректно из-за фундаментальных различий в демографическом и экономическом масштабе стран. В качестве более объективной метрики часто предлагается удельное производство электроэнергии на 100 тыс. населения (кВт-ч/100 тыс. чел.). Этот показатель, нивелируя влияние численности населения, позволяет грубо оценить уровень энергообеспеченности и энергоемкости экономики [2].

Согласно данным международных статистических агентств¹ крупнейшими производителями электроэнергии в абсолютном выражении являются Китай (9250,6 ТВт-ч), США (4256,7 ТВт-ч), Индия (1805,1 ТВт-ч), Россия (1123,7 ТВт-ч) и Япония (944,6 ТВт-ч). Однако при переходе к удельным показателям – производству на 100 тыс. населения – лидеры кардинально меняются: первые позиции занимают Исландия (5,19 ТВт-ч), Норвегия (2,76 ТВт-ч) и Бахрейн (2,3 ТВт-ч). В этом рейтинге Россия находится лишь на 30-м месте среди 210 стран-участниц со скромным показателем 0,77 ТВт-ч на 100 тыс. населения (табл. 1).

Таблица 1 – Производство электроэнергии в 2023 г. в мире (всего 210 стран)

Table 1 – Electricity Production in the World in 2023 (Total: 210 Countries)

Общее производство			Удельное производство		
Страна	ТВт-ч	Место	Страна	ТВт-ч/ 100 тыс. насел.	Место
Китай	9250,6	1	Исландия	5,19	1
США	4256,7	2	Норвегия	2,76	2
Индия	1805,1	3	Бахрейн	2,30	3
Россия	1123,7	4	Катар	1,85	4
Япония	944,6	5	Кувейт	1,77	5
...
Норвегия	152,1	30	США	1,24	12
...
Кувейт	85,6	41	Россия	0,77	30
Катар	55,1	53	Япония	0,76	31
...
Бахрейн	36,2	66	Китай	0,65	41
...
Исландия	20,1	82	Индия	0,13	134
...

Структура производства электроэнергии по источникам сырья в РФ представлена на рис. 1. В структуре производства электроэнергии преобладают следующие источники: природный газ (45 %), атомная энергетика (19 %), гидроэлектроэнергия (18 %) и уголь (15 %). На остальные источники в совокупности приходится 3 %, включая нефть, возобновляемую энергетику (ветровую, солнечную, геотермальную) и биоэнергетику.

¹ <https://www.bp.com/>; <https://www.energyinst.org/>

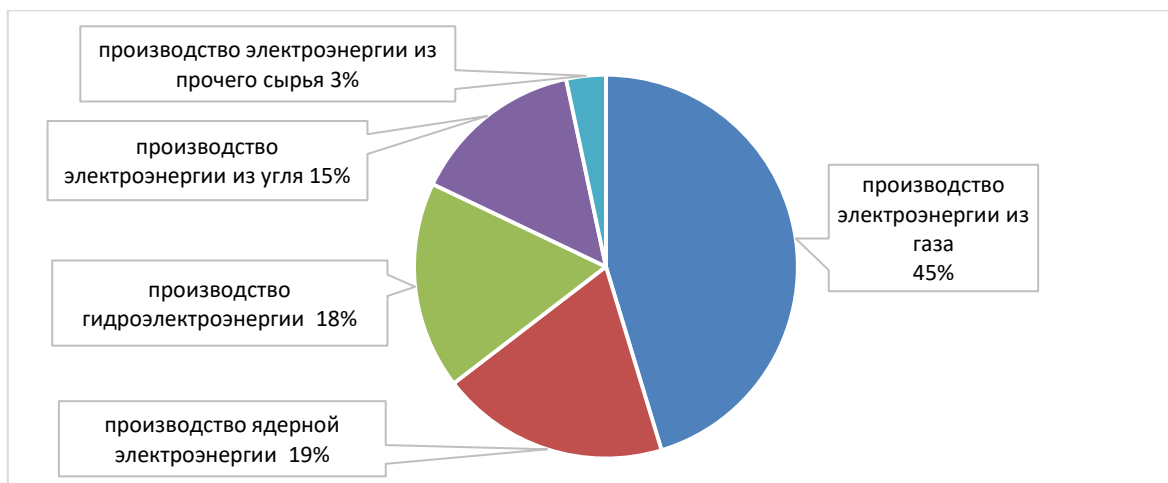


Рис. 1. Структура производства электроэнергии по источникам сырья в РФ в 2023 году

Fig. 1. Structure of electricity production by fuel source in the Russian Federation in 2023

Тем не менее, опираться исключительно на общий удельный показатель производства является недостаточным для комплексной оценки и классификации стран [3]. Данный агрегированный параметр:

- Не отражает структурного разнообразия энергобаланса: страны с одинаковым уровнем генерации на душу населения могут кардинально различаться по доле ископаемых, атомных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), что определяет их устойчивость, экологический след и уязвимость к различным рыночным и геополитическим рискам. Например, Франция (с преобладанием атомной генерации) и Саудовская Аравия (с доминированием нефти и газа) могут иметь сопоставимые удельные показатели, но принципиально разные энергетические профили.

- Маскирует качественные различия внутри «зеленой» энергетики: он не позволяет дифференцировать страны с высокой долей традиционной гидроэнергетики от лидеров по развитию новых ВИЭ (солнечной, ветровой), что критически важно для анализа темпов и направлений энергоперехода.

- Не выявляет скрытые паттерны и технологические кластеры: агрегированный показатель не дает возможности статистически обоснованно сгруппировать страны со схожей структурой генерации, что необходимо для выработки адресных политик и стратегического позиционирования.

Помимо экономических и экологических аспектов, структура энергобаланса является фундаментальным фактором национальной и энергетической безопасности. Устойчивость энергосистемы к внешним шокам (геополитическим кризисам, санкциям, климатическим аномалиям), её способность обеспечить бесперебойное функционирование критической инфраструктуры и обороноспособности в значительной степени определяются степенью диверсификации источников генерации и их технологической зрелостью [4; 5; 6]. Таким образом, кластеризация стран по структуре производства электроэнергии позволяет не только выявить технологические аналогии, но и косвенно оценить профиль их уязвимостей и стратегической устойчивости.

Большинство существующих рейтингов (например, Всемирного экономического форума или МЭА) фокусируются на доступности и устойчивости, но не дают интегральной типологии стран на основе сырьевого портфеля генерации, что и является научным пробелом, восполняемым в данном исследовании.

Таким образом, для глубокого понимания места страны в мировой энергетической архитектуре необходим переход от одномерного ранжирования к многофакторному анализу полной структуры энергобаланса на базе инструментария иерархической кластеризации [7].

Целью данного исследования является разработка методики кластеризации и комплексной оценки стран мира на основе детализированной структуры производства электроэнергии

из десяти ключевых источников с применением методов машинного обучения (стандартизация, метод снижения размерности, кластеризация). Эта методика позволит выявить скрытые закономерности, определить однородные группы стран и объективно установить позицию России в формируемой многомерной системе координат, а также выявить её ближайших технологических аналогов.

Источники данных: статистические базы EIA (U.S. Energy Information Administration), Energy Institute Statistical Review of World Energy, BP Statistical Review of World Energy. Анализ проводится на основе удельных показателей производства электроэнергии на 100 тысяч населения для обеспечения сопоставимости.

Методы и результаты

Общее производство электроэнергии (ОПЭ) в стране представляет собой совокупную годовую выработку всех электростанций, измеряемую в ТераВатт-часах (ТВт·ч). Для целей данного анализа ОПЭ декомпозируется на 10 ключевых технологических компонент, отражающих структуру первичных энергоресурсов [8]:

1. Электроэнергия из природного газа – генерация на газовых (в том числе парогазовых) электростанциях.
2. Электроэнергия из нефти и нефтепродуктов – генерация на мазутных и дизельных электростанциях.
3. Электроэнергия из угля – генерация на угольных (каменный и бурый уголь) электростанциях.
4. Гидроэнергия – производство на гидроэлектростанциях (ГЭС), включая крупные и малые ГЭС.
5. Ядерная энергетика – выработка атомных электростанций (АЭС).
6. Совокупные возобновляемые источники (без гидро) – суммарная генерация из «новых» ВИЭ.
7. Ветровая энергетика – выработка ветроэнергетических установок.
8. Солнечная энергетика – производство фотоэлектрических и концентрированных солнечных электростанций.
9. Геотермальная энергия – генерация на геотермальных электростанциях.
10. Биоэнергия – производство из биомассы, биогаза и отходов.

Использование удельных показателей производства электроэнергии на 100 тыс. населения (ТВт·ч/100 тыс. чел.) вместо абсолютных величин (ТВт·ч) обусловлено следующими причинами [9]:

- Сопоставимость стран с разной численностью населения: абсолютные объёмы генерации сильно зависят от демографического и экономического масштаба страны (например, Китай, Индия, США), что затрудняет сравнение структурных особенностей энергетика. Удельные показатели нивелируют влияние размера населения и позволяют сосредоточиться на технологическом и ресурсном профиле.
- Отражение «энергетической интенсивности» и уровня развития: производство на душу населения косвенно характеризует энергообеспеченность экономики и жизненного уровня, что важно для кластеризации стран со схожей структурой потребления и производства.
- Устранение доминирования крупнейших генераторов: при использовании абсолютных данных несколько стран могут доминировать в многомерном пространстве признаков, что снижает качество кластеризации для средних и малых стран. Нормировка на население позволяет более равномерно распределить объекты в пространстве признаков.

Таким образом, показатели на 100 тысяч населения являются более релевантными для анализа структурных особенностей энергобаланса и проведения сравнительной кластеризации.

Для каждой страны из базы данных ($n \approx 210$ стран) выбраны 10 показателей годовой выработки электроэнергии (в ТВт·ч/100 тыс. чел.) из следующих источников:

1. Природный газ.
2. Нефть и нефтепродукты.
3. Уголь.

4. Гидроэнергия.
5. Ядерная энергетика.
6. Возобновляемые источники (без гидро) – суммарно.
7. Ветровая энергия.
8. Солнечная энергия.
9. Геотермальная энергия.
10. Биоэнергия (включая отходы).

Пропущенные значения заполнялись нулями при отсутствии соответствующего типа генерации.

Для устранения различий в масштабах признаков применялась стандартизация по формуле z-score:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma},$$

где x – исходное значение,

μ – среднее по признаку,

σ – стандартное отклонение. Это обеспечивает одинаковый вес каждого признака в последующем анализе.

Из-за наличия мультиколлинеарности (например, между мощностями солнечной и ветровой генерации в странах с высокой долей ВИЭ) для анализа применяется метод главных компонент (РСА). Десятимерное пространство признаков было преобразовано в двумерное для наглядной визуализации. Расположение исследуемых стран в новой системе координат представлено на рис. 2.

Интересно, что в качестве «выбросов» на графике (см. рис. 2) выступают скандинавские страны. Это объясняется их уникальной структурой производства электроэнергии: в отличие от большинства стран мира, где преобладают ископаемые ресурсы (уголь, газ, нефть), в Скандинавии доминируют низкоуглеродные источники. При этом каждая страна имеет свою собственную специализацию: Норвегия – гидроэнергетика, Швеция – атомная и гидроэнергетика, Дания – ветроэнергетика, Финляндия – атомная и биоэнергетика, Исландия – геотермальная энергия [10].

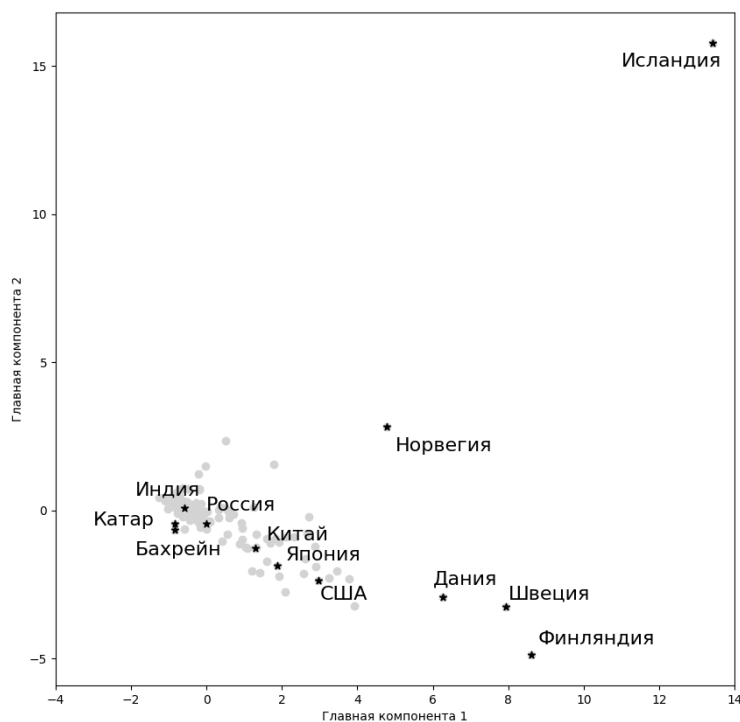


Рис. 2. Расположение России и других стран в преобразованном двумерном пространстве признаков
 Fig. 2. Position of Russia and other countries in the transformed two-dimensional feature space

Россия расположена в более «плотной» части облака точек, которое объединяет страны мира, вошедшие в анализ, что свидетельствует о более типичной для мировой выборки структуре её энергобаланса.

Интерпретация главных компонент показала, что первая компонента (PC1, объясняющая ~40% дисперсии) преимущественно отражает континуум от ископаемой к безуглеродной генерации. Вторая компонента (PC2, ~25 % дисперсии) разделяет страны по преобладанию гидроэнергетики над атомной и «новыми» ВИЭ. Это позволяет визуализировать не только близость стран, но и основные оси, вдоль которых происходит их дифференциация.

Для разделения стран на однородные группы по структуре энергогенерации был применен алгоритм иерархической кластеризации. Оптимальное количество кластеров определено на основе анализа дендрограммы. Полученные результаты показывают, что страны можно сгруппировать в четыре кластера со схожими профилями генерации электроэнергии (см. рис. 3).

Наибольшим по размеру на дендрограмме является фиолетовый кластер, куда входит Россия. Наиболее близкими к России по структуре энергогенерации оказались Украина, Беларусь, Армения, Новая Зеландия, Литва, Бразилия и Хорватия. Среди других стран этого кластера – Индия, Израиль и Ирак. Всего в данный кластер вошло 144 страны.

Во второй, красный кластер вошло 22 страны, преимущественно островные государства Тихого и Атлантического океанов.

Третий, зелёный кластер включает 31 страну. В их числе – США, Канада, Бельгия, Франция, Словакия, ОАЭ, а также Германия, Великобритания, Испания, Япония и скандинавские государства.

Четвёртый, оранжевый кластер включает 13 стран, среди которых Китай, Тайвань, Новая Каледония, Казахстан, Австралия и другие.

Оказалось, что страны-лидеры по производству электроэнергии в 2023 г. (Китай, США, Россия) попали в разные кластеры. Это свидетельствует о существенных различиях в их энергетических профилях, что не позволяет рассматривать их в едином ранжированном ряду.

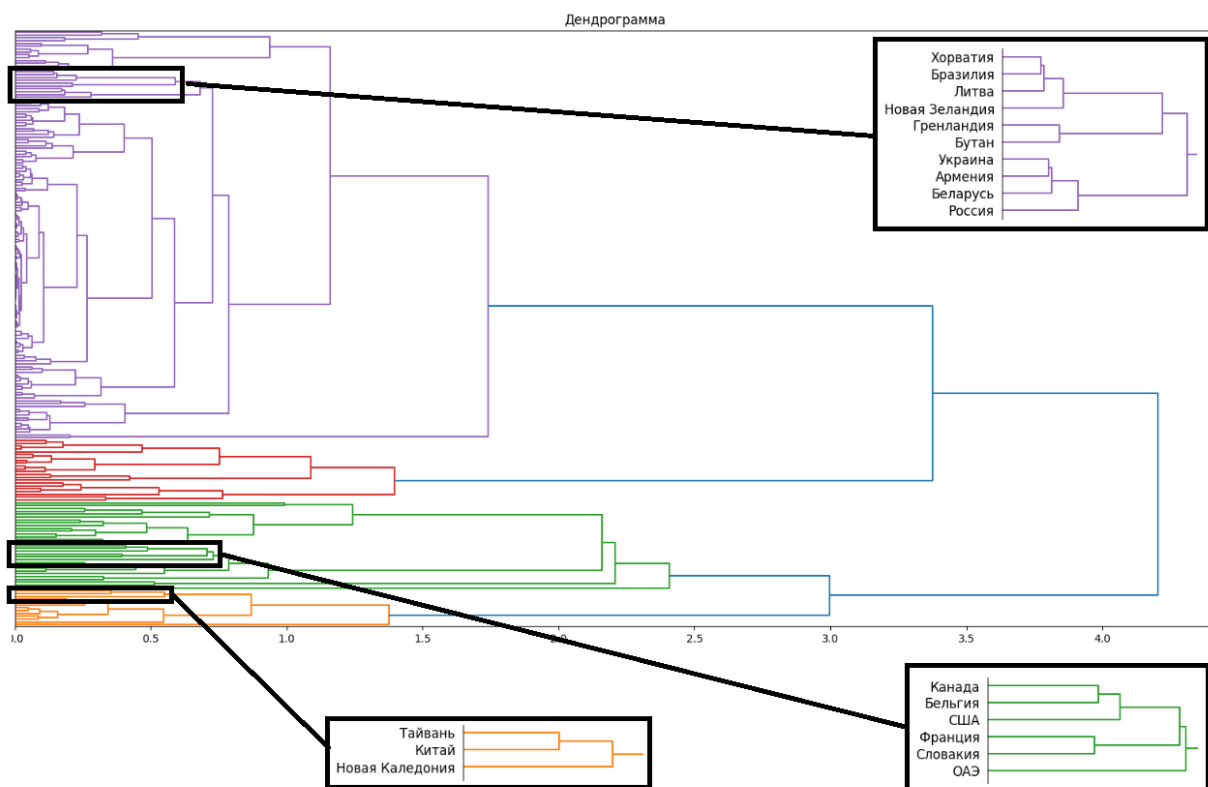


Рис. 3. Результат иерархической кластеризации: дендрограмма с отметками исследуемых стран и стран со схожей структурой энергогенерации

Fig. 3. Result of hierarchical clustering: a dendrogram with labels for the studied countries and countries with a similar structure of power generation

Для анализа структурных различий энергетических профилей были рассчитаны средние значения показателей по каждому кластеру и визуализированы с помощью круговых диаграмм (см. рис. 4).

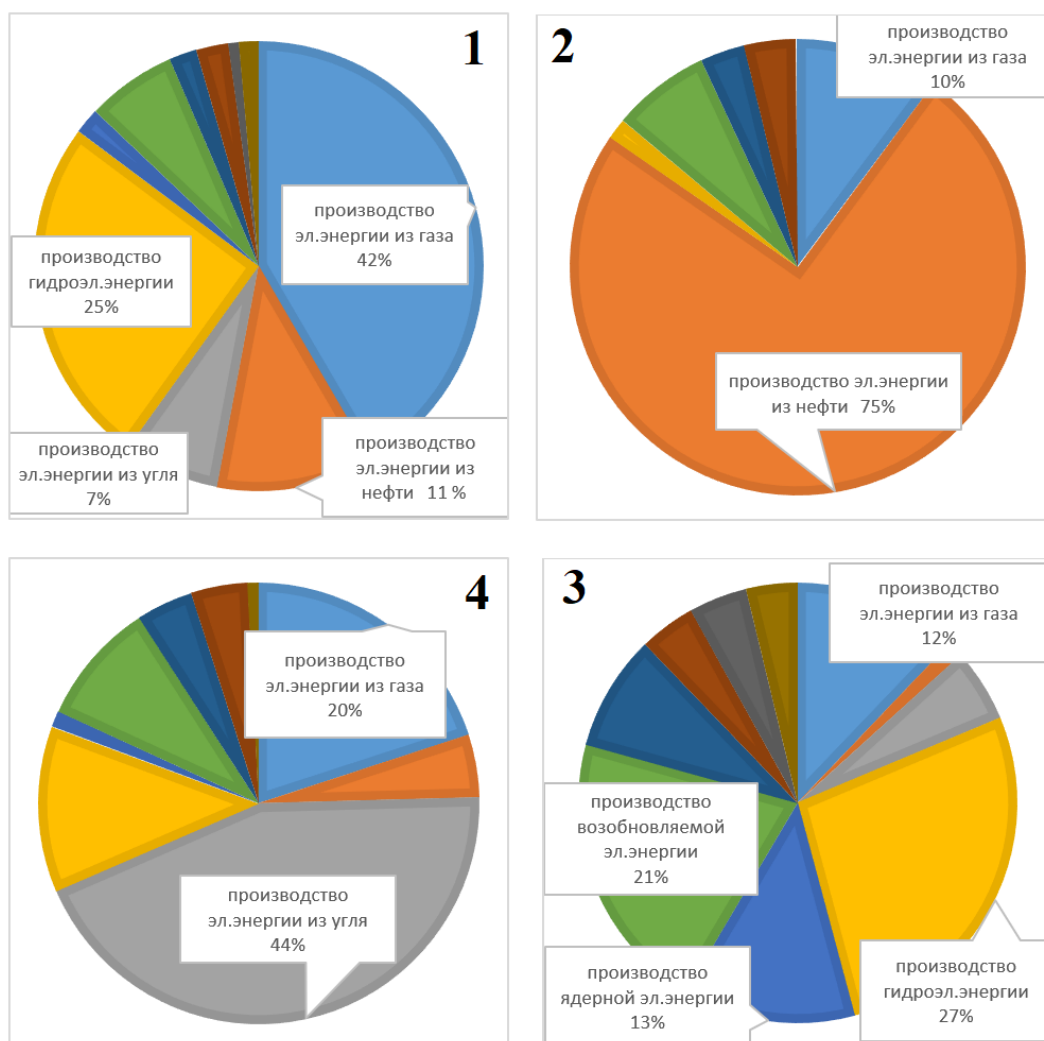


Рис. 4. Сравнительная структура генерации электроэнергии по кластерам:

1 – фиолетовый кластер; 2 – красный кластер; 3 – зеленый кластер; 4 – оранжевый кластер

Fig. 4. Comparative structure of electricity generation by clusters:

1 – Purple cluster; 2 – Red cluster; 3 – Green cluster; 4 – Orange cluster.

В самом многочисленном, фиолетовом кластере структура производства электроэнергии характеризуется преобладанием природного газа (42 %), гидроэнергетики (25 %), нефти (11 %) и угля (7 %).

Во втором, красном кластере структура производства электроэнергии характеризуется преобладанием нефти (75 %) и газа (10 %).

В четвертом, оранжевом кластере электроэнергия производится преимущественно из угля (44 %) и природного газа (20 %).

Только в третьем, зелёном кластере наблюдается сбалансированная структура производства электроэнергии, включающая все основные источники: гидроэнергетика – 27 %, атомная энергия – 13 %, природный газ – 12 %, другие ВИЭ – 21 %, ветроэнергетика – 9 %, уголь – 5 %, геотермальная энергия – 4 %, биоэнергетика – 4 %, солнечная энергетика – 4 %, нефть – 1 %.

Выявленная кластеризация позволяет провести не только технологическую, но и стратегическую классификацию энергосистем. Страны «зелёного» кластера демонстрируют наибольшую диверсификацию, что в теории повышает их устойчивость к точечным сбоям. Напротив, страны «красного» кластера, будучи крайне зависимыми от импорта нефти, находятся в зоне высокого энергетического риска. Россия, принадлежа к крупнейшему «фиолетовому» кластеру, обладает надёжной ресурсной базой, но её профиль указывает на структурную зависимость от двух ключевых источников, что требует особого внимания к защите соответствующей критической инфраструктуры в контексте комплексной безопасности. Для структурирования информации и облегчения сравнения результаты сведены в краткую таблицу с ключевыми метриками кластеров (табл. 2).

Таблица 2. – Сводные характеристики выявленных кластеров

Table 2. – Summary characteristics of the identified clusters

Кластер	Фиолетовый	Красный	Оранжевый	Зеленый
Кол-во стран	144	22	13	31
Доминирующие источники	Газ (~42%), ГЭС (~25%)	Нефть (~75%)	Уголь (~44%), Газ (~20%)	Сбалансированный микс (АЭС, ВИЭ, ГЭС)
Условное название	Газо-гидровый	Островной нефтяной	Угольно-газовый	Диверсифицированный
Ключевые страны	Россия, Бразилия, Индия	Куба, Ямайка, Кипр	Китай, Австралия, Казахстан	США, Япония, Франция, Германия
Потенциальные уязвимости (с точки зрения безопасности)	Зависимость от газотранспортной инфраструктуры, уязвимость крупных ГЭС	Критическая зависимость от морского импорта топлива, блокируемость	Высокий углеродный след, зависимость от угольной логистики	Высокая сложность управления системой, зависимость от цепочек поставок для ВИЭ

После определения кластерной принадлежности России можно оценить её относительную позицию внутри данного кластера.

Фиолетовый кластер, куда входит Россия, насчитывает 144 страны. Ранжирование стран по объёму производства электроэнергии на 100 тысяч населения показало, что лидерами являются Бахрейн (2,30 ТВт-ч), Катар (1,85 ТВт-ч) и Бутан (1,42 ТВт-ч). Россия с показателем 0,77 ТВт-ч занимает 9-ю позицию, располагаясь в рейтинге между Израилем (0,80 ТВт-ч) и Словенией (0,72 ТВт-ч). Беларусь находится на 21-м месте (0,48 ТВт-ч), Армения – на 39-м (0,29 ТВт-ч).

Заключение

1. Разработана методика многомерной кластеризации стран на основе структуры производства электроэнергии по десяти источникам генерации с нормировкой показателей на численность населения.

2. Применение методов иерархической кластеризации позволило выявить четыре устойчивых кластера с характерными энергетическими профилями:

- Фиолетовый кластер (144 страны, включая Россию) – преобладание генерации на природном газе (~42%) и гидроэнергетики (~25%);
- Красный кластер (22 страны) – доминирование нефтегенерации (~75%), характерное для малых островных государств;
- Оранжевый кластер (13 стран, включая Китай и Австралию) – угольно-газовая модель генерации (уголь ~44%, газ ~20%);
- Зелёный кластер (31 страна, включая США, страны ЕС и Японию) – сбалансированная диверсифицированная структура с существенной долей атомной энергии и ВИЭ.

3. Россия принадлежит к самому многочисленному (фиолетовому) кластеру, для которого характерна наименьшая степень диверсификации и доминирование газовой генерации. Внутри кластера Россия занимает 9-ю позицию по удельному производству электроэнергии (0,77 ТВт-ч

на 100 тыс. населения), что указывает на её типичный для данной группы газо-гидрогенерирующий профиль, но не на лидирующие позиции по энергообеспеченности.

4. Ключевой вывод исследования: абсолютные лидеры по объемам генерации – Китай, США и Россия – относятся к разным кластерам. Это эмпирически подтверждает тезис о принципиальном различии их национальных энергетических стратегий и структур энергодансов, что делает некорректным их прямое сравнение в рамках единого рейтинга без учёта структурных особенностей.

5. Полученные результаты имеют прикладное значение для стратегического планирования и обеспечения энергоданности. Для России, чей профиль соответствует наименее диверсифицированному кластеру, актуальными становятся задачи:

- Технологической диверсификации энергоданса за счёт ускоренного развития атомной генерации (в том числе малой) и новых ВИЭ, что снизит системные риски.
- Развития распределённой и гибридной генерации в удалённых и стратегически важных регионах для повышения их автономности и устойчивости.
- Усиления защиты критической инфраструктуры (магистральные газопроводы, каскады ГЭС), идентифицируемой в качестве системообразующей для текущей модели.

6. Перспективным направлением развития методологии является динамический кластерный анализ, позволяющий отслеживать переход стран между кластерами во времени под влиянием энергетического перехода. Другим направлением может стать интеграция в модель дополнительных параметров, таких как показатели надёжности сетей, уровень развития накопителей энергии или степень цифровизации энергоданств, что позволит создать ещё более детальную многомерную классификацию, непосредственно увязанную с показателями энергетической безопасности.

Список источников

1. Voronina E. V., Khlebnikov V. K. The forecasting system in the electric power industry and the prospects for the development of the electric power industry // Кибернетика энергетических систем: Сборник материалов XXXIX сессии Всероссийского научного семинара по тематике "Электроэнергетика". Новочеркасск, 17-18 октября 2017 г. Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2018. P. 152–156. EDN: LQRMNP
2. Соловьева Е. О. Характеристика электроэнергетики мира и России // Аллея науки. 2018. Т. 8. № 5(21). С. 550–553. EDN: XSVAFN
3. Фаворский О. Н., Батенин В. М., Масленников В. М. [и др.]. Что нужно сделать для реализации энергетической стратегии страны // Вестник Российской академии наук. 2016. Т. 86. № 10. С. 867–872. <https://doi.org/10.7868/S0869587316100078>. EDN: WOSESN
4. Земсков В. В. Вызовы энергоданности в обеспечении экономической безопасности в условиях шестого технологического уклада // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2025. № 2. С. 117–126. EDN: SSCDIE
5. Бурганова И. Н. Политические и экономические риски энергетической безопасности в глобальном мире (на примере России) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Социология. Политология. 2023. Т. 23. № 1. С. 79-83. <https://doi.org/10.18500/1818-9601-2023-23-1-79-83>. EDN: OYCHZ
6. Боровский Ю. В. Проблема энергетической безопасности в отношениях России с внешним миром: сотрудничество, конкуренция и соперничество (1991–2021 гг.): специальность 07.00.15 "История международных отношений и внешней политики": диссертация на соискание ученой степени доктора исторических наук. М., 2022. 535 с. EDN: FLBYVB
7. Галанина О. В., Золотарева Ю. П. Применение инструментария агломеративной кластеризации для выявления деградирующих сельскохозяйственных производств и определения основных мер их поддержки // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2025. № 2. С. 94–102. EDN: RUDLPR
8. Sirazev S. I. The path to a low-carbon transformation of the electricity industry // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций. Сб. статей XII Международной научно-практической конференции. 21-22 октября 2024 г. Пенза, 2024. P. 576–578. EDN: EACWFS

9. Веселов Ф. В., Ерохина И. В., Макарова А. С. [и др.] Энергоэкономическая оценка стратегий повышения энергетической эффективности теплоэнергетики России // Теплоэнергетика. 2021. № 12. С. 20–32. <https://doi.org/10.1134/S0040363621120110>. EDN: BFFRQU

10. Ефимова Е. В. Место возобновляемой электроэнергетики в электроэнергетике мира // Молодежь XXI века: образование, наука, инновации: материалы IX Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. Новосибирск, 02-04 декабря 2020 г. Часть 2. Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 2020. С. 20–22. EDN: NVFILC

References

1. Voronina E.V., Khlebnikov V.K. The forecasting system in the electric power industry and the prospects for the development of the electric power industry. In: *Cybernetics of energy systems: Collection of materials of the XXXX session of the All-Russian scientific seminar on the topic "Electricity supply"*. Novocherkassk, October 17-18, 2017 Novocherkassk: South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov; 2018. P. 152-156. EDN: LQRMNP

2. Solovyova E.O. Characteristics of the electric power industry of the world and Russia. *Alley of Science*. 2018;8.(5(21)):550–553. (In Russ.). EDN: XSVAFN

3. Favorsky O.N., Batenin V.M., Maslennikov V.M. [and others]. What needs to be done to implement the country's energy strategy. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2016;86(10):867–872. (In Russ.). <https://doi.org/10.7868/S0869587316100078>. EDN: WOSESN

4. Zemskov V.V. Challenges of energy saving in ensuring economic security in the context of the sixth technological order. *State and municipal management. Scholar notes*. 2025;(2):117-126. (In Russ.). EDN: SSCDIE

5. Burganova I.N. Political and economic risks of energy security in the global world (on the example of Russia). *Izvestiya of Saratov University. Sociology. Politology*. 2023;23(1):79–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.18500/1818-9601-2023-23-1-79-83>. EDN: OPYCHZ

6. Borovsky Yu.V. *The problem of energy security in Russia's relations with the outside world: cooperation, competition and rivalry (1991-2021): specialty 07.00.15 "History of international relations and foreign policy": dissertation for the degree of Doctor of Historical Sciences*. Moscow; 2022. 535 p. (In Russ.). EDN: FLBYVB

7. Galanina O.V., Zolotareva Yu.P. Application of agglomerative clustering tools to identify degrading agricultural productions and determine key support measures. *State and municipal management. Scholar notes*. 2025;(2):94-102. (In Russ.) EDN: RUDLPR

8. Sirazev S.I. The path to a low-carbon transformation of the electricity industry. In: *Strategic development of the innovative potential of industries, complexes and organizations*. Collection of articles of the XII International Scientific and Practical Conference. October 21-22, 2024. Penza, 2024. P. 576–578. EDN: EACWFS

9. Veselov F.V., Erokhina I.V., Makarova A.S. [et al.] Energy-economic assessment of strategies for improving the energy efficiency of the Russian thermal power industry. *Thermal Engineering*. 2021;(12):20–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0040363621120110>. EDN: BFFRQU

10. Efimova E.V. The place of renewable electric power in the electric power industry of the world. In: *Youth of the XXI century: education, science, innovation: proceedings of the IX All-Russian Student Scientific and practical Conference with international participation*. Novosibirsk, December 02-04, 2020. Part 2. Novosibirsk: Novosibirsk State Pedagogical University; 2020. P. 20–22. (In Russ.). EDN: NVFILC

Информация об авторе

О. В. Галанина – кандидат экономических наук, доцент кафедры военной архитектуры, автоматизированных систем проектирования, естественнонаучных дисциплин, Военная академия материально-технического обеспечения им. А. В. Хрулева.

Information about the author

O. V. Galanina – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of Military Architecture, Computer-Aided Design Systems, and Natural Sciences, Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares that there is no conflict of interest

Статья поступила в редакцию 11.01.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026; принята к публикации 26.02.2026.

The article was submitted 11.01.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 26.02.2026.