

Экономическая теория и мировая экономика Economics and world economy

Научная статья
УДК 338.2:620.9
DOI: 10.14529/em240401

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ СТРАН ЕС В СЕКТОРЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В.Н. Зуев, vzuev@hse.ru

Т.Н. Канихин, tnkanikhin@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Москва, Россия

Аннотация. В статье анализируются ключевые особенности формирования кластеров стран ЕС в секторе ВИЭ на современном этапе. Глобальные проблемы, такие как изменение климата и повышение среднегодовых температур, а также локальные проблемы стран ЕС, связанные с зависимостью от импортеров нефти и газа, способствуют активному переходу стран ЕС на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Однако данный переход происходит с разной скоростью и степенью успешности в различных странах ЕС. Целью данного исследования является определение специфики развития энергетической политики стран ЕС в секторе ВИЭ. Гипотеза исследования заключается в том, что получению более полной картины формирования энергетической политики стран ЕС в сегменте ВИЭ способствует разбивка на кластеры стран-членов, что предопределяется как различным влиянием изменения климата на страны ЕС, так и разными моделями приоритетного потребления энергии в этих странах по секторам экономики (производство электроэнергии, транспорт и отопление/охлаждение). В исследовании применяется метод средней связи кластерного анализа. По результатам анализа было выделено 3 кластера стран ЕС в зависимости от количества ВИЭ, использованного в секторах производства электроэнергии, транспорта, отопления и охлаждения. Таким образом, гипотеза исследования подтвердилась – кластеризация стран ЕС помогает выделить ключевые особенности формирования энергетической политики стран ЕС и интегрирования в ее рамках ВИЭ. Результаты исследования имеют практическую значимость при оценке инвестиционных проектов в ЕС в секторе ВИЭ.

Ключевые слова: ЕС, энергетическая политика, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), глобальные проблемы, изменение климата, кластерный анализ

Для цитирования: Зуев В.Н., Канихин Т.Н. Особенности формирования кластеров стран ЕС в секторе возобновляемых источников энергии на современном этапе // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2024. Т. 18, № 4. С. 7–14. DOI: 10.14529/em240401

Original article
DOI: 10.14529/em240401

THE MAIN FEATURES OF THE FORMATION AND CLUSTERING OF EU ENERGY POLICIES IN THE RENEWABLE ENERGY SECTOR

V.N. Zuev, vzuev@hse.ru

T.N. Kanikhin, tnkanikhin@hse.ru

HSE University, Moscow, Russia

Abstract. This article analyzes the key features of the formation and clustering of EU energy policies in the renewable energy sector. Global problems, such as climate change, and local problems in EU countries, associated with their dependence on oil and gas imports, are contributing to the transition of EU countries to renewable energy sources. However, this transition is occurring at varying speeds and degrees of success in different EU countries. This study determines the specifics of the development of EU energy policies in the renewable energy sector. The study gives a detailed explanation for the formation of the energy policies in the EU by examining clusters of member countries. The clustering is determined by the different impacts of climate change and the different models of priority energy consumption by economic sectors (electricity production, transport, and heating/cooling). The study uses the method of average linkage of cluster analysis. The results identify three clusters of countries depending on the amount of renewable energy used in electricity production, transport, and heating/cooling. Conclusions about the distribution of countries into clusters and the transitions of countries between clusters were made. The research showed that clustering EU countries may help to identify key features of their energy policies and the integration of renewable energy sources. The results of the study have practical significance for investment projects in the EU and in assessing the renewable energy sector.

Keywords: EU, energy policy, renewable energy sources, global problems, climate change, cluster analysis

For citation: Zuev V.N., Kanikhin T.N. The main features of the formation and clustering of EU energy policies in the renewable energy sector. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2024, vol. 18, no. 4, pp. 7–14. (In Russ.). DOI: 10.14529/em240401

Введение

Глобальные экологические проблемы и способы борьбы с ними занимают важное место в повестке дня ЕС. Так, 12 декабря 2023 года в Дубае (ОАЭ) прошла Конференция ООН по изменению климата – COP28, в которой приняли участие 154 страны, в том числе 27 европейских государств. В результате Конференции страны подвели первые итоги по достижению целей Парижского соглашения, формализовав их в официальный документ (Global Stocktake, GST). Данный документ указывает на восемь ключевых задач, способных сократить уровень выбросов в атмосферу и приостановить глобальное потепление, сдержав его в границах 1,5 °C. Среди подобных задач – увеличение использования странами возобновляемой энергии и повышение энергоэффективности к 2030 году.

На COP28 было отмечено, что на сегодняшний день 87 % мировой экономики¹, с точки зре-

ния доли в ВВП, охвачено целевыми показателями климатической и углеродной нейтральности, нейтральности парниковых газов или чистых нулевых выбросов, способных сдерживать глобальное потепление в пределах 2 °C в случае полного применения стратегий энергоэффективности. В финальном документе Конференции подчеркивается важность сокращения мировых выбросов в атмосферу на 43 % к 2030 году (по сравнению с 2019 годом) для замедления роста глобальной температуры в границах 1,5 °C². Однако стороны подтвердили, что отстают от графика разрешения проблемы глобального потепления в рамках целей Парижского соглашения.

Следует отметить, что страны Европы уже сегодня сталкиваются с последствиями изменения климата. Так, июль 2021 года, по заявлению Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA), выдался самым

¹ Outcome of the first global stocktake. (2023) *UN Climate Change*. URL: <https://unfccc.int/sites/default/>

files/resource/cma2023_L17_adv.pdf (дата обращения: 16.03.2024).

² Там же

жарким месяцем в мире за всю историю наблюдений³. В Италии зафиксировали исторический максимум температур для всей Европы – в Риме стояла жара выше 40 °С, а на Сицилии температура достигла 48,8 °С. Более того, в ЕС и в мире с 1970-х годов заметно увеличились темпы роста средних температур. Так, в мире в среднем за 10 лет температура увеличивается на 0,2 °С, а 19 из 20 наиболее знойных периодов выдались на 2000–2020 годы⁴.

Необходимо отметить, что по заявлению нескольких авторитетных обсерваторий (NASA, NOAA, Met Office Hadley Centre and Climatic Research) атмосфера в районе Европы в наибольшей степени подвержена нагреванию. Так, в период 2011–2020 гг. рост среднемировой температуры составил 0,95–1,20 °С (к уровню доиндустриального периода 1850–1900 гг.), в то время как в Европе данный показатель составил 1,9–2,02 °С⁵. Это объясняется сочетанием географических, атмосферных и антропогенных факторов. Быстрая урбанизация и эффект «островов тепла» в крупных городах, а также сокращение снежного покрова и ледников, уменьшающее альбедо, усиливают поглощение солнечного тепла и способствуют дополнительному нагреванию. Ранняя индустриализация в Европе с XVIII века привела к значительным выбросам парниковых газов в атмосферу, в том числе CO₂, метана и оксида азота, задолго до того, как другие регионы начали интенсивное промышленное развитие. Длительные выбросы углекислого газа, удерживающегося в атмосфере долгое время, является значимым фактором изменения климата.

Несмотря на исторически внушительный объем выбросов в атмосферу, на сегодняшний день страны ЕС лидируют в борьбе с изменением климата, стремясь сократить негативное воздействие на окружающую среду через «зеленые инвестиции». Длительное влияние ранней индустриализации и выбросов парниковых газов обосновывает важность глобальных усилий по сокращению выбросов CO₂ и использования стратегий энергоэффективности с целью защиты планеты. Следует отметить, что наиболее передовыми в сфере возобновляемой энергетики в ЕС являются далеко не страны, обладающие наибольшим количеством природных ресурсов для реализации «зеленых технологий» (солнечного света, ветра, океана или моря для использования энергии приливов и отливов), но страны, наиболее заинтересованные в экологической повестке и располагающие необходи-

мыми технологиями, например, Швеция (66 %), Дания (41,6 %) ⁶.

Необходимо отметить, что «озеленение» повестки дня ЕС вызвано не только обеспокоенностью стран глобальным изменением климата, но и необходимостью уменьшения зависимости от поставок энергетических ресурсов. Текущие геополитические конфликты, в которые вовлечены ключевые страны-экспортеры нефти и газа, не раз ставили под угрозу энергетическую безопасность ЕС. Увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе ЕС способно облегчить данную проблему [Канихин, 2022]. Специальная операция на территории Украины, начавшаяся в 2022 году и вызвавшая повышение цен на энергоносители и их транспортировку, также подчёркивает важность диверсификации энергетического баланса ЕС.

ЕС определяет ключевые характеристики бесперебойного снабжения энергией как непрерывность подачи энергии, полученной из разных источников и транспортированной различными способами. В этой связи у Европейских государств вызывает опасение текущая зависимость от ограниченного ряда поставщиков энергетических ресурсов, приводящая к нестабильности цен на эти ресурсы и непрогнозируемым дополнительным издержкам соответственно.

Тем не менее, ввиду большого количества составляющих в производстве ВИЭ, страны ЕС не имеют возможности быстрого энергоперехода. Так, необходимые при создании ВИЭ солнечные панели, литий, редкоземельные металлы, алюминий, никель импортируются ЕС из Китая, являющегося в этом случае монополистом, что приводит к формированию новой зависимости для ЕС и снижению его энергетической безопасности соответственно. Следовательно, чтобы не попасть в новую «ловушку» зависимости, необходимо проанализировать факторы, влияющие на развитие и формирование энергетической политики в секторе ВИЭ в странах ЕС, что подчеркивает значимость и актуальность данной тематики.

Целью данной научной работы является определение специфики развития энергетической политики странами ЕС в секторе ВИЭ. В настоящем исследовании выдвигается следующая гипотеза: получению более полной картины формирования энергетической политики стран ЕС в сегменте ВИЭ поможет ее рассмотрение в разбивке по кластерам стран-членов, что предопределяется как различным влиянием изменения климата на страны ЕС, так и разными моделями приоритетного потребления энергии в этих странах по секторам экономики (производство электроэнергии, транс-

³ Climate Change: Annual greenhouse gas index. (2022) NOAA. URL: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-annual-greenhouse-gas-index> (дата обращения: 19.03.2024).

⁴ Там же

⁵ Там же

⁶ Share of energy from renewable sources. (2024) Eurostat. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/data-browser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en (дата обращения: 05.07.2024).

порт и отопление/охлаждение). Для анализа данной гипотезы в статье применяется метод кластеризации (с применением метода главных компонент), основанный на методологии и исследовании Eurostat о распределении потребления энергии по секторам.

Теория и методы

В научной литературе весьма подробно исследована необходимость перехода на ВИЭ [Olabi, Abdelkareem, 2022; Qazi et al., 2019; Gielen et al., 2019], а также определена значимая роль ВИЭ в текущем энергетическом переходе [Venegas-Cantarero, 2020; Bogdanov et al., 2022]. С целью определения текущего объема знаний в научном мире по тематике ВИЭ авторы [Bhattarai et al., 2022; Su et al., 2021; Holechek et al., 2022] проанализировали 248 журнальных публикаций из авторитетных баз данных (ScienceDirect, Web of Science и Scopus), используя метод систематического обзора литературы, и пришли к единому положительному мнению относительно будущих перспектив использования возобновляемых источников энергии в секторе электроэнергетики.

В исследовании Е. Менговой отмечается, что специфические страновые и региональные характеристики, такие как ВВП на душу населения, численность населения, экологические показатели, а также показатели качества управления (борьба с коррупцией, эффективность правительства, качество регулирования, политическая стабильность и уровень насилия/терроризма), наряду с общим энергетическим профилем страны, оказывают значительное положительное влияние на инвестиции в ВИЭ [Mengova, 2020]. Исследователи приходят к выводу, что господдержка финансирования НИОКР значимо стимулирует новые технологии, повышающие инвестиционную привлекательность ВИЭ [Конников и др., 2020]. Государственные субсидии в значительной степени способствуют компенсации сокращения доходов энергетического рынка, вызванного ростом выработки на ВИЭ [Ozdemir et al., 2019].

Влияние цен традиционных источников энергии на развитие в ВИЭ было рассмотрено в работах, посвященных взаимосвязи между ценами на нефть и инвестициями в ВИЭ [Avramenko, Mujumdar, 2020], механизму влияния неопределенности цен на нефть [Lin, Wang, 2022], моделированию взаимосвязи цен на нефть и фондовых индексов чистой энергии [Dawar et al., 2021]. Результатом проведения данных исследований стали следующие выводы:

1) доказана слабая корреляция между ценами на нефть и инвестициями в ВИЭ;

2) неопределенность цен на нефть увеличивает ожидания рынка ВИЭ и, таким образом, стимулирует их инвестиции;

3) шоки цен на нефть оказывают сильное положительное влияние на фондовые индексы низкоуглеродной энергии.

Более того, фактор изменения климата представляет собой многогранный феномен с потенциально как положительными, так и отрицательными последствиями для различных государств, зависящими от их географического расположения, экономической структуры, способности к адаптации и принимаемых мер по смягчению его последствий. Исследование Стэнфордского университета, освещенное новостным агентством “Brookings”⁷, демонстрирует возможное положительное воздействие глобального потепления на экономику отдельных стран. Например, Россия или Канада смогут снизить издержки отопительной системы, а также расширить возможности для сельского хозяйства.

В контексте Европы можно выделить две основные группы стран, для которых прогнозируются различные последствия глобального потепления: регионы Южной Европы и регионы Северной и Восточной Европы. Первая группа стран, такие как Италия, Греция, Испания и Португалия, могут столкнуться с усилением засух, уменьшением запасов пресной воды, возрастанием частоты и интенсивности лесных пожаров и сокращением урожайности аграрных культур. Также предполагается, что туристическая отрасль пострадает из-за роста количества экстремально жарких дней, что сделает летний отдых в данных регионах менее привлекательным. Однако важно подчеркнуть, что потенциальные «выигрыши» от глобального потепления сопровождаются значительными экологическими и социальными рисками, поэтому адаптация к изменению климата и меры по сокращению выбросов парниковых газов являются критически важными для всех государств.

С другой стороны, вторая группа стран, включающая Скандинавские страны, Финляндию, Эстонию, Латвию и Литву, может испытать на себе менее негативные последствия глобального потепления или впоследствии получить некоторую выгоду. Предполагается, что более теплый климат может улучшить условия для сельского хозяйства, увеличив продолжительность вегетационного периода и расширив возможности для выращивания новых культур, а также в перспективе сократит расходы на отопление в зимний период. В то же время страны, расположенные на малой высоте над уровнем моря, такие как Нидерланды, а также некоторые области Германии и Дании, сталкива-

⁷ Ten facts about the economics of climate change and climate policy. A joint report from The Hamilton Project and the Stanford Institute for Economic Policy Research. (2019) *Brookings*. URL: <https://www.brookings.edu/research/ten-facts-about-the-economics-of-climate-change-and-climate-policy/> (дата обращения: 12.04.2024)

ются с серьезной угрозой повышения уровня моря, что вынуждает их инвестировать значительные средства в защиту от наводнений. Увеличение частоты штормов и повышение уровня моря могут привести к значительным потерям территории и повреждению инфраструктуры в данных странах.

За последние два десятилетия производство и потребление возобновляемой энергии значительно возросло по всему ЕС в ответ на целенаправленную политику и меры, а также благодаря быстрому технологическому прогрессу. В результате выбросы парниковых газов в энергетической системе ЕС постепенно снижались с 1990 года, и уже к 2020 году использование ВИЭ в энергетике ЕС составило 20 %⁸. В 2022 году 22,5 % энергии, потребляемой в ЕС, было произведено из возобновляемых источников⁹.

В октябре 2023 года ЕС принял обновленную версию Директивы по возобновляемым источникам энергии, которая, среди прочих мер, увеличивает обязательный целевой показатель использования ВИЭ на 2030 год с 32 до 42,5 % с финальной целью достижения 45 %¹⁰. Согласно документу, каждое государство-член внесет свой вклад в достижение этой общей цели, в то время как для отдельных стран целевые показатели установлены не были.

Результаты

Несмотря на единую цель, европейские страны значительно различаются по своим экономическим условиям, уровню развития, индустриализации и ресурсному потенциалу. В этой связи анализ ценовых и неценовых факторов, влияющих на объем инвестиций в возобновляемые источники энергии (ВИЭ), необходимо проводить с учётом энергетического баланса по конечному потреблению энергии.

Государства Евросоюза оценивают свои успехи в достижении энергоэффективности по доле ВИЭ в их энергетическом комплексе. Таким образом, изучение динамики данного показателя способно выявить энергоэффективность каждой страны. Для расчёта доли возобновляемой энергии в числителе используется общее количество потребления страной возобновляемой энергии, а в знаменателе – общее количество затрат энергии по трем

секторам: производство электроэнергии, транспорт и отопление/охлаждение¹¹.

С целью выявления различий между странами по уровню интеграции возобновляемых источников энергии (согласно предыдущему абзацу настоящей статьи) в 2022 году в указанных секторах была проведена агрегативная кластеризация методом средней связи, наиболее полно отражающим действительную связь объектов и являющимся синтезом между методами одиночной и полной связи:

$$d_{avg}(C_i, C_j) = \frac{1}{n_i n_j} \sum_{x \in C_i} \sum_{y \in C_j} p(x, y). \quad (1)$$

Анализ позволил выделить три основных кластера, для демонстрации которых была построена дендрограмма (см. рисунок).

1. **Первый кластер** состоит из стран с высокой долей ВИЭ в производстве электричества (среднее – 63 %), относительно низкой долей ВИЭ в отоплении и охлаждении (среднее – 22 %) и невысокой долей в транспорте со средним по кластеру в 14 %. В данный кластер входят Ирландия и Испания, активно внедряющие энергию солнца и ветра при производстве электричества.

2. **Второй кластер** включает страны со сбалансированной долей возобновляемых источников энергии хотя бы по двум секторам: производство электроэнергии (среднее – 41 %) и отопление/охлаждение (среднее – 46 %), однако несколько разнородными показателями по применению ВИЭ в транспорте (среднее – 13 %). Необходимо отметить, что в рамках кластера есть и страны с наиболее высокими сбалансированными показателями – Мальта, Люксембург.

3. **Третий кластер** объединяет страны с относительно низкой долей возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии (среднее – 22 %), очень низкой долей в транспорте (среднее – 9 %) и высокой долей в отоплении и охлаждении (среднее – 69 %). Страны кластера: Финляндия, Словакия, Польша, Кипр, Венгрия, Чехия, Литва, Эстония, Латвия. В силу климатических условий данные страны наиболее заинтересованы во внедрении ВИЭ именно в отопительную систему.

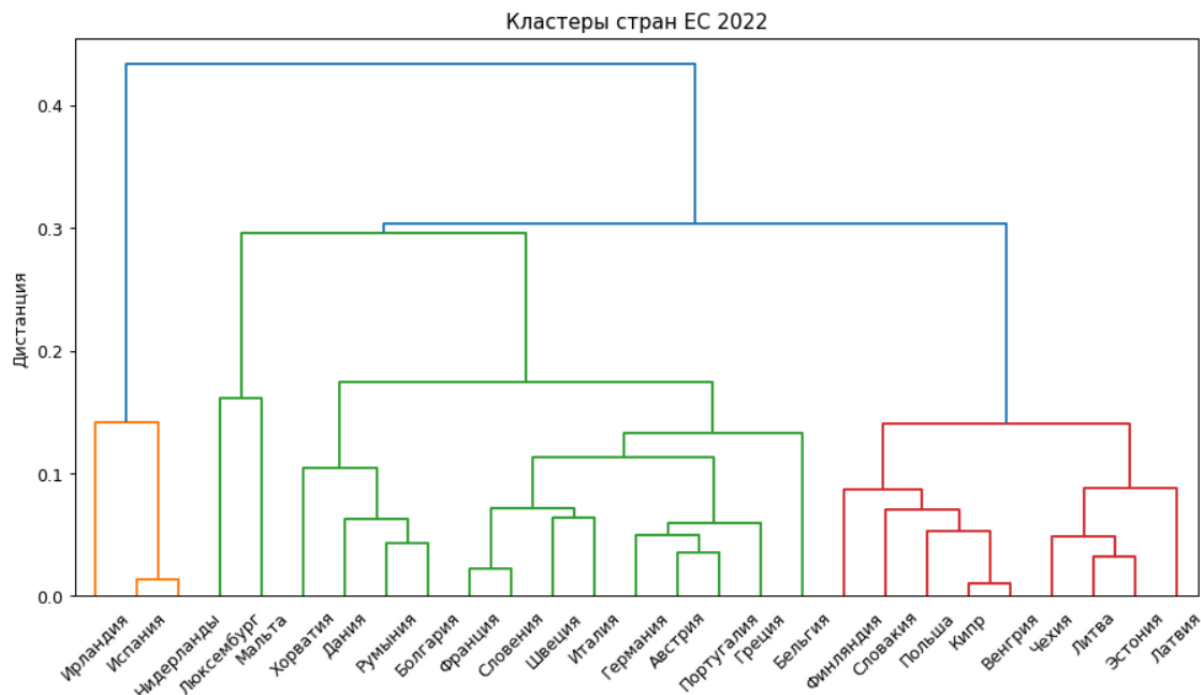
Необходимо отметить, что в зависимости от сферы внедрения ВИЭ страной используется различный вид энергетических источников. Так, в рамках интеграции ВИЭ в производство электроэнергии страны ЕС, как правило, применяют солнечные панели, ветроэнергетические и биоэнергетические станции. Внедрение ВИЭ в транспортную отрасль происходит за счет использования странами биотоплива, основанного на сельскохозяйственных культурах (первое поколение) или

⁸ Renewable energy. (2024) European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/renewable-energy#:~:text=Renewable%20energy%20sources%20made%20up,increase%20in%20renewable%20energy%20production> (дата обращения: 02.04.2024).

⁹ Там же

¹⁰ Renewable Energy Directive. (2023) European Commission. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en (дата обращения: 03.04.2024).

¹¹ Renewable Energy Statistics. (2022) European Commission. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics (дата обращения: 05.04.2024).



Разделение стран ЕС по трём кластерам в зависимости от уровня интеграции ВИЭ в различные сектора экономики в 2022 году

Составлено по: статистическим данным Eurostat/Short assessment of renewable energy sources (SHARES): SHARES summary results. (2024) Eurostat. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database/additional-data#Short%20assessment%20of%20renewable%20energy%20sources%20\(SHARES\)](https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database/additional-data#Short%20assessment%20of%20renewable%20energy%20sources%20(SHARES)) (дата обращения: 05.04.2024)

растениях непищевого назначения (второе поколение), наименее опасных для окружающей среды, а также использования электромобилей. Наиболее популярными решениями в области интеграции ВИЭ в отопительную систему стран являются солнечные панели, геотермальное отопление, применение биомасс или тепловых насосов.

Исходя из проведённого кластерного анализа европейских стран по уровню интеграции возобновляемых источников энергии в различные сектора, можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Оптимальной является стратегия интеграции ВИЭ в энергетическую политику стран второго кластера, поскольку она равномерно затрагивает все три исследуемых аспекта энергетического комплекса: производство электроэнергии, транспорт, отопительную систему. Таким образом, энергетическая политика стран второго кластера является сбалансированной и может быть ориентиром для других стран ЕС.

2. Страны третьего кластера в большей степени заинтересованы в интеграции ВИЭ в свою отопительную систему по климатическим и географическим причинам. Такие страны, как Польша, Чехия, до сих пор являются одними из отстающих от графика внедрения ВИЭ и использующих наибольшее количество традиционных источников энергии, например угля, для производства электроэнергии. Тем не менее, опыт стран в развитии

ВИЭ в отопительной системе мог бы быть интересен странам второго кластера.

3. Первый кластер, представленный Ирландией и Испанией, сформирован неслучайно – данные государства ЕС являются одними из лидеров по выработке электроэнергии с помощью технологий ВИЭ. В условиях обилия солнца в Испании и ветреной энергии в Ирландии страны могут быть интересным примером для государств второго кластера в сфере внедрения ВИЭ в сектор производства электроэнергии.

4. Наименьший показатель внедрения ВИЭ наблюдается в секторе транспорта – лучший процент внедрения имеет Люксембург, но составляет лишь 37 %. В связи с чем важно отметить, что, несмотря на активное развитие трансформации транспортной отрасли в ЕС, странам все еще остается широкое поле для дальнейшего совершенствования своей стратегии.

Использование принципа кластеризации стран ЕС по указанным параметрам позволит лучше понять особенности перехода на ВИЭ в странах ЕС и продолжить исследования по выявлению особенностей энергетического перехода не только в странах ЕС, но и в других странах мира.

Обсуждение и выводы

Глобальные проблемы, в том числе изменение климата, являются значимыми для всего ЕС. Повышение температуры в мире особенно сказывается на европейских странах, вызывая на их терри-

тории экстремальную жару и засуху в летнее время. Одним из ключевых факторов, провоцирующих глобальное потепление, является рост выбросов углекислого газа в атмосферу, остановить или замедлить который способен переход на ВИЭ и трансформация энергетической политики стран. Евросоюз активно переходит на ВИЭ в своей энергетической политике, однако в различных странах ЕС данный переход происходит с различной скоростью, что объясняется различием в эффектах от глобального потепления на страну, уровне ее экономического и технологического развития, а так же, как было показано, принадлежностью к определенному кластеру на тепловой карте ЕС.

Ключевыми факторами развития ВИЭ в странах ЕС являются показатели ВВП на душу населения, численность населения, экологические показатели, а также показатели качества управления, размеры и степень государственной поддержки проектов в области ВИЭ, изменение цен на традиционные источники энергии, а также фактор изменения климата. Исходя из перечисленных выше факторов, страны ЕС возможно разделить на две условные группы, которые характеризуются потенциальными последствиями глобального потепления для страны: так, первая группа стран значительно пострадает, в то время как вторая сможет извлечь потенциальную выгоду.

Для более детального анализа проблемы в исследовании был применен метод средней связи

кластерного анализа, в рамках которого было выделено 3 кластера на основании количества использования ВИЭ и потребления энергии в трёх секторах: производство электроэнергии, транспорт и отопление/охлаждение. Гипотеза исследования подтверждена – кластеризация внедрения ВИЭ в рассматриваемые сектора стран ЕС способствуют более корректному пониманию особенностей формирования энергетической политики стран ЕС в секторе ВИЭ. В первый кластер вошли страны с низкой долей ВИЭ в производстве электроэнергии, транспорте и высокой долей в отоплении и охлаждении, все еще использующие значительное количество традиционных источников энергии и частично отстающие от графика внедрения ВИЭ. Второй кластер характеризуется сбалансированной долей возобновляемых источников энергии по всем трем секторам, свидетельствующей о диверсификации использования ВИЭ и оптимальной энергетической политике стран. Третий кластер включает в себя лишь Ирландию и Испанию, лидирующих в выработке зеленой электроэнергии за счет использования энергии солнца и ветра. Результаты данного исследования и построенные кластеры могут быть использованы для иллюстрации стратегий и особенностей инвестирования стран в сектор ВИЭ ЕС, а также для выявления особенностей энергетической политики стран ЕС в секторе ВИЭ.

Список литературы

- Канихин Т.Н. (2022) *Последствия энергетического перехода в ЕС для развития атомной энергетики России*. ВКР. Москва. 107 с.
- Конников Е.А., Мансуров Р.Д., Михеев П.С., Ниемб Б.С. (2020) Источники медиирования инвестиций в возобновляемые источники энергии. *Экономические науки*. Т. 185, С. 132–139.
- Avramenko A.A., Mujumdar A.A. (2020) Exploring relationship between oil prices and renewable energy investments. *Market economy problems*. Vol. 1. P. 116–125.
- Bhattacharai U., Maraseni T., Apan A. (2022) Essay of renewable energy transition: A systematic literature review. *Science of The Total Environment*. Vol. 833. P. 1–18.
- Bogdanov D., Ram M., Aghahosseini A. et al. (2021) Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability. *Energy*. Vol. 227. P. 1–27.
- Dawar I., Dutta A., Bouri E., Saeed T. (2021) Crude oil prices and clean energy stock indices: Lagged and asymmetric effects with quantile regression. *Renewable Energy*. Vol. 163. P. 288–299.
- Gielen D., Boshell F., Saygin D. et al. (2019) The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*. Vol. 24. P. 38–50.
- Holechek J., Geli H., Sawalhah M., Valdez R. (2022) A global assessment: can re-newable energy replace fossil fuels by 2050? *Sustainability*. Vol. 14. Issue 8. P. 4792–4806.
- Lin B., Wang S. (2022) Mechanism analysis of the influence of oil price uncertainty on strategic investment of renewable energy enterprises. *International Journal of Finance & Economics*. P. 1–18.
- Mengova E. (2020) What Determines Investment in Renewable Energy? *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*. Vol. 15. Issue 6. P. 22–38.
- Olabi A.G., Mohammad A.A. (2022) Renewable energy and climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 158. Issue C. P. 1–15.
- Özdemir Ö., Hobbs B.F., van Hout M., Koutstaal P.R. (2020) Capacity vs energy subsidies for promoting renewable investment: Benefits and costs for the EU power market. *Energy Policy*. Vol. 137. Issue C. P. 1–18.
- Qazi A. Hussain F., Rahimi N.A. et al. (2019) Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. *IEEE Access*. Vol. 7. P. 63837–63851.

Su Z., Mo X., Yin L. (2021). Oil market uncertainty and excess returns on currency carry trade. *Research in International Business and Finance*. Vol. 56. P. 101391–101402.

Vanegas Cantarero M.M. (2020) Review of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries. *Energy Research & Social Science*. Vol. 70. P. 1–21.

References

Avramenko A.A., Mujumdar A.A. (2020) Exploring relationship between oil prices and renewable energy investments. *Market economy problems*, 1, pp. 116–125.

Bhattarai, U., Maraseni, T., Apan. A. (2022) Assay of renewable energy transition: A systematic literature review. *Science of The Total Environment*, 833, pp. 1–18.

Bogdanov, D., Ram, M., Aghahosseini, A., Gulagi, A., Oyewo, A.S., Child, M., Caldera, U., Sadovskaia, K., Farfan, J., Simas Barbosa, L., Fasihi, M., Khalili, S., Traber, T., Breyer, C. (2021) Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability. *Energy*, 227, pp. 1–27.

Dawar I., Dutta A., Bouri E., Saeed T. (2021) Crude oil prices and clean energy stock indices: Lagged and asymmetric effects with quantile regression. *Renewable Energy*, 163, pp. 288–299.

Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M.D., Wagner, N., Gorini, R. (2019) The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, pp. 38–50.

Holechek, J., Geli, H., Sawalhah, M., Valdez, R. (2022) A global assessment: can re-newable energy replace fossil fuels by 2050? *Sustainability*, 14 (8), pp. 4792–4806.

Kanikhin T.N. (2022) *Consequences of the energy transition in the EU for the development of nuclear energy in Russia*, Master's. Thesis, Moscow, Russia.

Konnikov E.A., Mansurov R.D., Mikhnev P.S., Niemb B.S. (2020) Istochniki medirovaniya investitsiy v vobnovlyayemye istochniki energii [Sources of mediation of investments in renewable energy sources], *Ekonomicheskie nauki*, 185, pp. 132–139.

Lin B., Wang S. (2022) Mechanism analysis of the influence of oil price uncertainty on strategic investment of renewable energy enterprises. *International Journal of Finance & Economics*, pp. 1–18.

Mengova, E. (2020) What Determines Investment in Renewable Energy? *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 15(6), pp. 22–38.

Olabi, A.G., Mohammad A.A. (2022) Renewable energy and climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158(C), pp. 1–15.

Özdemir Ö., Hobbs B.F., van Hout M., Koutstaal P.R. (2020) Capacity vs energy subsidies for promoting renewable investment: Benefits and costs for the EU power market. *Energy Policy*, 137 (C), pp. 1–18.

Qazi, A. Hussain, F., Rahimi, N.A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., Haruna, K. (2019) Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. *IEEE Access*, 7, pp. 63837–63851.

Su, Z., Mo, X., Yin, L. (2021). Oil market uncertainty and excess returns on currency carry trade. *Research in International Business and Finance*, 56, pp. 101391–101402.

Vanegas Cantarero, M.M. (2020) Review of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries. *Energy Research & Social Science*, 70, pp. 1–21.

Информация об авторах

Зуев Владимир Николаевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой торговой политики, Институт торговой политики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия; vzuev@hse.ru

Канихин Тихон Николаевич, аспирант, Институт торговой политики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия; tnkanikhin@hse.ru

Information about the authors

Vladimir N. Zuev, DSc (Economics), Professor, Head of the Department of Trade Policy, Institute of Trade Policy, HSE University, Moscow, Russia; vzuev@hse.ru

Tikhon N. Kanikhin, PhD student, Institute of Trade Policy, HSE University, Moscow, Russia; tnkanikhin@hse.ru

Статья поступила в редакцию 17.10.2024

The article was submitted 17.10.2024