

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ И ГЛОБАЛИЗАЦИЯ

## ECONOMIC INTEGRATION AND GLOBALIZATION

DOI: 10.22363/2313-2329-2022-30-2-139-154

УДК 339.1

Научная статья / Research article

### Энергетическая трилемма как инструмент оценки национальных энергетических систем: на примере Республики Армения

В. С. Давтян  , С. Р. Хачикян

*Российско-Армянский университет,  
Республика Армения, 0051, Ереван, ул. Овсена Эмина, д. 123*

 [vahe.davtian@yandex.ru](mailto:vahe.davtian@yandex.ru)

**Аннотация.** Согласно Программе устойчивого развития ООН, заменившей собой Цели развития тысячелетия (ЦТР) и включающей компоненты социального, экономического и экологического развития, обеспечение доступа к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии является седьмой глобальной целью в системе семнадцати взаимосвязанных целей, разработанных Генеральной Ассамблеей ООН в 2015 г. Цель предполагает функционирование и развитие экологически чистых национальных энергосистем, которые будут способствовать социально-экономическому развитию. Для оценки динамики и тенденций развития глобальных энергетических систем особенно актуальными становятся методики их количественной оценки. В этом аспекте к наиболее важным инструментам оценки устойчивости глобальной энергетики относится индекс энергетической трилеммы, разработанный МИРЭС и консалтинговой компанией «Oliver Wyman Group». Индекс представляет собой комплексную оценку экономической, социальной и экологической составляющих Программы устойчивого развития ООН. Он позволяет количественно оценивать страны по их способности обеспечивать энергетическую безопасность, энергетическую справедливость (энергетическое равенство) и экологическую устойчивость национальных энергосистем с учетом социально-экономических и политических изменений. В работе приводится основная методика расчета индекса энергетической трилеммы и показано ее значение в оценке устойчивой и безопасной энергетики. В 2021 г. произошли изменения в методике расчета индекса, поэтому стало возможным лишь проведение сравнения динамики изменений по ключевым компонентам. На основе показателей индекса 2021 г. представлены основные тенденции мировой энергосистемы. Проиллюстрирован механизм воздействия

© Давтян В. С., Хачикян С. Р., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

компонентов индекса на формирование рейтинга страны. Особое внимание уделено анализу показателей индекса энергетической трилеммы Республики Армения за 2021 г. с учетом основных вызовов энергетики Армении и последствий 44-дневной войны в Карабахе осенью 2020 г. Показана динамика изменения основных компонентов индекса энергетической трилеммы в Армении посредством исследования конъюнктуры и основных тенденций развития энергетической системы страны. Продемонстрирована практическая значимость индекса для формирования государственной политики, нацеленной на развитие энергетического сектора.

**Ключевые слова:** индекс энергетической трилеммы, устойчивое развитие, энергетическая безопасность, энергетическая справедливость, экологическая стабильность, Республика Армения

**Благодарности:** Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке Республики Армения в рамках научного проекта № 21Т-2Н107.

**История статьи:** поступила в редакцию 15 декабря 2021 г.; проверена 12 января 2022 г.; принята к публикации 20 февраля 2022 г.

**Для цитирования:** *Давтян В. С., Хачикян С. Р.* Энергетическая трилемма как инструмент оценки национальных энергетических систем: на примере Республики Армения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2022. Т. 30. № 2. С. 139–154. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2022-30-2-139-154>

## Energy trilemma as an assessment tool for national energy systems on the example of the Republic of Armenia

Vahe S. Davtyan  , Silva R. Khachikyan

*Russian-Armenian University,  
123 Hovsep Emin St, Yerevan, 0051, Republic of Armenia*

 [vahedavtyan@yandex.ru](mailto:vahedavtyan@yandex.ru)

**Abstract.** According to the UN Sustainable Development Agenda which replaced the Millennium Development Goals (MDGs) and includes components of social, economic, and environmental development, ensuring access to affordable, reliable, sustainable and modern energy sources is the seventh global goal in the system of seventeen interrelated goals developed by the UNGA in 2015. The goal implies operation and development of environmentally friendly national energy systems that will contribute to socio-economic development. To assess the dynamics and development trends of global energy systems, the methods of their quantitative assessment become particularly relevant. In this aspect, the most important tool for assessing the sustainability of global energy is the energy trilemma index developed by WEC and «Oliver Wyman Group» consulting company. The index is a comprehensive assessment of the economic, social, and environmental components of the UN sustainable development program. It allows countries to be quantified by their ability to ensure energy security, energy equity and the environmental sustainability of national energy systems, considering socio-economic and political changes. The paper presents the main methodology for calculating the energy trilemma index and its role in assessing sustainable and safe energy. In 2021, there were changes in the methodology of calculating the index, so it became possible only to compare

the dynamics of changes of key components. Based on the indicators of 2021, the main trends in the global energy system are presented. The mechanism of the index components' influence on the formation of a country's rating is illustrated. A special attention is given to the analysis of the indicators of energy trilemma index for the Republic of Armenia in 2021, considering the main challenges of the Armenian energy sector and the consequences of the Forty-Four Day War in 2020. The dynamics of main components of energy trilemma index of Armenia is shown through the analysis of the conjuncture and the main development trends of the country's energy system. The practical significance of the index for shaping the state policy for the energy sector development is emphasized as well.

**Keywords:** energy trilemma index, sustainable development, energy security, energy equity, environmental sustainability, Republic of Armenia

**Acknowledgements:** The study was financially supported by the Science Committee of the Republic of Armenia within the framework of the scientific project No. 21Т-2Н107.

**Article history:** received December 15, 2021; revised January 12, 2022; accepted February 20, 2022.

**For citation:** Davtyan, V. S., & Khachikyan, S. R. (2022). Energy trilemma as an assessment tool for national energy systems on the example of the Republic of Armenia. *RUDN Journal of Economics*, 30(2), 139–154. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2022-30-2-139-154>

## Введение

Любая национальная энергетическая система имеет многогранный и многосложный характер. Она включает в себя экономическое, (гео)политическое, социальное, экологическое измерения, а также аспект безопасности, что осложняет процесс оценки и определения степени устойчивости и безопасности национальных энергетических систем. Из них наиболее актуальной является проблема энергетической безопасности, которая содержит все вышеперечисленные аспекты. Энергетическая безопасность представляет собой сложное, многогранное понятие, которое иногда определяется в узком смысле, например, исключительно в отношении спроса и предложения энергии, а иногда и в широком смысле, охватывающем большие области энергетической и экологической политики (Demski, 2018). Согласно определению Мирового энергетического совета (МИРЭС), энергетическая безопасность — это «уверенность, что энергия будет иметься в распоряжении в том количестве и того качества, которые требуются при данных экономических условиях» (Energy Dictionary, 1992).

Исходя из вышеизложенного, особое внимание следует уделить оценке энергетической безопасности. Международные организации и научные сообщества разработали различные методики, показатели и индексы для оценки разных аспектов устойчивости и безопасности энергетических систем: индекс риска энергетической безопасности (Energy Security Risk Index)<sup>1</sup>, индекс энергетической устойчивости (Energy Sustainability Index)<sup>2</sup>, модель оценки краткосроч-

<sup>1</sup> Индекс риска энергетической безопасности. Global energy institute. URL: <https://www.globalenergyinstitute.org/energy-security-risk-index> (дата обращения: 23.11.2021).

<sup>2</sup> Sustainable Energy for All. URL: <http://www.se4all.org/our-mission> (accessed: 23.11.2021).

ной энергетической безопасности (MOSES)<sup>3</sup>, индекс энергетической трилеммы (Energy Trilemma Index)<sup>4</sup> и т. д.

Особую научную ценность представляют методики исследования мировой энергетики, которые комплексно рассматривают отрасль со всей многосложностью и включают несколько параметров оценки. При конструировании интегральных показателей неизбежна значительная степень субъективизма как при выборе состава индикаторов, так и при определении их весов (значимости). Несмотря на это, комплексные индексы все шире используются для оценки состояния энергетической безопасности, определения ее динамики и межстрановых сравнений (Кононов, 2018).

Одним из таких комплексных показателей является *индекс энергетической трилеммы*, разработанный МИРЭС и консалтинговой компанией Oliver Wyman Group.

### Обзор литературы

О значении «энергетической трилеммы» для определения угроз и вызовов глобальной энергетической безопасности пишет А. Н. Захаров, отмечая, что данная концепция сводится «к поиску баланса между стремлением к энергетической безопасности, ценовой доступности энергоснабжения и экологической устойчивости» (Захаров, 2017).

Проблемы применения инструментария энергетической трилеммы в контексте устойчивого энергетического развития представлены в работе Е. С. Шилец, В. А. Кравченко, Т. В. Лукьяненко (Шилец и др., 2017). Авторы уделяют особое внимание вопросам энергоэффективности, рассматривая последнюю как важное предусловие для обеспечения сбалансированного энергетического развития в рамках энергетической трилеммы. Взаимосвязь энергетической трилеммы, роста населения, энергопотребления и экономического роста в краткосрочной и долгосрочной перспективе представлена в работе И. Хана и Ф. Хоу (Khan, 2021).

Роли государства в повышении энергетической безопасности в развивающихся странах посвящено исследование Л. Молаписи и А. Ю. Никитаевой (Молаписи, Никитаева, 2018). Авторы статьи на примере Филиппин демонстрируют эффективность применения энергетической трилеммы для оценки функций государства в энергетическом развитии. Теоретические аспекты энергетической безопасности как многомерной и сложной категории обсуждаются в исследованиях Зд. Сзалберца и Э. Ропузынска-Сурмы (Szalbierz, Ropuszyńska-Surma, 2017), Н. Пятковой и В. Рабчука (Pyatkova, Rabchuk, 2017), Е. А. Мацуи и Е. В. Крюковой (Matsui, Kryukova, 2021).

<sup>3</sup> Модель оценки краткосрочной энергетической безопасности (MOSES). Primary Energy Sources and Secondary Fuels. IEA. 2011. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5k9h0wd2ghlv-en.pdf?expires=1642250240&id=id&accname=guest&checksum=73D4DE6FBDB935E5565AD0BE985283B9> (дата обращения: 23.11.2021).

<sup>4</sup> Индекс энергетической трилеммы. URL: <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index> (дата обращения: 23.11.2021).

Вопросы применения индекса энергетической трилеммы в контексте рисков и угроз глобального развития в условиях Covid-19 проанализированы в статье Л. Григорьева и Д. Меджидовой (Grigoryev, Medzhidova, 2020). Авторы указывают на понижение всех показателей компонентов индекса, связанное с нарушением стабильных поставок энергоресурсов, парализацией транспортных коммуникаций и сокращением энергопотребления в мире.

Индекс энергетической трилеммы широко используется авторами, занимающимися проблемами социального развития и безопасности в странах с низким уровнем доходов. Среди таких авторов следует отметить Дж. Томеи и Д. Гент, которые в своей работе «Равенство и энергетическая трилемма» путем применения данного индекса выявляют наиболее сложные проблемы социального равенства в ряде стран Латинской Америки, Африки и Азии (Tomei, Gent, 2015).

### **Методология**

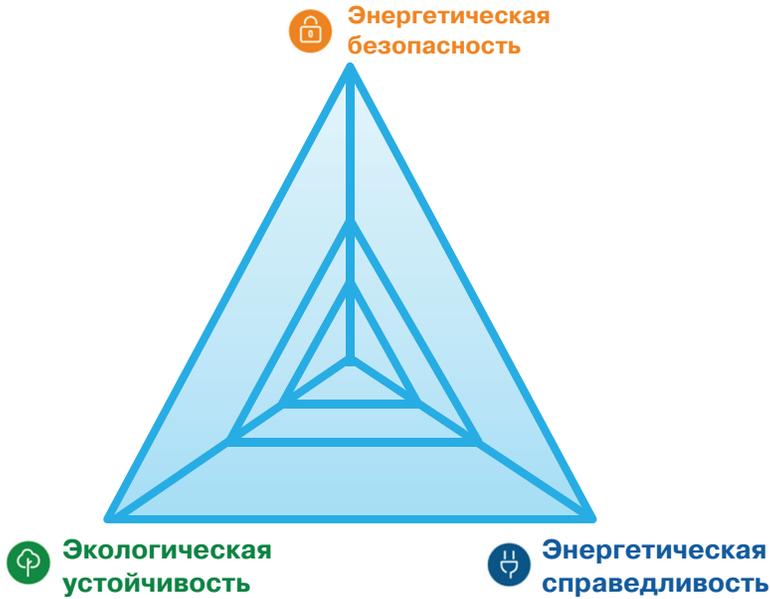
Методология исследования основана на комплексном подходе, включающем анализ научной и нормативной литературы, изучение международной практики обеспечения энергетической безопасности. В работе применены аналитический, статистический и сравнительно-типологический методы. Ввиду междисциплинарного характера исследования авторами используется инструмент PESTEL-анализа с целью выявления различных аспектов и проблем функционирования энергетических систем.

### **Результаты исследования**

Индекс энергетической трилеммы оценивает и ранжирует страны по их способности обеспечивать устойчивую энергетическую систему. Методика оценки энергетических систем посредством индекса энергетической трилеммы совпадает с тремя составляющими Программы устойчивого развития ООН, такими как: экономическая эффективность, социальное равенство и экологическая устойчивость. Трехсоставность Программы устойчивого развития позволила заложить основы концепции «трилеммы», которая показывает взаимосвязанность и взаимообусловленность этих трех составляющих.

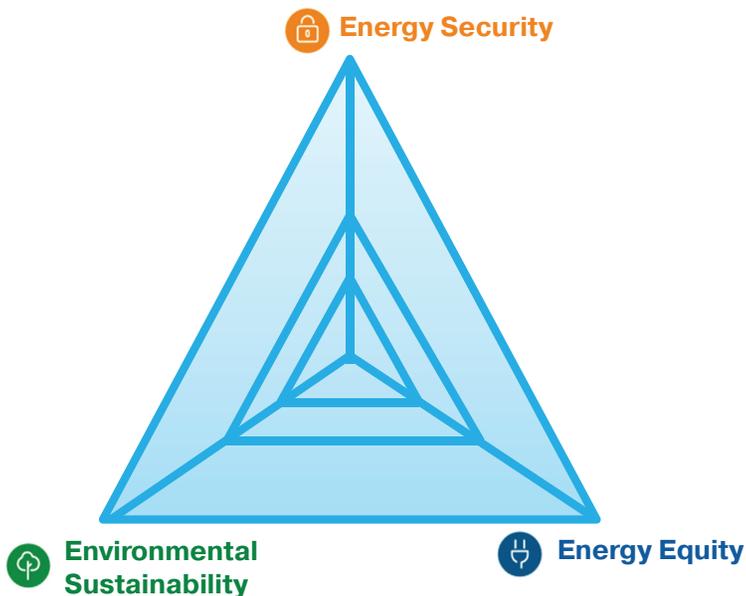
Для реализации проектов устойчивой энергетики МИРЭС разработал концепцию энергетической трилеммы, которая стала ответом на современную тройную энергетическую задачу, заключающуюся в обеспечении доступной и чистой электроэнергии в объемах, достаточных для удовлетворения минимальных энергетических потребностей посредством увеличения разнообразия и устойчивости вариантов энергоснабжения на местном, региональном и национальном уровнях. В последние годы концепция энергетической трилеммы дополнилась концепцией «великого перехода» в мир с более низким ростом населения, инновационными технологиями, экологическим приоритетом в решении технологических проблем, декарбонизацией и трансформацией геополитических центров (Bardi, 2013).

Индекс мировой энергетической трилеммы представляет собой количественную оценку обеспечения безопасной, справедливой и доступной, экологически устойчивой энергии. Индекс включает три основных компонента: энергетическую безопасность, энергетическую справедливость (энергетическое равенство) и экологическую устойчивость (рис. 1).



**Рис. 1.** Основные компоненты индекса энергетической трилеммы

Источник: составлено авторами на основе: Обзор МИРЭС об индексе энергетической трилеммы.  
URL: <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>  
(дата обращения: 25.11.2021).



**Figure 1.** The main components of the energy trilemma index

Source: compiled by the authors on the basis: WEC review on the energy trilemma index.  
Retrieved November 23, 2021, from <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>

Каждое государство должно строить свой энергобаланс, основываясь на указанных составляющих трилеммы. Индекс позволяет сравнивать качество национальных энергосистем по вышеперечисленным компонентам, а также отслеживать основные тенденции развития мирового энергетического рынка. МИРЭС ежегодно публикует доклад индекса энергетической трилеммы, что дает основу для сравнения эффективности политик по устойчивому развитию энергосистем, а итоговая оценка показывает, насколько хорошо страна справляется с «вызовами» трилеммы.

Первым компонентом оценки трилеммы является *энергетическая безопасность*, которая показывает эффективность организации поставок первичной энергии из внутренних (национальных) и внешних (зарубежных) источников, надежность энергетической инфраструктуры за счет диверсификации и декарбонизации энергосистемы, а также способность поставщиков энергии удовлетворять текущий и будущий спрос энергии. Общий балл показателя энергетической безопасности зависит от наличия запасов природных ресурсов, диверсификации и декарбонизации энергетического баланса страны, тесной энергетической интеграции с соседними странами. Согласно авторам доклада 2021 г., иногда «чрезмерная зависимость от изобилия углеводородов в стране может стать так называемым «ресурсным проклятием», способным привести к уменьшению разнообразия и ухудшению показателей в некоторых странах, богатых углеводородами» (World Energy Trilemma Index 2021).

Вторым компонентом является *энергетическая справедливость*, которая оценивает способность страны обеспечивать всеобщий доступ к надежной, недорогой энергии для населения на фоне социально-экономического развития. Данный компонент включает базовый доступ к качественному электричеству для бытового и коммерческого использования, экологически чистым видам топлива и технологиям для приготовления пищи, а также финансовую доступность энергоносителей. Доступ к источникам энергии является одной из глобальных проблем. По данным 2019 г., около 771 млн человек не имеют доступа к основным источникам энергии, из них 75 % — из стран Африки к югу от Сахары, 20 % — из развивающихся стран Азии<sup>5</sup>.

Третьим компонентом энергетической трилеммы является *экологическая устойчивость*, которая представляет собой экологизацию энергетических систем по принципу уменьшения и предотвращения экологического ущерба, последствий деградации для окружающей среды и изменения климата. Общий балл показателя складывается из таких факторов, как диверсификация энергетической системы, использование стратегических инструментов для сокращения выбросов парниковых газов, снижение энергоемкости и принятие мер по повышению энергоэффективности. Повышение показателя экологической устойчивости свидетельствует об энергетическом переходе с наращиванием использования низко- и безуглеродных источников энергии, и в частности возобновляемых

<sup>5</sup> Access to electricity. IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity> (accessed: 23.11.2021).

источников энергии (ВИЭ). В свою очередь, возобновляемая энергетика может позволить государствам-импортерам энергоресурсов существенно снизить свою зависимость от внешних поставок, тем самым укрепить свою энергетическую безопасность (Симонова, Захаров, 2016).

Важной предпосылкой для энергетического перехода стало Парижское соглашение, которое объединило страны в борьбе с изменением климата посредством уменьшения эмиссии парниковых газов. 189 стран, присоединившись к Парижскому соглашению, формируют энергетическую политику согласно его требованиям. После Парижского соглашения мировое сообщество добилось значительного прогресса в декарбонизации глобальной энергетической системы. При этом декарбонизация энергосистемы осуществляется разными путями, включая внедрение синергетических энергетических систем с различными возможными комбинациями ВИЭ, атомной энергетики и генерации на ископаемом топливе (Vallejo et al., 2021). Мощности ВИЭ во всем мире выросли с 1847 ГВт до 2799 ГВт, т. е. более чем на 50 %, при этом на их долю в настоящее время приходится более 80 % новых добавленных мощностей (World Energy Trilemma Index 2021). Представим структуру трилеммы в виде табл. 1.

Таблица 1

Структура индекса энергетической трилеммы 2021 г.

Энергетическая безопасность — 30%	A1. Безопасность поставок и спроса — 12%	A1a. Безопасность поставок и спроса — 6%	Энергетическая справедливость — 30%	B1. Доступ к энергии — 12%	B1a. Доступ к электроэнергии — 6%
		A1b. Независимость от импорта — 6%			B1b. Доступ к чистому приготовлению пищи — 6%
	A2. Устойчивость энергетических систем — 18%	A2a. Разнообразие способов генерации энергии — 6%		B2. Доступ к качественной энергии — 6%	B2a. Доступ к «современной» энергии — 6%
		A2b. Хранение энергии — 6%			B2a. Доступ к «современной» энергии — 6%
		A2c. Стабильность системы и способность к восстановлению — 6%		B3. Доступность энергии — 12%	B3a. Цены на электроэнергию — 3%
					B3b. Цены на бензин и диз. топливо — 3%
B3c. Цены на природный газ — 3%					
B3d. Доступность электроэнергии для населения — 3%					
Экологическая устойчивость — 30%	C1. Производительность ресурсов — 10%	C1a. Энергоемкость конечной энергии — 5%	Национальный контекст — 10%	D1. Макроэкономическая среда — 2%	D1a. Макроэкономическая стабильность — 2%
		C1b. Эффективность производства энергии и научно-технических разработок — 5%			D2a. Эффективность правительства — 1%
	C2. Декарбонизация — 10%	C2a. Низкоуглеродная выработка энергии — 5%		D2. Управление — 4%	D2b. Политическая стабильность — 1%
		C2b. Тенденция выбросов парниковых газов — 5%			D2c. Верховенство закона — 1%
		C2c. Интенсивность CO <sub>2</sub> — 2%			D2d. Качество регулирования — 1%
	C3. Выбросы и загрязнение — 10%	C3a. Выбросы CO <sub>2</sub> на душу населения — 2%		D3. Стабильность для инвестиций и инноваций — 4%	D3a. Чистый приток ПИИ — 1%
		C3b. Выбросы CH <sub>4</sub> от энергии от единицы ktoe — 1%			D3b. Простота ведения бизнеса — 1%
		C3c. Загрязнение воздуха PM <sub>2.5</sub> среднегодовая экспозиция — 5%			D3c. Восприятие коррупции — 0,5%
		D3d. Эффективность правовой базы при регулировании нормативных актов — 0,5%			
		D3e. Защита интеллектуальной собственности — 0,5%			
		D3f. Инновационный потенциал — 0,5%			

Источник: составлено авторами на основе: Доклад МИРЭС «Индекс энергетической трилеммы 2021». URL: [https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE\\_Trilemma\\_Index\\_2021.pdf?v=1634811254](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE_Trilemma_Index_2021.pdf?v=1634811254) (дата обращения: 25.11.2021).

**Structure of the Energy Trilemma Index 2021**

<b>Energy Security — 30%</b>	<b>A1. Security of supply and demand — 12%</b>	A1a. Diversity of primary energy supply — 6%	<b>Energy Equity — 30%</b>	<b>B1. Energy access — 12%</b>	B1a. Access to electricity — 6%
		A1b. Import independence — 6%			B1b. Access to clean cooking — 6%
	<b>A2. Resilience of energy systems — 18%</b>	A2a. Diversity of electricity generation — 6%		<b>B2. Quality energy access — 6%</b>	B2a. Access to «modern» energy — 6%
		A2b. Energy storage — 6%		<b>B3. Energy affordability — 12%</b>	B3a. Electricity prices — 3%
		A2c. System stability and recovery capacity — 6%			B3b. Gasoline and diesel prices — 3%
					B3c. Natural gas prices — 3%
B3d. Affordability of electricity for residents — 3%					
<b>Environmental Sustainability — 30%</b>	<b>C1. Resource productivity — 10%</b>	C1a. Final energy intensity — 5%	<b>Country Context — 10%</b>	<b>D1. Macroeconomic environment — 2%</b>	D1a. Macroeconomic stability — 2%
		C1b. Efficiency of power generation and T&D — 5%			D2a. Effectiveness of government — 1%
	<b>C2. Decarbonisation — 10%</b>	C2a. Low carbon electricity generation — 5%		<b>D2. Governance — 4%</b>	D2b. Political stability — 1%
		C2b. Trend of GHG emissions from energy — 5%			D2c. Rule of law — 1%
	<b>C3. Emissions and pollution — 10%</b>	C3a. CO <sub>2</sub> intensity — 2%		<b>D3. Stability for investment and innovation — 4%</b>	D2d. Regulatory quality — 1%
		C3b. CO <sub>2</sub> per capita - 2%			D3a. Foreign direct investment net inflows — 1%
		C3c. CH <sub>4</sub> emissions from energy per ktOE — 1%			D3b. Ease of doing business — 1%
		C3d. PM <sub>2.5</sub> mean annual exposure — 5%			D3c. Perception of corruption — 0.5%
		D3d. Efficiency of legal framework in challenging regulation — 0.5%			
		D3e. Intellectual property protection — 0.5%			
	D3f. Innovation capacity — 0.5%				

Source: compiled by the authors on the basis: WEC report «Energy Trilemma Index 2021». Retrieved November 25, 2021, from [https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE\\_Trilemma\\_Index\\_2021.pdf?v=1634811254](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE_Trilemma_Index_2021.pdf?v=1634811254)

Кроме вышеперечисленных трех компонентов индекс также учитывает четвертый компонент — национальный контекст, включающий основные макроэкономические, географические, политические, институциональные особенности исследуемых стран, позволяющих им осуществлять свою энергетическую политику (Мастепанов, Чигарев, 2020).

Каждый компонент оценивается по диапазонам А, В, С, D. Оценка выставляется по трем основным параметрам. Первой буквой оценивается энергетическая безопасность, второй — энергетическая справедливость, третьей — экологическая устойчивость. Первые три составляют 90 % всей оценки, а остальные 10 % формируются за счет дополнительного четвертого параметра (D) — национального контекста. Таким образом, оценка трилеммы имеет вид четырех букв, каждая из которых варьируется в диапазоне от А (лучший) до D (худший). При этом основные параметры индекса имеют свои составные показатели, каждый из которых имеет свою долю в общей оценке (табл. 1).

Существенными недостатками индекса энергетической трилеммы являются закрытость набора данных и схемы распределения баллов по странам, а также отсутствие источников информации о странах в докладе или на сайте МИРЭС.

## Результаты индекса энергетической трилеммы 2021 г.

Индекс энергетической трилеммы отслеживает и количественно оценивает 133 страны, однако в 2021 г. рейтинги были составлены только для 127 стран. Количество мест в рейтинге составило 101 из-за одинакового количества баллов в случае ряда стран. Индекс энергетической трилеммы уже второй год публикуется в условиях пандемии COVID-19, которая подрывает мировую экономику, выявляет социальную уязвимость мирового сообщества и усиливает озабоченность по поводу доступности энергии. Некоторые страны не попали в список из-за политической нестабильности и нехватки данных. В 2021 г. произошли некоторые изменения в методологии расчета индекса, поэтому сравнение с рейтингами индексов за предыдущие периоды представляется невозможным. Однако индексация показывает динамику изменений по ключевым компонентам.

В 2021 г. в первой десятке стран энергетической трилеммы главным образом лидируют члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Исключением являются Канада, Новая Зеландия и США. Особенно отличаются европейские страны, которые занимают лидирующие позиции по индексу благодаря осуществлению эффективной долгосрочной энергетической политики. В первую тройку стран вошли Швеция (84,2 балла), Швейцария (83,8) и Дания (83).

Список стран по показателю энергетической безопасности возглавляют Канада (80,6), Финляндия (81,7) и Румыния (73,7). Канада и Румыния выигрывают за счет диверсификации своих энергетических систем и экономик. Румыния получила значительную выгоду от членства в ЕС, усовершенствовав энергетическую политику и активизировав энергетическую интеграцию. Финляндия в значительной степени сосредоточилась на уменьшении доли углеводородной энергетики и увеличении доли солнечной и ветровой энергии для диверсификации своей структуры энергогенерации. Согласно докладу, членство в ЕС является существенным катализатором для улучшения энергосистем и либерализации энергетических рынков для ряда небольших стран.

Список стран по показателю энергетической справедливости возглавляют страны Персидского залива: Катар (70,3), ОАЭ (69,5), Кувейт (66,1), Бахрейн (66,7) и Оман (65,2) — благодаря высокому ВВП, успешной интеграции и низким ценам на энергоносители, обусловленным предоставлением субсидий и наличием значительных запасов легкоизвлекаемых углеводородных ресурсов. Одновременно многие страны Персидского залива проводят экономические реформы для диверсификации энергетического рынка.

Лидерами рейтинга по устойчивости в 2021 г. стали Швейцария (83,8), Швеция (84,2) и Уругвай (76,1). В десятке лидеров по экологической устойчивости традиционно доминируют европейские страны ввиду высокого уровня генерации возобновляемой энергии и эффективности энергетических систем. Дания, Азербайджан и Украина продемонстрировали улучшение показателей по сравнению с 2020 г. В частности, Азербайджан улучшил свои позиции за счет уменьшения количества выбросов и улучшения показателя энергоемкости, а Украина — за счет сокращения импорта и расширения производства атомной энергии.

## Устойчивое развитие энергетики Республики Армения по индексу энергетической трилеммы

По результатам индекса энергетической трилеммы 2021 г. Армения заняла 53-е место в мире с результатом 62,7 балла с уровнем ССВс. При этом по показателю энергетической безопасности Армения находится на 71-м месте с оценкой 49,2 балла, по энергетической справедливости — на 51-м месте с оценкой 73 балла и по экологической стабильности — на 38-м месте с оценкой 68,8 балла. Из-за изменения методологии по расчету общего балла в 2021 г. стало невозможно сравнение индексации страны за предыдущие периоды. Однако появилась возможность отслеживать динамику изменений основных параметров индекса (рис. 2).

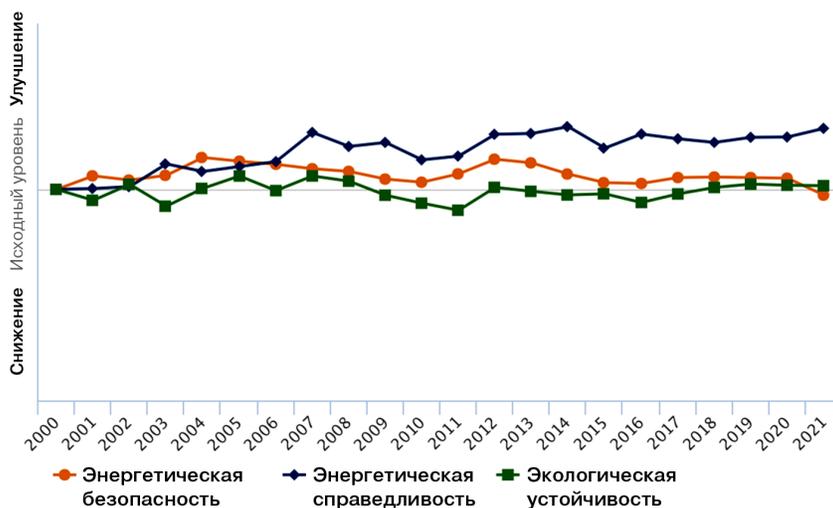


Рис. 2. Динамика параметров индекса энергетической трилеммы Армении в 2000–2021 гг.

Источник: Индекс энергетической трилеммы Армении.

URL: <https://trilemma.worldenergy.org/#!/country-profile?country=Armenia&year=2021>  
(дата обращения: 25.11.2022).

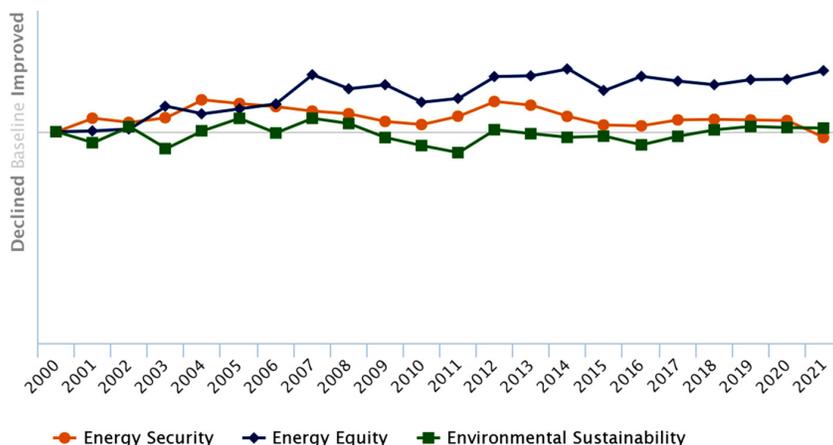


Figure 2. Dynamics of parameters of the energy trilemma index of Armenia in 2000–2021

Source: Energy trilemma index data about Armenia. Retrieved November 25, 2021, from <https://trilemma.worldenergy.org/#!/country-profile?country=Armenia&year=2021>

Уровень энергетической безопасности Армении в 2021 г. стал самым низким за последние два десятилетия, что обусловлено множеством факторов. Из-за отсутствия внутренних ресурсов ископаемого топлива Армения зависит от импорта. 44-дневная война в Карабахе осенью 2020 г. отрицательно повлияла на состояние энергосистемы страны, которая в 2021 г. планировала импортировать 330 млн кВт·ч электроэнергии (4 % от общего объема производства электроэнергии) из Нагорного Карабаха. Это количество сейчас замещается за счет электроэнергии, производимой на тепловых электростанциях (ТЭС)<sup>6</sup>.

В январе 2021 г. Правительство Армении утвердило стратегическую программу развития энергетики до 2040 г. и график мероприятий по ее реализации. В числе основных направлений стратегии — развитие и максимальное использование потенциала ВИЭ, улучшение энергоэффективности, продление срока эксплуатации Армянской АЭС (ААЭС) до 2026 г., реализация программы строительства электроэнергетического транзитного коридора «Север-Юг», улучшение региональной энергетической интеграции, а также либерализация энергетического рынка Армении<sup>7</sup>.

В связи с истечением срока эксплуатации 2-го энергоблока ААЭС приоритетное значение для развития энергетической инфраструктуры Армении имеет построение нового энергоблока для удовлетворения возрастающего спроса на электроэнергию. Отсутствие собственных запасов углеводородов, зависимость от поставляемых энергоресурсов, блокада железнодорожных и трубопроводных коммуникаций, ограниченные возможности экспорта электроэнергии и геополитическая напряженность в регионе диктуют необходимость изыскания средств на строительство нового энергоблока ААЭС, способного вывести Армению на новый уровень энергетической независимости (Davtyan, 2018). Однако, учитывая необходимость значительных инвестиционных средств для ее реализации, разработка программы строительства нового энергоблока откладывается. В этих условиях особенно важна модернизация 2-го энергоблока ААЭС с целью продления ее эксплуатационных сроков (Хачикян, 2020). В целях реализации модернизационных работ с 15 мая до 17 октября 2021 г. была остановлена работа АЭС, а количество производимой электроэнергии замещалось за счет ТЭС, что также повлияло на показатель энергетической трилеммы. Следует отметить, что с февраля 2022 г. средний тариф на электроэнергию за 1 кВт·ч увеличился на 4,7 драма<sup>8</sup>, что обусловлено остановкой эксплуатации 5-го энергоблока Разданской ТЭС из-за отсутствия рентабельности для собственника объекта — ЗАО

<sup>6</sup> WEC Trilemma. Country profile. Armenia. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/#!/countryprofile?country=Armenia&year=2021> (accessed: 23.11.2021).

<sup>7</sup> Стратегическая программа развития энергетики Республики Армения (до 2040 года). Решение N48-Л Правительства Республики Армения от 14 января 2021 г. URL: [http://mtad.am/u\\_files/file/energy/razmavarutyun-arm.pdf](http://mtad.am/u_files/file/energy/razmavarutyun-arm.pdf) (дата обращения: 23.11.2021).

<sup>8</sup> Тариф на электроэнергию в Армении с 1 февраля может увеличиться на 5,5 драма — КРОУ // Спутник Армения. URL: <https://ru.armeniasputnik.am/20211220/tarif-na-elektroenergiyu-s-1-fevralya-mozhet-uvlichitsya-na-55-drama-za-kvtch--krou-36707981.html> (дата обращения: 25.01.2022).

«Газпром-Армения», а также погашением Арменией российского межгосударственного кредита, привлеченного для проведения модернизационных работ на ААЭС.

К концу 2021 г. был запущен в эксплуатацию новый энергоблок Ереванской ТЭЦ с мощностью 254 МВт<sup>9</sup>. Отметим, что энергетический бартер Армении с Ираном осуществляется 5-м энергоблоком Разданской ТЭС и Ереванской ТЭЦ по принципу электричество в обмен на газ. В 2021 г. планировался ввод в эксплуатацию новой линии электропередачи (ЛЭП) из Ирана в Армению в рамках программы электроэнергетического коридора «Север-Юг». Однако ввиду ряда экономических и геополитических факторов сроки завершения проекта перенесены на 2023–2024 гг.<sup>10</sup>. Создание правовой базы для торговли электроэнергией позволит расширить поставки в Иран и Грузию, а также на рынок ЕАЭС. Диверсификация энергетической системы положительно повлияет на компонент энергетической безопасности.

Реализуемая сегодня программа либерализации электроэнергетического рынка Армении нацелена на формирование конкурентной среды и стимулирование экспорта. Нормативная база уже готова, и развертывание процесса либерализации рынка начнется в 2022 г. На рынке будут действовать трейдеры, а цены на электроэнергию — определяться спросом и предложением, что позволит установить конкурентные условия и социально ориентированную тарифную политику (Маркаров, Давтян, 2021).

Согласно принципам Парижского соглашения, Армения строит долгосрочную политику декарбонизации энергетической отрасли в соответствии со своими энергетическим потенциалом и рыночными особенностями. Источником выбросов парниковых газов в Армении в основном является энергетический сектор. Если поставленные цели будут достигнуты к 2030 г., то в сравнении с 1990 г. вредные выбросы будут сокращены на 40 %<sup>11</sup>.

К 2035 г. Армения намерена обеспечивать около половины своей внутренней потребности в электроэнергии за счет ВИЭ. Правительство ставит целью увеличить к 2030 г. долю производства солнечной энергии и довести до 15 % доли в общем объеме. Для этой цели планируется построить солнечные электростанции мощностью около 1000 МВт, что будет положительно влиять на энергетику с точки зрения ее диверсификации и экологической целесообразности<sup>12</sup>. Можно предположить, что компонент экологической стабильности

<sup>9</sup> Новая теплостанция мощностью 254 МВт задействована в Ереване // Arka News Agency. URL: [https://arka.am/ru/news/economy/novaya\\_teplostantsiya\\_moshchnostyu\\_254\\_mv\\_t\\_zadeystvovana\\_v\\_erevane/](https://arka.am/ru/news/economy/novaya_teplostantsiya_moshchnostyu_254_mv_t_zadeystvovana_v_erevane/) (дата обращения: 25.01.2022).

<sup>10</sup> ЛЭП из Армении в Иран и Грузию: что изменилось в сроках реализации проекта «Север-Юг» // Спутник Армения. URL: <https://ru.armeniasputnik.am/20211115/lep-iz-armenii-v-iran-i-gruziyu-chto-izmenilos-v-srokakh-realizatsii-proekta-sever-yug-35318689.html> (дата обращения: 25.11.2021).

<sup>11</sup> WEC Trilemma. Country profile. Armenia. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/#!/country-profile?country=Armenia&year=2021> (accessed: 23.11.2021).

<sup>12</sup> Долгосрочные (до 2036 года) пути развития энергетической системы РА. URL: <http://www.minenergy.am/page/493> (дата обращения: 25.11.2021).

энергетической трилеммы будет продолжать демонстрировать положительную динамику в случае поступательной реализации программы декарбонизации энергетического сектора.

Следует отметить, что на общий балл индекса энергетической трилеммы Армении повлияла низкая оценка (С) по четвертому компоненту, что было обусловлено политическими и социально-экономическими последствиями 44-дневной войны в Карабахе.

### Заключение

Индекс энергетической трилеммы представляет собой комплексный инструмент для количественной оценки устойчивого развития глобальной энергетической системы. Он позволяет объективно оценить глобальные, региональные и национальные тенденции развития энергетики. В индексе энергетической трилеммы-2021 Армения занимает 53-е место из 127 стран с оценкой 62,7 балла (ССВс). В оценке индекса республики было учтено комплексное состояние энергетической системы: государственная политика, законодательная база, состояние генерирующих мощностей, доступность энергоресурсов, диверсификация и экологизация отрасли, социально-экономические и политические факторы. Увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе, строительство нового блока АЭС, запуск в эксплуатацию международного электроэнергетического коридора «Север-Юг», а также эффективная имплементация программы либерализации электроэнергетического рынка и ряд других факторов позволят существенно улучшить позицию Армении в индексе энергетической трилеммы, повысить уровень инвестиционной привлекательности ее энергетического сектора. Вместе с тем сложная геополитическая ситуация вокруг Армении, а также нестабильная внутривнутриполитическая обстановка создают существенные проблемы для устойчивого энергетического развития страны. В целом индекс энергетической трилеммы имеет научную ценность и практическое значение для формирования государственной стратегии развития энергетической системы Армении.

### Список литературы

- Захаров А. Н.* Глобальная энергетическая проблема: новые вызовы и угрозы, возможности их преодоления // Вестник МГИМО — Университета. 2017. Т. 1, № 52. С. 187–200. <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2017-1-52-187-200>
- Кононов Ю. Д.* Анализ зарубежного опыта комплексной оценки состояния энергетической безопасности // Энергетическая политика. 2018. № 6. С. 98–107.
- Маркаров А., Давтян В.* Интеграция Армении в общий электроэнергетический рынок ЕАЭС: риски и возможности // Геоэкономика энергетики. 2021. Т. 2, № 14. С. 124–138. [https://doi.org/10.48137/2687-0703\\_2020\\_12\\_4\\_124](https://doi.org/10.48137/2687-0703_2020_12_4_124)
- Мастепанов А., Чигарев Б.* The Energy Trilemma Index как оценка энергетической безопасности // Энергетическая политика. 2020. Т. 8, № 150. С. 66–83. [https://doi.org/10.46920/2409-5516\\_2020\\_8150\\_66](https://doi.org/10.46920/2409-5516_2020_8150_66)

- Молаписи Л., Никитаева А. Ю. Роль государства в повышении энергетической безопасности в развивающихся странах: анализ мирового опыта // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2018. № 4. С. 112–118.
- Симонова М. Д., Захаров В. Е. Статистический анализ тенденций развития мировой возобновляемой энергетики // Вестник МГИМО-Университета. 2016. Т. 3, № 48. С. 214–220.
- Хачикян С. Р. Модернизация Армянской АЭС в контексте вызовов энергетической безопасности Армении // Вестник Инженерной академии Армении. 2020. Т. 17, № 1. С. 110–114.
- Шилец Е. С., Кравченко В. А., Лукьяненко Т. В. Энергетическая трилемма — основа устойчивого развития топливно-энергетического комплекса // Вестник Института экономических исследований. 2017. Т. 3, № 7. С. 27–34.
- Bardi U. The grand challenge of the energy transition // *Frontiers in Energy Research*. 2013. Vol. 2. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2013.00002>
- Davtyan V. The Armenian nuclear power plant: problems of electricity export // *MATEC Web of Conferences*. 2018. P. 1–7.
- Demski Ch., Poortinga W., Whitmarsh L., Böhm G., Fisher S., Steg L. et al. National context is a key determinant of energy security concerns across Europe // *Nature Energy*. 2018. Vol. 3. P. 882–888. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0235-8>
- Energy Dictionary*. World Energy Council. Paris: Jouve Sl, 1992.
- Grigoryev L., Medzhidova D. Global Energy Trilemma // *Russian Journal of Economics*. 2020. № 6. P. 437–462.
- Khan I., Hou F., Irfan M., Zakari A., Phong L. Does energy trilemma a driver of economic growth? The roles of energy use, population growth, and financial development // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 146. P. 111–157.
- Matsui E. A., Kryukova E. V. Energy security is an important component of national security // *SHS Web of Conferences*. 2021. Vol. 110. P. 1–6.
- Pyatkova N., Rabchuk V. Energy security problems and features of its research at the present stage // *E3S Web of Conferences*. 2017. Vol. 25. P. 1–5.
- Szalbierz Z., Ropuszyńska-Surma E. Energy security as a public good // *E3S Web of Conferences*. 2017. 14 (01005). P. 1–10.
- Tomei J., Gent D. Equity and the energy trilemma. Delivering sustainable energy access in low-income communities. London: International Institute for Environment and Development, 2015.
- Vallejo L., Mazur Ch., Strapasson A., Cockerill T., Gambhir A., Hills T. et al. Halving Global CO<sub>2</sub> Emissions by 2050: Technologies and Costs // *International Energy Journal*. 2021. № 21. P. 147–158.

## References

- Bardi, U. (2013). The grand challenge of the energy transition. *Frontiers in Energy Research*, 2. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2013.00002>
- Davtyan, V. (2018). The Armenian nuclear power plant: problems of electricity export. *MATEC Web of Conferences*. 212 (02010). 1–7.
- Demski, Ch., Poortinga, W., Whitmarsh, L., Böhm, G., Fisher, S., Steg, L., & Pohjolanen, P. (2018). National context is a key determinant of energy security concerns across Europe. *Nature Energy*, 3(10), 882–888. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0235-8>
- Energy Dictionary* (1992). World Energy Council. Paris: Jouve Sl.
- Grigoryev, L., & Medzhidova, D. (2020). Global Energy Trilemma. *Russian Journal of Economics*, 6, 437–462.
- Khachikyan, S. R. (2020). Modernization of Armenian NPP in the context of energy security challenges of Armenia. *Vestnik Inzhenernoj akademii Armenii*, 17(1), 110–114. (In Russ.)

- Khan, I., Hou, F., Irfan, M., Zakari, A., & Phong L. H. (2021). Does energy trilemma a driver of economic growth? The roles of energy use, population growth, and financial development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 146, 111–157.
- Kononov, Yu. D. (2018). An analytical review of the best foreign practices in the comprehensive energy security assessment. *Energeticheskaya politika*, (6), 98–107. (In Russ.)
- Markarov, A., & Davtyan, V. (2021). Integration of Armenian into the common electricity market of the EAEU: risks and opportunities. *Geoeconomics of Energetics*, 2(14), 124–138. (in Russ.) [https://doi.org/10.48137/2687-0703\\_2020\\_12\\_4\\_124](https://doi.org/10.48137/2687-0703_2020_12_4_124)
- Mastepanov, A., & Chigarev, B. (2020). Using The Energy Trilemma Index to assess energy security. *Energeticheskaya politika*, 8(150), 66–83. (In Russ.) [https://doi.org/10.46920/2409-5516\\_2020\\_8150\\_66](https://doi.org/10.46920/2409-5516_2020_8150_66)
- Matsui, E. A., & Kryukova, E. V. (2021). Energy security is an important component of national security. *SHS Web of Conferences*, 110(01049), 1–6.
- Molapisi, L., & Nikitaeva, A.Yu. (2018). Role of state in improving energy security in developing countries: Analysis of world experience. *Gosudarstvennoe i municipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski*, (4), 112–118. (In Russ.)
- Pyatkova, N., Rabchuk, V. (2017). Energy security problems and features of its research at the present stage. *E3S Web of Conferences*, 25(01007), 1–5.
- Shilets, E. S., Kravchenko, V. A., & Luk'yanenko, T. V. (2017). The Energy trilemma as the basis for the sustainable development of the fuel and energy complex. *Vestnik Instituta ekonomicheskikh issledovanij*, 3(7), 27–34. (In Russ.)
- Simonova, M. D., & Zakharov, V. E. (2016). Statistical Analysis of Development Trends in Global Renewable Energy. *MGIMO Review of International Relations*, 3(48), 214–220. (In Russ.)
- Szalbierz, Zd., & Ropuszyńska-Surma, E. (2017). Energy security as a public good. *E3S Web of Conferences*, 14(01005), 1–10.
- Tomei, J., & Gent, D. (2015). *Equity and the energy trilemma. Delivering sustainable energy access in low-income communities*. London: International Institute for Environment and Development.
- Vallejo, L., Mazur, Ch., Strapasson, A., Cockerill, T., Gambhir, A., & Hills, T. (2021). Halving Global CO<sub>2</sub> Emissions by 2050: Technologies and Costs. *International Energy Journal*, 21, 147–158.
- Zakharov, A. N. (2017). Global energy problem: new challenges and threats, opportunities to overcome them. *MGIMO Review of International Relations*, 1(52), 187–200. (In Russ.) <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2017-1-52-187-200>

### Сведения об авторах / Bio notes

Давтян Ваге Самвелович, доктор политических наук, профессор кафедры политологии Института права и политики, Российско-Армянский университет. ORCID: 0000-0002-0848-3436. E-mail: vahedavtyan@yandex.ru

Vahe S. Davtyan, Doctor of Political Science, professor, Institute of Law and Politics, Department of Political Science, Russian-Armenian University. ORCID: 0000-0002-0848-3436. E-mail: vahedavtyan@yandex.ru

Хачикян Сильва Рубеновна, аспирант, Институт права и политики, кафедра политологии, Российско-Армянский университет. E-mail: khachikyans@gmail.com

Silva R. Khachikyan, postgraduate student, Institute of Law and Politics, Department of Political Science, Russian-Armenian University. E-mail: khachikyans@gmail.com