

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА /
REGIONAL AND BRANCH ECONOMICS<https://doi.org/10.15507/2413-1407.129.033.202502.206-220><http://regionsar.ru>EDN: <https://elibrary.ru/hohspz>

ISSN 2413-1407 (Print)

УДК / UDC 339.9

ISSN 2587-8549 (Online)

Оригинальная статья / Original article

**Основные ценовые и неценовые факторы
развития возобновляемых источников энергии
в странах Евросоюза****В. Н. Зуев****Т. Н. Канихин** ✉

*Институт торговой политики Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики»
(г. Москва, Российская Федерация)
✉ tnkanikhin@hse.ru*

Аннотация

Введение. Рассматриваются основные факторы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в странах Европейского союза (ЕС), которые на современном этапе являются передовыми в данной области. Актуальность изучения ВИЭ определяется, с одной стороны, важностью охраны окружающей среды в рамках глобальной климатической повестки, с другой – недостаточным освещением названной темы в науке. Цель исследования состоит в определении основных ценовых и неценовых факторов, обеспечивающих развитие ВИЭ в странах ЕС; гипотеза заключается в том, что волатильность цен на углеводороды и импорт ЕС традиционных источников энергии из России выступает важным фактором развития ВИЭ в странах ЕС.

Материалы и методы. Возможные факторы влияния выделены по методологии PESTEL. Их сбор производился в рамках экспертной оценки современных трендов из открытых источников. На основе отобранного материала была построена полулогарифмическая линейная регрессия, оценивающая зависимость доли используемых ВИЭ страной ЕС от выделенных факторов в пределах 2019–2023 гг.

Результаты исследования. Согласно построенной модели, являются значимыми: уровень коррупции, индекс зеленого роста, дамми-переменная, которая иллюстрирует наличие национальной правовой базы в области зеленой энергетики, и количество выбросов парниковых газов на душу населения – на уровне 1 %; количество выпущенных страной «зеленых» облигаций – 5 %; цены на углеводороды, государственные расходы на научно-исследовательские работы (НИР) – на уровне 10 %. Гипотеза исследования подтверждена частично: цены на углеводороды представляют собой важный фактор, однако не ключевой, в то время как волатильность импорта ЕС традиционных источников энергии из России в рамках модели не значима.

Обсуждение и заключение. Разработка национального законодательства в сфере ВИЭ, финансирование научных проектов, актуализация зеленой повестки в гражданском обществе при низком уровне коррупции обеспечат твердую почву для развития технологий ВИЭ в странах ЕС. Результаты

© Зуев В. Н., Канихин Т. Н., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



настоящего исследования могут быть полезны при подготовке государственными учреждениями стратегии использования ВИЭ в России, а также в рамках рассмотрения вопросов развития ВИЭ в ЕС, интеграции ЕС и Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Ключевые слова: энергетика, возобновляемые источники энергии, Евросоюз, ценовые и неценовые факторы, экология, регрессионная модель, PESTEL

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Для цитирования: Зуев В.Н., Канихин Т.Н. Основные ценовые и неценовые факторы развития возобновляемых источников энергии в странах Евросоюза. *Регионоведение*. 2025;33(2):206–220. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.129.033.202502.206-220>

Main Price and Non-Price Factors of the Renewable Energy Sources Development in Union Countries of the European

V. N. Zuev, T. N. Kanikhin✉

*Institute of Trade Policy, National Research University Higher School of Economics
(Moscow, Russian Federation)*

✉ tnkanikhin@hse.ru

Abstract

Introduction. The article examines the main price and non-price factors of renewable energy development in the EU countries at the present stage. The relevance of studying RES is determined, on the one hand, by the importance of environmental protection within the global climate agenda, on the other hand, by the insufficient coverage of this topic in science. The aim of the study is to identify the main price and non-price factors that ensure the development of RES in the EU countries; the hypothesis is that the volatility of hydrocarbon prices and EU imports of traditional energy sources from Russia is the main factor of RES development in the EU countries.

Materials and Methods. To study this issue, in this paper, possible influence factors have been identified according to the PESTEL methodology. Factors were collected through expert assessment of current trends from open sources. The selected factors were used to construct a semi-logarithmic linear regression estimating the dependence of the share of RES used by the EU country on the selected factors within 2019–2023.

Results. According to the constructed model, the level of corruption, the green growth index, the dummy variable illustrating the existence of a national legal framework in the field of green energy, and the amount of greenhouse gas emissions per capita are significant at the 1 % level of significance; the number of green bonds issued by the country – at the 5 % level; the price of carbon, government spending on R&D, are significant at 10 % significance level; other variables are not significant.

Discussion and Conclusion. The development of national legislation in the field of RES, financing of scientific projects, mainstreaming of the green agenda in civil society with a low level of corruption will provide a solid ground for the development of RES technologies in the EU countries. The results of this study may be useful in the preparation of a strategy for RES utilization in Russia by government agencies, as well as in the consideration of RES development issues in the EU, EU and Eurasian Economic Union (EAEU) integration.

Keywords: energy, renewable energy sources (RES), EU, price and non-price factors, ecology, regression model, PESTEL

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was supported by the National Research University Higher School of Economics.

For citation: Zuev V.N., Kanikhin T.N. Main Price and Non-Price Factors of the Renewable Energy Sources Development in Union Countries of the European. *Russian Journal of Regional Studies*. 2025;33(2):206–220. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.129.033.202502.206-220>

Введение. В настоящее время использование возобновляемых источников энергии приобретает все большее значение. Согласно данным Всемирного экономического форума (2024)¹, в среднем государства Европы производят до 22 % энергии за счет силы ветра и солнечного света, 20 – природного газа и 26 % энергии – за счет использования угля. Передовыми производителями ВИЭ являются страны ЕС. По статистике Eurostat², в Швеции в 2022 г. доля ВИЭ достигла 66 % от общего числа производимой энергии. Согласно отчету McKinsey (2024)³, ВИЭ будет составлять от 65 до 80 % всей энергетики мира к 2050 г.

Однако развитие технологий ВИЭ происходит достаточно медленно в силу ряда ограничений технологического, экономического и политического характера. Более того, аналитики отмечают, что для ускорения энергетического перехода стоимость углеводородов слишком низка по сравнению с ценой ВИЭ и должна вырасти до 150–225 \$ за тонну CO₂. Наконец, подобная трансформация предполагает налаживание цепочки поставок редких материалов, например лития, никеля, кобальта, используемых при производстве электрических батарей. Необходимо отметить, что применение ВИЭ способствует значительному сокращению углеродного следа, что могло бы обеспечить сохранение окружающего мира и природных ресурсов для будущих поколений. Таким образом, чрезвычайно важным становится изучение ценовых и неценовых факторов, способствующих развитию ВИЭ в ЕС.

Целью работы выступает определение основных ценовых и неценовых факторов, обеспечивающих развитие ВИЭ в ЕС. Гипотеза исследования состоит в утверждении о том, что волатильность цен на углеводороды и импорт ЕС традиционных источников энергии из России служит основным фактором развития ВИЭ в странах ЕС.

Обзор литературы. Несмотря на важность глобальных проблем, расширение производства и использования ВИЭ происходит весьма размеренными темпами. Леал-Аркас и Минас [1] указывают на недостаточную представленность ВИЭ в современном мире, особенно в развивающихся государствах, в частности из-за отсутствия необходимых технологий. Передовыми же в данной области являются страны ЕС [2]. При этом бережное отношение к природе важная, но отнюдь не единственная задача, которую может решить широкое применение ВИЭ. Так, для Германии [3] актуальны создание дополнительных рабочих мест в отраслях ВИЭ, а также возможность значительной экономии электроэнергии. С целью поощрения участия бизнеса и граждан в формировании «зеленого общества» в Финляндии [4] применяются энергетические субсидии, компенсирующие затраты компаний на экологические налоги.

Согласно исследованию М. Скаламеры [5], факторами расширения сферы использования ВИЭ в Европе могут стать единая стратегия ЕС и зеленая энергетическая политика. Ученые [6; 7] полагают, что на процесс принятия решений прямо

¹ This country is leading the charge for renewable energy generation in the EU [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2024/01/renewable-energy-transition-generation-eu/> (accessed 12.11.2024).

² Sweden – the highest share of energy from renewable sources [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3LarYq> (accessed 10.11.2024).

³ Global Energy Perspective 2024. McKinsey and Company : Report [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/energy-and-materials/our-insights/global-energy-perspective> (accessed 23.04.2025).



воздействуют ограниченность традиционных источников энергии и волатильность цен на них (например, изменчивость цен на нефть). В представлении российских авторов [8] мощным двигателем развития зеленой энергетики в ЕС выступает необходимость значительного сокращения импорта энергоносителей из России. Кроме того, распространено мнение о важности для формирования благоприятной инвестиционной среды проектов в области ВИЭ совершенствования финансовых институтов в странах ЕС [9], а также технологической инфраструктуры, удовлетворяющей требованиям сооружения установок ВИЭ [10].

Немаловажным фактором являются законодательство, регулирующее экологические аспекты энергетической политики, а также «зеленые» налоги и квоты [11], способные оказать положительное влияние на развитие ВИЭ в ЕС в долгосрочной перспективе, однако нередко вызывающие недовольство населения в краткосрочном плане [12]. Ряд исследователей отмечают важность гражданского участия и общественного просвещения в области повестки ВИЭ для ускорения «озеленения» энергетической политики ЕС [13].

Значимыми внешними факторами развития ВИЭ служат мировые кризисы, создающие дополнительные возможности для состоятельных стран и вызовы для государств с меньшим количеством ресурсов [14]. Так, во время пандемии коронавируса потребление нефти и газа в ЕС сократилось на 40 %, в то время как спрос на ВИЭ практически не изменился [15]. Увеличение потребления энергии странами ЕС негативно влияет на сокращение выбросов CO₂ в атмосферу [16]. Таким образом, область исследования ценовых и неценовых факторов остается не до конца изученной, что оставляет поле для текущего исследования.

Материалы и методы. Использование методологии PESTEL позволило выделить ряд политических, экономических, социальных, технологических, экологических и правовых факторов, благодаря влиянию которых сфера применения ВИЭ в Европе будет развиваться. Сбор данных и материалов для реализации PESTEL осуществлялся путем изучения открытых источников и выявления наиболее актуальных трендов, согласно мнению экспертов. При этом факторы рассматривались через призму таких показателей, как «оценка», «сила», «вероятность» и «динамика».

«Оценка» – это предполагаемое положительное или отрицательное влияние фактора на развитие ВИЭ. Показатель «сила» определяется по 3-балльной шкале, где «1» означает слабое воздействие фактора на развитие ВИЭ, «3» – значительное воздействие. Вероятность реализации прогнозируемого фактора также оценивается по 3-балльной шкале, где «1» – малая вероятность его реализации, «3» – высокая вероятность. Динамика фактора может быть положительной (+), отрицательной (–) или нейтральной (0) в зависимости от направленности прогнозируемого сценария. Значимыми для рассмотрения в последующей регрессии стали факторы, представленные суммой не менее 5 баллов из 6 по приведенным показателям.

На основании выявленных в ходе анализа PESTEL факторов была построена полулогарифмическая модель, зависимой переменной в которой стала доля использования страной ЕС возобновляемой энергетики. С целью проверки гипотезы исследования проводился регрессионный анализ, в рамках которого определялись переменные, влияющие на изменение доли зеленой энергетики, с учетом

статистического уровня значимости в 1 %, 5 % и 10 %. Для достижения наибольшей точности регрессии модель тестировалась на предмет мультиколлинеарности, гетероскедастичности, наличия пропущенных переменных.

Результаты исследования. *Политическими* факторами развития ВИЭ в странах Европы являются как внешние, так и внутренние аспекты. К внешним возможно отнести зависимость от поставщиков, расшатывающую энергетический суверенитет ЕС. В мае 2022 года Европейская комиссия анонсировала новый проект «REPowerEU»⁴, направленный на сокращение зависимости ЕС от российских поставок топлива к 2030 г. После начала специальной военной операции (СВО) и введения европейских санкций импорт традиционных источников энергии из России стал весьма проблематичным для ЕС [17] в связи с ростом цен. Указанные события привели к обновлению плана действий по внедрению зеленой энергетики в странах ЕС и установлению новых целевых показателей использования энергетики ВИЭ во всех секторах экономики, включая транспорт и производство (в 42,5 %), с наиболее оптимистичной целью в 45 % к 2030 г. Проект базируется на трех основах: сбережении энергии, производстве максимального количества энергии за счет применения ВИЭ, диверсификации поставщиков энергоносителей.

Внутренними предпосылками развития ВИЭ в ЕС выступают особенности политической системы, ее приоритеты и степень стабильности. Среди ключевых факторов, обеспечивающих успешное расширение использования ВИЭ, назовем общий вектор политики государства, определяемый ориентированностью правящей партии (левые, правые, центристы), а также уровень коррупции в стране, который предполагает обратную зависимость от показателя успешности проведения политики ввиду невозможности целевой реализации денежных средств в случае высокого уровня нечистоплотности чиновников на разных ступенях власти [18]. В рамках типологии политических партий левые воспринимаются наиболее заинтересованными в продвижении зеленой повестки, в то время как правые в меньшей степени проявляют внимание к данной тематике.

Среди значимых *экономических* факторов развития ВИЭ в ЕС возможно также выделить как внешние, так и внутренние. Внешними факторами, в частности, являются цены на углеводороды и мировые кризисы (внешние шоки) [19]. Притом волатильность цен на углеводороды и традиционные источники энергии может быть непосредственно связана с внешними шоками и мировыми кризисами. Так, после кризиса 1970-х гг. Дания серьезно задумалась о провалах нефтяного рынка и рассмотрении использования возобновляемой энергетики, а после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. в Германии заговорили о небезопасности ядерной энергетики и важности поиска альтернативы [19].

Внутренними факторами энергетического перехода в ЕС служат уровень развития экономики, а именно валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения страны, инвестиционная привлекательность региона, т. е. приток прямых иностранных инвестиций (ПИИ), в том числе в сферу ВИЭ [20], и выпуск государством «зеленых» облигаций. Фактор ВВП, как правило, положительно

⁴ Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions REPowerEU Plan [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3LasDw> (accessed 07.11.2024).



влияет на расширение сектора ВИЭ, поскольку отражает возможности экономики государства и уровень ее развития. Инвестиционная привлекательность характеризует стабильность местной экономики, а при направлении средств непосредственно в рассматриваемый сектор создает для его активизации дополнительный потенциал. «Зеленые» облигации выступают одним из методов инвестирования в экологически значимые проекты и предположительно способствуют прогрессу технологий ВИЭ на территории ЕС [21].

Социальными факторами влияния могут быть признаны уровень образования населения, степень лоббирования зеленой энергетики со стороны организаций гражданского общества, а также качество освещенности этой темы в средствах массовой информации. Поддержка обществом внедрения ВИЭ в энергетическую политику – мощный инструмент продвижения зеленой энергетики, поскольку доверие к проектам в рамках ВИЭ способствует их успешной реализации. Формирование такого доверия обеспечивается за счет прозрачности мероприятий по проектам. Согласно исследованию Сегрето и Принсипе [22], инициатива, связанная с установками анаэробного сбраживания (AD) в Польше и Чехии, успешно вводится в практику именно благодаря позиции электората. Совершенствование образования в сочетании с активным обсуждением зеленой тематики в информационном пространстве способствуют росту осознанности населения в данной области, что может быть оценено через количество ее упоминаний.

Среди значимых *технологических* факторов развития ВИЭ в ЕС можно выделить внешние факторы: стоимость технологии производства ВИЭ, отдельных материалов и комплектующих; а также внутренние страновые факторы инновационного развития и спроса, инвестиций в НИР. Стоимость технологии производства ВИЭ неразрывно связана с ценами на традиционные источники энергии. По статистике Международного агентства по ВИЭ (IRENA)⁵, создание солнечных фотоэлектрических технологий стало дешевле с 2022 до 2023 г. на 12 %; реализация проектов по установке аккумуляторных батарей в период 2010–2023 гг. – на 89 %. Снижение затрат на технологии производства делает ВИЭ более привлекательными по сравнению с использованием традиционных источников энергии [23].

Однако прежде чем признать низкой цену технологии ВИЭ, следует учесть влияние поставщиков необходимых материалов и комплектующих. Так, Китай является монополистом в изготовлении постоянных магнитов – компонента, используемого при сооружении ветряных турбин⁶. Водородный банк ЕС (EU Hydrogen Bank) уточнил⁷, что на данный момент доля Китая в мировом производстве материалов для технологий ВИЭ составляет 50 %, и это вызывает беспокойство ЕС.

Также важно принять во внимание внутренние факторы инновационного развития региона, измеряемые количеством патентов и опубликованных исследований по тематике ВИЭ, которые способствуют прогрессу в сфере новых технологий [24]. Реализации этой цели может послужить и спрос на электричество, например

⁵ Renewable Power Generation Costs in 2023 [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023> (accessed 15.11.2024).

⁶ Reduce Europe's dependence on Chinese wind power and electrolyzers [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.tno.nl/en/newsroom/insights/2024/05/dependence-wind-power-europe-china/> (accessed 19.11.2024).

⁷ EU changes hydrogen project auction rules to limit Chinese presence [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3Lasot> (accessed 14.11.2024).

при условии его повышения в отсутствие доступа к традиционным источникам энергии [25]. Кроме того, инвестиции государства в сферу новых технологий, выраженные долей НИР в ВВП страны, демонстрируют положительный эффект в смысле расширения сектора ВИЭ [26].

Экологические факторы развития ВИЭ связаны с природными особенностями и географическим расположением страны. Так, степень самообеспеченности ресурсами может влиять на сектор ВИЭ в ЕС отрицательно ввиду наличия на территории крупных месторождений традиционных источников энергии, поскольку это снижает зависимость от внешних поставщиков топлива и потребность в инвестировании в названный сектор [27]. При этом максимальными показателями доли использования гидроэнергетики (до 61 %) характеризуются страны с очень влажным климатом и наибольшим количеством осадков, а именно Норвегия, Швеция, Австрия [28].

Отдельные установки ВИЭ требуют определенных условий и размеров территории. Например, земля как материал для производства водорода путем электролиза воды, а также для выращивания энергетических культур (в частности, фотоэлектрических систем и плантаций биомассы), используемых в анаэробном сбраживании, один из значимых факторов создания ВИЭ [29]. Измеримостью бережливого использования природных ресурсов в конкретной стране можно считать долю выбросов в атмосферу, что демонстрирует степень загрязнения окружающей среды.

Немаловажной при рассмотрении вопроса о влиянии факторов на развитие ВИЭ является *правовая* база государства, создающая благоприятную среду для привлечения ПИИ⁸. К правовым факторам возможно отнести как внутренние государственные акты стран ЕС, так и законы ЕС, а также мировые соглашения в сфере зеленой энергетики [30]. Внутренними актами в данном случае могут быть признаны индивидуальные правовые акты и субсидии стран ЕС, например программа поддержки институтов авиастроения, разрабатывающих решения в области устойчивого развития, во Франции⁹.

Значимыми соглашениями для стран ЕС выступают законодательные акты наднационального правительства. Первая директива об энергетической эффективности была принята ЕС в 2012 г., позже ее сменила директива 2023/1791. В обновленной версии документа содержится требование о снижении энергопотребления до 11,7 % к 2030 г.¹⁰ В рамках «Зеленой сделки» (2019) в ЕС также действуют налоги в сфере энергетики и квоты на выбросы в атмосферу CO₂¹¹. Фактором влияния служат и международные соглашения, в частности Парижское соглашение, принятое в 2015 г., согласно которому государства – члены ЕС обязались сдерживать рост среднегодовых температур в рамках 1,5–2,0 °C¹².

Результаты анализа отобранных факторов представлены в таблице 1.

⁸ In focus: Clean Energy Technologies [Электронный ресурс]. Available at: https://energy.ec.europa.eu/news/focus-clean-energy-technologies-2024-05-15_en (accessed 21.11.2024).

⁹ Government Subsidies and Trade [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/trade/brief/subsidies-and-trade> (accessed 21.11.2024).

¹⁰ Energy efficiency [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/69/energy-efficiency> (accessed 21.11.2024).

¹¹ Green Taxation – in support of a more sustainable future [Электронный ресурс]. Available at: https://taxation-customs.ec.europa.eu/green-taxation-0_en (accessed 21.11.2024).

¹² Парижское соглашение [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.un.org/r/climatechange/paris-agreement> (accessed 21.11.2024).



Таблица 1. PESTEL-анализ факторов влияния на развитие ВИЭ в ЕС

Table 1. PESTEL-analysis of factors influencing the development of renewable energy in the EU

Фактор / Factor	Оценка / Estimation	Сила / Power	Вероятность / Probability	Динамика / Dynamics
1	2	3	4	5
<i>Политические факторы / Political factors</i>				
Увеличение зависимости от импорта нефти и газа из России / Dependence on oil and gas imports from Russia increase	–	3	3	–
Уровень коррупции в стране / Corruption level increase	–	3	2	0
Ориентация правящей политической партии страны / Spectrum of the country's ruling political party	+	1	2	0
<i>Экономические факторы / Economic factors</i>				
Цены на углеводороды / Rising prices for hydrocarbons	+	3	3	+
Мировые кризисы / World crisis	+	2	2	+
Выпуск государством «зеленых бондов» / Issue of “green bonds” by the state	+	2	3	+
Уровень ВВП на душу населения / Increase in GDP per capita	+	3	2	+
Приток ПИИ / FDI inflows	+	2	3	+
<i>Социальные факторы / Social factors</i>				
Вовлеченность общества в зеленую повестку / Public involvement in the green agenda	+	3	2	+
Уровень образования в стране / Increase of education level in the country	+	2	3	+
Представленность зеленой повестки в информационном поле страны / Development of the green agenda in the country's information field	+	2	2	+
<i>Технологические факторы / Technological factors</i>				
Стоимость производства энергии с использованием ВИЭ / Cost reduction of energy production using renewable energy sources	+	2	2	+
Зависимость от поставок компонентов установок ВИЭ из Китая / Dependence on the supply of renewable energy plant components from China	–	3	3	+
Повышение спроса на электричество / Increase of demand for electricity	+	2	1	+
Рост количества патентов в стране / Growth in the number of patents in the country	+	2	3	+
Прирост инвестиций государства в НИР / Increase in government investments in research and development	+	3	3	+
<i>Экологические факторы / Ecological factors</i>				
Степень самообеспеченности страны традиционными источниками энергии / Degree of self-sufficiency of the country with traditional energy sources	–	2	1	0
Размеры территории государства / Country's size and territory	+	2	1	0
Доля выбросов углекислого газа в атмосферу / Increase in the share of carbon dioxide emissions in the atmosphere	–	3	3	–

Окончание табл. 1 / End of table 1				
1	2	3	4	5
<i>Правовые факторы / Law factors</i>				
Национальное законодательство о регулировании зеленой энергетики / Domestic green energy law	+	2	3	+
«Зеленые» налоги и квоты на выбросы углекислого газа в ЕС / “Green” taxes and quotas on carbon dioxide emissions in the EU	+	3	3	+
Мировые соглашения в области экологии и зеленой энергетики / World agreements in the field of ecology and green energy	+	1	2	+

На основании перечисленных отобранных факторов влияния на развитие ВИЭ в ЕС была построена (с целью подтверждения или опровержения предполагаемого качества влияния) линейная регрессия, где зависимой переменной стала доля (%) используемых ВИЭ страной ЕС, согласно сведениям Eurostat¹³. В ходе исследования были проанализированы годовые данные 27 стран за 2019–2023 гг. Нижняя временная рамка обусловлена одобрением ЕС в 2019 г. «Зеленой сделки» – национальной стратегии достижения углеродной нейтральности ЕС к 2050 г. (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Влияние факторов на изменение доли использования ВИЭ в странах ЕС, 2019–2023 гг.

Table 2. Influence of the factors on the change in the share of renewable energy use in the EU, 2019–2023

Переменные / Variables	Коэффициенты / Coefficient
Цена углеводородов / Carbon price	0.051***
Импорт традиционных источников энергии из России / Traditional energy import from Russia	–0.113
Уровень коррупции / Corruption level	0.579*
Увеличение ВВП на душу населения / GDP per capita growth	0.087
Приток прямых иностранных инвестиций / Foreign Direct Investment inflow	1.52e-08
Индекс зеленого роста / Green growth index	0.634*
Государственные расходы на образование / Governmental expenditures on education	–0.637
Государственные расходы на НИР / Governmental expenditures on R&D	3.911***
Выбросы парниковых газов на душу населения / Emissions per capita	–3.554*
Наличие национального законодательства о выбросах углеводородов / National law about carbon price regulation existence	7.074*
Количество выпущенных страной «зеленых» облигаций / Green bonds amount	–2.701**
Количество полученных страной научных патентов / Scientific patents amount	–2.206
Импорт установок ВИЭ из Китая / Renewable energy technologies import from China	–0.487
Константа / Constant	31.172***
Adj R-squared = 0.751	

Примечание / Note: *** – коэффициент значим на уровне 10 % / coefficient is significant at the 10 % level, ** – коэффициент значим на уровне 5 % / coefficient is significant at the 5 % level, * – коэффициент значим на уровне 1 % / coefficient is significant at the 1 % level.

¹³ Share of energy from renewable sources [Электронный ресурс]. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en (accessed 21.11.2024).



Независимыми переменными в модели стали: (1) цена на углеводороды (долл./tCO₂e)¹⁴, определяемая национальными или наднациональными налогами и квотами на выбросы; (2) импорт традиционных источников энергии¹⁵ (тыс. долл.) из России; (3) уровень коррупции¹⁶, измеряемый по шкале 0–100 баллов, где 100 – наименьший уровень коррупции, 0 – наибольший; (4) увеличение ВВП на душу населения в стране (%)¹⁷; (5) приток ПИИ (тыс. долл.)¹⁸; (6) индекс зеленого роста¹⁹ стран, включающий инклюзивность общества, измеряется по шкале от 0 до 100 баллов, где 100 – наибольшее значение, 0 – наименьшее; (7) государственные расходы на образование населения (% от ВВП)²⁰; (8) государственные расходы на НИР (% от ВВП)²¹; (9) выбросы парниковых газов на душу населения (tCO₂e / на душу населения)²²; (10) дамми-переменная, которая свидетельствует о наличии национального законодательства, регулирующего выбросы углеводородов (1 – при его наличии, 0 – в его отсутствие, когда в государстве действует только наднациональное законодательство ЕС)²³; (11) количество выпущенных страной «зеленых» облигаций (тыс. долл.)²⁴, имеющих целью финансирование природоохранных проектов; (12) количество полученных страной научных патентов²⁵; (13) импорт (тыс. долл.) составляющих для технологий ВИЭ из Китая²⁶.

В рамках анализа была использована полулогарифмическая модель регрессии:

$$\begin{aligned} \text{ren_share} = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{carbon_price} + \beta_2 \cdot \ln(\text{imp_rus}) + \beta_3 \cdot \text{corruption} + \\ & + \beta_4 \cdot \text{fdi} + \beta_5 \cdot \text{gdp_percent} + \beta_6 \cdot \text{green_society} + \beta_7 \cdot \text{education} + \\ & + \beta_8 \cdot \text{r_d} + \beta_9 \cdot \text{law} + \beta_{10} \cdot \ln(\text{green_bonds}) + \beta_{11} \cdot \ln(\text{patents}) + \\ & + \beta_{12} \cdot \ln(\text{imp_china}) + \beta_{13} \cdot \text{emissions} + \varepsilon, \end{aligned}$$

где $R^2 = 0,79$.

Модель была протестирована на предмет мультиколлинеарности, гетероскедастичности и наличия пропущенных переменных.

В рамках модели (см. табл. 2) значимы следующие переменные: уровень коррупции, индекс зеленого роста, дамми-переменная (свидетельствующая о законодательных решениях в области экологии и ВИЭ) и количество выбросов парниковых газов на душу населения – на уровне значимости 1 %; количество выпущенных

¹⁴ State and Trends of Carbon Pricing Dashboard [Электронный ресурс]. Available at: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/about#download-data> (accessed 21.11.2024).

¹⁵ Trade map. Trade statistics for international business development. Monthly, quarterly and yearly trade data. Import and export values, volumes, growth rates, market shares, etc. [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3LauTo> (accessed 21.11.2024).

¹⁶ Corruption Perceptions Index (CPI) 2024 [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.transparency.am/en/cpi> (accessed 21.11.2024).

¹⁷ Data bank. World Development Indicators [Электронный ресурс]. Available at: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#> (accessed 21.11.2024).

¹⁸ Там же.

¹⁹ Green Growth Index [Электронный ресурс]. Available at: https://ggindex-simtool.gggi.org/SimulationDashBoard/global_overview (accessed 21.11.2024).

²⁰ Data bank. World Development Indicators...

²¹ Там же.

²² Там же.

²³ State and Trends of Carbon Pricing Dashboard...

²⁴ Climate Bonds. Interactive Data Platform [Электронный ресурс]. Available at: <https://www.climatebonds.net/market/data/#country-map> (accessed 21.11.2024).

²⁵ WIPO IP Statistics Data Center [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3LavXE> (accessed 21.11.2024).

²⁶ Bilateral trade between European Union (EU 27) and China. Product: 85 Electrical machinery and equipment and parts thereof; sound recorders and reproducers, television... [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3Lavjy> (accessed 21.11.2024).

страной «зеленых» облигаций – 5 %; цены на углеводороды, государственные расходы на НИР – на уровне значимости 10 %. Остальные переменные (импорт из России и Китая, прирост ПИИ, ВВП на душу населения, государственные расходы на образование и количество патентов) не являются значимыми.

Таким образом, гипотеза исследования подтвердилась частично: цены на углеводороды выступают одним из значимых факторов влияния на внедрение зеленых технологий в ЕС, однако не ключевым; в то же время изменение импорта ЕС традиционных источников энергии из России к статистически значимым факторам в рамках модели не относится.

Обсуждение и заключение. В рамках полученной модели увеличение цены на углеводороды на 1 долл./tCO₂e обуславливает повышение доли использования ВИЭ в ЕС на 0,05 %; снижение коррупции – на 0,58; улучшение индекса зеленого роста страны – на 0,63 %. При этом наиболее влиятельными положительными факторами для данного параметра оказались наличие национального законодательства по регулированию зеленой энергетики, что увеличивает применение ВИЭ на 7,07 %; а также доля НИР в ВВП государства, обеспечивающая подъем значения на 3,9 % при условии прироста государственных расходов страны на НИР на 1 %.

Негативным фактором развития ВИЭ в ЕС является доля выбросов парниковых газов в атмосферу: при ее увеличении на 1 tCO₂e / на душу населения применение ВИЭ в производстве страной энергии снижается на 3,55 %, что свидетельствует о важности предварительного сокращения выбросов для внедрения технологии ВИЭ и подтверждается эффектом колеи (англ. *path-dependence*) [31]. Иначе говоря, рост количества выбросов может означать факт использования традиционных источников энергии, в том числе в прошлом, в связи с чем диверсификация энергетического комплекса будет способствовать повышению доли ВИЭ и дальнейшему уменьшению выбросов, т. е. отмечен эффект взаимного влияния.

Количество выпущенных страной ЕС «зеленых» облигаций также оказалось отрицательным фактором влияния на развитие ВИЭ. В частности, при увеличении их выпуска на 1 % доля использования страной ВИЭ сокращается на 2,7 %, что может быть связано с проблемой «зеленого камуфляжа» (англ. *greenwashing*), т. е. создания видимости ориентированности на экологическую повестку для получения максимальной прибыли или иной выгоды.

Обсуждая данную проблему, исследователи подчеркивают, что, во-первых, «зеленые» облигации, связанные с конкретными проектами, характеризуются большей прозрачностью, чем средства инвестирования в проекты широкого профиля [32]; во-вторых, выпущенные местными органами власти ценные бумаги более привлекательны, нежели выпущенные центральным аппаратом ввиду близости к локальным сообществам [33]. По мнению экспертов, главным образом подвержены *greenwashing* развивающиеся страны, такие как Китай, что приводит к увеличению кредитного спреда по сравнению с традиционными облигациями [34]. Однако для ЕС эта проблема тоже актуальна, преимущественно для стран Восточной Европы, например Польши²⁷. В связи с этим в 2023 г. ЕС начал разработку новых стандартов «зеленых» облигаций в рамках борьбы с *greenwashing*²⁸.

²⁷ Razzouk A. Green bonds do more harm than good [Электронный ресурс] // Eco-Business. Available at: <https://www.eco-business.com/opinion/green-bonds-do-more-harm-than-good/#> (accessed 21.01.2018).

²⁸ EU agrees on long-awaited rulebook for 'green' bonds in an attempt to fight greenwashing [Электронный ресурс]. Available at: <https://clck.ru/3LavtF> (accessed 21.01.2025).



Значимыми факторами, определяющими расширение доли ВИЭ в ЕС, стали наличие национального законодательства в области регулирования ВИЭ (подъем на 7,07 %), возрастание государственных расходов на НИР (3,9 %), увеличение цен на углеводороды (0,05 %), сокращение уровня коррупции в стране (0,58 %), а также повышение индекса зеленого роста (подъем на 0,63 %).

Фактором негативного влияния на развитие ВИЭ в ЕС признано увеличение количества выбросов в атмосферу (–3,55 %) в связи с эффектом колей и ориентацией ряда стран в первую очередь на производство с использованием традиционных источников энергии по причине зависимости от них. Количество выпущенных страной ЕС «зеленых» облигаций также оказывает на развитие ВИЭ отрицательный эффект (–2,7 %) ввиду возможности «зеленого камуфляжа», характерного как для развивающихся экономик, так и ориентированных на производство энергии в большей степени за счет традиционных источников, например стран Восточной Европы.

Таким образом, совершенствование национального законодательства в сфере ВИЭ, финансирование научных и инновационных проектов при соблюдении прозрачности финансовых процедур и просвещении общества в области зеленой повестки обеспечит твердую почву для развития технологий ВИЭ в странах ЕС.

Настоящее исследование проведено с опорой на открытые доступные источники и материалы Европейского Союза, однако не охватывает данные, содержащиеся в закрытых документах, что представляет собой методологическое ограничение. Результаты работы могут быть использованы государственными учреждениями России, разрабатывающими стратегию применения ВИЭ, аналитическими центрами и научно-исследовательскими институтами, изучающими аспекты развития ВИЭ в ЕС, а также организациями, рассматривающими вопрос интеграции ЕС и ЕАЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Leal-Arcas R., Minas S. The Micro Level: Insights from Specific Policy Areas: Mapping the International and European Governance of Renewable Energy. *Yearbook of European Law*. 2016;35(1):621–666. <http://doi.org/10.1093/yel/yew022>
2. Pitelis A., Vasilakos N., Chalvatzis K., Pitelis C. Can Industrial Policy Foster Innovation in Renewable Energy Technologies in the OECD and in EU Regions? *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2019;12(2):271–292. <http://doi.org/10.1093/cjres/rsz005>
3. Gallagher K.S. Why and How Governments Support Renewable Energy. *Daedalus*. 2013;142(1):59–77. http://doi.org/10.1162/DAED_a_00185
4. Paukku E. How Could Finland Promote Renewable-Energy Technology Innovation and Implementation? *Clean Energy*. 2021;5(3):447–463. <http://doi.org/10.1093/ce/zkab024>
5. Skalamera M. The 2020 Oil Price Dive in a Carbon-Constrained Era: Strategies for Energy Exporters in Central Asia. *International Affairs*. 2020;96(6):1623–1642. <http://doi.org/10.1093/ia/iaa164>
6. De Cian E., Sfera F., Tavoni M. The Influence of Economic Growth, Population, and Fossil Fuel Scarcity on Energy Investments. *Climatic Change*. 2016;(136):39–55. <http://doi.org/10.1007/s10584-013-0902-5>
7. Ивановский Б.Г. Проблемы и перспективы перехода к «зеленой» энергетике: опыт разных стран мира : Обзор. *Экономические и социальные проблемы России*. 2022;(1):58–78. URL: <https://clck.ru/3Ljidd> (дата обращения: 10.03.2025).
Ivanovskii B.G. Problems and Prospects of Transition to Green Energy: Experience of Different Countries of the World : Review. *Ekonomicheskie i sotsialnye problemy Rossii*. 2022;(1):58–78. (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <https://clck.ru/3Ljidd> (accessed 10.03.2025).

8. Коровникова Н.А. Зеленая энергетика ЕС в контексте российско-украинского конфликта: цели, реалии, перспективы. *Россия и современный мир*. 2023;(3):72–88. <https://doi.org/10.31249/rsm/2023.03.05>
Korovnikova N.A. EU Green Energy in the Context of the Russian-Ukrainian Conflict: Goals, Realities, Prospects. *Rossiia i sovremennyi mir*. 2023;(3):72–88. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31249/rsm/2023.03.05>
9. Horky F., Fidrmuc J. Financial Development and Renewable Energy Adoption in EU and ASEAN Countries. *Energy Economics*. 2024;(131):45–59. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107368>
10. Зимаков А.В. Европейские модели экологичной электроэнергетики: состояние и перспективы. *Вестник Института экономики РАН*. 2019;(4):154–168. <https://doi.org/10.24411/2073-6487-2019-10052>
Zimakov A.V. European Models for Low-Carbon Power Transition. *Vestnik Instituta ekonomiki RAN*. 2019;(4):154–168. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.24411/2073-6487-2019-10052>
11. Nadiri A., Gündüz V., Adebayo T.S. The Role of Financial and Trade Globalization in Enhancing Environmental Sustainability: Evaluating the Effectiveness of Carbon Taxation and Renewable Energy in EU Member Countries. *Borsa Istanbul Review*. 2024;24(2):235–247. <http://doi.org/10.1016/j.bir.2024.01.004>
12. Кавешников Н. Возобновляемая энергетика в ЕС: смена приоритетов. *Мировая экономика и международные отношения*. 2014;(12):70–81. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2014-12-70-81>
Kaveshnikov N. Renewable Energy in the EU: Revision of Priorities. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*. 2014;(12):70–81. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2014-12-70-81>
13. Standal K., Leiren M.D., Alonso I. et al. Can Renewable Energy Communities Enable a Just Energy Transition? Exploring Alignment Between Stakeholder Motivations and Needs and EU Policy in Latvia, Norway, Portugal and Spain. *Energy Research and Social Science*. 2023;(106):112–124. <http://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103326>
14. Cheikh N.B., Zaied Y. B. Understanding the Drivers of the Renewable Energy Transition. *Economic Analysis and Policy*. 2024;(82):604–612. <http://doi.org/10.1016/j.eap.2024.04.003>
15. Громов А.И. Возможна ли «голубая» трансформация энергоперехода в «постковидном» будущем европейской энергетики? *Энергетическая политика*. 2020;(7):58–69. URL: <https://clck.ru/3LayCX> (дата обращения: 10.03.2025).
Gromov A.I. Is the Gas Transformation of the Energy Transition Possible in European Energy After COVID-19? *Energeticheskaya politika*. 2020;(7):58–69. (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <https://clck.ru/3LayCX> (accessed 10.03.2025).
16. Chovancová J., Petruška I., Rovňák M., Barlák J. Investigating the Drivers of CO₂ Emissions in the EU: Advanced Estimation With Common Correlated Effects and Common Factors Models. *Energy Reports*. 2024;(11):937–950. Available at: <https://www.sciencedirect.com/journal/energy-reports/vol/11/suppl/C> (accessed 10.03.2025).
17. Kakhkharov J., Onur I., Yalcin E., Zhu R. Global Evidence on the Russia–Ukraine Conflict and Energy Stock Returns. *International Review of Economics and Finance*. 2024;(93):413–435. <http://doi.org/10.1016/j.iref.2024.03.063>
18. Cadoret I., Padovano F. The Political Drivers of Renewable Energies Policies. *Energy Economics*. 2016;(56):261–269. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.03.003>
19. Agbaam C., Arredondo A.M.P., Alatinga K., Bender K. The Political Economy of Sustainable Energy Transitions: A Literature Review and A Research Agenda. *IZNE Working Paper Series*. 2023;23(3):1–21. <http://doi.org/10.18418/978-3-96043-109-1>
20. Papiez M., Śmiech S., Frodyma K. Determinants of Renewable Energy Development in the EU Countries. A 20-Year Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018;(91): 918–934. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.075>
21. Ringstad I., Tselika K. Connectedness Between Green Bonds, Clean Energy Markets and Carbon Quota Prices: Time and Frequency Dynamics. *Journal of Commodity Markets*. 2024;(36):102–112. <http://doi.org/10.1016/j.jcomm.2024.100442>



22. Segreto M., Principe L., Desormeaux A. et al. Trends in Social Acceptance of Renewable Energy Across Europe : A Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(24):1–23. <http://doi.org/10.3390/ijerph17249161>
23. Aparisi-Cerdá, Ribó-Pérez D., García-Melón M., D'Este P., Poveda-Bautista R. Drivers and Barriers to the Adoption of Decentralised Renewable Energy Technologies: A Multi-Criteria Decision Analysis. *Energy*. 2024;305(1):127–138. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132264>
24. Mahmood H., Irshad A., Tanveer M. Do Innovation and Renewable Energy Transition Play Their Role in Environmental Sustainability in Western Europe? *Humanities and Social Sciences Communications*. 2024;(22):1–22. <http://doi.org/10.1057/s41599-023-02539-4>
25. He Z.-X., Xu S.-C., Li Q.-B., Zhao B. Factors That Influence Renewable Energy Technological Innovation in China: A Dynamic Panel Approach. *Sustainability*. 2018;10(1):1–19. <http://doi.org/10.3390/su10010124>
26. Saba C., Biyase M. Determinants of Renewable Electricity Development in Europe: Do Governance Indicators and Institutional Quality Matter? *Energy Reports*. 2022;(8):13914–13938. <http://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.09.184>
27. Aydin M., Erdem A. Analyzing the Impact of Resource Productivity, Energy Productivity, and Renewable Energy Consumption on Environmental Quality in EU Countries: The Moderating Role of Productivity. *Resources Policy*. 2024;(89):112–124. <http://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104613>
28. Синюгин О.А., Дегтярев К.С. Зональные факторы развития возобновляемой энергетики на примере Западной Европы. *Журнал «Окружающая среда и энергосодержание» (ОСЭ)*. 2023;(1):28–43. <http://doi.org/10.24412/2658-6703-2023-1-28-43>
Sinyugin O.A., Degtyarev K.S. Zonal Drivers of Renewable Energy on the Example of Western Europe. *Journal of Environmental Earth and Energy Study (JEEES)*. 2023;(1):28–43. (In Russ., abstract in Eng.) <http://doi.org/10.24412/2658-6703-2023-1-28-43>
29. Pinto S., Far A., Dionisi D. Land and Water Requirements for the Supply of Renewable Heating and Transport Energy Using Anaerobic Digestion and Water Electrolysis. A Case Study for the UK. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2021;(48):1–18. <http://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101636>
30. Degirmenci T., Yavuz H. Environmental Taxes, R&D Expenditures and Renewable Energy Consumption in EU Countries: Are Fiscal Instruments Effective in the Expansion of Clean Energy? *Energy*. 2024;(299):123–134. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131466>
31. Cassini L. Path-Dependent Productive Specialization: Should Prematurely Deindustrialized Countries Shift to a KIBS Export-Led Strategy? *Structural Change and Economic Dynamics*. 2023;(65):199–209. <http://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.02.016>
32. Jankovic I., Vasic V., Kovacevic V. Does Transparency Matter? Evidence From Panel Analysis of the EU Government Green Bonds. *Energy Economics*. 2022;(114):106–118. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106325>
33. Baldi F., Pandimiglio A. The Role of ESG Scoring and Greenwashing Risk in Explaining the Yields of Green Bonds: A Conceptual Framework and an Econometric Analysis. *Global Finance Journal*. 2022;(52):107–118. <http://doi.org/10.1016/j.gfj.2022.100711>
34. Xu G., Lu N., Tong Y. Greenwashing and Credit Spread: Evidence From the Chinese Green Bond Market. *Finance Research Letters*. 2022;(48):106–119. <http://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102927>

Об авторах:

Зуев Владимир Николаевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой торговой политики Института торговой политики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (101000, Российская Федерация, г. Москва, Мясницкая ул., 13-4), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1271-1200>, Researcher ID: [NFT-9337-2025](https://orcid.org/NFT-9337-2025), Scopus ID: [56153933700](https://orcid.org/56153933700), SPIN-код: [2587-1635](https://orcid.org/2587-1635), vzuev@hse.ru

Канихин Тихон Николаевич, аспирант Института торговой политики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (101000, Российская Федерация, г. Москва, Мясницкая ул., 13-4), ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8740-8363>, Researcher ID: [LDF-6860-2024](https://orcid.org/LDF-6860-2024), SPIN-код: [8089-3985](https://orcid.org/8089-3985), tnkanikhin@hse.ru

Вклад авторов:

В. Н. Зуев – формулирование целей и задач; критический анализ черновика рукописи, внесение замечаний и исправлений; наставничество в процессе проведения исследования.

Т. Н. Канихин – разработка методологии исследования; сбор данных; создание и подготовка рукописи.

Доступность данных и материалов. Наборы данных, использованные и/или проанализированные в ходе текущего исследования, можно получить у авторов по обоснованному запросу.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 31.10.2024; одобрена после рецензирования 13.02.2025; принята к публикации 20.02.2025.

About the authors:

Vladimir N. Zuev, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Head of the Chair of Trade Policy, Institute of Trade Policy, National Research University Higher School of Economics (13-4 Myasnitskaya St., Moscow 101000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1271-1200>, Researcher ID: [NFT-9337-2025](#), Scopus ID: [56153933700](#), SPIN-code: [2587-1635](#), vzuev@hse.ru

Tikhon N. Kanikhin, Postgraduate Student, Institute of Trade Policy, National Research University Higher School of Economics (13-4 Myasnitskaya St., Moscow 101000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8740-8363>, Researcher ID: [LDF-6860-2024](#), SPIN-code: [8089-3985](#), tnkanikhin@hse.ru

Contribution of the authors:

V. N. Zuev – formulation of research goals and aims; critical review and revision; mentorship.

T. N. Kanikhin – development of methodology; data collection; preparation of the manuscript.

Availability of data and materials. The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the authors on reasonable request.

The authors have read and approved the final manuscript.

Submitted 31.10.2024; revised 13.02.2025; accepted 20.02.2025.