

УДК 338.45:620.9(476)

В. М. Карпенко, Х. Юань

Белорусский государственный университет

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ
КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ**

В статье представлен обзор существующих подходов к понятию «национальная энергетическая безопасность». Произведена систематизация этих подходов, выполнена их сравнительная характеристика. Авторами обоснована необходимость осуществления диверсификации структуры энергопотребления для обеспечения национальной энергобезопасности. Проанализированы два подхода к диверсификации энергопотребления: за счет диверсификации поставщиков традиционных энергоресурсов и за счет увеличения внутреннего производства и использования возобновляемых источников энергии. На примере ЕС показана успешная диверсификация структуры энергопотребления в целях повышения политической и экономической устойчивости региона. ЕС планомерно переходит к использованию возобновляемых источников энергии, диверсифицирует поставщиков природного газа для того, чтобы уменьшить зависимость в случае сбоя или политического конфликта от одного импортера и увеличить энергетическую безопасность региона.

Ключевые слова: энергопотребление, энергетический баланс, альтернативная энергетика, диверсификация поставок, энергобезопасность, возобновляемые источники энергии, структура энергопотребления.

Для цитирования: Карпенко В. М., Юань Х. Диверсификация структуры энергопотребления как инструмент обеспечения национальной энергобезопасности // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. 2022. № 1 (256). С. 145–151.

V. M. Karpenka, H. Yuan

Belarusian State University

DIVERSIFYING THE ENERGY MIX AS A TOOL FOR NATIONAL ENERGY SECURITY

The article presents a review of existing approaches to the concept of “national energy security”. These approaches have been systematized and comparatively characterized. The authors substantiate the necessity of diversification of energy consumption structure to ensure national energy security. Two approaches to diversification of energy consumption are analyzed: through diversification of suppliers of traditional energy resources and through increasing domestic production and use of renewable energy sources. The EU case study shows the successful diversification of the energy mix to enhance the political and economic sustainability of the region. The EU is systematically shifting towards renewable energy sources, diversifying natural gas suppliers in order to reduce dependence in case of disruption or political conflict on one importer and increase the region's energy security.

Key words: energy consumption, energy balance, alternative energy, supply diversification, energy security, renewable energy, energy mix.

For citation: Karpenka V. M., Yuan H. Diversifying the energy mix as a tool for national energy security. *Proceedings of BSTU, issue 5, Economics and Management*, 2022, no. 1 (256), pp. 145–151 (In Russian).

Введение. Обеспечение национальной безопасности является одним из важных показателей того, насколько государство может эффективно функционировать. Важной частью национальной безопасности является энергетическая безопасность страны [1, 2]. Обеспечение населения энергией является одной из главнейших задач, решение которой определяет устойчивое развитие страны, т. е. развитие без истощения экономических, экологических и социальных ресурсов и без переноса непропорционально тяжелого бремени на будущие поколения [3, с. 176].

Основная часть. Подходы к понятию «национальная энергетическая безопасность». В данной

статье исследован процесс диверсификации структуры энергопотребления как инструмента обеспечения национальной энергобезопасности. Прежде чем перейти к понятию диверсификации энергопотребления, необходимо сначала остановиться на понятии национальной энергобезопасности. Энергетическая безопасность – это довольно многозначный термин, который используется в политической, экономической, экологической, социальной, технической и других сферах. Международное энергетическое агентство (МЭА) определяет энергетическую безопасность как «бесперебойную доступность источников энергии при сохранении доступной цены» [4].

Исследователи из Азиатско-Тихоокеанского центра энергетических исследований дали определение энергетической безопасности с точки зрения экономической устойчивости: «энергетическую безопасность можно определить как способность экономики гарантировать наличие поставок энергоресурсов на устойчивой и своевременной основе при сохранении такой цены, которая не окажет негативное влияние на экономические показатели» [5].

Однако многие исследователи считают, что до сих пор не существует четкого определения данного понятия. Так, например, американский исследователь Д. Балдвин отмечает, что это «многозначное понятие и исследователям пока еще не удалось выработать его единое всеобъемлющее определение», а Л. Честера аргументирует это тем, что понятие можно объяснять посредством элементов, которые считаются важными в конкретном определенном обществе [6].

В 2014 г. американские ученые А. Черп и Дж. Джевелл исследовали понятие энергетической безопасности. В своей работе «Основы энергетической безопасности» они выдвинули следующее определение: в широком смысле энергетическую безопасность можно понимать как «низкую уязвимость жизненно важных энергетических систем». Авторы объясняют, что уязвимость – это степень подверженности рискам, которые могут возникнуть в различных энергетических системах [1].

Как видно, само понятие энергетической безопасности многозначно, но вместо того, чтобы пытаться дать его всеобъемлющее определение, в нашей работе мы хотим подчеркнуть, что важным аспектом энергетической безопасности является способность страны застраховаться от потенциальных рисков и обеспечить адекватный доступ к источникам энергии для поддержания приемлемого уровня социального и экономического благосостояния и государственной власти как внутри страны, так и за ее пределами.

Можно сказать, что страны, которые в значительной степени полагаются на международные рынки импорта энергии, сталкиваются с множеством возможных сбоев в доступе к энергии. Сбои можно рассматривать в широком смысле как любые события, которые приводят к дисбалансу между спросом и предложением на международных энергетических рынках. Эти дисбалансы могут возникать в результате политических, рыночных и случайных событий или их комбинации.

Кроме того, нам видится необходимым проанализировать шаги по реализации энергетической безопасности. Так, страны должны сотрудничать в оценке энергетической безопасности в форме стратегических запасов, избыточной инфраструктуры и резервного энергоснабжения, с

тем чтобы коммунальные предприятия могли получать компенсацию за инвестиции в них. Государства – члены ЕС должны завершить формирование европейского газового рынка путем обеспечения соблюдения правил конкуренции, выбора трех или четырех стратегических проектов, представляющих общий интерес, и расширения взаимосвязей для диверсификации потоков за пределами их нынешних преобладающих моделей с востока на запад и с севера на юг.

Все страны должны поддерживать более конкурентоспособные рынки нефти и газа ради снижения волатильности и повышения устойчивости, поддерживая неограниченную торговлю углеводородами. Страны Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и международные финансовые институты должны уделять приоритетное внимание оказанию помощи ключевым странам роста в разработке путей правильного ценообразования и субсидировании только бедных [7].

Государства – члены МЭА и другие крупные страны – потребители энергии должны своевременно собирать и обмениваться данными о потреблении и производстве энергии (особенно в Европе), о запасах нефти, газа и угля, чтобы обеспечить более эффективное коллективное реагирование на преднамеренные и непреднамеренные перебои в поставках или энергоснабжении. Они также должны ставить низкие цены на нефть для укрепления, а не ослабления стратегических запасов [8].

На наш взгляд, проблемы энергетической безопасности, с которыми сталкивается мир, непросты, но все они могут быть решены с помощью разумной политики и инновационного сотрудничества [9].

При рассмотрении понятия энергетической безопасности принято выделять две группы стран. Первая – это страны, которые производят энергоресурсы, и вторая – соответственно, страны – импортеры ресурсов. Здесь некоторые исследователи еще добавляют транзитные страны, т. е. те страны, которые получают коммерческую выгоду от того, что их территорию используют для транзита энергетических ресурсов, но чаще всего они являются странами – потребителями электроэнергии. При исследовании проблемы энергетической безопасности чаще всего в центре внимания находится проблема стран-потребителей. Для стран-потребителей главными задачами обеспечения энергетической безопасности являются диверсификация электроэнергии, внедрение энергосберегающих технологий, создание стратегических сырьевых запасов, разработка альтернативных источников энергии [3, с. 176].

Диверсификация структуры энергопотребления. В статье речь идет о диверсификации структуры

энергопотребления как инструменте обеспечения национальной энергобезопасности. Под диверсификацией структуры энергопотребления понимается использование различных источников энергии, поставщиков и маршрутов транспортировки энергетических ресурсов в целях снижения зависимости только от одного ресурса или поставщика. Страна, которая диверсифицирует свой энергетический баланс, минимизирует перебои в энергоснабжении и укрепляет свою энергетическую безопасность, поскольку наличие нескольких источников позволяет стране продолжать работу без сбоев, если один источник энергии выходит из строя [2].

Здесь следует отметить, что страны, которые снабжают себя всей энергией, которую они потребляют, могут меньше беспокоиться о безопасности своего энергоснабжения, однако же страна, которая импортирует большое количество энергии, должна учитывать все факторы, которые могут нарушить поставки энергии, поступающей из страны-экспортера.

Политическая нестабильность, экономический кризис, форс-мажоры являются основными факторами, которые страны-импортеры должны принимать во внимание при обеспечении энергобезопасности. Приведем пример того, как диверсификация структуры энергопотребления снижает риски. Например, если страна импортирует нефть с Ближнего Востока или из некоторых районов Африки, она может покупать нефть по достаточно дешевой цене, однако из-за нестабильной политической ситуации на Ближнем Востоке следует учитывать и политические риски. Так, например, в 1990 г. Ирак вторгся в Кувейт и иракские войска подожгли кувейтские нефтяные скважины. Вторжение и последующее разрушение скважин на некоторое время практически уничтожили добычу кувейтской нефти. Это повлияло на поставки нефти в страны, которые зависели от нее, и подняло цены на нефть.

Таким образом, диверсификация структуры энергопотребления – это стратегия, направленная на укрепление как экономической, так и политической безопасности страны, целью которой является снижение рисков сбоев поставки энергоресурсов, а также препятствие возникновению монополии на поставку определенных источников энергии.

Так, одной из основных стратегий, используемых правительствами во всем мире, является заключение контрактов с несколькими поставщиками электроэнергии. Здесь следует отметить, что в основном такие источники энергии относятся к невозобновляемым источникам энергии, таким как нефть или углеводороды. Иными словами, реализация такой стратегии означает возможность быстрого увеличения масштаба доставки

в случае, если в стране произойдет внезапное сокращение поставок от другого поставщика. Имея несколько таких контрактов, страна находится в более выгодном положении в международных отношениях, разумеется, если эти контракты согласовываются стратегически.

Другой аспект энергетической диверсификации включает увеличение внутреннего производства и использование возобновляемых источников энергии. Потенциальное использование возобновляемых источников может помочь странам достичь энергетической независимости и определенной степени экономической и политической безопасности. Устойчивость и стабильность играют в данном случае основную роль, поэтому инвестиции и исследования в области возобновляемых источников энергии хотя и требуют много времени, чтобы принести прибыль, но потенциальные перспективы огромны. Реализация этих стратегий имеет важное значение, потому что страны по большей части полагаются на ископаемое топливо для обеспечения бесперебойного функционирования своей экономики. Диверсификация этих источников помогает гарантировать, что экономика останется продуктивной и жизнеспособной даже в случае бедствий или конфликта с другими странами. Помимо стремления к диверсификации энергии, во внимание принимаются и стратегии по урегулированию потребления для того, чтобы снизить уровень спроса. Когда страны потребляют меньше энергии, это означает, что им просто не нужно покупать или производить столько энергии, что приводит к уменьшению зависимости страны от иностранного импорта [10].

Итак, мы постарались проанализировать концепцию энергетической безопасности и показали, насколько важна роль диверсификации структуры энергопотребления в национальной энергобезопасности.

Нам представляется важным на конкретном примере еще раз проанализировать, как может быть на практике реализована диверсификация энергопотребления. В данной работе мы взяли за пример ЕС.

Диверсификация структуры энергопотребления в ЕС. В первую очередь необходимо проанализировать риски энергобезопасности, с которыми сталкивается ЕС.

Первым серьезным риском для энергетической безопасности является неопределенность: в отношении того, как сбалансировать сокращение выбросов углерода и экономический рост; в отношении оценки резервной или избыточной мощности; в отношении будущей доли газа в энергобалансе и в отношении того, как обеспечить безопасность поставок, пока ученые работают над сокращением выбросов парниковых

газов (ПГ) [11] и увеличением глобальной доли возобновляемых источников энергии.

Неопределенность приводит к параличу политики и, как следствие, к отсутствию рыночных сигналов для информирования о следующих этапах инвестиций в энергетический сектор. Европа хочет разнообразить поставки газа и планирует сократить его долю. Также ЕС хочет более дешевую энергию, но диверсификация от угля означает более высокую стоимость энергии, а диверсификация от российского газа может означать более дорогие поставки. Европа нуждается в инфраструктуре для создания действительно интегрированного газового рынка, но эта работа остается незавершенной. Поэтому региональные политики должны создать большую определенность для стимулирования инвестиций, необходимых им для обеспечения энергетической безопасности.

Второй и, возможно, самый большой риск для энергетической безопасности – это идеология и политика. На Западе мы сталкиваемся с огромными проблемами в стабилизации глобальных выбросов, финансировании адаптации и инвестировании в распределительные сети и технологии интеллектуальных взаимосвязей при низком экономическом росте и ограниченных бюджетах.

В Южной Азии и странах Африки к югу от Сахары самой большой проблемой является доступ к электричеству в масштабах и по доступным ценам. Для стран в этих регионах, особенно тех, которые не имеют собственной гидроэнергетики или природных ресурсов и обременены большим населением и растущим спросом, задача политиков состоит в том, чтобы поддержать их, помогая им двигаться вниз по углеродной цепочке, когда они ориентированы вверх по кривой спроса.

Они не могут одним прыжком перейти от угля, керосина или биомассы к возобновляемым источникам энергии. Им понадобится доступ к другим видам топлива и даже способы более эффективного сжигания угля. Эти страны могут помочь себе больше всего, установив правильные цены и рамки, поэтому они являются привлекательными местами для инвестиций. Но им также нужен доступ к сырью [12].

ЕС в рамках диверсификации структуры энергопотребления реализует такие стратегии, как:

- 1) продвижение возобновляемых источников энергии;
- 2) обеспечение поставок энергии из-за рубежа (заключение контрактов с разными поставщиками);
- 3) крупные инвестиции в исследования по разработке энергетических технологий.

ЕС уделяет приоритетное внимание энергетической безопасности и в рамках энергетической

диверсификации ставит цель до 2030 г. сократить выбросы CO₂ на 40% (в рамках стратегии по введению возобновляемых источников энергии в эксплуатацию). Стратегии стран по достижению установленных климатических целей и соблюдению законодательства на период до 2030 г. будут определять роль использования традиционных и «чистых» энергетических технологий в Европе [6].

Согласно прогнозам экспертов, общее потребление энергии в ЕС останется относительно неизменным в течение следующих трех десятилетий. По оценке Международного энергетического агентства (МЭА), к 2040 г. спрос на электроэнергию в ЕС вырастет на 12–26%.

Для удовлетворения этого растущего спроса на электроэнергию придется повысить использование природного газа и «чистых» энергетических технологий. Хотя ожидается, что потребление газа останется на прежнем уровне, сокращение добычи газа в Европе приведет к необходимости увеличения импорта.

В этом случае для того, чтобы обеспечить энергетическую безопасность, ЕС важную роль отводит природному газу. Так, природный газ может сыграть важную роль в отказе государств от использования угля. Доступ к диверсифицированным поставкам природного газа укрепляет энергетическую безопасность Европы за счет уменьшения зависимости только от одного поставщика.

Точно так же низкоуглеродные источники энергии могут существенно помочь Европе по вопросу декарбонизации и одновременно уменьшить зависимость от российского импорта [12].

В следующем десятилетии в ЕС природный газ будет играть решающую роль в энергетическом переходе к климатической нейтральности и обеспечению базовой нагрузки в структуре энергобаланса ЕС. Конкурентоспособные цены, переизбыток предложения в мире и растущая взаимозаменяемость делают природный газ важным для удовлетворения европейского спроса на энергию и содействия европейской энергетической безопасности.

Кроме того, рост использования возобновляемых источников энергии и экстремальные погодные условия создадут больший спрос на природный газ для удовлетворения базовой нагрузки с помощью аккумуляторных систем. По данным МЭА, «почти пятая часть роста спроса на энергию в 2018 г. связана с более жарким летом и более холодной зимой» [4].

Природный газ будет играть важную роль в европейской энергетической диверсификации. По мере сокращения местного производства все большее значение приобретает диверсификация маршрутов импорта. Согласно анализу и прогнозу

МЭА до 2024 г.: «Вывод из эксплуатации голландского месторождения Гронинген и истощение запасов в Северном море создадут дополнительный дефицит почти в 50 млрд м³ в год» [13, с. 123]. Хотя ЕС добился значительного прогресса в строительстве газопроводов, инфраструктуры обратного потока и терминалов СПГ, в некоторых частях Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ) все еще отсутствуют различные варианты поставки природного газа.

Несколько региональных проектов, перечисленных ниже, являются примерами стратегической инфраструктуры, которая будет способствовать дальнейшему развитию энергетической независимости в Европе. Доступ к разнообразным маршрутам природного газа означает более быстрый переход с угля на газ при производстве электроэнергии и отоплении в странах, зависимых от ископаемого топлива.

Проекты в Юго-Восточной Европе – это хорошая возможность для ЕС укрепить энергетическую безопасность и рыночную конкуренцию. Юго-Восточная Европа и особенно регион Западных Балкан не привлекали столько внимания, как регион ЦВЕ, в дискуссиях об энергетической безопасности Европы. Этот регион по-прежнему сильно зависит от угля, российского газа и гидроэнергии. Есть огромные возможности для создания инфраструктуры природного газа на Западных Балканах, чтобы диверсифицировать энергетический баланс региона и предоставить альтернативы поставкам газа из России и угольной генерации, которая в основном питается углем, добываемым на Западных Балканах [12].

Предлагаемое продолжение Южного газового коридора (ЮГК) могло бы стимулировать диверсификацию Западных Балкан и доставить новый источник газа в Европу из Каспийского региона. Проект газовой инфраструктуры ЮГК состоит из трех трубопроводов: Южно-Кавказского газопровода (SCPX), Трансанатолийского газопровода (TANAP) и Трансадриатического газопровода (TAP). Конечным пунктом назначения TAP является Италия, но сначала трубопровод проходит через Грецию и Албанию. Проект Ионическо-Адриатического газопровода (IAP), ответвление TAP, представляет собой предлагаемый газопровод из Албании через Черногорию и Боснию и Герцеговину с разделением в Хорватии. Пропускная способность двунаправленного газопровода составит 5 млрд м³ газа в год. Четыре компании – черногорская Bonus, албанская Albغاز, боснийская BH-Gas и хорватская Plinacro – договорились о создании совместного предприятия для строительства трубопровода, в котором все компании будут владеть равными долями. Потребуется расширенные поставки газа через ЮГК [14, с. 1114].

Газопровод Interconnector Greece – Bulgaria (IGB) – многообещающая альтернатива для снижения зависимости Болгарии от российского газа. Ожидается, что трубопровод будет запущен в 2022 г. IGB позволит Болгарии получать природный газ из Азербайджана из TAP и, через соединительное звено, получать сжиженный газ с терминала LNG в Александруполисе [5].

Всплеск проектов в Юго-Восточной Европе может повысить энергетическую независимость региона и усилить конкуренцию на рынке. Регион Восточного Средиземноморья сильно привязан к европейской энергетической безопасности. Он привлекает международное внимание в связи с открытием значительных запасов газа у берегов Кипра, Египта и Израиля. Однако развитие осложняется геополитическими спорами по поводу ценных ресурсов [15].

В то время как многие другие игроки были парализованы спорами, Египет оказался успешнее в использовании газовых месторождений. В результате освоения морского глубоководного газового месторождения Зоур и текущих разведочных работ на морском месторождении Нур Египет стал самодостаточным в добыче природного газа, ежегодно экономя 3 млрд долл. США за счет импорта. Благодаря кипрскому и израильскому производству и египетской инфраструктуре СПГ Египет добился наибольшего прогресса и является развивающимся газовым центром.

Газопровод Израиль – Египет будет поставлять 7 млрд м³ в год (и, возможно, до 9 млрд м³ в год за счет установки дополнительных систем) природного газа в Египет для экспорта. Египет мог бы реэкспортировать газ, добываемый соседними странами в виде СПГ, в Европу и предоставить еще один альтернативный источник энергии для региона, если экспорт достигнет конкурентоспособной цены.

Принимая во внимание эти рыночные тенденции, ЕС в 2019 г. принял новые положения, которые касаются структуры электроэнергии, чтобы сделать систему электроснабжения пригодной для решения задач перехода к энергетике и растущей доли периодически возобновляемых источников энергии. Новая структура рынка электроэнергии направлена на содействие более широкой трансграничной торговле электроэнергией между странами – членами ЕС, а также на усиление рыночной конкуренции и более тесного регионального сотрудничества, при этом обеспечивая большую гибкость в электросети. Для повышения устойчивости электроэнергетической системы ЕС каждое государство – член ЕС должно разработать планы готовности к рискам, чтобы быть способными к реагированию на неожиданные ситуации, работая в тесном сотрудничестве с соседними государствами-членами.

Заключение. На примере ЕС мы смогли увидеть успешную диверсификацию структуры энергопотребления в целях повышения политической и экономической устойчивости региона. Кроме того, ЕС планомерно переходит к использованию

возобновляемых источников энергии, диверсифицирует поставщиков природного газа для того, чтобы уменьшить зависимость в случае сбоя или политического конфликта от одного импортера и увеличить энергетическую безопасность региона.

Список литературы

1. Зорина Т. Г. Формирование стратегии устойчивого энергетического развития. Минск: Мисанта, 2016. 332 с.
2. Зорина Т. Г. Устойчивое энергетическое развитие Республики Беларусь: анализ динамики развития в 1995–2018 гг. // Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы: сб. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 1–4 окт. 2020 г. Минск, 2020. С. 18–33.
3. Завальнев В. Н. Безопасность в политическом мировосприятии мыслителей прошлого: аналитическая ретроспектива // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. История и политические науки. 2016. № 1. С. 176–189.
4. The International Energy Agency. Energy Security Refers to the Uninterrupted Availability of Energy Sources at an Affordable Price. URL: <http://www.iea.org/topics/energysecurity/> (date of access: 11.03.2021).
5. The Organization of the Petroleum Exporting Countries. URL: http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm (date of access: 15.03.2021).
6. Ковалев М. М., Кузнецов А. С. Будущее белорусской энергетики на фоне глобальных трендов. Минск: Издат. центр БГУ, 2018. 223 с.
7. Aleksandrovich S., Mikhalevich A. Electrification as a method to improve energy efficiency // Journal of International Scientific Publications. Materials, Methods & Technologies. 2021. Vol. 15. P. 246–252.
8. Карпенко В. М., Юань Х. Экономические инструменты интеграции альтернативной энергетики в энергосистему Китая // Економічний вісник університету: зб. наук. праць. 2021. Вып. 49. С. 87–96.
9. Карпенко Е. М., Шестакова К. В. Структурная трансформация промышленности Республики Беларусь // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Д, Экономические и юридические науки. 2021. № 13. С. 49–55.
10. Boyle R. Global trends in renewable energy investment // Bloomberg New Energy Finance, 2019. URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29752/GTR2019.pdf> (date of access: 11.03.2021).
11. Деревяго И. П. Условия и возможности перехода экономики к зеленому росту // Белорусский экономический журнал. 2020. № 4. С. 20–35.
12. Zafar M. W., Shahbaz M. From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: the role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 350. P. 1145–1178.
13. Matallah S. Economic diversification in MENA oil exporters: Understanding the role of governance // Resources Policy. 2020. № 6. P. 123–170.
14. Gorb O. Strengthening competitiveness of the national economy by enhancing energy efficiency and diversifying energy supply sources // Journal of Environmental Management and Tourism. 2021. № 11 (5). P. 1114–1123.
15. Shestakova K. V., Karpenka E. M. Industrial development and country's welfare: case of Belarus // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2021. № 1. С. 94–99.

References

1. Zorina T. G. *Formirovaniye strategii ustoychivogo energeticheskogo razvitiya* [Formation of a strategy for sustainable energy development]. Minsk, Misanta Publ., 2016. 332 p. (In Russian).
2. Zorina T. G. Sustainable energy development of the Republic of Belarus: analysis of the dynamics of development in 1995–2018. *Ustoychivoye razvitiye energetiki Respubliki Belarus': sostoyaniye i perspektivy: sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Sustainable Energy Development of the Republic of Belarus: Status and Prospects: Proceedings of the International Scientific Conference]. Minsk, 2020, pp. 18–33 (In Russian).
3. Zavalnev V. N. Security in the political worldview of past thinkers: an analytical retrospective. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta* [Vestnik of Moscow State Regional University], series History and Political Science, 2016, no. 1, pp. 176–189 (In Russian).
4. The International Energy Agency. Energy Security Refers to the Uninterrupted Availability of Energy Sources at an Affordable Price. Available at: <http://www.iea.org/topics/energysecurity/> (accessed 11.03.2021).
5. The Organization of the Petroleum Exporting Countries. Available at: http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm (accessed 15.03.2021).

6. Kovalev M. M., Kuznetsov A. S. *Budushcheye belorusskoy energetiki na fone global'nykh trendov* [The future of Belarusian energy against the background of global trends]. Minsk, Izdatel'skiy tsentr BGU Publ., 2018. 223 p. (In Russian).
7. Aleksandrovich S., Mikhalevich A. Electrification as a method to improve energy efficiency. *Journal of International Scientific Publications. Materials, Methods & Technologies*, 2021, vol. 15, pp. 246–252.
8. Karpenka V. M., Yuan H. Economic instruments for integrating alternative energy into China's energy system. *Ekonomichniy visnik universitetu: zbornik naukovykh prats* [Economic Journal of the University: Collection of scientific works], 2021, issue 49, pp. 87–96 (In Russian).
9. Karpenka E. M., Shestakova K. V. Structural transformation of industry in Belarus. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Polotsk State University], series D, Economic and legal sciences, 2021, no. 13, pp. 49–55 (In Russian).
10. Boyle R. Global trends in renewable energy investment. Available at: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29752/GTR2019.pdf> (accessed 11.03.2021).
11. Derevyago I. P. Conditions and possibilities of economy transition to green growth. *Belorusskiy ekonomicheskii zhurnal* [Belarusian Economic Journal], 2020, no. 4, pp. 20–35 (In Russian).
12. Zafar M. W., Shahbaz M. From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: the role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 350, pp. 1145–1178.
13. Matallah S. Economic diversification in MENA oil exporters: Understanding the role of governance. *Resources Policy*, 2020, no. 6, pp. 123–170.
14. Gorb O. Strengthening competitiveness of the national economy by enhancing energy efficiency and diversifying energy supply sources. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 2021, no. 11 (5), pp. 1114–1123.
15. Shestakova K. V., Karpenka E. M. Industrial development and country's welfare: case of Belarus. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of the Belarusian State University. Economics], 2021, no. 1, pp. 94–99.

Информация об авторах

Карпенко Валерий Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инноватики и предпринимательской деятельности. Белорусский государственный университет (220010, г. Минск, пр-т Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: vmkarpenka@gmail.com

Юань Хунхао – аспирант кафедры международного менеджмента. Белорусский государственный университет (220010, г. Минск, пр-т Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: daihaoshier@gmail.com

Information about the authors

Karpenka Valeriy Mikhaylovich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Innovation and Entrepreneurship. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220010, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vmkarpenka@gmail.com

Yuan Honghao – PhD student, the Department of International Management. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220010, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: daihaoshier@gmail.com

Поступила 04.02.2022