

ВОПРОСЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 338.439:658.26

Г.А. РУДЧЕНКО, канд. экон. наук, доцент
доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология»¹



Н.В. ЕРМАЛИНСКАЯ, канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры «Информатика»¹
¹Гомельский государственный технический университет
им. П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь



Статья поступила 27 марта 2023 г.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРЕНДОВ

Цель исследования – выявление тенденций и оценка достигнутых результатов развития возобновляемой энергетики в мире и Республике Беларусь, в том числе аграрном секторе, в условиях реализации политики по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Материалы и методы. Исследование проведено на основе официальных информационных источников Национального статистического комитета Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Всемирной сети по энергетической политике в области возобновляемой энергетики REN21, независимой исследовательской компании по анализу и прогнозированию вопросов энергетики и климата Enerdata. Применены общелогические (анализ, синтез) и математические (статистический, визуализации) методы научного исследования.

Результаты. В статье проанализирована активность наращивания мировых мощностей возобновляемой энергетики по видам ВИЭ, определена доля ВИЭ в структуре ТЭР и проведен анализ динамики энергоемкости производства в условиях мировой и национальной экономик, дана оценка энергетической эффективности функционирования используемых и планируемых к вводу установок ВИЭ в Республике Беларусь и сельском хозяйстве.

Заключение. Установлены ключевые причины формирования преобладающих тенденций развития возобновляемой энергетики в мире. Выявлены уровень и эффективность потребления ТЭР в Республике Беларусь и сельском хозяйстве в условиях глобальных трендов. На основе целевых показателей обоснована необходимость дальнейшей реализации мер по энергосбережению в аграрном секторе Беларуси.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоемкость, энергосбережение, возобновляемые источники энергии, национальная экономика, аграрный сектор.

RUDCHENKO G., PhD in Econ. Sc., Associate Professor,
Associate Professor Department of Industrial Heat Power Engineering and Ecology¹

YERMALINSKAYA N., PhD in Econ. Sc., Associate Professor,
Associate Professor Department of Computer Science¹

¹Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

THE MAIN TRENDS OF THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY IN THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE CONTEXT OF GLOBAL TRENDS

The purpose of the study is to identify trends and assess the results achieved in the development of renewable energy in the world and the Republic of Belarus, including the agricultural sector, in the context of the implementation of energy conservation and energy efficiency policies.

Materials and methods. The study was conducted on the basis of official information sources of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus, the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus, the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus, the World Network on Energy Policy in the Field of Renewable Energy REN21, an independent research company for the analysis and forecasting of energy and climate issues Enerdata. Applied general logical (analysis, synthesis) and mathematical (statistical, visualization) methods of scientific research.

Results. The article analyzes the activity of increasing the world's renewable energy capacity by types of RES, determines the share of RES in the structure of the fuel and energy complex and analyzes the dynamics of energy intensity of production in the global and national economies, assesses the energy efficiency of the functioning of renewable energy installations used and planned for commissioning in the Republic of Belarus and agriculture.

Conclusion. The key reasons for the formation of prevailing trends in the development of renewable energy in the world have been identified. The level and efficiency of fuel and energy consumption in the Republic of Belarus and agriculture in the context of global trends are revealed. Based on the target indicators, the necessity of further implementation of energy saving measures in the agricultural sector of Belarus is substantiated.

Keywords: energy efficiency, energy intensity, energy conservation, renewable energy sources, national economy, agricultural sector.

Введение. Стратегической целью развития национальной экономики Республики Беларусь является укрепление занимаемых позиций на мировых рынках с учетом складывающихся глобальных тенденций, обеспечение устойчивого производства и потребления, максимизация полезных свойств товаров и услуг при одновременной минимизации воздействия на окружающую среду в течение всего жизненного цикла продукции, что достижимо в условиях соблюдения принципов ресурсосбережения, энерго- и экоэффективности. В этой связи возникает необходимость реализации комплекса мер по рациональному импортозамещению, максимальному вовлечению в процессы производства местных видов сырья, снижению ресурсоемкости и энергоемкости производимой продукции. Учет совокупности вышеобозначенных обстоя-

тельств позволит сформировать действенный практический инструментарий обеспечения перехода к устойчивому развитию на региональном, национальном и глобальном уровнях, а также достичь гармонизации экономических, социальных и экологических интересов белорусского общества.

Несомненно, энергоэффективное развитие национальной экономики в целом и ее отраслей, в частности, представляет собой сложный и многоаспектный процесс, требующий непрерывного мониторинга достигнутых результатов, выявления преобладающих тенденций, изучения возможных перспектив с целью оценки степени достижения поставленных целей и корректировки стратегии и тактики проводимой политики в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности в Республике Беларусь.

Актуальность темы исследования подтверждается положениями Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года [1], Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [2], Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [3], Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы [4], Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [5].

Основная часть. Мировые тенденции развития возобновляемой энергетики. Рациональное и эффективное использование энергоресурсов представляет актуальную задачу, имеющую глобальный характер. В данном контексте все большую значимость приобретает дальнейшее развитие и интеграция в процессы энергообеспечения возобновляемых источников энергии.

Переход на принципы «зеленой» экономики как модели устойчивого развития, поиск эффективных методов решения существующих экологических проблем и повышение эффективности использования энергетических ресурсов в масштабах мирового

хозяйства сопряжен с рядом благоприятных тенденций в освоении возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ), а именно:

во-первых, мировая отрасль возобновляемой энергетики стремительно развивается, что подтверждает оценка динамики осваиваемых энергетических мощностей за период 2011–2021 гг. Суммарная установленная мощность в данной отрасли в 2021 г. достигла максимального значения 2387 ГВт (рисунок 1), увеличившись по сравнению с 2011 г. на 89,44 %, несмотря на стабильную долю ВИЭ в общем мировом потреблении энергии в пределах 19–21% [6–18]. Это свидетельствует об активной реализации за последнее десятилетие сценариев трансформации глобальной энергетической системы на основе освоения низкоуглеродных технологий и снижения доли углеводородов в мировом энергетическом балансе;

во-вторых, лидирующие позиции в отрасли возобновляемой энергетики занимает гидроэнергетика (рисунок 1), темп роста установленной мощности которой в 2021 г. по отношению к 2010 г. составил 126,46 %, а ее удельный вес в общемировой структуре превысил 47 %.



Рисунок 1. – Установленная мощность объектов возобновляемой энергетики в мире за период с 2010 по 2021 гг.

Примечания – 1 Диаграмма построена авторами на основе данных источников [6–18]; 2 На рисунке не отражены мощности концентрированной солнечной энергии и геотермальной энергии ввиду их малых значений (соответственно 0,23 % и 0,55 % от общего объема установленной мощности ВИЭ в 2021 г.).

Сложившаяся тенденция обусловлена большим техническим потенциалом гидро-энергетических ресурсов рек, низкой себестоимости получаемой электроэнергии и высокой маневренностью гидроэлектростанций с точки зрения покрытия пиков нагрузки, что определяет их важнейшую роль в обеспечении устойчивого функционирования энергетической системы в целом.

Достаточно бурно развивается ветроэнергетика, которая по величине установленной мощности занимает третье место – 845 ГВт, а по темпам роста опережает гидроэнергетику (426,77 % в 2021 г. по отношению к 2010 г.). Наиболее интенсивный рост установленной мощности за анализируемый период отмечается по солнечной фотоэлектрической энергии – в 23,55 раз, что вывело данный вид ВИЭ в 2020 г. на вторую позицию в мировом рейтинге. Рекордные темпы развития солнечной фотоэнергетики обусловлены ее приоритетностью по признаку доступности для потребителей, относительной экологической чистотой солнечной энергии, развитым опытом эксплуатации солнечных фотоэлектрических установок и общемировой тенденцией снижения цен на фотоэлементы.

Малая доля биоэнергетики (5,49 % от общего объема установленной мощности ВИЭ в 2021 г.) и относительно низкие темпы ее роста (157,83 % в 2021 г. по отношению к 2010 г.), несмотря на активную государственную поддержку проектов по ее развитию, обусловлены ограниченными ресурсными возможностями по обеспечению воз-

обновляемого непродовольственного биосырья для переработки;

в-третьих, наблюдается обратная пропорциональная зависимость темпов прироста суммарной установленной мощности объектов ВИЭ и удельных капитальных вложений на 1 ГВт приращенной мощности (за период с 2011 по 2021 гг. удельные инвестиции на 1 ГВт установленной мощности ВИЭ снизились в 2,45 раза) (рисунок 2). Это свидетельствует об активной разработке углероднейтральных и энергоэффективных технологий для массового использования и удешевлении процесса их практического освоения;

Таким образом, проведенный анализ мировых тенденций показывает ускоренное развертывание возобновляемой энергетики, постепенное преодоление технических и экономических ограничений в освоении альтернативных источников энергии и повышении готовности мировых экономик к переводу энергетического сектора на «зеленые» принципы функционирования.

ВИЭ в мировой и национальной структуре ТЭР. Глобальные тенденции развития энергетических систем, необходимость решения вопросов обеспечения энергетической безопасности Республики Беларусь и активная реализация мер по энергосбережению в энергоемких отраслях национальной экономики способствуют повышению интереса к возобновляемым источникам энергии в условиях невысокой энергетической самостоятельности (17,1 % по состоянию на 2020 г.) (рисунок 3).

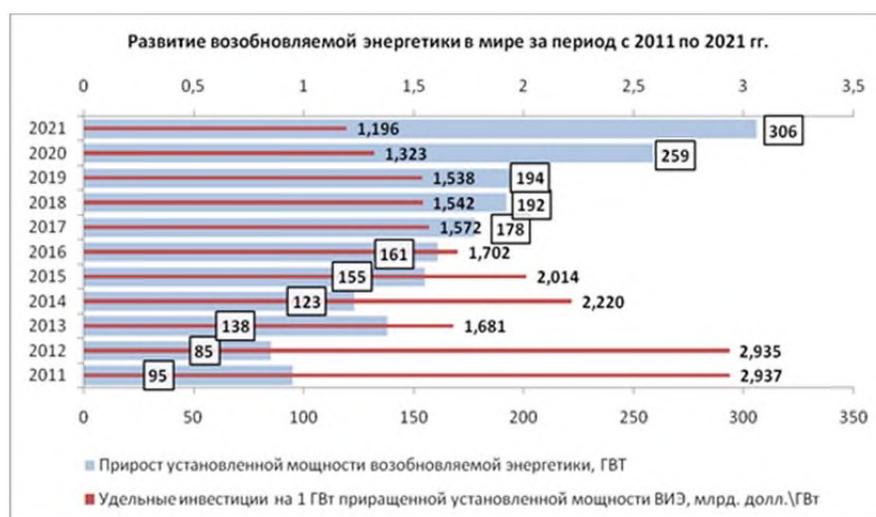


Рисунок 2. – Показатели развития возобновляемой энергетики в мире за период с 2011 по 2021 гг.
Примечание – Диаграмма построена авторами на основе данных источников [6-18].

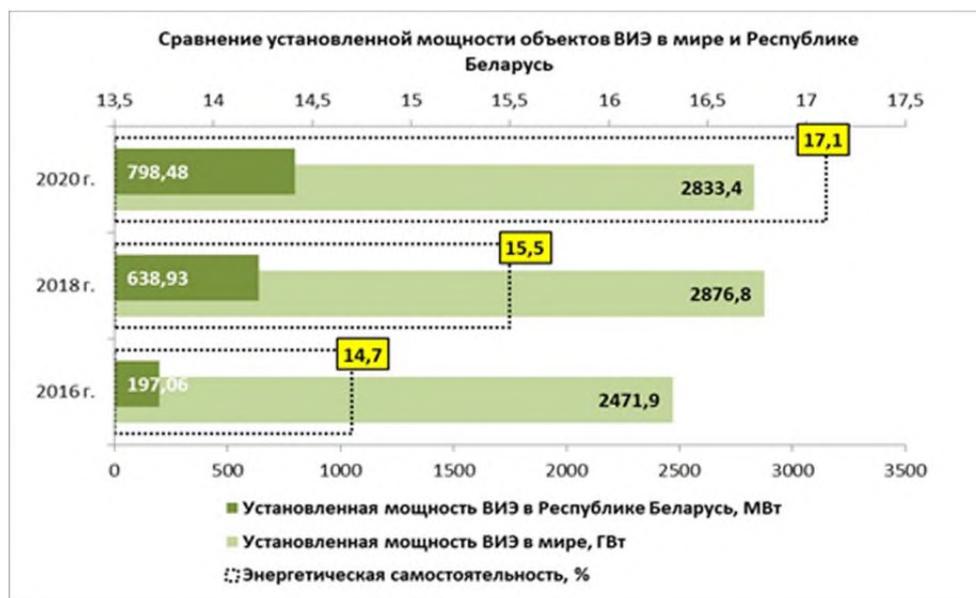


Рисунок 3. – Сравнение установленной мощности ВИЭ в общем потреблении ТЭР в мире и Республике Беларусь за период с 2016 по 2020 гг.

Примечания: 1 Диаграмма построена авторами на основе данных источников [6-19]; 2 Показатель энергетической самостоятельности Республики Беларусь расположен на вспомогательной оси сверху и рассчитывается как отношение объема производства (добычи) первичной энергии к объему валового потребления ТЭР.

Сравнительный анализ изменения установленной мощности ВИЭ в мировой и национальной экономиках показал следующее:

во-первых, темпы наращивания мощности ВИЭ в белорусской энергосистеме существенно превышают аналогичные мировые показатели. За период с 2016 по 2020 гг. установленная мощность объектов ВИЭ в республике выросла в 4,05 раза при средних темпах роста в мире на уровне 114,62%. Это является следствием успешной реализации национальных и отраслевых программ по энергосбережению и развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь, а также наличия существенного незадействованного энергетического потенциала собственных возобновляемых источников энергии;

во-вторых, отмечается увеличение доли установленной мощности ВИЭ в республике в составе мировых показателей (в 3,54 раза по состоянию на 2020 г.) и укрепление энергетической самостоятельности на 2,4 п.п. за период с 2016 по 2020 гг. Указанные тенденции являются итогом планомерной реализации мер по оптимизации структуры национального топливно-энергетического баланса

за счет замещения части потребляемого для производства тепловой и электрической энергии газа на местные топливные ресурсы и ВИЭ, вовлечение которых в экономический оборот также рассматривается в качестве важнейшего условия обеспечения устойчивого развития сельских территорий и сельскохозяйственного производства в стране.

Направления, по которым развивается энергетика в мире на современном этапе, характерны и для Республики Беларусь (рисунок 4).

С 2013 по 2020 г. доля ВИЭ в валовом потреблении энергоресурсов в мире выросла с 19,1 до 28,1%. В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы для Республики Беларусь к 2026 г. планируется достижение по указанному показателю уровня в 7,0–8,0% [4]. К 2020 г. в стране уже достигнуто значение доли ВИЭ в валовом потреблении энергоресурсов на уровне 7,8 %, что на 2,2 % превысило уровень 2015 г. [19]. Вместе с тем очевидно существенное отставание от мировых показателей в потреблении энергии из возобновляемых источников.



Рисунок 4. – Доля возобновляемых источников энергии в общем потреблении топливно-энергетических ресурсов за период 2013–2020 гг., %.

Примечания – 1 Диаграмма построена авторами на основе данных источников [6-19]; 2 Показатель доли ВИЭ в общем потреблении ТЭР в Беларуси расположен на вспомогательной оси справа; 3 Показатель доли ВИЭ в мире без традиционной биомассы освобожден от учета древесного топлива.

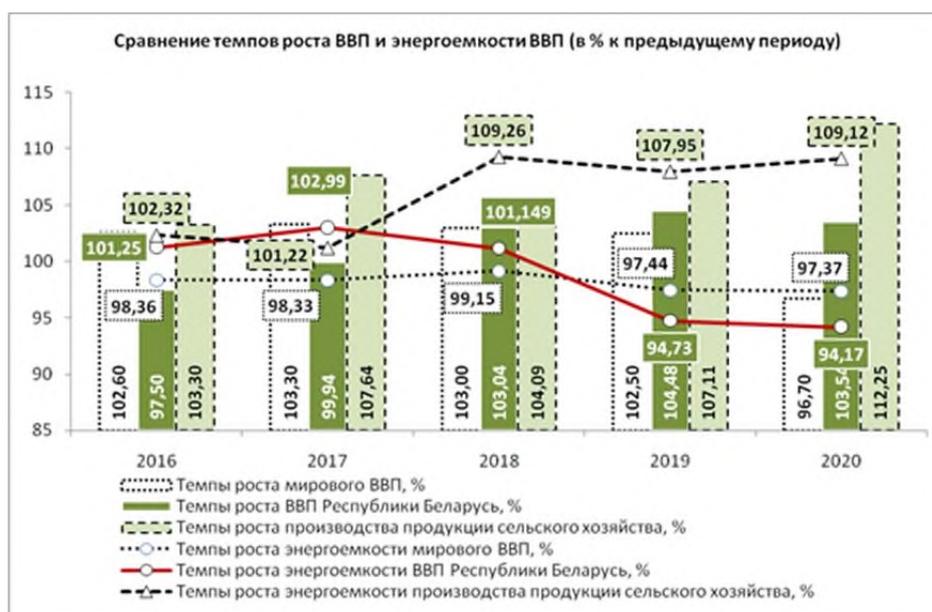
Оценка макроэкономической эффективности потребления ТЭР. Недостаточная самообеспеченности Республики Беларусь собственными топливно-энергетическими ресурсами (доля импорта в общем потреблении первичных ТЭР на 2020 г. составляет 82,9% [19]) и относительно высокая энергоемкость ВВП, в т.ч. в производстве сельскохозяйственной продукции (рисунок 5), оставляют актуальными вопросы обеспечения национальной энергетической безопасности. Согласно Государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 годы основные меры по ее повышению сводятся к следующим направлениям: снижение энергоемкости ВВП, диверсификация используемых в топливно-энергетическом балансе видов топлива и поставщиков ТЭР в рамках углубления международного сотрудничества в сфере энергетики [4]. Ввиду сказанного, особую значимость имеет мониторинг динамики изменения показателя энергоемкости ВВП в условиях складывающихся глобальных тенденций (рисунок 5), по результатам которого было установлено следующее:

во-первых, тенденции обеспечения энергоэффективности мирового хозяйства характеризуются небольшим колебанием мирового ВВП в сторону снижения (с 102,6 % в 2016 г. до 102,5% в 2019 г.) и падением на -5,8% в 2020 г., вызванным пандемией COVID-19, на фоне стабильного снижения энергоемкости мирового ВВП на 0,99% за

анализируемый период. Установленная закономерность позволяет утверждать, что существуют физические границы возможностей снижения мирового потребления ТЭР, достижение которых требует поиска инновационных энергосберегающих технологий в сфере генерации энергии и производства товаров и услуг;

во-вторых, в экономических условиях Республики Беларусь опережающий рост энергетических технологий и мощностей послужил предпосылкой для проявления инерционного характера формирования показателя энергоемкости и отложенного эффекта его снижения в национальной экономике в целом и сельском хозяйстве в частности. Об этом свидетельствует изменение преобладающих тенденций: в 2016 г. соотношение темпов роста ВВП (97,50%) и энергоемкости ВВП (101,25%) имело отрицательный характер (наблюдалось ухудшение соотношения на -6,7%), в 2020 г. – положительную динамику на уровне соотношения темпов роста ВВП (103,54%) и снижения энергоемкости ВВП (97,17%) с показателем +10,0%.

В сельском хозяйстве также преобладают тенденции повышения энергоэффективности производства. Однако это обусловлено опережением темпов производства сельскохозяйственной продукции в условиях более низких темпов повышения его энергоемкости (в 2016 г. на 0,98%, в 2020 г. на 3,13%).



Расшифровки соотношения темпов роста ВВП и энергоёмкости ВВП:

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
по миру	1,043	1,051	1,039	1,052	0,993
по Республике Беларусь	0,963	0,970	1,019	1,103	1,100
по сельскому хозяйству Беларуси	1,010	1,063	0,953	0,992	1,029

Рисунок 5. – Сравнение динамики темпов роста ВВП и энергоёмкости ВВП в мире, в Республике Беларусь и в производстве продукции сельского хозяйства за период 2016 – 2020 гг., %.

Примечания – 1 Диаграмма построена авторами на основе данных источников [20-24]; 2 Учет показателей ВВП и производства продукции сельского хозяйства велся в сопоставимых ценах 2015 г.; 3 Индекс соотношения темпов роста ВВП и энергоёмкости ВВП меньше 1,0 свидетельствует об отрицательной тенденции изменения показателей.

Действующие и планируемые к вводу в Республике Беларусь установки ВИЭ. В настоящее время в Республике Беларусь функционирует (таблица 1) 481 установка возобновляемых источников энергии суммарной электрической мощностью 952,94 МВт, которые производят 3313,98 тыс.

кВт·ч/год электрической энергии, 1801,22 Гкал/год тепловой энергии, что приводит к экономии потребления традиционных видов топлива в размере 498,29 т у.т./год, а также позволяет снизить выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в объеме 1703684,54 т/год [25].

Таблица 1. – Установки возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь (на 01.05.2023 г.)

Вид энергии	Кол-во, ед.	Суммарная установленная электрическая мощность, МВт	Суммарная экономия традиционных видов топлива, т у.т./год	Удельная экономия топлива, т у.т./МВт	Рейтинг
Энергия биомассы	86	186,39	205,63	1,103	1
Энергия биогаза	101	111,74	79,26	0,709	2
Энергия движения водных потоков	58	151,52	79,89	0,527	3
Энергия ветра	127	220,86	83,80	0,379	4
Энергия солнца	109	282,43	49,71	0,176	5

Примечание – Таблица составлена авторами на основе материалов [25].

Изучение динамики развития возобновляемой энергетики в Республике Беларусь с 2018 г. по 2023 г. на основе доступных официальных источников информации показало (рисунок 6), что максимальный количественный прирост наблюдался по установкам, использующим энергию биогаза (на 38 ед.). Минимальным был прирост количества объектов солнечной энергетики (на 8 ед.), при это прирост установленной электрической мощности указанных установок был самым высоким за рассматриваемый период, что свидетельствует о росте единичной мощности вводимых в эксплуатацию объектов, использующих солнечную энергию.

В отношении уровня энергетической эффективности следует обратить внимание на показатели удельной экономии условного топлива (таблица 1, рисунок 6).

Исследование показало, что в возобновляемой энергетике Республики Беларусь самый высокий показатель суммарной установленной электрической мощности у источников, использующих энергию солнца (282,43 МВт). Вместе с тем по размеру удельной экономии традиционных видов топлива они находятся на 5 месте. Далее по величине суммарной

установленной электрической мощности следуют установки, использующие энергию ветра (220,86 МВт), которые по размеру удельной экономии топлива оказались на 4 месте. Ведущие позиции принадлежат источникам, использующим энергию биомассы – удельная экономия составляет 1,103 т у.т./МВт. Следует отметить, что второе место принадлежит биогазовым установкам, обеспечивающим удельную экономию традиционных видов топлива в размере 0,709 т у.т./МВт.

Положительный опыт имеет внедрение возобновляемых источников энергии в практику работы хозяйствующих субъектов аграрного сектора. Проведенный анализ состава объектов генерации на возобновляемых источниках энергии в аграрном секторе Республики Беларусь показал доминирование биогазовых установок [25]. На их долю приходится более 84,32 % всех генерирующих объектов возобновляемой энергетики, функционирующих в отрасли (рисунок 7), что объясняется наличием крупных животноводческих комплексов и птицефабрик, а также насущной потребностью минимизации их негативного воздействия на экологию.

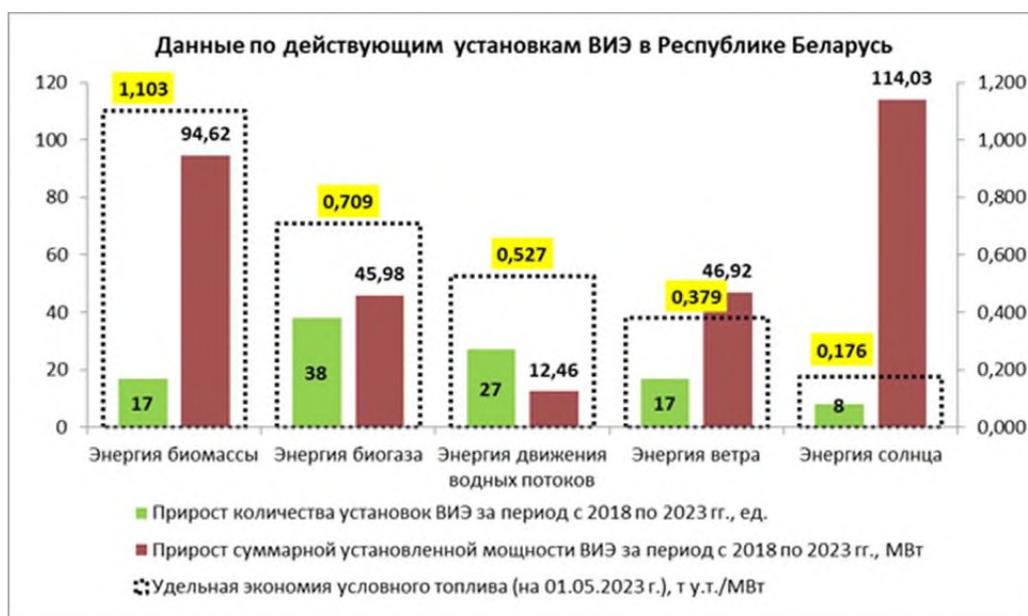


Рисунок 6. – Данные по действующим в Республике Беларусь установкам ВИЭ за период с 2018 по 2023 гг.

Примечания – 1 Диаграмма построена авторами на основе данных источников [25-26]; 2 Показатель удельной экономии условного топлива расположен на вспомогательной оси справа.



Рисунок 7. – Количество и мощность установок по использованию возобновляемых источников энергии в аграрном секторе Республики Беларусь на 01.05.2023 г.

Примечание – Рисунок составлен авторами на основе материалов [25].

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [25], в стране в перспективе до 2025 года планируется дальнейшая работа по вводу генерирующих объектов, использующих энергию возобновляемых источников. Предварительные данные (таблица 2) показывают существенное увеличение количества указанных источников энергии (96,33 %) по сравнению с имеющимися. В количественном отношении максимальный рост должен происходить по установкам, использующим биогазовые технологии. По установленной электрической мощности, согласно плановым значениям, лидирующие позиции будут занимать источники, использующие энергию ветра (85,19 МВт), по тепловой – энергию биомассы (173,65 МВт) в связи с ресурсными возможностями национальной экономики.

Исследование перспектив внедрения объектов возобновляемой энергетики в аграрном секторе показало (таблица 2), что в отрасли планируется ввод генерирующих объектов, использующих только энергию биогаза. Данное обстоятельство обусловлено следующими преимуществами биогазовых технологий:

во-первых, обеспечиваются собственные потребности сельскохозяйственных организаций в электрической и тепловой энергии;

во-вторых, в значительной степени устраняются экологические проблемы сельского хозяйства (снижение нагрузки на очистные сооружения и выбросов парниковых газов, сокращение объемов гербицидов, вносимых на обрабатываемые земли);

в-третьих, повышается урожайность сельскохозяйственных культур за счет использования переработанного субстрата, являющегося ценным удобрением.

Таблица 2. – Планируемые установки ВИЭ в Республике Беларусь и аграрном секторе

Вид энергии	Количество, шт.	Электрическая мощность, МВт	Тепловая мощность, МВт
Энергия биомассы	25	11,73	173,65
Энергия биогаза	59 (22)	57,17 (15,2)	15,20 (15,2)
Энергия движения водных потоков	3	53,16	–
Энергия ветра	12	85,19	–
Энергия солнца	6	9,86	–
Итого	105 (22)	217,11	188,85

Примечания – 1 Таблица составлена авторами на основе материалов [25]; 2 Значения по аграрному сектору приводятся в скобках.

Оценка выполнения целевых показателей по энергосбережению в сельском хозяйстве Республики Беларусь. Диагностика результативности реализуемых задач, поставленных в области энергосбережения и повышения энергоэффективности перед сельскохозяйственными организациями, может быть осуществлена посредством анализа динамики выполнения целевых показателей, устанавливаемых для организаций Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (таблица 3).

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о стабильном выполнении показателя по экономии светлых нефтепродуктов. Уровень целевого показателя по энергосбережению также превышал запланированные значения, исключение составил 2022 г. – недовыполнение 0,7 п. п. Тенденцию роста демонстрирует показатель доли использования местных ТЭР в котельно-печном топливе: прирост за исследуемый период весьма значителен и составляет 32,7 п.п., что свидетельствует о достаточно эффективной деятельности по увеличению использования местных видов топлива в аграрном секторе.

Существенное увеличение наблюдается по показателю доли использования возобновляемых источников энергии в котельно-печном топливе с 5,8 % в 2017 г. до 32,7 % в 2022 г., что позволяет констатировать устойчи-

вый тренд на применение «зеленых» технологий в сфере производства сельскохозяйственного сырья и продовольствия.

Результаты целенаправленной политики по энергосбережению и повышению энергоэффективности, проводимой в аграрном секторе Республики Беларусь, проявились в экономии ТЭР. Однако при этом на протяжении всего рассматриваемого периода указанный показатель не соответствовал директивно установленным значениям, за исключением 2021 г. (выполнение составило 100 %). В этой связи необходимо проведение дальнейшей работы по техническому переоснащению отрасли, применению энергосберегающих технологий и оборудования, по увеличению использования местных видов топлива и энергии возобновляемых источников.

Закключение. Таким образом, проведенные исследования по анализу тенденций и оценке достигнутых результатов развития возобновляемой энергетики в мире и Республике Беларусь позволяют сделать следующие выводы:

– в мировой практике в настоящее время в целях рационального и эффективного использования энергоресурсов все большее распространение получают возобновляемые источники энергии, а именно: гидроэнергетика, солнечная энергетика, ветроэнергетика.

Таблица 3. – Выполнение целевых показателей энергосбережения организациями Министерства сельского хозяйства и продовольствия за 2017–2022 гг., %

Наименование показателя	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	план	факт										
Целевой показатель по энергосбережению, %	-5,1	-5,9	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,2	-3,7	-4,1	-3,8	-3,1
Доля использования местных ТЭР в котельно-печном топливе, %	7,5	6,9	17,0	19,2	17,2	17,8	17,3	18,9	17,5	20,8	17,5	39,6
Доля использования ВИЭ в котельно-печном топливе, %	6,8	5,8	14,5	16,0	н/д	н/д	15,0	15,9	16,9	17,2	16,9	32,7
Экономия светлых нефтепродуктов, %	5,0	5,5	5,0	5,3	5,0	5,3	5,0	5,6	4,2	4,6	4,2	4,3
Экономия ТЭР, тыс. т у.т.	1,74	1,66	3,1	1,0	1,4	1,2	1,1	1,0	0,8	0,8	0,8	0,5

Примечание – Таблица составлена авторами на основе материалов [27].

Указанные процессы сопровождаются постоянным снижением удельных капитальных вложений на 1 ГВт вводимых мощностей;

– развитие возобновляемой энергетики в Республике Беларусь соответствует мировым тенденциям: отрасль стремительно развивается, способствуя решению как энергетических, так и экологических проблем. Исследование показало, что происходит рост энергетической независимости на национальном уровне, в т.ч. благодаря ускоренному освоению мощностей ВИЭ;

– сравнение темпов роста ВВП и его энергоёмкости на глобальном, национальном и отраслевом уровнях позволило установить следующее: наметившиеся замедления значений показателей свидетельствуют о необходимости преодоления физических границ снижения мирового потребления ТЭР за счет поиска и освоения инновационных энергосберегающих технологий в сфере генерации энергии и производства товаров и услуг;

– выявлено, что планомерно реализуемые в аграрном секторе мероприятия по энергосбережению, в т.ч. за счет доминирования биогазовых технологий на основе имеющихся ресурсных возможностей и необходимости повышения экологичности объектов животноводства, обеспечивают выполнение директивно установленных целевых показателей. При этом имеется необходимость проведения дальнейшего технического переоснащения отрасли, применения энергосберегающих технологий и оборудования, увеличения использования местных видов топлива и энергии возобновляемых источников.

Список литературы

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт М-ва экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf>. – Дата доступа: 01.05.2023.
2. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 29 июля 2021 г., № 292 // Официальный сайт М-ва экономики Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/macro-prognoz/Programma-2025-nov-red.pdf>. – Дата доступа: 01.05.2023.
3. Национальный план действий по развитию «зеленой экономики» в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 10 дек. 2021 г., № 710 // Официальный сайт М-ва экономики Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://economy.gov.by/ru/nac_plan-ru/. – Дата доступа: 01.05.2023.
4. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 24 февраля 2021 г., № 103 // Официальный сайт Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://energoeffect.gov.by/programs/20210302_program/program-2021-2025-687-2. – Дата доступа: 01.05.2023.
5. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 01 февр. 2021 г., № 59 // Официальный сайт М-ва сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/uploads/Files/program/post59.pdf>. – Дата доступа: 01.05.2023.
6. REN21 Renewables 2011 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR2011_FINAL.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
7. REN21 Renewables 2012 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/REN%2021%20report%202012%20low%20resolution.pdf>. – Date of access: 01.05.2023.
8. REN21 Renewables 2013 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
9. REN21 Renewables 2014 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2015/05/REN-21-2014_full-

- report_low-res.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
10. REN21 Renewables 2015 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 11. REN21 Renewables 2016 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 12. REN21 Renewables 2017 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 13. REN21 Renewables 2018 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: https://sun-connect-news.org/fileadmin/DATEIEN/Dateien/New/GSR2018_FullReport-compressed.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 14. REN21 Renewables 2019 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28496/REN2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. – Date of access: 01.05.2023.
 15. REN21 Renewables 2020 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 16. REN21 Renewables 2021 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 17. REN21 Renewables 2022 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 18. REN21 Renewables 2023 Global Status Reports [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2023_Demand_Modules.pdf. – Date of access: 01.05.2023.
 19. Энергетический баланс Республики Беларусь, 2021 : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; отв. за вып. А.С. Снетков. – Минск: РУП «ИВЦ Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2021. – 148 с.
 20. Беларусь и страны мира, 2020: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск : РУП «ИВЦ Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2020. – 369 с.
 21. Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2021 : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь ; отв. за выпуск Е. А. Здрок. – Минск : РУП «ИВЦ Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2021. – 179 с.
 22. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2022 : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск : РУП «ИВЦ Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2022. – 374 с.
 23. Статистический ежегодник мировой энергетики, 2021 [Электронный ресурс] // Офиц. сайт Независимой исследовательской компании по анализу и прогнозированию вопросов энергетики и климата Enerdata. – Режим доступа: <https://energystats.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>. – Дата доступа: 01.05.2023.
 24. International Monetary Fund [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.imf.org/en/Publications/SPROLS/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdate%20descending>. – Date of access: 01.05.2023.
 25. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://195.50.7.239/Cadastre/Map>. – Дата доступа: 01.05.2023.
 26. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ipps.by:9083/apex/f?p=105:2:3979983845443874::NO>. – Дата доступа: 01.05.2018.
 27. Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандарти-

зации Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/>. – Дата доступа: 01.05.2023.

References

1. *Nacional'naya strategiya ustojchivogo social'noekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus' na period do 2035 goda* [National Strategy of sustainable socio-economic development of the Republic of Belarus for the period up to 2035]. Ministerstvo ekonomiki Respubliki Belarus' [Ministry of Economy of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <https://economy.gov.by/uploads/files/Obsugd aemNPA/NSUR-2035-1.pdf> (accessed 01.05.2023).
2. *Programma socialno_ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus' na 2021–2025 godi* [The program of socio-economic development of the Republic of Belarus for 2021-2025]. Ministerstvo ekonomiki Respubliki Belarus' [Ministry of Economy of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <https://economy.gov.by/uploads/files/macro-prognoz/Programma-2025-nov-red.pdf> (accessed 01.05.2023).
3. *Nacionalnii plan deistvii po razvitiyu «zelenoi ekonomiki» v Respublike Belarus' na 2021–2025 godi* [National Action Plan for the development of the «green economy» in the Republic of Belarus for 2021-2025]. Ministerstvo ekonomiki Respubliki Belarus' [Ministry of Economy of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: https://economy.gov.by/ru/nac_plan-ru/ (accessed 01.05.2023).
4. *Gosudarstvennaya programma «Energoberejenie» na 2021–2025 godi* [The State program "Energy Saving" for 2021-2025]. Departament po energoeffektivnosti Gosudarstvennogo komiteta po standartizacii Respubliki Belarus' [Department of Energy Efficiency of the State Committee for Standardization of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: https://energoeffekt.gov.by/programs/20210302_program/program-2021-2025-687-2 (accessed 01.05.2023).
5. *Gosudarstvennaya programma «Agrarnyj biznes» na 2021–2025 gody* [The state program «Agrarian business» for 2021-2025]. Ministerstvo sel'skogo hozyaistva i prodovol'stviya Respubliki Belarus' [Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <https://www.mshp.gov.by/uploads/Files/program/post59.pdf> (accessed 01.05.2023).
6. *REN21 Renewables 2011 Global Status Reports*. (In English). Available at: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR2011_FINAL.pdf (accessed: 01.05.2023).
7. *REN21 Renewables 2012 Global Status Reports*. (In English). Available at: <https://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/REN%2021%20report%202012%20low%20resolution.pdf> (accessed: 01.05.2023).
8. *REN21 Renewables 2013 Global Status Reports*. (In English). Available at: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf (accessed: 01.05.2023).
9. *REN21 Renewables 2014 Global Status Reports*. (In English). Available at: http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2015/05/REN-21-2014_full-report_low-res.pdf (accessed: 01.05.2023).
10. *REN21 Renewables 2015 Global Status Reports*. (In English). Available at: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf (accessed: 01.05.2023).
11. *REN21 Renewables 2016 Global Status Reports*. (In English). Available at: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf (accessed: 01.05.2023).
12. *REN21 Renewables 2017 Global Status Reports*. (In English). Available at: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf (accessed: 01.05.2023).
13. *REN21 Renewables 2018 Global Status Reports*. (In English). Available at: https://sun-connect-news.org/fileadmin/DATEIEN/Dateien/New/GSR2018_FullReport-compressed.pdf (accessed: 01.05.2023).
14. *REN21 Renewables 2019 Global Status Reports*. (In English). Available at: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20>

- 500.11822/28496/
REN2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
(accessed: 01.05.2023).
15. *REN21 Renewables 2020 Global Status Reports*. (In English). Available at: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf (accessed: 01.05.2023).
 16. *REN21 Renewables 2021 Global Status Reports*. (In English). Available at: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf (accessed: 01.05.2023).
 17. *REN21 Renewables 2022 Global Status Reports*. (In English). Available at: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf (accessed: 01.05.2023).
 18. *REN21 Renewables 2023 Global Status Reports*. (In English). Available at: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2023_Demand_Modules.pdf. (accessed: 01.05.2023).
 19. *Energeticheskij balans Respubliki Belarus', 2021 g.* [Energy balance of the Republic of Belarus, 2021: statistical collection. National Stat. Com. Republic of Belarus. Ed. Snetkov A. S. et al. Minsk, Nacionalnii statisticheskii komitet Respubliki Belarus Publ., 2021, 148 p. (In Russian).
 20. *Belarus' i strani mira, 2020 g.* [Belarus and the countries of the world, 2020: statistical collection. National Stat. Com. Republic of Belarus. Ed. Medvedeva I.V. et al. Minsk, Nacionalnii statisticheskii komitet Respubliki Belarus Publ., 2020, 369 p. (In Russian).
 21. *Sel'skoe hozyaistvo Respubliki Belarus', 2021 g.* [Agriculture of the Republic of Belarus, 2021: statistical collection. National Stat. Com. Republic of Belarus, Stat. Com. by property Republic of Belarus]. Ed. Zdrok E. A. et al. Minsk, Nacionalnii statisticheskii komitet Respubliki Belarus Publ., 2021, 179 p. (In Russian).
 22. *Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Belarus', 2022 g.* [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus, 2022: statistical collection. National Stat. Com. Republic of Belarus. Ed. Medvedeva I.V. et al. Minsk, Nacionalnii statisticheskii komitet Respubliki Belarus Publ., 2022, 374 p. (In Russian).
 23. *Statisticheskij ezhegodnik mirovoj energetiki, 2021* [Statistical Yearbook of World Energy, 2021. Independent research company for the analysis and forecasting of energy and climate issues Enerdata]. (In Russian). Available at: <https://energystats.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html> (accessed: 01.05.2023).
 24. *International Monetary Fund*. (In English). Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/SPROLS/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdate%20descending> (accessed: 01.05.2023).
 25. *Ministerstvo prirodnykh resursov i okhrany okruzhaiushchei sredy Respubliki Belarus'* [Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <http://195.50.7.239/Cadastre/Map> (accessed: 01.05.2023).
 26. *Ministerstvo prirodnykh resursov i okhrany okruzhaiushchei sredy Respubliki Belarus'* [Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <http://www.ipps.by:9083/apex/f?p=105:2:3979983845443874::NO> (accessed: 01.05.2023).
 27. *Departament po energoeffektivnosti Gosudarstvennogo komiteta po standartizacii Respubliki Belarus'* [Department of Energy Efficiency of the State Committee for Standardization of the Republic of Belarus]. (In Russian). Available at: <http://energoeffekt.gov.by/> (accessed: 01.05.2023).

Received 27 March 2023