

## References

1. Sushkevich, E. A. Vozobnovlyаемая энергетика: sostoyanie i perspektivy / E. A. Sushkevich, T. V. Revickaya // Nauch. tr. Belarus. gos. ekonom. un-ta. – Minsk, 2020. – Vyp. 13. – S. 482–488.
2. Vozobnovlyаемая энергетика [Elektronnyj resurs] // Belenergo. – Rezhim dostupa: <http://www.energo.by/content/investoram/vozobnovlyаемая-energetika>. – Data dostupa: 10.05.2020.
3. Sushkevich, E. A. Osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya vozobnovlyаемoj energetiki v Respublike Belarus' / E. A. Sushkevich, T. V. Revickaya // Ekonomicheskij rost Respubliki Belarus': globalizaciya, innovacionnost', ustojchivost' : materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 14 maya 2020 g. – Minsk, 2020. – S. 51–52.
4. O vozobnovlyаемyh istochnikah energii [Elektronnyj resurs] : Ukaz Prezidenta Resp. Belarus', 24 sent. 2019 g., № 357 // Ofic. Internet-portal Prezidenta Resp. Belarus'. – Rezhim dostupa: <http://president.gov.by/uploads/documents/2019/357uk.pdf>. – Data dostupa: 10.05.2020.
5. Ob izmenenii postanovleniya Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 6 avg. 2015 g. № 662 [Elektronnyj resurs] : postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 23 okt. 2019 g., № 712 // Nac. pravovoj Internet-portal Prezidenta Resp. Belarus'. – Rezhim dostupa: <http://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21900712&p1=1>. – Data dostupa: 10.05.2020.
6. Ob ustanovlenii i raspredelenii kvot na sozdanie ustanovok po ispol'zovaniyu vozobnovlyаемyh istochnikov energii [Elektronnyj resurs] : postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 6 avg. 2015 g., № 662 // Nac. pravovoj Internet-portal Prezidenta Resp. Belarus'. – Rezhim dostupa: <http://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21500662&p1=1>. – Data dostupa: 10.05.2020.
7. Ustanovleny ob'yomy kvot na sozdanie ustanovok po ispol'zovaniyu VIE na 2021–2023 gody [Elektronnyj resurs] // Belenergo. – Rezhim dostupa: [http://www.energo.by/content/infocenter/news/ustanovleny-obemy-kvot-na-sozdanie-ustanovok-po-ispolzovaniyu-vie-na-2021-2023-gody\\_\\_11575](http://www.energo.by/content/infocenter/news/ustanovleny-obemy-kvot-na-sozdanie-ustanovok-po-ispolzovaniyu-vie-na-2021-2023-gody__11575). – Data dostupa: 10.05.2020.
8. Kommentarij k Ukazu № 357 ot 24 sentyabrya 2019 g. [Elektronnyj resurs] // Ofic. Internet-portal Prezidenta Resp. Belarus'. – Rezhim dostupa: [http://president.gov.by/ru/news\\_ru/view/kommentarij-k-ukazu-357-ot-24-sentjabrja-2019-g-22074](http://president.gov.by/ru/news_ru/view/kommentarij-k-ukazu-357-ot-24-sentjabrja-2019-g-22074). – Data dostupa: 10.05.2020.
9. Ob izmenenii postanovleniya Ministerstva antimonopol'nogo regulirovaniya i trgovli Respubliki Belarus' ot 3 sentyabrya 2018 g. № 73 [Elektronnyj resurs] : postanovlenie M-va antimonopol. regulirovaniya i trgovli Resp. Belarus', 31 okt. 2019 g., № 87 // Nac. pravovoj Internet-portal Prezidenta Resp. Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934784&p1=1>. – Data dostupa: 10.05.2020.

УДК 502.3:621.31.005.412(476)

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЭНЕРГЕТИКА СТАНОВЯТСЯ ВЕКТОРАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. М. Ходько<sup>1</sup>, А. С. Ходько<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Гомель, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье рассматриваются важнейшие направления развития энергетического сектора Республики Беларусь. Поэтапное преобразование национальной экономики, основанное на внедрении принципов зеленой экономики и достижении целей устойчивого развития, позволит обеспечить энергетическую безопасность и надежность энергоснабжения отраслей экономики и населения.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, инновационные технологии, экология, устойчивое развитие энергетики, энергетическая безопасность, надежность энергоснабжения.

# ENERGY EFFICIENCY AND ECO-ENERGY ARE BECOMING VECTORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF BELARUS

E. M. Hodko<sup>1</sup>, A. S. Hodko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ph. D. in Agricultural Science, Associate Professor, Gomel State Technical University named after P. O. Sukhoi, Gomel, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Gomel State Technical University named after P. O. Sukhoi, Gomel, Republic of Belarus*

**Annotation.** The article discusses the most important directions of development of the energy sector of the Republic of Belarus. The gradual transformation of the national economy, based on the introduction of the principles of a green economy and the achievement of sustainable development goals, will ensure energy security and reliability of energy supply to sectors of the economy and the population.

**Keywords:** energy efficiency, innovative technologies, ecology, sustainable energy development, energy security, energy supply reliability.

**Введение.** 28 лет назад в Рио-де-Жанейро состоялась историческая Международная конференция по устойчивому развитию, на которой впервые был намечен путь стабильного развития человечества. Ее цель – начать диалог о том, как обеспечить нужды населения Земли и высокий жизненный уровень всех регионов мира, сохранив необходимые темпы устойчивого развития, и при этом сберечь планету для будущих поколений.

Экологизация социально-экономической системы любого государства и внедрение в национальные программные документы принципов устойчивого развития позволят сохранить экологию, сберечь запасы углеводородов для развития производств по широкому ассортименту продукции, обеспечить переход к зеленой экономике.

Современная траектория развития мировой энергетики свидетельствует о развитии процесса «энергетического перехода», что означает постепенную смену использования ископаемых топлив возобновляемыми источниками энергии. Ожидается, что в ближайшие десятилетия произойдет снижение мирового спроса на нефть вследствие текущих тенденций электрификации транспортного сектора в сочетании с общей возрастающей мобильностью.

Страны, которые в значительной степени зависят от импорта ископаемого топлива, могут существенно улучшить свой торговый баланс и снизить риски, связанные с уязвимыми линиями энергоснабжения и нестабильными ценами на топливо, за счет увеличения доли энергии, производимой внутри страны.

С учетом национальных особенностей и глобальных вызовов Республика Беларусь определяет зеленую экономику как стратегический приоритет. Наибольшую актуальность в сфере экономической безопасности приобретает задача надежного и бесперебойного обеспечения энергоресурсами потребителей с использованием наиболее эффективных организационных, технологических и технических решений в целях создания условий для устойчивого качественного экономического роста. Энергетическая безопасность, в свою

очередь, опирается на четыре краеугольных камня: энергетическая самостоятельность; диверсификация энергоресурсов и их поставок; надежность энергообеспечения; энергоэффективность.

**Материалы и методы исследования.** Целью исследования является анализ современного состояния белорусской энергосистемы, направлений развития зеленой экономики, которые будут иметь приоритетное развитие в ближайшей перспективе на пути совершенствования энергопотребления на период до 2030 г. Приоритеты устойчивого развития Республики Беларусь закреплены в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 года (НСУР-2030) [1]. Основой устойчивого развития и обеспечения социально-экономической безопасности страны является экономика, базирующаяся на инновациях, эффективном использовании национальных ресурсов и сравнительных конкурентных преимуществ. С учетом ограниченности ресурсов устойчивость экономики Беларуси может быть достигнута путем формирования точек роста, на которых в первую очередь должны быть сконцентрированы имеющиеся ресурсы и возможности, а также определения необходимых мер по стимулированию их развития. Среди отраслевых приоритетов структурной трансформации экономики определены: развитие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и повышение энергоэффективности экономики. В соответствии с НСУР-2030 долгосрочной целью развития ТЭК является удовлетворение потребностей экономики и населения страны в энергоносителях на основе их максимально эффективного использования при снижении нагрузки на окружающую среду.

Основная цель первого этапа (до 2020 г.) предусматривает, что развитие ТЭК будет направлено на повышение энергоэффективности действующих ТЭЦ и развитие неуглеродной энергетики.

Основной целью второго этапа (2021–2030 гг.) развития ТЭК станет повышение энергетической самостоятельности страны за счет вовлечения в энергобаланс ядерного топлива и возобновляемых источников энергии.

Главной задачей в повышении эффективности использования ТЭР является максимальное приближение Республики Беларусь к развитым странам по уровню энергоемкости валового внутреннего продукта как главного энергетического критерия развития экономики страны.

Более 20 лет последовательно проводимая государственная политика в сфере энергосбережения позволила достичь значительных результатов. Так, еще в 1990 г. Беларусь была одной из самых энергоемких республик СССР. Однако принятые правительством меры и целенаправленно реализуемая политика в значительной степени предопределили устойчивую тенденцию по снижению энергоемкости ВВП Беларуси. По данным Международного энергетического агентства, фактический показатель энергоемкости ВВП Беларуси в 2018 г. составил 0,16 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США (ВВП по паритету покупательной способности и в ценах 2010 г.) и снизился к 1990 г. в 3,5 раза. В настоящее время Республика Беларусь достигла уровня аналогичного пока-

зателя таких развитых стран со сходными климатическими условиями, как Канада и Финляндия. Вместе с тем энергоемкость ВВП в Республике Беларусь в 1,5–2,0 раза превышает аналогичный показатель экономически развитых стран, в 1,5 раза – стран Организации экономического сотрудничества и развития. Для достижения уровня развитых стран по энергоемкости ВВП необходимо обеспечить объем экономии топливно-энергетических ресурсов (в период 2015–2030 гг.) не менее 1 млн т у. т. ежегодно [2].

Основным инструментом проведения энергосберегающей политики в республике являются разработка и реализация республиканской (в настоящее время – государственной) пятилетней программы, региональных и отраслевых программ энергосбережения. За весь период реализации программ в области энергосбережения сэкономлено 24 млн т у. т. Существенно снижен износ активной части основных фондов энергосистемы: с 66,3 % в 2005 г. до 47,3 % в 2017 г. В результате модернизации энергосистема достигла высоких показателей в области экономного использования ТЭР и сокращения импорта энергии. Так, если импорт электроэнергии в 1990 г. составлял 12,2 млрд кВт·ч, в 2010 г. – 7,8 млрд кВт·ч, то в 2015 г. – 2,8 млрд кВт·ч. С 2018 г. потребление в стране электрической энергии в объеме около 37 млрд кВт·ч полностью обеспечивается за счет ее производства на собственных электростанциях. Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии в 2017 г. составил 225 г у. т. на кВт·ч (в 2016 г. – 230 г у. т. на кВт·ч).

С учетом социально-экономических условий, целесообразности и международных обязательств, приоритетными направлениями развития зеленой экономики в Республике Беларусь являются следующие:

- развитие строительства энергоэффективных жилых домов и повышение энергоэффективности жилищного фонда;
- развитие электротранспорта (инфраструктуры);
- снижение энергоемкости валового внутреннего продукта, повышение энергоэффективности, в том числе за счет внедрения энергоэффективных технологий и материалов;
- повышение потенциала использования возобновляемых источников энергии (ВЭИ) и др.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В секторе жилищного фонда в Республике Беларусь используется около 38 % общего объема конечного потребления энергоресурсов страны, в то время как на промышленность и транспорт приходится 23 и 22 % соответственно.

Из вырабатываемых в стране 67 млн Гкал тепла в год более трети (38,4 %) отпускается населению [3]. На производство такого количества тепловой энергии для населения требуется 3,3 млрд м<sup>3</sup> природного газа. Таким образом, в системе ЖКХ лежит огромный, едва ли не 50%-ный резерв экономии ТЭР. Вместе с тем жилищный фонд обладает значительным потенциалом энергосбережения и сокращения выбросов парниковых газов.

Общая площадь жилищного сектора – 254,4 млн м<sup>2</sup>, в том числе многоквартирный жилищный фонд – 178,0 млн м<sup>2</sup> (70 %). В существующей структуре жилищного фонда 90 % многоквартирных домов, построенных до 1996 г., не являются энергоэффективными, 16 % зданий многоквартирного жилищного фонда потребляют на отопление в среднем 161–200 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. Всего 9 % зданий потребляют менее 90 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год (таблица) [4]. В рамках проводимой социальной политики население оплачивает порядка 20 % себестоимости тепловой энергии.

**Структура потребления энергии в жилищном фонде Беларуси в 2017 г.**

Потребление энергии		Характеристика здания
кВт·ч/м <sup>2</sup> в год	%	
Более 200	11	Преимущественно отдельно стоящие деревянные здания
161–200	16	Преимущественно построенные до 1996 г.
121–160	40	
91–120	24	Преимущественно построенные после 1996 г.

Согласно результатам проведенного Всемирным банком исследования, для получения реального практического результата работу по снижению теплопотребления жилищного фонда следует проводить поэтапно, начиная с наиболее неэнергоэффективных многоквартирных жилых домов, построенных до 1996 г. (порядка 28,4 млн м<sup>2</sup> с теплопотреблением 161–200 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год). Работы по тепловой модернизации таких многоквартирных жилых домов экономически целесообразно осуществлять в процессе проведения их планового капитального ремонта, основной задачей которого должно стать доведение параметров удельного теплопотребления каждого жилого многоквартирного дома до уровня не выше 90 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год [5].

С 2020 г. принято решение о строительстве нового жилья только в энергоэффективном исполнении, с потреблением ТЭР на отопление до 30–40 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год. В новых домах должны быть предусмотрены следующие энергоэффективные мероприятия: установка индивидуальных систем учета и регулирования тепловой энергии; термомодернизация ограждающих конструкций зданий (утепление стен, замена оконных блоков и т. д.); использование возобновляемых источников энергии (фотоэлектрические панели, гелионагреватели) и др.

Собственники смогут улучшить условия проживания, воспользовавшись механизмами указа № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов». Пилотные проекты по повышению энергоэффективности уже реализуются в 248 жилых домах Могилевской и Гродненской областей. Жильцы будут возмещать только 50 % затрат. Расчеты показывают: проведение энергоэффективных мероприятий позволит снизить теплопотребление в таких домах вдвое. А для жильцов это означает в первую очередь автоматическое исключение повышения платы за жилищно-коммунальные услуги и, кроме того, создание более комфортных условий проживания в квартирах.

Финансирование будет осуществляться при поддержке международных финансовых организаций: Международного банка реконструкции и развития и Европейского инвестиционного банка. В продолжение взаимодействия с этими банками уже обсуждается подготовка новых проектов по повышению энергоэффективности в общественных зданиях организаций образования, здравоохранения, социальной защиты и других.

С целью эффективной реализации данного направления необходимо: расширить применение экологически качественных технологий «зеленого градостроительства» на территории всей страны; проводить системный мониторинг энергоэффективного исполнения жилых зданий и энергоаудит зданий; повысить уровень профессиональной подготовки специалистов, задействованных в строительной сфере; совершенствовать нормативную базу с доведением ее до европейского уровня.

Развитие нового направления – электромобилей, – с одной стороны, способствует внедрению новых технологий и решению задач модернизации культуры энергопотребления, с другой – является отражением государственной политики в области энергоэффективности. Для энергокомпаний массовое использование электромобилей уже в ближайшем будущем станет одним из ключевых элементов «умных» сетей. Управлять нагрузкой, которую создают электромобили в процессе, существенно проще как технически, так и с точки зрения влияния на конечного потребителя. Например, 50 тыс. электромобилей – это около 500 МВт мгновенной мощности. Это очень серьезный балансир, который существенно может повысить эффективность энергосистемы в целом. Также массовая зарядка электромобилей поможет выровнять график нагрузки, положительно влияя на эффективность энергосистемы.

С этой целью Президент Республики Беларусь 10 июля 2018 г. подписал указ № 273 «О стимулировании использования электромобилей».

В настоящее время за рубежом крупнейшие автопроизводители обеспечивают выпуск экологичного транспорта, закладывают заводы производительностью в миллион единиц автомобилей. Объем мировых продаж электромобилей, по данным за 2017 г., составляет 1 % от общего объема продаж легковых автомобилей и достигает 653 тыс. ед., что на 40 % больше, чем в 2016 г. К 2030 г. прогнозируется 24 % продаж новых автомобилей, и 15 % мирового автопарка будут электрическими. Ряд крупных автопроизводителей (Volvo, Ford, Volkswagen) к 2025–2030 гг. полностью электрифицируют свои модельные ряды.

В Республике Беларусь государственной автомобильной инспекцией Министерства внутренних дел на 1 января 2015 г. было зарегистрировано 3,4 млн автомобилей, находящихся в собственности физических лиц и организаций. Электромобилей насчитывалось всего 27 ед. К 2025 г. их количество в Беларуси по оптимистическому сценарию составит 32,7 тыс. ед., в том числе 30,82 тыс. легковых электромобилей и 1,88 тыс. электробусов. К 2030 г. запланировано увеличение доли электрических транспортных средств до 6 % в стране.

Вместе с тем Республика Беларусь обладает достаточным промышленным потенциалом для производства и (или) сборки электромобилей, тяговых электродвигателей и зарядных станций.

Экономическими стимулами для реализации развития электротранспорта являются: создание каналов сотрудничества с крупными зарубежными автопроизводителями; обнуление таможенных пошлин при покупке физическим лицом; изучение возможности создания собственных доступных для населения моделей электромобилей; снижение тарифов на зарядку электротранспорта (в 2–3 раза дешевле, чем на бензин).

С целью стимулирования покупки электромобилей 10 ноября 2018 г. была принята Программа создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей (далее – Программа) [6]. Цель Программы – создание в Республике Беларусь соответствующей мировым стандартам развитой сети электрочарядных станций (ЭЧС).

На 1 августа 2018 г. в стране установлено 45 ЭЧС, из них Республиканскому унитарному предприятию «Производственное объединение “Белоруснефть”» принадлежат 19 ЭЧС, иным организациям – 26 ЭЧС. Программа предполагает создание к 2030 г. 1304 ЭЧС. Реализация Программы предусматривает три этапа.

Первый этап (до 2021 г. включительно) предполагает размещение 431 ЭЧС в г. Минске и наиболее приоритетных местах областных центров и автодорогах категорий «М» и «М/Е».

Второй этап планируется реализовать в 2022–2025 гг. при условии увеличения электромобильного транспорта на территории Республики Беларусь до уровня более 10 тыс. ед.

Реализация третьего этапа будет осуществляться в 2026–2030 гг. с учетом увеличения электромобильного транспорта в Республике Беларусь до уровня более 25 тыс. ед.

Таким образом, реализация Программы позволит стимулировать использование электромобилей, оптимизировать суточный график электропотребления с учетом ввода в эксплуатацию в 2020 г. атомной электростанции, снизить негативное влияние автотранспорта на загрязнение атмосферы городов и улучшить экологию.

Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» в качестве важнейшего индикатора экономической безопасности в энергетической сфере определен показатель «Отношение объема производства (добычи) первичной энергии к объему валового потребления топливно-энергетических ресурсов». Главой государства поставлена задача – максимально возможное вовлечение в топливный баланс страны собственных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии, с учетом экономической и экологической составляющих для достижения в 2020 г. доли производства первичной энергии в валовом потреблении ТЭР не менее 16 %, в том числе из ВИЭ – не менее 6 %.

При использовании местных топливных ресурсов в стране основной упор сделан на расширение применения древесного топлива. Это связано с наименьшими объемами капиталовложений; небольшими сроками окупаемости в сравнении с другими видами возобновляемых источников энергии; созданными производствами на древесной биомассе; обеспеченностью лесного комплекса страны современной техникой для выполнения лесозаготовительных работ, в том числе производства топливной щепы. В стране активно развивается использование биомассы в теплоснабжении. Доля ВИЭ в производстве тепловой энергии в 2018 г. составляла 9,1 %.

Хотя более 95 % доступного для использования биотоплива в стране приходится на древесную биомассу, еще одним традиционным местным видом топлива в Беларуси выступает торф. Запасы торфяного сырья составляют около 4 млрд т, из которых для промышленной разработки пригодны 800 млн т запасов. В 2018 г. в стране было добыто 2354 тыс. т торфа. В связи с тем, что ситуация на международном рынке также не способствует развитию экспорта торфобрикетов, перед энергетиками сегодня остро стоит задача принять меры по наращиванию использования торфобрикетов на энергообъектах, цементных заводах, котельных ЖКХ. На 18 котельных торфоперерабатывающих предприятий ГПО «Белтопгаз» доля потребления местных видов топлива в котельно-печном топливе доведена до 97,4 %. Особое внимание уделяется внедрению технологий и организации производства новых видов продукции нетопливного назначения. В настоящее время дополнительно прорабатываются возможности внедрения новых технологий по глубокой переработке торфа, так как из этого уникального сырья можно выпускать широкий спектр продукции с высокой добавленной стоимостью: активированные угли для очистки воды, медицинские препараты, различные виды комплексных удобрений, другие виды продукции для сельского хозяйства.

Проведенный в республике комплекс работ позволяет делать ставки и на увеличение доли возобновляемых источников энергии [7]. Еще 10 лет назад на ВИЭ приходилось чуть более 1 % вырабатываемой энергии, в 2018 г. – около 6,2 % суммарной электрической мощностью установок 413,8 МВт. Из ВИЭ используются биомасса (дрова, отходы древесины, растениеводства), энергия солнца, воды, ветра, биогаз. Перспективным в стране становится применение солнечной энергии. Так, в республике действуют 55 фотоэлектрических станций (ФЭС) мощностью 156,6 МВт. В основном это направление развивается в Гомельской и Могилевской областях. Самая крупная ФЭС мощностью 56 МВт расположена в Речице и вырабатывает почти треть солнечной энергии. В Чериковском районе ведется строительство ФЭС мощностью 100 МВт, она станет одной из крупнейших не только в республике, но и в СНГ. Одним из направлений снижения импорта энергоносителей является использование гидроэнергетического потенциала. По оценке специалистов, максимальная мощность всех водотоков Беларуси составляет 850 МВт. В 2020 г. в Республике Беларусь действует 51 гидроэлектростанция мощностью 95,3 МВт. Одна из крупней-



ших – Гродненская ГЭС (17 МВт) на реке Неман, построенная в 2012 г. На Витебщине планируется создать каскад из четырех ГЭС: Полоцкой, Витебской, Бешенковичской и Верхнедвинской. Они будут использовать потенциал водных ресурсов самой большой в области реки – Западной Двины. Полоцкая ГЭС мощностью 21,66 МВт и Витебская ГЭС мощностью 40 МВт введены в эксплуатацию в 2017 г. Планируется строительство еще двух гидроэлектростанций: Верхнедвинской (20 МВт) и Бешенковичской (33 МВт).

Построенные в Беларуси ветроустановки (99 ВЭУ) имеют мощность 108,6 МВт. В Новогрудском районе действует ветропарк из 6 объединенных ВЭУ мощностью 9 МВт.

Потенциал биогазовых технологий в стране пока использован на 0,1 %. К 2020 г. в Беларуси действуют 28 биогазовых комплексов мощностью 37,8 МВт (крупнейший в СПК «Рассвет им. Орловского» – 4,8 МВт).

В 2020 г. в республике продолжается работа по строительству энергоисточников на МТЭР в организациях системы жилищно-коммунального хозяйства. В соответствии с Госпрограммой в 2020 г. предусмотрен ввод в эксплуатацию 64 энергоисточников на местных ТЭР суммарной тепловой мощностью порядка 433 МВт. Также планируется ввод в эксплуатацию более 130 МВт энергоустановок, использующих энергию ветра, солнца, биогаза и водных потоков. В Минстройархитектуры в 2020 г. запланированы к реализации два крупных проекта по увеличению использования МТЭР в филиале № 1 «Цементный завод» ОАО «Красносельскстройматериалы»:

строительство установки для использования RDF-топлива (топливо из твердых коммунальных отходов) при производстве клинкера «сухим способом» (объем замещения каменного угля составит 14 227 т у. т. в год);

строительство линии приготовления теплоносителя для теплогенератора при производстве клинкера «сухим способом» (объем замещения природного газа – 33 600 т у. т. в год).

Повышение эффективности возобновляемой энергетики будет достигнуто за счет реализации следующих мер:

совершенствования нормативной правовой базы для энергосбережения, результативного использования возобновляемых ресурсов и источников энергии;

поддержки внедрения современных новейших технологий и научных исследований в области использования возобновляемых ресурсов и альтернативных источников энергии;

формирования экономических механизмов, обеспечивающих поддержку перехода к использованию возобновляемых энергетических ресурсов и альтернативных источников энергии.

Ввод в 2020 г. в эксплуатацию АЭС суммарной мощностью порядка 2400 МВт будет способствовать решению в республике многих социально-экономических задач. Беларусь сможет заместить в топливном балансе 5 млрд м<sup>3</sup> импортируемого природного газа и снизить выброс в атмосферу парниковых газов. Производство электроэнергии с низкой себестоимостью окажет большое

влияние на изменение структуры электропотребления, увеличение электропотребления во многих секторах экономики, а также даст мощный импульс к развитию новых подходов, направлений и технологий в энергосбережении. С учетом ввода АЭС предусматривается реализация комплекса технических решений для обеспечения сбалансированной работы белорусской энергосистемы, в том числе строительство пиково-резервных энергоисточников, установка электродвигателей и возведение соответствующей инфраструктуры на объектах электроэнергетики, ЖКХ и иных, цифровизация систем, построение «умных» энергетических сетей, домов, кварталов в городах.

Республика Беларусь активно участвует в международном сотрудничестве в области энергетики, в том числе в международных объединениях. Евразийский экономический союз (ЕАЭС) – международная организация региональной экономической интеграции, обладающая международной правосубъектностью и учрежденная Договором о Евразийском экономическом союзе. Государствами – членами Евразийского экономического союза являются Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика и Российская Федерация.

Интеграционный потенциал функционирования Евразийского экономического союза определяет сотрудничество в электроэнергетической отрасли, которое переходит на качественно новый уровень. Важное направление деятельности – проведение единой согласованной политики между государствами – членами ЕАЭС в области снижения энергоемкости и повышения энергоэффективности. Для этого необходимы:

- гармонизация норм законодательства государств – членов ЕАЭС в области энергоэффективности;

- введение общей маркировки товаров по уровню (классам) энергоэффективности;

- стимулирование предпринимательской деятельности в сфере энергосбережения.

В рамках деятельности ЕАЭС предполагается разработка банка перспективных энергетических технологий.

Основными интеграционными ориентирами и приоритетами сотрудничества государств – членов союза являются проведение скоординированной энергетической политики и создание общих энергетических рынков: электроэнергетики, газа, нефти и нефтепродуктов [8]. Планируется, что общий рынок углеводородов ЕАЭС будет создан к 2025 г. Это позволит государствам – членам ЕАЭС обеспечить координацию действий и повысить за счет этого конкурентоспособность на мировом рынке, а также получать продукцию с высокой добавленной стоимостью.

В кооперации с государствами – членами ЕАЭС осуществляется активное сотрудничество с международными энергетическими организациями, в том числе с Международным энергетическим агентством, а также Международным агентством по проблемам возобновляемой энергетики IRENA, главная

задача которого заключается в распространении технической и другой информации о новых технологиях в возобновляемой энергетике

Беларусь поддерживает инициативу Международного агентства по возобновляемой энергии, направленную на трансформацию энергетического сектора, продвижение вопросов интеграции возобновляемых источников энергии в энергосистему за счет широкомасштабного распространения технологий использования ВИЭ в зданиях и промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве, развития «умных» сетей, использования технологий аккумулирования электрической энергии и слияния секторов [9].

Предстоит расширить сотрудничество в рамках СНГ с Европейским союзом, Китаем, международными организациями, способствующее трансферу технологий и системных решений в области энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии.

Климатические обязательства по Парижскому соглашению (12 декабря 2015 г.) предусматривают сокращение выбросов парниковых газов к 2030 г. не менее чем на 28 % от уровня 1990 г. В 1990 г. эмиссия парниковых газов в стране была на уровне 133 млн т. Для выполнения Парижского соглашения выбросы CO<sub>2</sub> в Беларуси к 2030 г. не должны превышать 74 млн т (по итогам 2015 г. показатель составил 62,7 млн т). Существенно сократить выбросы парниковых газов в атмосферу (на 7–10 млн т CO<sub>2</sub> в год) поможет запуск Белорусской АЭС. Реализация комплекса мероприятий по повышению энергоэффективности в жилом многоквартирном фонде, построенном до 1996 г., позволит сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 3,11 млн т ежегодно. Выполнение климатического соглашения возможно посредством внедрения низко- и безуглеродных технологий с акцентом на внедрение IT-технологий, интеграции установок возобновляемых источников энергии в энергосеть и стремительного перехода на электротранспорт.

Таким образом, меры в области трансформации энергетики подразумевают решение экологических проблем при одновременном обеспечении энергетической безопасности, социальной стабильности и формировании условий для возобновления экономического роста.

**Заключение.** Существенные изменения в энергетическом секторе как основном секторе, обеспечивающем все современные блага народа, ведут к трансформации экономики в целом и в значительной мере играют важную роль в достижении целей устойчивого развития страны.

Энергетическая безопасность страны будет достигнута за счет внедрения энергоэффективных технологий в традиционной энергетике, вовлечения в энергобаланс ядерной энергетики и использования возобновляемых энергоресурсов. Значительная экономия ТЭР становится возможной при условии технического перевооружения основных производств, внедрения прогрессивных энергоэффективных технологий, процессов, оборудования и материалов во всех отраслях экономики, и в первую очередь в ЖКХ, строительстве, транспортной сфере и др. За счет внедрения современных зеленых технологий сни-

зится экологическая нагрузка на окружающую среду. Важнейшее значение в дальнейшем устойчивом развитии энергетики принадлежит широкому международному партнерству в сфере энергетической безопасности.

Критериями качественных структурных преобразований ТЭК станут: снижение доли доминирующего вида топлива (природного газа) в валовом потреблении ТЭР с 60 % в 2013 г. до 52 % в 2030 г.; уменьшение доли доминирующего поставщика энергоресурсов (России) в общем импорте топливно-энергетических ресурсов с 98 % в 2013 г. до 75 % в 2030 г.; замещение в топливном балансе 5 млрд м<sup>3</sup> импортируемого природного газа и снижение уровня выбросов CO<sub>2</sub> на 7–10 млн т в год после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС; повышение уровня энергетической самостоятельности страны (отношение объема производства (добычи) первичной энергии к валовому потреблению ТЭР) с 14,5 % в 2013 г. до 18,0 % в 2030 г.

На современном этапе важно найти комплексные механизмы по укреплению энергетической безопасности и сохранению окружающей среды путем внедрения устойчивых моделей производства, передачи, хранения и потребления энергии, обеспечив надежное и качественное энергоснабжение.

### Список использованных источников

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года // Эконом. бюлл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2015. – № 4. – С. 4–99.
2. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы [Электронный ресурс] : в ред. постановлений Совмина от 30 дек. 2016 г. № 1128, от 26 дек. 2017 г. № 1002, от 29 дек. 2018 г. № 986 // Консультант Плюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр» Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
3. Малашенко, М. П. Главный принцип решения вопросов в области энергосбережения – экономическая выгода и целесообразность / М. П. Малашенко // Энергоэффективность. – 2016. – № 9. – С. 8–10.
4. Комментарии к проекту Указа Президента Республики Беларусь «О повышении энергоэффективности многоквартирного жилищного фонда» // Энергоэффективность. – 2018. – № 10. – С. 1–3.
5. Возможности энергосбережения в сфере строительства огромны // Энергоэффективность. – 2018. – № 6. – С. 3–4.
6. Об утверждении создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 10 окт. 2018 г., № 731 // Энергетика и ТЭК. – 2018. – № 11/12. – С. 27–39.
7. Полещук, Л. Как в Беларуси используют энергию солнца, воды и ветра / Л. Полещук // Энергоэффективность. – 2019. – № 7. – С. 14–15.
8. Шенец, Л. В. Перспективы взаимодействия стран – членов ЕАС в сфере энергетики / Л. В. Шенец // Энергоэффективность. – 2017. – № 5. – С. 10–11.
9. Руководитель Департамента по энергоэффективности рассказал о развитии возобновляемой энергетики на сессии Ассамблеи МАВЭ // Энергоэффективность. – 2020. – № 1. – С. 1–2.

### References

1. Nacional'naya strategiya ustojchivogo social'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus' do 2030 goda // Ekonom. byull. NIEI M-va ekonomiki Resp. Belarus'. – 2015. – № 4. – S. 4–99.
2. Gosudarstvennaya programma "Energoberezhenie" na 2016–2020 gody [Elektronnyj resurs] : v red. postanovlenij Sovmina ot 30 dek. 2016 g. № 1128, ot 26 dek. 2017 g. № 1002, ot 29 dek. 2018 g.

№ 986 // Konsul'tant Plyus. Belarus' / OOO "YurSpektr" Nac. centr pravovoj informacii Resp. Belarus'. – Minsk, 2019.

3. Malashenko, M. P. Glavnyj princip resheniya voprosov v oblasti energosberezheniya – ekonomicheskaya vygoda i celesoobraznost' / M. P. Malashenko // *Energoeffektivnost'*. – 2016. – № 9. – S. 8–10.

4. Kommentarii k proektu Ukaza Prezidenta Respubliki Belarus' "O povyshenii energoeffektivnosti mnogokvartirnogo zhilishchnogo fonda" // *Energoeffektivnost'*. – 2018. – № 10. – S. 1–3.

5. Vozmozhnosti energosberezheniya v sfere stroitel'stva ogromny // *Energoeffektivnost'*. – 2018. – № 6. – S. 3–4.

6. Ob utverzhdenii sozdaniya gosudarstvennoj zaryadnoj seti dlya zaryadki elektromobilej : postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus' ot 10 okt. 2018 g., № 731 // *Energetika i TEK*. – 2018. – № 11/12. – S. 27–39.

7. Poleshchuk, L. Kak v Belarusi ispol'zuyut energiyu solnca, vody i vetra / L. Poleshchuk // *Energoeffektivnost'*. – 2019. – № 7. – S. 14–15.

8. Shenec, L. V. Perspektivy vzaimodejstviya stran – chlenov EAS v sfere energetiki / L. V. Shenec // *Energoeffektivnost'*. – 2017. – № 5. – S. 10–11.

9. Rukovoditel' Departamenta po energoeffektivnosti rasskazal o razvitii vozobnovlyaemoj energetiki na sessii Assamblei MAVe // *Energoeffektivnost'*. – 2020. – № 1. – S. 1–2.

УДК 620.95:504.75

## ВОДОРОСЛИ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ БИОТОПЛИВА И УЛАВЛИВАНИЯ CO<sub>2</sub>

Н. И. Чернова<sup>1</sup>, С. В. Киселева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат биологических наук, Московский государственный университет  
имени М. В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Кандидат физико-математических наук, Московский государственный университет  
имени М. В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

**Аннотация.** При промышленном культивировании микроводорослей открываются широкие возможности для утилизации CO<sub>2</sub> и попутной очистки сточных вод от органических и минеральных загрязнителей, а также значительно снижается нагрузка на запасы пресной воды.

**Ключевые слова:** микроводоросли, биотопливо, гидротермальное сжижение, сточные воды, утилизация, улавливание CO<sub>2</sub>.

## ALGAE AS FEEDSTOCK FOR BIOFUELS AND CO<sub>2</sub> CAPTURE

N. I. Chernova<sup>1</sup>, S. V. Kiseleva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ph. D. in Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Ph. D. in Physics and Mathematics, Lomonosov Moscow State University, Moscow,  
Russian Federation

**Annotation.** Industrial cultivation of microalgae opens up great opportunities for CO<sub>2</sub> utilization and associated wastewater treatment from organic and mineral pollutants, and also significantly reduces the load on fresh water supplies.

**Keywords:** microalgae, biofuel, hydrothermal liquefaction, wastewater, recycling, CO<sub>2</sub> capture.