

УДК 338.244.44:620.98

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ
НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНЫХ ТОПЛИВНО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РОСТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Корженевский Александр Геннадьевич, старший научный сотрудник
Института экономики НАН Беларуси**

Korjenevski Alexandre Gennadzevich, Senior Researcher, algkorj@gmail.com
The Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus

Аннотация. В статье рассматривается влияние диверсификации топливно-энергетического комплекса на устойчивое развитие экономики Беларуси, анализируются пути диверсификации на основе нейросетевой оценки эффективности использования местных топливно-энергетических ресурсов,

Ключевые слова: диверсификация топливно-энергетического комплекса, местные топливно-энергетические ресурсы, возобновляемые источники энергии, нейросети, искусственный интеллект.

Сбалансированный рост экономики государства обеспечивается целым комплексом факторов, среди которых основными выступают структурные факторы: диверсификация экономики, создание развитой инфраструктуры и эффективное использование местных топливно-энергетических ресурсов. Эти факторы обеспечивают устойчивость национальной экономики к широкому спектру рисков: экономическим; социально-демографическим; технологическим; политическим и эпидемиологическим; экологическим и климатическим.

Ключевым элементом структурной трансформации экономики Беларуси является диверсификация топливно-энергетического комплекса (ТЭК), которая направлена на снижение зависимости от импорта энергоресурсов и увеличение доли местных ТЭР.

Согласно Концепции национальной безопасности Республики Беларусь, утвержденной решением Всебелорусского народного собрания от 25 апреля 2024 г. №5, в экономической сфере к одному из основных национальных интересов относится достижение уровня энергетической безопасности, обеспечивающего приемлемый уровень диверсификации топливно-энергетического баланса страны по видам и поставщикам потребляемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), экономически и экологически оправданное использование потенциала местных энергоресурсов, снижение энергоёмкости ВВП [1].

Как отмечено в Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, изложенной в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 02 апреля 2026 г. №161, ключевыми задачами диверсификации ТЭК выступают: рациональное использование собственного природно-ресурсного потенциала; развитие собственной энергосырьевой базы на основе экономически обоснованного использования местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), прежде всего торфяного топлива и возобновляемых источников энергии (ВИЭ); снижение экологической нагрузки энергетического сектора на окружающую среду.

Из основных задач, определенных в указанной концепции, целесообразно выделить задачи, направленные на диверсификацию ТЭК, а именно: рациональное использование собственного природно-ресурсного потенциала; развитие собственной энергосырьевой базы на основе экономически обоснованного использования местных ТЭР, прежде всего торфяного топлива и ВИЭ; внедрение современных энергетических технологий в систему энергообеспечения страны; снижение экологической нагрузки энергетического сектора на окружающую среду за счет внедрения эффективных средств очистки отходящих газов от твердых частиц и диоксида серы, современных средств снижения выбросов оксидов азота и диоксида углерода при сгорании природного газа, мазута, древесины и других видов топлива, а также строительство сооружений для предупреждения нарушений геологического режима естественных экологических систем в результате добычи горючих полезных ископаемых [2].

Реализация этих задач напрямую влияет на повышение энергоэффективности на всех стадиях энергообеспечения – от производства энергии до ее конечного использования.

Несмотря на то, что основой энергосистемы Беларуси является атомная энергетика и тепловая генерация, развитие большой системной энергетики не противопоставляется развитию малой энергетики, которая является неотъемлемым дополнением в решении задач создания единой системы комплексного использования ТЭР, энергетической безопасности и экологии. Следовательно, совершенствование механизма диверсификации ТЭК, как фактора устойчивого развития экономики Республики Беларусь, в первую очередь целесообразно обеспечить за счет расширения эффективного использования местных ТЭР с внедрением современных энергоэффективных технологий.

Развитие методологии оценки эффективности местных ТЭР как фактора сбалансированного экономического роста Беларуси в условиях энергоперехода целесообразно по следующим направлениям.

1. Увеличение доли использования местных видов ископаемого топлива, и внедрение технологий защиты окружающей среды для замены импортируемых ТЭР.

В Беларуси имеется современная материально-техническая база и высококвалифицированные кадры для эффективного использования местных ТЭР. В части диверсификации поставщиков нефти, попутного нефтяного газа и газового конденсата ГПО "Белоруснефть" играет ключевую роль.

Традиционно лидирующие позиции в мире Беларусь занимает по добыче торфа и объему выпускаемых торфобрикетов, наращивается производство торфяных пеллет, что дает существенный вклад в диверсификацию ТЭК. В торфяной отрасли ТБЗ «Ляховичский» демонстрирует переход к переработке сырья и выпуску импортозамещающей продукции.

Значительные запасы горючих сланцев и бурого угля, разведанные на территории Беларуси, до сих пор не вовлечены в промышленную эксплуатацию. При наличии многолетнего научно-технологического задела проекты их глубокой переработки не были реализованы в силу сложности и высокой капиталоемкости. Главным сдерживающим фактором выступает неопределённость экономической целесообразности, обусловленная особенностями состава ископаемых, условиями залегания месторождений и затратами на природоохранные технологии. В настоящее время отсут-

ствуют как достоверные оценки экономической целесообразности промышленного использования этих ресурсов, так и какие-либо прогнозные расчёты [3, 4].

В этой связи, по мнению автора, целесообразно построение интерактивной многомерной нейросетевой модели оценки рентабельности глубокой переработки горючих сланцев и бурого угля. Такое моделирование становится возможным на современном этапе с развитием технологий искусственного интеллекта. В рамках предлагаемой модели существенным моментом является прогноз в долгосрочном периоде динамики изменения цен на нефть и моторное топливо, а также расчетные данные точки безубыточности для различных сценариев, чистой приведенной стоимости реализации проектов с учетом экономических и технических параметров, отражающих физико-химические свойства горючих сланцев, применение современных технологий добычи, глубокой переработки и защиты окружающей среды, а также цены на сланцевую смолу, полукокс, затраты на внедрение в производство технологий получения из продуктов пиролиза газообразных и высококалорийных жидких энергоносителей (котельных и моторных топлив), строительных материалов, удобрений, удельные капитальные затраты за кВт установленной мощности.

2. Увеличение доли использования ВИЭ в энергобалансе Республики Беларусь.

Государственная программа Республики Беларусь «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026–2030 годы предусматривает комплексное развитие всех основных сегментов возобновляемой энергетики – гидроэнергетики, солнечной и ветроэнергетики.

Гидроэнергетический потенциал водотоков Беларуси с учетом климатических изменений, экологических ограничений и особо охраняемых природных территорий составляет 441 МВт, а мощность действующих гидроэлектростанций – 96 МВт или около 22%, в то время как в Западной Европе – 60-90%. [5]. Недостаточное использование потенциала гидроэнергетики в Беларуси заключается в отсутствии модели оценки эффективности строительства таких ГЭС на потенциальных площадках, особенно для мини- и микроГЭС. Достоверность модели может быть обеспечена только при условии многофакторного и многокритериального анализа данных для различных сценариев. Соответственно для расчета таких моделей требуется наличие инфраструктуры, обеспечивающей функционирование нейросети.

Важным фактором устойчивого развития экономики Беларуси в условиях трансформации энергетических рынков и нарастания системных рисков является ускорение темпов развития солнечной энергетики. Повышение эффективности использования солнечной энергии в энергобалансе Республики Беларусь может быть достигнуто за счет сокращения срока окупаемости при разработке мероприятий по импортозамещению. Белорусские промышленные предприятия имеют необходимую материально-техническую базу и кадровый потенциал для создания комбинированного производства солнечных элементов и панелей на основе импортируемых кремниевых пластин (производители 75% мирового производства кремниевых пластин для солнечных элементов – предприятия КНР) и модульных комплектов солнечных электростанций с высокой степенью локализации.

В Беларуси достигнуты определенные успехи в развитии ветроэнергетики. Организация в Беларуси промышленного производства опор, трансформаторов, преобразователей, металлоконструкций, отдельных блоков силовой передачи и др. даст возможность загрузить промышленные предприятия, имеющие необходимую материально-техническую базу и соответствующие кадры, а также привести к снижению срока окупаемости ветроэнергетических установок. Вместе с тем для обоснованного принятия решений об ускорении темпов её развития требуются расчетные модели эффективности на основе инструментов искусственного интеллекта, поскольку в стране уже накоплены достоверные массивы больших данных, требующие анализа.

С целью повышения эффективности использования местных ТЭР, обеспечения экономической обоснованности управленческих решений, межотраслевого взаимодействия, обоснования выбора технологий и разработки инновационной продукции целесообразна разработка информационно-аналитической интеллектуальной платформы. Она должна объединять мониторинг, прогнозирование, аналитику и поддержку решений для обеспечения устойчивого энергобаланса Беларуси, а также включать сервисы интеграции с государственными и отраслевыми базами данных.

Примерный перечень основных функций и сервисов системы:

сбор данных о добыче, производстве и потреблении местных ТЭР автоматизированный учет используемых объемов топлива энергоустановками на местных ТЭР;

автоматизированный учет выработки электроэнергии на основе данных информационной системы ГПО «БЕЛЭНЕРГО»;

анализ эффективности использования ресурсов (затраты, выбросы, энергоэффективность);

поддержка принятия решений по выявлению приоритетных площадок для внедрения ВИЭ и топливных ресурсов с наибольшим экономическим эффектом и наименьшим отрицательным влиянием на окружающую среду;

обеспечение технико-экономических обоснований для включения мероприятий в государственные программы по энергоэффективности;

государственный реестр проектов по созданию установок на местных ТЭР и единая база данных по объектам генерации и их мощности;

геоинформационные сервисы по ресурсам (лесные массивы, торфяники, гидроэнергетика, солнечные зоны) и энергетическим установкам;

сервис мониторинга выработки электроэнергии бестопливными установками в онлайн режиме с учетом фактических погодных условий, влияющих на соответствующий ВИЭ;

инвестиционно-экономический сервис оценки окупаемости проектов по созданию установок на местных ТЭР, поддержки механизмов «зеленых» тарифов и субсидий.

Система должна обеспечивать открытый доступ к ключевым показателям для бизнеса и общества, защиту критической и коммерческой информации.

Эффективная диверсификация топливно-энергетического комплекса с ранжированием по наиболее эффективным проектам, дающим максимальную отдачу от вложенных финансовых средств, обеспечит устойчивое развитие национальной экономики при внедрении моделей оценки эффективности использования местных ТЭР в систему планирования диверсификации ТЭК и принятие решений на основе специализированной нейросети и других инструментов искусственного интеллекта.

Список использованных источников

1. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: решение Всебелорусского народного собрания, 25 апреля 2024 г., № 5 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь: [сайт]. – Минск. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P924v0005> (дата обращения: 10.04.2026).
2. Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 23 декабря 2015 г., № 1084 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь: [сайт]. – Минск. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22600161> (дата обращения: 10.04.2026).
3. Дударчик, В. М. Твердые горючие ископаемые Беларуси и особенности их глубокой переработки / В. М. Дударчик, В. М. Крайко, И. И. Лиштван. // Доклады Национальной академии наук Беларуси. Науки о земле –2015. – Т. 59, № 3. – С. 97-101.
4. Бурые угли. // Экологический портал Республики Беларусь: [сайт]. – Минск. – URL: <https://ecoportal.gov.by/nedra/mineralno-syrevaya-baza/razvedannye-nerazrabatyvaemye-mestorozhdeniya/burye-ugli> (дата обращения: 10.04.2026).
5. Зорина, Т. Г. Возможности развития гидроэнергетики в Республике Беларусь / Т. Г. Зорина. // Сборник научных трудов БГЭУ. – Минск, 2021. – С. 176–179.