

Казанского государственного энергетического университета. 2021. Т. 13, № 3. С. 99–113.

2. Влияние цифровизации на устойчивое развитие энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://dynamicsun.ru> – Дата доступа 10.11.2025.

**УДК 338.439:658.26**

**Гаркуша К.В., Волосюк А.А., Хруль К.С.**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Для Республики Беларусь развитие и внедрение ВИЭ (возобновляемых источников энергии) является важной стратегической задачей, особенно в сферах ветроэнергетики, гидроэнергетики, солнечной энергетики и биоэнергетики. Эффективность каждого из этих направлений зависит от множества факторов: климатических условий, наличия природных ресурсов, инфраструктурных возможностей, экологической ситуации, а также влияния на другие отрасли экономики [1]

Широкомасштабное применение возобновляемых источников энергии позволило бы предотвратить или существенно смягчить назревающие проблемы энергетики. Однако массовое применение возобновляемых источников энергии для энергоснабжения тоже встречается с рядом препятствий, в основном технико-экономического характера. Так электроэнергия, получаемая от возобновляемых источников энергии, в настоящее время достаточно дорогая, и ее стоимость в большинстве случаев превышает стоимость электроэнергии, получаемой традиционными способами [2]. Поэтому, применение преобразователей энергии возобновляемых источников в энергосистемах (в качестве разгрузочных источников электроснабжения) в большинстве случаев экономически неоправданно. Экономия ископаемого топлива, получаемая за счет использования возобновляемых источников энергии, не превышает затрат

на сооружение энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии. Глобальная замена традиционных источников энергии на возобновляемые источники встречается с очень принципиальными трудностями. Согласно расчетам изготовление коллекторов солнечного излучения площадью  $1 \text{ км}^2$ , требует примерно 10-20 тысяч тонн алюминия, то есть на всю площадь  $(1,3-2,6) \cdot 10^9$  тонн. Доказанные же на сегодня мировые запасы алюминия оцениваются в  $1,17 \cdot 10$  тонн [3].

Принципиально автономные топливные электростанции могут быть заменены электростанциями на возобновляемых источниках энергии. Однако в настоящее время такие электростанции (в том числе и импортного исполнения) не выдерживают экономической конкуренции с топливными автономными электростанциями по причинам высокой стоимости электроэнергии и (или) низкой надежности ее поставки. Эти причины обусловлены следующими основными факторами использования энергии солнечного излучения и ветра: низкая плотность энергии; преобразователи ВИЭ имеют малый КПД; эти ВИЭ нерегулярны и требуется резервирование или аккумулялирование. В централизованных системах электроснабжения эти факторы применения энергии солнечного излучения и ветра пытаются устранять за счет применения концентраторов и систем слежения (первый фактор) и путем продолжения работ по повышению КПД соответствующих преобразователей (второй фактор). Превышение КПД достигается все с большими трудностями, а результат все менее значительный. Основные отличия условий применения энергии ветра и солнечного излучения в централизованных и автономных системах электроснабжения состоят в следующем: • в централизованных сетях потребление энергии хоть и меняется по величине, но требуется непрерывно, а в автономных системах электроснабжение требуется периодически, причем с непостоянным периодом; • в централизованных сетях мощность возобновляемых источников энергии пренебрежимо мала по сравнению с мощностью традиционных источников энергии, а ВИЭ являются разгрузочными.

В автономных системах ВИЭ являются основными, а иногда и единственными источниками энергии. В централизованных сетях ВИЭ разгружают основные источники энергии, которые работают непрерывно. В этих условиях параметры солнечных и ветровых

электростанций выбираются исходя из максимально возможного использования ВИЭ (избытка энергии от ВИЭ нет и производимая электроэнергия всегда будет востребована). В автономных системах на ВИЭ это может привести к тому, что произведенная электроэнергия не будет востребована, а фактическое использование преобразователей будет мало.

В автономных топливных электростанциях мощность поддерживается за счет связи с системой топливно-энергетических ресурсов, емкость которых можно считать бесконечной, в солнечных и ветровых электростанциях мощность переменная и зависит от состояния ВИЭ. Методы расчета топливных электростанций нельзя применять для расчета и формирования автономных систем электроснабжения на основе ВИЭ.

Максимальная эффективность изолированной автономной системы электроснабжения на основе энергии солнечного излучения и ветра может быть достигнута при оптимальном сочетании параметров преобразователей и аккумуляторов энергии, обеспечивающем эффективное использование ВИЭ с учетом потребности в электроэнергии.

Формирование автономных систем электроснабжения на основе ветроэнергетических установок с аккумуляторами электрической энергии в соответствии с разработанной методологией обеспечивает снижение стоимости электроэнергии не менее чем в 1,5 раза.

### **Список использованной литературы**

1. Амерханов Р.А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии. – М.: КолосПресс, 2003. – 532 с.
2. Существующие схемы энергоснабжения сельского хозяйства / А. А. Волосюк и др. // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 16–17 октября 2024 г. : в 2 ч. – Минск : БГАТУ, 2024. – Ч. 1. – С. 273–275.
3. Гаркуша, А. В. Проблемы санитарно-бытового оснащения ремонтных мастерских / А. В. Гаркуша, К. В. Гаркуша, А. Н. Гурина // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник статей V Международной научно-практической конференции, Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск : БГАТУ, 2021. – С. 206–208.

4. Карпенко М.С. Учет факторов риска и неопределенности при реализации энергосберегающих проектов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – №6. – С. 13–16.

5. Энергетический баланс Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/publications/izdania/public\\_compilation/index\\_39984/](https://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/publications/izdania/public_compilation/index_39984/). – Дата доступа: 17.10.2025.

6. Государственный кадастр возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://195.50.7.239/GeoData> – Дата доступа: 06.10.2025.

## **УДК 620.92**

**Герасимович Л.С., академик НАН Беларуси, д.т.н., профессор,  
Головач И.Н., ассистент, Клинцова В.Ф., ст. преподаватель**  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

# **МЕТОДИКА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Целью концептуального проектирования систем комплексного энергообеспечения с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является разработка на раннем этапе обоснованной, устойчивой, экономически эффективной структуры энергоснабжения, обеспечивающей покрытие энергетических потребностей сельскохозяйственного предприятия и/или агрогородка за счёт максимального использования доступных возобновляемых ресурсов.

Для концептуального проектирования энергосистем целесообразно применять принцип совместного моделирования и анализа решений с использованием двух методик – структурно-функционального IDEF-моделирования и функционально-стоимостного анализа (ФСА) [1]. Такой подход позволяет обосновать число и диапазон технических и экономических параметров проектируемого объекта.

Разработка структурно-функциональных моделей для концептуального моделирования комплексной энергосистемы, основана на управленческой технологии нового типа – РЭНД (англ.