

- образования Респ. Беларусь, Гомель гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 255–258.
2. Бикбаева, Г. А. Изучение и анализ оптимальных характеристик печного бытового топлива компаундированием из остаточных нефтепродуктов / Г. А. Бикбаева, И. Р. Сафиуллина, Н. Ю. Свечникова // Актуал. проблемы соврем. науки, техники и образования. – № 68. – 2010. – Т. 1. – С. 115–118.
  3. Топливное печное бытовое : пат. RU 2161175C1 / Зубков В. Н., Куприянов А. Л., Бацелев А. В., Мороз В. М., Якушев В. В., Чаговец А. Н., Митусова Т. Н. ; заявитель ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод». – № 2000115928/04 ; заявл. 22.06.200 ; опубл. 27.12.2000.
  4. Оценка эффективности использования топлива печного бытового в качестве резервного топлива на Новокуйбышевской ТЭЦ-1 / В. Е. Сидоров [и др.]. – Globus. – 2020. – № 1 (47). – С. 90–94.
  5. Морозова, О. Ю. Печное бытовое топливо-экологичная альтернатива резервного топлива для пиковых котельных / О. Ю. Морозова, Н. М. Кидун // Экология и защита окружающей среды : тез. докл. VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5 мая 2021 г. / Белорус. гос. ун-т. – Минск : БГУ, 2021. – С. 260–262.
  6. Спиркин, В. Г. Химмотология топлив : учеб. пособие / В. Г. Спиркин. – РПУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2002. – 176 с.

## **КОМБИНИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРЯНЫХ УСТАНОВОК ПАРАЛЛЕЛЬНО С ТРАДИЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ ДЛЯ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**К. Сарыев**

*Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары*

*Рассмотрены вопросы, связанные с бесперебойным снабжением электроэнергией потребителей, удаленных от центральной электростанции. В климатических условиях Туркменистана предложена схема подключения к энергосистеме комбинированных фотоэлектрических солнечных и ветровых электростанций, с учетом интенсивности солнечного излучения и потенциала ветра. Подробно поясняется способ подключения к электроэнергетической системе и описывается актуальность проектирования комбинированных систем по выработке электроэнергии. Для надежности расчетов в проектной работе предложена методика использования программного обеспечения.*

**Ключевые слова:** фотоэлектрическая солнечная и ветряная станции, энергетическая система, потенциал солнечной и ветровой энергии, увеличение надежности, бесперебойное энергоснабжение, уменьшение потерь мощности и напряжения, Туркменистан.

Для повышения надежности бесперебойного электроснабжения децентрализованных потребителей за счет увеличения длительности режима потребления пиковых нагрузок потребителем разрабатывается технологическое обоснование использования электрической энергии подключенной к центральной линии электропередач, тем самым предусматривается снижения потерь на дополнительное регулирование параметров источника переменного тока комбинированной солнечной и ветровой электрической станции, а также расширение функциональных возможностей за счет расширения диапазона мощностей энергосистемы. Возможность сезонного отправления электрической энергии, выработанной комбинированными солнечными и ветряной электрическими станциями, подключенной к центральной линии электропередачи, заключается в полном использовании мощности электростанции от ком-

бинированных возобновляемых источников энергии. Рост потребителей электрической энергии, подключаемых к энергосистеме, требует увеличения мощности выработки генерации. При полном использовании мощности электростанции от комбинированных возобновляемых источников энергии сокращаются вредные выбросы в атмосферу ( $\text{CO}_2$ ) и продлевается срок службы газотурбинных установок.

Преобразование электрической энергии, вырабатываемой комбинированными солнечными фотоэлектрическими и ветровыми электростанциями, осуществляется в следующем порядке: фотоэлектрическая станция вырабатывает электрическую энергию постоянного тока, а преобразование на переменный ток выполняется с помощью инвертора. Ветровая электростанция вырабатывает электрическую энергию переменного тока, а преобразование на электрическую энергию постоянного тока выполняется с помощью инвертора. Далее в комбинированной системе осуществляется преобразование с помощью инвертора электрической энергии постоянного тока в электрическую энергию переменного тока и выдача ее на нагрузку.

Большое значение для эффективного функционирования в децентрализованных сетях имеет грамотно организованная система управления, которая выполняет следующие функции: в автономном режиме поддержка баланса мощностей; коммутация, управление мощностью регулируемых источников энергии; поддержка стабильности напряжения и чистоты децентрализованных сетей; обеспечение сбора и анализа информации, необходимых потребителям для «умного» управления нагрузками.

При этом электрическая энергия из энергосистемы используются одновременно с работающими ветровыми электрическими станциями и фотоэлектрическими станциями, при этом процесс аккумуляции электрической энергии на аккумуляторных батареях не используется, тем самым решается вопрос о технической эксплуатации аккумуляторных батарей (как заряд–разряд), так как срок эксплуатации зависит от вида аккумуляторных батарей и учитываются местные климатические условия, а также соблюдение рабочей температуры (от  $-20$  до  $+50$  °C).

В некоторых случаях автономную электроэнергетическую сеть целесообразно создавать в случае невозможности присоединения к централизованной линии электропередачи в регионах с большими ресурсами возобновляемых источников энергии. При этом мощность накопителей энергии должна быть рассчитана с учетом длительности вероятных интервалов времени без ветра и солнечной радиации, а это в свою очередь приводит к удорожанию полученной продукции от фотоэлектрических и ветроэлектрических установок. Возможность организовать работу децентрализованных сетей параллельно с централизованной сетью обернется значительной выгодой, поскольку снижается уровень капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

Техническим результатом научной работы является повышение надежности электроснабжения потребителей за счет уменьшения длительности режима потребления пиковых нагрузок и полного исключения использования накопителя с требуемой величиной емкости, за счет снижения потерь на дополнительное регулирование параметров источника переменного тока расширение функциональных возможностей благодаря обеспечению расширения диапазона мощности энергосистемы, значительно превышающих мощности возобновляемых источников энергии и увеличению числа подключаемых к энергосистеме потребителей.

Применение результатов научной работы в энергетической системе при организации электроснабжения ответственных потребителей переменного тока с нагрузкой большей мощности обеспечивает ему критерий «промышленная применимость».

Для технологического обоснования предложенного способа поясняется чертежами, где представлена блок-схема для параллельного использования комбинированной электрической станции: электроэнергетическая система с комбинированными возобновляемыми источниками энергии, работающими одновременно для электроснабжения потребителей переменного тока. Пример создания схемы потребителей переменного и постоянного тока с использованием фотоэлектрической солнечной станций с установленной мощностью 7 МВт и два ветроэлектрических станций с установленной мощностью 1,5 МВт, а также при проектировании комбинированных электрических станций предусмотрено два дизельных генератора мощностью 1 МВт (рис. 1).

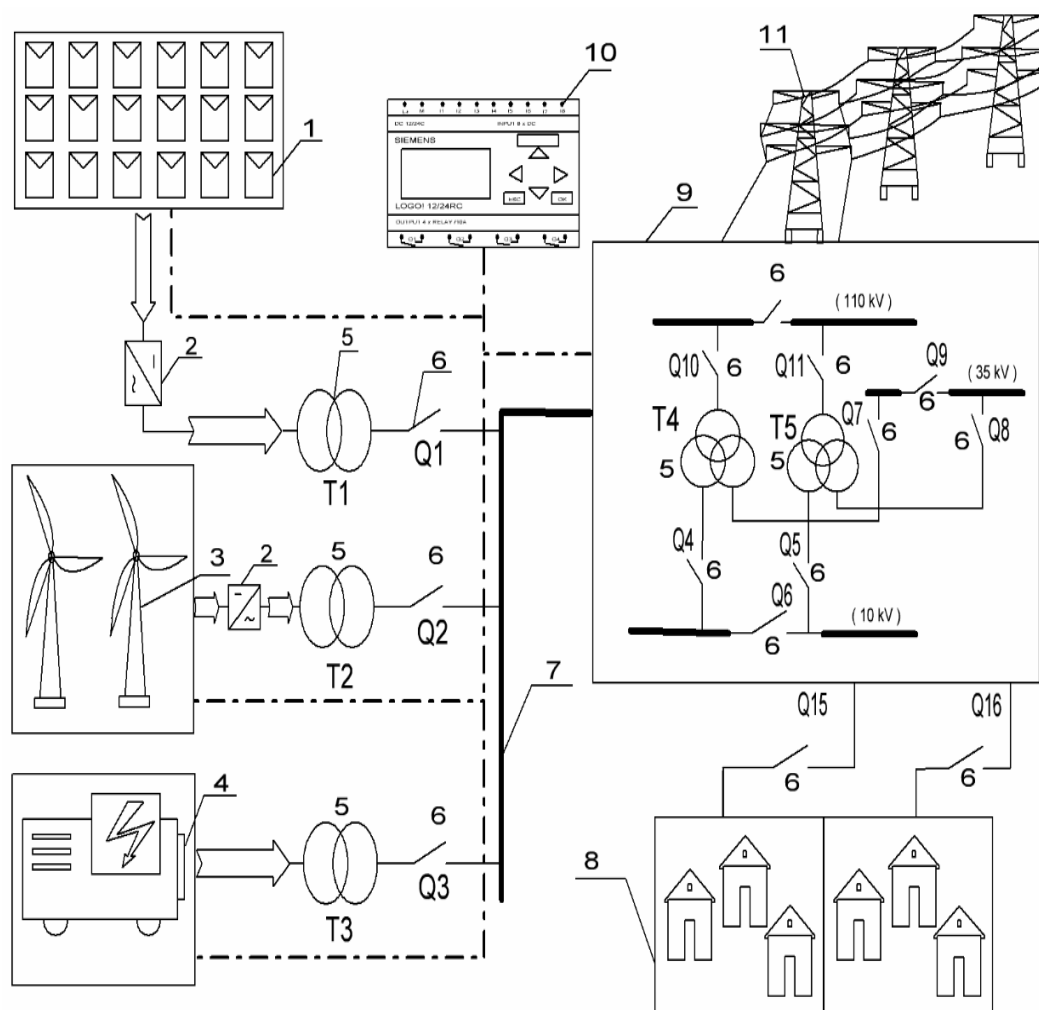


Рис. 1. Схема последовательного соединения комбинированных электрических станций к потребителю и к линии электропередачи

Таким образом, техническое обоснование предложенного способа позволяет повысить надежность электроснабжения потребителя за счет снижения влияния нестабильных источников переменного тока на режим работы потребителя, а также расширения функциональных возможностей способа за счет возможности укрупнения энергосистем и обеспечения увеличения мощности нагрузки потребителя и числа подключенных к энергосистеме потребителей. Это в свою очередь также позволяет унифицировать каждый элемент энергосистемы и организовать посезонно

преобразование излишек выработанной электрической энергии с подключением комбинированной электростанции в линию электропередачи, что и приведет к снижению затрат и времени на организацию бесперебойного электроснабжения децентрализованных потребителей.

#### Литература

1. Н. Алланазаров, К. Сарыев [и др.] «Интернет портал по возобновляемым источникам энергии». Государственная служба по интеллектуальной собственности министерства финансов и экономики Туркменистана. Свидетельство на программу для ЭВМ № 290. Дата регистрации в Государственном реестре: 25.01.2023.
2. K. Saryyev., S. Nazarov., A. Matyakubov. «Scientific and technical basis for the implementation of combined technologies using solar and wind energy in the conditions of Turkmenistan». IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1045 012127. ESDCA-II-2022.
3. A. Jumayev., E. Atayev. «Pilot projects of industrial photovoltaic solar stations». EEST-2021. IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 979 (2022) 012142.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ГОМЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

А. А. Белаш

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: С. Г. Жуковец, Т. В. Алферова

*На примере Гомельских электрических сетей рассмотрена экономическая эффективность применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга состояния линий электропередач (ЛЭП).*

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, линии электропередач, мониторинг состояния, инвестиционные затраты, эффективность, окупаемость.

В настоящее время наиболее совершенным и технологичным способом осмотра, мониторинга и диагностирования объектов электроэнергетики является использование БПЛА, применение которых позволяет оценить работоспособность, аварийность, бесперебойность работы оборудования подстанций и высоковольтных ЛЭП, являющихся самыми аварийными элементами энергосистемы в целом [1].

Для оценки эффективности применения БПЛА с целью мониторинга состояния линий электропередач представим расчет себестоимости регулярного (ежегодного) осмотра воздушных линий электрических сетей на примере Гомельской области с помощью БПЛА и обычной наземной группой.

Для расчета годовых расходов на проведение осмотров ЛЭП приведем данные по протяженности воздушных линий Гомельской области (табл. 1) [2].