

## КОМПЛЕКСНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ МАЛОМОЩНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

**Искандарова З.П.**

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства – Национальный исследовательский университет*

**Аннотация:** Для устойчивого развития производств агропромышленного комплекса необходимо обосновать рациональную структуру потребляемых энергоресурсов путём использования возобновляемых источников энергии. Рациональная структура используемых энергоресурсов зависит от эффективной доли замещаемой энергии возобновляемыми источниками. Для определения доли замещаемой энергии рассмотрена функциональная структура и приведена обобщённая модель функционирования подсистемы, использующей возобновляемую энергию в системе комплексного энергоснабжения.

**Ключевые слова:** Агропромышленный комплекс, производство, потребитель, источник энергии, возобновляемый, комплекс, насосная станция.

**Введение.** Агропромышленный комплекс входит в число важных отраслей народного хозяйства и является наиболее энергоёмкой. Энергоснабжение отрасли основано на использовании органических энергетических ресурсов и потребляет до 15% всего добываемого топлива.

В перспективе с развитием агропромышленного комплекса следует ожидать рост потребления энергоресурсов. Ограниченные запасы органического топлива и непрерывный рост затрат на их использование создают определенные сложности в развитии отрасли и снижают эффективность её энергообеспечения.

Одним из путей решения сложившейся проблемы является научное обоснование структуры потребляемых энергетических ресурсов. Для этого необходимо совершенствовать существующие системы энергоснабжения путём использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1].

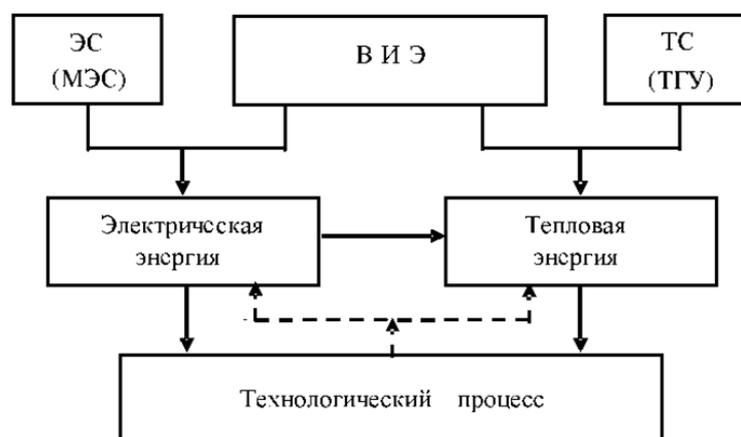
Потенциал ВИЭ велик и в ближайшее время их доля в мировом энергопотреблении может составить 10-12%. В Республике Узбекистан экономический потенциал ВИЭ составляет более 30% от объёма потребления топливно-энергетических ресурсов и создаёт благоприятные условия для решения энергетических, социальных и экологических проблем. Из ВИЭ наиболее перспективной по признаку доступности потребителям является солнечная и ветровая энергия. В мире действуют огромный парк гелио- и ветроэнергетических установок и их установленная мощность составляет более 100 ГВт. Однако сложно переносить опыт отдельных стран в другие регионы. Каждый раз необходимо изучать возможности использования ВИЭ в конкретных условиях [1].

В Республике Узбекистан, по разным причинам, использование солнечной и ветровой энергии весьма незначительно. Недостаточная проработка методологической основы и методических положений по проектированию систем энергоснабжения, использующих ВИЭ, является сдерживающим фактором в развитии возобновляемой энергетики. В условиях развитой гелио и ветротехники наиболее актуальными становятся вопросы их использования в системе энергоснабжения.

Существующая система энергоснабжения потребителей агропромышленного комплекса представляет собой совокупность специализированных схем электро-, газо-, угле- и нефтеснабжения. Структура системы энергоснабжения зависит от вида используемого энергетического ресурса. Для повышения эффективности системы энергоснабжения необходимо определить рациональную структуру потребляемых энергоресурсов.

**Решение проблемы.** Фундаментом для определения рациональной структуры потребляемых первичных и преобразованных энергоносителей является системная методология. Принципиально важно различать исследование сложного объекта как системы и системное исследование такого объекта. Задача системного исследования объекта заключается в выявлении механизма функционирования и развития объекта. Системное исследование сложного объекта требует учёта не только внутренних связей, но и внешних связей с другими подсистемами более широкой системы.

В работе рассматривается схема энергоснабжения с использованием традиционных и возобновляемых источников энергии. Совокупность традиционных и возобновляемых источников энергии для электро- и теплоснабжения образует систему комплексного энерго-снабжения (СКЭ), которая должна обладать основополагающими признаками (рис.1): совокупностью элементов и их иерархичностью; целостностью; наличием внутренних связей между элементами системы.



**Рис. 1. Система комплексного энергоснабжения с использованием возобновляемых источников:** ► - энергетические связи; ► - информационно-управляющие связи; ЭС, ТС - централизованная система электро- и теплоснабжения; МЭС - местная автономная электростанция; ТГУ -

**теплогенерирующая установка на органическом топливе;  
ВИЭ - возобновляемый источник энергии.**

Возобновляемые источники рассматриваются как дополнительные источники в системе энергоснабжения. Исходя из опыта использования ВИЭ, гелиоэнергетическая установка (ГЭУ) используется для теплоснабжения, ветроэнергетическая установка (ВЭУ) – для электро- и теплоснабжения [1].

В СКЭ подсистемы энергоснабжения на базе традиционных источников изучены достаточно хорошо. Исключение составляет подсистема энергоснабжения на основе возобновляемых источников. В дальнейшем требуется исследование данной подсистемы, чтобы выявить механизм ее функционирования в составе системы комплексного энергоснабжения.

**Аналитическое исследование.** Для исследуемой системы комплексного энергоснабжения граница определяется количеством поступающих энергетических ресурсов на входе и потоком энергии от каждого источника на выходе. При этом необходимо обеспечить выполнение заданной функции энергообеспечения.

Уравнение энергетического баланса для рассматриваемой системы может быть представлено как

$$Q_{\Pi} = Q_{\Pi.ЭЛ} + Q_{\Pi.ТЭ} = Q_{ЭС} + Q_{МЭС} + Q_{ТС} + Q_{ТГУ} + \sum_{i=1}^n Q_{В.i} \quad (1)$$

где  $Q_{\Pi.ЭЛ}$ ,  $Q_{\Pi.ТЭ}$  – потребная электрическая и тепловая энергии;

$Q_{В.i}$  – энергия, получаемая от его возобновляемого источника.

Потребляемая электрическая и тепловая энергия может обеспечиваться от конкретного источника. Традиционно электрическая энергия может быть получена от двух источников, от централизованной системы (ЭС) или децентрализованной системы электроснабжения, местной электростанции (МЭС). Потребная тепловая энергия может быть получена от централизованной системы теплоснабжения (ТС) и (или) собственного источника (ТГУ), а также путём преобразования электроэнергии.

Таким образом, в рассматриваемой системе энергоснабжения потребная энергия может быть получена от возобновляемых  $Q_{В}$  и традиционных источников  $Q_{Т}$ :

$$Q_{В} = \sum_{i=1}^n Q_{В.i} + Q_{Т}. \quad (2)$$

Исходя из опыта использования солнечной и ветровой энергии:

- для электроснабжения используется ВЭУ и потребная электроэнергия:

$$Q_{\Pi.ЭЛ} = Q_{Т.ЭЛ} + Q_{ВЭУ}; \quad (3)$$

- для теплоснабжения используются ГЭУ и ВЭУ и потребная энергия:

$$Q_{\Pi.ТЕПЛ} = Q_{Т.ТЕПЛ} + Q_{ГЭУ} + Q_{ВЭУ}. \quad (4)$$

Возобновляемый источник покрывает только часть потребной энергии. Долю потребной энергии, замещаемой возобновляемым источником, можно представить как

$$f_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{В.i}}{Q_n}. \quad (5)$$

Для рационального использования энергетических ресурсов необходимо определить соответствующую долю замещаемой энергии от ВИЭ и оптимальную структуру СКЭ. Доля потребной энергии, замещаемой ВИЭ, зависит от технологии использования возобновляемых источников. Определение эффективной доли замещаемой энергии являются предметом системного исследования подсистемы энергоснабжения от ВИЭ.

Для подсистемы ВИЭ необходимо выделить ее границы. Входом рассматриваемой подсистемы являются неуправляемые потоки возобновляемой энергии, выходом преобразованная тепловая или электрическая энергия. Самой подсистемой является гелио и ветроэнергетическая установка. Внешней средой для данной подсистемы являются другие подсистемы энергоснабжения от традиционных источников.

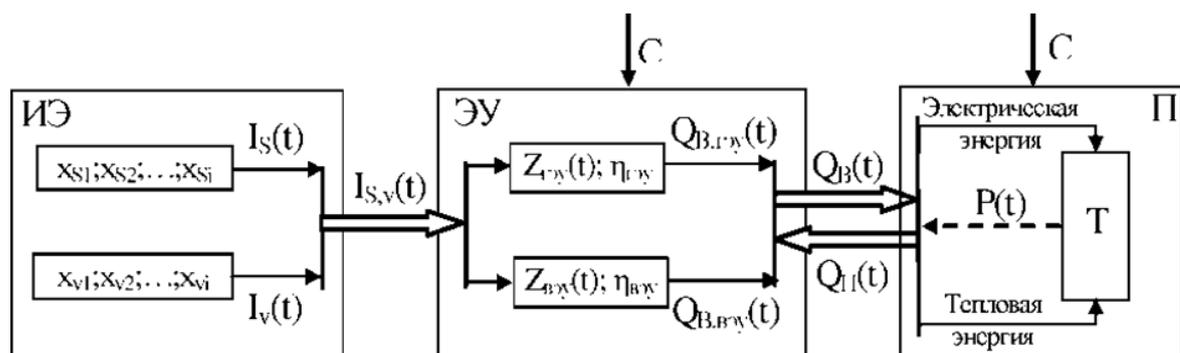
Подсистема ВИЭ может рассматриваться с морфологической и функциональной точки зрения.

Подсистема энергоснабжения на основе ВИЭ с морфологической точки зрения известна. В настоящее время известно устройство энергоустановок и доказана возможность развития гелио- и ветротехники для преобразования возобновляемой энергии в другие виды полезной энергии.

На сегодняшний день наиболее актуальной является поиск путей эффективного использования подсистемы ВИЭ в составе системы комплексного энергоснабжения. Для решения поставленной задачи важно выявить механизм функционирования каждого элемента подсистемы ВИЭ в отдельности и в целом в составе СКЭ.

Функциональное описание подсистемы ВИЭ возможно на основе системного подхода. Согласно установленной границе исследуемой подсистемы, необходимо изучить режимы поступающей возобновляемой энергии, ее преобразования и использования в технологических процессах.

**Результаты исследований.** Результатом функционирования подсистемы является полезная энергия от ВИЭ, передаваемая технологическому объекту. Под влиянием цели формируется функциональная структура исследуемой подсистемы (рис. 2).



**Рис. 2. Функциональная структура подсистемы энергоснабжения от ВИЭ: ИЭ - источник энергии; ЭУ - энергетическая установка; П - потребитель; X, X**

- энергетические характеристики возобновляемых источников солнечной ( $I_s$ ) и ветровой ( $I_v$ ) энергии;  $Z, \eta$  - параметры и КПД гелио- и ветроэнергетической установки;  $Q_B, Q_{П}$  - вырабатываемая и потребная энергии;  $T$  - технологический процесс влияющий на режим потребления энергии ( $P(t)$ ).

Обобщённую модель функционирования подсистемы ВИЭ в виде полезной выработки  $Q_B$  можно представить, как результат преобразования данных посредством оператора  $F$ :

$$Q : I \cdot Z \cdot P \cdot C \text{ — } Q_B, \quad (6)$$

где  $I, P$  - неуправляемые воздействия источника и технологического процесса на

выработку энергии;

$Z$  - управляемые параметры энергетической установки;

$C$  - воздействия внешней среды.

Моделирование режима источника энергии имеет ряд особенностей, главное из которых - неуправляемость и случайность поступающей возобновляемой энергии. Результатом моделирования должен быть уровень поступающей солнечной и ветровой энергии в конкретные сроки, заданные в вероятностной форме. Поступающую возобновляемую энергию можно определить по энергетической характеристике источника

$$I_{s,v}(t) = F[x_s, x_v, p(x_s), p(x_v), t]. \quad (7)$$

Для преобразования возобновляемой энергии используются оптимально разработанные по конструкции и с соответствующим КПД установки модульного типа. Вырабатываемая энергия зависит от определенных параметров гелио и ветроэнергетической установки, которые следует определить.

Выработку можно определить по зависимости, основываясь на детерминированную модель. Однако режимы функционирования энергетической установки будут иметь случайно-детерминированный характер, и количество вырабатываемой энергии можно ожидать также с определенной вероятностью в течение заданного периода времени

$$Q_B(t) = F[I_s, I_v, Z_{ГЭУ}, Z_{ВЭУ}, \eta_{ГЭУ}, \eta_{ВЭУ}, P(x_s), P(x_v), t]. \quad (8)$$

Потребитель энергии в процессе использования ВИЭ играет важную роль. По объёму и режиму потребления энергии можно оценить полезность возобновляемого источника. Потребная энергия определяется технологическим процессом, режимом работы приёмников электрической тепловой энергии в течение заданного времени

$$Q_B(t) = F[P_{ЭЭ}, P_{ТЭ}, t]. \quad (9)$$

При этом потребность в энергии влияет на режим выработки ГЭУ и ВЭУ и необходимо соблюдать условие, чтобы

$$Q_B \leq Q_{П}. \quad (10)$$

Режим потребления энергии может носить случайный характер, как и выработка от ГЭУ и ВЭУ. Поэтому для эффективного использования ВИЭ необходимо согласовывать режимы выработки и потребления энергии.

Для качественного функционирования системы в целом необходимо согласованное взаимодействие всех элементов. Исследование согласованного взаимодействия элементов возможно на основе синтеза всех происходящих процессов.

Согласование режимов является предметом системного исследования условий функционирования элементов подсистемы ВИЭ и системы комплексного энергоснабжения в целом. Результаты согласования ВИЭ с потребителем можно определить путем введения специальных критериев, позволяющих оценить условия использования солнечной и ветровой энергии в энергообеспечении потребителей, а также замещения традиционной энергии, позволяющего сравнивать варианты функционирования подсистемы ВИЭ [2].

В целом СКЭ должна иметь одну цель и характеризоваться одним комплексным критерием. Им может выступать такой обобщенный показатель функционирования системы, который удовлетворяет требования цели системы более высокого уровня и требования, обусловленные самой системой. Для исследуемой системы основным критерием являются стоимость энергии, получаемой от системы комплексного энергоснабжения [3].

**Выводы.** Таким образом, для определения рациональной структуры потребляемых энергетических ресурсов предлагается использовать возобновляемые источники. В предлагаемой системе комплексного энергоснабжения возобновляемая энергия рассматривается как дополнительный источник, позволяющий замещать органическое топливо. Для научного обоснования доли замещаемой энергии разработаны функциональная структура подсистемы энергоснабжения от ВИЭ и ее обобщенная модель. Они являются основой для дальнейших исследований системы комплексного энергоснабжения с использованием ВИЭ.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Шерязов С.К. Возобновляемые источники в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей: Монография. – Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 2008. – 300 с.
2. Шерязов С.К., Аверин А.А. Оценка энергообеспеченности потребителя за счёт возобновляемого источника // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 6. – С. 221-225.
3. Шерязов С.К. Обоснование эффективной системы энергоснабжения с использованием возобновляемой энергии // Ползуновский вестн. АлтГТУ. – 2010. – Вып.4. – №2. – С. 434-439.