

vector functionality, and the number of boundary conditions does not coincide with the order of the differential system.

**Keywords:** *weakly perverted linear inhomogeneous boundary value problem, homogeneous boundary value problem with impulse action, orthoprojector, row, pseudo-inverse matrix, generalized Green's operator*

УДК 662.997

## **ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ В КОНЦЕПЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОСЕТЕЙ**

**В. В. ХАРЧЕНКО**, доктор технических наук, профессор  
**ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Россия**  
E-mail: kharval@mail.ru

**Аннотация.** Для развития и вовлечения в хозяйственный оборот новых территорий требуется организация бесперебойного надежного энергообеспечения хозяйствующих субъектов на этих территориях. Большие возможности для решения этой проблемы открывает использование технологии микросетей на основе возобновляемых источников энергии. Положения и принципы создания микросетей, равно как и многие технические решения, необходимые для формирования микросети разработаны. Однако применение этой технологии обеспечивает решение проблемы электроснабжения, в то время как задача теплоснабжения потребителей не решается.

В статье рассмотрены возможные подходы для решения проблемы теплоснабжения в рамках использования для электроснабжения технологии микросетей на основе возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:** **микросеть, электроснабжение, теплоснабжение, возобновляемые источники энергии, тепловые насосы, теплонасосные системы**

**Актуальность.** В последние годы начали интенсивно развиваться работы по вовлечению в хозяйственную деятельность новых территорий. Эти процедуры неизменно связаны с поиском эффективных способов организации энергоснабжения объектов хозяйствования на этих территориях. Широкие перспективы для решения проблемы энергообеспечения новых хозяйствующих субъектов на новых территориях открывает использование технологии микросетей, получившей интенсивное развитие в последние годы. Существует много вариантов микросетей. Они могут работать не только автономно, но и параллельно с электросетью.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Разработаны положения и принципы формирования микросетей с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) весьма перспективных для использования на новых, удаленных от централизованных источников энергоснабжения территориях [1, 2, 3]. Все аспекты построения и применения микросетей на основе ВИЭ детально рассмотрены ранее в [4]. Для обеспечения функционирования микросетей разработан ряд новейших технических средств, среди которых можно упомянуть специальные энергосберегающие электронные системы автономного энергоснабжения [5], а также апробированные источники регулируемой мощности [6]. Работа СЭС на электрическую сеть, т.е. на микросеть в реальных условиях, промоделирована и описана в [7]. Таким образом, практически созданы методические основы и разработана техническая база создания микросетей в любом заданном районе.

Вместе с тем, созданная микросеть, обеспечивая потребителя электрической энергией, не в состоянии решить проблему теплоснабжения, поскольку использование электроэнергии для нагрева воды экономически нецелесообразно, а в условиях автономного электроснабжения практически невозможно.

**Цель исследования** – обоснование источников генерации для использования в микросетях на основе ВИЭ.

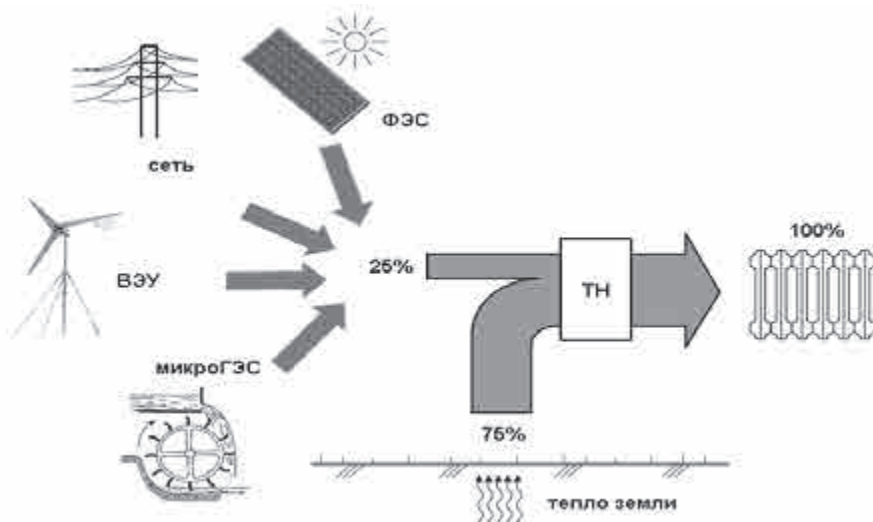
**Материалы и методы исследования.** На основе анализа литературных данных и результатов собственных исследований рассмотреть возможность решения задачи обеспечения теплом потребителей, входящих в состав микросетей, на нужды отопления и горячего водоснабжения всех хозяйствующих субъектов, которые по электроснабжению объединены в одну микросеть путем использования теплонасосных систем теплоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии в различном их сочетании.

*Теплонасосные системы теплоснабжения с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ).* Теплонасосные системы в целом, а также системы с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности, отлично зарекомендовали себя на практике, особенно в условиях дефицита традиционных энергоресурсов, таких как природный газ, уголь, дрова и пеллеты. Для функционирования ТНУ необходимы два исходных источника энергии:

- электроэнергия для снабжения электродвигателя в тепловых насосах компрессионного типа;
- низкопотенциальная энергия для преобразования в теплоноситель с заданными характеристиками.

И в первом, и во втором случае, поставка энергии может быть обеспечена за счет использования возобновляемых источников энергии.

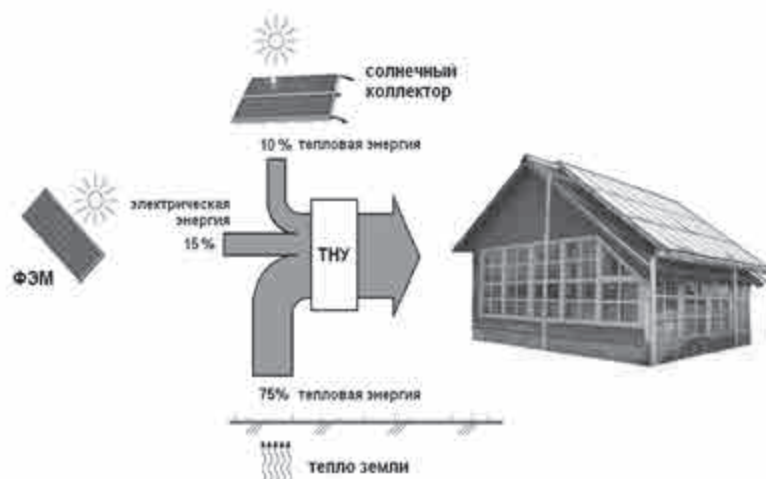
На рис.1 представлена система теплоснабжения, где в качестве источника низкопотенциальной теплоты используется теплота приповерхностных слоев Земли (геотермальная энергия).



**Рис. 1. Система теплоснабжения на основе использования низкопотенциальной теплоты приповерхностных слоев Земли и электроэнергии от различных ВИЭ**

Для электроснабжения двигателя в такой системе могут использоваться самые разные источники ВИЭ, каждый поодиночке, все одновременно или часть из показанных в разных сочетаниях. Выбор источника электроснабжения определяется потенциалом каждого из возможных источников на заданной территории. Поэтому для разных мест конфигурация системы теплоснабжения может существенно меняться. Как можно видеть из рисунка, представляется возможным использовать электрическую сеть. Именно такие системы в настоящее время нашли широчайшее распространение во всем мире. Несколько меньше представлены системы с использованием ВИЭ, но такие системы находят все большее распространение на практике.

Схема солнечно-геотермального теплоснабжения представлена на рис.2.

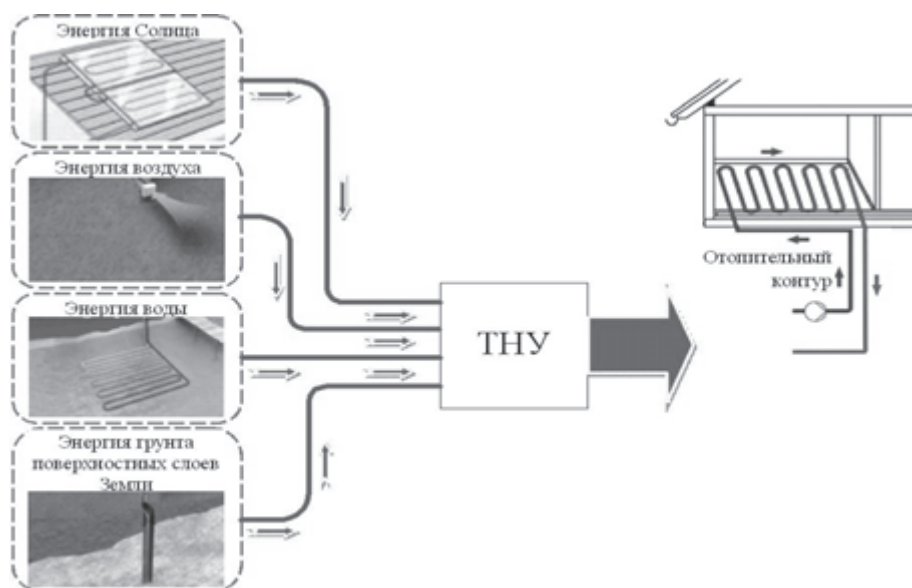


**Рис. 2. Поток низкопотенциальной теплоты в системе солнечно-геотермального теплоснабжения**

Представленная на рис. 2 система отличается тем, что в ней использованы, наряду с классическими солнечными коллекторами

(располагаются на крыше здания), теплофотоэлектрические (ФЭТ) модули, вырабатывающие одновременно как тепловую, так и электрическую энергию. Использование ФЭТ модулей в системе теплоснабжения будет рассмотрено ниже.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В более общем виде схема теплонасосной системы теплоснабжения с использованием различных источников низкопотенциальной теплоты может быть представлена в виде, изображенном на рис. 3.



**Рис. 3. Варианты систем теплоснабжения с различными источниками низкопотенциальной теплоты**

**Источники низкопотенциальной теплоты.** Как легко видеть из рис. 3, для использования в теплонасосных установках (ТНУ) теплоснабжения могут использоваться источники низкопотенциальной теплоты различного происхождения. Они не ограничиваются только теми, которые приведены на рис. 3. Ниже приведены результаты работы по созданию системы классификации возможных источников низкопотенциальной теплоты (ИНТ) для ТНУ (рис. 4).

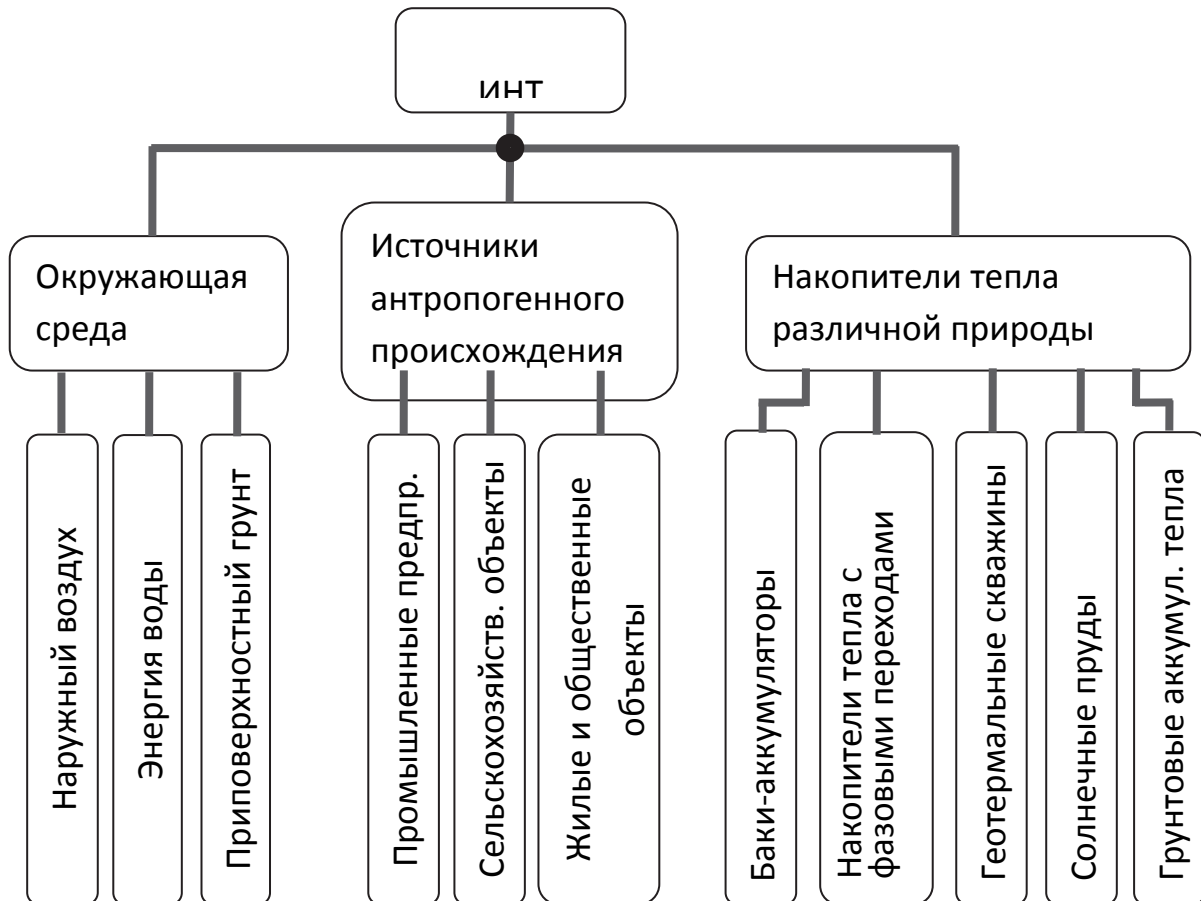
Из рассмотрения предложенной системы нетрудно видеть, что все возможные ИНТ можно разделить на три группы:

1. ИНТ окружающей среды.
2. ИНТ как вторичное сбросное тепло антропогенного происхождения.
3. ИНТ – накопители тепла различной природы.

К источникам тепла первой группы можно отнести: наружный воздух, подпочвенную воду, озерную воду, речную воду, морскую воду, грунт, грунтовые воды, геотермальную воду.

К источникам тепла второй группы можно отнести вторичное сбросное тепло производственного характера, а именно: вентиляционный воздух, удаляемый из производственных или жилых помещений,

сбросная вода промпредприятий, конденсат, образующийся в вентиляционных коробах, например, в вытяжной вентиляции коровников, парное молоко перед охлаждением, канализационные очищенные и неочищенные сточные воды, промышленные водостоки, воды оборотных систем охлаждения промышленных предприятий, конденсаторов водяного пара, применяемых при производстве электроэнергии и т.д.



**Рис. 4. Низкопотенциальные источники тепловой энергии (ИНТ) для теплонасосных установок**

Третья группа включает в себя: баки-хранилища или бассейны с горячей водой, накопленной в течение теплого периода, специальные накопители тепла с фазовыми переходами, солнечные пруды с запасенной соленой водой, скважины с закачанной в летний период водой и т.д.

Совершенно очевидно, что для теплоснабжения объектов на удаленных территориях, функционирующих в автономном режиме, приемлемыми могут рассматриваться, в первую очередь, источники первой, а затем уже второй группы.

Для решения вопроса о возможности использования источника низкопотенциального тепла в конкретных условиях необходимо, чтобы они удовлетворяли ряд требований, которые в значительной степени определяются конструкцией тепловых насосов и режимами их эксплуатации. В частности ИНТ должны:

- поддерживать стабильно высокую температуру в течение отопительного сезона;
- быть избыточными и возобновляемыми;
- не быть коррозионно-активными и загрязняющими;
- иметь благоприятные теплофизические характеристики и низкие эксплуатационные расходы. В большинстве случаев параметры НИТ являются ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики ТН.

В таблице приведены температурные показатели, типичные для наиболее распространенных источников тепла.

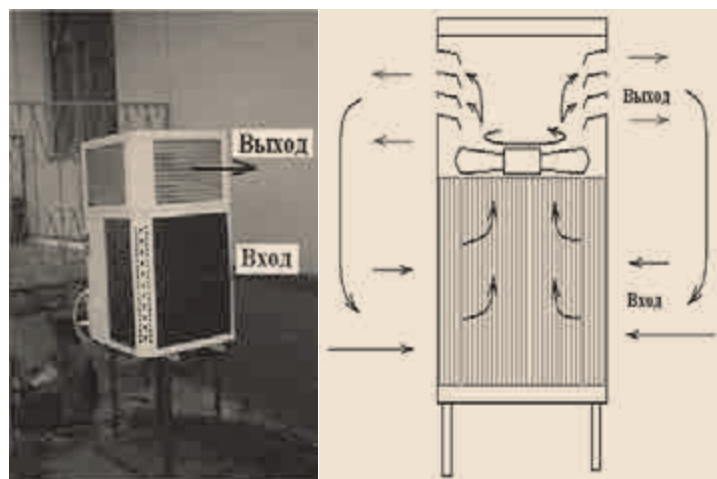
#### Температурный уровень основных источников тепла

Источник тепла	Температурный диапазон, °С
Наружный воздух	-10/+15
Отводимый использованный воздух	15/25
Подпочвенная вода	4/10
Озерная вода	0/10
Речная вода	0/10
Морская вода	3/8
Грунт	0/10
Грунтовые воды	>10
Геотермальная вода	20/50

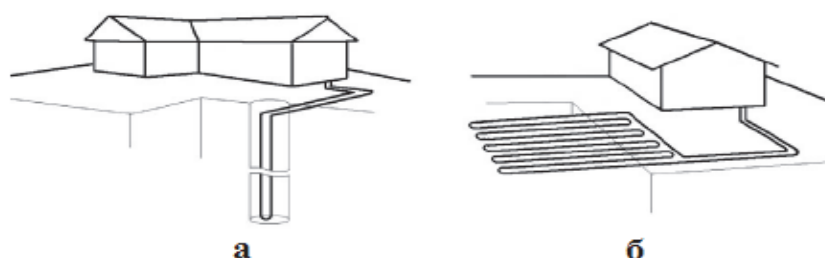
**Примеры** ТНУ теплоснабжения с ВИЭ. Установки на основе теплоты окружающего воздуха. Это наиболее распространённые, простые и дешёвые в монтаже теплонасосные системы. В сочетании с мерами по теплозащите помещений (концепция энергопассивного дома) эти системы могут решить не только проблему горячего водоснабжения, но и проблему отопления. Система отопления с помощью теплового насоса (ТН) воздух-вода, реализованная в Подмоскowie [8], представлена на рис. 5.

Вместе с тем, такие системы становятся малоэффективными при снижении температуры окружающего воздуха ниже 5..-10 °С и потому не могут выступать надёжными источниками тепла в регионах, характеризующихся низкими пиковыми температурами в холодное время.

*Установки на основе теплоты приповерхностных слоев Земли.* Такие системы сегодня получили самое широкое распространение. В них теплота приповерхностных (а иногда и более глубоких) слоев Земли используется для выработки горячей воды с заданными параметрами, которая затем используется как для отопления, так и для горячего водоснабжения.



**Рис. 5. Система отопления с помощью ТН воздух-воздух, реализованный в МО [8]**



**Рис. 6. Теплонасосные системы теплоснабжения с вертикальным (а) и горизонтальным (б) теплообменником-коллектором**

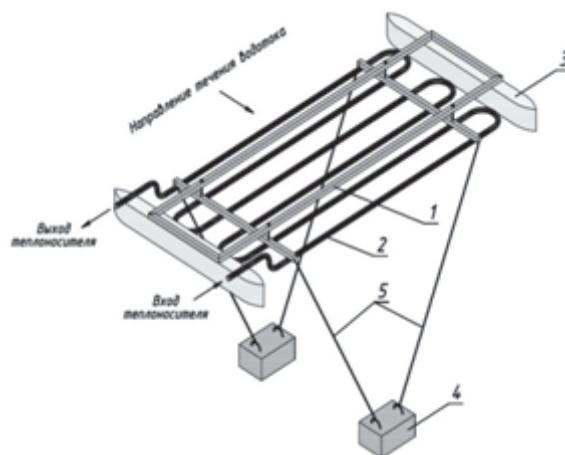
За рубежом такие системы получили широкое распространение, их использование наращивается и в России. Поэтому нет особой необходимости подробно рассматривать этот вопрос, поскольку он широко представлен в огромном числе работ. Классическим примером такого решения является система теплоснабжения школы в Ярославской области [9].

*Установки на основе теплоты открытых водотоков.* К числу наиболее перспективных можно отнести теплонасосные системы, использующие теплоту поверхностных водных сред и, в частности, малых водотоков. К числу малых водотоков можно отнести каналы мелиоративных систем, которые часто образуют развитые сети на территориях, используемых под сельскохозяйственные нужды. Вышеуказанные системы по эффективности не уступают ТНУ с грунтовыми теплообменниками, и зачастую даже превосходят последние, при несравненно более низких капитальных затратах.

Работы в этом направлении в России практически отсутствуют. За рубежом такие системы применяются, однако также недостаточно широко. Одной из причин этого является отсутствие технических проработок систем отбора теплоты водотока.



Мы разработали эффективные и надежные в эксплуатации системы отбора теплоты водотоков, выполнили работы по оптимизации всей теплонасосной системы, в частности, по оптимизации низкотемпературного контура теплонасосной установки и выбору оптимального теплоносителя в этом контуре [10, 11]. Разработанная и описанная в вышеприведенных источниках установка с теплообменником, представленным на рис. 7, прошла испытания в Московской области и показала удовлетворительные результаты.



**Рис. 7. Принципиальная схема теплообменника для отбора теплоты от небольшого водотока:**

1 – рама, 2 – трубы, 3 – поплавки, 4 – грузы-якоря, 5 – тросы

На рис. 8 показан внешний вид (фото) системы отбора теплоты, из которого нетрудно понять, что установка проходила испытания и в зимний период. Результаты этих испытаний в целом положительные, но требуют отдельного рассмотрения.

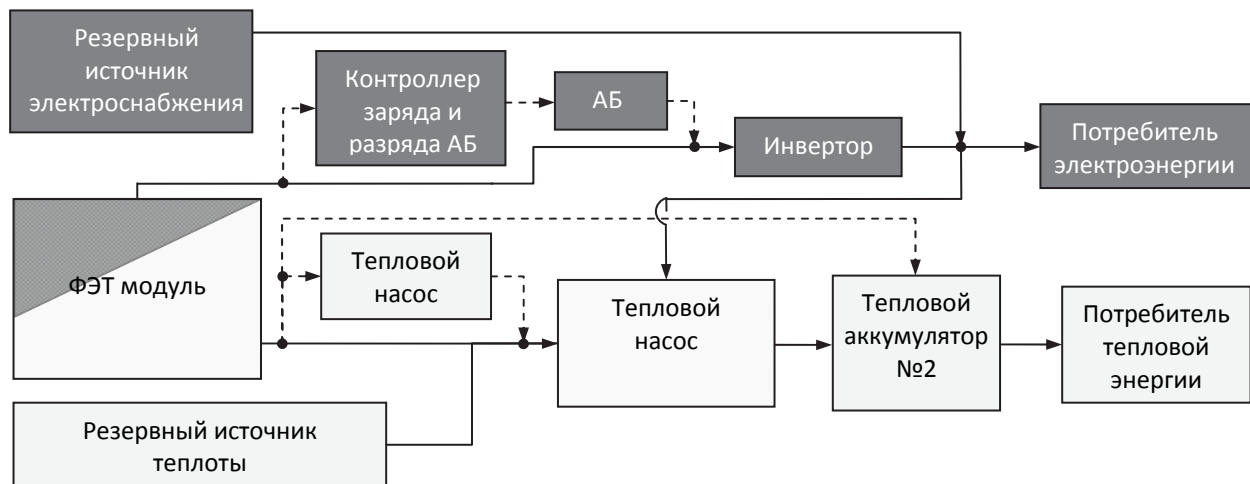


**Рис. 8. Фотографии теплообменника для отбора тепловой энергии от водотока**

*Теплонасосные системы теплоснабжения на основе теплоты окружающей среды и ветроагрегатов.* Такие системы представляются перспективными для использования, в первую очередь, в регионах с заметным ветроэнергетическим потенциалом [12,13].



*Совместное использование ФЭТМ и ТН.* Анализ и практические исследования показали, что при совместном использовании ФЭТМ и ТН повышается эффективность работы как всей системы, так и каждого устройства в отдельности [14, 15]. Блок-схема совмещенной системы ФЭТМ плюс ТН показана на рис. 9.



**Рис. 9. Блок-схема комбинированной системы энергоснабжения ФЭТМ плюс ТН**

Такие системы еще не получили заслуживающего распространения в какой-то степени в связи с дороговизной тепловых насосов. В показанной на рис. 9 системе разница между исходной, промежуточной и конечной (выход) температурами распределяется между двумя установками. В ФЭТМ, вследствие уменьшения разности температуры нагрева теплоносителя, эффективность выработки как тепловой, так и электрической энергии возрастает. Помимо этого, возрастает коэффициент отношения выработки тепловой энергии к электрической. Для ТН уменьшение разности температуры нагрева теплоносителя также повышает его эффективность.

Теплонасосные установки принято оценивать коэффициентом трансформации ( $K_{\text{Тр}}$ ) энергии. Этот показатель эффективности, который численно показывает количество полезного тепла, произведенного теплонасосной установкой на единицу затраченной электроэнергии, в определенных условиях может достигать чрезвычайно высоких значений.

**Выводы и перспективы.** Вышепредставленная информация достаточно убедительно показывает, что теплонасосные системы могут обеспечить абсолютно приемлемую эффективность систем теплоснабжения, в особенности для автономного теплоснабжения удаленных объектов, обеспечиваемых электроснабжением в парадигме распределенной энергетики.

#### Список литературы

1. Адомавичюс В. Б. Микросеть с ветроэлектростанциями для энергообеспечения местных потребителей / В. Б. Адомавичюс, В. В. Харченко // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 7-й

Международной научно-технической конференции, 18–19 мая 2010 года. Ч. 4. Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология. – Москва ГНУ ВИЭСХ. – С. 209–214.

2. Адомавичюс В. Б. Особенности и проблемы построения микросетей / В. Б. Адомавичюс, В. В. Харченко // Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16–17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). Ч. 5. – С. 50–57.

3. Adomavicius V., Kharchenko V., Valickas J., Gusarov V. RES-based microgrids for environmentally friendly energy supply in agriculture, Proceedings of 5th International Conference TAE 2013, Trends in Agricultural Engineering, 2–3 September, 2013, Prague, Czech Republic. – P. 51–55.

4. Харченко В. В. Микросети на основе возобновляемых источников энергии: концепция, принципы построения, перспективы использования / В. В. Харченко // Возобновляемые источники энергии. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и IX молодежной школы. Лекции ведущих специалистов, 11–14 ноября 2014 года, г. Москва. – М. : Университетская книга. – С. 143–168.

5. Гусаров В. А. Энергосберегающие электронные системы автономного энергоснабжения / В. А. Гусаров, В. В. Харченко // Наукоемкие технологии. – 2012. – Т.13, № 4. – С. 41–47.

6. Источники регулируемой мощности в микросетях / В. Б. Адомавичюс, В. В. Харченко, И. Валицкас, В. А. Гусаров // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – № 7. – С. 54–59.

7. Солнечная электростанция для параллельной работы / В. В. Харченко, В. А. Гусаров, В. А. Майоров, В. А. Панченко // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – № 2 (119). – С. 37–43.

8. Автономные системы теплоснабжения на основе тепловых насосов воздух-вода / В. А. Гусаров, В. В. Харченко, А. О. Сычев [и др.] // Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук. Энергетика и автоматика. – 2013. – № 3. – С. 67.

9. Васильев Г. П. Энергоэффективная сельская школа в Ярославской области / Г. П. Васильев, Н. С. Крундышев // АВОК. – 2002. – № 5.

10. Харченко В. В. Использование низкопотенциальной теплоты поверхностного водотока в теплонасосной системе теплоснабжения сельского дома / В. В. Харченко, А. О. Сычѳв // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – Вип. 194, ч. 2. – С. 18–24.

11. Харченко В. В. Оптимизация низкотемпературного контура теплонасосной установки на основе теплоты поверхностных вод / В. В. Харченко, А. О. Сычѳв // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – № 7. – С. 31–36.

12. Chemekov V., Kharchenko V., Adomavicius V. Modelling of autonomous heating, ventilating and air conditioning system based on the heat pump and wind turbine. Proceedings of the 6th international conference on electrical and control technologies “ECT-2011” Kaunas, Lithuania. – P. 307–310.

13. Теплоснабжение дома от теплонасосной системы, использующей возобновляемые источники энергии / В. В. Харченко, В. В. Чемяков, П. В. Тихонов, В. Б. Адомавичюс // Научные труды Литовской академии прикладных наук. Клайпедский университет. – 2011. – № 7. – С. 45–52.

14. Тихонов П. В. Системы энергоснабжения на основе когенерационных фотоэлектрических и тепловых модулей и тепловых насосов / П. В. Тихонов, В.

В. Харченко // Труды 7-й Международной научно-технической конференции, 18–19 мая 2010 года, Москва ГНУ ВИЭСХ. Ч. 4. Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология. – С. 275–279.

15. Харченко В. В. Системы энергоснабжения на основе тепловых насосов и оборудования для улавливания солнечной энергии / В. В. Харченко, П. В. Тихонов, Б. А. Никитин // Перспективные направления альтернативной энергетики и энергосберегающие технологии: труды международной научно-практической конференции. – Чимкент, 2010. – С. 167–172.

### References

1. Adomavichyus, V. B., Kharchenko, V. V. (2010). Mikroset' s vetroelektrostantsiyami dlya energoobespecheniya mestnykh potrebiteley [Microgrids with wind power plants for power supply to local consumers]. Energoobespecheniye i energosberezheniye v sel'skom khozyaystve. Trudy 7-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 18–19 maya 2010 goda, Moskva GNU VIESKH. Ch. 4. Vozobnovlyayemye istochniki energii. Mestnyye energoresursy. Ekologiya, 209–214.

2. Adomavichyus, V. B., Kharchenko, V. V. (2012). Osobennosti i problemy postroyeniya mikrosetey [Features and problems of the construction of microgrids]. Trudy 8-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (16–17 maya 2012 goda, g. Moskva, GNU VIESKH). Ch. 5, 50–57.

3. Adomavicius, V., Kharchenko, V., Valickas, J., Gusarov, V. (2013). RES-based microgrids for environmentally friendly energy supply in agriculture. Proceedings of 5th International Conference TAE 2013, Trends in Agricultural Engineering, 2–3 September, 2013, Prague, Czech Republic, 51–55.

4. Kharchenko, V. V. (2014). Mikroseti na osnove vozobnovlyayemykh istochnikov energii: kontseptsiya, printsipy postroyeniya, perspektivy ispol'zovaniya [Microgrids based on renewable energy sources: the concept, principles of construction, the use of perspectives]. Vozobnovlyayemye istochniki energii". Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem i IX molodezhnoy shkoly. Lektsii vedushchikh spetsialistov, 11–14 noyabrya 2014 goda, g. Moskva. Moskva: «Universitetskaya kniga», 143–168.

5. Gusarov, V. A., Kharchenko, V. V. (2012). Energosberegayushchiye elektronnyye sistemy avtonomnogo energosnabzheniya [Energy-saving electronic systems of autonomous power supply]. Naukoyemkiye tekhnologii, 13 (4), 41–47.

6. Adomavichyus, V. B., Kharchenko, V. V., Valitskas, I., Gusarov, V. A. (2013). Istochniki reguliruyemoy moshchnosti v mikrosetyakh [Sources of regulated power in microgrids]. Al'ternativnaya energetika i ekologiya, 7, 54–59.

7. Kharchenko, V. V., Gusarov, V. A., Mayorov, V. A., Panchenko, V. A. (2013). Solnechnaya elektrostantsiya dlya parallel'noy raboty [Solar power plant for parallel operation]. Al'ternativnaya energetika i ekologiya, 2 (119), 37–43.

8. Gusarov, V. A., Kharchenko, V. V., Sychev, A. O., Rakitov, S. A., Yudayev, I. V. (2013). Avtonomnyye sistemy teplosnabzheniya na osnove teplovykh nasosov vozdukh-voda [Autonomous heat supply systems based on air-to-water heat pumps]. Izvestiya Akademii nauk SSSR. Otdeleniye tekhnicheskikh nauk. Energetika i avtomatika, 3, 67.

9. Vasil'yev, G. P., Krundyshev, N. S. (2002). Energoeffektivnaya sel'skaya shkola v Yaroslavskoy oblasti [Energy-efficient rural school in the Yaroslavl region]. AVOK, 5.

10. Kharchenko, V. V., Sychov, A. O. (2014). Ispol'zovaniye nizkopotentsial'noy teploty poverkhnostnogo vodotoka v teplonasosnoy sisteme teplosnabzheniya sel'skogo

doma [Use of low-potential heat of a surface water flow in a heat pump system of a heat supply of a rural house]. *Naukoviy visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukrainy*, 194 (2), 18–24.

11. Kharchenko, V. V., Sychov, A. O. (2013). Optimizatsiya nizkotemperaturnogo kontura teplonasosnoy ustanovki na osnove teploty poverkhnostnykh vod [Optimization of the low-temperature circuit of a heat pump system based on the heat of surface water]. *Al'ternativnaya energetika i ekologiya*, 7, 31–36.

12. Chemekov, V., Kharchenko, V., Adomavicius, V. (2011). Modelling of autonomous heating, ventilating and air conditioning system based on the heat pump and wind turbine. *Proceedings of the 6th international conference on electrical and control technologies "ECT-2011" Kaunas, Lithuania*, 307–310.

13. Kharchenko, V. V., Chemekov, V. V., Tikhonov, P. V., Adomavichyus, V. B. (2011). Teplosnabzheniye doma ot teplonasosnoy sistemy, ispol'zuyushchey vozobnovlyayemyye istochniki energii [Heat supply from a heat pump system using renewable energy sources]. *Nauchnyye trudy Litovskoy akademii prikladnykh nauk. Klajpedskiy universitet*, 7, 45–52.

14. Tikhonov, P. V., Kharchenko, V. V. (2010). Sistemy energosnabzheniya na osnove kogeneratsionnykh fotoelektricheskikh i teplovykh moduley i teplovykh nasosov [Power supply systems based on cogeneration photovoltaic and thermal modules and heat pumps]. *Trudy 7-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*, 18–19 maya 2010 goda, Moskva GNU VIESKH. Ch. 4. *Vozobnovlyayemyye istochniki energii. Mestnyye energoresursy. Ekologiya*, 275–279.

15. Kharchenko, V. V., Tikhonov, P. V., Nikitin, B. A. (2010). Sistemy energosnabzheniya na osnove teplovykh nasosov i oborudovaniya dlya ulavlivaniya solnechnoy energii [Power supply systems based on heat pumps and solar energy capture equipment]. *Perspektivnyye napravleniya al'ternativnoy energetiki i energosberegayushchiye tekhnologii: trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Chimkent*, 167–172.

## **ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ СІЛЬГОСППРИЗНАЧЕННЯ В КОНЦЕПЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОМЕРЕЖ**

**В. В. Харченко**

***Анотація.** Для розвитку і залучення в господарський оборот нових територій необхідна організація безперебійного надійного енергозабезпечення господарюючих суб'єктів на цих територіях. Великі можливості для вирішення цієї проблеми відкриває використання технології мікромереж на основі відновлюваних джерел енергії. Положення і принципи створення мікромереж, так само як і багато технічних рішень, необхідних для формування мікромережі, розроблені. Однак застосування цієї технології забезпечує вирішення проблеми електропостачання, тоді як завдання теплопостачання споживачів не вирішується.*

*У статті розглянуто можливі підходи для вирішення проблеми теплопостачання в межах використання для електропостачання технології мікромереж на основі відновлюваних джерел енергії.*

**Ключові слова:** мікромережі, електропостачання, теплопостачання, відновлювані джерела енергії, теплові насоси, теплонасосні системи

## **HEAT SUPPLY OF AUTONOMOUS OBJECTS OF AGRICULTURE IN THE CONCEPT OF DISTRIBUTED ENERGY SUPPLY WITH THE USE OF MICROGRIDS**

**V. V. Kharchenko**

**Abstract.** *For the development and involvement in the economic circulation of new territories, it is required to organize an uninterrupted reliable energy supply of economic entities in these territories. A great opportunity to solve this problem opens up the use of technology of microgrids based on RES. The provisions and principles of creating microgrids, as well as many technical solutions necessary for their formation are developed. However, the use of this technology provides a solution to the problem of electricity supply, while the problem of heat supply to consumers is not solved.*

*The article considers possible approaches for solving the problem of heat supply in the framework of using for the power supply the technology of microgrids based on renewable energy sources.*

**Keywords:** *microgrids, electricity supply, heat supply, renewable energy sources, heat pumps, heat pump systems*

УДК621.472

### **СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ**

**В. В. ХАРЧЕНКО**, доктор технических наук, профессор

**Б. А. НИКИТИН**, кандидат технических наук

**П. В. ТИХОНОВ**, кандидат технических наук

**ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Россия**

**Г. Н. УЗАКОВ**, доктор технических наук, профессор

**Инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан**

*E-mail:* kharval@mail.ru

**Аннотация.** *Применение систем точного слежения за солнцем в фотоэлектрических системах обеспечивает значительное повышение общей выработки энергетических солнечных систем. Известно значительное число разработанных и реализованных на практике систем слежения за Солнцем. В настоящей статье приводится описание новой конструкции системы слежения, использование которой в ряде случаев предпочтительнее по сравнению с известными устройствами.*

---

© В. В. Харченко, Б. А. Никитин, П. В. Тихонов, Г. Н. Узаков, 2017