

УДК 620.92:662.997

## Анализ экономических и экологических аспектов применения тепловых насосов для утилизации низкопотенциального тепла очистных сооружений

Канд. техн. наук **Дидиков А.Е.** didikov@yandex.ru

Университет ИТМО

191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

*В работе анализируются экономические и экологические аспекты применения тепловых насосов (ТН) в системах теплоснабжения сельского поселения. Проводится сравнительный экономический анализ использования традиционного и альтернативного источников теплоснабжения. Для повышения эколого-экономических показателей системы теплоснабжения, в качестве источника низкопотенциального тепла, предлагается использовать сточные воды очистных сооружений. На основе анализа литературных данных, выявлены экономические и экологические возможности применения теплонасосных установок, как в РФ так и за рубежом. На основе изучения технико-экономических показателей проекта реконструкции очистных сооружений хозяйственно-бытовых стоков, определены технические и эколого-экономические возможности применения ТН в системе отопления сельского поселения Запорожское, Приозерского района Ленинградской области. В процессе исследования выполнены технические, экономические и экологические расчеты. Полученные результаты экономически обосновывают возможность применения тепловых насосов в рамках поставленной задачи со сроком окупаемости около двух лет. Предлагаемая схема нагрева повысит экологические параметры проекта, позволит снизить выбросы CO<sub>2</sub> и улучшить экологическое состояние атмосферы на территории РФ.*

**Ключевые слова:** эколого-экономические аспекты, экологические проблемы, системы теплоснабжения.

doi:10.17586/2310-1172-2016-9-1-92-98

## Analysis of economic and environmental aspects of the use of heat pumps for disposal of low-grade heat treatment facilities

Ph.D. **Didikov A.E.** didikov@yandex.ru

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

*The paper analyzes the economic and environmental aspects of the use of heat pumps (HP) in the heating systems of rural settlement. A comparative economic analysis of the use of traditional and alternative sources of heat. To improve the ecological - economic indicators of heat supply system, as a source of low-grade heat, invited to use the waste water treatment facilities. Based on an analysis of published data, there are economic and environmental possibilities of the use of heat pump installations, both in Russia and abroad. On the basis of the technical - economic indicators of the project of reconstruction of treatment facilities of domestic waste, defined technical and ecological - economic opportunities for the use of TH in the heating system of rural settlement Zaporozhye, Leningrad Oblast. The study met the technical, economic and environmental calculations. The results are economically justify the possibility of using heat pumps as part of the problem with a payback period of about two years. The proposed scheme will increase the environmental performance of heating project will reduce CO<sub>2</sub> emissions and improve the ecological state of the atmosphere in Russia.*

**Keywords:** Ecological - economic aspects, environmental problems, the heating system

В последнее время в мировой экономике наметились устойчивые тенденции к использованию альтернативных источников энергии при создании ресурсосберегающих систем управления теплоэнергетическими ресурсами. Все большее распространение в рамках программ по управлению энергосберегающими технологиями приобретают схемы с использованием низкотемпературного бросового тепла [20, 3]. Наряду с традиционными методами решения проблем теплоснабжения объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) путем модернизации оборудования, переводу на более экологичное топливо,

автоматизации и т.д., все шире применяют и нетрадиционные схемы, связанные с использованием альтернативных источников энергии.

Одним из устройств, способных внести существенный вклад в управление экономией энергетическими ресурсами, является тепло-насосная установка (ТНУ) [9].

Важнейшая особенность применения данного вида оборудования – его универсальность по отношению к используемой низкопотенциальной энергии. Это позволяет оптимизировать топливный баланс энергоисточника, заместив дефицитные энерго-

ресурсы менее дефицитными. Важное свойство теплового насоса (ТН) – это его способность внести существенный вклад в экономию энергии, за счет повышения потенциала имеющегося в большом количестве и неиспользуемого низкопотенциального тепла (воздух, вода, грунт). Это устройство позволяет привлечь новые источники энергии – например, сбросное тепло сточных вод, неиспользуемое напрямую из-за низкого потенциала. Тепловой насос существенно расширяет возможности применения низкопотенциальной энергии за счет введения дополнительных затрат электрической энергии, которая в дальнейшем полностью превращается в полезную работу.

Тепловые насосы могут применяться для различных целей [7, 8]:

- нагрев и охлаждение технологических процессов;
- отопление и кондиционирование помещений;
- нагрев воды для различных нужд;
- производства пара;
- сушки/осушения воздуха;
- испарение;
- дистилляция;
- концентрация.

Для эффективной эксплуатации ТН необходимо учитывать существующие внешние условия и характер протекания процесса преобразования тепла.

Основные причины привлекательности тепловых насосов заключаются в следующем:

- экологичность: один из самых важных аспектов, нет выброса CO<sub>2</sub> и прочих вредных веществ;
- безопасность: нет огня, нет угарного газа и прочих недостатков использования различных типов котлов;
- долговечность: срок службы насоса составляет до 20 – 25 лет; на некоторые элементы производитель обещает до 100 лет бесперебойной работы, например, земляные зонды;
- низкая стоимость отопления: платим лишь за работу компрессора;
- принцип все в одном: горячая вода, отопление и охлаждение;
- практически полная автономия жилья, производства и др.

В различных отраслях активно прорабатываются технические решения по использованию тепла сточных вод различного происхождения для систем отопления и горячего водоснабжения. В работах [7, 8, 9] приводятся данные о разработке и внедрении нескольких схем утилизации тепла стоков канализационных насосных станций (КНС). Наличие приемных резервуаров КНС позволяет использовать их в качестве аккумулятора тепла, тем самым создав благоприятные условия для работы теплового насоса. Полученная теплота может быть использована по месту нахождения – для теплоснабжения непосредственно здания КС. Но данное решение не позволяет максимально использовать тепло стоков:

нужды теплоснабжения КНС несравнимо ниже теплового потенциала сточных вод.

Во всех традиционных системах отопления, тепло канализационных стоков, как правило, не принимается в расчет и не участвует в общем энергетическом балансе. Выбор источника низкопотенциального тепла всегда является ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики теплового насоса.

Для жилого поселка Запорожское в качестве источника низкопотенциального тепла предлагается использовать тепло хозяйственно - бытовых стоков очистных проектируемых очистных сооружений. Данные стоки являются приемлемым источником низкопотенциального тепла по следующим причинам:

- стабильно поддерживают высокую температуру в течение отопительного сезона;
- являются изобильными и возобновляемыми;
- имеют благоприятные теплофизические характеристики;
- низкие эксплуатационные расходы.

Учитывая приведенные доводы, можно сделать вывод, что схема использования тепла канализационных стоков для нужд теплоснабжения поселка является перспективной, принимая в расчет наличие зданий, расположенных удаленно и необеспеченных централизованным теплоснабжением. В данном случае целесообразно использование теплового насоса в паре с аккумулирующей емкостью, подключенной в сеть теплоснабжения, которая дает возможность подключения к системе теплоснабжения и других источников тепла [4, 5, 6].

В настоящее время рассмотрение альтернативной системы теплоснабжения поселка Запорожское совпало с разработкой проекта реконструкции существующих канализационных очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод. Имеющиеся очистные сооружения поселка имеют пропускную способность 250 м<sup>3</sup>/сут., что не отвечает современным требованиям по объему и требуемой степени очистки, требуемая мощность очистных сооружений планируется 500 м<sup>3</sup>/сут [11, 12].

В процессе проектирования очистных сооружений выявилось, что в поселении не налажена устойчивая система теплоснабжения многоквартирных жилых домов и объектов соцкультбыта, расположенных на периферии. Для оценки экономической эффективности предложенной системы утилизации тепла, использовались данные реального проекта реконструкции очистных сооружений хозяйственно-бытовых стоков поселка Запорожское, а также результаты обследования централизованной системы теплоснабжения.

В настоящее время источником теплоснабжения населенного пункта служит угольная котельная мощностью 4,34 Гкал/ч. В схеме работы в отопительный сезон задействовано 5 котлов: три котла «Нева» и два «Луга - 2». Общая тепловая нагрузка системы теплоснабжения поселка составляет 6,398

тыс. Гкал/год. Годовой расход угля исчисляется 2097,5 т. Устойчивое обеспечение теплом за счет имеющихся мощностей котельной осуществляется в размере 70–75 % от требуемого количества. Недостаток теплоснабжения в размере 2,058 тыс. Гкал/год покрывается потребителями за счет обогрева электрическими нагревателями и другими устройствами. Применение природного газа в ближайшей перспективе не планируется из-за отсутствия источника централизованного газоснабжения. Увеличение мощности существующей котельной затруднительно из-за морально и физически изношенного оборудования и всей системы теплоснабжения.

Принимая во внимание, что в настоящий момент разработан проект реконструкции очистных сооружений хозяйственно - бытовых стоков поселка Запорожское и в тоже время выявлен дефицит теплоснабжения жилого многоквартирного сектора, предлагается использование нового варианта теплоснабжения с использованием ТНУ для покрытия этого дефицита [11].

Хозяйственно-бытовые стоки, в основном, складываются из объема потребления холодной и горячей воды. Холодная вода поступает в здания зимой с температурой 5...10 °С, нагревается в трубопроводах, смешивается с горячей водой, и покидает здание с температурой 20...30 °С. Таким образом, канализационные стоки уносят с собой большое количество тепла, которое возможно утилизировать.

Расчетная температура сточных вод, поступающих на очистные сооружения в зимний период, в самое холодное время, составляет 12 °С.

Существует несколько схем утилизации тепла. Самая простая – «прямое» использование низкопотенциального теплоносителя в теплообменниках первой степени подогрева горячего водоснабжения (ГВС). Такая схема утилизации тепла не требуют больших затрат, однако обладает одним существенным недостатком: низкий температурный напор – не более 20 °С, не дает возможности полностью решить проблемы теплоснабжения системы ГВС и требует дополнительные средства для подогрева потока до требуемой температуры.

В схеме утилизации тепла с использованием теплового насоса для повышения полезного температурного напора используется теплонасосная установка (ТНУ), работающая на низкокипящем хладагенте. Эта схема требует дополнительных капитальных вложений, но позволяет достичь необходимого температурного уровня теплоносителя в системах отопления до 75 °С.

Основными достоинствами технологии преобразования теплоты при помощи ТНУ являются:

- высокая энергетическая эффективность,
- экологическая чистота,
- надежность,
- комбинированное производство теплоты и холода в единой установке,

- мобильность,
- универсальность по тепловой мощности,
- универсальность по виду используемой низко-потенциальной энергии,
- полная автоматизация работы установки.

В результате анализа системы теплоснабжения поселка, обнаружился дефицит тепловой энергии для отопления отдельных зданий в объеме 2058 Гкал/год.

Количество тепла, которое возможно получить от утилизации канализационных стоков за отопительный период:

$$Q_{\text{кан ст.}} = G_{\text{сут. ст.}} \cdot c_{\text{ст.}} \cdot \rho_{\text{ст.}} \cdot (t_{\text{ст. н.}} - t_{\text{ст. к.}}) \cdot \varphi \cdot n_{\text{от.}}$$

где  $G_{\text{сут. ст.}}$  – суточный расход сточных вод 500 м<sup>3</sup>/сут.;  
 $c_{\text{ст.}}$  – теплоемкость сточных вод 1 ккал/(кг·°С);  
 $\rho_{\text{ст.}}$  – средняя плотность сточных вод 998·кг/м<sup>3</sup>;  
 $t_{\text{ст. н.}}$  – температура сточных вод на входе в теплообменник 12 °С;  
 $t_{\text{ст. к.}}$  – температура сточных вод на выходе из теплообменника теплового насоса 5 °С;  
 $\varphi$  – коэффициент, учитывающий долю тепла вносимую компрессором теплового насоса 1,3;  
 $n_{\text{от.}}$  – количество суток отопительного периода 220 сут.

$$Q_{\text{кан ст.}} = 500 \cdot 1 \cdot 998 \cdot (12 - 5) \cdot 1,3 \cdot 220 = 998,9 \text{ Гкал/год}$$

Как видно из расчетов, при помощи сбросного тепла сточных вод возможно обеспечить лишь около половины от необходимого дефицита тепла для удаленного района поселка.

Для определения экономической целесообразности проекта в работе были рассмотрены следующие варианты системы теплоснабжения удаленных зданий в отопительный период:

- 1 – использование теплового насоса,
- 2 – использование угольных котлов,
- 3 – использование электрических нагревателей.

При выборе ТНУ анализировались и учитывались данные профессиональных ассоциаций и рейтинговых агентств, а также опубликованные сведения Австрийского энергетического агентства от 29.03.2010 по результатам исследования более 30 наиболее популярных в Европе моделей ТН [10]. За основной критерий оценки была установлена эффективность работы теплового насоса, согласно европейских стандартов: EN14511 и EN255.

Лидером по результатам исследования Австрийского энергетического агентства является Шведская компания NIBE АВ. Компания представлена марками ТН: KNV F114512; KNV F1140 – 6 и KNV F1240–10.

Следующая за ней по рейтингу австрийская фирма HELIOTHERM, представленная тепловым насосом модели HP 16s18W – M - WEB.

Третье место занимает немецкий производитель – Viessman. Компания представлена моделью Vitokal 300GBW 106.

На четвертом месте фирма VAILLANT – представлена маркой VWS 101/3.

По данным, полученным из открытых источников, публикуемым профессиональными ассоциациями и рейтинговыми агентствами, основными мировыми лидерами по производству тепловых насосов являются следующие компании:

- Climate Master (более 50 лет занимается производством тепловых насосов, США);
- Vaillant (крупнейший мировой производитель, с оборотом в 2 млрд. евро, 2,7 млн. теплотехники продается в год, Германия);
- Heliotherm (молодая компания, но уже была награждена «Hansjörg-Jäger Zukunftspreis 2007» (Приз Будущего), более 15000 проданных и установленных систем, Австрия);
- NIBE AB (основной офис компании расположен в Швеции, но имеет свои подразделения в других странах Европы, отличаются своим высоким КПД, оборот от продаж компании превышает 1 млрд. евро в год);
- Stiebel Eltron (немецкая компания, которая почти сто лет занимается разработкой и производством инженерных сетей и оборудования для дома) и др.

В России производители крупных тепловых насосов представлены следующими компаниями: ЗАО «Энергия» (г.Новосибирск), комплекс «Тепломаш» ОАО «Кировский завод» (г. Санкт-Петербург) и ОАО «ФГУП «Рыбинский завод приборостроения». Эти предприятия имеют самый большой период работы в данной области и наибольший объем выпущенных тепловых насосов мощностью от 10 до 3000 кВт. Тепловые насосы этой группы успешно работают на Камчатке, Алтае, в Новосибирской области, Норильске, Литве, Казахстане.

Среди отечественных производителей также стоит упомянуть такие компании как: «Корса» (уже более 10 лет занимается тепловыми насосами) и ООО «Экотепло» (более 5 лет). В настоящее время, усилиями этих компаний в ряде городов уже используются теплонасосные установки для утилизации тепла промышленных и канализационных стоков для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения жилищных, торговых и гостиничных зданий. Среди таких городов – Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Новосибирск, Ярославль, Саратов, Смоленск и др. [10, 15]

Анализ конструкций, надежность, сервис, стоимость монтажа и эксплуатации, а также возможность достичь максимальной температуры теплоносителя – до 75 ... 80 °С показал, что тепловые насосы российского производства способны составить достойную конкуренцию зарубежным по уровню исполнения и ценообразованию. Особенно стоит отметить, что, требуемые высокие параметры теплоносителя, около 75 °С, необходимые в северных широтах, импортные ТНУ не всегда могут обеспечить без значительной потери их эффективности. Принимая во внимание ограниченность бюджета жилого поселка,

нахождение его в северной зоне РФ, рассматривались не только особенные технические характеристики, но и возможности экономии на стоимости агрегата, монтаже и обслуживании, а также на транспортных услугах (доставка теплового насоса).

На основе анализа рынка отечественных ТН, выявилось, что не все ТНУ могут обеспечить температуру теплоносителя в системе отопления 75 °С. Анализ качественно – ценовых показателей производителей ТНУ показал возможность применения для поставленных целей теплового насоса марки НТ – 110, производимого НПО «Энергия» г. Новосибирск. Для определения режимных параметров теплового насоса и расчета основных параметров работы ТНУ использовались исходные данные системы отопления поселка Запорожское. В качестве хладагента предлагается применить озонобезопасный хладагент R 134a.

Согласно выполненным расчетам, основные характеристики теплонасосной установки выглядят следующим образом: давление всасывания на входе в компрессор при температуре 5 °С для хладагента R–134 составляет  $P_0 = 3,5$  Бар (0,35МПа). Давление нагнетания на выходе из компрессора при температуре 80 °С составляет  $P_k = 29,29$  Бар (2,93 МПа). Действительный коэффициент преобразования  $COP_{действ}$  равен 3,87.

Применение ТНУ, по сравнению с автономной котельной на органическом топливе, может быть оправдано, если стоимость сэкономленного топлива (энергии) за 2–4 года эксплуатации превышает либо равна увеличению неэнергетической части произведенных годовых затрат (капитальных затрат, затрат на обслуживание и ремонт). Экономия топлива при сопоставлении теплоснабжения с помощью ТН и котельной определяется по формуле:

$$\Delta G = G_k (1 - (K_k/K_{тн}))$$

где  $G_k$  – расход топлива в котельной в тоннах условного топлива.

$K_k, K_{тн}$  – коэффициенты использования первичной энергии в котельной и тепловом насосе.

Для котельной

$$K_k = \eta_k$$

где  $\eta_k$  – коэффициент полезного действия котла.

Для теплового насоса

$$K_{тн} = \varphi \cdot \eta_{эз}$$

где  $\varphi$  – коэффициент преобразования;

$\eta_{эз}$  – коэффициент полезного действия производства электроэнергии, при использовании ТНУ с электроприводом.

Для определения эколого-экономической целесообразности проекта рассмотрим оба варианта теплоснабжения: традиционный и с применением ТНУ.

Для компенсации дефицита тепла, который составляет 2058 Гкал/год, необходим расход 360 т.у.т. При теплотворной способности угля  $Q_y = 5,0$  Гкал/т и с учетом коэффициента полезного действия угольных котлов  $\eta_k = 60\%$ , это эквивалентно 700 т натурального угля,

Для региона Ленинградской области продолжительность отопительного сезона составляет 5221 ч или 220 суток [16], т.е. среднечасовая тепловая нагрузка системы теплоснабжения (включая потери в системе) составляет  $2058/5221 = 0,4$  Гкал/ч.

Следовательно, для погашения дефицита тепла в угольной котельной необходимо установить дополнительно два котла тепло-производительностью по 0,4 Гкал/ч (один из них – т.н. «горячий» резерв).

Другим источником теплоснабжения в решении вопроса дефицита тепла может служить ТНУ типа «вода-вода», мощностью обеспечивающей компенсацию тепловой нагрузки до 0,19 Гкал/ч от необходимых 0,4 Гкал/ч.

Альтернативный источник тепла состоящий из двух агрегатов единичной тепловой мощностью 110 кВт (0,095 Гкал/ч) при работе с источником НИТ при температуре 12 °С (сточная вода коммунальных очистных сооружений) и температуре нагретой воды теплосети 75 °С, имеет коэффициент преобразования  $\phi = 3,36$ .

В данном случае экономию топлива можно определить по формуле:

$$\Delta G = G_k (1 - (\eta_k / \phi \cdot \eta_{э})) = 360 \cdot (1 - (0,6 / (3,36 \cdot 0,37))) = 187,2 \text{ т.у.т.}$$

За отопительный период, в пересчете на натуральный уголь, из расчета 50 % замещения угольного котла на НИТ, экономия составит 182,5 т. При стоимости натурального угля, с учетом транспортных и погрузочно-разгрузочных расходов на месте потребления 2300 руб/т, экономия в денежном выражении составит 419,7 тыс. руб.

Капитальные затраты на приобретение, монтаж, технологическую обвязку и пуско-наладку котельного оборудования, в соответствии с проектно-сметной документацией составляют 3800 тыс. руб. [15]

Стоимость зданий и сооружений в обоих вариантах одинакова. Капитальные расходы на приобретение теплового насоса НТ – 110 составляют по курсу доллара на момент расчета 899 тыс. руб. Монтаж, технологическая обвязка, пуско-наладочные работы составляют по данным производителей около 15...20 % от стоимости ТНУ, в данном варианте около 180 тыс. руб. [15]

$$Z_{\text{тн}1} = 899000 + 180000 = 1079 \text{ тыс. руб.},$$

где  $Z_{\text{тн}1}$  – капитальные затраты на одну ТНУ.

Для обеспечения полного использования НИТ необходимо применить два ТН. Их суммарная стоимость  $Z_{\text{тн}}$  составит 2158 тыс. руб.

При одинаковых затратах на ремонт, амортизацию оборудования (с учетом того, что срок службы ПТН больше срока службы угольных котлов) экономия на эксплуатационных расходах между котельной и ТНУ определяется разностью стоимостей израсходованных за отопительный сезон угля в котельной и электроэнергии в теплонасосной системе. Стоимость израсходованного угля за отопительный период составляет при возможности 50 % замещения НИТ:

$$C_y = 0,5 \cdot 2300 \cdot G_k = 0,5 \cdot 2300 \cdot 365 = 419,75 \text{ тыс. руб.}$$

При средневзвешенной стоимости (для дневного тарифа) одного кВт·ч электроэнергии 2,08 руб. [19], стоимость израсходованной на электропривод тепловых насосов электроэнергии (составляет 1/3 от производимой тепловой мощности) равна:

$$C_{э} = 2,08 \cdot 220 \cdot 24 \cdot 0,3 \cdot 220 = 724,8 \text{ тыс. руб. в год.}$$

Как показывают расчеты при сравнении ТНУ и угольной котельной – затраты на электроэнергию выше чем затраты на покупку угля.

Проведем сравнительный анализ использования ТН и электрического котла.

Затраты на работу электрического котла составят:

$$C_{э\text{н}} = 2,08 \cdot 220 \cdot 24 \cdot 220 = 2416 \text{ тыс. руб. в год.}$$

Экономия эксплуатационных расходов ТНУ, по сравнению с электрической котельной составляет:

$$\Delta C = C_{э\text{н}} - C_{э} = 2416 - 724,8 = 1691 \text{ тыс. руб. в год.}$$

Срок окупаемости капитальных затрат ТНУ

$$T = Z_{\text{тн}} / \Delta C = 2158 / 1691 = 1,27 \text{ года.}$$

При использовании в качестве источника покрытия дефицита теплоснабжении электрического нагревателя, по отношению стоимости ( $C_{э}$ ) 1 кВт - ч электрической энергии к стоимости 1 кВт - ч энергии топлива ( $C_{т}$ ) можно прогнозировать экономическую целесообразность использования тепловых насосов для теплоснабжения при наличии в достаточном количестве НИТ.

Если известны цены на электрическую энергию и топливо, а также низшая теплотворная способность топлива, легко рассчитать величину  $C_{э}/C_{т}$  для любого вида топлива и региона, предварительно оценив экономическую целесообразность внедрения ПТН.

В рассматриваемом варианте для поселка Запорожское - это отношение составляет  $C_{э}/C_{т} = 1,7$ .

На основании данных открытых источников информации (зарубежный и отечественный опыт), приемлемый срок окупаемости капитальных вложений при использовании теплонасосной техники достигает 2–5 лет при соотношении  $C_{э}/C_{т} < 4,0$ . Например,

в Швеции и Германии это отношение равно: 1,3 и 2,2 соответственно. В России, из-за низких цен на органическое топливо, это соотношение составляет для электроэнергии (при отоплении электричеством) 1,0; для твердого и жидкого топлива – 2,5–5,0; а для природного газа – 6,0–8,0 [15].

В данной работе показано, что срок окупаемости капитальных вложений при сравнении ТНУ с электрическими нагревателями, составляет 1,27 года. В с угольными котельными ТНУ в данном случае неконкурентоспособны. По прогнозам специалистов стоимость ТНУ может ежегодно возрастать на 2–3%, а тарифы на энергоносители растут пропорционально инфляции на 10–15%, следовательно можно предположить, что срок окупаемости затрат на теплонасосную установку будет снижаться.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование теплонасосной системы для теплоснабжения жилого района, подключенного к удаленной ветке теплосети, позволяет исключить дополнительный расход электрической энергии, а также снизить поступление выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, образующихся при сжигании органического топлива на ТЭЦ.

В настоящее время, для успешного внедрения проектов альтернативного теплоснабжения, необходимо применение действенных экономических механизмов стимулирования этих процессов, которые широко применяются за рубежом. В частности это: введение специальных тарифов на электроэнергию для пользователей ТН, льготное и выгодное кредитование при покупке оборудования, уменьшение НДС при ввозе комплектующих отечественными производителями теплонасосной техники и т.д.

Несмотря на экономическую целесообразность данного проекта, без действенной государственной поддержки, заключающейся в надлежащем финансировании программ создания отечественных ТН, конкурентоспособных по отношению к импортным аналогам, проблемы внедрения ТН могут во многом остаться декларативными.

### Список литературы

1. Горнов В. Российский рынок тепловых насосов // Империя Холода. 2012. №10. С 36 – 37.
2. Горшков В.Г. Эффективность пароконпрессорных и абсорбционных тепловых насосов // Молочная промышленность. 2011. №4. С 46.
3. Губанов М.М. Особенности германского законодательства в области энергосбережения и применения возобновляемых источников энергии // Промышленная энергетика. 2013. №1. С 54–61.
4. Дидиков А.Е. Использование солнечной энергии в системах нагрева воды на пищевых предприятиях. –V Междун. научн. техн. конф. «Низкотемпературные технологии в XXI веке. – Спб.: СпбГУНиПТ. – 2009. – 150 с.

5. Дидиков А.Е. К вопросу использования альтернативных источников солнечной энергии в системах теплоснабжения промышленных и бытовых потребителей // Экономика и экологический менеджмент. 2012. №2.

6. Дидиков А.Е. К вопросу применения солнечно-теплонасосных систем на предприятиях пищевой промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2015. № 2.

7. Милова Л. Тепловые насосы для водяных систем отопления и горячего водоснабжения // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2009. №4. С 50 – 58.

8. Немченко Н.И. Теплонасосная установка – перспективный источник теплоснабжения поселка // Промышленная энергетика. – 2013. – №10. – С 51 – 54.

9. Попов А.В. Новейшие возможности использования тепловых насосов // Промышленная энергетика. 2010. №4. С 46 – 50.

10. Обзор рынка тепловых насосов. // Империя Холода. – 2013. – №1. – С 28 – 29.

11. НИИППТ «ЭНКО». Проект Генерального плана муниципального образования Запорожское сельское поселение муниципального образования Приозерский муниципальный район Ленинградской области. – СПб. –2010.

12. <http://zaporojskoe.spblenobl.ru/>, Официальный сайт. Муниципальное образование Запорожское сельское поселение. – 2013.

13. Бычковский И.В. и Минц И.Г. «Методические рекомендации по формированию нормативов потребления жилищно-коммунального хозяйства». – М.: Институт экономики ЖКХ. –1999.

14. Commission of the European Communities, «Green Paper. Towards a European strategy for the security of energy supply». – Brussels. – 29 November 2000.

15. «Тепловые насосы» <http://www.teplonasos.spb.ru/>

16. НИИ строительной физики РААСН, Строительная климатология. Справочное пособие к СНиП 23-01-99. – М.: НИИСФ РААСН.– 2006.

17. ТСН 23-356-2004 "Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий", М. – 2004.

18. «Тарифы», 2012-2014. [В Интернете]. Available: <http://newtariffs.ru/>. [Дата обращения: 9 июнь 2014]

19. Комитет по тарифам СПб. «Об установлении тарифов на электроэнергию». – Распоряжение Комитета по тарифам №565-р. – 20.12.2013.

20. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715.

### References

1. Horns V. Rossiisky market of thermal pumps//*Empire of Cold*. 2012. No. 10. With 36 – 37.

2. V.G. Effektivnost's pots of parokompressor and absorbing thermal pumps // *Dairy industry*. 2011. No. 4. With 46.
3. Gubanov M. M. Features of the German legislation in the field of energy saving and application of renewables//*Industrial power*. 2013. No. 1. With 54 61.
4. Didikov A.E. Use of solar energy in systems of heating of water at the food enterprises. – the V Mezhdun. научн.техн. конф. "Low-temperature technologies in the XXI century. – SPb.: СПбГУНиПТ. – 2009. – 150 p..
5. Didikov A.E. To a question of use of alternative sources of solar energy in systems of heat supply of industrial and household consumers // *Economy and ecological management*. 2012. No. 2.
6. Didikov A.E. To a question of application it is solar - heatpump systems at the enterprises of the food industry//*the NIU ITMO Scientific magazine. Series: Economy and ecological management*. 2015. No. 2.
7. Milova L. Thermal pumps for water systems of heating and hot water supply//*Bathroom equipment, heating, conditioning*. 2009. No. 4. With 50 – 58.
8. Nemchenko N. I. Heatpump installation – a perspective source of heat supply of the settlement // *Industrial power*. 2013. No. 10. P. 51–54.
9. Popov A.V. The newest opportunities of use of thermal pumps//*Industrial power*. 2010. No. 4. With 46 – 50.
10. Review of the market of thermal pumps. // *Empire of Cold*. – 2013. – No. 1. – With 28 – 29.
11. NIIPPT of "ENKO". Draft of the Master plan of municipality Zaporozhye rural settlement of municipality Priozersk municipal region of Leningrasky area. – SPb. – 2010.
12. <http://zaporojskoe.spblenobl.ru/>, Official site. Municipality Zaporozhye rural settlement. – 2013.
13. Bychkovsky I.V. and Mintz I.G. "Methodical recommendations about formation of standards of consumption of housing and communal services".– M.: Institute of economy of housing and communal services. – 1999.
14. Commission of the European Communities, "Green Paper. Towards an European strategy for the security of energy supply". Brussels. – 29 November 2000.
15. "Thermal pumps" of [http://www .teplonasos.spb.ru/](http://www.teplonasos.spb.ru/)
16. Scientific research institute of construction physics of PAACH, Construction climatology. The handbook to Construction Norms and Regulations 23-01-99. – M.: NIISF RAASN. – 2006.
17. TCH 23-356-2004 "Power efficiency of residential and public buildings", M. – 2004.
18. "Tariffs", 2012-2014. [On the Internet]. Available: <http://newtariffs.ru/>. [Date of the address: 9 June, 2014]
19. Committee on tariffs of SPb. "About establishment of tariffs for the electric power". – Order of Committee on tariffs No. 565-r. – 20.12.2013.
20. Power strategy of Russia for the period till 2030. No. 1715 – river is approved by the order of the Government of the Russian Federation of 13.11.2009.

Статья поступила в редакцию 04.09.2015 г.