

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий,  
механики и оптики» (Университет ИТМО)

Кронверкский проспект, д. 49, г. Санкт-Петербург,  
Российская Федерация, 197101  
тел.: (812) 232-97-04 | факс: (812) 232-23-07  
od@mail.ifmo.ru | www.ifmo.ru

*17.11.2016 № 01.01/123*

Директор ИХиБТ Университета ИТМО  
Д.Т.Н., профессор

А.В.Бараненко

2016 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Слесаренко Ильи Вячеславовича  
«Совершенствование систем теплоснабжения с солнечными  
водонагревательными установками (на примере Дальневосточного региона)»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности:

05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,  
газоснабжение и освещение.

**Актуальность темы** определена постоянным увеличением количества установок и аппаратов, использующих возобновляемые источники энергии, и связана с важным направлением энергосбережения – использованием солнечной энергии в системах теплоснабжения.

Возможность использования солнечной энергии обусловлена наличием значительного возобновляемого энергетического ресурса - на территории Дальневосточного региона, включающей Приморский край, юг Хабаровского края и Сахалинской области плотность солнечного излучения позволяет применять солнечные водонагревательные установки с высокой теплоэнергетической эффективностью.

Разработка солнечных водонагревательных установок является перспективным направлением совершенствования локальных и централизованных систем теплоснабжения. При создании гелиоустановок комбинированного типа потенциал солнечной энергии используется в

совокупности с известными способами теплоснабжения, включая тепловые насосы и аккумуляторы теплоты. Такие источники тепловой энергии обладают рядом преимуществ перед централизованной системой теплоснабжения: они представляют экологически чистые технологии, обладают автономностью и высоким уровнем надежности, обеспечивая потребителей тепловой энергией независимо от климатических факторов. Внедрению гелиоустановок способствует модульность исполнения основных узлов и возможность их автоматизации.

Тематика и содержание работы Слесаренко И.В., направленной на совершенствование солнечных систем теплоснабжения, способствуют развитию гелиоустановок и дальнейшему их применению для отопления и горячего водоснабжения производственных, социальных и жилых объектов в РФ.

Работа относится к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ и соответствует перечню критических технологий РФ, утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899 («Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику»).

**Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации:**

- в работе предложена и реализована методика оценки ресурсов солнечной энергии, учитывающая влияние климатических и конструктивных факторов на работу гелиоустановок;

- автором разработана методика определения характеристик солнечных коллекторов при конструировании систем теплоснабжения, основанная на теоретических расчетах и экспериментальных данных;

- автором определены основные схемные решения при использовании гелиоустановок в системах теплоснабжения, уточнены энерго-технологические показатели таких систем, разработаны рекомендации по повышению надежности и экономичности солнечных водонагревательных установок;

- в диссертации разработана и применена для оптимизационных расчетов математическая модель солнечной системы теплоснабжения;
- автором усовершенствована автоматизированная система управления технологическим процессом экспериментальной гелиоустановки, задействованной в системе теплоснабжения совместно с тепловым насосом и аккумуляторами тепловой энергии.

Представленные в теоретической и практической части положения диссертации отражают **степень достоверности результатов проведенных исследований**. Полученные соискателем результаты не противоречат результатам исследований других авторов. Представленные в диссертации исследования достоверны, а выводы вполне обоснованы.

#### **Новизна полученных результатов исследования:**

1. Соискателем определены оригинальные технологические условия, позволяющие с более высокой отдачей использовать солнечное излучение при применении гелиоустановки в системах теплоснабжения;
2. Соискателем предложены и экспериментально проверены зависимости для сравнительной оценки эффективности применения солнечных коллекторов различных типов в климатических условиях Дальневосточного региона;
3. Соискателем разработана и впервые применена для решения практических задач математическая модель системы теплоснабжения в составе солнечных коллекторов, теплового насоса и аккумуляторов теплоты, что позволило получить новые данные, необходимые для совершенствования системы управления и выбора оптимальных режимов работы оборудования гелиоустановок;
4. Соискателем разработана и исследована конструкция системы теплоснабжения, позволяющая совмещать различные источники теплоты, включающие как традиционные агрегаты в виде электрических или газовых котлов, так и агрегаты, использующие возобновляемую энергию: солнечные водонагревательные установки и тепловые насосы.

**Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований достигаются:**

- корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в ходе исследования;
- применением современного математического аппарата и сертифицированного программного обеспечения;
- подтверждением результатов расчетных характеристик экспериментальными и эксплуатационными данными, полученными автором на действующих опытно-промышленных гелиоустановках;
- внедрением результатов диссертационной работы.

**Научная значимость** диссертационных результатов связана с совершенствованием структуры и исследованием технологических особенностей солнечной системы теплоснабжения, получением новых теоретических решений и экспериментальных данных, обобщающих особенности эксплуатации солнечных водонагревательных установок с коллекторами различного типа. Значимой для науки является разработанная математическая модель комбинированной солнечной водонагревательной установки, позволяющая исследовать и оптимизировать процессы управления и режимы работы оборудования гелиоустановок в различных климатических условиях.

**Практическая значимость** работы заключается в использовании солнечной водонагревательной установки как базового узла систем горячего водоснабжения и отопления при реализации проектов теплоснабжения на реконструируемых и строящихся социальных и промышленных объектах Дальневосточного региона: на объекте при выполнении государственного контракта № 02.740.11.0829 от 11 июня 2010 г. «Разработка реверсивного теплового насоса для локальной системы теплоснабжения на базе солнечной водонагревательной установки», на опытно-промышленных гелиоустановках, размещенных на объектах Приморского края по договорам компании «Энерджи-Сан», г. Владивосток. Рекомендации, представленные в работе, были использованы при создании в Приморском крае солнечных водонагревательных установок с площадью коллекторов более 400 м<sup>2</sup>.

**Замечания по диссертационной работе:**

1. В работе узко представлен сравнительный анализ работ по экономической направленности, выполненных другими исследователями при решении рассматриваемых в работе задач.

2. В работе не приведено описание примененной методики планирования эксперимента.

3. Представленная на стр. 67 схема СВНУ с реверсивным тепловым насосом недостаточно подробно описана, что затрудняет определение ее основных функций.

4. Приведенная в работе передаточная функция (стр. 95 - 96) недостаточно точно описывает объект регулирования (тепловой аккумулятор), входящий в структуру системы теплоснабжения.

5. Некорректно указан диапазон регулирования насосов исследуемой опытной солнечной водонагревательной установки в разделе автоматизации (стр. 127): «подтверждает возможность регулирования производительности насоса в пределах 20 - 55 Гц».

6. Во введении автор приводит ссылку на источники, в которых фигурирует термин «срок окупаемости», однако в работе данный показатель не приводится для экономического расчета исследуемых систем теплоснабжения.

7. Значительную часть материалов, вынесенных в приложение, можно было бы сократить.

Отмеченные замечания не сказываются на общем положительном впечатлении и высокой оценке диссертации.

### **Заключение**

Работа является законченной и выполнена на высоком научном уровне. Диссертационная работа содержит достаточное количество рисунков, графиков, таблиц, примеров и подробных расчетов. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу,

выполненную на актуальную тему, и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Вопросы, рассмотренные в диссертационной работе, имеют существенное значение для решения важных прикладных задач в области использования комбинированных солнечных водонагревательных установок при реконструкции систем теплоснабжения, в том числе на социально значимых муниципальных объектах для обеспечения экономичного, экологически чистого, и надежного горячего водоснабжения.

Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Слесаренко Илья Вячеславович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании кафедры инженерного проектирования Университета ИТМО от «16» ноября 2016 г., протокол № 4.

Результаты голосования: «за» - 14, «против» - нет; «воздержались» - нет.

Председатель заседания, заведующий кафедрой  
инженерного проектирования ФГАОУ ВО  
«Санкт-Петербургский национальный  
Исследовательский университет информационных  
технологий, механики и оптики»,  
д.т.н., профессор



В.А. Пронин

191002, г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова 9,  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский  
университет информационных технологий, механики и оптики».  
Тел. 315-28-27 e-mail: maior.pronin@mail.ru