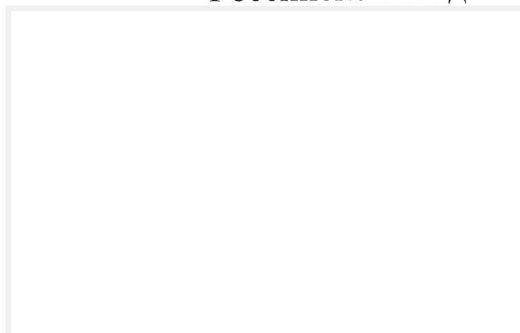


## УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ФГБУН  
Институт систем энергетики  
им. Л.А. Мелентьева  
Сибирского отделения  
Российской академии наук,



Алексеевич

24 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН) на диссертацию Хоревой Валентины Александровны "Эксергетическая эффективность технологий тригенерации на базе инсоляции юга Сибири", представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

### Актуальность темы диссертации.

В течение нескольких десятилетий во всём мире возрастает роль ВИЭ, в том числе на основе использования энергии Солнца. В последние годы существенный рост солнечной энергетики наблюдается и в РФ. В этих условиях значительный энергетический и экологический эффект может быть достигнут за счёт выбора рациональных схем и параметров гелиоустановок с учётом местных особенностей (число солнечных дней, высота над уровнем моря и др.) площадки, на которой предполагается строительство солнечной электростанции. При этом следует отметить, что, если методическим вопросам схемно-параметрической оптимизации гелиоустановок, предназначенных только для производства электроэнергии в мировой науке уделяется достаточно много внимания, то исследований солнечных установок, предназначенных для производства электроэнергии и тепла, а тем более электроэнергии, тепла и холода явно недостаточно. Этим обуславливается актуальность диссертационной работы В.А. Хоревой.

Диссертационная работа В.А. Хоревой включает введение, пять глав, заключение, список литературы (161 наименование) и три приложения. Общий объем диссертации 141 страница.

Во введении показана актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан обзор развития солнечной энергетики для производства электроэнергии, тепла и холода.

Вторая глава посвящена моделированию пространственно-временных параметров инсоляции. Предложена математическая модель, позволяющая рассчитать количество солнечной радиации, приходящееся на солнечный коллектор при различных углах его установки к потоку солнечного излучения в зависимости от географических координат площадки установки, региональных особенностей состояния атмосферы, расчётного дня года и времени суток.

Третья глава посвящена разработке гибридных гелиосистем, сочетающих производство электроэнергии на основе солнечных фотоэлементов, и с использованием теплоэнергетической установки, работающей по органическому циклу Ренкина, причём входное тепло для данной установки отводится от солнечных фотоэлементов.

Четвёртая глава посвящена получению горячей воды и холода с использованием солнечной энергии. Рассматриваются результаты экспериментальных исследований плоского солнечного коллектора с использованием разработанной автором поверхности теплообмена.

В пятой главе рассматривается разработанная автором система тригенерации на основе солнечной энергии. В данной системе выработка электроэнергии осуществляется в солнечных элементах и в паротурбинной установке, работающей на низкокипящем рабочем теле. Для получения холода используется абсорбционная холодильная машина, а для получения тепла – солнечный водонагревательный коллектор.

В заключении представлены выводы по работе.

Научная новизна диссертации В.А. Хоревой состоит в следующем.

- На основе эксергетического анализа разработан комплексный подход к определению эффективности технологий тригенерации, использующих солнечную радиацию.

- Предложена оригинальная гибридная гелиоустановка для производства электроэнергии на основе солнечных фотоэлементов и теплоэнергетической установки, работающей по органическому циклу Ренкина, для которой подобрано рабочее тело и обоснованы термодинамические параметры.

- Усовершенствована модель расчёта солнечной радиации с учётом нелинейности плотности атмосферы и спектра солнечного излучения.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в следующем.

- Разработана эффективная технологическая схема тригенерационной установки, производящей электроэнергию, тепло и холод, в которой используется предложенная автором гибридная гелиоустановка.

- Установлены границы применимости солнечных технологий для региона юга Сибири с учётом характерной для него инсоляции.

- Разработан, изготовлен и апробирован опытный образец авторского плоского солнечного коллектора для горячего водоснабжения и отопления.

Достоверность вынесенных на защиту результатов исследований подтверждается использованием апробированных методов эксергетического анализа, термодинамических расчётов и подтверждением теоретических результатов работы экспериментальными исследованиями.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

П. 1. «Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования» в части разработки методов эксергетического анализа применительно к тригенерационным гелиоустановкам.

П. 2. «Математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии, их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии» в части моделирования пространственно-временных параметров инсоляции.

П. 6. «Теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование, проектирование энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов, функционирующих на основе преобразования возобновляемых видов энергии (энергии водных потоков, солнечной энергии, энергии ветра, энергии биомассы, энергии тепла земли и других видов возобновляемой энергии) с целью исследования и оптимизации их параметров, режимов

работы, экономии ископаемых видов топлива и решения проблем экологического и социально-экономического характера» в части обоснованного выбора параметров гибридной гелиоустановки.

П. 7. «Исследование влияния технических решений, принимаемых при создании и эксплуатации энергетических систем, комплексов и установок на их финансово-экономические и инвестиционные показатели, региональную экономику и экономику природопользования» в части экономической оценки эффективности применения авторского плоского солнечного коллектора.

### **Замечания** по диссертационной работе В.А. Хоревой.

1. В работе не указано, насколько предложенная методика моделирования пространственно-временных параметров инсоляции обеспечена измерениями, выполненными на метеостанциях, или другими видами измерений.

2. В работе нет примера участия рассматриваемых гелиоустановок в покрытии характерных для автономных потребителей юга Сибири годовых графиков электрической нагрузки, тепловой нагрузки и нагрузки хладоснабжения.

3. Нет оценок требуемых мощностей накопителей электроэнергии, тепла и холода для обеспечения потребителей в тёмное время суток и в периоды сильной облачности.

4. Было бы интересно оценить возможность использования отборов паровой турбины на низкокипящем рабочем теле для целей теплоснабжения и подачи тепла на абсорбционную холодильную машину.

5. В формуле (4.4) для определения себестоимости тепловой энергии нет коэффициента дисконтирования и условно-постоянных издержек на обслуживание солнечного коллектора. Эти упрощения желательно обосновать.

### **Заключение**

Приведенные замечания к работе В.А. Хоревой не снижают её научной ценности и практической значимости. Диссертация соответствует пунктам 1, 2, 6, 7 паспорта специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы. Автореферат диссертации дает адекватное представление о работе, а публикации автора в должной мере отражают её содержание. Всего по теме диссертации опубликована 21 работа, из них 2 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, 2 научные статьи в журналах Scopus, 14 – в сборниках трудов конференций, кроме того, получен 1 патент на изобретение и 1 свидетельство на программу ЭВМ.

Диссертационная работа В.А. Хоревой является научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная проблема

повышения эффективности использования возобновляемой солнечной энергии, имеющая существенное значение для энергетики РФ.

Диссертация соответствует требованиям, установленным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы «Эксергетическая эффективность технологий тригенерации на базе инсоляции юга Сибири» В.А. Хорева заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Отзыв обсуждён и одобрен на семинаре отдела теплосиловых систем «08» ноября 2024 г.

Заведующий отделом теплосиловых систем

Института систем энергетики

им. Л.А. Мелентьева СО РАН,

доктор технических наук, профессор



Клер Александр Матвеевич

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова 130.

Служебный телефон: +7 (3952) 42-47-00

Электронная почта: info@isem.irk.ru

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН).

Поступил в совет 13.11.2024г.  
Уч. секретарь ДС Бау/Борухи О.В.  
С отзывом ознакомлена  
14.11.2024г. ХВ /Хорева В.А.