

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Александра Николаевича Сесекина на диссертацию Андрея Юрьевича Сологубова «Высокоэффективные солнечные энергоустановки на базе сферического параллельного манипулятора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Диссертационная работа Андрея Юрьевича Сологубова посвящена задачам ориентации и слежения солнечных батарей за источником света. Эта тематика представляет интерес с той точки зрения, что реализация этих задач будет способствовать повышению эффективности работы электростанций, работающих с солнечными батареями, а также других устройств, преобразующих лучистую энергию Солнца и других небесных тел в другие виды энергии (например, тепловую).

Актуальность темы диссертационной работы наиболее заметна в том, что, хотя перечень разработок в области солнечной энергетики и расширяется, опыт эксплуатации новых устройств ещё не накоплен в достаточной мере, а конструкторский инструментарий нуждается в постоянном развитии. В этих условиях ярко выраженная концепция прототипирования энергоустановок (включающая в себя учёт условий окружающей среды, выбор архитектуры энергоустановки, математическое моделирование, оптимальную конфигурацию, виртуальные эксперименты и т.д.) является преимуществом. Тем самым создаётся новая и вполне работающая система, а также становится видна более детальная картина её устройства. Рассматриваемая диссертационная работа вносит достаточный вклад с этой точки зрения.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержащего 243 наименования, 31 рисунка и 65 страниц приложений.

Во введении обоснована актуальность выполненных диссертантом исследований, сформулирована цель работы, изложены научная новизна,

теоретическая и практическая значимость работы, положения и результаты, выносимые на защиту. А также приведены данные по апробации результатов диссертационной работы и публикациях по теме исследования.

Первая глава посвящена анализу современных разработок энергетических комплексов, созданных на основе применения солнечных батарей. Обсуждаются различные конструкции, с помощью которых осуществляется ориентация солнечных батарей на источник света. Обсуждаются различные варианты приводов, системы датчиков, с помощью которых осуществляется информационное обеспечение системы управления приводом солнечной батареи. На основе обсуждаемой информации предложена архитектура комплекса, осуществляющего слежение за Солнцем.

Во второй главе приведены алгоритмы управляющих параметров приводного и опорно-поворотного механизмов. Математическая модель объекта управления представляет из себя кинематическую, динамическую и электромеханическую составляющие. Диссертантом разработаны методы решения обратных задач кинематики и динамики. Динамическая модель механической системы представлена в виде уравнений Лагранжа второго рода. Задача выбора оптимальных параметров механической части электропривода рассматривается как задача векторной оптимизации.

В третьей главе представлена разработанная система управления энергетическим комплексом, который обеспечивает ориентацию солнечной батареи на солнце. Описана структура этой системы управления. Система осуществляет управление трех координатным механизмом привода ориентации солнечной батареи. **В четвертой главе** приведена разработка конечно-элементной модели управления механизмом, использующий в частности синтез модели в пакете SolidWorks. Приведены данные результатов экспериментов, демонстрирующие эффективность предложенного в диссертационной работе решения.

Диссертантом получены следующие результаты:

1. Предложена архитектура высокоэффективных солнечных энергоустановок, управляемых с помощью сферического параллельного манипулятора.

2. Разработан метод построения рабочего пространства и определения кинематических и динамических свойств энергетической установки в режиме слежения за Солнцем.

3. Предложен набор экстремальных критериев и ограничений и некоторые алгоритмы выбора рациональных параметров энергетического комплекса.

4. Разработана структура трехконтурной системы экстремальной ориентации на Солнце.

5. Предложены методы разработки виртуального прототипа эффективных солнечных установок на основе сферического параллельного манипулятора,

В заключении подведены итоги выполненной диссертантом работы.

Научная новизна диссертационной работы Сологубова А.Ю. заключается в следующем. Диссертантом предложена новая архитектура эффективных энергетических установок на базе сферического параллельного манипулятора. Разработана методика построения рабочего пространства определения кинематических и динамических параметров энергоустановок на базе сферического параллельного манипулятора в режиме идеальной ориентации на Солнце. Установлены особенности систем экстремальной ориентации на Солнце и предложен новый критерий точки максимальной эффективности энергетической системы. Разработан виртуальный прототип энергоустановки на базе сферического параллельного манипулятора. Разработана методика технико-экономической оценки энергоустановок, позволяющая определять ожидаемые затраты, определять точку безубыточности и границы применимости.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что решение рассмотренных задач послужит отправной точкой для дальнейшего развития проектов совершенствования солнечных электростанций с большим количеством солнечных батарей.

Достоверность результатов, полученных Сологубовым Андреем Юрьевичем, не вызывает сомнений. Она подтверждена математическим моделированием и апробацией результатов на реальной модели.

Результаты диссертации прошли достаточную апробацию. По теме диссертации опубликована 21 печатная работа, в том числе 10 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, из них 6 статей в изданиях, индексируемых

в международной базе Scopus; 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

По диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. В оглавлении номера страниц не всегда соответствуют реальному нахождению соответствующего материала (см., например, раздел 1.5).
2. Не очень понятно, почему неэффективна система управления, основанная на двух вращательных управляющих воздействиях (для наведения нормального в солнечной батарее вектора на объект достаточно разворота двух углов).
3. В главе 2 диссертации, в параграфе 2.3. «Задача обратной динамики» рассматривается инструментарий, который является обратимым в том смысле, что после записи уравнений движения динамической системы она может быть преобразована для решения задач обоих типов (как прямой, так и обратной динамики). В приложениях приведены соответствующие программные коды для обратной динамики, но было бы полезно приводить и соответствующие модели, для которых написано программное обеспечение. Хотелось бы уточнить (с учётом вышесказанного, а также 2-го замечания), какой путь был выбран автором для получения этих математических моделей? Не является ли это просто заменой одной всё той же степени сложности на другую?
4. Не понятно, как будет действовать система управления, когда объект окажется закрыт от солнца
5. Для удобства чтения полезно было бы привести список используемых сокращений.
6. Не показан экономический эффект на примере некоторой энергетической станции от внедрения предлагаемой системы. Не мог бы автор диссертации хотя бы в общих чертах продемонстрировать методику экономической оценки?
7. В тексте присутствует небольшое количество орфографических ошибок.

Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы.

Заключение

Диссертация «Высокоэффективные солнечные энергоустановки на базе сферического параллельного манипулятора» соответствует специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, и в полной мере отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ». Автор диссертации, Сологубов Андрей Юрьевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», заведующий кафедрой прикладной математики и механики.

 Сесекин Александр Николаевич

Адрес:

620002, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19,

тел. +7 (343) 375-44-44,

E-mail: contact@urfu.ru

«24» мая 2023 г.

Подпись Сесекина Александра Николаевича заверяю:

Ученый секретарь УрФУ
к.ф.-м.н.



В.А. Морозова