

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновациям

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
индустриальный университет»

Темлянцев М. В.

2016 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» на диссертационную работу Аржанова Кирилла Владимировича «Автоматизированная система непрерывно-дискретного слежения за солнцем автономных фотоэлектрических энергоустановок с использованием шаговых двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Результаты диссертационной работы Аржанова Кирилла Владимировича были обсуждены ведущими специалистами кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ. По результатам обсуждения диссертационной работы Аржанова Кирилла Владимировича принято следующее заключение.

1. Актуальность темы исследования

В настоящее время все более широкое распространение получают возобновляемые источники энергии, в том числе солнечные энергетические установки на базе солнечных батарей (СБ). Неиспользование по энергии СБ большинства энергетических установок объясняется отсутствием в них систем автоматического слежения СБ за солнцем. Наличие системы слежения обеспечивает существенное повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок (АФЭУ). Однако в существующих системах слежения потребляется большое количество электрической энергии электромеханическими исполнительными механизмами, что снижает общую энергетическую эффективность всей установки. В диссертационной работе решается задача повышения

энергетической эффективности АФЭУ за счет уменьшения затрат энергии на слежение и управление путем реализации автоматизированной системы управления (АСУ) с непрерывно-дискретным слежением СБ за солнцем. Научно-техническая задача по повышению энергетической эффективности работы автономных фотоэлектрических энергетических установок с системой слежения за солнцем является актуальной.

2. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки

В качестве научных результатов, впервые полученных автором и обеспечивающих научную новизну диссертации, заслуживают внимания.

1. Структура АСУ с непрерывно-дискретным слежением АФЭУ за солнцем с регулируемым дискретным шагом перемещения при слежении в функции текущей освещенности, обеспечивающая заданную точность слежения и повышение энергетической эффективности солнечных батарей.

2. Способ и алгоритм управления электромеханическим исполнительным механизмом АФЭУ, работающим в режиме позиционирования, обеспечивающие минимизацию потребления энергии АФЭУ за счет использования нелинейного ограничения по скорости и ускорению.

3. Функциональная схема слежения АФЭУ, включающая релейный регулятор положения с нелинейной характеристикой зоны нечувствительности, изменяющейся в зависимости от текущей освещенности, и коррекцией заданной траектории позиционирования в зависимости от ошибки слежения, обеспечивающая поддержание заданной точности слежения при изменении текущей освещенности и внешних условий.

4. Структура и параметры контура управления амплитудой тока в электромеханическом исполнительном механизме, управляемые в функции от косвенной ошибки слежения и ее производной, обеспечивающие увеличение плавности и непрерывности движения АФЭУ в процессе слежения при действии внешних возмущений, случайной нагрузки, в том числе ветровой.

5. Режим функционирования силовых драйверов ШД, отличающийся тем, что после осуществления цикла перемещения выключаются силовые драйверы ШД и используются червячные редукторы в электромеханическом

исполнительном механизме, что позволяет минимизировать электропотребление АФЭУ.

Положительной стороной диссертации является решение всего комплекса задач создания автоматизированных систем управления: выявление актуальности и выбор направления решения, разработка структур систем и алгоритмов управления, модельные и натурные исследования разработанных систем, изготовление опытного образца системы, патентование полученных результатов.

Диссертация вносит вклад в научную проработку вопросов эффективного использования солнечной энергии, позволяет ответить на ряд вопросов, связанных с повышением энергетической эффективности производства электроэнергии при использовании солнечных батарей.

3. Практическая значимость полученных результатов

Практическая ценность работы заключается в возможности применения следующих результатов исследования при создании систем управления.

1. Структур и алгоритмов управления АСУ слежения фотоэлектрических энергоустановок за солнцем электромеханическим исполнительным механизмом.
2. Двухкоординатного электромеханического исполнительного механизма для системы слежения фотоэлектрической энергоустановки.
3. Программного обеспечения для АСУ слежения, реализованного на специализированном контроллере.
4. Механических конструкции АФЭУ, обеспечивающие двухкоординатное слежение СБ за солнцем; двухкоординатный датчик положения солнца для системы слежения; специализированный контроллер слежения для АФЭУ; блок силовых драйверов электромеханического исполнительного механизма и шаговыми двигателями.

4. Общая характеристика диссертации

Диссертация написана в хорошем научном стиле, изложение достаточно четкое и грамотное. Объем диссертационной работы составляет 178 страниц, основная часть изложена на 159 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы содержащего 125 наименований и трех приложений содержащих акты внедрения.

Во введении диссертации автором обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели, задачи и методы исследования, указана научная новизна и практическая значимость диссертационного исследования,

научные результаты, выносимые на защиту, дана информация об апробации работы и степени опубликованности основных результатов.

В первой главе диссертации проведен обзор существующих фотоэлектрических энергетических установок; используемых структур систем слежения; фотоэлектрических датчиков положения солнца; электромеханических исполнительных механизмов; систем управления, учитывающих ветровую нагрузку. Анализ наземных АФЭУ, автоматизированных систем управления процессом слежения, датчиков положения солнца, следящих электроприводов позволил сформировать технические требования, предъявляемые АСУ слежения АФЭУ за солнцем к двухкоординатным электромеханическим исполнительным механизмам системы слежения, датчикам положения Солнца.

При анализе существующих АСУ недостаточно внимания уделено математическим описаниям законов управления и динамическим характеристикам систем управления.

Допущены неточности в представлении структур систем управления. В схеме АСУТП (рис. 1.13, с. 28) технологический процесс (объект управления) вне АСУТП, а на рис.1.14 (с. 29) объект управления уже в структуре АСУ.

Вторая глава посвящена исследованию и разработке АСУ слежения солнечных батарей (СБ) за солнцем с особенностями использования шаговых двигателей (ШД) и разработанных автором датчиков положения солнца. Несомненным новшеством является предложение использовать в АСУ слежения СБ: непрерывно-дискретное слежение с регулируемым шагом перемещения в функции текущей освещенности; нелинейный режим позиционирования с изменением амплитуды тока ШД в цикле перемещения, Разработанные алгоритм коррекции траектории слежения, методы минимизации энергопотребления электромеханическим исполнительным механизмом в АФЭУ, модели системы слежения и приведенные результаты моделирования доказывают эффективность предложенных разработок.

Следует отметить, что в материале диссертации практически не освещены методы синтеза структур систем и алгоритмов управления, не обоснованы значения параметров (коэффициентов) алгоритмов. Например, на с.68 (последний абзац) отмечается, что «...значение коэффициента зоны нечувствительности должно быть не более 25%...» без объяснения этого значения; не объясняется из каких соображений в схеме рис. 2.10 (с. 74) обратная связь представления инерционным звеном первого порядка. Желательно было бы привести общую структуру алгоритма управления в традиционной форме, а не ограничиваться его словесным описанием (с. 66) с

дальнейшим пояснением выполняемых функций. На с. 59 допущена неточность в изложении сути задачи. Следует, что, исходя из разработанных схем АСУ, «...определена двухцелевая задача создания управления системой слежения...». Схемы АСУ формируются для решения поставленных задач.

Третья глава посвящена разработке алгоритма управления системой слежения при учете внешних возмущений, в том числе действия ветровой нагрузки. Проведен расчет изменения момента инерции азимутального механизма слежения при изменении положения рамы с СБ по углу места. Для обеспечения плавности и непрерывности движения АФЭУ в процессе слежения при действии внешних возмущений, а именно, случайной нагрузки и в том числе ветровой, предложена новая функциональная схема контура управления током электромеханического исполнительного механизма с ШД. Проведено исследование алгоритма управления контуром тока электромеханического исполнительного механизма при действии ветровой нагрузки в функции от косвенной ошибки слежения и ее производной, определяемой по датчику положения солнца. В структуре нелинейного управления амплитудой тока в ШД в функции от косвенной ошибки слежения и ее производной предложено использовать ПИ-регулятор с нелинейным задатчиком интенсивности на входе. Однако, обоснование этого закона регулирования отсутствует. Также, как и в предыдущей главе отсутствует описание, либо ссылки на методы синтеза алгоритмов управления. Некорректно сформирована фраза (с.107, 3 абзац сверху) «... передаточная функция ПИ-регулятора...имеет вид ПИД-регулятора». Рис. 3.14 и 3.15 на с. 114 плохо читаемы.

В четвертой главе приводятся результаты практической реализации автоматизированной системы слежения СБ за солнцем и приведены экспериментальные исследования технических характеристик разработанной и изготовленной установки АФЭУ-0,5. Для системы слежения разработаны: датчик положения солнца; блок драйверов ШД; контроллер слежения за солнцем, новые механические конструкции фотоэлектрических энергоустановок. Приведены результаты экспериментальных исследований энергетических характеристик на установке АФЭУ-0,5. Материал этой главы делает работу завершенной и убедительно показывает ее практическую значимость.

В заключении приводятся результаты решенных задач и делаются выводы об использовании полученных в диссертационной работе результатов.

Содержание диссертации изложено в логической последовательной форме, стиль изложения ясный, ссылки на первоисточники корректные.

Все основные результаты диссертации опубликованы, апробированы в ряде научных конференций и семинаров, в том числе на международных конференциях в 37 печатных работах, из них 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК; 1 статья, индексируемая в базе Scopus; 24 публикации в трудах и сборниках конференций; 5 патентов на полезную модель; 2 свидетельства о регистрации программного обеспечения для ЭВМ.

5. Рекомендации по использованию полученных результатов

Результаты диссертационной работы Аржанова К.В. могут быть использованы при решении задач создания автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами на предприятиях «Роскосмоса», приборостроения, и предприятиях энергетического комплекса, а также в учебном процессе при подготовке специалистов по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств», «Управление в технических системах» в высших учебных заведениях.

6. Замечания по диссертационной работе

1. Не представлены методы синтеза алгоритмов управления и не обоснованы параметры (коэффициенты) алгоритмов.
2. Без обоснования приводится выбор коэффициента зоны нечувствительности («...значение коэффициента зоны нечувствительности должно быть не более 25%...»).
3. Не указана точность наведения в реальных условиях эксплуатации на установке АФЭУ-0,5.
4. Не указаны стоимостные параметры установки АФЭУ-0,5 и сроки ее окупаемости.
5. В тексте диссертации имеются некорректности при представлении структур систем управления и построении фраз.

7. Заключение о работе

Представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, содержит подходы к решению важной научно-технической задачи, имеющей большую практическую значимость, и выполнена на высоком научном уровне. Представленное в работе исследование обладает научной новизной и достоверностью, все полученные выводы научно обоснованы. Основные положения диссертационной работы достаточно полно освещены в научных публикациях автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Несомненным достоинством диссертации является наличие пяти патентов и двух зарегистрированных

программ для ЭВМ, что подтверждает научную и практическую ценность диссертации.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертация Аржанова Кирилла Владимировича соответствует пункта п.7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами (промышленность).

Отзыв заслушан, утвержден и одобрен на заседании научно-технического семинара кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ (протокол № 4 от 21 ноября 2016 г.).

Заведующий кафедрой автоматизации и информационных систем СибГИУ
доктор технических наук, профессор _____ Кулаков С.М.

Профессор кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ
доктор технических наук, профессор _____ Мышляев
Л.П.

Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Сибирский государственный
индустриальный университет»
654007, г. Новокузнецк,
улица Кирова, 42

Тел.: +7 (3843) 46-35-02

E-mail: nicsu@ngs.ru

Подписи Кулакова С.М. и Мышляева Л.П. заверяю
Начальник отдела кадров СибГИУ _____ Дрепина Т.А.

