

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.16, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

решение диссертационного совета от 24 сентября 2020 г. № 3

О присуждении Гимазову Руслану Ураловичу, гражданину Российской Федерации (РФ), ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Алгоритмы адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрической системе»** по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами (промышленность) принята к защите 27 января 2020 г., протокол № 1, диссертационным советом ДС.ТПУ.16, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, утвержденным приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 6 декабря 2018 г.

Соискатель Гимазов Руслан Уралович, 1992 года рождения, в 2016 году окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по программе магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»; в 2020 году соискатель окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по программе

аспирантуры по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника».

Диссертация выполнена в научно-образовательном центре И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

**Научный руководитель** – доктор технических наук *Шидловский Станислав Викторович*, профессор научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

**Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.16:**

*Муравьев Сергей Васильевич*, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор отделения автоматизации и робототехники Инженерной школы информационных технологий и робототехники.

*Спицын Владимир Григорьевич*, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники.

**Официальные оппоненты:**

*Титов Виталий Семенович*, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», заведующий кафедрой вычислительной техники.

*Курносков Михаил Георгиевич*, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», профессор кафедры вычислительных систем.

Дали положительные отзывы на диссертацию Гимазова Руслана Ураловича.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается их высокими профессиональными компетенциями в области теории автоматического управления, электроники, автоматизации технологических процессов, математического моделирования и информационных технологий; достижениями и наличием публикаций в данной области науки; соответствием установленным требованиям положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (приказ ТПУ № 66/од от 28.08.2019).

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, все они по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы: 2 – в журналах из перечня ВАК; 2 – в изданиях, индексируемых Scopus. Соискателем также получены: 1 патент на изобретение и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Доля авторского участия соискателя в данных работах составляет не менее 75 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. *Гимазов Р.У., Шидловский С.В.* Оптимизация процессов управления в фотоэлектрических установках для повышения энергетической эффективности систем распределенной генерации // Телекоммуникации. – 2018 - № 7. - с. 16-20.

2. Гимазов Р.У., Шидловский С.В. Распределенная система управления фотоэлектрической установкой на основе плат быстрого прототипирования // Телекоммуникации. – 2019 - № 7. - с. 15-19.

3. Gimazov R.U., Shidlovsky S.V. Investigation of the influence of the symmetry of membership functions in the fuzzy controller on the quality of MPPT regulation in the photovoltaic system // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 141.

4. Gimazov R.U., Shidlovsky S.V. Simulation modeling of intelligent control algorithms for constructing autonomous power supply systems with improved energy efficiency // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 155.

5. Gimazov R.U., Shidlovsky S.V. The architecture of adaptive neural network based on a fuzzy inference system for implementing intelligent control in photovoltaic systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, - 2018 – Vol. 363.

Результаты работ по теме диссертации также были представлены на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях, наиболее значимые из которых: Молодежь и современные информационные технологии: XIV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, VIII Международная научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии» в рамках Международного форума «Интеллектуальные системы 4-й промышленной революции», Когнитивная робототехника: III международная конференция, ИННОВАТИКА-2019: XV Международная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых.

**На диссертацию и автореферат поступили 6 отзывов:**

1. ФГБУН «Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова» СО РАН (г. Новосибирск), д-р техн. наук, доцент, заведующий Лабораторией вычислительных систем, Павский К.В.;

2. ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (г. Комсомольск-на-Амуре), д-р техн. наук, профессор,

профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Соловьев В.А.;

3. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (г. Томск), д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством факультета инновационных технологий, Сырямкин В.И.;

4. ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (г. Томск), техн. наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института автоматики и электромеханики, Аржанов К.В.;

5. Сибирское производственно-техническое управления связи (г. Томск), инженер-энергетик 2 категории, Горкунов А.О.;

6. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск), д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры автоматики, Французова Г.А.

Все предоставленные отзывы положительные, замечания носят рекомендательный и (или) дискуссионный характер. Большинство замечаний касаются недостаточности описания исходных данных (топология, тип, характеристики); наличия опечаток и терминологической неоднозначности (использование терминов «алгоритм» и «метод» для одного подхода); недостаточности описания обоснований выбора тех или иных решений (тип функций принадлежности, математические модели, топология преобразователя).

**Диссертационный совет отмечает,** что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** алгоритмы адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрической системе, а именно: алгоритм экстремального регулирования мощности с предсказывающей адаптацией, алгоритм экстремального регулирования мощности с перенастройкой поискового шага и алгоритм на базе математического аппарата теории нечетких множеств,

которые позволяют повысить качество и эффективность процесса преобразования энергии в фотоэлектрической системе;

**предложен** оригинальный подход к предварительной настройке режима экстремального регулирования мощности фотоэлектрических систем, включающий оценку таких параметров, как скорость дрейфа вольт-ваттной характеристики и диапазон дрейфа вольт-ваттной характеристики, что позволило повысить устойчивость работы экстремального регулятора, а также минимизировать время поиска экстремума и амплитуду колебаний мощности при работе фотоэлектрической системы в режиме экстремального регулирования.

**доказана** перспективность использования новых алгоритмов экстремального регулирования мощности фотоэлектрических систем для максимизации времени функционирования автономных объектов.

**введена** новая трактовка предварительной настройки режима экстремального регулирования мощности, в виде настройки нечетким регулятором с оценкой скорости и диапазона дрейфа вольт-ваттной характеристики, что позволяет решить проблемы долгого поиска и колебаний мощности в режиме экстремального регулирования мощности.

#### **Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** корректность использования оценок скорости и диапазона дрейфа вольт-ваттной характеристики для предварительной настройки режима экстремального регулирования мощности; перспективность использования математического аппарата нечеткой логики для адаптации управления в фотоэлектрических системах; необходимость учета дрейфа вольт-ваттной характеристики при частичном затенении фотоэлектрического модуля;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы математического и компьютерного моделирования, теория нечетких множеств, теория адаптивного управления, данные из теории и практики применения фотоэлектрических систем;

**изложены** алгоритмы адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрических системах, способные функционировать при недостатке априорной информации об объекте управления;

**раскрыты** особенности адаптивного управления в фотоэлектрических системах с учетом дрейфа вольт-ваттной характеристики и частичного затенения фотоэлектрических модулей;

**изучены** факторы влияния на процесс экстремального регулирования мощности в фотоэлектрических системах, связь полного и частичного затенений фотоэлектрических модулей с дрейфом вольт-ваттной характеристики.

**проведена модернизация** алгоритмов экстремального регулирования мощности фотоэлектрической системы, отличительной особенностью которых является возможность адаптации к условиям дрейфа вольт-ваттной характеристики.

**Значение полученных результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**разработаны и внедрены** алгоритмы адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрической системе в АО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» при создании нового аппаратно-программного комплекса в рамках прикладных научных исследований и в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» в учебный процесс по дисциплинам «Теория и системы управления», «Автоматизация технологических процессов».

**определены** перспективы практического использования предложенных алгоритмов адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрических системах;

**создана** система практических рекомендаций по применению разработанных моделей и алгоритмов;

**представлены** методические рекомендации по проведению предварительной настройки режима экстремального регулирования мощности с использованием оценок дрейфа вольт-ваттной характеристики.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила:  
**для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;  
**теория** построена на известных и проверяемых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;  
**идея** базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области управления фотоэлектрическими системами, опубликованного в открытых отечественных и зарубежных источниках;  
**использованы** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;  
**установлено** качественное и количественное совпадение полученных результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;  
**использованы** современные методики сбора и обработки информации.

**Личный вклад соискателя** состоит в его непосредственном участии в формулировке научной проблемы, цели и задач научного исследования; сборе и обработке исходных данных; разработке комплексного метода исследований и структуры работы; получении результатов научных экспериментов; статистической обработке полученных результатов; формулировке выводов по результатам исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи адаптивного управления процессом преобразования энергии в фотоэлектрической системе, что имеет существенное значение в областях солнечной энергетики и автономного энергоснабжения.

Тема и содержание диссертации соответствует пунктам 13 и 15 паспорта специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность). По своей актуальности, новизне, научной и практической значимости диссертационная работа Гимазова Руслана Ураловича полностью соответствует требованиям «Порядка присуждения ученых степеней», утвержденного приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 93/од от 6 декабря 2018 г.

На заседании 24 сентября 2020 года диссертационный совет ДС.ТПУ.16 принял решение присудить Гимазову Р.У. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 6 человек (из них 5 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета, и 4 человек, дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за – 6, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного  
совета ДС.ТПУ.16



д.т.н., профессор  
Ливенцов Сергей Николаевич

Ученый секретарь  
диссертационного  
совета ДС.ТПУ.16



к.т.н.  
Козин Кирилл Андреевич

Дата оформления заключения: 24 сентября 2020 г.

