

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Черникова Вадима Геннадиевича на тему «Совершенствование систем управления специализированными энергоустановками на базе возобновляемых источников энергии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (технические науки)

Диссертационная работа Черникова Вадима Геннадиевича на тему «Совершенствование систем управления специализированными энергоустановками на базе возобновляемых источников энергии», изложенная на 298 страницах машинописного текста, полностью раскрывает поставленную автором цель и намеченную программу теоретических и экспериментальных исследований. Иллюстрационный материал (112 рисунков и 16 таблиц) достаточно наглядно раскрывает суть предложенных соискателем решений. Критически изученная Черниковым В.Г. актуальная информация по тематике исследования (список литературы включает 96 наименований) позволила на основе принципа преемственности обосновать актуальность, цель и задачи теоретических и экспериментальных исследований.

Основные результаты исследований Черникова В.Г. по теме диссертационной работы опубликованы в 16 научных работах в том числе: 1 работа в профессиональном издании ВАК Украины, 3 работы в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утвержденный МОН ДНР, 4 – в других изданиях, 8 – по материалам конференций.

Актуальность работы не вызывает сомнений поскольку она посвящена решению актуальной научно-практической задачи повышения энергоэффективности ветрогенераторных и фотоэлектрических установок,

ФГБОУ ВО "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"		
Вх. №	16 / 156	
« 10 »	11	2023 г.

работающих в условиях нестабильного энергетического потока, присущего возобновляемой энергетике.

Выбор темы исследования основывается на анализе принципов работы современных систем управления ветрогенераторными и фотоэлектрическими установками, который показал необходимость усовершенствования методики определения параметров регуляторов, а так же методов формирования управляющих сигналов для основных контуров регулирования.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается достаточным количеством проведенных исследований с использованием реальных и модельных данных. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, подкреплены результатами численных и экспериментальных исследований, наглядно представленными в приведенных таблицах и рисунках. Подготовка, анализ и интерпретация полученных результатов базируются на современных методах обработки информации.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность научных положений и рекомендаций, полученных в диссертационной работе, подтверждается вычислительными экспериментами, представленными в виде имитационного компьютерного моделирования с использованием математической модели системы управления ветрогенераторной установки и экспериментальными исследованиями функционирования системы управления ориентированием фотоэлектрического модуля с наклонной осью.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Впервые на основе использования нейронной сети разработана математическая модель, которая описывает зависимость коэффициента мощности ветроколеса от быстроходности и pitch-угла лопасти. Использование

предложенной модели позволяет в режиме ограничения снизить отклонения мощности ветроустановки от заданной с 7–8% до 2%.

2. Разработанная математическая модель ветроколеса позволила повысить точность метода формирования управляющих сигналов, а также методики определения параметров регуляторов для основных контуров регулирования ветроустановки.

3. Впервые разработан расчётный метод определения скорости ветра перед ветроколесом по мгновенным значениям момента ветроколеса и pitch-угла лопасти, который позволяет усовершенствовать работу системы регулирования ветроустановки в условиях эффекта затенения башни.

4. Обоснован метод управления одноосной системой ориентирования фотоэлектрического модуля с наклонной осью, проведена оценка его энергоэффективности.

Практическое значение диссертационной работы подтверждается внедрением результатов исследований в виде рекомендаций по определению параметров математической модели асинхронного генератора и реализации комплекса программ для создания системы регулирования позиционного электропривода на базе программируемого логического контроллера и преобразователя частоты (справка о внедрении № 1/561 от 11.10.2022 г. выдана ГБУ «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт взрывозащищённого и рудничного электрооборудования»), а так же внедрением в учебный процесс ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (справка № 30-12/164а от 29. 12. 2022 г. о принятии к внедрению в учебный процесс) при проведении занятий по учебным дисциплинам «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии», «Управление ветровыми электроустановками» «Фотоэлектрические автономные системы» для студентов направления подготовки 13.04.02

«Электроэнергетика и электротехника», что отражено в учебных программах вышеуказанных дисциплин.

Полученные результаты могут быть использованы научно-исследовательскими и проектными организациями при проектировании систем управления ветрогенераторными и фотоэлектрическими установками.

Анализ содержания диссертационной работы показал, что работа по структуре и оформлению соответствует требованиям ВАК к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, построена в логической последовательности, излагаемый материал чётко систематизирован. Текст сопровождается большим количеством иллюстрационного материала в виде функциональных схем, графиков, таблиц и результатов имитационного моделирования.

В первом разделе проведён анализ современных систем управления ветрогенераторными и фотоэлектрическими установками и на основе проведенного анализа обосновываются направления дальнейших исследований.

Во втором разделе автором сформулированы основные задачи системы управления ветроустановкой в различных режимах работы, проведено математическое моделирование процесса управления ветроустановкой с использованием разработанных математических моделей поведения скорости ветра, ветроколеса и генератора, дано обоснование предложенной усовершенствованной методики определения параметров регуляторов.

В третьем разделе приведена структура системы управления ориентированием фотоэлектрического модуля с наклонной осью, обоснован предложенный способ формирования сигналов управления позиционным приводом поворота, проведена оценка повышения энергоэффективности ориентируемого модуля по отношению к фиксированному модулю расчетными методами и на специально разработанной экспериментальной установке.

В четвёртом разделе автором разработаны рекомендации по практическому применению усовершенствованных систем управления

ветрогенераторными и фотоэлектрическими установками, основанные на проведённых исследованиях.

В целом диссертационная работа является завершённым научным трудом, который изложен технически грамотно со ссылками на использованные источники. Содержание автореферата в полной мере соответствует материалу, изложенному в диссертационной работе.

Основные результаты диссертации заключаются в следующем:

1. Разработанная программа управления системой ориентирования фотоэлектрического модуля позволяет провести оценку повышения энергоэффективности ориентируемого модуля по сравнению с зафиксированным модулем на экспериментальной установке.

2. Применение математической модели системы регулирования ветрогенераторной установки позволяет выбрать оптимальные параметры регуляторов и оценить поведение основных параметров ветроустановки в режимах пуска, частичной и полной нагрузки генератора.

3. Использование предложенного расчётного метода определения скорости ветра в различных частях плоскости вращения ветроколеса позволяет реализовать принцип отдельного управления лопастями для более точного поддержания заданной мощности ветроустановки и уменьшения колебаний аксиального усилия лопасти.

Общие замечания по работе:

1. В работе проведён анализ существующих систем управления ветрогенераторными установками в основном на базе зарубежных литературных источников, при этом отечественные источники по этому вопросу рассмотрены существенно меньше.

2. Не поясняется название и способ определения величины λ_i в формуле (1.7) при расчёте зависимости коэффициента мощности ветроколеса от быстроходности и установочного угла лопасти.

3. В тексте диссертации встречается не совсем корректный термин – «модель ветра», поскольку понятие математическая модель должно относиться к определённой физической величине, например скорости ветра.

4. В формулах (2.2) и (2.3) на стр. 38, которые описывают зависимость спектральной плотности мощности колебаний от их частоты, следует использовать различающиеся символьные обозначения для спектров Кармана и Каимала.

5. При проверке качества настройки контура регулирования скорости вращения ветроколеса на странице 109 упоминается, что было выбрано значение постоянной времени объекта регулирования – $T_{ws}=60$ мс, однако не поясняется, чем обусловлен выбор именно такого численного значения.

6. При исследовании на экстремум функции зависимости косинуса угла падения солнечных лучей на поверхность модуля от угла его поворота, описанной формулой (3.1), было использовано только необходимое условие экстремума, однако ничего не упоминается о соблюдении достаточного условия экстремума исследуемой функции.

7. Автор не поясняет, каким образом был осуществлён переход от формулы (3.1) к формуле (3.4), которая, по сути, формирует сигнал управления для системы ориентирования фотоэлектрического модуля.

Указанные замечания не являются критичными и не снижают общей положительной оценки работы.

Общая оценка диссертационной работы. Диссертационная работа соискателя Черникова В.Г. «Совершенствование систем управления специализированными энергоустановками на базе возобновляемых источников энергии» по актуальности, заключающейся в решении важной научно-практической задачи повышения энергоэффективности ветрогенераторных и фотоэлектрических установок, работающих в условиях нестабильного энергетического потока, по научной новизне, состоящей в совершенствовании методов формирования управляющих сигналов, а также определении параметров регуляторов для основных контуров регулирования, по

практической значимости, выразившейся в совершенствовании систем управления на базе создания новых математических моделей и разработки программного и аппаратного обеспечения, соответствует паспорту научной специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (технические науки), отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертационным работам (Типовой регламент представления к защите диссертации на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук и проведения заседаний на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утверждённый МОН ДНР), а её автор Черников Вадим Геннадиевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (технические науки).

Официальный оппонент:

Доктор технических наук по специальности,
05.13.06 – Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами
(по отраслям) (технические науки), доцент,
заведующий кафедрой прикладной математики
и теории систем управления
ФГБОУ ВО «ДонГУ»



Д.В. Шевцов

Адрес: 283001, Российская Федерация,
Донецкая Народная Республика,
г. Донецк, ул. Университетская, 24,
тел.: +7(856) 302-07-22,
эл. почта: canc@donnu.ru,
сайт: <https://www.donnu.ru>

Я, Шевцов Дмитрий Валерьевич, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Д-р техн. наук, доцент

Д.В. Шевцов

Подпись Шевцова Д.В. подтверждаю



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

И. И. ЖУХАЛЬЧЕНКО