

ОТЗЫВ

Официального оппонента, доктора технических наук, профессора Соломина Евгения Викторовича на диссертацию Квитко Андрея Викторовича на тему: «Параметры и режимы работы ветроэнергетической установки с асинхронным генератором для электроснабжения овцефермы», представленную к защите в диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций 35.2.019.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

1. Актуальность темы

Малые фермерские и личные подсобные хозяйства, как правило, удалены от централизованных сетей электроснабжения и зачастую могут надолго отключаться от электросетей. Использование традиционных дизельных и бензиновых электростанций сопряжено с высокими эксплуатационными затратами, не говоря об отрицательном воздействии на окружающую среду. В то же время Южный федеральный округ располагает значительным ветроэнергетическим потенциалом, а ветроэнергетические установки (ВЭУ) малой мощности на базе асинхронных генераторов (АГ) отличаются высокой надежностью. Однако внедрение таких установок сдерживается отсутствием эффективных технических решений по стабилизации напряжения АГ при переменной скорости ветра и флуктуациях нагрузки. В связи с этим диссертация, нацеленная на разработку и исследование системы стабилизации напряжения АГ для ВЭУ, обеспечивающей устойчивое электроснабжение овцеводческих хозяйств, является своевременной и востребованной.

2. Структура и объем диссертации

Рукопись диссертации состоит из 173 страниц и включает введение, четыре главы, итоговые выводы, библиографический список из 149 наименований и приложения. Материал изложен логично, грамотно, с корректными формулировками, что соответствует ГОСТ 7.0.11-2011.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Во введении раскрывается актуальность исследований и степень разработанности темы, с соблюдением требуемых формальностей в части подачи информации о соискателе и проведенных исследованиях.

В первой главе «Состояние вопроса, перспективы и энергоснабжение овцеводческих хозяйств в Южном Федеральном округе (ЮФО)» приводится развернутая характеристика отрасли овцеводства в ЮФО, проанализированы состав и режимы работы электрооборудования ферм, определена типовая электрическая нагрузка. Выполнен сравнительный обзор разновидностей малых ВЭУ, генераторов и известных способов регулирования напряжения асинхронных машин. Рассмотрено большое количество схем стабилизации напряжения АГ и научных работ по моделированию режимов АГ. Делается вывод, что существующие математические модели не в полной мере учитывают насыщение

магнитопровода генератора, что затрудняет исследование процессов стабилизации напряжения при переменных погодных и нагрузочных условиях. Также делается вывод, что для изучения процесса стабилизации выходного напряжения ВЭУ необходимо разработать математические модели, учитывающие влияние ограничений, связанных с насыщением магнитной системы АГ. Также же выдвигается рабочая гипотеза и формулируются задачи исследования.

Во второй главе «Анализ процессов возбуждения и насыщения в асинхронном генераторе» на базе Г-образной схемы замещения показано, что установившийся режим самовозбуждения может возникнуть как при линейной магнитной характеристике магнитной системы благодаря балансу активной и реактивной составляющих мощности в контуре с отрицательным сопротивлением, так и при нелинейной характеристике, при этом насыщение только ограничивает амплитуду генерируемых колебаний. Предложен способ учёта нелинейности магнитной системы с введением функции, отражающей изменение взаимной индукции между обмотками. Такой подход обеспечивает адекватную коррекцию матрицы индуктивностей в процедуре численного моделирования.

В третьей главе «Моделирование и разработка стабилизатора напряжения асинхронного генератора» разработаны математические модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» в трёхфазных координатах, отличающиеся способом регулирования тока возбуждения – дискретная коммутация конденсаторов либо плавное изменение активного сопротивления в звене постоянного тока. Для численного решения жёсткой системы дифференциальных уравнений применена модификация метода Рунге-Кутты 5-го порядка – формула Фельберга, которая дала устойчивый процесс вычислений. Расчёты выявили, что плавное регулирование тока возбуждения позволяет удерживать напряжение в более узком коридоре и несколько ограничивает повышение оборотов при избыточной мощности на валу ветродвигателя. Также разработаны функциональная и принципиальная схемы стабилизатора на микроконтроллере ATmega328p и алгоритм управления стабилизатором.

В четвертой главе «Экспериментальная проверка результатов моделирования и расчет экономической эффективности серийного производства ветроэнергетических установок малой мощности» приведены результаты проверки адекватности способа учёта нелинейности. На разработанном стенде проведены экспериментальные исследования режимов стабилизации напряжения. Статистический анализ подтвердил валидность математических моделей. Выполнена технико-экономическая оценка серийного производства (100 установок в год) по трём сценариям финансирования: чистый дисконтированный доход составляет от 4,68 до 22,64 млн руб., срок окупаемости — 5–7 лет.

В заключении проводятся итоги выполненного исследования, рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

Диссертационная работа имеет список литературы из 149 наименований и десять приложений, представляющих собой акты внедрения, текст программы для микроконтроллера и вспомогательные расчётные материалы.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Ключевые положения диссертации сформулированы на основе применения современных методов теоретической электротехники, теории электрических машин, функционального моделирования динамических систем и теории автоматического регулирования. Достоверность выводов обеспечивается корректным использованием известного математического аппарата и подтверждается экспериментальными данными, обработанными методами математической статистики, и обладающие повторяемостью, что говорит о корректности полученных результатов. Выводы и рекомендации логично вытекают из содержания работы.

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы, представленные в заключении, обладают научной и технической новизной и полностью соответствуют представленным в диссертации результатам исследований.

4. Оценка новизны и достоверности

Новыми научными результатами диссертационного исследования являются:

- обоснование возможности достижения устойчивого режима работы автономного АГ;
- математические модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» при дискретном и плавном регулировании тока возбуждения, позволяющие рассчитывать процессы для длительного исследуемого режима работы системы;
- алгоритм решения уравнений модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» со стабилизатором напряжения, учитывающий нелинейные характеристики момента ветродвигателя и магнитной системы асинхронного генератора, для определения параметров и режимов работы ВЭУ.

Техническая новизна предложенного метода стабилизации напряжения АГ подтверждена патентом РФ на изобретение.

Достоверность полученных результатов математического моделирования при обоснованных допущениях проверена экспериментально на испытательном стенде.

5. Апробация работы, её реализация и публикации по теме исследования

Результаты выполненного диссертационного исследования докладывались и обсуждались на 6 международных, 1 национальной и 1 российской научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, включая 9 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 патента РФ на изобретение и 3 монографии.

Математический аппарат для расчёта параметров и режимов работы ВЭУ малой мощности на базе асинхронных генераторов используется в ООО НТК

«Солнечный центр»; алгоритм решения уравнений модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» со стабилизатором напряжения передан в ООО «Энерготехнологии-Сервис»; результаты исследований внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

6. Степень завершенности диссертации и качество оформления

Материалы, изложенные в диссертации, представлены логично и взаимосвязанно. В диссертации раскрыты поставленные задачи, отражены и обоснованы результаты и выводы. Содержание диссертации изложено в статьях, опубликованных в открытой научной печати, и апробировано на российских и международных конференциях.

Цель и задачи исследований реализованы автором в полном объеме. Научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации являются новыми и не вызывают сомнения в их корректности.

В целом диссертационная работа содержит все необходимые для кандидатской диссертации составляющие. Автореферат в достаточной мере отражает материал диссертационной работы, её основные положения и научные результаты.

7. Общие замечания и вопросы по работе

1. На графике ряда рисунков (рис. 1.4, 4.2, 4.10-4.11, 4.13-4.14, 4.15 и др.) отсутствуют названия осей.

2. Ряд рисунков имеет латинские обозначения вместо русских (рис. 1.14, 3.16, и т.д.).

3. В ряде формул (1.12, 3.10, на стр. 71 и т.д.) вместо исторически применяемых плавающих запятых использованы точки.

4. Утверждение в работе о невозможности самостоятельного старта роторов Дарье является некорректным. Современные ветроэнергоустановки имеют лопасти с ненулевым углом установки, что обеспечивает надежный самостоятельный старт даже на малых ветрах (с 2-3 м/с в зависимости от размеров ротора).

5. Непонятно, как изменялась мощность ВЭУ в зависимости от величины нагрузки при переменной скорости ветра. Для этого необходимо было построить многомерные графики зависимости соответствующих величин. Почему в работе расчетная скорость принята 7 м/с? Для какой максимальной мощности ВЭУ могут быть использованы материалы исследования?

6. В моделях изменение скорости ветра представлено ступенчатым изменением. Почему не рассматривается случайный характер поведения реального ветрового потока?

7. Замена трёхфазного выпрямителя с транзистором тремя фазными резисторами не подходит для переходных процессов. Совпадение отдельных энергетических характеристик не гарантирует совпадения формы токов и гармоник. Почему это никак не пояснено в диссертации?

8. Требуется пояснения тот факт, что в исследовании ротор ВЭУ взят на

5 кВт, а максимальная мощность генератора всего 1,1 кВт. С учетом использованной постоянной скорости ветра 7 м/с это объясняется, но каким образом обосновывается защита данного генератора на номинальных, а тем более, буревых ветрах?

Отмеченные замечания, тем не менее, не являются критичными, не снижают ценности работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования соискателя Квитко Андрея Викторовича.

8. Заключение

Учитывая объем выполненных исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа Квитко Андрея Викторовича «Параметры и режимы работы ветроэнергетической установки с асинхронным генератором для электроснабжения овцефермы» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой обосновано новое решение научной задачи повышения устойчивости работы автономной ВЭУ с АГ в условиях переменного ветрового потока и изменения нагрузки, реализованное в способе плавного регулирования тока возбуждения. Результаты работы позволяют повысить надежность электроснабжения сельскохозяйственных потребителей за счет использования возобновляемых источников энергии и расширить область применения серийных асинхронных машин в малой ветроэнергетике, что подтверждено патентом РФ на изобретение. Работа соответствует паспорту специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса. Поставленные вопросы и замечания не снижают ценности проведенных исследований.

Диссертация соответствует требованиям к научно-квалификационной работе, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, в соответствии с п. 9-11,13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» а её автор, Квитко Андрей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, профессор кафедры «Электрические станции, сети

Q. 1

+79123171895

«01» сентября 2026 г.

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Подпись, ученую степень, звание и должность
Соломина Евгения Викторовича заверяю:



ВЕРНО
Ведущий документовед
О.В. Брюхова

С отзовом оригинального оптогенета ознакомлен

04.09.2026 z.



Квешко А. В.

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Квитко Андрея Викторовича на тему: «Параметры и режимы работы ветроэнергетической установки с асинхронным генератором для электроснабжения овцефермы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки).

Фамилия, Имя, Отчество	Соломин Евгений Викторович
Ученая степень	доктор технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Методологические основы разработки и создания вертикально-осевых ветроэнергетических установок для агропромышленного комплекса России
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)", Южно-Уральский государственный университет)
Наименование подразделения	кафедра «Электрические станции, сети и системы электроснабжения»
Должность	профессор
Адрес организации места работы	454080, Челябинская область, г. Челябинск, пр-кт Ленина, д. 76
Телефон и официальный сайт организации места работы	+7 (351) 267-99-00 https://www.susu.ru/ru

**Основные публикации официального оппонента,
затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя**

1. Оценка влияния моделей турбулентности на описание процессов вихреобразования в ветроэнергетике / Е. В. Соломин, А. А. Терехин, А. С. Мартыанов [и др.] // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. – 2022. – Т. 26, № 2. – С. 339-354. – DOI 10.14498/vsgtu1885.

2. Стереопанорамный анеморумбометр для системы ориентации горизонтально-осевой ветроэнергетической установки / Е. В. Соломин, А. С. Мартыанов, А. А. Ковалев [и др.] // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 573-592. – DOI 10.14498/vsgtu2016.

3. Антипин, Д. С. Обзор видов повреждений ветроэлектростанции / Д. С. Антипин, Г. Н. Рявкин, Е. В. Соломин // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2023. – № 6(411). – С. 48-59. – DOI 10.15518/isjaee.2023.06.048-059.

4. Yang, Yu. Wind Direction Prediction Based on Nonlinear Autoregression and Elman Neural Networks for the Wind Turbine Yaw System (Прогнозирование направления ветра на основе нелинейной авторегрессии и нейронных сетей Элмана для системы поворота ветротурбины) / Yu. Yang, E. Solomin, A. Shishkov // Social Science Research Network. – 2022. – DOI 10.2139/ssrn.4128942.

5. Gordievsky, E. Development of a Simulation Model for an Electric Energy Storage Unit for a Simulation of Power Plant (Разработка имитационной модели блока накопления электрической энергии для моделирования работы электростанции) / E. Gordievsky, E. Solomin, A. Miroshnichenko // Proceedings - 2022 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2022, Sochi, 16–20 мая 2022 года. – Sochi, 2022. – P. 253-258. – DOI 10.1109/ICIEAM54945.2022.9787215.

6. Horizontal axis wind turbine yaw differential error reduction approach (Способ уменьшения дифференциальной погрешности рыскания ветряной турбины с горизонтальной осью) / E. V. Solomin, A. A. Terekhin, A. S. Martyanov [et al.] // Energy Conversion and Management. – 2022. – Vol. 254. – P. 115255. – DOI 10.1016/j.enconman.2022.115255.

7. Solomin, E. V. Centrifugal controller of rotation frequency for vertical axis wind turbines (Центробежный регулятор частоты вращения ветряных турбин с вертикальной осью) / E. V. Solomin // Journal of King Saud University. Engineering Sciences. – 2022. – DOI 10.1016/j.jksues.2022.01.006.

8. Solomin, E. V. Horizontal Axis Wind Turbine Weather Vane Aerodynamic Characteristics: Delayed Detached Eddy Simulation and Experimental Approach (Аэродинамические характеристики флюгера ветряной турбины с горизонтальной осью: моделирование отложенного отрыва вих-

ря и экспериментальный подход) / E. V. Solomin, G. N. Ryavkin // Mathematics. – 2023. – Vol. 11, No. 8. – P. 1834. – DOI 10.3390/math11081834.
9. A Case Study and Scientific Nexus of a Hybrid Solar and Wind Power Plant with a Heat Pump for Emission Decarbonization (Анализ конкретного случая и научное обоснование гибридной ветро-солнечной электростанции с тепловым насосом для декарбонизации выбросов) / K. V. Osintsev, E. V. Solomin, G. N. Ryavkin, N. A. Pshenisnov // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 12. – P. 5221. – DOI 10.3390/su16125221.
9. Fatigue Load Modeling of Floating Wind Turbines Based on Vine Copula Theory and Machine Learning (Моделирование усталостной нагрузки плавучих ветряных турбин на основе теории виноградной лозы и машинного обучения) / X. Yuan, Q. Huang, D. Song [et al.] // Journal of Marine Science and Engineering. – 2024. – Vol. 12, No. 8. – P. 1275. – DOI 10.3390/jmse12081275.
10. Yang, Yu. Wind direction prediction based on nonlinear autoregression and Elman neural networks for the wind turbine yaw system (Прогнозирование направления ветра на основе нелинейной авторегрессии и нейронных сетей Элмана для системы рыскания ветряной турбины) / Yu. Yang, E. V. Solomin // Renewable Energy. – 2025. – Vol. 241. – P. 122284. – DOI 10.1016/j.renene.2024.122284.
11. Review of Design Schemes and AI Optimization Algorithms for High-Efficiency Offshore Wind Farm Collection Systems (Обзор проектных решений и алгоритмов оптимизации на основе искусственного интеллекта для высокоэффективных систем сбора энергии морских ветро-электростанций) / Yu. Wang, D. Song, Li. Wang [et al.] // Energies. – 2025. – Vol. 18, No. 3. – P. 594. – DOI 10.3390/en18030594.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Электрические
станции, сети и системы электроснабже-
ния» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский
государственный университет (нацио-
нальный исследовательский универси-
тет)»

« 17 » июня 2026 г.



Е. В. Соломин

Подпись, ученую степень, звание и должность
Соломина Евгения Викторовича удостоверяю:

Начальник управления по работе
с кадрами Южно-Уральского
государственного университета



ОТЗЫВ

Официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Коноплёва Евгения Викторовича на диссертацию Квитко Андрея Викторовича на тему: «Параметры и режимы работы ветроэнергетической установки с асинхронным генератором для электроснабжения овцефермы», представленную к защите в диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций 35.2.019.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

1. Актуальность темы. Диссертационная работа Квитко Андрея Викторовича выполнена на актуальную тему, связанную с внедрением в сельскохозяйственное производство ветроэнергетических установок малой мощности. В диссертации показана необходимость улучшения технико-экономических и эксплуатационных показателей автономных систем электроснабжения, обеспечивающих электроэнергией потребители малых фермерских и личных подсобных хозяйств, занимающихся разведением овец. В связи с этим применение АСЭ на базе ВЭУ с АГ, является практически востребованным.

2. Общая характеристика работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка литературы, включающего 149 наименований и приложения. Общий объем диссертации 173 страницы машинописного текста. По стилю изложения и чёткости формулировок удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней.

По результатам выполненных исследований опубликовано 17 научных работ, включая 9 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Получено 3 патента РФ на изобретение и издано 3 монографии.

Апробация результатов исследований проводилась на 6 международных, 1 национальной и 1 российской научно-практических конференциях.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Во введении раскрыты актуальность темы, объект и предмет исследований, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены особенности овцеводческих хозяйств Южного федерального округа, их электрические нагрузки, типовое электрооборудование. Выполнен сравнительный анализ конструкций ВЭУ малой мощности и типов генераторов, показано, что АГ с короткозамкнутым ротором имеют улучшенные эксплуатационные показатели, и их применение в составе ВЭУ экономически оправдано. Дан обзор существующих исследований и технических решений по стабилизации напряжения АГ. Показано, что в известных математических моделях недостаточно проработан учёт нелинейности магнитной системы АГ, что препятствует корректному анализу процессов стабилизации напряжения при переменных возмущающих воздействиях. На этой основе сформулированы рабочая гипотеза, цель и задачи исследования.

Во второй главе теоретически обоснованы условия устойчивого самовозбуждения АГ с линейной магнитной характеристикой. Показано, что возникновение установившегося режима определяется балансом активной и реактивной мощностей в системе с отрицательным сопротивлением, а нелинейность магнитной системы ограничивает амплитуду генерируемого напряжения. Предложен способ учёта насыщения магнитной системы путём раздельного рассмотрения трёх зон магнитопровода с введением расчётной функции изменения магнитной связи между обмотками, что позволяет корректно модифицировать матрицы параметров асинхронной машины при математическом моделировании.

В третьей главе разработаны математические модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» в трёхфазной неподвижной системе координат для случаев дискретного и плавного регулирования тока возбуждения. Разработан алгоритм численного решения жёсткой системы дифференциальных уравнений на основе модификации метода Рунге-Кутты 5-го порядка (формула Фельберга). Предложены функциональная и принципиальная электрическая схемы стабилизатора напряжения на базе микроконтроллера Atmega328p с ШИМ-управлением полевым транзистором. Также разработан алгоритм работы системы управления стабилизатором с функциями защиты и мониторинга.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальной проверки. Эксперимент по определению характеристики холостого хода подтвердил адекватность предложенного способа учёта нелинейности. На разработанном испытательном стенде с приводным двигателем постоянного тока проведены исследования режимов стабилизации напряжения при дискретном и плавном регулировании. Статистическая обработка данных показала, что различия между теоретическими и экспериментальными данными статистически незначимы на уровне значимости 0,05. Выполнен расчёт технико-экономических показателей серийного производства ВЭУ малой мощности (годовой выпуск 100 шт.) по трём сценариям финансирования. Показано, что чистый дисконтированный доход проекта составляет от 4,68 до 22,64 млн руб. при сроке окупаемости от 5 до 7 лет, что подтверждает инвестиционную привлекательность разработки.

В заключении проводятся итоги выполненного исследования, рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

Диссертационная работа оканчивается списком литературы из 149 наименований и 10 приложениями, представляющими собой акты использования результатов научных исследований, внедрения в учебный процесс, текста программного кода для программирования микроконтроллера и результатов вспомогательных расчетов, не включенных в основной текст диссертации.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Основные научные положения диссертации и выводы достаточно корректно обоснованы с использованием теории электрических цепей и электрических машин, методов математического моделирования динамических систем, теории автоматического управления, а также апробированных методов статистической обработки экспериментальных данных.

Выводы и рекомендации по работе полностью отражают результаты, проведенного диссертационного исследования.

Диссертационная работа содержит необходимые ссылки на литературные источники. Основные результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в научных публикациях автора.

4. Научная новизна исследований и достоверность полученных результатов. Научную новизну работы составляют:

- критерии устойчивого режима работы автономного АГ с линейной характеристикой магнитной системы;
- математические модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» при дискретном и плавном регулировании тока возбуждения;
- алгоритм решения уравнений модели системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» со стабилизатором напряжения для определения параметров и режимов работы ВЭУ.

Достоверность результатов подтверждена сопоставлением данных математического моделирования и экспериментальных исследований на физической модели. Сравнение показало высокую степень совпадения средних значений выходного напряжения при статистически незначимом различии между расчётными и экспериментальными данными.

5. Значимость полученных результатов для науки и практики представляют:

- критерии устойчивого режима работы автономного АГ при отсутствии насыщения магнитной системы показывают, что выходное напряжение такого АГ ограничивается мощностью приводного двигателя;
- способ учета насыщения магнитной системы АГ, который позволяет строить адекватные математические модели систем регулирования его напряжения;
- результаты математического моделирования системы «ветродвигатель – асинхронный генератор – нагрузка» со стабилизатором напряжения, позволяющие анализировать переходные и установившиеся режимы при дискретном и плавном регулировании тока возбуждения АГ;
- алгоритм работы автоматической системы управления стабилизатором напряжения АГ, позволяющий разрабатывать программный код для микроконтроллера;
- функциональная и принципиальная схемы стабилизатора напряжения могут быть использованы проектными организациями при создании автономных систем электроснабжения.
- результаты технико-экономического обоснования, демонстрирующие целесообразность серийного производства и применения ВЭУ с разработанным стабилизатором напряжения для сельскохозяйственных предприятий.

6. Замечания по содержанию и оформлению работы

1. В первой главе следовало бы привести графики нагрузки овцефермы для летнего и зимнего периода, указать среднесуточное потребление электроэнергии, таблицу с характеристиками потребителей. Не совсем ясно, для какого количества голов на овцеферме проектируется ветроэнергетическая установка.
2. По тексту диссертации встречаются несущественные неточности и опечатки, текст со стр. 49 дублирует стр. 6, ссылка на рисунок для точек p_1 и p_2 (стр. 59) неверна (должна быть на рис. 2.4).

3. Не совсем понятно, как получено выражение 2.40, не представлен вывод математической модели (выражение 3.1), системы уравнений для асинхронного двигателя, представленной на стр. 101.
4. Во второй главе необходимо было бы представить общую структурную схему системы автономного электроснабжения на основе ветроэнергетической установки. Так же необходимо уточнить основные параметры ветроэнергетической установки (диаметр ветродвигателя; высота мачты; мощность генератора). Почему в экспериментальной части исследуется асинхронная машина мощностью 3 кВт, в экономической части идет расчет для генератора мощностью 1,1 кВт; имеется ли в составе системы электроснабжения аккумуляторная батарея, инвертор, дизель-генератор?
5. На стр. 74, последний абзац, говорится, что скорость ветра выбрана в пределах 6,5-11,5 м/с для исследования работы стабилизатора напряжения асинхронного генератора ветроэнергетической установки, необходимо уточнить, каким образом будет функционировать система стабилизации напряжения вне этого диапазона. Сопротивление нагрузки (стр.83) выбрано в диапазоне 70-140 Ом, как будет работать система стабилизации при сопротивлении нагрузки менее 70 Ом?
6. Проводились ли испытания работы системы стабилизации напряжения асинхронного генератора в реальных условиях на ветроустановке? Сколько времени, исходя из функциональной схемы (рис 3.15), будет осуществляться электроснабжение потребителей от ветроэнергетической установки в течении одного года?
7. Алгоритм, представленный на стр. 93 должен быть замкнут, в представленном виде выполнение программы осуществиться один раз.
8. При работе полевого транзистора VT1 в линейном режиме происходят потери энергии на его нагрев, как этот момент влияет на энергоэффективность системы, на КПД в целом?
9. На электрических схемах лабораторного стенда (рис. 4.4 и 4.5) отсутствуют измерительные приборы.
10. Не исследована устойчивость работы системы стабилизации напряжения асинхронного генератора (например, по критерию Найквиста).
11. На стр. 114 указано, что данные по зарплатному фонду брались за 2023 год, что в некоторой степени снижает актуальность полученных технико-экономических показателей.

7. Заключение

Отмеченные замечания не являются определяющими при общей оценке диссертации. Таким образом, представленная диссертация Квитко Андрея Викторовича на тему: «Параметры и режимы работы ветроэнергетической установки с асинхронным генератором для электроснабжения овцефермы», является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научные результаты, позволяющие их квалифицировать как обоснованные технические разработки в области электротехнологии и электрооборудования в сельском хозяйстве и соответствует требованиям п.9–11, 13 «Положения о порядке присуждения ученых

степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Квитко Андрей Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки).

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Электрооборудования и
энергообеспечения АПК»
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ
«28» августа 2026 г.

Коноплёв
Евгений
Викторович

Фамилия, Имя, Отчество	Коноплёв Евгений Викторович
Ученое звание	Доцент
Место работы	ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, кафедра «Электрооборудования и энергообеспечения АПК»
Специальность, по которой защита диссертация	05.20.02 – Электротехнологии и электрообо- рудование в сельском хозяйстве
Адрес организации места работы	355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.
Телефон и электронная почта	8-903-418-97-46; Konoplev82@mail.ru

Подпись, ученую степень, звание и должность
Коноплёва Евгения Викторовича удостоверяю:

Ученый секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

Романенко
Елена
Семеновна

С отзывом официального оппонента ознакомлен
01.09.2026 Квитко А. В.

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Квитко Андрея Викторовича на тему: «Параметры и режимы работы ветроэнергетической установки с асинхронным генератором для электроснабжения овцефермы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки).

Фамилия, Имя, Отчество	Коноплёв Евгений Викторович
Ученая степень	кандидат технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Применение ветроэнергетической установки в системе автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей малой мощности
Ученое звание	Доцент
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ставропольский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ)
Наименование подразделения	кафедра «Электрооборудования и энергообеспечения АПК»
Должность	доцент
Адрес организации места работы	355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12
Телефон и официальный сайт организации места работы	8 (8865) 35-22-82; 8 (8865) 35-22-83 http://stgau.ru/

Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя
1. Никитенко, Г. В. Исследование алгоритмов коммутации обмоток статора синхронного генератора по схемам звезда-треугольник / Г. В. Никитенко, А. С. Сергиенко, Е. В. Коноплев // Сельский механизатор. – 2025. – № 12. – С. 38-39. – DOI 10.47336/0131-7393-2025-12-38-39-44.
2. Wind Power Plant with Variable Blade Angle of Attack (Ветроэлектростанция с изменяемым углом атаки лопастей) / E. Konoplev, G. Nikitenko, P. Konoplev [et al.] // Innovations in Sustainable Agricultural Systems (ISAS 2024) (Lecture Notes in Networks and Systems) : Conference proceedings, Stavropol, 04–05 марта 2024 года. Vol. 857-2. – Cham, Switzerland: Springer, 2024. – P. 3-11. – DOI 10.1007/978-3-031-72556-2_1.
3. Математическое моделирование работы системы автономного электроснабжения / Г. В. Никитенко, Е. В. Коноплев, А. С. Сергиенко [и др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 7. – С. 28-30. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-7-28-29-30.
4. Защищенная от внешних воздействий энергоустановка автономного электроснабжения / Г. В. Никитенко, Е. В. Коноплев, П. В. Коноплев, А. В. Бобрышев // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 33. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-4-33-44.
5. Коноплев, Е. В. Стабилизация выходных параметров ветроэнергетической установки / Е. В. Коноплев, Г. В. Никитенко, А. А. Лысаков // Малая энергетика: проблемы, задачи и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 15–16 июня 2023 года. – Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2023. – С. 97-100.
6. Система автономного электроснабжения / Е. В. Коноплев, Г. В. Никитенко, П. В. Коноплев, А. С. Сергиенко // Сельский механизатор. – 2022. – № 4. – С. 44.
7. Синхронный генератор / Г. В. Никитенко, Е. В. Коноплев, П. В. Коноплев, А. С. Сергиенко // Сельский механизатор. – 2022. – № 4. – С. 41.
8. Методика расчета магнитной системы осесимметричной цилиндрической модели синхронного генератора с двухконтурной магнитной системой / Г. В. Никитенко, И. В. Атанов, Е. В. Коноплев, А. А. Лысаков // Электротехника. – 2022. – № 7. – С. 23-27. – DOI 10.53891/00135860_2022_7_23.
9. Никитенко, Г. В. Генераторы, применяемые в ветроэнергетических установках / Г. В. Никитенко, Е. В. Коноплев, А. С. Сергиенко // Современные исследования как ответ на вызовы нового времени : сборник трудов

Всероссийской научно-практической конференции электроэнергетического факультета, посвященной Дню Российской науки, Ставрополь, 07–11 февраля 2022 года. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2022. – С. 132-136.

10. Никитенко, Г. В. Конструктивные особенности ветроэнергетической установки относительно осей вращения / Г. В. Никитенко, Е. В. Коноплев, А. С. Сергиенко // Современные исследования как ответ на вызовы нового времени : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции электроэнергетического факультета, посвященной Дню Российской науки, Ставрополь, 07–11 февраля 2022 года. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2022. – С. 136-140.

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрооборудования и энергообеспечения АПК»

ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ

« 15 » ИЮНЯ 202 6 г.



Коноплёв
Евгений
Викторович

Подпись, ученую степень, звание и должность
Коноплёва Евгения Викторовича удостоверяю:

Ученый секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент



Романенко
Елена
Семеновна