

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Г.Н. Гусева «Обоснование рациональных режимов электротехнических систем с возобновляемыми источниками энергии на основе адаптивного регулирования реактивной мощности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 02.06.2026 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 16.03.2026 г., протокол №37.

Диссертация выполнена на кафедре «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Кутепов Антон Григорьевич, НИТУ МИСИС, кафедра «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол №37 от 16.03.2026 г.) в составе:

1. Ляхомский Александр Валентинович – доктор технических наук, профессор кафедры энергетики и энергоэффективности горной промышленности НИТУ МИСИС, профессор – председатель комиссии.

2. Шевырёв Юрий Вадимович – доктор технических наук, профессор кафедры энергетики и энергоэффективности горной промышленности НИТУ МИСИС, профессор.

3. Гуляев Игорь Васильевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», кафедра электроники и нанoeлектроники, профессор.

4. Малафеев Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», кафедра вычислительной техники и систем управления, профессор.

5. Сычев Юрий Анатольевич – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра электроэнергетики и электромеханики, профессор.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложено новое решение актуальной научной задачи обеспечения рациональных режимов электротехнических систем с возобновляемыми источниками энергии на основе адаптивного регулирования реактивной мощности с учетом стохастического характера генерации;

- разработан метод формирования стохастических значений входных параметров силового преобразователя электротехнической системы с возобновляемыми источниками энергии, обеспечивающий переход от непрерывных вероятностных характеристик солнечной и ветровой генерации к непрерывным временным рядам электрических параметров фотоэлектрических модулей и ветроэнергетических установок;

- разработана математическая модель адаптивного алгоритма регулирования реактивной мощности силового преобразователя, учитывающая изменение входных параметров постоянного тока и выходных параметров электрической сети. Предложенный алгоритм обеспечивает изменение уставки реактивной мощности в зависимости от режимов работы электротехнической системы и параметров силового преобразователя;

- создана имитационная модель центрального сетевого солнечного инвертора в программной среде MATLAB/Simulink, позволяющая исследовать режимы работы электротехнической системы с возобновляемыми источниками энергии при изменяющихся параметрах генерации;

- разработана компьютерная модель адаптивного алгоритма регулирования реактивной мощности в программной среде MasterSCADA и выполнена ее верификация на основе телеметрических данных действующей СЭС «Гафурийская». Полученные результаты подтвердили адекватность алгоритма – сходимость результатов моделирования с экспериментальными данными находится не ниже уровня 0,9.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

– применительно к проблематике диссертации результативно – с получением обладающих научной новизной результатов – разработан метод формирования стохастических входных воздействий силового преобразователя электротехнической системы с возобновляемыми источниками энергии, позволяющий перейти от вероятностных климатических характеристик солнечной радиации и скорости ветра к непрерывным временным рядам активной мощности;

– установлено влияние входных параметров фотоэлектрических модулей и выходных параметров электрической сети на режимы работы силового преобразователя электротехнической системы;

– обоснован выбор параметров адаптивного алгоритма регулирования реактивной мощности для обеспечения заданных режимов работы силового преобразователя при изменяющихся параметрах генерации и сети;

– выполнена оценка параметров устойчивых режимов функционирования силового преобразователя электротехнической системы с ВИЭ на основе адаптивного регулирования реактивной мощности, учитывающего стохастический характер генерации возобновляемых источников энергии.

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

– созданы имитационная и компьютерная модели центрального сетевого солнечного инвертора с адаптивным регулированием реактивной мощности, позволяющие выполнять количественную оценку режимов работы силового преобразователя при изменяющихся параметрах генерации и электрической сети;

– разработан адаптивный алгоритм регулирования реактивной мощности, обеспечивающий поддержание заданных режимов работы инвертора по напряжению, полной мощности и коэффициенту мощности при стохастическом характере генерации ВИЭ;

– предложены методические рекомендации по выбору параметров адаптивного алгоритма регулирования реактивной мощности для электротехнических систем с возобновляемыми источниками энергии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– методика описания стохастических входных воздействий силового преобразователя построена на использовании известных вероятностных моделей и климатических данных, согласующихся с опубликованными исследованиями в области возобновляемой энергетики;

– идея, цели и задачи исследования базируются на анализе и обобщении современных подходов к моделированию ВИЭ и регулированию реактивной мощности силовых преобразователей;

– использовано сравнение результатов математического и имитационного моделирования с телеметрическими данными действующей СЭС «Гафурийская»;

– установлено качественное и количественное совпадение результатов моделирования с экспериментальными данными эксплуатации центрального сетевого солнечного инвертора;

– сходимость результатов моделирования и опытной эксплуатации составляет не ниже 0,9;

– использованы современные методы математического, имитационного и компьютерного моделирования, теоретических основ электротехники, теории автоматического управления, систем электроснабжения.

Личный вклад соискателя состоит в:

– обосновании цели исследования и решении поставленных задач, связанных с обеспечением рациональных режимов электротехнических систем с ВИЭ на основе адаптивного регулирования реактивной мощности;

– разработке метода формирования стохастических входных воздействий силового преобразователя, позволяющего перейти от вероятностных климатических характеристик солнечной радиации и скорости ветра к непрерывным временным рядам активной мощности фотоэлектрических модулей и ветроэнергетических установок;

– разработке адаптивного алгоритма регулирования реактивной мощности, учитывающего изменение входных параметров постоянного тока и выходных параметров электрической сети;

– разработке имитационной модели центрального сетевого солнечного инвертора в среде MATLAB/Simulink и компьютерной модели адаптивного алгоритма регулирования реактивной мощности в среде MasterSCADA;

- установлении зависимостей влияния параметров генерации и режимов работы электрической сети на функционирование системы регулирования реактивной мощности силового преобразователя;
- проведении верификации разработанного алгоритма на основе телеметрических данных действующей СЭС «Гафурийская», анализе результатов моделирования и опытной эксплуатации;
- апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Соискатель представил 6 опубликованных печатных работ, в том числе три статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного ВАК Минобрнауки России (1 статья в МБД), а также получено 2 патента на полезную модель.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Гусева Глеба Николаевича соответствует критериям раздела 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований дано новое решение актуальной научно-технической задачи обеспечения рациональных режимов электротехнических систем с возобновляемыми источниками энергии на основе адаптивного регулирования реактивной мощности, что имеет существенное значение для развития электротехнических систем с ВИЭ.

Экспертная комиссия приняла решение присудить Гусеву Глебу Николаевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии



А.В. Ляхомский

02.06.2026 г.