

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гайсина Булата Маратовича
на тему: «РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ
НЕОДНОРОДНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА
ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АВАРИЙНЫХ КАСКАДНЫХ
ПРОЦЕССОВ», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и
электроэнергетические системы»

Актуальность. Современная релейная защита и противоаварийная автоматика обладают достаточно развитыми средствами для предотвращения и локализации аварийных процессов в электроэнергетической системе. Однако в силу разных причин развитие последовательности событий возможно по сценарию, приводящему не к локализации первичных возмущений и восстановлению нормального режима работы системы, а наоборот, к дальнейшему форсированию аварийного процесса, из-за чего он распространяется на другие части системы, сопровождаясь нередко отказами других элементов системы и приводя в итоге к крупным нарушениям режима работы системы. Причем, первичные возмущения, послужившие причиной каскадных аварий, могут быть весьма незначительными. В связи с этим исследования, имеющие целью разработку методик прогнозирования сценариев возможного развития каскадных процессов и определения влияния различных факторов на конечную локализацию процесса либо в области потери устойчивости системы, либо в области восстановления нормального режима, имеют существенное значение для развития электроэнергетики страны. Поэтому диссертационное исследование Гайсина Б.М., разрабатывающее методику определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение, развитие аварийных каскадных процессов, является, безусловно, актуальным.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке:

1) принципов построения методики определения областей допустимых режимов электрической сети, обладающих системностью подхода к анализу режимов;

2) способа 3D-представления неоднородностей электроэнергетических систем, позволяющего визуализировать траекторию развития каскадных процессов.

Практическая значимость заключается в разработке программного комплекса, позволяющего определять траекторию развития каскадных процессов в электрической системе.

По теме диссертационной работы опубликовано 18 печатных работ, в том числе 9 статей в рецензируемых печатных изданиях РФ по перечню ВАК и 2 – изданиях, реферируемых в базе SCOPUS. Основные результаты диссертации докладывались на множестве международных и отечественных конференций.

Знакомство с авторефератом вызвали следующие **замечания и вопросы**:

1. В главе 2 рассматриваются математические аспекты разработки методики построения и определения областей допустимых режимов с учетом неоднородности электроэнергетических систем. Насколько предложенный в диссертационном исследовании способ 3D-представления неоднородностей электрической сети может служить методикой или критерием для анализа влияния неоднородностей системы на возникновение и развитие каскадных процессов?

2. При изложении основ диссертационного исследования в автореферате возникают вопросы методического и понятийного характера. Например, соискатель широко использует понятие «неоднородности электроэнергетической системы», хотя мне не удалось обнаружить этого определения в тексте автореферата. Это же замечание можно отнести к используемым соискателем понятиям «рассматриваемые параметры», «симметричное и несимметричное утяжеления».

Указанные замечания и вопросы не умаляют научного и практического значения диссертационной работы, и носят лишь дискуссионный характер.

В целом, диссертационные исследования на тему «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития технических систем управления и защиты электроэнергетических систем, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и соответствует критериям пунктов 9–14 «Положения

о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 01.10.2018), а ее автор Гайсин Булат Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Доцент кафедры
теоретических основ
электротехники и релейной
защиты и автоматики, доктор
технических наук, доцент



Антонов
Владислав Иванович

Антонов Владислав Иванович.

Ученая степень: доктор технических наук.

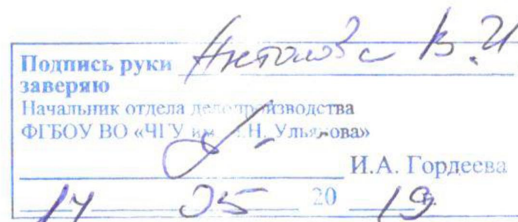
Ученое звание: доцент.

Должность: доцент кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова.

Почтовый адрес организации: 428015, Российская Федерация, г. Чебоксары, проспект Московский, д. 15.

Телефон: +7 (8352) 58-30-36. E-mail: antonov_vi@ekra.ru.

Дата написания отзыва: 14.05.2019.



Подпись Антонова В.И. заверяю

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гайсина Булата Маратовича
«Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем
на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Большие технические системы, к которым относятся и электроэнергетические системы (ЭЭС) всех иерархических и территориальных уровней подвержены внутренним и внешним возмущениям, которые могут привести к аварийным ситуациям. В этой связи исследование аварийных процессов в ЭЭС всегда было и остаётся актуальной задачей. При недостаточной эффективности и надёжности функционирования систем релейной защиты и противоаварийной автоматики происходят тяжёлые системные аварии, которые могут сопровождаться нарушением устойчивости, делением системы, большими технико-экономическими потерями.

Анализ возможностей каскадного развития аварийных ситуаций в ЭЭС, выполненный Б.М. Гайсиным представляет особый интерес, так как предлагается методика формирования границ предельно допустимых режимов.

В автореферате достаточно чётко определены задачи исследования. Используемые математические методы и технические средства соответствуют уровню решаемой проблемы.

Научная новизна и теоретическая значимость работы представлена результатами исследования параметров ЭЭС и их связями с возникновением и развитием каскадных аварийных процессов. Разработанные методики и программный комплекс используются в АО «Башкирская электросетевая компания», ООО «БЭСК Инжиниринг», в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Результаты апробации диссертационной работы и публикации отражают её основное содержание.

Замечания по автореферату.

1. Электроэнергетическая система на любом иерархическом и территориальном уровне является неоднородной (внешняя среда, структура схемы, параметры и режимы элементов). Неясно, какой критерий неоднородности ЭЭС использует автор.

2. Развитие каскадных процессов в ЭЭС может происходить не только при набросе тока на перегружаемый элемент (формула (1), стр. 7), но и, как отмечает сам автор, при снижении напряжения и (или) частоты. Поэтому (1) целесообразно было бы представить в более обобщенном виде.

3. Текущие значения влияющих факторов (формулы (2), (3), стр. 9) являются зависимыми случайными величинами. В этой связи результирующая оценка влияющих факторов должна учитывать и наличие корреляционной связи.

4. На стр. 12 отмечается, что «автором разработан программный комплекс позволяющий, исследовать ЭЭС на предмет возможного возникновения и развития аварийных каскадных процессов, заканчивающихся в области недопустимых значений режима». Однако неясна количественная оценка этой возможности (вероятности?) каскадного развития аварийной ситуации и (или) её ликвидации.

5. Из содержания автореферата неясно, какие показатели живучести использует автор (стр. 13, 14); как «с точки зрения живучести ЭЭС определяется наиболее рациональное

расположение генерирующих объектов, а также места установки устройств «... управляемых систем передачи переменного тока»; как на основе технико-экономического сопоставления вариантов (рис. 5) возможно повысить живучесть ЭЭС.

Выводы.

Высказанные замечания связаны со сложностью поставленной автором задачи исследования и не снижают результатов выполненной работы.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Гайсина Булата Маратовича – законченное исследование, выполненное самостоятельно, по тематике, актуальной для ЭЭС России. Диссертация соответствует специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» и критериям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК. Автор её Б.М. Гайсин заслуживает присвоения искомой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры «Электрификация и автоматизация»
ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-
экономический университет», доктор техн. наук, профессор
606340, Россия, Нижегородская область,
г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22, тел. 8(83166) 4-15-50
e-mail: boris.papkov@gmail.com

Папков
Борис Васильевич

24.05.2019



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Гайсина Булата Маратовича на тему **«Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Обеспечение надежной работы электроэнергетических систем – это важнейшая задача для электроэнергетической отрасли любого государства, так как крупные аварии могут оказывать существенное влияние на жизнь целой страны. Тем не менее крупные аварии в электроэнергетических системах периодически происходят, парализуя жизнедеятельность городов или стран (например, отключение электроэнергии в Венесуэле 7 марта 2019 г.). В своей работе автор рассматривает реальные примеры аварий в энергосистемах, отмечая что, наиболее масштабными являются аварии каскадного типа, поэтому тема диссертационной работы является актуальной.

В диссертационной работе Гайсина Б.М. рассматривается возможность предотвращения каскадных процессов в электроэнергетических системах за счет определения возможных траекторий развития аварийного каскадного процесса и применения мероприятий, не допускающих переход режима в область недопустимых значений. В работе разработаны методики определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов, позволяющие выявлять опасность развития каскадных процессов при заданных режимах работы.

Практическая значимость работы заключается в том, что в ней даны рекомендации по применению разработанных методик для более надежного ведения режимов, которые следует учитывать при проектировании схем развития энергосистем.

По автореферату диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. В тексте автореферата недостаточно раскрыта научная новизна.
2. Не понятно, чем отличаются разработанные методики от аналогов?
3. Достоверность полученных результатов раскрыта слабо.
4. Не понятно какое отношение к теме диссертационной работы имеют публикации № 4, 5, 6, 8?
5. Замечания по оформлению. В тексте автореферата имеются опечатки и грамматические ошибки. Рис. 1 и рис. 4а имеют плохое качество изображения, на

рисунках с трехмерным представлением параметров неоднородных ЭЭС (рис. 2, 4, 6, 8) не отражены параметры, откладываемые по осям.

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку работы. Диссертационная работа представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу. Решаемые в ней научные задачи и практические результаты важны для повышения надёжности электроэнергетических систем.

Диссертационная работа «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов» удовлетворяет требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Гайсин Б.М., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Профессор кафедры «Электрические станции, подстанции и диагностика электрооборудования» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ), д.т.н., профессор

29.05.2019

Савельев Виталий
Андреевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская д. 34.
Телефон: 8-4932-269-978
E-mail: savelev-iv@yandex.ru

Старший преподаватель кафедры «Электрические станции, подстанции и диагностика электрооборудования» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ)

29.05.2019

Новоселов Евгений
Михайлович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская д. 34.
Телефон: 8-905-155-80-90
E-mail: espde.nov@gmail.com

Подписи Савельева В.А. и Новоселова
Е.М. заверяю
Ученый секретарь Ученого совета ИГЭУ



2019

Вылгина Юлия
Вадимовна

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Гайсина Булата Маратовича
на тему «Разработка методик определения влияния неоднородности
электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных
каскадных процессов» по специальности 05.14.02 – Электрические станции
и электроэнергетические системы

Современные электроэнергетические системы и сети должны обеспечивать бесперебойное энергоснабжение промышленности и населения, которое может нарушиться по различным причинам: короткие замыкания, отказы оборудования, ошибки обслуживающего персонала и др. Подавляющая часть этих возмущений ликвидируется устройствами релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА). При недостаточной эффективности и надёжности последней и по другим сопутствующим причинам могут происходить тяжёлые системные аварии с нарушением устойчивости и существенными отрицательными последствиями для энергосистемы и потребителей.

Соискателем разработаны и применены на практике методики определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов, которые позволяют определять возможный ход развития каскадного процесса и обеспечить живучесть (надёжность) и экономичность работы энергоузлов и электрических сетей, повысить эффективность решений, принимаемых при оперативном управлении режимами, а также при проектировании развития энергосистем.

Диссертационная работа является итоговым документом по результатам исследований автора и отражает его научные достижения, но к ней имеется следующие замечания:

1. Почему автором не рассмотрены варианты реализации более дешёвых технических мероприятий, которые могут дать эффект, содействуя предотвращению развития каскадных процессов, например, изменение алгоритмов работы и параметров настройки устройств РЗ и ПА, модернизация РЗ и ПА, ликвидация «узких мест» (замена ошиновки; замена трансформаторов тока; замена ВЧ-заградителя и т.п.), а также разработка рекомендации по размещению объектов распределенной генерации (микрогенерации) и возобновляемых источников энергии?

2. Не понятно, почему автор не рассмотрел возможность реализации различных видов управляющих воздействий (УВ), помимо отключения нагрузки, в том числе, превентивных УВ, содействующих предотвращению развития каскадных процессов при одних и тех же возмущениях?

3. Следует пояснить, почему автор при оценке эффективности примене-

ния способов по повышению живучести электроэнергетических систем ведет расчет в долларах США, а не в рублях, хотя их реализация предполагается на территории Российской Федерации?

Наличие замечаний не носит принципиальный характер и не влияет на общее качество научно-квалификационной работы.

Диссертационная работы «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов» соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», является законченной научной работой, соответствующей требованиям, установленным в пунктах 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Диссертационная работа «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов» Гайсина Булата Маратовича соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Суслов Константин Витальевич

27 мая 2019 г.

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Профессор кафедры электроснабжения и электротехники

Кандидат технических наук, профессор

тел. +7(3952) 40-52-53, E-mail: souslov@istu.edu

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, каб. В-223.

www.istu.edu

+7(3952) 405-100, 405-009, E-mail: info@istu.edu



Отзыв

на автореферат диссертации Гайсина Булата Маратовича «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Научно-исследовательские работы по повышению надежности и живучести электроэнергетических систем (ЭС) являются неотъемлемой частью мероприятий, направленных на обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей. Тема диссертации, безусловно актуальна, так как в энергосистеме России и за рубежом регулярно возникают аварии, в т.ч. каскадного характера.

Достоверность основных теоретических положений подтверждается результатами значительных объемов компьютерных расчетов проведенных автором, детальным анализом основных влияющих факторов, расчетных условий и причинно-следственных связей по определению влияния неоднородности ЭС на возникновение и развитие каскадных процессов, а также на формирование границ предельно допустимых режимов в разработанной тестовой и реальной схемах ЭС путем изменения траектории утяжеления (по узлам), способа утяжеления (по генерируемой или потребляемой мощности).

В рамках диссертационного исследования автором:

- разработана методика построения и определения областей допустимых режимов при различных параметрах неоднородных ЭС, позволяющая определить траектории развития аварийных отключений с возможным переходом в одну из следующих областей: каскадных процессов, допустимых или недопустимых режимов;

- разработаны методики математического и 3D-графического анализа влияния параметров неоднородных ЭС на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов. Дано расширенное понятие неоднородности ЭС для формирования или распознавания траектории развития отключений каскадного характера.

На основе разработанных методик создан ПК, позволяющий производить пошаговый расчет траектории каскадного процесса для заданных схемно-режимных условий ЭС.

Диссертационная работа является результатом исследований автора и отражает основные научные достижения, однако имеется замечание:

В автореферате приводятся ссылки на статьи об исследованиях солнечных фотоэлектрических станций, при этом не описано влияние распределенной генерации на возможность возникновения каскадных процессов в ЭС.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гайсина Булата Маратовича «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Разработка мероприятий по предотвращению каскадных аварий является приоритетной и актуальной задачей как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации электроэнергетических систем (ЭЭС).

Обеспечение надежности и живучести ЭЭС определяется рядом объективных факторов, среди которых важнейшими являются топология и структура системообразующей и распределительных электрических сетей.

Целью работы является разработка методик определения влияния параметров неоднородных ЭЭС на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов, а также на формирование границ предельно допустимых режимов.

Автор анализирует и систематизирует различные точки зрения на основные методические вопросы теории возникновения и развития каскадных аварий в ЭЭС. Разрабатывает и апробирует методики определения областей допустимых режимов неоднородных ЭЭС и анализа влияния параметров неоднородных ЭЭС на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов. Применение данных методик позволяет обеспечить живучесть (надежность) электрических сетей, а также повысить эффективность решений, принимаемых при проектировании и оперативном управлении режимами ЭЭС.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Исследованы параметры неоднородных ЭЭС и их связи с возникновением и развитием каскадных процессов.
2. Разработана методика построения и определения областей допустимых режимов неоднородных ЭЭС.
3. Разработаны методики математического и 3D-графического анализа влияния параметров неоднородных ЭЭС на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов.
4. Разработан программный комплекс для поиска путей развития каскадных процессов в ЭЭС.

К диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания.

1) Из автореферата не ясно, какие режимы работы и аварийные возмущения в ЭЭС должны рассматриваться для определения областей допустимых режимов. Так, например, при проектировании в настоящее время принято рассматривать режимы максимальных и минимальных нагрузок для зимнего и летнего периодов, а также режимы паводка для ЭЭС с большой долей ГЭС. Является ли данный состав режимов достаточным в рамках предложенных методик или должен быть дополнен? Каким образом при моделировании должно учитываться действие противоаварийной автоматики? Необходимо пояснить.

2) Необходимо пояснить, какие преимущества дает применение предложенных методик по сравнению с общепринятым при проектировании подходом по принятию решений на основе расчетов всех характерных нормальных электрических режимов работы сети, а также послеаварийных режимов с учетом нормативных возмущений, предусмотренных Методическими указаниями по устойчивости энергосистем.

Вышеизложенные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

В целом, представленная диссертационная работа Гайсина Булата Маратовича «Разработка методик определения влияния неоднородности электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов» является законченной научно-исследовательской работой, которая соответствует научной специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы», а также требованиям ВАК к кандидатским диссертациям и критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Гайсин Булат Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Сведения об авторе отзыва	
ФИО	Шамонов Роман Геннадьевич
Ученая степень	Кандидат технических наук, 05.14.02 «Электростанции и электроэнергетические системы»
Должность	Заместитель начальника департамента оперативно-технологического управления - начальник отдела электрических режимов
Структурное подразделение	Департамент оперативно-технологического управления
Место работы	Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»,
Телефон	8-800-200-18-81
E-mail	shamonov-rg@fsk-ees.ru
Дата написания отзыва	25.04.2019

Заместитель начальника департамента оперативно-технологического управления – начальник отдела электрических режимов ПАО «ФСК ЕЭС», к.т.н.

 Шамонов Р.Г.

«25» апреля 2019 г.

Шамонов Р.Г. в настоящее время работает в ПАО «ФСК ЕЭС» в должности заместителя начальника Департамента оперативно-технологического управления - начальника отдела электрических режимов.

Начальник отдела кадров Департамента управления персоналом и организационного проектирования ПАО «ФСК ЕЭС»



 Шедикова Л.Г.

«26» апреля 2019 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гайсина Булата Маратовича
**«Разработка методик определения влияния неоднородности
электроэнергетических систем на возникновение и развитие аварийных
каскадных процессов»,**
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические
системы

Диссертация Гайсина Б.М. посвящена актуальной задаче предотвращения возможности возникновения и развития каскадных процессов, оканчивающихся системными или каскадными авариями, решение которой позволит повысить надежность и живучесть электроэнергетических систем (ЭЭС).

Автором проведен аналитический обзор методов предотвращения каскадных процессов в ЭЭС и методов обеспечения надежности и живучести ЭЭС. Предложено необходимое условие существования каскадного процесса, позволяющее получать пошаговые варианты развития каскадных процессов в виде последовательности зависимых, сменяющих друг друга установившихся режимов. Разработаны тестовые схемы ЭЭС в виде совокупности квадратных ячеек, каждая из которых образована из четырех узлов и четырех ветвей. Проведены вычислительные эксперименты по определению областей допустимых режимов с учетом распределения параметров неоднородных ЭЭС, направленные на выявление возможности возникновения и развития каскадных процессов. Разработаны методики определения области допустимых режимов, пошагового сценария развития аварийных отключений на каждом шаге ведения режима ЭЭС. Обоснована возможность принятия экономически обоснованных решений по развитию электроэнергетической системы на основе разработанных методик определения степени влияния параметров неоднородных ЭЭС на возникновение и развитие аварийных каскадных процессов.

Материалы диссертации достаточно полно отражены в публикациях автора в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, в базе данных научного цитирования Scopus, неоднократно обсуждались на международных конференциях.

Замечания. 1. В автореферате отсутствует обоснование достаточности условия (1) для развития аварийного каскадного процесса.

2. Из автореферата неясно, каким образом тестовые модели позволяют оценивать влияние топологии реальных ЭЭС на возможность возникновения и развития аварийных каскадных процессов

3. Рисунок 1 автореферата не читается.

Данные замечания не снижают ценности проделанной автором работы и не затрагивают основные результаты, выносимые на защиту.

Представленная диссертационная работа соответствует специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы» и может быть квалифицирована как законченное исследование, удовлетворяющее

