

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ибрагимова Бахтиёра Фатхуллоевича на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы Таджикистана)», на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

**Актуальность темы диссертации.** В настоящее время практически во всех научных исследованиях используется метод решения задач цифровым моделированием, который представляет собой способ изучения реальных процессов, устройств, систем, событий, основанный на рассмотрении их математических описаний - моделей с помощью вычислительных комплексов.

Крупные аварии, возникшие в ЭС РТ в последние годы (09.11.2009 и 28.10.2016 г.), в результате которой 70 % страны остались без электроэнергии в течение нескольких часов и привело к большому экономическому ущербу. Данные обстоятельства требуют исследования и систематического изучения проблемы потенциальных отключений электроэнергии в энергосистеме Таджикистана.

Таким образом, Б.Ф. Ибрагимов развивает перспективное научное направление, в котором разрабатывается компонент для моделирования процессов аварийного снижения частоты в ЭС и поведение системы АЧР, что позволяет применять его на вычислительных комплексах, компилятором которого служат языки программирования высокого уровня.

**Новизна научных положений, выводов и рекомендаций и их достоверность.** Научная новизна основных положений и результатов работы заключается в следующем:

- Разработан программный компонент АЧР (АЧР-1, АЧР-2 и ЧАПВ) для предотвращения аварийного снижения частоты в ЭС.

- Разработана методика проверки микропроцессорного терминала (МПТ) путем экспериментального моделирования применительно к устройствам АЧР.

- Впервые на базе вычислительного комплекса PSCAD разработана расчетная модель ЭС РТ с учетом ввода новых объектов для анализа и расчета установившихся и переходных режимов.

Достоверность научных положений и результатов работы подтверждена представленными в автореферате результатами экспериментальных измерений.

**Апробация работы и подтверждение опубликования ее основных положений и результатов.** Основные материалы и результаты исследований диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных конференциях и научных семинарах. По результатам исследований работы опубликовано 11 печатных работ, в том числе 4 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и

Российской Федерации, а также получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**По автореферату можно сделать следующие замечания:**

На стр. 17 указывается, что соискателем была произведена проверка работоспособности разработанного программного компонента АЧР путем **математического моделирования**. Учитывая утверждение автора (на стр.12): что описание и скрипт компонента можно с легкостью внедрить и адаптировать для работы с этими комплексами,

Вопрос 1: выполнялась ли проверка работоспособности матмодели на действующей физической модели, экспериментальном стенде или на реальном объекте? Что они показали?

Вопрос 2. На стр. 19 указывается, что с использованием модели, описанной во второй главе, был реализован дефицит активной мощности равного  $\Delta P=30\%$ . Каков физический механизм такого управления?

**Заключение.** Содержание автореферата свидетельствует, что диссертация Б.Ф. Ибрагимова является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям действующего «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Президенте РФ, предъявляемым к кандидатским и докторским диссертациям. Ее автор Ибрагимов Бахтиёр Фатхуллович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Доктор технических наук, профессор кафедры атомных станций и возобновляемых источников энергии ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

*Велькин*  
07.02.24г.

Велькин Владимир  
Иванович

**Полное наименование организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Адрес: Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

E-mail: v.i.velkin@urfu.ru

ПОДПИСЬ  
ЗАВЕРЯЮ.

*Велькин*

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ  
МОРОЗОВА В.А.

*Морозова*



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Ибрагимова Бахтиёра Фатхуллоевича** на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы Таджикистана)», на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Исследования обосновывается актуальностью выбранной темы, сформулирована цель и поставлены задачи, показана структура диссертации, охарактеризованы научная новизна и практическая ценность итогов исследования.

Диссертация Ибрагимова Б.Ф. посвящена решению теоретических и практических задач аварийного дефицита активной мощности в энергосистеме (ЭС). Результаты диссертационной работы целесообразно использовать при проектировании системы АЧР в энергодефицитных ЭС, для исследования переходных процессов, связанных с аварийным снижением частоты в ЭС.

Разработанная методика проверки АЧР с использованием компьютерно-управляемой испытательной системы, позволяющая выполнять тестирование МПТ, реализующего функции АЧР может быть использована при проверке вводимых в эксплуатацию новых объектов и проведении плановых профилактических испытаний.

По автореферату имеются вопросы и замечания:

1. Зачем по формуле на странице 11 вводить дополнительную погрешность измерения длительности одного колебания напряжения промышленной частоты путем представления этой длительности в виде суммы 6-ти интервалов времени между моментами перехода через нуль каждого из напряжений трех фаз? Возможно измерять длительность каждого колебания по двум моментам времени – начало и окончание этого колебания. Результат будет точнее.
2. На рисунке 3.4 автореферата приведена осциллограмма изменения частоты при возникновении дефицита активной мощности и действии очередей АРЧ-1 и двух очередей АЧР-2. В результате возник заброс частоты выше 50-ти Гц с последующим действием регуляторов турбин на уменьшение их активной мощности. При этом излишние отключения при  $K_n=1,5$  составляет около 0,75% мощности нагрузки. Как возможно это исправить? И еще – ступень шага по времени очередей АЧР-2 около 5с недостаточно для обеспечения селективности их действия.

Выявленное обстоятельство не снижает общую положительную оценку диссертации, именно на разработанной модели становится возможным находить критические точки. Таким образом, судя по содержанию автореферата, диссертационная работа Ибрагимова Б.Ф. на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы

Таджикистана)» в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD), в ней получены новые научные результаты, имеющие практическую значимость. Подтверждена достоверность и обоснованность результатов, сделаны доклады и публикации по требованиям ВАК, а ее автор Ибрагимов Бахтиёр Фатхуллович заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Релейная защита и автоматизация  
энергосистем» Национальный  
исследовательский университет «МЭИ»

*Аркин*

Арцишевский Я.Л.



*Ирина Арцишевская*

*удостоверено*

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ  
Л.И. ПОЛЕВАЯ

*Л.И. Полевая*

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ибрагимова Бахтиёра Фатхуллоевича на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы Таджикистана)», на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Очень важным в области современной электроэнергетики является моделирование и анализ динамических процессов, связанных с аварийным дефицитом активной мощности. Почти во всех вычислительных комплексах, в том числе ведущих, отсутствуют компоненты и функции некоторых устройств. Одним из них является устройство автоматической частотной разгрузки (АЧР), которое предназначено для устранения дефицита активной мощности в энергосистеме.

Возникновение крупных аварий в энергосистемах развитых стран: США-1977 г., Франция-1978 г., Швеция и СССР-1983 г., Канада-1996 г. и Россия 2005 г., стимулировало развитие систем и технологии совершенствования в области противоаварийной автоматики. В ряду и крупные аварии, возникшие в ЭС РТ в последние годы (09.11.2009 и 28.10.2016 г.), в результате которой 70 % страны остались без электроэнергии в течение нескольких часов и привело к большому экономическому ущербу. Данные обстоятельства требуют исследования и систематического изучения проблемы потенциальных отключений электроэнергии в энергосистеме Таджикистана.

Таким образом, тема диссертационной работы актуальна, современна, научная новизна работы очевидна, практическая значимость не вызывает сомнений.

Достоверность результатов данной работы определяется несколькими факторами. Прежде всего, это правильное использование математического аппарата, который является основой для проведения аналитических расчетов и моделирования. Для обеспечения более точных результатов, в работе использовались моделирующие комплексы, которые были предварительно апробированы и протестированы признанными научными центрами. Это позволяет гарантировать надежность и достоверность полученных результатов. Кроме того, основные результаты работы обсуждались на международных конференциях с участием автора.

Исходя из анализа тематики выполненных исследований, поставленных и решенных автором задач, касающихся разработанного программного

компонента для определения значения частоты и применение соответствующих мер по предотвращению ее дальнейшего снижения, а также созданной программной модели ЭС и разработанного метода апробации АЧР с помощью цифровых и физических испытательных систем по своему содержанию соответствуют п.2, п.6, п.7 и п.9 паспорта специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

**По автореферату имеется следующее замечание:**

1. В автореферате нет подтверждения пункта № 4 в заключении, т.е. адекватность математической модели и верифицированного метода экспериментального моделирования.

Указанное замечание не снижают научно-технический уровень диссертационной работы. Содержание автореферата, свидетельствует, что диссертация Ибрагимова Бахтиёра Фатхуллоевича на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы Таджикистана)» выполнена на достаточно хорошем научном уровне и имеет высокую практическую направленность. Работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к для диссертаций на соискание ученой степени PhD, кандидатским и докторским диссертациям. Ее автор Ибрагимов Б.Ф. заслуживает присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

**Рецензенты:**

Профессор кафедры «Электротехники»



д.т.н. Абидов К.Г.

Доцент кафедры «Энергосбережение и энергоаудит»



к.т.н. Бадалов А.А.

Подписи проф. Абидова К.Г. и доц. Бадалова А.А. заверяю:

Секретарь ученого Совета  
проф., д.ф-м.н. Зикриллаев Н.Ф.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ибрагимова Бахтиёра Фатхуллоевича на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы Таджикистана)», на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

В связи с ростом темпов потребления электрической энергии по сравнению с темпом его производства в Республике Таджикистан наблюдается сезонный дефицит электроэнергии, что приводит к срабатыванию устройств автоматики в энергосистеме и снижению надёжности системам электроснабжения (СЭС). Поэтому диссертационная работа Ибрагимова Б. Ф. выполненная на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности» является актуальной.

Научная новизна работы заключается в исследовании состояния электроэнергетической системы (ЭЭС) в условиях аварийного дефицита активной мощности путём моделирования компьютерной программы высокого уровня таких как Matlab Simulink, PSCAD, РЕТОМ-61.

Практической ценностью работы является разработка программного компонента для определения частоты и разработки мероприятия. Экспериментального исследования состояния ЭЭС в условиях аварийного дефицита активной мощности проводились на терминалах релейной защиты серии MiCOM. Использование результатов теоретических и практических исследований позволяют предотвратить аварийное снижение частоты с применением комплекса PSCAD.

В автореферате приведены графики зависимости частоты от времени  $f(t)$  при возникновении дефицита активной мощности и активации автоматического ограничения снижения частоты (АОСЧ) с отключением нагрузки и стабилизации частоты до 50 Гц что свидетельствует о том, что исследование позволяет вносить определённый научный вклад в предотвращении аварийных ситуации и повышение надёжности систем электроснабжение (СЭС).

В работе разработан компонент для реализации функции АЧР, с целью предотвращения и эффективной ликвидации возникающих аварийных ситуаций, связанных с дефицитом активной мощности и аварийным снижением частоты в ЭС.

Исходя из анализа тематики выполненных исследований, поставленных и решенных автором задач, касающихся разработанного программного компонента для определения значения частоты и применение соответствующих мер по предотвращению ее дальнейшего снижения, а также созданной программной модели ЭС и разработанного метода апробации АЧР с помощью цифровых и физических испытательных систем по своему содержанию соответствуют п.2, п.6, п.7 и п.9 паспорта специальности

6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

По автореферату имеются следующие замечания:

1. При моделировании ЭС РТ говорится об анализе переходных процессов, но подробно не изложены причины возникновения переходных процессов, которое вызывают отклонения частоты.

2. Как известно, величина частоты при аварийных режимах описывается динамическими выражениями и расчётами, в автореферате не приведено дифференциальная форма изменения частоты.


3. В автореферате не раскрыта значение изменение напряжения при дефиците активной мощности и активации АОСЧ.

В целом, указанные замечания не снижают ценность выполненной диссертационной работы и не затрагивает основные результаты, выносимые на защиту.


Автореферат диссертации даёт достаточное представление о работе, раскрывает научную и практическую ценность и новизну полученных результатов. В работе решена научно-техническая задача, результаты которой позволяет производить оценку состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности и ее актуальность не вызывает сомнений.

Содержание автореферата, свидетельствует, что диссертация Ибрагимова Б.Ф. на тему «Моделирование и оценка состояния электроэнергетической системы в условиях аварийного дефицита активной мощности (на примере энергосистемы Таджикистана)» обладает научной новизной и практической ценностью и отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям, а ее автор Ибрагимов Бахтиёр Фатхуллоевич заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Доцент, кандидат технических наук,  
и.о. профессора кафедры электроснабжение и автоматика  
Худжандского политехнического  
института ТТУ имени акад. М.С. Осими

 Рахимов Охунбобо  
Сайфиддинович

Кандидат технических наук,  
и.о. доцента кафедры электроснабжение и автоматика  
Худжандского политехнического  
института ТТУ имени акад. М.С. Осими

 Исломов Ильёсходжа  
Икромходжаевич

Подпись Рахимова О.С. и Исломов И.И. заверяю:

*Нагальши*



*М.А. Якубова*