

Отзыв

на автореферат диссертации Зеленина Александра Сергеевича
**«Цифровые средства реального времени для испытаний устройств
автоматики энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе»**,
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Диссертационная работа Зеленина А.С. посвящена вопросам исследования и воспроизведения работы устройств автоматики на физических моделях энергосистем.

На физических моделях проводятся проверка работы и настройка натуральных образцов устройств автоматики, однако, как отмечается в автореферате, для корректного и адекватного воспроизведения свойств энергосистем нередко возникает задача моделирования устройств автоматики, не являющихся испытываемыми и не предоставленными на испытания. Поэтому актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений.

Научная новизна работы заключается в разработке методики экспериментального получения частотных характеристик (ЧХ) автоматических регуляторов возбуждения (АРВ), учитывающая характеристики измерительных органов, и в создании имитаторов работы устройств противоаварийного управления для физических моделей.

Особого внимания заслуживают результаты использования методики экспериментального определения ЧХ для натуральных образцов АРВ, из которых следует, что производители АРВ нередко пренебрегают моделями измерительных органов. Поэтому использование методики позволяет повысить достоверность проводимых исследований энергосистем.

Отмечая высокий уровень выполненной диссертационной работы, по автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из представленного текста автореферата не ясно, каким образом получают ЧХ каналов АРВ при наличии в их структуре нелинейных элементов.
2. Не указано, почему предельное значение обобщенной погрешности математической модели АРВ задано равным 10 %.
3. Почему при оценке качества моделирования устройства автоматики энергосистемы с использованием программного средства моделирования устройств производится сравнение с математической моделью АРВ, а не с натуральным устройством?
4. Почему при создании микропроцессорного средства используется *MATLAB Simulink*?

Указанные замечания не снижают ценности, достоверности и практической значимости проведенных диссертантом исследований. Представленная работа в целом удовлетворяет требованиям пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 24.09.2013 № 842.

Диссертация «Цифровые средства реального времени для испытаний устройств автоматики энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе» представляет собой цельный и законченный труд, а ее автор Зеленин Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Заведующий кафедрой
«Электрические станции»
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Вятский государственный
университет», кандидат
технических наук, доцент

Новиков
Алексей Викторович

Доцент кафедры
«Электрические станции»
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Вятский государственный
университет», кандидат
технических наук

Бессолицын
Алексей Витальевич



24.09.2020

Собственноручную подпись
Давыдова А.В.
Бессолицына А.В. заверяю.
Специальный специалист по кадрам
Бессолицын А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет» (ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»)

Россия, 610000, г. Киров, ул. Московская, д.36

Тел. (8332) 64-65-71, факс (8332) 64-79-13

E-mail: info@vyatsu.ru

Сайт: www.vyatsu.ru

220013, Республика Беларусь, г. Минск,
пр. Независимости 65/2, уч. корпус 2
Тел.: (8-017) 292-71-63
Факс: 292-71-73
E-mail: power.st@bntu.by

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ЗЕЛЕНИНА Александра Сергеевича на тему
**«Цифровые средства реального времени для испытаний устройств
автоматики энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе»** по
специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические
системы на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа Зеленина А. С. созданию и исследованию цифровых средств для испытаний устройств автоматики энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе

Научную новизну работы представляют методика экспериментального определения динамических свойств автоматических регуляторов возбуждения, учитывающая характеристики их измерительных органов, и цифровые средства реального времени для испытаний устройств противоаварийного управления.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке цифровых средств для моделирования работы устройств противоаварийного управления в составе физических моделей энергосистем, которые внедрены и использовались при исследованиях по обоснованию параметров настройки автоматических регуляторов возбуждения синхронных генераторов ряда ГРЭС, ГЭС, ТЭЦ и АЭС. Для получения экспериментальных частотных характеристик разработан диссертантом испытательный стенд, содержащий программно-аппаратный комплекс моделирования энергосистем в режиме реального времени *Real Time Digital Simulator (RTDS)*. В *RTDS* выполнено моделирование энергосистемы, содержащей синхронный генератор, возбудитель, линию электропередачи, управляемый источник напряжения.

Совокупность выполненных соискателем исследований можно квалифицировать, как вклад в решение научной проблемы повышения технического совершенства устройств релейной защиты и устройств автоматики энергетических систем, имеющей важное научное и практическое значение. Диссертация характеризуется высоким теоретическим уровнем, оригинальностью научно-технических решений для физических испытаний в реальном времени, высокой степенью внедрения предложенных решений. Автореферат диссертации написан грамотно, хорошим литературным языком, хорошо отредактирован и оформлен.

Основные результаты диссертации в достаточной степени освещены в научных статьях, опубликованных в республиканских и международных журналах и материалах конференций.

Автореферат достаточно полно отражает основные положения диссертации.

Замечания по автореферату диссертации:

1. В третьей главе диссертационной работы автором выполнена разработка программных средств модернизации устройств локальной и системной автоматизации энергосистем, приведены результаты исследований динамических свойств разработанных программных средств. Из материалов автореферата не совсем ясно можно ли выполнять расчет и формирование противоаварийных управляющих воздействий в режиме реального времени на отдельных высокопроизводительных компьютерах или разработанное программное обеспечение можно использовать только в составе программно-аппаратного комплекса моделирования энергосистем в режиме реального времени *Real Time Digital Simulator (RTDS)*.

Заключение. Судя по автореферату диссертации можно считать, что представленная диссертационная работа соответствует специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Зеленин А. С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой «Электрические станции»,
Белорусского национального технического университета
кандидат технических наук, доцент

 И. В. Новаш

Профессор кафедры «Электрические станции»
Белорусского национального технического университета,
Заслуженный работник образования Республики Беларусь,
член-корреспондент НАН Беларуси,
доктор технических наук, профессор

 Ф. А. Романюк

04 сентября 2020 г.

Подписи И. В. Новаша и Ф. А. Романюка заверяю



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зеленина Александра Сергеевича
«Цифровые средства реального времени для испытаний устройств автоматики энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Актуальность разработки моделирования работы устройств релейной защиты и автоматики связана с постоянным совершенствованием и усложнением подобных устройств в энергосистемах. Для решения указанной задачи Зелениным АС. разработаны цифровые средства для моделирования работы устройств противоаварийного управления в составе физических моделей энергосистем.

Особо следует отметить создание испытательного стенда получения экспериментальных частотных характеристик элементов автоматических регуляторов возбуждения (АРВ), а также непосредственно разработку средств моделирования устройств автоматики энергосистемы. Разработки внедрены и использовались при исследованиях по обоснованию параметров настройки автоматических регуляторов возбуждения синхронных генераторов Сургутской ГРЭС-2, Волжской ГЭС, Ростовской АЭС и др., а также по определению уставок автоматики ограничения повышения частоты Калининградской ТЭЦ-2.

Автореферат дает достаточно полное представление по выполненной работе, но все же при его изучении возникли следующие вопросы и замечания:

1. В автореферате приводятся классификация алгоритмов ИО РЗА на инерционные и безынерционные (стр.8). Причем из последних рассматривается только один алгоритм. Но зачем тогда приводится такая классификация? Следует отметить, что рассмотренный в диссертации известный безынерционный алгоритм имеет весьма ограниченное применение и неприменим для измерения действующих значений фазных напряжений и измерений токов. Действующее значение напряжения при этом действительно не зависит от изменения частоты, но сильно зависит от различий амплитуд фазных напряжений.
2. На 8 странице автореферата приведено некорректное определение КИХ-фильтра. Действительно, усредняющие КИХ-фильтры используются для реализации т.н. алгоритма Фурье. Но их применение этим не ограничивается.
3. Отмечая оригинальность предложенного автором алгоритма измерения комплексных амплитуд напряжений (токов) с частотной коррекцией на основе

реализации обычного преобразования Фурье следует рекомендовать в дальнейшей работе использовать имеющиеся решения со специально синтезированными временными окнами с частотной коррекцией. Это позволит значительно повысить быстродействие и точность измерений.

4. Правильнее говорить не о частотных характеристиках АРВ, а о частотных характеристиках отдельных элементов АРВ, являющихся с позиций ТАУ линейными системами.

В целом представленная диссертационная работа А.С. Зеленина является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной научно-технической задачи развития теории и практики физического моделирования энергосистем. Диссертационная работа соответствует научной специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы и удовлетворяет требованиям п.п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842 в редакции от 01.10.2018 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Зеленин Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры
«Электроэнергетики и
электротехники» федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего профессионального
образования «Северный
(Арктический) федеральный
университет имени
М. В. Ломоносова»



Мокеев Алексей Владимирович

Лично подписан Мокеев А.В.
заведующий ученым секретариатом ученого совета САФУ
Раис Е.Б. Раменская
08 " сентября 2019.

Почтовый адрес организации

Телефон

Адрес электронной почты

Российская Федерация, 163002, г. Архангельск,
Набережная Северной Двины, 17
(8182) 21-89-36

a.mokeyev@narfu.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Зеленина Александра Сергеевича**
«Цифровые средства реального времени для испытаний устройств автоматики
энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе»,
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности
05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Разработка и исследование различных устройств и систем автоматики электроэнергетики в конечном счете требует создания специальной физической среды реального времени для проверки принципов работы разрабатываемых систем в различных режимах энергосистемы. Понятно, что создание физических моделей энергосистемы дорого и сложно, а главное, нет смысла всю модель представлять физическими объектами. Часто для этой цели вполне приемлемы программно-аппаратные среды, позволяющие внедрять в себя те или иные модели разрабатываемых или исследуемых систем и устройств автоматики. Это ускоряет и удешевляет всю разработку, и этот подход к менеджменту процесса разработки сегодня является ведущим. Примером такой программно-аппаратной цифровой среды является известная разработка канадской фирмы RTDS Technologies Inc. В связи с этим тема представленных диссертационных исследований является актуальной.

Научная новизна работы заключается в создании методических основ разработки цифровой среды моделирования устройств противоаварийного управления и методик экспериментальных исследований характеристик на примере исследования автоматических регуляторов возбуждения. Созданы программные модели устройств автоматики энергосистем, имитирующие их работу в составе программно-аппаратных сред.

Практическая ценность работы заключается в создании цифровой среды, позволяющей проигрывать модели различных устройств автоматики энергосистем и способной быть интегрированной в программно-аппаратные среды моделирования работы энергосистем с исследуемыми устройствами автоматики.

Синтезированные и реализованные в разработанной цифровой среде модели устройств использовались при исследованиях по проверке автоматики регулирования возбуждения Белоярской АЭС, Сургутской ГРЭС-2, Рефтинской ГРЭС, Балаковской АЭС, Нововоронежской АЭС, Пермской ГРЭС на физических моделях энергосистем, а также при определении параметров срабатывания автоматики ограничения повышения частоты на физической модели Калининградской энергосистемы.

Диссертационные исследования выполнены на хорошем уровне, структура работы и последовательность изложения позволяют в полной мере раскрыть тему исследований.

По автореферату и диссертации есть несколько замечаний:

1. На странице 29 диссертации автор вводит в оборот выражение для расчета комплексного значения электрической величины с помощью фильтра Фурье, а затем на стр. 30 дает формулу (5) его амплитудно-частотной характеристики с целью использования его при коррекции частотной погрешности оценки комплексной амплитуды. Думаю, что автору известно, что приведенная АЧХ фильтра Фурье определяет только зависимость амплитуды ортогональных составляющих от частоты входного сигнала, но не учитывает влияние сигнала суммарной частоты, присутствующей в определении ортогональных составляющих. Это свидетельствует о том, что автор не знаком с фундаментальными исследованиями чебоксарской школы в области теории ортогональных составляющих, в которых показано: 1) ортогональные составляющие позволяют без методической погрешности определять комплексную амплитуду синусоидального сигнала при отклонении частоты сети от номинальной; 2) существуют простые методы исключения влияния составляющей боковой (суммарной) частоты при отклонении частоты сети.

2. В работе отведено много внимания разработке и внедрению цифровых средств реального времени для испытаний устройств противоаварийного управления. Однако системное и последовательное описание принципов, положенных в основу разработанного комплекса отсутствует, что не позволяет в полной мере оценить преимущества и возможности разработки.

В целом диссертационная работа Зеленина Александра Сергеевича «Цифровые средства реального времени для испытаний устройств автоматики энергосистем на цифро-аналого-физическом комплексе» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решается научная задача совершенствования методик и средств испытания автоматики электрических систем, имеющей существенное значение для развития электроэнергетики.

Автореферат и публикации автора в должной степени отражают полученные и представленные в диссертации результаты; автореферат раскрывает суть работы, её научные положения, выводы и рекомендации. Содержание диссертационной работы соответствует формуле и областям исследования научной специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы» (п.6: разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике; п.9: разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике).

Диссертация соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842.

На основании вышеизложенного считаю, что Зеленин Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы».

Профессор кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова, доктор технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, доцент

Владислав Иванович Антонов

21.09.2020

Сведения:

Полное наименование организации: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Юридический адрес: 428020, Чувашская республика – Чувашия, г. Чебоксары, Московский проспект, 15

Телефон: +7 (8352) 58-30-36

Эл. адрес: via_inf@mail.ru

Должность: Профессор

Ф.И.О.: Антонов Владислав Иванович



Подпись Антонова В.И. удостоверяю

