



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505278
ОКПО 02068574

Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург, 195250
тел.: +7(812)297 2095, факс: +7(812)552 6080
office@spbstu.ru

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГАОУ ВО СПбПУ,

Д.Т.Н., чл-корр. РАН

Сергеев В.В.

21 » сентября 2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»

на диссертационную работу **Гурикова Олега Викторовича** на тему:
**«Методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов
микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения,
работающих в энергообъединениях сложной структуры»**, представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения,
библиографии из 84 наименований, дополнительный раздел со списком
сокращений и условных обозначений, дополнительный раздел с терминами и
определениями, 2 приложения, и включает 42 рисунка и 4 таблицы. Объем
диссертации – 156 страниц текста без дополнительных разделов, библиографии
и приложений, общий объем работы – 196 страниц.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Представленная диссертационная работа Гурикова О.В. посвящена
актуальным вопросам анализа колебательной устойчивости и разработке
методики выбора параметров настройки системных стабилизаторов
автоматических регуляторов возбуждения сильного действия (АРВ СД) в

условиях ЕЭС России.

ЕЭС России представляет собой энергообъединение сложной структуры большой протяженностью с множеством слабых связей, многие из которых по активной мощности близки к предельной загрузке по условию статической апериодической устойчивости. В связи с этим в ЕЭС России наблюдается значительное количество слабо демпфируемых резонансных частот колебаний режимных параметров, а также существенное изменение их параметров при изменении схемы и/или режима работы энергосистемы.

Наиболее эффективным средством демпфирования низкочастотных межсистемных колебаний являются АРВ СД, имеющие в своем составе каналы стабилизации. В АО «НТЦ ЕЭС» в свое время была разработана методика выбора параметров настройки каналов стабилизации АРВ СД, которая ориентирована на выбор параметров настройки каналов стабилизации АРВ СД только отечественной структуры. Однако в ЕЭС России при модернизации и вводе нового генерирующего оборудования в последние годы установлено значительное число систем возбуждения зарубежного производства, в составе которых применяются современные микропроцессорные АРВ СД с системными стабилизаторами типа PSS2B.

Выбор параметров настройки системных стабилизаторов типа PSS2B в настоящее время, как правило, осуществляется на основе зарубежных методик. Ряд технологических нарушений в энергосистеме и испытания, проведенные на лабораторной базе АО «НТЦ ЕЭС», показывают, что применение зарубежных методик для выбора параметров настройки системных стабилизаторов АРВ СД генераторов, работающих в ЕЭС России, не обеспечивает эффективное демпфирование колебаний параметров электрического режима в широком многообразии схемно-режимных условий работы энергосистемы.

Отсутствие эффективной методики выбора параметров настройки АРВ СД с системными стабилизаторами типа PSS2B для схемно-режимных условий ЕЭС России существенно снижает надёжность функционирования ЕЭС, поэтому разработка такой методики является актуальной проблемой.

Таким образом, тема диссертационной работы Гурикова О.В. «Методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов микропроцессорных

автоматических регуляторов возбуждения, работающих в энергообъединениях сложной структуры» актуальна и имеет большое практическое значение.

2. Новизна исследований и полученных результатов

Автором диссертации получены следующие основные результаты:

1. Разработана эффективная в условиях ЕЭС России методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов АРВ зарубежных производителей типа PSS2B.
2. Сформулирован перечень требований к подготовке цифровых моделей энергосистемы для анализа колебательной устойчивости генератора и выбора параметров настроек его АРВ СД.
3. Разработана методика создания математических моделей промышленных образцов микропроцессорных АРВ СД всех типов, точность которых позволят выбирать параметры их настройки.
4. Разработана методика аппроксимации экспериментально полученных частотных характеристик натуральных образцов АРВ СД и цифровых моделей энергосистем передаточной функцией в операторном виде.

3. Практическая ценность результатов

1. Разработанная методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов типа PSS2B позволяет обеспечить колебательную устойчивость генераторов в составе энергосистем сложной структуры и подходит для применения в условиях ЕЭС России.
2. Выполнен выбор параметров настройки системных стабилизаторов PSS2B натуральных образцов АРВ СД типа THYRIPOL, установленных на генераторах Северо-Западной ТЭЦ и Няганской ГРЭС.
3. Сформулирован перечень требований к определению схемно-режимных ситуаций, рассмотрение которых необходимо при выборе параметров настройки системных стабилизаторов типа PSS2B с использованием цифровой модели энергосистемы.
4. Разработана методика создания достоверных математических моделей натуральных образцов АРВ СД, которые могут использоваться для выбора их параметров настройки.

5. Разработана методика аппроксимации цифровых фильтров на основе теоремы Паде, позволяющая в аппроксимирующей функции учитывать их параметры. Полученные аппроксимации могут использоваться в программно-технических комплексах расчета переходных процессов.
6. Разработана методика аппроксимации экспериментально полученных частотных характеристик натуральных образцов АРВ СД и цифровых моделей энергосистем, которая, в том числе, может использоваться аналогично методу Прони для декомпозиции сложного колебательного процесса.

4. Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность результатов подтверждается применением апробированных положений теории автоматического управления и математического анализа, корректностью применения математических моделей, их адекватностью по критериям определения изучаемых процессов, использованием известных положений фундаментальных и прикладных наук, сходимостью полученных теоретических результатов с данными экспериментов и результатами исследований других авторов. Эффективность разработанной автором методики выбора параметров настройки системного стабилизатора типа *PSS2B* подтверждена экспериментально на физической и цифровой (*RTDS*) моделях энергосистемы, оснащенных промышленными образцами АРВ СД, а также положительным опытом эксплуатации АРВ СД с выбранными автором параметрами настройки на действующих электростанциях ЕЭС России.

5. Общая оценка диссертационной работы и автореферата

Анализ диссертационной работы Гурикова О.В. показал, что тема диссертации соответствует следующим пунктам паспорта 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;

– п. 13 – Разработка методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике.

Диссертационная работа Гурикова О.В. представляет собой анализ и обобщение большого объема работ по исследованиям устойчивости сложных энергосистем, сертификационных испытаний большого количества отечественных и зарубежных образцов АРВ СД на физических и математических моделях и выработке рекомендаций по их настройке для ряда электростанций давно успешно проводимых АО «НТЦ ЕЭС».

Диссертационная работа Гурикова О.В. производит очень хорошее впечатление. Работа отражает большой вклад автора в разработку методик испытаний АРВ СД и в модернизацию компьютерных программ, используемых АО «НТЦ ЕЭС».

Вместе с тем есть ряд замечаний, которые можно разделить на две группы: по существу работы и редакционные.

6. Замечания по существу диссертационной работы

1. Недостаточно подчеркнута в названии и при постанове задачи, что речь идет о совершенствовании расчётных методов при проведении вычислительных экспериментов на цифровых моделях ЭС.
2. Во введении и в разделе «Постановка задачи» говорится, что «предметом исследования являются системные стабилизаторы, работающие на основе расчета интеграла ускоряющей мощности». Это же повторяется в числе положений, выносимых на защиту, и в разделе 1.1.1. Однако далее в работе достаточно подробно рассматриваются отечественные АРВ, имеющие другую структуру подсистемы стабилизации (разделы 1.2, 1.2.1 и др.). На стр. 49 раскрывается смысл терминов «каналы системной стабилизации и каналы стабилизации» АРВ СД отечественной структуры и ничего не говорится о каналах стабилизации регуляторов со стабилизацией по интегралу ускоряющей мощности. Между тем далее на стр. 56-58 «вперемешку» приведены результаты для обоих случаев.
3. Из того что автор указывает на то, что «при исследовании САР удобно использовать их математическую модель в виде дифференциального уравнения или системы дифференциальных уравнений, с помощью которых

описываются происходящие в них переходные процессы» (стр. 39), следует, что материал диссертации можно использовать только в исследовательских работах. В то же время сертификация АРВ проводится на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС».

4. В главе 2 приводятся только результаты создания математических моделей отечественных АРВ СД и нет информации о моделях зарубежных производителей.
5. Утверждение автора «При выборе параметров настройки АРВ СД и проведении соответствующих расчетных экспериментов, в цифровой модели АРВ СД исследуемого генератора и других генераторов рассматриваемой электростанции должен быть... внесен ряд существенных изменений...» (стр. 121) представляется весьма спорным и даже ошибочным, так как выполнение данных действий меняет действие АРВ СД в динамических режимах. При исследовании устойчивости установившихся режимов достаточно рассматривать возмущения, не приводящие к срабатыванию перечисленных выше устройств.

При больших возмущениях неучет их действия может привести к искажению картины демпфирования послеаварийных качаний.

7. Редакционные замечания к диссертационной работе

6. В разделе 1.3 приведен подробный обзор и сравнение методов и критериев оценки качества переходных процессов. На мой взгляд, этот материал больше подходит для изложения в учебных и методических пособиях, так как достаточно подробно изложен в литературных источниках, на которые ссылается автор и не вносит в существующие теоретические методы оценки ничего нового. Достаточно было бы упоминания о том, какой метод и какие критерии применялись автором. Это позволило бы значительно сократить объем работы, изложенной шрифтом Calibri 11.
7. Дифференциальные уравнения описывают не переходные процессы, а объекты, переходные процессы в которых исследуются.
8. Разработанная автором методика получения ЧХ по результатам воздействия на систему толчка или импульсного возмущения не представляется возможной для применения в условиях реальной ЭС. В аналитических

исследованиях на моделях это легко реализовать, но в условиях реальной ЭС проведение этих экспериментов требует сложного и длительного согласования с диспетчерскими организациями. Между тем НПП «РУСЭЛПРОМ-Электромаш» разработана специальная опция программы регулятора РЭМ-700, позволяющая получение информации для БПФ на основе белого шума, наложенного на сигнал АРВ.

9. Не очень ясен вклад диссертанта в создание методики создания математических моделей АРВ СД, являющейся результатом многолетнего труда НИО-3.
10. Деление колебаний на колебания на собственной частоте электромеханических колебаний ротора генератора на колебания на собственной частоте электромеханических колебаний ротора генератора и стационарные колебания (стр. 116-117) весьма условно, т.к. последние, по существу, можно рассматривать как колебания на собственной частоте электромеханических колебаний ротора эквивалентного генератора, замещающего группу генераторов, работающих на общие шины высокого напряжения.

8. Заключение

Отмеченные замечания в целом не влияют на качество представленной работы, которая может быть оценена положительно. Содержание работы в полной мере отражено в публикациях соискателя, необходимое количество которых представлено в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Гурикова Олега Викторовича выполнена на современном научно-техническом и высоком методическом уровне. Содержание и основные результаты диссертационной работы соответствуют паспорту научной специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Диссертационная работа Гурикова Олега Викторовича на тему: «Методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения, работающих в энергообъединениях сложной структуры» является законченной научно-исследовательской работой,

посвященной вопросам анализа колебательной устойчивости и разработке методик выбора параметров настройки системных стабилизаторов АРВ СД в схемно-режимных условиях ЕЭС России, что является научным достижением.

Рассмотренная диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Гуриков Олег Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 - «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Доклад Гурикова Олега Викторовича, отражающий основные результаты диссертационной работы, был заслушан 14 сентября 2020 года на заседании Высшей школы электроэнергетических систем Института энергетики и получил положительную оценку.

Отзыв на диссертационную работу Гурикова Олега Викторовича обсужден и принят на заседании Высшей школы электроэнергетических систем Института энергетики 14 сентября 2020 года.

Отзыв составили:

Профессор Высшей школы
электроэнергетических систем
Института энергетики

Юрганов А.А.

Профессор Высшей школы
электроэнергетических систем
Института энергетики

Беляев А.Н.



СВЕДЕНИЯ о ведущей организации

<p>Полное и сокращённое наименование организации</p>	<p>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»)</p>
<p>Место нахождения</p>	<p>Россия, г.Санкт-Петербург</p>
<p>Почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты, адрес официального сайта в сети Интернет</p>	<p>195251, г.Санкт-Петербург, ул.Политехническая, дом 29 +7 (812) 297-20-95 office@spbstu.ru www.spbstu.ru</p>
<p>ФИО, должность подписавшего отзыв</p>	<p>Юрганов А.А., доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы электроэнергетических систем Института энергетики</p> <p>Беляев А.Н., доктор технических наук, доцент, профессор Высшей школы электроэнергетических систем Института энергетики</p>
<p>Основные публикации работников организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Беляев А.Н., Смолоник С.В. Подавление слабодемпфированных крутильных колебаний в автономных энергосистемах // Электрические станции, № 12, 2017, с. 26-33. 2. Филимонов Н.Ю., Юрганов А.А. Метод выбора параметров и настройки каналов автоматических регуляторов возбуждения // Известия НТЦ Единой энергетической системы, №2(81), 2019, с 43-59. 3. Седойкин Д.Н., Юрганов А.А. Эффективность адаптивного АРВ на основе нечеткого аппроксиматора при работе синхронного генератора в сложной энергосистеме // Релейная защита и автоматизация, №2 (31), 2018, с 30-35. 4. Седойкин Д.Н., Юрганов А.А. Адаптивный автоматический регулятор возбуждения на основе нечеткого аппроксиматора в режиме недовозбуждения синхронной машины // НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ СПбПУ, Т.24, №2, 2018, с 22-29. 5. Седойкин Д.Н., Юрганов А.А. Новая структура канала стабилизации режима синхронного генератора и общие принципы его настройки на основе нечеткого аппроксиматора // Известия НТЦ Единой энергетической

	<p>системы, №1(74), 2016, с 67-74.</p> <p>6. Беляев А.Н., Смолоник С.В. Подавление слабодемпфированных крутильных колебаний в автономных энергосистемах // Электрические станции, № 12, 2017, с. 26-33.</p> <p>7. Комков А.Н., Попов Е.Н., Филимонов Н. Ю., Юрганов А.А., Бурмистров А. А. Реализация системных функций АРВ сильного действия синхронных генераторов// Электрические станции, № 12, 2017, с. 26-33.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Профессор Высшей школы
электроэнергетических систем
Института энергетики

Юрганов А.А.

Профессор Высшей школы
электроэнергетических систем
Института энергетики

Беляев А.Н.

