

Отзыв

официального оппонента – доктора технических наук, профессора, Фишова Александра Георгиевича – на диссертацию Гурикова Олега Викторовича «Методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения, работающих в энергообъединениях сложной структуры», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»

1. Актуальность темы

В современных быстро трансформирующихся под влиянием расширяющегося использования инновационных технологий электроэнергетических системах (ЭЭС), особенно протяженных, остается актуальной задача демпфирования низкочастотных межсистемных колебаний, эффективным средством решения которой являются автоматические регуляторы возбуждения сильного действия синхронных генераторов (далее – АРВ СД).

В ЭЭС 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, подавляющее большинство которых работают на основе расчета энергии ускорения и имеют тип PSS2B. Количество генераторов, на которых установлены такие системные стабилизаторы, на начало 2019 года составляет порядка 180 единиц.

Существующие методики, широко используемые при выборе параметров настройки системных стабилизаторов типа PSS2B в зарубежных энергосистемах, не учитывают существенные для данной задачи особенности ЭЭС России по своим физическим свойствам, что не обеспечивает эффективное демпфирование колебаний параметров электрического режима

в широком многообразии схемно-режимных условий работы энергообъединения.

Отсутствие адекватной объекту методики выбора параметров настройки АРВ СД с работающими на основе расчета энергии ускорения системными стабилизаторами для схемно-режимных условий ЕЭС России существенно снижает надёжность ее функционирования, а разработка такой методики является актуальной задачей, требующей своего решения.

2. Новизна исследований и полученных результатов

В диссертации разработана методика выбора параметров настройки системных стабилизаторов микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения, работающих в энергообъединениях сложной структуры, учитывающая существенные особенности ЕЭС России и исследована эффективность ее применения.

3. Практическая значимость и реализация результатов

Практическая значимость результатов работы определяется возможностью повышения надежности электроснабжения потребителей в протяженных энергообъединениях сложной структуры, в т.ч. ЕЭС России, вследствие повышения устойчивости параллельной работы входящих в их состав электростанций.

4. Методология и методы исследования

В работе применены теории автоматического управления, устойчивости электроэнергетических систем, математический анализ, методы численного и физического моделирования. Численные эксперименты выполнены на цифровой модели энергосистемы, реализованной в программно-вычислительном комплексе (ПВК) Eurostag с модулем анализа колебательной устойчивости энергосистем, реализованном автором в системе автоматизированного проектирования (САПР) Mathcad. Экспериментальные исследования промышленных образцов АРВ СД проведены на ЦАФК и ПАК моделирования энергосистем в режиме реального времени RTDS.

5. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций

Выполнение требований обоснованности и достоверности выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается корректным использованием принципиальных положений теорий автоматического регулирования и устойчивости ЭЭС, соответствием результатов теоретического анализа, математического и физического моделирования процессов в энергосистемах с учетом настроек системных стабилизаторов, полученных с использованием предложенных методов на основе разработанной методики.

6. Заключение о соответствии диссертации установленным критериям

Диссертационная работа О.В. Гурикова в полном объеме отвечает критериям, которые установлены «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а именно:

1.1. Указанная диссертантом цель работы – разработка методики выбора параметров настройки микропроцессорных АРВ СД (системных стабилизаторов) на основе расчета энергии ускорения роторов энергоблоков, обеспечивающей колебательную устойчивость энергообъединения сложной структуры в широком многообразии схемно-режимных условий работы – в представленной диссертационной работе достигнута.

1.2. Автореферат диссертации соответствует *диссертационной работе* по всем квалификационным признакам: по цели и задачам исследования; по основным положениям, выносимым на защиту; по определению актуальности, научной значимости, новизны, практической ценности и др.

1.3. Основные выводы и результаты диссертационной работы соответствуют поставленным задачам исследований и сформулированы автором структурно логично и содержательно емко.

1.4. Научные публикации О.В. Гурикова, изданные в период работы над диссертацией, соответствуют тематике диссертационной работы и с достаточной полнотой отражают ее суть, основные результаты и выводы.

1.5. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы» (далее курсивом по тексту паспорта):

- **по направлению исследования**, связанному с разработкой параметров стабилизации режимов ЭЭС в части «...развития и совершенствования теоретической и технической базы электроэнергетики с целью обеспечения экономичного и надежного снабжения потребителей электроэнергией в необходимом количестве и требуемого качества...» в соответствии с формулой специальности;

- **по областям исследования** в соответствии с пунктами паспорта специальности:

6. *Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике;*

9. *Разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике;*

10. *Теоретический анализ и расчетные исследования по транспорту электроэнергии переменным и постоянным током, включая проблему повышения пропускной способности транспортных каналов.*

- **по объектам исследования** – электроэнергетическим системам – в части «...электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей...».

Результаты, полученные диссертантом, являются важным и весомым вкладом в теорию управления электроэнергетическими системами.

7. Анализ содержания диссертации

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы из 82 наименований, содержит 196

страниц, 4 таблицы, 42 рисунка, 2 приложения.

Основное содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи работы, ее практическая и теоретическая значимость и научная новизна, а также представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведено краткое описание принципов работы АРВ СД отечественной структуры и АРВ СД с системными стабилизаторами, работающими на основе расчета энергии ускорения ротора. Выполнен краткий обзор существующих критериев качества систем автоматического регулирования. Описан принятый метод анализа колебательной устойчивости энергосистем и подход к решению поставленных задач.

Вторая глава посвящена разработке методики создания достоверных математических моделей АРВ СД на основе экспериментальных частотных характеристик и технической документации производителя оборудования.

Третья глава посвящена разработке методики аппроксимации экспериментальных ЧХ и дискретных фильтров. Для создания достоверных математических моделей микропроцессорных АРВ СД рекомендуется получение аппроксимации ЧХ каналов регулирования и отдельных дискретных фильтров в пригодном для использования в ПВК для расчета электромеханических переходных процессов в энергосистеме. Для получения аппроксимаций представлены разработанные в диссертации алгоритмы на основе метода наименьших квадратов (МНК) и теоремы Паде.

В четвертой главе представлена расчетная методика выбора параметров настройки АРВ СД с использованием частотных методов анализа и результаты оценки ее эффективности на тестовой модели энергосистемы. Методика выбора параметров настройки АРВ СД рассмотрена на примере системного стабилизатора типа PSS2B в составе промышленного образца АРВ СД типа AVR-4М производства ООО «АСУ-ВЭИ»

В *Заключении* приведены основные результаты диссертационной работы.

8. Вопросы и замечания по содержанию диссертационной работы

1. Отсутствует анализ и постановка задачи определения адаптивных настроек АРВ системных стабилизаторов, а не универсальных для всего множества режимов ЭЭС. Реализация цифровых адаптивных регуляторов не представляется сложной задачей, а их эффективность может быть значительно выше.
2. Использование термина “Интеграл ускоряющей мощности” представляется неудачным. Лучше “Энергия ускорения”.
3. Непонятно, как разделяется абсолютное и относительное движение роторов, т.е. изменение общей частоты и взаимного скольжения, необходимого для выполнения основной функции системных стабилизаторов – демпфирования колебаний.
4. Недостаточно раскрыта связь запасов устойчивости, определяемых в отношении параметров САР, с нормируемыми запасами устойчивости режимов ЭЭС по мощности и напряжению.
5. В разделе 4 содержится множество требований к цифровой модели ЭЭС, моделям АРВ СД, к перечню режимов ЭЭС не всегда без достаточного обоснования.
6. Недостаточно изучено влияние величины задержек в цифровых регуляторах на погрешность результатов при исследовании их эффективности частотными методами.
7. Излишне используется понятие “Проблема”, которому свойственна недостижимость цели. (1.1.1. Проблема.... Стр. 17, 1.1.2. Проблема.... Стр. 20, 1.1.3. Проблема.... Стр. 22, 1.1.4. Проблема.... Стр. 23). В диссертации поставлены и решаются задачи.
8. В выводах по гл. 1,2, в основном, представлено что сделано, а не суть полученных результатов. Разделы “Выводы” есть, как в конце глав, так

и внутри. Непонятно, чем определена такая необычная структура материала.

9. В диссертации представлено решение задач по настройке системных стабилизаторов для конкретных объектов, но это не отражено в актах внедрения.

9. Общее заключение

Представленная диссертационная работа Гурикова Олега Викторовича является самостоятельной квалификационной работой, обладающей необходимыми признаками актуальности, новизны и практической значимости. В ней решена важная комплексная научно-техническая задача разработки методики выбора параметров настройки системных стабилизаторов микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения, работающих в энергообъединениях сложной структуры, учитывающая существенные особенности ЕЭС России и исследована эффективность ее применения.

Задачи, решаемые в работе, объединены общей оригинальной научной идеей. Конечный эффект использования предлагаемой методики заключается в повышении надежности электроснабжения потребителей в ЕЭС России за счет улучшения демпфирования низкочастотных колебаний.

Основные научные выводы и практические рекомендации сделаны на основе глубокой и разносторонней проработки различных аспектов моделирования и оптимизации настройки АРВ СД на основе базовых положений теории устойчивости сложных ЭЭС. Содержание представленной диссертационной работы полностью соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», соответствует заявленной цели и поставленным задачам и детально отражает последовательность их решения.

Диссертация написана технически грамотным языком, выводы и рекомендации изложены аргументировано. Основные научные результаты работы подробно изложены в публикациях из списка ВАК, а также индексированных в международных базах цитирования.


Сделанные в п. 8 замечания носят частный характер и не снижают в целом высокой положительной оценки диссертационной работы.

Диссертационная работа Гурикова Олега Викторовича полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а соискатель безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Официальный оппонент,

Доктор технических наук (специальность 05.14.16), профессор, профессор кафедры автоматизированных электроэнергетических систем Новосибирского государственного технического университета

Александр Георгиевич Фишов


21.09.20

Адрес: 6300733, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, корпус. 2, каб. 211а,
тел. (8383) 3461334, эл. почта: fishov@ngs.ru

Подпись Фишова А.Г. заверяю





ФИО	Фишов Александр Георгиевич
Ученая степень и наименование отрасли науки, специальностей, по которым защищена диссертация	доктор технических наук, 05.14.02 - Электрические станции и электроэнергетические системы
Полное наименование организации, являющейся основным местом работы, должность	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Профессор кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»
Почтовый адрес организации	630073, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
Телефон	+7(913)9370116
Адрес электронной почты	fishov@ngs.ru
Основные публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фишов А.Г., Петрищев А.В., Сердюков О.В. Идентификация классов состояния автономной системы энергоснабжения для управления режимом ее параллельной работы с централизованной электрической сетью // Вестник Иркутского государственного технического университета. -2018. - Т.22. -№1(132). - С. 168-185. 2. Фишов А.Г., Ландман А.К., Сердюков О.В. Smart технологии для подключения к электрическим сетям и управления режимами малой генерации // В сборнике: Электроэнергетика глазами молодежи - 2017. - Материалы VIII Международной научно-технической конференции. - 2017. - С. 27-34. 3. Фролов М.Ю., Фишов А.Г. Идентификация электрических параметров синхронного генератора при включении в распределительную сеть в онлайн-режиме // Новое в российской электроэнергетике. 2017. - №10. - с. 38-46. 4. Фролов М.Ю., Фишов А.Г. Идентификация электрических параметров синхронного генератора при включении в распределительную сеть // Проблемы региональной энергетики. - 2017. - №1 (33). - с. 32-39. 5. Семендяев Р.Ю., Фишов А.Г. Анализ актуальности ограничений по устойчивости в сетях с распределенной генерацией // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Разакова. - 2017. - № 4 (44). - С. 240 -246. 6. Бык Ф.Л., Мышкина Л.С., Фишов А.Г. Малая генерация и живучесть энергосистемы // в сборнике: Электроэнергетика глазами молодежи-2016. - Материалы VII Международной молодежной научно-технической конференции. -2016. - с. 165-168. 7. Ивкин Е.С., Фишов А.Г. Влияние присоединения малой генерации на чувствительность дистанционной защиты в сети присоединения // В сборнике: Наука. Технологии.

	<p>Инновации. Сборник научных трудов в 9 частях. – Новосибирский государственный технический университет. -2016. – С. 116-118.</p> <p>8. Фишов А.Г., Клавсуц И.Л., Хайруллина М.В., Клавсуц Д.А., Клавсуц А.Б. Технологическое решение проблемы регулирования напряжения в распределенной энергетике // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. - 2016. - Т.16. - № 3. - С. 41-48.</p> <p>9.Нагайцев А.Л .. Семенов А.В., Федюков Р.В., Фишов А.Г., Чершова В.О. Идентификация параметров схемы замещения и контроль устойчивости нагрузки в режиме 011-line // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. -2015. -№3. -С. 198-203.</p> <p>10. Fishov A., Shiller M., Dekhterev A., Fishov V. Stability monitoring and control of generation based on the synchronized measurements in nodes of its connection // Journal of Energy and Power Engineering. - 2015. - Т.9. - №1. - С. 59.</p> <p>11. Фишов А.Г., Марченко А.И., Денисов В.В., Мурашкина И.С. Исследование устойчивости параллельной работы локальной системы энергоснабжения малой мощности с внешней электрической сетью энергосистемы. Известия Российской академии наук. Энергетика. 2020. № 1. С. 116-127.</p> <p>12. Фролов М.Ю., Фишов А.Г., Энхсайхан Э. Совместимость динамических характеристик традиционной и электронной генерации в электроэнергетических системах// Вестник Иркутского государственного технического университета. 2019. Т.23. № 6 (149). С. 1175-1186.</p> <p>13. Fishov A.G., Karjaubayev N.A., Klavsuts I.L., Klavsuts D.A. Decentralized smart multi-agent voltage regulation in electric grids. ideology and modeling // В сборнике: Proceedings - 2018 53rd International Universities Power Engineering Conference. UPEC 2018. 53. 2018. с. 8542109.</p>
--	---