

ОТЗЫВ

официального оппонента,

доктора технических наук, профессора Кубарькова Юрия Петровича на
диссертационную работу Карджаубаева Нурлана Араповича
**«Мультиагентное регулирование напряжения в многосвязных
электрических сетях»**, представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические
станции и электроэнергетические системы

1. Актуальность диссертационного исследования

Рост тарифов на электроэнергию, высокая стоимость технологического присоединения малой генерации к существующим электрическим сетям и другие причины являются предпосылками активного ввода малой генерации (МГ) с включением ее на параллельную работу с энергосистемой. Неизбежность массового развития МГ в распределительных сетях, как правило, не имеющих централизованного диспетчерского управления, обуславливает необходимость создания на их основе качественно новых энергосистем. В таких системах должны развиваться современные системы управления с возможностью участия в регулировании режима и учетом наличия у каждого из субъектов ЭЭС собственных целей, что ставит задачу перехода к многоагентному управлению режимом, которая является актуальной.

2. Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников, включающего 118 наименований, и приложений. Объем работы составляет 176 страниц основного текста, включая 63 рисунка и 9 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, отражена научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Кроме этого, приведены выносимые на защиту положения, а также сведения о методах исследования, апробации и публикациях результатов диссертации.

Первая глава – «Развитие распределительных электрических сетей, средств и способов регулирования напряжения» посвящена анализу развития систем и средств регулирования напряжения в электрических сетях. Рассмотрены основные тенденции развития электроэнергетики. Особое внимание уделено развитию РМГ, а также созданию концепции и технологии Smart Grid, обеспечивающей средствами автоматики свободное подключение любых электроустановок (генераторов, потребителей, регулирующих устройств и др.) и позволяющей им, в пределах технической возможности сети, участвовать в получении - оказании услуг по обеспечению эффективного энергоснабжения потребителей. Также рассмотрены задачи управления режимом напряжения электрических сетей с РМГ и проанализированы существующие и разрабатываемые многоагентные системы (МАС) и выделены их недостатки.

Вторая глава – «Децентрализованное мультиагентное регулирование напряжения в электрических сетях» посвящена концепции многоагентного децентрализованного регулирования напряжения в распределительных электрических сетях с координацией действий агентов смежных областей контроля режимов, сформулированы принципы и правила его осуществления, представлена техническая реализация.

Третья глава – «Моделирование режимов электрических сетей с мультиагентным регулированием напряжения» посвящена разработке алгоритма действия агента с учетом его взаимодействия с соседними агентами, а также моделированию и исследованию МАС регулирования напряжения в электрических сетях по созданной программе макрос в среде ПВК RastrWin.

Четвертая глава – «Реализация агентного управления в режимной автоматике локальной энергосистемы с малой генерацией» посвящена результатам технической реализации основных идей работы в составе создаваемой на кафедре автоматизированных электроэнергетических систем НГТУ совместно с ООО «Модульные системы Торнадо» агентной автоматики режимно-противоаварийного управления локальной системой

электроснабжения на базе газопоршневой электростанции, работающей как автономно, так и параллельно с внешней электрической сетью.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные при решении поставленных задач и обеспечившие достижение цели диссертационной работы.

3. Научная новизна и значимость результатов диссертационной работы

1. Предложен принцип построения одноуровневой децентрализованной МАС управления режимом напряжения в электрических сетях, заключающийся в принятии решений на основе двух сетевых зон – зоны локального контроля режима и зоны локальной координации действий агентов.

2. Разработаны база правил и алгоритмы координации поведения агентов МАС регулирования напряжения в электрических сетях.

3. Доказана возможность компромиссного регулирования напряжения в электрических сетях с распределенными средствами компенсации реактивной мощности посредством децентрализованной МАС с координацией действий агентов в соседних зонах.

4. Практическая значимость и реализация результатов работы

1. Обоснованы принципы, правила и разработаны алгоритмы координации действий агентов многоагентной системы регулирования напряжения;

2. Разработанная программа моделирования электрических сетей с мультиагентным управлением позволяет проводить дальнейшие исследования их свойств, совершенствовать алгоритмы координации агентов и их взаимодействия;

3. Проверена эффективность разработанных способов координации действий агентов и алгоритмов управления в различных схемах электрической сети;

4. Теоретические разработки, практические рекомендации и алгоритмы многоагентного регулирования напряжения, предложенные в диссертационной работе, реализованы в прототипе автоматики и внедрены в компании ООО «Модульные системы Торнадо» для опытной эксплуатации, позволяющей обеспечить открытость для присоединения объектов с малой генерацией к внешней электрической сети и высокую надежность их работы.

5. Соответствие содержания паспорта специальности

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», а именно:

п. 2. Разработка методов анализа режимных параметров основного оборудования электростанций

п. 12. Разработка методов контроля и анализа качества электроэнергии и мер по его обеспечению.

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

6. Апробация и публикация результатов диссертационной работы

По результатам исследования опубликовано 10 печатных работ, в том числе 2 научных статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ и 8 публикаций в международных и российских изданиях.

7. Замечания по диссертации

1. Какой смысл вложен в следующие формулировки? «...множество районов локального регулирования режима с распределенным управлением... Такие районы могут становиться и *локальными рынками услуг по снижению потерь в сети...*» (стр 5-25)
2. Можно пояснить цель работы «разработка инструментальных средств моделирования». Это разработка программы моделирования режимов и проверка работоспособности алгоритмов агентного режимного управления на ЭДМ ЭС или другое? (задачи 4-6).

3. На стр.34 – 35 приведена архитектура классической МАС для Micro Grid. Что означает классическая архитектура и что понимается под Micro Grid?
4. Если в узле или системе имеется несколько устройств регулирующих напряжение, каким образом осуществляется их координация?
5. Каким образом регулируется режим работы синхронного генератора по выдаче/потреблению реактивной мощности? Как МАС участвует в этом процессе и контролирует ограничения генератора?
6. Какие каналы связи могут быть использованы для взаимодействия агентов и как они могут влиять на надежность и качество работы предлагаемой МАС (использование информационных шаблонов, контроль пакета данных).
7. В работе утверждается, что регулируя напряжение, МАС находит компромиссный режим для интересов потребителей и сетевой компании. На основе каких механизмов (соглашения) возможно достижение оптимальных условий работы системы.
8. Текст диссертации содержит некоторое количество опечаток и технических недоработок (грамматические и синтаксические ошибки, нерусифицированный текст на диаграммах 1.6, 1.9).

8. Заключение

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, которая представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Актуальность, практическая значимость, научная новизна, публикации и содержание диссертационной работы **«Мультиагентное регулирование напряжения в многосвязных электрических сетях»** соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно пп. 9 - 14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018), а ее автор Карджаубаев Нурлан Арапович заслуживает присуждения ему ученой

степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 –
Электрические станции и электроэнергетические системы.

Автор отзыва: доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
«Электрические станции» Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Самарский
государственный технический университет».



Кубарьков Юрий Петрович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Самарский государственный технический университет"
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, дом 244
Рабочий телефон: 8 (846)-242-37-89.
Адрес эл. почты: tsara.cuba@yandex.ru

11 февраля 2019 г.

Подпись Кубарькова Ю.П. подтверждаю
Секретарь Ученого совета СамГТУ, д.т.н.



Малиновская Юлия Александровна

*Отзыв получен 15.02.2019г. От / Овчинников А.А. /
С отзывом ознакомлен 15.02.2019г. М.А. КАРДАХУБАЕВ Н.А.*