

В диссертационный совет Д 212.125.07 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» МАИ
от Гречишникова Виктора Александровича

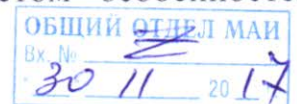
ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Гречишникова Виктора Александровича на диссертационную работу Дякина Николая Валерьевича на тему: «Исследование и разработка многоагентных систем управления авиационно-космическими и автономно-наземными электроэнергетическими комплексами с преобразовательно-накопительными батареями», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы диссертации

Для обеспечения надежной и эффективной работы космических летательных аппаратов, в том числе орбитальных станций, особое значение имеют проектирование и создание высокоэффективных систем электроснабжения. С каждым годом автономные наземные (локальные) системы электроснабжения с генерирующими установками, использующими альтернативные источники энергии, все активнее применяются в России с её значительными и малоосвоенными территориями Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Неуклонный рост потребления электрической энергии требует рационального и эффективного использования как имеющихся, так и вводимых генерирующих мощностей, особенно с учётом особенностей



определённого класса потребителей электроэнергии с неравномерным графиком потребления. Особое место в автономных наземных системах электроснабжения занимает использование объектов альтернативной энергетики, которые также помогают решать задачи по защите окружающей среды.

Диссертационная работа Дякина Н.В. направлена на совершенствование системы управления электроэнергетическими комплексами на основе применения многоагентного подхода. В этой связи тема данной работы является актуальной и имеет несомненный практический интерес.

Диссертационная работа Дякина Н.В. состоит из 171 страницы, включая 44 рисунка и 20 таблиц, структурно разделена на: введение, четыре главы, заключение, список литературы из 139 наименований и два приложения.

Во **введении** дается обоснование актуальности темы диссертационной работы, определена цель и поставлены задачи для ее решения, изложены объект, предмет и методы исследований, представлены сведения о научной новизне и практической ценности работы, положениях, выносимых на защиту, а также об апробации и публикациях.

В **первой главе** представлен анализ авиационно-космических и автономно-наземных электроэнергетических комплексов (ЭЭК), а также приведены структурные схемы ЭЭК летательных аппаратов и сформулированы требования, предъявляемые к ним.

Для автономно-наземных ЭЭК с большим числом генерирующих установок, накопителей энергии и различных типов потребителей рассмотрены различные стратегии группового управления (ГУ), а также выполнен их сравнительный анализ по следующим критериям: точность принятия решения (точность прогнозирования), масштабируемость системы, уровень сложности формализации управления, надёжность системы

управления и время выработки решения. По результатам данного анализа рекомендовано использовать коллективное групповое управление.

Вторая глава посвящена изложению предлагаемого многоагентного подхода к управлению тестовым автономно-наземным ЭЭК с большим числом генерирующих установок, накопителей энергии и различных типов потребителей.

В данной главе для многоагентной системы управления (МСУ) представлено описание и взаимодействие функциональных (активных и служебных) агентов. В качестве активных агентов рассматриваются: агент ветроэнергетической установки (АВЭУ); агент солнечной энергетической установки (АСЭУ); агент малых гидроэлектростанций (АМГЭ); агент малых тепловых электростанций (АМТЭ); агент нагрузки (АН); агент накопителей энергии (АНЭ); агент внешней сети (АВС).

На примере ветроэнергетической установки (ВЭУ) представлено описание разработанного программного продукта, обеспечивающего рациональное управление ВЭУ, включая прогнозирование процессов на краткосрочный и долгосрочный периоды времени, на основе информации, полученной от агента моделирования (АМ) и агента окружающей среды (АОС).

Принимая во внимание зависимость работы энергетических установок на альтернативных источниках энергии от погодных условий и необходимости использования накопителей энергии (НЭ), представлен подход к определению рациональных параметров заряда/разряда аккумуляторных батарей различного типа, основанный на минимизации стоимости заряда/разряда одного цикла.

В **третьей главе** представлено функционирование агента моделирования (АМ) и агента окружающей среды (АОС) в качестве служебных агентов. Для ветроэнергетической установки (АВЭУ) в качестве примера представлена диаграмма деятельности многоагентной системы управления.

В данной главе проведен анализ методов прогнозирования с использованием выбранных критериев (точность, уровень интерпретируемости данных, степень сложности настройки), на основании которого делается вывод о целесообразности использования метода дерева решений для обработки накопленной информации в разработанной системе управления.

В **четвертой главе** приведены результаты моделирования выбранной ЭЭК, которые подтвердили работоспособность разработанного многоагентного подхода с использованием метода дерева решений для прогнозирования генерации, накопления и потребления электроэнергии. При этом среднеквадратичное отклонение прогнозируемого графика от фактического не превышает 7-8%.

В процессе моделирования подтверждена целесообразность использования разработанного метода для выбора рациональных параметров работы аккумуляторных батарей различных типов и снижения стоимости одного цикла заряда/разряда.

В **заключении** кратко изложены основные результаты диссертационной работы.

Автореферат диссертации соответствует основному тексту работы.

Новизна исследований, основные научные результаты и их практическая значимость.

Научная новизна рассматриваемой диссертационной работы заключается в следующем:

- Предложенная многоагентная система управления электроэнергетическим комплексом, позволяет осуществлять прогнозирование уровня генерации различными электроэнергетическими установками, потребления и перераспределения электроэнергии с целью обеспечения гарантированного электроснабжения различных групп потребителей.

- Предложено использование метода дерева решений в многоагентной системе управления, что позволяет с заданной точностью прогнозировать генерирование, накопление и потребление электроэнергии.
- Разработан подход к выбору рациональных параметров заряда/разряда различных типов аккумуляторных батарей в многоагентной системе, учитывающий их особенности и технические характеристики.

К практической значимости диссертации относится следующее:

- Разработанный автором многоагентный подход в системе управления электроэнергетическим комплексом с большим количеством источников энергии и групп потребителей позволяет осуществлять рациональное перераспределение электроэнергии в комплексе и в кратчайшие сроки адаптироваться к изменению количества источников электроэнергии и/или потребителей.
- Предложенный метод выбора рациональных параметров процесса заряда/разряда различных типов аккумуляторных батарей в многоагентной системе управления электроснабжением потребителей, позволяет снизить стоимость одного цикла работы аккумуляторных батарей на 13-15%.
- На разработанную компьютерную программу, которая реализует предложенную многоагентную систему управления электроснабжением потребителей, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016617807 от 14.07.2016.
- Разработано программное обеспечение для переносных мобильных устройств, которое позволяет отслеживать и анализировать протекающие процессы в электроэнергетических комплексах в режиме реального времени.

Достоверность полученных результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы проверены и оценены путем использования современных методов исследований, которые соответствуют поставленной в работе цели и решаемым задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформированные в диссертации, подкреплены достоверными данными, представленными в приведенных рисунках и таблицах, с использованием современных методов обработки информации.

Диссертационная работа Дякина Н.В. прошла апробацию в ходе всероссийских и международных научно-технических и научно-практических конференций. Автором опубликовано 10 научно-технических статей, из которых 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получены патент на полезную модель № RU 168811 U1 от 15.07.2016 и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016617807 от 14.07.2016.

К **недостаткам** диссертации можно отнести следующее:

- Во второй главе недостаточно подробно рассмотрен агент внешней сети.
- В третьей главе недостаточно подробно изложено функционирование агента окружающей среды. Например, не приведены рекомендации по минимальному объему данных по погоде и периодичность их получения.
- Не представлены предложения по дальнейшим этапам работы по некоторым разделам работы.
- Рис. 2.6, 2.19, и 3.2 плохо читаемы, что затрудняет оценку представленных результатов.
- В работе обнаружены незначительные терминологические и стилистические поправки.

Указанные замечания не снижают ценности полученных в работе результатов и могут быть учтены автором в дальнейшей научной работе.

