

ОТЗЫВ

официального оппонента Дулесова Александра Сергеевича
на диссертационную работу Брюхановой Евгении Романовны «ГИБРИДНЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности «2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» в диссертационный совет 24.2.403.01 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

Актуальность диссертационной работы

Современные вычислительные системы играют ключевую роль в обеспечении производительности, эффективности ресурсов и управлении динамическими распределёнными сетями. Управление ресурсами в таких системах требует сложных алгоритмов, поскольку существующие методы не в полной мере справляются с динамическими изменениями и не учитывают экологические аспекты.

Рассматривая важность разрешения вопросов экологии, внедрение экологических аспектов в управление распределёнными вычислительными системами можно считать неотъемлемым. Рассматривая и анализируя существующие системы планирования, учёту подлежат производительность, надёжность и экономичность, но экологические факторы остаются не затронутыми.

Учёт негативного воздействия информационных систем на окружающую среду связан с вопросами снижения выбросов углекислого газа, обоснованием необходимости разработки модельно-алгоритмического обеспечения управления распределёнными вычислительными системами с акцентом на экологию.

Разработку гибридного метода управления ресурсами в распределённых вычислительных системах, включая использование нейронных сетей обнуления, можно отнести к перспективным решениям. Следовательно можно интегрировать в процесс эффективные методы и инструменты, обеспечивающие высокую производительность и учёт экологических аспектов.

Постановка цели и задач исследования

Целью диссертационной работы направлена на повышение эффективности управления ресурсами распределённых динамических вычислительных систем (РДВС) с тем, чтобы снизить влияния их работы на окружающую среду. Что касается задач достижения цели, отметим следующее:

1. Востребован анализ существующих методов управления ресурсами распределённых динамических вычислительных систем;
2. Необходима разработка обобщённых моделей распределённой динамической вычислительной системы для выявления информативных признаков и сокращения размерности задачи;
3. Разработка метода управления ресурсами в РДВС с учетом влияния их работы на окружающую среду и его программная реализация;
4. Реализация численных экспериментов с использованием разработанного программного комплекса.

Поставленные задачи последовательно вписываются в маршрут достижения

цели исследования.

Новизна исследований и полученных результатов

Судя по представленным материалам диссертации можно сделать следующие выводы:

1. Предложенная обобщенная математическая модель распределенной динамической вычислительной системы включает в себя роль экологических последствий от расхода энергии на вычисления;
2. Предлагаемая имитационная модель РДВС позволяет вести учет технических параметров системы, её конфигурацию, непосредственно связанные с возможными экологическими последствиями;
3. Автор работы разработал обнуляющий нейросетевой алгоритм управления ресурсами, позволяющий добиться более точного восстановления целевой функции.

Рассмотрение и анализ диссертационной работы позволяет согласиться с тем, что автор подтвердил заявленную научную новизну. Особо можно отметить, что метод интегрирует различные алгоритмы управления, что делает его более комплексным и эффективным, не исключая при этом инновационный характер использования нейронных сетей обнуления для управления ресурсами в РДВС.

Содержание диссертационной работы

Диссертационная работа содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы из 141 наименования. Общий объем работы составляет 106 страниц, 21 рисунка, 6 таблиц и 2 приложения на 2 страницах. Основные положения диссертационной работы раскрыты полно и обосновано. Имеется достаточное количество графического материала и статистических данных, иллюстрирующих результаты исследований и выводы работы. Оформление диссертации отвечает предъявляемым требованиям.

Во введении обосновывается важность темы, рассматриваемой в данной диссертации. Производится обзор текущего состояния исследований по данной проблеме, выделяются цель и задачи исследования. Кроме этого рассматривается научная новизна, используемые методы, теоретическая и практическая значимость работы, представлена структура и содержание диссертации.

В первой главе представлен обзор литературы, анализ источников, позволяющие сформулировать постановку задачи и выполнить обзор результатов применения различных методов управления ресурсами. Обозначены современные методы, охватывающие разнообразные адаптивные подходы к управлению ресурсами. Показано, что они базируются на параметрах, таких как балансировка нагрузки, оптимизация энергопотребления и использование машинного обучения. Эти исследования акцентируют внимание на повышении производительности и энергоэффективности в распределенных вычислительных системах. Автор справедливо замечает, что часто в современных методах упускаются из виду динамические изменения и особенности работы в реальном времени, что ограничивает их применимость в условиях быстро развивающихся технологий.

При постановке задачи автор сослался только на 3 собственные работы, тогда как им опубликовано 14.

Следует отметить, что данная глава представлена доступным языком, логически выверена и насыщена инструментами, реализация которых в качестве основополагающих, обеспечит поддержку предлагаемых научно-обоснованных решений управления ресурсами.

Вторая глава работы посвящена постановке задачи управления ресурсами в распределенных динамических вычислительных системах (РДВС) и исследованию взаимосвязей в системе через имитационное моделирование и факторный анализ. Основной упор делается на определении и построении структуры минимизации углеродного следа (энергоэффективности) с применением различных алгоритмов воздействия на процессы в РДВС.

На рис. 1 для решаемой задачи отображена концептуальная структура РДВС, на основе которой обосновано разработана математическая модель с учетом характеристик отдельных узлов, сети и задач. Следует заметить: нет ссылок на работы авторов, которым принадлежит разработка данной модели.

Представлен анализ производительности РДВС с использованием имитационной модели, включающей узлы, сеть и задачи. Модель создана с учетом технических параметров узлов, сети и динамически изменяющихся условий. При описании модели имеются расхождения в представленных символах модели (см. стр. 31).

На основе имитационной модели выполняется факторный анализ, выявляющий наиболее важные параметры, влияющие на производительность и углеродный след РДВС. Полученные данные использованы для оптимизации работы системы с учетом минимизации энергопотребления и углеродного следа.

Что касается описания гибридного метода управления ресурсами в РДВС, то автор включил в него алгоритмы миграции, репликации, задержки и вычислений, динамическое управление частотой и напряжением процессоров, а также обнуляющий нейросетевой алгоритм управления ресурсами.

Структура гибридного подхода вполне оправдана и представлена на рисунке 3. Существенные операции отнесены к необходимости выполнения сбора статистических данных, определения состояния системы, расчета производительности узлов и каналов, расчета времени миграции и репликации, расчета необходимой частоты и напряжения, планирования задач с учетом минимизации углеродного следа и сохранения производительности.

Заметим, что на рис.6 неясно по каким критериям будут выполняться задачи миграции данных из одного узла в другой? Игруют ли здесь роль мигрируемые объемы данных?

На стр. 45 представлено математическое выражение (12) из которого неясно: какое значение будет принимать показатель загруженности узла ресурсами, выраженный делением общего количества всех выполняемых задач на вычислительную мощность? Насколько обоснована его измеряемая величина и какой критерий (в количественном выражении) будет разделять перегруженность или недогруженность узла?

На стр.50 автор отмечает: «... одним из ключевых элементов алгоритма является применение технологии динамического изменения напряжения и частоты процессоров». Такое утверждение справедливо если напряжение и частота не коррелируемы. А если они коррелируемы (например, в электрических цепях), как быть ...? Для справки: возрастание тактовой частоты требует резкого увеличения напряжения, что влияет на повышение электропотребления.

В третьей главе представлен анализ потенциала и эффективности применения нейронных сетей обучения (НСО) для управления ресурсами в распределенных динамических вычислительных системах (РДВС) с учетом их воздействия на окружающую среду. Производится сравнение эффективности НСО с классическими методами оптимизации и другими нейросетевыми подходами. В результате разрабатывается решение по управлению ресурсами в РДВС.

Нейронные сети обучения по убеждению автора позволяют определить неизвестные значения в непрерывно изменяющихся данных на основе известных равноудаленных данных. Их применение оказывается особенно эффективным, когда информация предоставляется датчиками в форме дискретных равноудаленных сигналов.

Следует признать тот факт, что предлагаемое решение о необходимости разработки НСО оправдано.

В главе обозначены востребованные характеристики (с обоснованием преимуществ) методов, основанных на НСО в контексте РДВС: работа в реальном времени; скорость и точность; прогнозирование во времени.

Для организации вычислительных экспериментов разработан программный комплекс, основанный на НСО, зарегистрированный в государственном реестре программ для ЭВМ.

Гибридное управление ресурсами в РДВС использует аппарат НСО, который показан как эффективный для управления динамическими системами в реальном времени. НСО работает на архитектуре, аналогичной рекуррентным нейронным сетям (РНС) (рис. 4). Совместная работа РНС и НСО дают положительный эффект, связанный с минимизацией энергопотребления и, следствие, выделением углекислого газа. В итоге отметим, адаптивное управление ресурсами РДВС, основанное на НСО, весьма эффективно как как вычисления выполняются на каждом этапе алгоритма с учетом текущих значений параметров системы и задач.

Некоторые вопросы: в конце страницы 64 имеются высказывания: «Показатели выбросов углекислого газа в атмосферу были получены из интегрированной базы данных по выбросам и генерирующим ресурсам... Данные включают экологические характеристики, выбросы... для всех подключенных к сети электрогенерирующих установок (ЭГУ) на объектах...». Вопрос: о каких генерирующих источниках идет речь? Рассматриваются резервные источники, присоединенные к узлам или источники, питающие узлы от электрически удаленных источников генерации электроэнергии? Ведь при разных условиях генерации влияние на экологию будут существенно различаться.

В четвертой главе представлены экспериментальные исследования эффективности предложенного метода управления ресурсами, используя нейронные сети обнуления. Для оптимизации управления использовался метод НСО.

В процессе исследования выбраны параметры оптимизации и установлены ограничения на их значения. Для эксперимента использовались два набора данных: данные из статистики работы GRID-сети NorduGrid и синтетический набор данных, созданный в среде Virtual Internet Routing Lab. Используя метод НСО, удалось получить значения оптимизируемых параметров и соответствующие значения функции цели.

В результате эксперимента, автору удалось вычислить энергозатраты и выбросы углекислого газа пропорционально скорости выполнения задачи. Из представленных графиков видно: алгоритм быстро адаптируется, обеспечивая минимальное отклонение от оптимальных значений. В зависимости от выбросов CO_2 построен график задержки задачи, подтверждающий соответствие требованиям.

Почему автор учитывает данные (табл.5) с наличием перенасыщенных цифр после запятой? И как при этом работала НСО при рассмотрении 2.7 миллиардов узлов?

Дополнения к вышеизложенному

Предложен обобщенный математический подход и имитационная модель изучения влияния распределенных динамических вычислительных систем на окружающую среду. Разработан гибридный метод адаптивного управления ресурсами, включающий алгоритмы планирования задач, технологию управления частотой и напряжением, а также нейросетевой алгоритм обнуления, что позволяет снизить выбросы углекислого газа до 7% в системе из нескольких миллионов узлов.

Основное содержание работы опубликовано в 14 печатных работах, три из которых в изданиях, рекомендованных ВАК, и пять работ, опубликованных в изданиях, индексируемых в базе Scopus. Практические результаты работы защищены двумя свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертационного исследования докладывались на четырех конференциях, включая международные, которые соответствуют профилю диссертационного исследования.

Автореферат отражает основные положения диссертационной работы и соответствует ее содержанию.

Значимость для науки и практики

Данная диссертационная работа имеет теоретическую значимость в контексте развития методов оптимального управления ресурсами в распределенных динамических вычислительных системах. Подход, представленный в работе, расширяет применение нейросетевых методов оптимизации в нестационарных системах, углубляя понимание проблем и методов управления динамическими гетерогенными системами обработки информации. Инструменты гибридного метода управления ресурсами, основанного на нейронных сетях Чжана, открывают новые перспективы в разработке нейросетевых алгоритмов оптимизации динамических систем, обеспечивая эффективное ресурсное управление в дина-

мических условиях с учетом ограничений и требований. *Практическая значимость* работы проявляется в возможности применения результатов в реальных задачах управления ресурсами, таких как центры обработки данных, облачные вычисления и автоматизированные системы управления предприятием. Предложенный подход способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, сохраняя при этом эффективность работы распределенных динамических вычислительных систем, и может быть использован для разработки новых алгоритмов управления ресурсами, применимых в различных сферах деятельности.

Основные результаты диссертационной работы нашли применение в деятельности научно-образовательного центра (НОЦ) «Енисейская Сибирь» при моделировании управления ресурсами распределенных динамических вычислительных систем.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. Направлена на решение проблем разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений для повышения эффективности функционирования объектов.

Область исследования диссертации соответствует областям научной специальности паспорта «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» применительно к пунктам 4, 5 и 11.

Дискуссионные положения и замечания

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. На странице 45 представлено математическое выражение (12) из которого неясно: какое значение будет принимать показатель загруженности узла ресурсами, выраженный делением общего количества всех выполняемых задач на вычислительную мощность? Насколько обоснована его измеряемая величина и какой критерий (в количественном выражении) будет разделять перегруженность или недогруженность узла?

2. На странице 50 автор отмечает: «... одним из ключевых элементов алгоритма является применение технологий динамического изменения напряжения и частоты процессоров». Такое утверждение справедливо если напряжение и частота не коррелируемы. А если они коррелируемы (например, в электрических цепях), как быть ...? Для справки: возрастание тактовой частоты требует резкого увеличения напряжения, что влияет на повышение электропотребления.

3. В конце страницы 64 имеются высказывания: «Показатели выбросов углекислого газа в атмосферу были получены из интегрированной базы данных по выбросам и генерирующим ресурсам... Данные включают экологические характеристики, выбросы... для всех подключенных к сети электрогенерирующих установок (ЭГУ) на объектах...». Вопрос: о каких генерирующих источниках идет речь? Рассматриваются резервные источники, присоединенные к узлам или источники, питающие узлы от электрически удаленных источников генерации электроэнергии? Ведь при разных условиях генераций влияние на экологию будут существенно различаться.

4. Почему автор учитывает данные (табл.5) с наличием перенасыщенных цифр после запятой? И как при этом воспринимаются значения данных НСО при рассмотрении 2.7 миллиардов узлов?

Заключение

Представленные в отзыве замечания не снижают положительного впечатления от выполненного исследования, его значительного вклада в решение важной научно-практической задачи, связанной с заявленной целью. Полученные результаты являются новыми, обоснованными, имеют практическую и научную значимость. Диссертационная работа Брюхановой Евгении Романовна «Гибридный метод управления ресурсами в распределенных динамических вычислительных системах» является законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационных технологий и систем ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова»

Дулесов Александр Сергеевич

Проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова», канд. физ.-мат. наук, доцент

Попов Андрей Анатольевич

Почтовый адрес:
655017, Республика Хакасия, г. Абакан, проспект Ленина, 90.
Телефон: (3902) 243018,
E-mail: univer@khsu.ru