

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель Генерального директора – Генеральный
конструктор, д-р техн. наук



Сорокин Сергей Александрович

_____ 2023 г.

**ОТЗЫВ
ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**АО «Научно-исследовательский институт вычислительных
комплексов им. М. А. Карцева»**

на диссертацию Спицына Андрея Алексеевича «Управление процессами миграции виртуальных машин в облачных средах на основе реализации иерархической стратегии балансировки нагрузки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы.

Актуальность темы диссертации Спицына Андрея Алексеевича «Управление процессами миграции виртуальных машин в облачных средах на основе реализации иерархической стратегии балансировки нагрузки» обусловлена тем, что настоящее время стремительное развитие облачных сервисов породило множество методов управления ими. В теоретическом плане ряд методов управления облачными сервисами сводится к оптимизации выбора физических исполнителей и порядка исполнения задач в распределенной системе внутри облака. Разумной идеей является модификация архитектуры системы управления облачными средами, расширив ее на случай нескольких уровней с учетом дополнительного миграционного слоя с использованием концепции контейнеризации.

Необходимость исследования поведения таких систем за счет совершенствования технологий и инструментов их разработки обуславливает актуальность темы исследования.

Поэтому в качестве основной цели исследования выбрана разработка математического и программного обеспечения управления процессами ми-

грации виртуальных машин в облачных средах на основе иерархической стратегии балансировки нагрузки на виртуальные машины.

Соискатель ученой степени сформулировал и решил следующие задачи:

1. Создана модифицированная многоуровневая архитектура системы управления облачными средами с дополнительным миграционным слоем, обеспечивающая сокращение времени задержки, вызванной осуществлением миграции.

2. Разработан эвристический алгоритм планирования задач в облаке с полиномиальной по времени сложностью, обеспечивающий соблюдение регламентных сроков исполнения задач.

3. Создана иерархическая стратегия балансировки нагрузки для облачных многокластерных центров обработки данных, обеспечивающая уменьшение среднего времени отклика и служебных издержек межкластерной коммуникации.

4. Разработан алгоритм решения многокритериальной задачи управления распределением задач в облачных средах на основе алгоритма роя частиц, обеспечивающий оптимальное время выполнения и надежность как компьютерных ресурсов, так и сетевых связей.

5. Создана структура программного прототипа системы управления распределением заданий в облачных средах, отличающаяся наличием подсистем обслуживания дополнительного миграционного слоя и декомпозицией больших задач на подзадачи, обеспечивающая выполнение требований к качеству обслуживания. Элементы программного обеспечения зарегистрированы в ФИПС.

Таким образом, диссертационное исследование, посвященное разработке математического и программного обеспечения управления процессами миграции виртуальных машин в облачных средах на основе иерархической стратегии балансировки нагрузки на виртуальные машины, является актуальным.

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» в рамках научного направления «Вычислительные комплексы и проблемно-ориентированные системы управления».

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав с заключениями и выводами. Работа содержит 153 страницы. Список использованной литературы включает 228 наименований.

Обоснованность научных положений и выводов. Обоснованность сформулированных автором диссертации основных научных положений подтверждается корректным применением методов математического моделирования, оптимизации, объектно-ориентированного программирования, теории множеств, теории вероятностей и теории графов, а также результатами при-

кладных экспериментов и исследования предложенных моделей и алгоритмов.

Научная новизна.

Научной новизной характеризуются предложенные в работе:

- модифицированная многоуровневая архитектура системы управления облачными средами, отличающаяся наличием дополнительного миграционного слоя с использованием концепции контейнеризации, обеспечивающая сокращение времени задержки, вызванной осуществлением миграции;
- эвристический алгоритм планирования задач в облаке с полиномиальной по времени сложностью, отличающийся декомпозицией больших задач на подзадачи по специальному критерию и обеспечивающий соблюдение регламентных сроков исполнения задач;
- иерархическая стратегия балансировки нагрузки для облачных многокластерных центров обработки данных, отличающаяся приоритизацией локальной балансировки нагрузки сначала внутри кластера, а затем внутри центра обработки данных и обеспечивающая уменьшение среднего времени отклика и служебных издержек межкластерной коммуникации;
- алгоритм решения многокритериальной задачи управления распределением задач в облачных средах, отличающийся применением алгоритма роя частиц со сверточной фитнес-функцией и обеспечивающий оптимальное время выполнения и надежность компьютерных ресурсов и сетевых связей;
- структура программного прототипа системы управления распределением заданий в облачных средах, отличающаяся наличием подсистем обслуживания дополнительного миграционного слоя и декомпозицией больших задач на подзадачи, обеспечивающая выполнение требований к качеству обслуживания.

Все перечисленные результаты, полученные в рамках диссертационной работы, являются новыми и достоверными и соответствуют требованиям Положения ВАК РФ.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в разработке математического и программного обеспечения управления процессами миграции виртуальных машин в облачных средах на основе иерархической стратегии балансировки нагрузки на виртуальные машины, а также информационного и программного обеспечения подсистем обслуживания дополнительного миграционного слоя и декомпозицией больших задач на подзадачи, обеспечивающая выполнение требований к качеству обслуживания.

Основные результаты работы внедрены в Военном учебно-научном центре Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» при проектировании распределенной корпоративной сети, в учебный процесс Воронежского государственного технического университета в рамках дисциплин: «Вычислительные машины,

системы и сети», «Информационные сети и телекоммуникационные технологии», а также в рамках курсового и дипломного проектирования.

Тематика работы соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»: п.3 «Модели, методы, архитектуры, алгоритмы, языки и программные инструменты организации взаимодействия программ и программных систем»; п.9 «Модели, методы, алгоритмы, облачные технологии и программная инфраструктура организации глобально распределенной обработки данных».

Рекомендации по внедрению.

Модели, методы и алгоритмы, разработанные в диссертации Спицына Андрея Алексеевича «Управление процессами миграции виртуальных машин в облачных средах на основе реализации иерархической стратегии балансировки нагрузки», рекомендуются к внедрению как в региональных системах управления информационными потоками, крупных операторах систем сотовой связи, так и в конкретных организациях: ПАО «Созвездие» (г. Воронеж), ПАО «Центртелеком» (г. Москва).

Критические замечания.

1. Обзор методов разработки математического и программного обеспечения комплексов распределенного управления облачными системами на (глава 1) стоило бы расширить в направлении автоматных архитектур.

2. Исследование задачи модификации многоуровневой архитектуры системы управления облачными средами (глава 2) мало сфокусировано на ситуациях, связанных с проблемой последующего тестирования. Неясно, какова предельная частота ошибок, выявляемых при тестировании, при которой возникает необходимость повторного инжиниринга.

3. Не приведено детальное описание алгоритмов распределения ресурсов и планирование заданий в облачных средах на основе алгоритма оптимизации роя частиц и R-коэффициента (глава 3).

4. Больше внимания стоило бы уделить особенностям программной реализации (глава 4) информационного и программного обеспечения системы управления распределением заданий в облачных средах, отличающаяся наличием подсистем обслуживания дополнительного миграционного слоя и декомпозицией больших задач на подзадачи.

5. В автореферате недостаточно раскрыта прикладная практическая значимость, стоило бы усилить результаты доказательной статистической информацией.

Заключительная оценка.

В целом критические замечания не носят принципиального характера и не снижают оценки ее значимости. Диссертация Спицына Андрея Алексее-

вича является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение важной научно-технической проблемы.

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 научных работах, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (из них 2 – в изданиях Scopus и Wos), получено свидетельство о государственной регистрации программы. Публикации полно отражают содержание диссертации.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на Международных и других тематических конференциях и семинарах.

По актуальности избранной темы, глубине проработки всего комплекса частных задач, научной ценности и практической значимости полученных результатов, обоснованности выводов и рекомендаций, можно заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.3.5, а ее автор, Спицын Андрей Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Настоящий отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании научно-технического Совета Научно-исследовательского института вычислительных комплексов им. М. А. Карцева, протокол № 2/23 от 11 мая 2023 г.

Ученый секретарь

(Алексеева Елена)

Почтовый адрес:

Телефон: +7-(495) 330-09-29

E-mail: postoffice@niivk.ru

Сайт: <http://ниивк.рф/>

Е.А. Алексеева

а)

, ул. Профсоюзная, д. 108