

Направление: Математическое и программное обеспечение
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Методы и программные средства
оптимизации распределённых
вычислительных систем

Альшаеб Басель

Оглавление

1. Актуальность	3
2. Цель исследования	4
3. Основные задачи	5
4. Методы и подходы	6
5. Ожидаемые результаты	7
6. Научная новизна и практическая значимость	8
7. Краткий план работ	9

Ключевые слова: распределённые системы, оптимизация, планирование, балансировка нагрузки, масштабируемость, отказоустойчивость, мониторинг, контейнеризация, микросервисная архитектура, компьютерные сети.

1. Актуальность

Распределённые вычислительные системы лежат в основе современных цифровых сервисов: облачных платформ, микросервисных приложений, корпоративных информационных систем, систем обработки больших данных и сетевых сервисов [?, ?]. Рост требований к производительности, доступности и экономической эффективности приводит к необходимости оптимизации вычислительных и сетевых ресурсов: времени отклика, пропускной способности, стоимости инфраструктуры, энергопотребления, устойчивости к сбоям и эффективности масштабирования [?].

Сложность оптимизации обусловлена динамической нагрузкой, неоднородностью ресурсов, распределённостью по узлам и площадкам, ограничениями сети (задержка, потери, пропускная способность), а также необходимостью обеспечения отказоустойчивости и предсказуемого качества обслуживания [?]. Существенную роль также играют вопросы надёжности, согласованности и воспроизводимости поведения при сбоях и перегрузках [?]. На практике решения часто строятся на локальных эвристиках и разрозненных инструментах, без единой формальной модели качества и воспроизводимой методики оценки. Поэтому разработка математически обоснованных методов и программных средств оптимизации распределённых вычислительных систем является актуальной научно-практической задачей в рамках выбранного направления.

2. Цель исследования

Разработка и исследование методов и программных средств, повышающих эффективность функционирования распределённых вычислительных систем за счёт оптимального управления ресурсами, размещения вычислений и учёта сетевых характеристик [?].

3. Основные задачи

1. Проанализировать классы распределённых систем и типовые архитектуры (клusterные, облачные, микросервисные, контейнерные), а также ключевые метрики качества (латентность, throughput, SLA/SLO, стоимость, доступность, устойчивость) [?, ?].
2. Построить формальную модель задачи оптимизации (например, многокритериальную или оптимизацию при ограничениях) с учётом вычислительных ресурсов и сетевых характеристик [?].
3. Разработать методы оптимизации, ориентированные на:
 - планирование и распределение задач (scheduling),
 - балансировку нагрузки,
 - адаптивное масштабирование,
 - повышение отказоустойчивости и контролируемую деградацию качества (graceful degradation) [?].
4. Спроектировать программный прототип (инструмент/модуль) для проведения экспериментов и оценки предложенных методов в воспроизводимой среде (клuster/контейнерная среда/симулятор/тестовый стенд).
5. Провести экспериментальное исследование на репрезентативных сценариях, сравнить результаты с базовыми стратегиями (round-robin, greedy, статическое распределение), оценить эффективность и ограничения.

4. Методы и подходы

В исследовании предполагается использовать:

- методы математического моделирования и оптимизации (линейная/целочисленная, многокритериальная оптимизация, эвристики и приближённые методы поиска) [?];
- модели компьютерных сетей и теорию графов (учёт топологии, задержек и пропускной способности) [?, ?];
- имитационное моделирование и вычислительные эксперименты;
- практики инженерии распределённых систем (наблюдаемость: метрики/логи/трейсы, профилирование, нагрузочное тестирование);
- статистическую обработку результатов (доверительные интервалы, сравнение стратегий на наборах сценариев).

5. Ожидаемые результаты

1. Формальная постановка и модель оптимизации управления распределёнными ресурсами [?].
2. Набор алгоритмов/стратегий, улучшающих ключевые метрики (время отклика, пропускная способность, стоимость, стабильность при сбоях) по сравнению с базовыми подходами.
3. Программный прототип (исследовательский стенд/инструмент) для воспроизведимой оценки стратегий оптимизации в различных условиях нагрузки и сетевых ограничений.
4. Практические рекомендации по применению результатов в системах с микросервисной и/или контейнерной архитектурой и в задачах моделирования сетевых вычислений [?].

6. Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна может заключаться в интеграции сетевых характеристик и вычислительных ограничений в единую модель оптимизации распределённой системы, а также в разработке адаптивных методов, учитывающих динамику нагрузки и деградацию при отказах [?, ?]. Практическая значимость состоит в возможности повышения эффективности распределённых сервисов и вычислительных платформ и создании инструментов поддержки принятия решений при конфигурировании и эксплуатации распределённой инфраструктуры [?].

7. Краткий план работ

Обзор и постановка задачи → выбор метрик и модель → разработка алгоритмов → реализация прототипа → экспериментальная проверка → анализ результатов и оформление.