

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.774.6:004.272.2

Бонда Павел Сергеевич

Алгоритмы балансировки нагрузки веб-приложений использующих  
микросервисную архитектуру

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-40 80 02 Системный анализ, управление и обработка  
информации

---

Научный руководитель

Муха Владимир Степанович

профессор, доктор технических наук

---

Минск 2021 г

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время получили большое развитие технологии виртуализации и, контейнеризации серверов в связи с потребностями в рациональном распределении аппаратных ресурсов за счет консолидации, уменьшении стоимости оборудования и занимаемого пространства, уменьшении затрат на замену и модернизацию физического оборудования серверов, обеспечении высокой доступности и непрерывности работы. Однако, одновременно с этим повышается сложность администрирования таких систем — в частности, в отношении распределения нагрузки между серверами: на каждый сервер можно назначить некое конечное число нагрузок, и каждая нагрузка имеет требования по мощности, которые могут часто меняться. Отсюда происходит задача балансировки нагрузки.

Задача балансировки нагрузки не нова, и встречается не только в компьютерных науках. Человечество неоднократно сталкивалось и решало эту задачу в процессе социальных взаимодействий. Каждый раз, когда работа выполняется не в одиночку, мы, порой неосознанно, решаем эту задачу, кооперируемся для выполнения задачи или делегируем её кому-то ещё.

В компьютерах балансировка нагрузки распределяет нагрузку между несколькими вычислительными ресурсами, такими как компьютеры, компьютерные кластеры, сети, центральные процессоры или диски. Цель балансировки нагрузки — оптимизация использования ресурсов, максимизация пропускной способности, уменьшение времени отклика и предотвращение перегрузки какого-либо одного ресурса. Использование нескольких компонентов балансировки нагрузки вместо одного может повысить надежность и доступность за счет резервирования. Балансировка нагрузки предполагает обычно наличие специального программного обеспечения или аппаратных средств, таких как многоуровневый коммутатор или система доменных имен, как серверный процесс.

В работе рассматривается алгоритм, позволяющий повысить эффективность балансировки нагрузки.

Магистерская диссертация выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности соответствует норме, установленной кафедрой. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке использованных источников».

Библиотека БГУИР

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа посвящена актуальной теме — «Алгоритмы балансировки нагрузки веб-приложений использующих микросервисную архитектуру».

Цель данной работы является создание алгоритма для автоматизации процесса балансировки нагрузки на комплексе серверов виртуальных машин, реальных серверов или контейнеров.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- исследование и анализ существующих методов и алгоритмов балансировки нагрузки;
- исследование и анализ методов и алгоритмов с смежных областях;
- выбор критерия балансировки;
- создание алгоритма балансировки нагрузки;
- создание и тестирование программного обеспечения.

Объектом исследования является балансировка нагрузки веб-приложений использующих микросервисную архитектуру.

Предмет исследования – разработка алгоритма балансировки нагрузки веб-приложений использующих микросервисную архитектуру.

Методы исследования: анализ, сравнение, обобщение, статистические методы.

Научная новизна исследования состоит в разработке оригинального и динамического алгоритма балансировки нагрузки, на времени ответа серверов. Алгоритм и созданное на его основе программное обеспечение используют статистические методы для балансировки нагрузки.

Теоретическая значимость и прикладная ценность полученных результатов заключается в том, что разработанное приложение может использоваться для балансировки нагрузки в реальных веб-приложениях.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** приведено определение задачи балансировки нагрузки. Также описывается актуальность темы диссертации. Сформулированы ее цели и задачи, даны сведения об объекте и предмете исследования, указаны методы исследования.

В **первой главе** произведено исследование предметной области. В ней рассмотрены как основы балансировки нагрузки, так и принципы создания алгоритмов балансировки нагрузки. Проведен обзор общеизвестных алгоритмов. Рассмотрено понятие веб-приложений и микросервисной архитектуры. Рассмотрено понятие детектора отказов, приведён обзор детектора отказов *Phi*.

Во **второй главе** выдвинуты требования к алгоритму балансировки. Выбран критерий балансировки нагрузки и приведено его обоснование. Выдвинута концепция использования адаптивного детектора отказов *Phi* при балансировке нагрузки.

В **третьей главе** разработан алгоритм и дано его развернутое описание. Также приведено развернутое описание программной реализации разработанного алгоритма. Произведён сравнительный анализ разработанного алгоритма.

В **приложениях** приведены листинги программного кода, а также подтверждение участия в 57-й научной конференции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время получили большое развитие технологии виртуализации и, контейнеризации серверов в связи с потребностями в рациональном распределении аппаратных ресурсов за счет консолидации, уменьшении стоимости оборудования и занимаемого пространства, уменьшении затрат на замену и модернизацию физического оборудования серверов, обеспечении высокой доступности и непрерывности работы. Однако, одновременно с этим повышается сложность администрирования таких систем — в частности, в отношении распределения нагрузки между серверами: на каждый сервер можно назначить некое конечное число нагрузок, и каждая нагрузка имеет требования по мощности, которые могут часто меняться. Отсюда происходит задача балансировки нагрузки.

Наиболее популярные алгоритмы балансировки имеют нединамическую природу, поэтому зачастую они не удовлетворяют требованиям при работе с меняющейся нагрузкой. В данной работе был произведён анализ существующих алгоритмов балансировки нагрузки, а также анализ современных подходов проектирования распределённых систем. Итогом этого анализа стала разработка нового динамического алгоритма.

Научная новизна исследования заключается в использовании статистических методов для разработки динамического алгоритма балансировки нагрузки для веб-приложений использующих микросервисную архитектуру.

Разработанный алгоритм подходит для систем, в которых наблюдается корреляция между загрузкой системы и временем ответа. Для таких систем алгоритм демонстрирует сравнительное превосходство, относительно обычных алгоритмов. Это превосходство показано в сравнительном нагрузочном тестировании разработанной программной реализации алгоритма.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Бонда, П.С. Алгоритм балансировки нагрузки web-приложений на основе времени ответа // П.С. Бонда // Секция «Автоматизированные системы обработки информации»: программа 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 20 апреля 2021 г. Минск, БГУИР.

Библиотека БГУИР