



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

## АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КАЖДОЙ МОДЕЛИ

<sup>1</sup>Воробьева И.А., Сазонов А.И., Анищенко И.А.

ФГБУО ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», Москва, Россия, (119454, г. Москва, просп. Вернадского, 78, стр. 4.), e-mail: <sup>1</sup>9661613042@mail.ru

В работе рассматриваются преимущества и недостатки каждой модели, а также сравниваются их характеристики по критериям, таким как масштабируемость, гибкость и надежность. В результате исследования было установлено, что каждая модель обладает своими уникальными преимуществами и недостатками, и выбор конкретной модели должен осуществляться с учетом специфики задачи.

Ключевые слова: Облачные вычисления, виртуализация, контейнеризация, серверлесс-вычисления, масштабируемость, гибкость.

## ANALYSIS AND COMPARISON OF VARIOUS CLOUD COMPUTING MODELS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF EACH MODEL

<sup>1</sup>Vorobyeva I.A., Sazonov A.I., Anishchenko I.A.

MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russia (119454, Moscow, avenue. Vernadsky, 78, b. 4), e-mail: <sup>1</sup>9661613042@mail.ru

The paper examines the advantages and disadvantages of each model, as well as compares their characteristics according to criteria such as scalability, flexibility and reliability. As a result of the study, it was found that each model has its own unique advantages and disadvantages, and the choice of a specific model should be carried out taking into account the specifics of the task.

Keywords: Cloud computing, virtualization, containerization, server-less computing, scalability, flexibility.

Цель исследования: анализ и сравнение различных моделей облачных вычислений, а именно: облачные вычисления на основе виртуализации, облачные вычисления на основе контейнеризации и серверлесс-вычисления.

### Введение

С развитием информационных технологий и увеличением объема данных возникла потребность в эффективных методах их обработки и хранения. [7] Облачные вычисления являются одним из наиболее популярных способов решения данной проблемы. Однако, в силу своей широкой функциональности, облачные вычисления могут быть реализованы различными способами, что приводит к необходимости выбора оптимальной модели для

конкретной задачи. [1,2] В данной работе проведен анализ и сравнение трех основных моделей облачных вычислений: облачные вычисления на основе виртуализации, облачные вычисления на основе контейнеризации и серверлесс-вычисления. Рассмотрены их преимущества и недостатки, а также проанализированы их характеристики по различным критериям. [3]

Вычисления на основе виртуализации являются одной из самых популярных моделей облачных вычислений. Данная модель позволяет разделить физические вычислительные ресурсы на виртуальные машины, которые можно запускать и управлять отдельно от оригинальных ресурсов. Это позволяет увеличить гибкость и масштабируемость системы, а также улучшить надежность. Однако, данный подход имеет высокую стоимость и сложность в управлении большим количеством виртуальных машин. [5]

Преимущества облачных вычислений на основе виртуализации включают:

- Высокую производительность и надежность. Виртуализация позволяет использовать ресурсы серверов более эффективно, что повышает производительность и надежность приложений.
- Гибкость и масштабируемость. Виртуализация позволяет быстро создавать и удалять виртуальные машины, что обеспечивает гибкость и масштабируемость приложений.
- Удобное управление и мониторинг. Виртуальные машины легко управляются и мониторятся с помощью специальных инструментов взаимодействия с виртуальными машинами.

Недостатки облачных вычислений на основе виртуализации включают:

- Высокую стоимость. Виртуализация требует использования мощных серверов и специального программного обеспечения, что делает эту модель облачных вычислений дороже других моделей.
- Значительный объем памяти, необходимый для запуска каждой виртуальной машины. Это может приводить к излишнему использованию ресурсов, особенно в случае запуска множества виртуальных машин.

В качестве примера можно привести несколько вариантов использования виртуализации:

- для развертывания и масштабирования виртуальных серверов, обеспечивая высокую доступность своего веб-приложения.
- для создания изолированных сред разработки, тестирования и развертывания приложений, что позволяет оптимизировать использование аппаратных ресурсов.

Облачные вычисления на основе контейнеризации - это более новая модель, которая использует контейнеры вместо виртуальных машин для разделения физических ресурсов. [4] Контейнеры позволяют создавать изолированные среды для приложений, что упрощает управление и развертывание приложений. Кроме того, контейнеры имеют более легковесную архитектуру, что позволяет сократить время запуска и уменьшить нагрузку на физические ресурсы. Однако, контейнеры не обеспечивают полную изоляцию и безопасность между приложениями. [5,6]

Преимущества облачных вычислений на основе контейнеризации включают:

- Более эффективное использование ресурсов. Контейнеры используют меньше ресурсов, чем виртуальные машины, что позволяет использовать ресурсы сервера более эффективно.
- Быстрое развертывание и масштабирование. Контейнеры можно быстро создавать, развертывать и масштабировать в зависимости от нагрузки на приложение.
- Простота управления и мониторинга. Контейнеры легко управляются и мониторяются с помощью специальных инструментов управления контейнерами.

Недостатки облачных вычислений на основе контейнеризации включают:

- Ограниченную изоляцию. Контейнеры используют общую операционную систему, что ограничивает изоляцию между приложениями и может приводить к конфликтам между приложениями.
- Ограниченные возможности для приложений с высоким уровнем безопасности. Контейнеризация может быть недостаточно безопасной для приложений, которые требуют высокого уровня безопасности, т.е. для приложений, работающих с конфиденциальной информацией. [11, 12]

В качестве примера можно привести несколько вариантов использования контейнеризации:

- использование Docker для контейнеризации своего приложения и его зависимостей, обеспечивая переносимость и воспроизводимость окружения между разработческими, тестовыми и продуктивными средами.
- использование контейнеризации для развертывания микросервисной архитектуры, где каждый микросервис запускается в собственном контейнере, обеспечивая гибкость и масштабируемость при обработке транзакций.

Серверлесс-вычисления - это относительно новая модель, которая позволяет разрабатывать и запускать приложения без необходимости управления физическими ресурсами. В этой модели вычисления происходят в рамках функций, которые запускаются в ответ на события. [8] Это позволяет сократить затраты на инфраструктуру и упростить процесс разработки и развертывания приложений. Однако, серверлесс-вычисления не всегда могут обеспечить высокую производительность и могут столкнуться с ограничениями в ресурсах. [9],[15]

Преимущества серверлесс-вычислений включают:

- Оптимальное использование ресурсов. Функции запускаются только при необходимости и используют только те ресурсы, которые необходимы для выполнения задачи.
- Высокая масштабируемость. Серверлесс-вычисления позволяют быстро масштабировать функции в зависимости от нагрузки на приложение.
- Низкая стоимость. Серверлесс-вычисления обычно имеют более низкие затраты, поскольку оплата осуществляется только за использованные ресурсы.

Недостатки серверлесс-вычислений включают:

- Ограниченная поддержка языков и платформ. Некоторые языки и платформы не поддерживают серверлесс-вычисления, что может быть препятствием для использования этой модели.

- Ограниченная продолжительность выполнения функций. Серверлесс-функции обычно ограничены по времени выполнения, что может быть препятствием для выполнения длительных задач.
- Сложность отладки. Отладка серверлесс-функций может быть сложной, так как функции работают в изолированной среде.

В качестве примера можно привести несколько вариантов использования серверлесс-вычислений:

- использование серверлесс функции для обработки входящих запросов на обработку изображений, что позволяет автоматически масштабировать ресурсы в зависимости от количества запросов и оптимизировать использование вычислительных ресурсов.
- использование серверлесс функции для регулярного выполнения расчетов и генерации отчетов, запуская функции по расписанию или при наступлении определенных событий.

При сравнении моделей облачных вычислений на основе виртуализации, контейнеризации и серверлесс-вычислений следует учитывать следующие критерии:

- Эффективность использования ресурсов: при оценке различных моделей облачных вычислений серверлесс-вычисления представляют наиболее эффективный способ использования ресурсов.
- Масштабируемость: все три модели облачных вычислений имеют свои преимущества. Однако серверлесс-вычисления, как правило, предлагают наиболее гибкие и легко масштабируемые решения.
- Управление и мониторинг: контейнеризация позволяет легче управлять и мониторить приложения, чем виртуализация или серверлесс-вычисления.
- Безопасность: все три модели обеспечивают высокий уровень безопасности, но каждая из них имеет свои особенности. Например, виртуализация обычно обеспечивает лучшую изоляцию между различными приложениями и операционными системами, а контейнеризация предоставляет более легковесное решение для управления приложениями. Серверлесс-вычисления могут быть менее безопасными, если необходимо хранить данные в памяти между запусками функций.
- Гибкость: в сравнении с виртуализацией и контейнеризацией, серверлесс-вычисления обеспечивают большую гибкость, благодаря своей способности использоваться в различных типах приложений и функций.
- Стоимость: серверлесс-вычисления обычно имеют более низкие затраты, поскольку оплата производится только за использованные ресурсы. Виртуализация и контейнеризация могут быть более затратными, поскольку требуют более широкой инфраструктуры.[10]

В целом, каждая модель облачных вычислений имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной модели зависит от требований приложения и предпочтений пользователя. [13]

Например, для приложений, которые требуют высокой гибкости и масштабируемости, серверлесс-вычисления могут быть лучшим выбором, в то время как для приложений, требующих большей безопасности и изоляции, виртуализация может быть предпочтительнее.

Контейнеризация может быть хорошим компромиссом между этими двумя моделями для приложений средней сложности. [14]

Кроме того, важно учитывать и другие факторы при выборе модели облачных вычислений, такие как требования к производительности, доступности и управляемости. К примеру, использование виртуализации может существенно повысить производительность приложений с высокой нагрузкой на процессор, однако это может быть затруднено, если серверы географически удалены и доступ к ним ограничен. Контейнеризация может обеспечить лучшую управляемость приложений, но может быть менее производительной при запуске большого количества контейнеров. [16]

### **Выводы**

В целом, выбор модели облачных вычислений зависит от многих факторов и критериев, включая требования к производительности, доступности, управляемости и безопасности. Каждая модель облачных вычислений имеет свои преимущества и недостатки, и не существует универсальной модели, которая бы подходила для всех приложений. Важно выбрать модель, которая наилучшим образом соответствует требованиям и целям приложения, чтобы обеспечить максимальную производительность, доступность, безопасность и управляемость при минимальных затратах.

### **Список литературы**

1. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. H. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. A. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and M. Zaharia, "A View of Cloud Computing" *Communications of the ACM*, vol. 53, no. 4, С. 50-58, 2010.
2. A. Goyal, "A Survey on Cloud Computing" *International Journal of Computer Science and Engineering Survey*, vol. 2, №4, С. 51-60, 2011.
3. N. Tariq, R. K. Ghosh, and R. Buyya, "A Taxonomy and Survey on Autonomic Cloud Computing Architectures and Applications" *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 28, №6, С. 1873-1896, 2016.
4. S. Pandey, S. Misra, "Cloud Computing: A Study of Infrastructure as a Service (IaaS)" *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 3, № 9, С. 7221-7227, 2011.
5. K. Xia, Y. Zhang, H. Lu, "Comparing Virtualization and Containerization for Cloud Computing" in *Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems*, С. 469-473, 2015.
6. M. Ficco, "Comparing IaaS and PaaS Cloud Computing Service Models for Deploying Applications" in *Proceedings of the 2012 International Conference on Cloud and Green Computing*, С. 124-128, 2012.
7. Julia V. Starichkova, Igor E. Rogov, Valeriya S. Tomashevskaya "Developing the data management component of an academic discipline program for an educational management information system" *Russian Technological Journal* № 11(1), С. 7-17, 2023.
8. S. Hasan, S. S. Ahmed, "Serverless Computing: A Comprehensive Overview" in *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis*, С. 121-126, 2018.

9. J. Wang and J. Liu, "A Comprehensive Study on Cloud Computing" in Proceedings of the 2011 International Conference on Cloud and Service Computing, C. 28-33, 2011.
10. D. Dinh, R. Lee, D. Niyato, P. Wang, "A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications and Approaches" Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 13, №18, C. 1587-1611, 2013.
11. F. He, R. Lu, X. Liang, X. Li, and H. Jin, "Security and Privacy in Cloud Computing: A Survey" in Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Communications, C. 4418-4424, 2014.
12. J. Tian, Y. Zhang, B. Li, "A Survey on Cloud Computing Security" in Proceedings of the 2013 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, C. 380-384, 2013.
13. N. Bessis, "Cloud Computing and Distributed Systems (CLOUDS) Laboratory: Research Directions" Future Generation Computer Systems, vol. 28, №1, C. 69-85, 2012.
14. S. S. Yang, S. H. Choi, Y. J. Park, and J. S. Lim, "Comparing Virtualization and Containerization for Edge Cloud Computing" in Proceedings of the 2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence, C. 167-169, 2017.
15. S. K. Bose, M. J. Jan, and M. Z. Shafiq, "Serverless Computing: A Survey and Research Directions" in Proceedings of the 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies, C. 1-5, 2019.
16. D. D. C. D. Vasconcellos, V. Alves, R. Buyya, and R. N. Calheiros, "Comparing the Energy Efficiency of Virtualization and Containerization in Cloud Computing" Future Generation Computer Systems, vol. 79, C. 668-682, 2018.

## References

1. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. H. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. A. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and M. Zaharia, "A View of Cloud Computing" Communications of the ACM, vol. 53, no. 4, pp. 50-58, 2010.
2. A. Goyal, "A Survey on Cloud Computing" International Journal of Computer Science and Engineering Survey, vol. 2, №4, pp. 51-60, 2011.
3. N. Tariq, R. K. Ghosh, and R. Buyya, "A Taxonomy and Survey on Autonomic Cloud Computing Architectures and Applications" Concurrency and Computation: Practice and Experience, vol. 28, №6, pp. 1873-1896, 2016.
4. S. Pandey, S. Misra, "Cloud Computing: A Study of Infrastructure as a Service (IaaS)" International Journal of Engineering Science and Technology, vol. 3, № 9, pp. 7221-7227, 2011.
5. K. Xia, Y. Zhang, H. Lu, "Comparing Virtualization and Containerization for Cloud Computing" in Proceedings of the 2nd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, pp. 469-473, 2015.
6. M. Ficco, "Comparing IaaS and PaaS Cloud Computing Service Models for Deploying Applications" in Proceedings of the 2012 International Conference on Cloud and Green Computing, pp. 124-128, 2012.

7. Julia V. Starichkova, Igor E. Rogov, Valeriya S. Tomashevskaya "Developing the data management component of an academic discipline program for an educational management information system" Russian Technological Journal № 11(1), pp. 7-17, 2023.
  8. S. Hasan, S. S. Ahmed, "Serverless Computing: A Comprehensive Overview" in Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis, pp. 121-126, 2018.
  9. J. Wang and J. Liu, "A Comprehensive Study on Cloud Computing" in Proceedings of the 2011 International Conference on Cloud and Service Computing, pp. 28-33, 2011.
  10. D. Dinh, R. Lee, D. Niyato, P. Wang, "A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications and Approaches" Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 13, №18, pp. 1587-1611, 2013.
  11. F. He, R. Lu, X. Liang, X. Li, and H. Jin, "Security and Privacy in Cloud Computing: A Survey" in Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Communications, pp. 4418-4424, 2014.
  12. J. Tian, Y. Zhang, B. Li, "A Survey on Cloud Computing Security" in Proceedings of the 2013 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems, pp. 380-384, 2013.
  13. N. Bessis, "Cloud Computing and Distributed Systems (CLOUDS) Laboratory: Research Directions" Future Generation Computer Systems, vol. 28, №1, pp. 69-85, 2012.
  14. S. S. Yang, S. H. Choi, Y. J. Park, and J. S. Lim, "Comparing Virtualization and Containerization for Edge Cloud Computing" in Proceedings of the 2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence, pp. 167-169, 2017.
  15. S. K. Bose, M. J. Jan, and M. Z. Shafiq, "Serverless Computing: A Survey and Research Directions" in Proceedings of the 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies, pp. 1-5, 2019.
  16. D. D. C. D. Vasconcellos, V. Alves, R. Buyya, and R. N. Calheiros, "Comparing the Energy Efficiency of Virtualization and Containerization in Cloud Computing" Future Generation Computer Systems, vol. 79, pp. 668-682, 2018.
-