



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет компьютерных наук

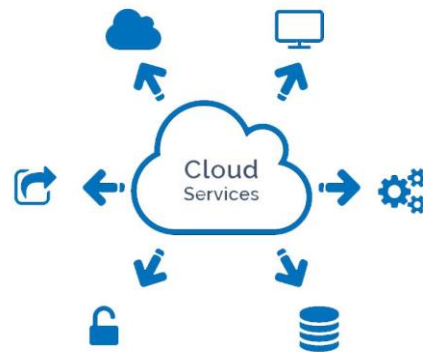
# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ

Крымов А. П.

Москва, 2021

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

**Качественно оценить архитектуру** облачного высоконагруженного приложения на примере задачи интеллектуального анализа финансовых рынков

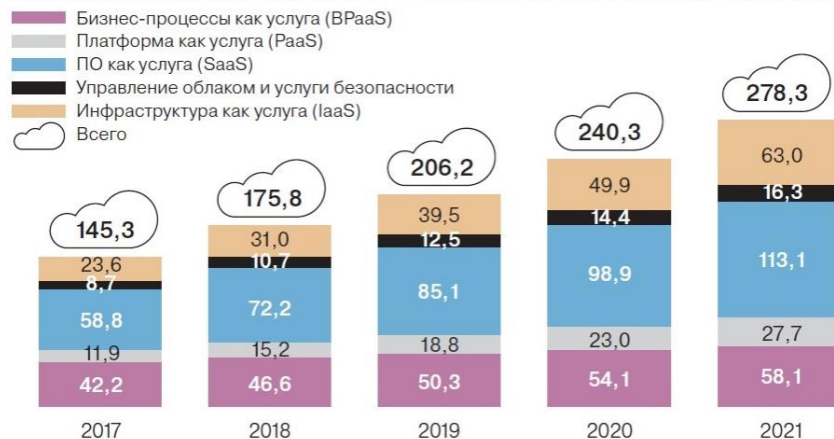


# АКТУАЛЬНОСТЬ

Наблюдается **устойчивый тренд** на рост потребления всех видов облачных услуг, в том числе SaaS, который широко используется в задачах распределённой финансовой аналитики

МИРОВОЙ РЫНОК ПУБЛИЧНЫХ ОБЛАЧНЫХ УСЛУГ (\$ МЛРД)

ИСТОЧНИК: GARTNER, СЕНТЯБРЬ 2018 ГОДА.

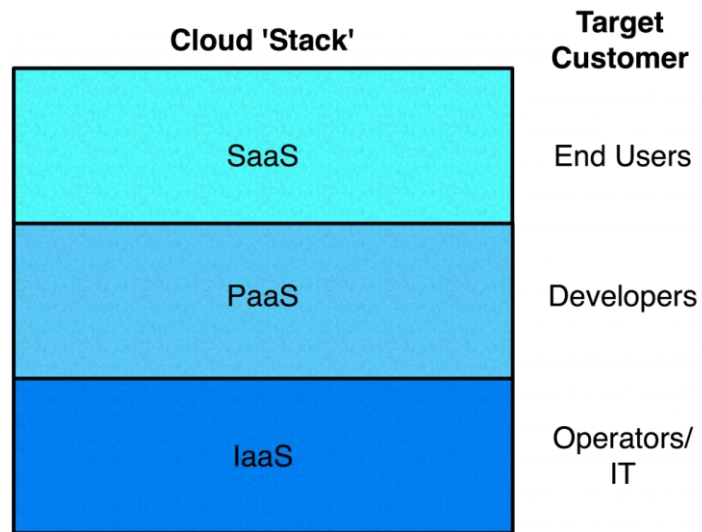


## АНАЛОГИ

В настоящее время нет **единых** стандартов, по которым можно было бы оценить готовность интеграции **программного решения** в облачный кластер.

Работа расширяет понятия метрик оценки качества предыдущих исследователей *Odun-Ayo, O. Ajayi, and F. Adesola, "Cloud computing and quality of service - issues and developments," 2018*

**Рассматривая предметную область на уровне поставляемого программного обеспечения, а не инфраструктуры**





## ОБЗОР ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕТРИК

<b>Метрика</b>	<b>Общее качество</b>
Масштабируемость	Полная поддержка горизонтального масштабирования
Модульность	Архитектура независимых сервисов
Надежность	Невозможен полный отказ системы
Безопасность	Несанкционированный доступ запрещен
Совместимость	Не зависит от окружения
Восстановимость	Автоматическое аварийное восстановление

## МАСШТАБИРУЕМОСТЬ

<b>Плюсы</b>	<b>Трудности</b>
Распределение задач между репликами	Дополнительные затраты на разработку архитектуры
Балансировка нагрузки в режиме реального времени	Сложность обслуживания
Быстрая адаптация в ответ на повышенную нагрузку	

# МОДУЛЬНОСТЬ

<b>Плюсы</b>	<b>Трудности</b>
Независимость сервисов от информационных и аппаратных ресурсов	Необходимость поддержки актуальных контрактов данных
Каждый из сервисов может быть разработана отдельной командой	Стоимость разработки микросервисной архитектуры
Код более лаконичен и понятен.	



# НАДЁЖНОСТЬ

<b>Плюсы</b>	<b>Трудности</b>
Исключается возможность потери важных данных	Стоимость дополнительных мощностей для резервации
Высокий процент безотказной работы системы	





# БЕЗОПАСНОСТЬ

<b>Плюсы</b>	<b>Трудности</b>
Снижение риска компрометации	Снижение производительности



# СОВМЕСТИМОСТЬ

<b>Плюсы</b>	<b>Трудности</b>
Полная независимость от окружающей среды	Требует тонкой настройки конвейера CI/CD
Быстрая доставка и развертывание образа	

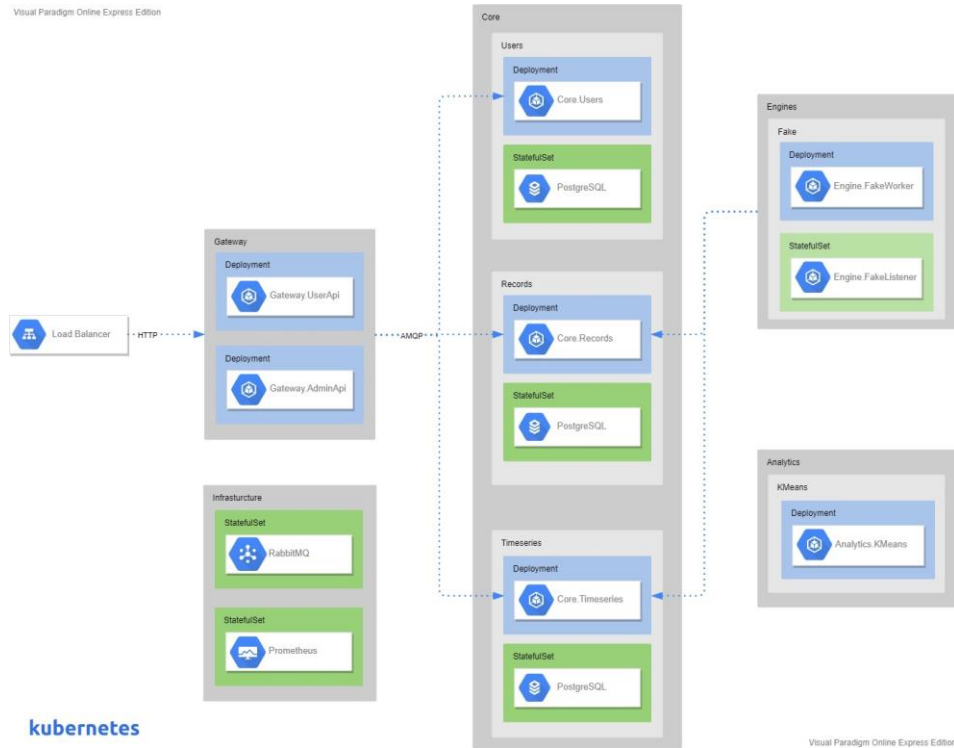


## ВОССТАНОВИМОСТЬ

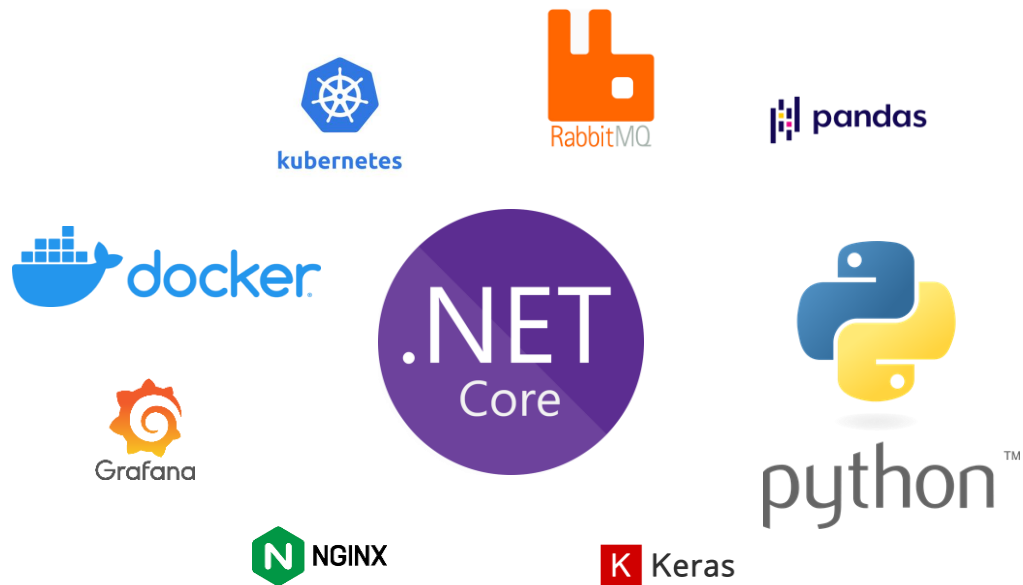
<b>Плюсы</b>	<b>Трудности</b>
<p>Существует вероятность того, что вышедшая из строя служба перезапустится сама еще до того, как специалисту придется решать проблему.</p>	<p>Когда речь идет о фатальной ошибке, постоянные попытки авто-восстановления могут привести к неоправданному увеличению нагрузки и локдауну</p>
<p>После восстановления сервиса, можно будет расследовать то, что произошло.</p>	

# ЭКСПЕРИМЕНТ

С учетом ранее изложенных качественных характеристик было произведено моделирование одного из возможных архитектурных решений для облачного кластера, решающего задачи интеллектуального анализа финансовых рынков.



# ПРИКЛАДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ





# МАСШТАБИРУЕМОСТЬ

**Kubernetes** кластер позволяет развернуть под одной master-репликой до 150 000 контейнеров

Все сервисы выполнены согласно **stateless концепции** и **автомасштабируются** в ответ на входящую нагрузку



kubernetes



Yandex Cloud



docker

# МОДУЛЬНОСТЬ

Каждый сервис упаковывается в независимый от окружающей среды Docker-контейнер и доставляется в окружение автоматическим конвейером CI\CD.

**BitBucket** посылает trigger на Continuous Delivery

**Octopus** собирает deploy-configuration и доставляет образы в artifactory

**Helm** выполняет развертывание сервисов в облаке



Bitbucket



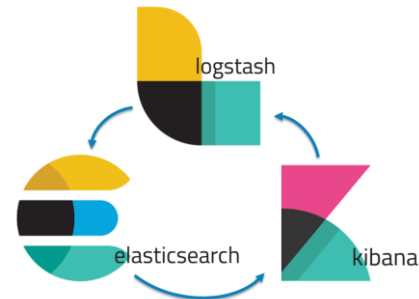
Octopus Deploy



# НАДЁЖНОСТЬ

Системы мониторинга представлены классическим **ELK-stack** и **Prometheus + Grafana**

На потерю heartbeat-данных от сервисов и увеличение количества ошибок в логах настроены **автоматические алерты** администраторам системы





# БЕЗОПАСНОСТЬ

**Кластер полностью изолирован** от внешнего воздействия и является приватным облаком.

Общение сервисов с системами из сети интернет происходит через отдельный сервис Gateway, который в свою очередь проксируется через SSL Nginx.

Такой паттерн называется **Facade** и позволяет скрыть возможные уязвимости системы за стабильным строгим API.



# СОВМЕСТИМОСТЬ

Система полностью **интероперабельна**.

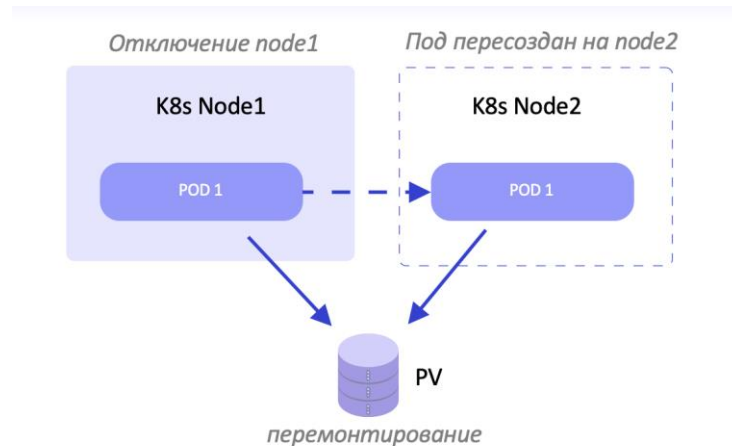
Все сервисы изолированы в контейнеры, а взаимодействие происходит по контрактному принципу через REST и AMQP протоколы.



# ВОССТАНОВИМОСТЬ

Система реплицируется в несколько зон доступности, ДЦ которых географически находятся в разных городах.

В случае отказа контейнера, он перезапускается. В случае отказа целого сервера, k8s автоматически восстанавливает все контейнеры на другом сервере.





# ВЫВОДЫ

## Удалось

- Построить систему, удовлетворяющую предложенным метрикам качества
- Улучшить и дополнить метрики согласно полученным в ходе эксперимента данным

## План развития

- Представить MVP разрабатываемого продукта
- Строго формализовать критерии оценки качества

# ИСТОЧНИКИ

- [1] Z. Dmitry. (2019) Cloud provisioning 2018-2023: Focus on paas. [Online]. Available: <http://cloud-digital.ru/news/oblastnyy-provaiding-2018-2023-fokus-na-paas-0>
- [2] A. C. Adamuth, V. D. Salunkhe, S. H. Patil, and G. T. Thampi, "Cloud computing – a market perspective and research directions," *International Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 7, no. 10, p. 42–53, 2015.
- [3] S. D. Müller, S. R. Holm, and J. Søndergaard, "Benefits of cloud computing: Literature review in a maturity model perspective," *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 37, 2015.
- [4] A. H. Ali and M. Z. Abdullah, "A survey on vertical and horizontal scaling platforms for big data analytics," *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 11, no. 6, 2019.
- [5] P. Agrawal and N. Rawat, "Devops, a new approach to cloud development & testing," 2019 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT), 2019.
- [6] I. Odun-Ayo, O. Ajayi, and F. Adesola, "Cloud computing and quality of service - issues and developments," 03 2018.
- [7] C.-Y. Liu, M.-R. Shie, Y.-F. Lee, Y.-C. Lin, and K.-C. Lai, "Vertical/horizontal resource scaling mechanism for federated clouds," 2014 International Conference on Information Science & Applications (ICISA), 2014.
- [8] P. D. Francesco, I. Malavolta, and P. Lago, "Research on architecting microservices: Trends, focus, and potential for industrial adoption," 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), 2017.
- [9] M. R. Mesbahi, A. M. Rahmani, and M. Hosseinzadeh, "Reliability and high availability in cloud computing environments: a reference roadmap," *Human-centric Computing and Information Sciences*, vol. 8, no. 1, p. 20, Jul 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s13673-018-0143-8>
- [10] S. Sengupta, V. Kaulgud, and V. S. Sharma, "Cloud computing security – trends and research directions," 2011 IEEE World Congress on Services, 2011.
- [11] N. Loutas, E. Kamateri, F. Bosi, and K. Tarabanis, "Cloud computing interoperability: The state of play," 2011 IEEE Third International Conference on Cloud Computing Technology and Science, 2011.
- [12] W. Li, Y. Cheng, P. Zhang, and H. Leung, "An automatic recovery mechanism for cloud service composition," *International Journal of Web Services Research*, vol. 13, no. 1, p. 23–39, 2016.
- [13] B. Nicoletti, "Cloud computing in financial institutions," *Cloud Computing in Financial Services*, p. 65–86, 2013.
- [14] S. Lahmiri, "Wavelet low- and high-frequency components as features for predicting stock prices with backpropagation neural networks," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 26, no. 2, p. 218–227, 2014.
- [15] L. A. Vayghan, M. A. Saied, M. Toeroe, and F. Khendek, "Deploying microservice based applications with kubernetes: Experiments and lessons learned," 2018 IEEE 11th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), 2018.
- [16] S. Appel, K. Sachs, and A. Buchmann, "Towards benchmarking of amqp," *Proceedings of the Fourth ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems - DEBS 10*, 2010.
- [17] X. J. Hong, H. S. Yang, and Y. H. Kim, "Performance analysis of restful api and rabbitmq for microservice web application," 2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2018.
- [18] V. Legeza, A. Golubtsov, and B. Beyer, "Structured logging: Crafting useful message content," *login*, vol. Summer 2019, Vol. 44, No. 2, 2019. [Online]. Available: <https://www.usenix.org/publications/login/summer2019/legeza>
- [19] L. Col, P. Jatinder, Singh, M. Rajshree, and S. Kumar, "Authentication and encryption in cloud computing," 05 2015.
- [20] P. Gomber, B. Arndt, M. Lutat, and T. Uhle, "High-frequency trading," *SSRN Electronic Journal*, 01 2011.
- [21] M. Garg and R. Mehra, "Docker Containers Versus Virtual Machine- Based Virtualization: Proceedings of IEMIS 2018, Volume 3, 01 2019, pp. 141–150.
- [22] C. Jiang, D. Ou, Y. Wang, X. You, J. Zhang, J. Wan, B. Luo, and W. Shi, "Energy efficiency comparison of hypervisors," 01 2016, pp. 1–8.
- [23] A. Samir and C. Pahl, "Autoscaling recovery actions for container-based clusters," *Concurrency and Computation Practice and Experience*, 06 2020.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ