

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИЩЕННОГО ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО ХРАНИЛИЩА ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. В данной статье описаны проведенные авторами эксперименты сравнения влияния технологии LUKS, LVM, VDO, GlusterFS на производительность системы для построения распределенного хранилища информации. Проанализированы полученные в ходе экспериментов результаты

Ключевые слова: распределенная программно-определяемая система хранения данных, LUKS, VDO, LVM, GlusterFS.

В существующей экономической ситуации гибкость ИТ-инфраструктуры предприятия имеет большое значение для эффективности бизнес-процессов. Современный ИТ-ориентированный бизнес ставит высокие требования к используемым системам хранения данных: отказоустойчивость, высокая производительность и оптимизация потребления свободного места. Крупный бизнес решает данные задачи с применением различных концепций и технологий, как например: программно-определяемое хранилище данных и гиперконвергентное решение в целом.

Для малого и среднего бизнеса подобные целостные интегрированные решения являются дорогостоящим продуктом. Вопрос снижения стоимости владения программно-определяемым хранилищем рассматривался в [1]. Авторы предлагают сбалансированный подход к обеспечению отказоустойчивости данных через применение различных алгоритмов в рамках одной дисковой группы. Проблемы дедупликации исследуются в различных публикациях, например в [2]. Достигнутые автором результаты могут быть применены в ситуациях, когда присутствует определенное знание о природе применяемых данных.

Единственным свободным и открытым программно-определяемым хранилищем на данный момент является проект Serph, который сложен в эксплуатации и требует узкоспециализированных квалифицированных кадров. Прочие свободные технологии ориентированы на решение конкретных отдельно взятых задач и не имеют явных механизмов взаимодействия между собой. В связи с чем было принято решение спроектировать функционально обобщенный аналог комплекса программно-определяемого хранилища данных для обучающей информационной системы на основе стека свободных технологий с учетом следующих требований:

1. Сжатие данных 3:1.
2. Большой объем скачиваемых данных.
3. Обеспечение отказоустойчивости.

Аналогичные работы проводились в [3], где авторы сделали упор на обеспечение точного разделения полномочий пользователей при доступе к хранилищу данных. Исследователи опирались на существующий стек свободных технологий и выполняли точечную доработку для обеспечения необходимой функциональности. Также следует отметить работу [4], в которой авторы решали схожие с поставленными в данной работе задачами, но ограничиваясь лишь вопросом снижения стоимости эксплуатации. В исследовании принималось во внимание лишь распределенное отказоустойчивое хранение без учета оптимизации использования данных и вопросов обеспечения конфиденциальности информации.

Для решения выше поставленной цели – построения хранилища информации и проведения тестов на соответствие требованиям была спроектирована следующая инфраструктура (рис. 1):

- Три сервера – реализуемое решение в области хранения.
- Клиенты – виртуальные машины, развернутые на базе Google Cloud Platform с разным местоположением: двое – в Европе, двое – в Америке, также один клиент – аналогичная виртуальная машина в домашних условиях.

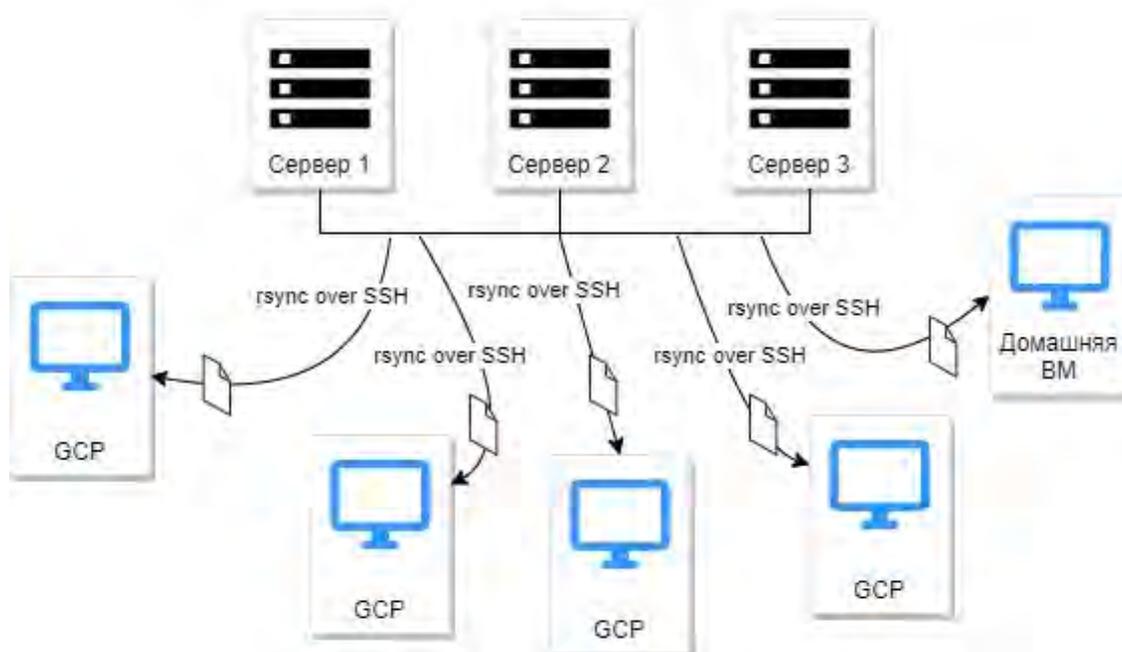


Рис. 1. Схема тестовой инфраструктуры

Основная задача, решаемая с помощью обучающей информационной системы, – одновременное скачивание с помощью утилиты `rsync` несколькими клиентами с разных местоположений архива лабораторной работы, включающий в себя образы виртуальных машин и текстовые файлы по теме лабораторной работы.

Для оценки потерь времени при скачивании файлов был проведен ряд экспериментов, в ходе которых фиксировалось среднее время получения архива и анализировалось, как та или иная технология влияла на данный показатель.

На основании требований, выдвинутых системе хранения данных, было решено использовать следующий стек технологий: LUKS – шифрование дисков, LVM – управление логическими томами, VDO – дедупликация и сжатие данных, GlusterFS – распределенная файловая система.

Целью первого эксперимента было снятие эталонных показателей работы системы для проведения дальнейших сравнений путем создания нераспределенного хранилища информации лишь на основе технологии LVM и VDO. Замеры производились в разных режимах работы утилиты `rsync`: без сжатия данных во время передачи и со сжатием.

По результатам (рис. 2) было выявлено, что сжатие самой утилиты rsync может значительно влиять на время скачивания файлов как в лучшую сторону, так и в худшую по причине низкой средней скорости передачи данных без сжатия в Америке по сравнению с Европой.

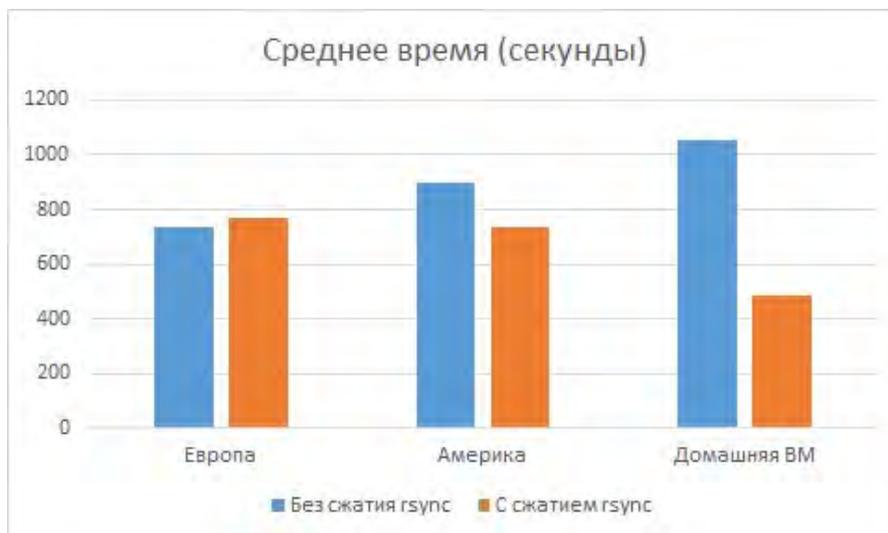


Рис. 2. Результаты эксперимента – эталонное решение

В ходе второго эксперимента была выдвинута гипотеза, что при внедрении LUKS дополнительная нагрузка на процессор будет несущественна. Таким образом, к эталонной модели была добавлена реализация шифрования данных на носителе с применением LUKS. Как видно по результатам (рис. 3) LUKS действительно не оказывает влияния на скорость скачивания файлов, данная технология не приводит к увеличению потока ввода\вывода.

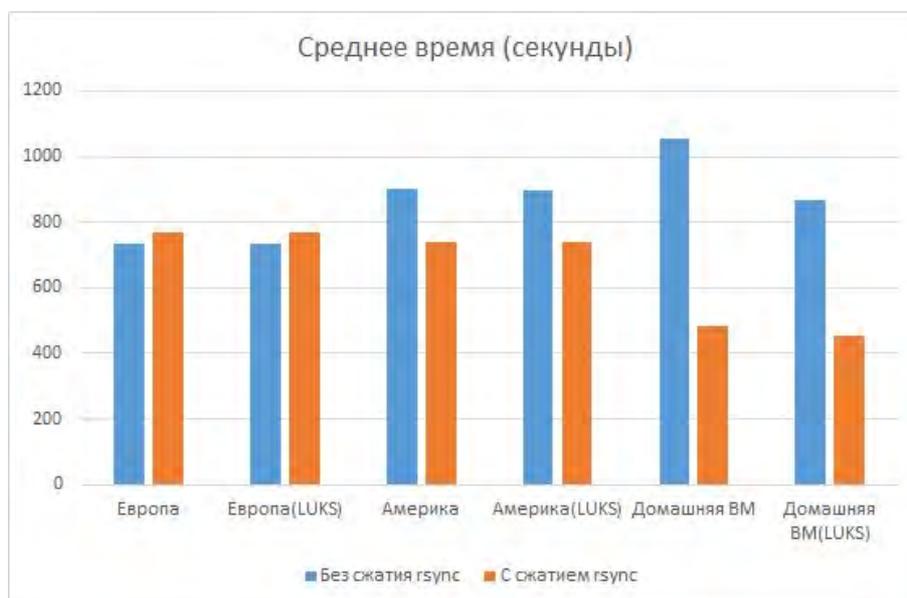


Рис. 3. Результаты эксперимента – добавление LUKS

При проведении следующего эксперимента проверялась гипотеза, что наличие сетевых обращений к другим хостам должно привести к снижению скорости, для чего на основе трех серверов была реализована распределенная файловая система GlusterFS без функции репликации (режим Distributed).

По результатам тестов (рис. 4) удалось выявить, что использование GlusterFS без репликации не оказывает влияния на скорость скачивания файлов. Причиной такого поведения можно отметить следующие аспекты:

1. Скорость передачи данных между серверами выше скорости между серверами и клиентами.
2. GlusterFS имеет свои собственные модули для оптимизации производительности.

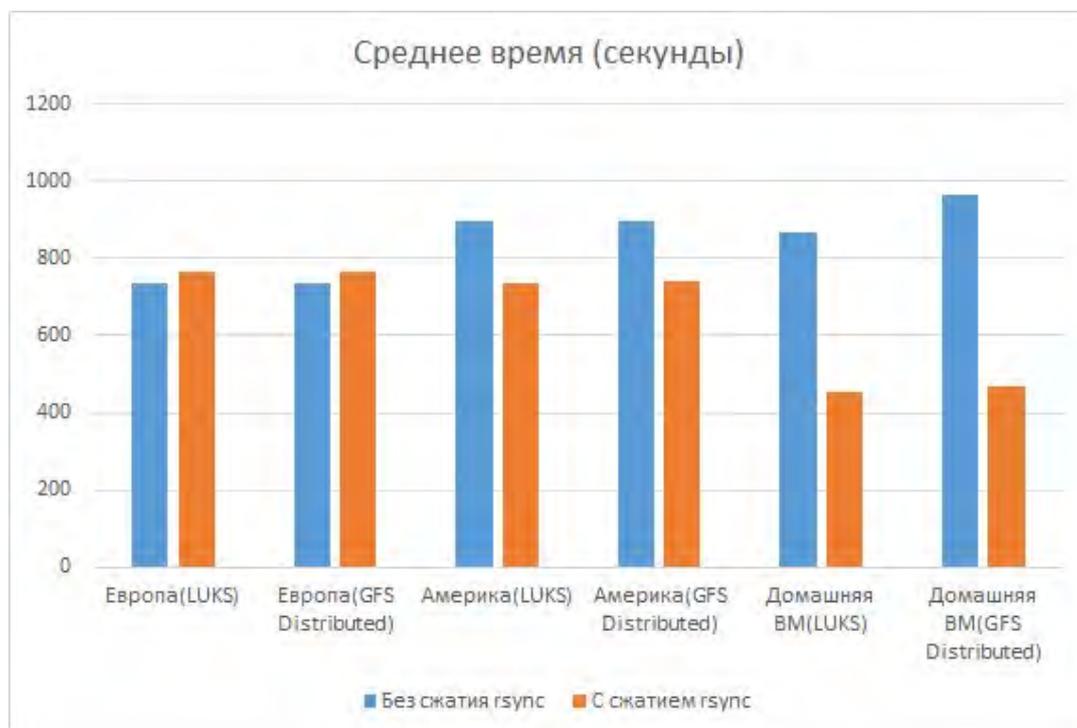


Рис. 4. Результаты эксперимента – применение GlusterFS Distributed

В ходе выполнения четвертого эксперимента проверялось, что дополнительные сетевые вызовы GlusterFS не окажут влияния на производительность бизнес-процесса при реализации отказоустойчивости системы. GlusterFS был перенастроен с функцией репликации (режим Replica), т. е. данные не распределялись последовательно по всем трем серверам, а дублировались.

Значения последнего эксперимента (рис. 5) показывают отсутствие ухудшений при использовании распределенной файловой системы с репликацией, причинами чего служат следующие аспекты спроектированной инфраструктуры:

1. Данные для скачивания располагаются локально на серверах.
2. Файлы являются большими по объему занимаемой памяти.
3. GlusterFS имеет свои собственные модули для оптимизации.
4. VDO сокращает ввод\вывод.

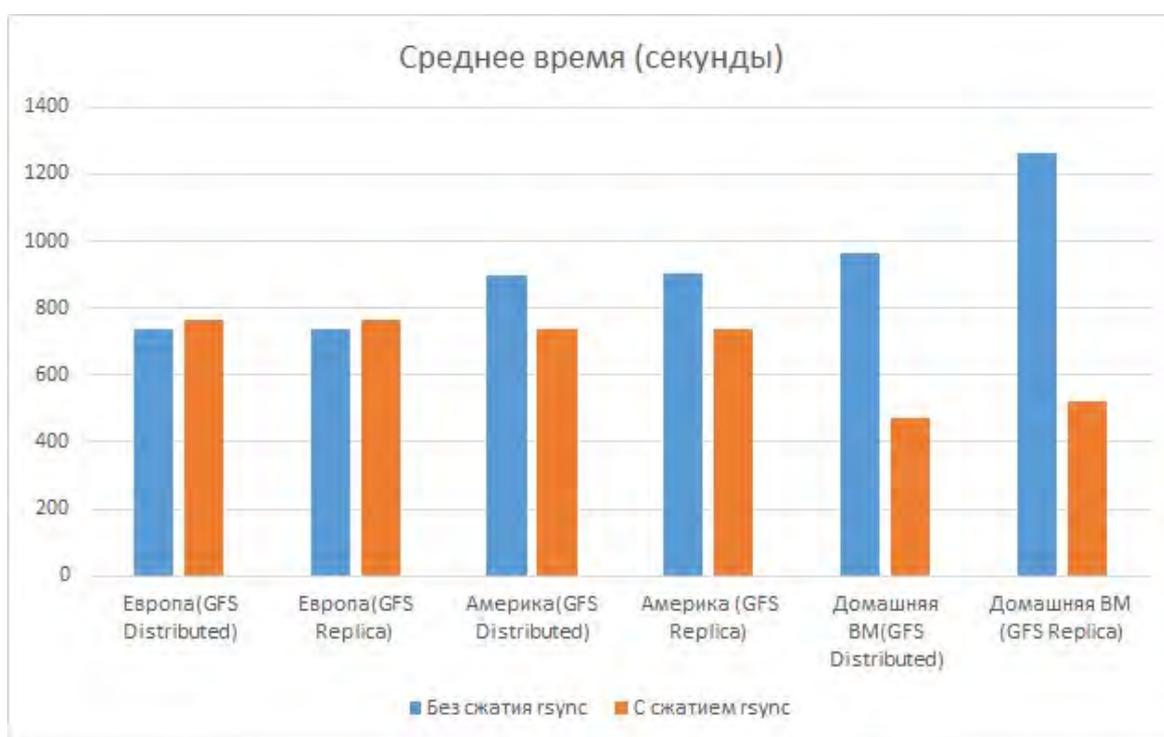


Рис. 5. Результаты эксперимента – применение GlusterFS Replica

Лимитирующим фактором в данной ситуации являются внутренние правила управления трафиком Google Cloud Platform, что доказывает проведение теста на инфраструктуре, включающей 8 виртуальных машин на базе Google Cloud Platform. Результаты (рис. 6) показали, что такое увеличение незначительно сказалось на производительности. Тем не менее виден потенциал для дальнейшего наращивания количества одновременно обслуживаемых виртуальных машин.

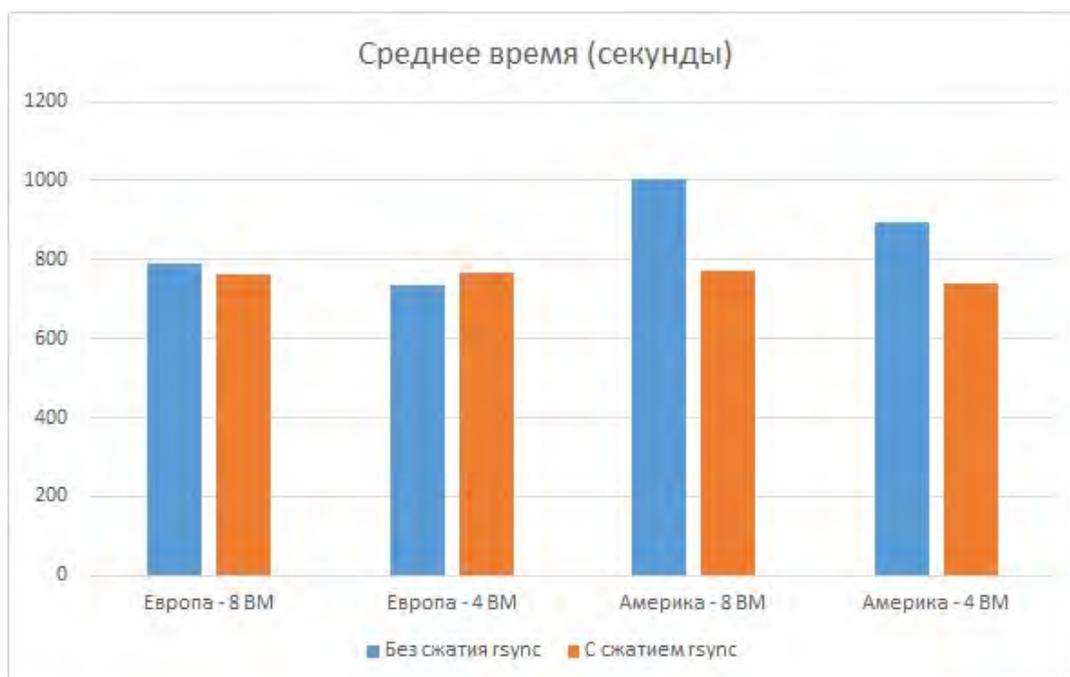


Рис. 6. Результаты эксперимента – использование 8 виртуальных машин

В результате исследования был утвержден стек технологий для построения функционально обобщенного аналога комплекса программно-определяемого хранилища данных: LUKS, LVM, VDO, GlusterFS Replica. В дальнейшем планируется определить предел одновременно обслуживаемых виртуальных машин без потери производительности, выявить сбои инфраструктуры, которые она способна пережить без остановки бизнес-процессов, и сформировать инструментарий восстановления после сбоев для реализованных узлов системы хранения.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-47-720006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chen S. H. et al. Enabling Multi-Level Data Fault Tolerance on Software-Defined Storage System [Электронный ресурс] //2017 IEEE 2nd International Workshops on Foundations and Applications of Self* Systems (FAS* W). – IEEE,

2017, – P. 171-174. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8064119> (дата обращения: 25.05.2021).

2. Nair S.S., Sherin M.M., Santha T. Deduplication Enabled Secure E-mail Server on Cloud Environment using Virtual Data Optimizer [Электронный ресурс] //2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS). – IEEE, 2020. – P. 270-275. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9074463> (дата обращения: 25.05.2021).

3. Zhou P. et al. ECStor: A flexible enterprise-oriented cloud storage system based on GlusterFS [Электронный ресурс] //2016 International Conference on Advanced Cloud and Big Data (CBD). – IEEE, 2016. – P. 13-18. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7815179> (дата обращения: 25.05.2021).

4. Huang W.C. et al. File system allocation in cloud storage services with GlusterFS and lustre [Электронный ресурс] //2015 IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity). – IEEE, 2015. – P. 1167-1170. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7463885> (дата обращения: 25.05.2021).