

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Дегтярева Александра Борисовича

на диссертацию Пряхиной Дарьи Игоревны

на тему «Цифровые двойники для решения задач управления и развития распределенных центров сбора, хранения и обработки данных», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Работа посвящена исследованиям в перспективной и активно развивающейся области создания цифровых двойников (ЦД). Существенный вклад диссертанта в развитие этой области выражается в разработке метода и алгоритмов создания ЦД распределенных центров сбора, хранения и обработки данных (РЦОД). Значимость работы подтверждается результатами практического применения для решения задач управления, масштабирования и развития распределенных систем.

Первая глава включает в себя описание понятия распределенных систем и формулировку проблем, с которыми сталкиваются проектировщики РЦОД. Для решения возникающих проблем предлагается использовать ЦД. На основе проведенного анализа существующих ЦД и различных средств моделирования сделан вывод о необходимости разработки метода и алгоритмов построения цифровых двойников РЦОД с целью формирования и улучшения стратегии управления потоками задач, анализа используемых ресурсов, оценки необходимого количества ресурсов для конкретных задач согласно предъявленным требованиям.

Во второй главе сформулирован метод построения цифровых двойников РЦОД, который состоит из пяти этапов. Основываясь на принципах системного анализа, описана система для реализации метода. Приведено описание алгоритма работы ядра ЦД, представляющее собой программу моделирования, которая учитывает параметры потоков данных и задач для обработки, а также вероятностные характеристики процессов, происходящих в РЦОД. Алгоритм работы модуля для взаимодействия пользователя с ЦД также детально изложен. При разработке алгоритмов для реализации метода построения цифровых двойников РЦОД ключевую роль играет база данных, логическая модель которой представлена в рассматриваемой главе.

Третья глава посвящена непосредственно реализации описанных ранее моделей и алгоритмов, которые объединены в специальное программное обеспечение (СПО) для создания ЦД и взаимодействия с ними. СПО реализует методы построения ЦД центров хранения и обработки данных, моделирования таких центров, генерации потоков данных

и задач, визуализации. Стоит обратить внимание на качественное проектирование СПО и использование современных архитектурных решений и средств для его реализации. На СПО получено свидетельство о государственной регистрации.

В четвертую главу собраны результаты верификации и опытной эксплуатации СПО для создания ЦД. В процессе верификации экспериментально подтверждена адекватность разработанных моделей ЦД центра сбора, хранения и обработки данных реального эксперимента в области физики высоких энергий. Результаты верификации отлично доказывают корректную работу ядра ЦД: отклонения результатов работы ЦД от результатов работы реальных РЦОД — не более трех среднеквадратических отклонений статистических данных мониторинга.

Очень важным результатом, имеющим существенную практическую значимость, является применение СПО для решения задачи поиска конфигурации оборудования для системы сбора, хранения и обработки данных эксперимента VM@N комплекса NICA в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ). Кроме того, результаты диссертационного исследования были применены при проектировании вычислительной системы онлайн-фильтра данных эксперимента SPD комплекса NICA в ОИЯИ.

Все результаты, входящие в работу, хорошо апробированы. Достоверность рекомендаций и выводов по результатам диссертационного исследования, их значимость подтверждена большим количеством докладов на конференциях, в том числе на совещаниях коллабораций экспериментов VM@N и SPD, грантами, стипендиями и премиями по теме диссертации, а также статьями в высокорейтинговых журналах.

Проблема, на решение которой направлено исследование, имеет высокую степень разработанности. Автор предложил и разработал новый метод построения и использования цифровых двойников для распределенных вычислительных систем, которые оперируют очень большими объемами данных, требующих надежного хранения и сложной системы обработки. Разработка и реализация всех алгоритмов и СПО выполнена лично автором. Доказана применимость разработанной в диссертации методологии. Прекрасное качество оформления и полнота изложения материала являются дополнительными достоинствами работы.

Подводя итог по обзору диссертации, необходимо отметить, что теоретические исследования построены на реализации принципов системного подхода и методов системного анализа при исследовании системных связей и закономерностей функционирования сложных систем. Предложенный метод и разработанные алгоритмы реализованы, верифицированы и успешно применяются для широкого класса задач в

области проектирования, построения и развития РЦОД. Однако по работе можно сделать и некоторые замечания.

1. В работе в качестве допустимого отклонения от среднего значения рассматривается три стандартных отклонения. Такой подход можно рассматривать как исключительно приближенный и поверхностный. В этом случае надо было хотя бы подтвердить гипотезу о нормальности распределения. Правильнее было применить какой-либо метод определения выхода за уровень: AMS, POK или любой другой. Тем более, что автор располагал уникальным статистическим материалом.

2. Согласно описанному методу построения цифровых двойников в разделе 2.3, решение по выбору требуемой конфигурации оборудования из некоторого множества альтернатив принимает пользователь, исходя из результатов работы цифрового двойника. Для пользователя, который не является экспертом, было бы полезным автоматизировать процесс принятия решения.

3. Одним из этапов алгоритма работы ЦД является моделирование, которое проводится по постоянным временным единицам. В тексте отсутствует обоснование выбора этих значений.

Тем не менее, сделанные замечания не влияют на общее положительное мнение по рецензируемой работе.

Диссертация Пряхиной Дарьи Игоревны на тему: «Цифровые двойники для решения задач управления и развития распределенных центров сбора, хранения и обработки данных» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Пряхина Дарья Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

д.т.н., доцент,

профессор кафедры компьютерного моделирования

и многопроцессорных систем,

Санкт-Петербургский государственный университет



Дегтярев А.Б.

18 ноября 2024 года