

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу

Бойко Павла Валентиновича

«МАКС DSM: Система распределённой общей памяти для мультиагентных систем в IoT»,

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертационная работа П.В. Бойко посвящена исследованиям использования концепции и технологий модели распределенной общей памяти (DSM – distributed shared memory) в так называемых мультиагентных системах (МАС), используемых для распределенного решения сложных задач, например, в имитационном моделировании производственных процессов, организации группового взаимодействия различных устройств и т.д. Концепция МАС требует наличия базовых инфраструктурных механизмов, обеспечивающих взаимодействие агентов между собой, при этом обмен информацией между ними должен осуществляться таким образом, чтобы можно было гарантировать непротиворечивость (консистентность) информации в разных узлах системы. Задача может быть решена на прикладном уровне и с помощью рассылки сообщений, однако подобные решения крайне сложны, и это негативным образом сказывается на их стоимости и надежности. Чтобы упростить прикладным разработчикам решение данной задачи, в середине 80-х годов была предложена новая модель – распределённой общей памяти. В последнее время существует тенденция к снижению стоимости оконечных устройств, что приводит к необходимости использования маломощных аппаратных вычислителей. Снизить стоимость конечных мультиагентных решений, тем не менее, мешает возрастающая трудоёмкость разработки программного обеспечения, возникает потребность в альтернативных методах распределённого программирования. Все вышесказанное определяет **актуальность** выбранной темы исследования.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка иллюстративного материала, списка таблиц и приложения.

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность результатов, представлены выносимые на защиту научные положения.

В **первой главе** приведено описание концепции DSM, история ее развития, проанализированы исследования других авторов, включая созданные ранее модели консистентности, алгоритмы и программные реализации.

Во **второй главе** рассмотрено назначение создаваемого решения, уточнены требования (к решению и его окружению), разработана новая модель усиленной консистентности по выходу, основные алгоритмы, а также требования к прикладному интерфейсу, учитывающие недостатки ранее созданных систем.

Указано, что создаваемое решение должно функционировать на маломощных микроконтроллерах без блока управления памятью (MMU), интегрируясь в операционную систему реального времени для мультиагентных когерентных систем (ОСРВ МАКС). Решение должно обеспечивать создание сетей из полутора десятков устройств, допускающих выход из строя отдельных узлов без потери общей функциональности.

В **третьей главе** описана реализация прикладного интерфейса, принципы системы сообщений и ключевые фрагменты протокола, рассмотрена реализация отказоустойчивости, представлен пример программы, функционирующей на нескольких устройствах и демонстрирующей все возможности созданной системы. Рассматривается испытательный стенд и приводятся результаты измерений производительности.

В **заключении** сформулированы основные результаты, полученные в диссертации.

Научную новизну диссертации характеризуют следующие результаты:

Предложена новая модель консистентности данных. Несмотря на то, что предложенная модель комбинирует требования уже известных моделей, новая модель по своим свойствам отлична от ранее известных и позволяет реализовать программное решение с новыми свойствами относительно существующих.

Предложен новый алгоритм «ролей и переходов». Алгоритм ориентирован на высокодинамичные сети с нестабильным составом узлов, обеспечивает отказоустойчивость системы в случае выхода из строя произвольного их количества.

Предложена новая совокупность требований к интерфейсу прикладного взаимодействия с системой распределённой общей памяти, упрощающая её использование и возможность переноса на другие аппаратные платформы.

Совокупность данных новых результатов воплощена в программной реализации, которая хотя и не заявляется автором в качестве элемента, составляющего научную новизну работы, также может рассматриваться в качестве таковой.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждаются их апробацией на конференциях и совещаниях, публикациями в научных журналах, а также успешным внедрением в состав операционной системы реального времени для мультиагентных когерентных систем (ОСРВ МАКС).

Научную значимость диссертационного исследования составляют разработанные в ней модель, алгоритм и принципы организации прикладного интерфейса программирования, а также их программная реализация. Работоспособность подтверждается проведенными экспериментами. **Практическая значимость** результатов заключается в их интеграции в коммерческий продукт ОСРВ МАКС.

Диссертационная работа **не свободна от недостатков**, среди которых необходимо выделить следующие:

1. Введение в название диссертационного исследования термина IoT (Интернета вещей) представляется необоснованным. Понятию IoT в диссертации уделяется слишком мало места. В частности, в этом контексте упоминаются лишь примеры автоматизированной системы коммерческого учёта электроэнергии и группы совместно действующих беспилотных летательных аппаратов (однако описание примеров отсутствует). Интернет вещей не упоминается ни в одном из защищаемых положений. Решения для Интернета вещей должны подразумевать высокую масштабируемость для систем по крайней мере из десятков или сотен тысяч устройств. Говорить об Интернете вещей для систем из полутора десятков устройств слишком рано.

2. Возникает путаница с определением МАКС DSM как системы, поскольку в этом случае было бы необходимо определить по крайней мере её структуру, состав, функции и назначение. В ряде случаев автор называет МАКС DSM механизмом распределенной общей памяти, а в списке литературы под номером 2 указана статья П.В. Бойко с названием «МАКС DSM: метаязык для организации взаимодействия группы автономных аппаратов».

3. Недостаточно обоснован выбор языка программирования C++.

4. В ряде случаев отсутствует достаточное описание представленных в работе рисунков, что вынуждает читателя догадываться об их содержании по контексту.

Вышеприведенные **замечания**, тем не менее, не могут рассматриваться как определяющие и не влияют на научную и практическую ценность полученных результатов.

В целом, текст работы хорошо структурирован, изложен последовательно и ясно. Иллюстрации хорошо дополняют описанное в тексте. Основные научные результаты опубликованы в четырех статьях в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. У автора также имеется Свидетельство о государственной

регистрации программы для ЭВМ, что приравнивается к дополнительной пятой публикации.

Тема и содержание диссертационной работы Бойко Павла Валентиновича соответствуют паспорту специальности 05.13.11.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертация П.В. Бойко является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На основании вышеизложенного считаю, что автор диссертационной работы, Бойко Павел Валентинович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент,

доктор технических наук, директор Лаборатории информационных технологий
ОИЯИ



Кореньков Владимир Васильевич

6 марта 2018 г.

Адрес:

141980, г. Дубна Московской области, ул. Жолио-Кюри, 6,

Объединенный институт ядерных исследований,

Лаборатория информационных технологий

тел.: +7 (49621) 6-25-26

факс: +7 (49621) 6-51-45

e-mail: korenkov@jinr.ru