ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.298.18, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 февраля 2020 г. № 3

О присуждении Ежовой Надежде Александровне, гражданке РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Модель параллельных вычислений для оценки масштабируемости итерационных алгоритмов на кластерных вычислительных системах» по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей – принята к защите 04 декабря 2019 г., протокол № 3/п, диссертационным советом Д 212.298.18, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ, 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76, № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Ежова Надежда Александровна 1990 года рождения в 2014 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) по специальности «Фундаментальная информатика и

информационные технологии». В период подготовки диссертации с 2016 г. и по настоящее время обучается в очной аспирантуре Высшей школы электроники и компьютерных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре системного программирования Высшей школы электроники и компьютерных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – Соколинский Леонид Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, проректор по информатизации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Челябинск.

Официальные оппоненты:

- Куликов Игорь Михайлович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории суперкомпьютерного моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск;
- Бахтин Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела № 17 «Отдел программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем и сетей» Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», Москва

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Антоновым Александром Сергеевичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, указала, что диссертационная работа Н.А. Ежовой является завершенным научным исследованием, содержащим новую модель параллельных вычислений BSF, позволяющую аналитически оценить границу масштабируемости вычислительно сложного итерационного алгоритма, ориентированного на высокопроизводительные вычислительные системы. Работа в полной мере отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, 2 – в изданиях, индексируемых в Scopus:

Статьи, опубликованные в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК РФ:

1. Ежова Н.А., Соколинский Л.Б. Исследование масштабируемости итерационных алгоритмов при суперкомпьютерном моделировании физических процессов // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2018. Т. 19, № 4. С. 416–430. DOI: 10.26089/NumMet.v19r437.
2. Ежова Н.А., Соколинский Л.Б. Модель параллельных вычислений для многопроцессорных систем с распределенной памятью // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2018. Т. 7, № 2. С. 32-49. DOI: 10.14529/cmse180203.

3. Ежова Н.А., Соколинский Л.Б. Модель параллельных вычислений BSF-MR // Системы управления и информационные технологии. 2019. № 3(77). С. 15–21.

4. Ежова Н.А., Соколинский Л.Б. Обзор моделей параллельных вычислений // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2019. Т. 8, № 3. С. 58-91.

5. Ежова Н.А., Соколинский Л.Б. Программная поддержка модели BSF // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2019. Т. 8, № 4. С. 84-99.

Статьи, опубликованные в изданиях, индексируемых в SCOPUS:

6. Ezhova N.A., Sokolinsky L.B. Scalability Evaluation of Iterative Algorithms Used for Supercomputer Simulation of Physical processes // Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018. IEEE, 2018. 10 p. DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570131.

7. Ezhova, N. Verification of BSF Parallel Computational Model // Proceedings of the 3rd Ural Workshop on Parallel, Distributed, and Cloud Computing for Young Scientists. CEUR Workshop Proceedings. 2017. Vol. 1990. P. 30–39. URL: http://ceur-ws.org/Vol-1990/paper-04.pdf.

В работах [1–7] научному руководителю Л.Б. Соколинскому принадлежит постановка задачи, Н.А. Ежовой – все полученные результаты.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от нижеперечисленных ученых.

1. Е.Н. Акимова, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук. Замечание: отсутствует сравнение разработанной модели (с точки зрения полученной оценки границы масштабируемости) с существующими моделями параллельных вычислений, разработанными другими авторами.

2. И.И. Левин, доктор технических наук, профессор, директор Общества с ограниченной ответственностью «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров».

Замечания: 1) не приведены отличительные характеристики кластерных вычислительных систем экзафлопсного уровня, для которых разрабатывалась модель BSF; 2) не представлено объяснение отличий аналитических оценок, полученных с помощью модели BSF, и экспериментальных данных, полученных на суперкомпьютере «Торнадо ЮУрГУ» для алгоритма Jacobi-BSF.

3. В.Я. Модорский, доктор технических наук, профессор, декан Аэрокосмического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Замечание: неясно, чем вызвано расхождение экспериментальных данных и аналитической оценки для алгоритма BSF на основе итерационного метода Якоби для решения СЛАУ.

4. И.Б. Мееров, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий Института информационных технологий, математики и механики, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». Замечания: 1) утверждение о том, что многие разработанные алгоритмы ориентированы на рост производительности за счет увеличения тактовой частоты процессоров (стр. 4 автореферата), выглядит дискуссионным, так как в настоящее время преобладает подход, связанный с сокращением времени работы за счет увеличения числа используемых ядер; 2) отсутствие численной оценки схожести результатов предсказания и достигнутого в эксперименте ускорения.

5. А.В. Созыкин, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и систем управления, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Замечания: 1) существенные ограничения

на алгоритмы, которые могут быть выражены с помощью BSF: 2) модель вычислений SPMD, схема распараллеливания мастер-рабочие, жестко заданная последовательность выполнения операций Map-Reduce-Compute.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их научных достижений в областях высокопроизводительных вычислений и параллельного программирования. В ведущей организации действует Научно-исследовательский вычислительный центр, на базе которого созданы суперкомпьютерный комплекс и лаборатория параллельных информационных технологий.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **предложен** новый подход к построению моделей параллельного вычислений, согласно которому многопроцессорные архитектуры разделяются на классы, все множество алгоритмов разбивается по типам, и для каждой пары (тип алгоритма, класс архитектуры) строится своя модель параллельных вычислений;

– **описана** новая модель параллельных вычислений BSF (Bulk Synchronous Farm) – блочно-синхронная ферма, ориентированная на вычислительно сложные итерационные алгоритмы для кластерных вычислительных систем, позволяющая оценить границу масштабируемости алгоритма на ранних стадиях его проектирования;

– **разработан** новый компилируемый BSF-каркас на языке C++ с использованием библиотек параллельного программирования MPI и OpenMP, инкапсулирующий все аспекты, связанные с параллелизмом, и позволяющий быстро создавать параллельные реализации алгоритмов, представленных в виде операций над списками;

– **выполнены** проектирование и реализация визуального конструктора программ BSF-Studio, позволяющего автоматизировать процесс создания BSF-программ на языке C++.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **раскрыты** проблемы оценки производительности программ при их выполнении на вычислительных системах в области высокопроизводительных вычислений;

– **изучены** существующие модели параллельных вычислений и параллельные каркасы;

– **дана** классификация различных моделей параллельных вычислений;

– **сформулированы** требования к модели параллельных вычислений;

– **изложен** формализм Бёрда–Миртенса, являющийся теоретическим базисом для построения параллельных каркасов;

– **введены** стоимостные метрики модели параллельных вычислений BSF;

– **сформулирована и доказана** теорема о границе масштабируемости BSF-алгоритма;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– **создана** новая модель параллельных вычислений BSF, позволяющая оценить границу масштабируемости алгоритма на ранних стадиях его проектирования;

– **разработаны и опубликованы в сети Интернет для свободного использования** параллельный BSF-каркас и визуальный конструктор BSF-Studio, которые могут применяться для быстрого создания и отладки эффективных параллельных BSF-программ для кластерных вычислительных систем;

– **определен** большой класс задач, для которых применима предложенная модель BSF: вычислительно сложные итерационные алгоритмы для кластерных вычислительных систем, допускающие представление алгоритма в виде операций над списками.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– все **аналитические результаты**, приведенные в диссертационной работе, сформулированы в виде теорем, снабженных доказательствами;

– **идея базируется** на критическом анализе научных публикаций по теме исследования в высокорейтинговых отечественных и зарубежных журналах;

– **достоверность** полученных результатов подтверждена верификацией модели BSF и соответствующего параллельного каркаса, выполненной на известных итерационных численных алгоритмах из различных областей вычислительной математики и физики.

– **использованы** современные методики проведения экспериментов и анализа их результатов, гарантирующие воспроизводимость экспериментальных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в:

– **соискателем единолично разработаны** новая модель параллельных вычислений BSF, позволяющая предсказать границу масштабируемости алгоритма на ранних стадиях его проектирования, компилируемый BSF-каркас на языке C++ с использованием технологий параллельного программирования MPI и OpenMP, а также визуальный конструктор программ, позволяющий автоматизировать процесс создания BSF-программ на языке C++;

– в публикациях, выполненных в соавторстве с научным руководителем, научному руководителю принадлежит постановка задачи, **соискателю принадлежат все полученные результаты**.

На заседании 12 февраля 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Н.А. Ежовой ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по профилю диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя
диссертационного совета В.П. Танана

Ученый секретарь
диссертационного совета М.Л. Цымблер

12 февраля 2020 г.