

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
ЮФУ 801.02.06,

созданного на базе Научно-исследовательского института
многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева
Инженерно-технической академии
Южного федерального университета,
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____,
решение диссертационного совета
от «06» октября 2023 г. № 17 _____

О присуждении Дордопуло Алексею Игоревичу, гражданину
Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Теоретические основы технологии ресурснезависимого программирования гибридных вычислительных систем» по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей, технические науки принята к защите 19 мая 2023 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом ЮФУ 801.02.06, созданным при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» приказом №273-ОД от 22 декабря 2022 г.

Соискатель Дордопуло Алексей Игоревич 1978 года рождения. В 1995-2000 годах обучался (очная форма) в Таганрогском радиотехническом университете (ТРТУ) по специальности 2206 «Организация и технология защиты информации» (диплом о высшем образовании БВС №0159696). В 2003 году по завершении очной аспирантуры защитил кандидатскую диссертацию «Разработка алгоритмов и программных средств защиты речевой информации с использованием компрессии на основе дельта-преобразований второго порядка» по специальностям 05.13.17 «Теоретические основы информатики» и 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и

компьютерных сетей» (диплом кандидата наук КТ №107882 от 14.11.2003 года).

С 1998 года работал в различных научных и производственных организациях (ТНИИС, ТРТУ, ОКБ «РИТМ», НИИ МВС ЮФУ, ЮНЦ РАН). Дордопуло А.И. являлся заместителем главного конструктора и ответственным исполнителем ряда НИОКР, в рамках которых были разработаны опытные образцы различных реконфигурируемых вычислительных систем и их системное и прикладное программное обеспечение. Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники за 2008 год (свидетельство №7916) за создание и внедрение отечественных высокопроизводительных вычислительных систем с реконфигурируемой архитектурой.

В обществе с ограниченной ответственностью «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров» (НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров, г. Таганрог) работает с 2007 года по настоящее время, с 2016 года – в должности начальника отдела математического и алгоритмического обеспечения. Дордопуло А.И. участвовал в выполнении ряда НИОКР НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров. В настоящее время является одним из ведущих специалистов в области средств разработки и трансляции прикладных программ для реконфигурируемых вычислительных систем, руководит группой специалистов при реализации ряда сложных научно-технических проектов.

Диссертация выполнена НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров и Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (ЮФУ), в Институте компьютерных технологий и информационной безопасности, на кафедре «Интеллектуальные и многопроцессорные системы» (ИМС).

Научный консультант: доктор технических наук, профессор, директор НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров **Левин Илья Израилевич**.

Официальные оппоненты:

- **Воеводин Владимир Валентинович**, доктор физико-математических наук, профессор, член–корреспондент РАН, директор Научно–исследовательского вычислительного центра МГУ им. М.В. Ломоносова;

- **Легалов Александр Иванович**, доктор технических наук, профессор департамента программной инженерии факультета компьютерных наук Высшей школы экономики;

- **Цымблер Михаил Леонидович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры системного программирования Высшей школы

электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета

Соискатель опубликовал более 200 научных работ, из них более 180 печатных. Все основные положения диссертации опубликованы в 170 научных печатных работах, из которых: 36 статей – в **ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в Перечень ВАК РФ**, 29 работ опубликованы в **научных рецензируемых изданиях, индексируемых в базе SCOPUS**, получены 15 свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Левин, И. И. К вопросу об автоматическом создании параллельных прикладных программ для реконфигурируемых вычислительных систем / И. И. Левин, А. И. Дордопуло // Вычислительные технологии. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 66–81. – DOI 10.25743/ICT.2020.25.1.005. **(ВАК РФ)**.

2. Дордопуло, А. И. Применение методов редукции производительности для сокращения числа анализируемых вариантов параллельной программы / А. И. Дордопуло // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2019. – № 9(183). – С. 43–49. – DOI 10.14489/vkit.2019.09.pp.043–049. **(ВАК РФ)**.

3. Архитектурно–независимая программа быстрого преобразования Фурье на языке программирования SET@L / И. И. Левин, А. И. Дордопуло, И. В. Писаренко, А. К. Мельников // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2019. – № 68. – С. 28–36. – DOI 10.21667/1995–4565–2019–68–2–28–36. **(ВАК РФ)**.

4. Hybrid computer system programming technology with adaptation and scaling of calculations / A. A. Gulenok, A. I. Dordopulo, I. I. Levin, V. A. Gudkov // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering. – 2017. – Vol. 6, No. 1. – P. 73–86. – DOI 10.14529/cmse170105. **(ВАК РФ)**.

5. Программирование вычислительных систем гибридного типа на языке программирования COLAMO / А. И. Дордопуло, И. И. Левин, И. А. Каляев [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 11(184). – С. 39–54. – DOI 10.18522/2311–3103–2016–11–3954. **(ВАК РФ)**.

6. Параллельно–конвейерная форма программы для программирования вычислительных систем гибридного типа / А. И. Дордопуло, И. И. Левин, И. А. Каляев [и др.] // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2016. – Т. 20, № 3(73). – С. 122–128. **(ВАК РФ)**.

7. Технология программирования вычислительных систем гибридного типа / И. А. Каляев, А. И. Дордопуло, И. И. Левин [и др.] // Вычислительные технологии. – 2016. – Т. 21, № 3. – С. 33–44. **(ВАК РФ)**.
8. Решение задач с существенно-переменной интенсивностью потоков данных на реконфигурируемых вычислительных системах / И. И. Левин, Д. А. Сорокин, А. К. Мельников, А. И. Дордопуло // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2012. – № 2(92). – С. 49–56. **(ВАК РФ)**.
9. Высокопроизводительные многопроцессорные системы с реконфигурируемой архитектурой для цифровой обработки сигналов / И. А. Каляев, И. И. Левин, Е. А. Семерников, А. И. Дордопуло // Вестник Концерна ПВО Алмаз–Антей. – 2011. – № 2(6). – С. 88–104. **(ВАК РФ)**.
10. Левин, И. И. Ресурснезависимое программирование многопроцессорных систем / И. И. Левин, А. И. Дордопуло, В. А. Гудков // Известия ТРТУ. – 2006. – № 9–1(64). – С. 174–178. **(ВАК РФ)**.
11. High-Level Synthesis of Scalable Solutions from C-Programs for Reconfigurable Computer Systems / A. I. Dordopulo, I. I. Levin, V. A. Gudkov, A. A. Gulenok // Lecture Notes in Computer Science. – 2021. – Vol. 12942 LNCS. – P. 88–102. – DOI 10.1007/978-3-030-86359-3_7. **(Scopus)**
12. Dordopulo, A. I. Performance Reduction for Automatic Development of Parallel Applications for Reconfigurable Computer Systems / A. I. Dordopulo, I. I. Levin // Supercomputing Frontiers and Innovations. – 2020. – Vol. 7, No. 2. – P. 4–23. – DOI 10.14529/jsfi200201. **(Scopus)**
13. Software Development Tools for FPGA-Based Reconfigurable Systems Programming / I. Levin, V. Gudkov, G. Yevstafiyev [et al.] // Communications in Computer and Information Science. – 2019. – Vol. 1129. – P. 625–640. – DOI 10.1007/978-3-030-36592-9_51. **(Scopus)**
14. High-performance reconfigurable computer systems with immersion cooling / I. Levin, A. Dordopulo, A. Fedorov, Y. Doronchenko // Communications in Computer and Information Science. – 2018. – Vol. 910. – P. 62–76. – DOI 10.1007/978-3-319-99673-8_5. **(Scopus)**
15. Развитие отечественных многокристалльных реконфигурируемых вычислительных систем: от воздушного к жидкостному охлаждению / И. А. Каляев, А. И. Дордопуло, И. И. Левин, А. М. Федоров // Труды СПИИРАН. – 2017. – № 1(50). – С. 5–31. – DOI 10.15622/sp.50.1. **(Scopus)**
16. Immersion liquid cooling FPGA-based reconfigurable computer system / I. I. Levin, Y. I. Doronchenko, M. K. Raskladkin [et al.] // IFAC-PapersOnLine. – 2016. – Vol. 49, No. 25. – P. 366–371. – DOI 10.1016/j.ifacol.2016.12.070. **(Scopus)**

17. Porting of parallel applications to reconfigurable computer systems with various architectures and configurations / A. I. Dordopulo, V. B. Kovalenko, V. A. Gudkov, L. M. Slasten // 2016 5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision, ICIEV 2016. – 2016. – P. 1122–1127. – DOI 10.1109/ICIEV.2016.7760174. (**Scopus**)

18. Parallel Application Porting by Means of Soft-Architectures / A. I. Dordopulo, V. A. Gudkov, A. A. Gulenok [et al.] // IFAC–PapersOnLine. – 2016. – Vol. 49, No. 25. – P. 372–377. – DOI 10.1016/j.ifacol.2016.12.071. (**Scopus**)

19. FPGA-based reconfigurable computer systems for digital image processing / I. I. Levin, I. A. Kalyaev, V. A. Gudkov [et al.] // International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. – 2015. – Vol. 9. – P. 27–32. – Режим доступа: <http://www.naun.org/main/NAUN/circuitssystemssignal/2015/a082005-028.pdf> (дата обращения 24.04.2023). (**Scopus**)

20. FPGA-based reconfigurable computer systems / I. A. Kalyaev, I. I. Levin, A. I. Dordopulo, L. M. Slasten // Proceedings of 2013 Science and Information Conference, SAI 2013. – 2013. – P. 148–155. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6661730> (дата обращения 24.04.2023). (**Scopus**)

Свидетельства о регистрации программ

1. **Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2022660796** Российская Федерация. Программа портации кадровой структуры на гибридные вычислительные системы различных архитектур и конфигураций : № 2022619611 : заявл. 25.05.2022 : опубл. 09.06.2022 / Левин И. И., Гудков В. А., Дордопуло А. И., Гуленок А. А. ; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров» (ООО «НИЦ СЭ и НК»).

2. **Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2022660797** Российская Федерация. Программа преобразования фрагментов кадровой структуры на языке COLAMO в микро-кадры : № 2022619494 : заявл. 25.05.2022 : опубл. 09.06.2022 / Гуленок А. А., Дордопуло А. И., Левин И. И., Гудков В. А. ; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров» (ООО «НИЦ СЭ и НК»).

3. **Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2022660467** Российская Федерация. Программа преобразования информационного графа задачи в ресурснезависимую кадровую структуру на языке Colamo : № 2022619531 : заявл. 25.05.2022 : опубл. 03.06.2022 / Гудков В. А., Левин И. И., Дордопуло А. И., Гуленок А. А. ; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров» (ООО «НИЦ СЭ и НК»).

4. **Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2016663176** Российская Федерация. Программный модуль программных средств синтеза масштабируемых параллельно–конвейерных решений прикладных задач для многопроцессорной вычислительной системы гибридного типа : № 2016619086 : заявл. 23.08.2016 : опубл. 29.11.2016 / И. И. Левин, А. И. Дордопуло, А. А. Гуленок, А. В. Чкан ; правообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (Южный федеральный университет).

5. **Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2016661590** Российская Федерация. Программный модуль программных средств трансляции единого языка высокого уровня для различных типов вычислительных узлов многопроцессорной вычислительной системы гибридного типа : № 2016618869 : заявл. 17.08.2016 : опубл. 14.10.2016 / И. И. Левин, А. И. Дордопуло, В. А. Гудков, Г. А. Евстафьев ; правообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (Южный федеральный университет).

6. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011612843** Российская Федерация. Интегрированная среда разработки аппаратно–программных решений : № 2011610860 : заявл. 11.02.2011 : опубл. 08.04.2011 / Левин И. И., Дордопуло А. И., Гудков В. А. ; правообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (Южный федеральный университет).

В работах, написанных в соавторстве, автору принадлежит:

[1, 4–7, 9, 12] – представление кадровой структуры с использованием вычислительного ресурса как параметра параллельно–конвейерной реализации задачи и метод преобразования и сокращения аппаратных затрат кадровой структуры с помощью редукции производительности;

[3, 11, 13–18] – принципы преобразования параметризованной аппаратным ресурсом кадровой структуры к архитектуре и конфигурации вычислительной системы;

[8] – принципы преобразования параметризованной аппаратным ресурсом кадровой структуры к архитектуре и конфигурации гибридной вычислительной системы с помощью редукции производительности;

[10, 19, 20] – разработка единой модели параллельных вычислений на основе информационного графа задачи.

Вклад автора в создание зарегистрированных программ для ЭВМ состоит:

[1–3] – в разработке алгоритмов программной реализации компонент средств ТРНП;

[4, 5] – в разработке методов и алгоритмов трансляции и синтеза масштабируемых параллельно–конвейерных решений прикладных задач для вычислительной системы гибридного типа;

[6] – в разработке алгоритмов и программной реализации средств трансляции и синтеза.

Во всех работах, выполненных в соавторстве, определен личный вклад автора.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

– – официального оппонента, доктора физико-математических наук, профессора, члена–корреспондента РАН, директора Научно–исследовательского вычислительного центра МГУ им. М.В. Ломоносова, **Воеводина Владимира Валентиновича**, _4_ замечания;

– - официального оппонента, доктора технических наук, профессора департамента программной инженерии факультета компьютерных наук Высшей школы экономики **Легалова Александра Ивановича**, 4 замечания;

– - официального оппонента, доктора физико-математических наук, профессора кафедры системного программирования Высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета **Цымблера Михаила Леонидовича**, 7 замечаний.

– ФГБУН Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН. Отзыв подписал директор ФГБУН Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, академик РАН, д.т.н. Бычков Игорь Вячеславович. Замечаний нет.

– НИИ прикладной математики и математической геофизики ФГФОРУ ВПО БФУ им. Канта. Отзыв подписал директор НИИ прикладной математики и математической геофизики ФГФОРУ ВПО БФУ им. И. Канта, академик РИА, д.ф.-м.н. Ерохин Геннадий Николаевич. Замечаний нет.

– РФЯЦ «ВНИИЭФ». Отзыв подписал главный научный сотрудник РФЯЦ «ВНИИЭФ» д.ф.-м.н. Степаненко Сергей Александрович .2 замечания.

– ФГУП «НИИ «Квант». Отзыв подписал главный научный сотрудник ФГУП «НИИ «Квант» д.т.н. Корнеев Виктор Владимирович. 1 замечание.

– АО «НИЦЭВТ». Отзыв подписал профессор аспирантуры АО «НИЦЭВТ» д.т.н. Карпов Валерий Иванович. 2 замечания.

– Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН. Отзыв подписал заведующий лабораторией «Математической химии», ведущий научный

сотрудник Института нефтехимии и катализа УФИЦ РАН д.ф.-м.н. Губайдуллин Ирек Марсович. 1 замечание.

– АО «ВНИИ Градиент». Отзыв подписали ведущий научный сотрудник аспирантуры д.т.н. Булычев Юрий Гурьевич, ведущий научный сотрудник аспирантуры к.т.н. Стуров Александр Григорьевич, ученый секретарь НТС к.т.н. Макарович Михаил Иванович. 2 замечания.

– СКФУ. Отзыв подписала заведующая кафедрой компьютерной безопасности СКФУ д.ф.-м.н. Тебеева Фариза Биляловна. 2 замечания.

– ЮЗГУ. Отзыв подписали профессор кафедры программной инженерии ЮЗГУ, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н. Сизов Александр Семенович, доцент кафедры программной инженерии ЮЗГУ к.т.н. Титенко Евгений Анатольевич. 2 замечания.

– ООО «Линфо». Отзыв подписал заместитель генерального директора д.ф.-м.н. Мельников Сергей Юрьевич. 2 замечания.

– ФГБУН «ФИЦ ЮНЦ РАН». Отзыв подписал заместитель директора по научной работе д.т.н. Юрасов Юрий Игоревич. 1 замечание.

– ПАО «Радиофизика». Отзыв подписали начальник отдела д.т.н. Фарбер Владимир Ефимович, заместитель генерального директора – генеральный конструктор предприятия к.т.н. Сергей Александрович Топчиев. 3 замечания.

– АНО «Институт инженерной физики». Отзыв подписали заместитель генерального директора по специальным проектам д.т.н. Атакищев Олег Игоревич, начальник научно-методического управления к.т.н. Коробков Алексей Александрович. 1 замечание.

– ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». Отзыв подписали заведующий кафедрой «Физика» ВолгГТУ д.т.н. Завьялов Дмитрий Викторович, заведующий кафедрой «ЭВМ и системы» ВолгГТУ к.т.н. Андреев Андрей Евгеньевич. 5 замечаний.

– ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Отзыв подписал профессор, руководитель учебно-научной лаборатории систем автоматизированного проектирования кафедры вычислительной техники д.т.н. Бронов Сергей Александрович. 2 замечания.

– АО «Элкус». Отзыв подписал генеральный директор д.т.н. Хвощ Сергей Тимофеевич. 2 замечания.

– ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. Отзыв подписал заместитель директора по научной работе член.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Яковлевский Михаил Владимирович, 3 замечания.

Все отзывы положительные, во всех отзывах отмечено, что работа соответствует специальности 2.3.5 – Математическое и программное

обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей, технические науки.

Наиболее существенные замечания:

- не показаны результаты экспериментальных исследований по портации задач для гибридных вычислительных систем, содержащих узлы всех целевых архитектур – процессоров, графических ускорителей и ПЛИС;

- в методах преобразования кадровой структуры к целевым архитектурам не учитывается влияние межпроцессорного обмена, топологии коммуникационных связей, протоколов обмена данными и доступа к общим ресурсам.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их достижениями в данной отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Доктор физико-математических наук, профессор, член–корреспондент РАН, директор Научно–исследовательского вычислительного центра МГУ им. М.В. Ломоносова, Воеводин Владимир Валентинович является ведущим специалистом в области параллельных вычислений, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет не менее 11 публикаций в журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science. Доктор физико-математических наук, профессор, член–корреспондент РАН Воеводин Владимир Валентинович не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ 801.02.06.

Доктор технических наук, профессор департамента программной инженерии факультета компьютерных наук Высшей школы экономики Легалов Александр Иванович является специалистом в области архитектурно-независимого программирования вычислительных систем, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет 13 публикаций в журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science. Д.т.н., профессор Легалов А.И. не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ 801.02.06.

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры системного программирования Высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета Цымблер Михаил Леонидович является специалистом в области параллельных вычислений, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет

не менее 7 публикаций в журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science. Доктор физико-математических наук Цымблер Михаил Леонидович не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ 801.02.06.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие научные результаты, обладающие новизной и свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку:

1. Модель параллельных вычислений для гибридных вычислительных систем на основе информационного графа задачи, **отличающаяся** от известных единой для различных вычислительных архитектур формой описания вычислений в виде кадровой структуры.

2. **Новое** представление кадровой структуры с использованием вычислительного ресурса как параметра параллельно–конвейерной реализации задачи на заранее неопределенной конфигурации гибридной вычислительной системы.

3. **Новые** принципы преобразования параметризованной аппаратным ресурсом кадровой структуры к архитектуре и конфигурации гибридной вычислительной системы.

4. Теоремы о применении методов редукции производительности для преобразования кадровой структуры к архитектуре и конфигурации гибридной вычислительной системы.

5. Метод преобразования кадровой структуры и сокращения аппаратных затрат за счет редукции производительности, **отличающийся** использованием доступного аппаратного ресурса гибридной вычислительной системы как параметра портации.

6. **Новый** метод преобразования и сокращения аппаратных затрат кадровой структуры на основе синтеза последовательности микро–кадров, выполняющих вычисления с сокращенной степенью параллелизма на ограниченном доступном ресурсе.

7. Метод преобразования задач, содержащих связанные информационной зависимостью подзадачи с разной степенью параллелизма, **отличающийся** от известных согласованной редукцией производительности различных по вычислительной трудоемкости кадровых структур с синтезом сбалансированного решения.

8. **Новые** алгоритмы функционирования инструментальных программных средств технологии ресурсонезависимого программирования гибридных вычислительных систем.

Новизна полученных результатов подтверждается отсутствием аналогов, опубликованных в открытых источниках.

Все научные результаты диссертации получены автором лично.

Теоретическая значимость исследования заключается в создании новых научных понятий, методологических принципов, положений и выявленных закономерностей, представляющих собой теоретические основы ресурснезависимого программирования гибридных вычислительных систем. Совокупность теоретических основ, методов преобразования вычислений и инструментальных программных средств позволила создать технологию ресурснезависимого программирования гибридных вычислительных систем, обеспечивающую сбалансированное решение задачи для заранее неопределенного аппаратного ресурса ГВС из различного числа узлов разных архитектур, объединенных в единый вычислительный ресурс. Формализация методов и приемов технологии ресурснезависимого программирования позволит сократить время и автоматизировать портацию прикладных задач для всего многообразия архитектур и конфигураций ГВС при заданном уровне реальной производительности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что все разработанные методы преобразования кадровой структуры формализованы и адаптированы для автоматического применения. Разработанные методы преобразования, алгоритмы и программные средства портации «Прокруст» и «Щелкунчик» апробированы при решении ряда прикладных задач, содержащих связанные информационной зависимостью подзадачи с разной степенью параллелизма. Применение разработанных инструментальных средств технологии ресурснезависимого программирования для портации прикладных задач математической физики, символьной и цифровой обработки сигналов с различными видами информационной зависимости позволило в 3–6 раз сократить время портации ресурснезависимых программ на различные архитектуры и конфигурации гибридных вычислительных систем с обеспечением реальной производительности не ниже заданного уровня. Практическая значимость работы и полученные результаты эффективности портации ресурснезависимых программ подтверждаются актами внедрения результатов в академических, научно–исследовательских и промышленных организациях. Внедрение разработанной технологии ресурснезависимого программирования гибридных вычислительных систем открывает возможность создания автоматического распараллеливающего компилятора для систем с распределенной памятью, позволяющего существенно сократить время портации программ на процедурных языках

программирования в ресурснезависимые параллельно–конвейерные решения для гибридных вычислительных систем.

Результаты диссертации внедрены в НИЦ супер-ЭВМ и нейροкомпьютеров (ООО «НИЦ СЭ и НК»), ФГУП «НИИ Квант», Южном научном центре РАН, Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого и НИИ МВС ЮФУ при выполнении НИОКР в рамках государственного задания и договорных работ, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе научных результатов подтверждаются корректностью и непротиворечивостью математических выкладок, результатами машинных экспериментов на ряде реконфигурируемых вычислительных систем, а также внедрениями в различных организациях, что подтверждается соответствующими актами. Результаты диссертации докладывались и обсуждались на российских и международных научных и научно-технических конференциях и семинарах, где соискатель выступал с докладами по данной проблематике и получил положительный отзыв научной общественности.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении всех этапов диссертационного исследования. Результаты научных исследований Дордопуло А.И. могут быть использованы при решении вычислительно-трудоемких задач различных областей, таких как символьная обработка данных, линейная алгебра, математическая физика, цифровая обработка сигналов, кодирование телекоммуникационных данных; прогнозирование процессов в реальном времени; обработка потока геофизических данных в реальном времени и др. Разработанные автором модели, новые методы и теоремы могут быть использованы при решении широкого класса задач на гибридных вычислительных системах различных архитектур и конфигураций.

На заседании 6 октября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Дордопуло А.И. ученую степень доктора технических наук, так как в его диссертации содержится **решение актуальной научной проблемы** – разработка теоретических основ, методов и инструментальных программных средств ресурснезависимого программирования, обеспечивающих сокращение времени портации прикладных задач для гибридных вычислительных систем различных архитектур и конфигураций при заданном уровне реальной производительности. Предложенные автором диссертации решения строго обоснованы и оценены по сравнению с другими известными решениями. В диссертации отсутствуют заимствования без ссылок на авторов или источник заимствования. Приведены ссылки на все

использованные в диссертации научные работы, выполненные соискателем лично и в соавторстве. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Результаты работы могут быть использованы в таких организациях, как РФЯЦ «ВНИИЭФ», АО «НИЦЭВТ», ФГУП «НИИ Квант», НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, АО «ВНИИ Градиент», ПАО «Радиофизика», АНО «Институт инженерной физики», АО «Эврика».

Диссертация Дордопуло Алексея Игоревича на тему «Теоретические основы технологии ресурснезависимого программирования гибридных вычислительных систем» является завершенной научно-квалификационной работой, обладающей теоретической и практической значимостью, внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку и соответствует критериям положения «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (в редакции от 30.11.2021 г., приказ №260-ОД) к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение ученой степени 13, против присуждения ученой степени «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель
диссертационного совета

Каляев Игорь Анатольевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Медведев Михаил Юрьевич

«06» октября 2023 г.

