

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.120.01,

созданного на базе

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт системного программирования им. В.П. Иванникова

Российской академии наук

Министерства науки и высшего образования РФ

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 декабря 2025 года № 2025/29

О присуждении Ляховцу Дмитрию Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и средства имитационного моделирования систем управления заданиями для высокопроизводительных вычислений» по специальности 2.3.5 – «математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 07 октября 2025 года (протокол № 2025/21) диссертационным советом 24.1.120.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук (ведомственная принадлежность: Министерство науки и высшего образования РФ; адрес: 109004, г. Москва, ул. А. Солженицына, дом 25), создан Приказом Минобрнауки России о советах по защите докторских и кандидатских диссертаций от 2 ноября 2012 г. № 714/нк.

Соискатель Ляховец Дмитрий Сергеевич, 29.08.1991 года рождения.

В 2014 году соискатель окончил Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Академия Федеральной службы безопасности Российской Федерации».

Работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (ведомственная принадлежность: Организация, подведомственная Правительству Российской Федерации).

Диссертация выполнена в отделе распределенных вычислений и информационных ресурсов Отделения суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (ведомственная принадлежность: Организация, подведомственная Правительству Российской Федерации).

Научный руководитель – кандидат технических наук Баранов Антон Викторович, начальник отдела распределенных вычислений и информационных ресурсов Отделения суперкомпьютерных систем и параллельных вычислений федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

Официальные оппоненты:

1. Разумчик Ростислав Валерьевич, доктор физико-математических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»,
2. Игнатьев Алексей Олегович, кандидат технических наук, начальник лаборатории – заместитель начальника отдела Российского федерального ядерного центра – Всероссийского научно-исследовательского института технической физики им. академика Е.И. Забабахина

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», г. Москва в своем положительном заключении, подписанным Поляковым Сергеем Владимировичем, доктором

физико-математических наук, старшим научным сотрудником, заместителем директора по научной работе ИПМ им. М.В. Келдыша РАН и утвержденным Якововским Михаилом Владимировичем, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН, директором ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, указала, что диссертационная работа представляет собой завершенное научное исследование, в котором представлен комплекс новых научно обоснованных технических и технологических решений, внедрение которых вносит вклад в развитие суперкомпьютерных технологий как неотъемлемой части научной инфраструктуры Российской Федерации.

Соискатель имеет 23 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 23 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 11 работ, и получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

1. Lyakhovets D.S., A.V. Baranov. Group Based Job Scheduling to Increase the High-Performance Computing Efficiency // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. Vol. 41, No. 12, pp. 2558–2565. URL: <https://doi.org/10.1134/S1995080220120264>.

2. Lyakhovets D.S., Baranov A.V. Efficiency thresholds of group based job scheduling in HPC systems// Lobachevskii J. Math. 2022. Vol. 43, pp. 2863–2876. URL: <https://doi.org/10.1134/S1995080222130261>

3. Savin G.I., Lyakhovets D. S., Baranov A. V. Influence of Job Runtime Prediction on Scheduling Quality // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2021. Vol. 42, No. 11. P. 2562-2570. URL: <http://doi.org/10.1134/S1995080221110196>.

4. Lyakhovets D.S., Baranov A.V., Telegin P.N. Scale Ratio Tuning of Group Based Job Scheduling in HPC Systems // Lobachevskii J Math. 2023. Vol. 44, pp. 5012–5026. URL: <https://doi.org/10.1134/S1995080223110240>.

5. Baranov A. V., Lyakhovets D. S. Accuracy Comparison of Various Supercomputer Job Management System Models // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2021. Vol. 42, No. 11. P. 2510-2519. URL: <http://doi.org/10.1134/S199508022111007X>

6. Simulator of a Supercomputer Job Management System as a Scientific Service / G. Savin, B. Shabanov, D. Lyakhovets, A. Baranov, P. Telegin // ACSIS, 2020, Vol. 21, pp. 413–416, URL: <http://doi.org/10.15439/2020F208>.

7. Lyakhovets D. S, Baranov A.V., Konstantinov P.A. A Method for Combining Heterogeneous Workflows in HPC Systems // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2024. Vol. 45, No. 10. P. 5111-5125. URL: <http://doi.org/10.1134/S1995080224606131>.

8. Баранов А.В., Ляховец Д.С. Имитационная модель системы пакетирования суперкомпьютерных заданий на базе симулятора Alea // Программные продукты и системы. 2022. № 4. С. 631-643. URL: <https://doi.org/10.15827/0236-235X.140.631-643>.

9. Баранов А.В., Ляховец Д.С. Методы и средства моделирования системы управления суперкомпьютерными заданиями // Программные продукты и системы. 2019. № 4. С. 581-594. URL: <https://doi.org/10.15827/0236-235X.128.581-594>.

10. Баранов А.В., Ляховец Д.С. Влияние пакетирования на эффективность планирования параллельных заданий // Программные системы: теория и приложения. 2017. Том 8, вып. 1. С. 193-208. URL: <https://doi.org/10.25209/2079-3316-2017-8-1-193-208>.

11. Ляховец Д.С., Баранов А.В., Кудрин А.Ю. Симулятор системы управления суперкомпьютерными заданиями с внешним интерфейсом управления // Труды научно-исследовательского института системных исследований Российской академии наук. 2024. Т. 14, № 4. С. 75-83 – ISSN 2225-7349.

12. Баранов А.В., Ляховец Д.С., Шабанов Б.М., «Подсистема объединения суперкомпьютерных заданий в группы по типам». РФ, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU2025683856, 09.09.2025.

В совместных публикациях автору принадлежат аналитический обзор существующих решений по моделированию систем управления заданиями, метод имитационного моделирования систем управления и определение показателя близости выходных потоков заданий, методика формирования пакетов заданий по типам, архитектура программного комплекса

имитационного моделирования, имитационная модель системы управления заданиями с внешним интерфейсом управления и реализация методики формирования пакетов заданий по типам в имитационной модели Alea. Кроме этого, автору принадлежат результаты экспериментов и имитационного моделирования для исследования эффективности предложенных решений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их научной компетенцией в исследуемой проблематике диссертации – исследовании и разработке методов и средств для высокопроизводительных вычислений, наличием фундаментальных и прикладных работ, непосредственно пересекающихся с тематикой диссертации, что обеспечивает всесторонний и глубокий анализ представленной работы, включая оценку новизны, достоверности результатов и потенциала их внедрения, и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан новый метод имитационного моделирования систем управления заданиями (СУЗ), основанный на применении количественного показателя близости выходных потоков заданий, что позволило оценивать точность различных имитационных моделей и итеративно настраивать параметры СУЗ;
- разработана архитектура программного комплекса имитационного моделирования систем управления заданиями, которая обеспечивает интеграцию с функционирующими СУЗ без модификации их исходного кода и реализующая механизм обратной связи для адаптивной настройки параметров моделирования в соответствии с характеристиками входного потока заданий;
- предложена оригинальная методика формированию пакетов заданий по типам (ФПЗТ), реализующая «жадный» алгоритм с линейной вычислительной сложностью и обеспечивающий очередь СУЗ нулевой длины в штатном режиме, что позволило снизить накладные расходы на инициализацию, для методики определены границы применимости в виде

минимальных значений накладных расходов на обработку заданий для входных потоков различной интенсивности и однородности;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- применительно к проблематике диссертации результативно применена методика формирования пакетов заданий по типам для снижения накладных расходов на инициализацию заданий;
- изучены связи между показателем масштабирования методики формирования пакетов заданий по типам, характеристиками входного потока и показателями качества обработки заданий в СУЗ.

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

- разработанные метод имитационного моделирования систем управления заданиями, архитектура программного комплекса имитационного моделирования систем управления заданиями и методика формирования пакетов заданий по типам внедрены в практику филиала федерального государственного автономного учреждения «Федеральный научный центр Научного исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – НИИСИ)
- разработанные архитектура программного комплекса имитационного моделирования систем управления заданиями и методика формирования пакетов заданий по типам использованы в практике Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-технический центр «Орион» (ФГУП «НТЦ «Орион») и позволили снизить временные затраты на обработку разнородных заданий и повысить полезную загрузку специализированного вычислительного комплекса;
- разработанный метод имитационного моделирования систем управления заданиями используется для проведения лекционных заданий в войсковой части 33965 Министерства обороны Российской Федерации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- с помощью правильно подобранных методик исследования получены результаты имитационного моделирования на реальных и синтетических данных;
- полученные результаты согласуются с известными из научной литературы при рассмотрении частных случаев.

Личный вклад соискателя состоит в разработке метода имитационного моделирования систем управления заданиями с использованием количественного показателя близости выходных потоков, создании методики формирования пакетов заданий по типам, включая формализацию её этапов, проектировании и реализации архитектуры программного комплекса имитационного моделирования, анализе и интерпретации всех полученных экспериментальных данных, на основе которых определены границы применимости методики ФПЗТ, подготовке публикаций по теме диссертации и выступлении с докладами на конференциях, что обеспечило апробацию результатов работы в научном сообществе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- в жизненном цикле задания выделяются отдельные этапы инициализации задания и вычислительных узлов, при этом завершение задания и освобождение узлов объединены в один этап;
- не рассмотрен вопрос неизвестной длительности времени завершения задания;
- при рассмотрении методики формирования пакетов заданий по типам не рассмотрен вопрос важности задания для заказчика;
- недостаточно полно рассмотрены работы отечественной школы теории массового обслуживания, методы математической статистики, методы кластеризации, применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта для моделирования процессов управления заданиями;
- не ясно, проводились ли исследования по интеграции разработанного соискателем программного комплекса со SLURM;
- отмечаются некоторые опечатки.

Соискатель Ляховец Дмитрий Сергеевич согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 11 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические или архитектурные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны присудить Ляховцу Д.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,

доктор физико-математических наук

Белеванцев А. А.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат физико-математических наук

Турдаков Д. Ю.

11 декабря 2025 г.