

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.286.04,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 14.02.2025 № 134

О присуждении Бумажкиной Наталье Юрьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Специальное математическое и программное обеспечение процесса размещения виртуальных машин в гетерогенных центрах обработки данных» по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей принята к защите 13.12.2024 г. (протокол заседания № 132) диссертационным советом 24.2.286.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, приказ № 178/нк от 02.10.2018 года.

Соискатель Бумажкина Наталья Юрьевна, 06 августа 1990 года рождения, в 2013 году окончила Академию Федеральной службы охраны Российской Федерации по специальности «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», квалификация «Специалист по защите информации» (специалитет), в 2025 году оканчивает очную адъюнктуру Академии ФСО России по специальности 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность. Работает сотрудником в федеральном государственном казенном военном образовательном учреждении высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», Федеральная служба охраны Российской Федерации (г. Орёл).

Диссертация выполнена на кафедре «Информатика и вычислительная техника» федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», Федеральная служба охраны Российской Федерации (г. Орёл).

**Научный руководитель** — доктор технических наук, доцент Белов Андрей Сергеевич, федеральное государственное казенное военное образовательное

учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», кафедра «Информатика и вычислительная техника», начальник кафедры (г. Орёл).

**Официальные оппоненты:**

Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», директор Института автоматизации и информационных технологий;

Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет», заведующий кафедрой информационных технологий и систем,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (г. Пенза), в своем положительном отзыве, подписанном Козловым Андреем Юрьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», Макарычевым Петром Петровичем, доктором технических наук, профессором и утвержденном, Васиным Сергеем Михайловичем, доктором экономических наук, профессором, проректором по научной работе и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», указала, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, а полученные результаты достоверны и являются значимыми для развития указанной отрасли науки, обсуждение и интерпретация полученных результатов проводилась совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бумажкина Наталья Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе: 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России; 1 – в издании, индексируемом в Scopus; 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем опубликованных работ составил 3,92 п. л., из них соискателю принадлежит 2,74 п. л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Бумажкина Н.Ю. Подход к моделированию виртуализированных вычислительных и коммуникационных ресурсов центра обработки данных с учетом накладных расходов на процесс живой миграции виртуальных машин / Н.Ю. Бумажкина, А.С. Белов // Системы управления и информационные технологии. – 2024. – № 2 (96). – С. 8-14.

2. Бумажкина Н.Ю. Алгоритм перераспределения виртуализированных вычислительных и коммуникационных ресурсов центра обработки данных на основе метаэвристики ACS / Н.Ю. Бумажкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2024. – № 11 (3). Режим доступа: <https://moitvivr.ru/ru/journal/article?id=1367>.

3. Bumazhkina N.Yu., Rubtsov A. A., Mikhalev P. V. An algorithm for obtaining an ensemble machine learning model for node federation in decentralized machine learning systems // AIP Conference Proceedings. Manuscript № AIPCP21-AR-MIP 2024-00155.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617593. М: ФИПС / Н.Ю. Борзова, А.С. Белов, Е.Л. Трахинин, М.М. Добрышин, К.М. Слесарева; заявители и правообладатели Н.Ю. Борзова, А.С. Белов, Е.Л. Трахинин, М.М. Добрышин, К.М. Слесарева; опублик. 22.04.2022.

5. Bumazhkina N.Yu., Zakharova I.N., Kochkurov A.E. On the use of live migration technologies for virtual machines in the task of optimizing data center resources // Modern informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis (MIP-2024'AS). Proceedings of the XXIX-th International Open Science Conference, Yelm, WA, USA. – January 2024. – p. 133-137.

6. Бумажкина Н.Ю. К вопросу о виртуализации вычислительных и телекоммуникационных ресурсов центра обработки данных / Н.Ю. Бумажкина // XXIX Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР – 2024». – Томск. – 2024. – С. 107-110.

В работах, опубликованных лично и в соавторстве, и приведенных в конце автореферата, лично автором предложены: [1,5] – аналитическая модель многомерного представления виртуализированных вычислительных и коммуникационных ресурсов, [2,4] – алгоритм перераспределения виртуальных машин, основанный на метаэвристике муравьиной колонии, [3,6] – архитектура программного комплекса поддержки процесса перераспределения виртуальных машин в гетерогенных центрах обработки данных.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов с замечаниями. Все отзывы положительные, замечания связаны с необходимостью пояснить отсутствие в списке базовых виртуализированных ресурсов такого разделяемого ресурса, как память для долговременного хранения информации, что является важным параметром балансировки для виртуальных СХД; раскрыть принцип назначения весовых коэффициентов важности факторов миграции при определении значения накладных расходов на живую миграцию; более детально описать условия остановки процесса моделирования, учитывая, что алгоритм процесса перераспределения виртуальных машин реализован на имитационной модели объекта исследования; указать ограничения на размерность центра обработки данных, для которого возможно использование разработанного решения; пояснить почему решение задачи разработки алгоритма перераспределения виртуальных машин основывается на метаэвристике ACS; раскрыть в автореферате детальнее вопрос разработки архитектуры программного комплекса, а именно – обоснование выбора парадигмы «менеджер–агенты»; представить в автореферате подробнее ретроспективу научных исследований по проблеме живой миграции виртуальных машин применительно к оптимизации ресурсов центра обработки данных в разделе, посвященном актуальности исследования; описать в автореферате сформулированные ограничения и допущения, касающиеся разработанной имитационной модели виртуализированного гетерогенного центра обработки данных; добавить вывод о вычислительной сложности алгоритма перераспределения виртуальных машин и проверке его на сходимость в автореферат; представить конкретные технические решения по реализации разработанных алгоритмов с учетом применимости их в качестве каких-либо существующих виртуализированных центрах обработки данных.

Выбор официальных оппонентов обоснован их компетентностью в области разработки математического и программного обеспечения вычислительных систем, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, а также их согласием.

Выбор ведущей организации основан на соответствии профиля организации научной специальности диссертации, достижениями в области математического и программного обеспечения вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также ее согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** подход к управлению процессом перераспределения виртуальных машин в виртуализированных центрах обработки данных с гетерогенной структурой, базирующийся на модификации соответствующих методов

многомерной комбинаторной оптимизации и применении разработанного метаэвристического алгоритма формирования матрицы миграции.

**предложены** модель многомерного представления виртуализированных ресурсов центра обработки данных, позволяющая оценить вектор дисбаланса ресурсов для определения паросочетаний «виртуальная машина-физическая машина»; алгоритм процесса перераспределения виртуальных машин, обеспечивающий получение квазиоптимальной матрицы миграции виртуальных машин для существующей структуры гетерогенного центра обработки данных; архитектура программного комплекса поддержки процесса перераспределения виртуальных машин в гетерогенных центрах обработки данных, обеспечивающая формирование плана миграции виртуальных машин, основанного на дисбалансе ресурсов физических машин.

**доказана** перспективность использования: разработанных моделей и алгоритмов для поддержки деятельности службы административного управления виртуализированного центра обработки данных на этапах решения задач: повышения энергоэффективности центра за счет отключения части серверов или переводах их в режим экономии энергии, а также повышения ресурсоёмкости центра за счет высвобождения виртуализированных ресурсов подмножества серверов; разработанного специального программного обеспечения путем его интеграции с существующими средствами администрирования гипервизоров виртуальных машин и средствами мониторинга ресурсов виртуализированного центра обработки данных, а также с библиотекой программ машинного обучения и средствами мониторинга выполнения задач членами команды в практике управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказаны** положения, вносящие вклад в развитие средств специального математического и программного обеспечения в рамках современных гетерогенных виртуализированных центров обработки данных на основе реализации методов системного анализа и эвристических методов решения задач оптимизации путем их проблемной ориентации на особенности процесса размещения и перераспределения виртуальных машин;

**применительно к проблематике диссертации — результативно использованы методы:** теории системного анализа, теории дискретного программирования, теории эвристических методов решения задач оптимизации, теории математической статистики и планирования экспериментов;

**изложены** особенности разработанных модели и алгоритма, связанных с решением задачи перераспределения виртуальных машин, как варианта задачи многомерной векторной упаковки;

**раскрыты** недостатки результатов исследований в области решения проблемы управления виртуализированными ресурсами центра обработки данных;  
**изучены** особенности решения задачи обеспечения процесса перераспределения виртуальных машин в центрах обработки данных с разным уровнем гетерогенности;

**проведена** модернизация математического и программного обеспечения программных средств управления виртуализированными ресурсами центра обработки данных, связанная с решением задачи повышения эффективности использования физических ресурсов центра обработки данных.

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

**разработан и внедрен** программный модуль в состав программного обеспечения административного управления IT-инфраструктурой технологической компании ООО «СОВИТ» г. Москва, а также теоретические результаты работы внедрены в образовательный процесс Академии ФСО России в рамках дисциплины «Администрирование операционных систем»;

**определены** перспективы практического использования разработанных средств специального математического обеспечения процесса перераспределения виртуальных машин в рамках гетерогенных центров обработки данных для использования в проектных и научно-исследовательских организациях, занимающихся разработкой средств виртуализации;

**создана** структура программного комплекса поддержки процесса перераспределения виртуальных машин в гетерогенных центрах обработки данных;

**представлены** рекомендации и предложения по – дальнейшему совершенствованию разработанных моделей и алгоритмов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов вычислительных экспериментов с использованием широкого диапазона набора входных данных, что позволяет утверждать об эффективности предложенных решений;

**теория построена** на известных проверяемых данных и фактах с использованием методов имитационного моделирования, математической статистики и планирования экспериментов, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по тематике диссертации;

**идея базируется** на результатах анализа современных подходов к разработке математического и программного обеспечения вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей;

**использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее в рамках исследований по рассматриваемой тематике диссертации;

**установлено** качественное совпадение полученных в диссертации результатов в области управления целенаправленной командной деятельности в организационных системах с результатами, представленными в независимых источниках;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации с применением современных информационных технологий.

Личный вклад соискателя состоит в формализации постановки и решении научной задачи, непосредственном участии на всех этапах диссертационного исследования, в том числе в подготовке исходных данных и получении выходных результатов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, апробации результатов исследований на научных конференциях, практической реализации и внедрении результатов исследований, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты было высказано следующее критическое замечание: в докладе недостаточно четко сформулирована формальная постановка задачи оптимизации процесса размещения виртуальных машин в гетерогенных центрах обработки данных.

Соискатель Бумажкина Наталья Юрьевна согласилась с замечанием и сообщила, что учтет его в своей дальнейшей работе.

На заседании 14.02.2025 г. диссертационный совет принял решение: за формализацию постановки, анализ и успешное решение научной задачи, имеющей значение для развития отрасли знаний, связанной с повышением эффективности использования ресурсов гетерогенных виртуализированных центров обработки данных за счет разработки специальных средств математического и программного обеспечения процесса размещения и переразмещения виртуальных машин, присудить Бумажкиной Наталье Юрьевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета 24.2.286.04

И.о. ученого секретаря  
диссертационного совета 24.2.286.04

14.02.2025 г.



Бурковский  
Виктор Леонидович

Белецкая  
Светлана Юрьевна