

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации

Григорьева Алексея Михайловича «Некоторые задачи маршрутизации с ограничениями и функциями стоимости, зависящими от списка заданий», на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертация А.М. Григорьева посвящена глубокому исследованию вопросов применения параллельных методов для решения актуальных задач маршрутизации перемещений в случае, когда их постановка включает условия предшествования и зависимость функции стоимости от списка заданий. К особенностям работы следует отнести ее ориентированность на применение параллельных вычислений при решении задач маршрутизации, связанных с актуальными приложениями в сфере атомной энергетики и связанных с обеспечением безопасности как постоянного персонала, так и специалистов, действующих в аварийных ситуациях на атомных электростанциях. Решение упомянутых задач имеет не только большое теоретическое значение, но и представляет значительный практический интерес. *Актуальность* проведенного автором исследования не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 113 наименований. Материал работы изложен на 114-ти страницах.

Остановимся кратко на содержании основных разделов работы.

Во введении с должной подробностью описано современное состояние проблемы, четко сформулированы цель и задачи исследования, выносимые на защиту результаты, определена их научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость работы. Даны представление о применяемых методах и сведения о публикациях результатов с описанием личного вклада автора для публикаций с соавторами.

Первая глава (с. 13-49) посвящена решению задачи последовательного обхода мегаполисов с условиями предшествования и внутренними работами. Такая задача является обобщением задачи коммивояжера с условиями предшествования и включает в постановку функции стоимости, зависящие от

текущего списка невыполненных заданий (в прикладной задаче невыполнение задание означает сохраняющуюся угрозу облучения). Предлагается параллельный алгоритм для нахождения оптимального решения, основанный на метода динамического программирования (МДП) и использующий условия предшествования. Приводится описание вычислительного эксперимента с использованием суперкомпьютера. Результаты эксперимента подтверждают работоспособность разработанных в этой главе алгоритмов.

Во второй главе (с. 50-76) исследуются возможности локального улучшения эвристических решений в задачах повышенной размерности при последовательном обходе мегаполисов с условиями предшествования и функциями стоимости, допускающими зависимость от списка заданий. Установлена возможность упомянутого улучшения с помощью предлагаемого параллельного алгоритма. Этот алгоритм реализуется на основе специальной оптимизирующей совокупности вставок с использованием метода динамического программирования в каждой из них. Особо следует отметить здесь необходимость учета условий предшествования, которые носят глобальный характер. Это обстоятельство повышает значимость полученных результатов. Представлено описание вычислительного эксперимента на суперЭВМ. Проведенный эксперимент демонстрирует существенное улучшение исходного эвристического решения в части снижения реальной дозовой нагрузки работника в случае большого числа демонтируемых излучающих элементов.

В третьей главе (с. 77-101) рассматриваются две задачи оптимизации: задача дозиметриста и задача оптимального распределения заданий для случая проведения работ в нестационарных радиационных полях с учётом обхода возможных препятствий. Предлагаемое решение использует карту радиационного фона в зоне предполагаемых работ. Описывается авторский способ построения такой карты на плоскости по заранее измеренным значениям уровня радиации в доступных для измерения точках. Представлено описание параллельной реализации метода динамического программирования в задаче об оптимальном распределении заданий.

В заключении подводятся итоги исследования, даются рекомендации и кратко описываются перспективы дальнейших исследований.

Научной новизной обладают, на наш взгляд, следующие результаты:

1. Схема распараллеливания метода динамического программирования впервые применена на вычислительном кластере, при которой

вычислительные узлы выполняют "сквозные" вычисления, не использующие обмен данными между узлами при последовательном расчёте слоев функции Беллмана. Реализация схемы позволяет повысить размерность решаемых задач.

2. Для актуальной прикладной задачи минимизации дозовой нагрузки работников атомных электростанций построен и реализован в виде программы для МВС оптимальный параллельный алгоритм с возможностью учета условий предшествования и зависимости функций стоимости от списка заданий.

3. Для задач маршрутизации повышенной размерности, разработан параллельный алгоритм, реализующий оптимизирующие совокупности вставок в эвристические решения.

4. Разработан и реализован параллельный алгоритм для решения задачи распределения заданий.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, определяется тем, что все построения и конструкции соответствуют современному уровню математической строгости. Все ключевые утверждения снабжены подробными доказательствами. Основу работы составляют Положения, составляющие основу работы, разработаны и опубликованы автором (с соавторами, вклад которых четко описан) в серии статей в журналах, известных специалистам. Достоверность этих положений сомнений не вызывает. Результаты проведенных вычислительных экспериментов являются дополнительным подтверждением защищаемых положений.

Полученные результаты неоднократно докладывались и обсуждались на российских и международных научных конференциях.

Автором по теме диссертации опубликовано 13 статей, из них 4 статьи в журналах и в трудах конференций, рекомендованных ВАК, 9 статей в журналах и в трудах конференций, индексируемых системами WoS и Scopus. Как следует из автореферата, на разработанные программные продукты получено три свидетельства о государственной регистрации программ ЭВМ.

Исследование в целом соответствует паспорту специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (п. 4. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий, п.5.

Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента).

Практическая ценность. Построенные новые параллельные алгоритмы могут быть использованы при решении актуальных прикладных задач, связанных с обеспечением безопасности персонала атомных станций как при плановых работах, так и при работах, выполняемых в чрезвычайных ситуациях. Отметим, что близкие задачи возникают при исследовании моделей экономической динамики в целях обеспечении движения в окрестности заданной нормативной траектории.

Замечания.

1. Возможности перестройки наборов вставок (пп. 2.4, 2.5) потенциально приводят к вопросу о возможности разработки итерационных процедур улучшения эвристических решений. Хотелось бы увидеть в диссертации обсуждение такого рода вопросов и оценки реальных возможностей продвижения в этом направлении.

2. Хотелось бы увидеть более четкую картину разделения реальных ситуаций по критичности времени расчета: для плановых работ по обслуживанию оборудования и известными заданиями, когда оптимальный (или близкий к нему) маршрут может быть построен заранее, и ситуация с необходимостью экстренных расчетов для непредсказуемых заранее чрезвычайных условий.

3. В тексте диссертации не приводится информация о государственной регистрации программ, реализующих разработанные автором алгоритмы.

4. Приводимый в диссертации список литературы содержит досадные опечатки и некоторые отклонения от принятых требований, это касается, в частности названий журналов. Ограничимся указанием соответствующих страниц: 104, 105, 111, 113, 114.

Заключение. Сделанные замечания носят технический характер и не оказывают влияния на положительную оценку работы в целом. Диссертации А.М. Григорьева представляет собой законченную самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу. Материал диссертации изложен подробно, в логической последовательности и не содержит

заимствований без соответствующих ссылок. Актуальность темы сомнений не вызывает. Автореферат диссертации соответствует своему назначению и правильно отражает ее содержание. Все выносимые на защиту результаты опубликованы с достаточной полнотой в профильных научных журналах и доступны специалистам. Личный вклад автора в совместных публикациях описан с исчерпывающей полнотой и не вызывает вопросов.

Считаю, что диссертация А.М. Григорьева «Некоторые задачи маршрутизации с ограничениями и функциями стоимости, зависящими от списка заданий» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и паспорту научной специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор Алексей Михайлович Григорьев несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры информационных систем
и математических методов в экономике
ФГАОУ ВО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»

Максимов Владимир Петрович

12.11.2021г.

Почтовый адрес организации: 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15.
Телефон: +7 (342) 239-64-35. E-mail: info@psu.ru.

Подпись Максимова Владимира Петровича заверяю

Ученый секретарь ФНЦ

