



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИПМИ КарНЦ РАН,
проф., д.ф.-м.н. В.В. Мазалов

«26» августа 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Л.Г. Афраймовича «Потоковые методы решения многоиндексных задач транспортного типа», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 «Дискретная математика и математическая кибернетика»

Диссертация Афраймовича Л.Г. посвящена исследованию многоиндексных транспортных задач. В настоящее время при решении многоиндексных задач линейного программирования как правило применяются общие методы решения задач линейного программирования. Известны специальные алгоритмы решения лишь некоторых частных многоиндексных задач, например классической двухиндексной транспортной задачи. Многоиндексные задачи целочисленного линейного программирования NP-трудны, более того, существование ϵ -приближенных полиномиальных алгоритмов решения целочисленных многоиндексных задач влечет за собой равенство классов P и NP.

В работе ставится вопрос о возможности сведения многоиндексных задач к ставшей классической задаче поиска потока в сети. Полученные результаты позволяют проводить классификацию многоиндексных задач с точки зрения возможности применения при их решении потоковых алгоритмов (для предложенных схем сводимости). Для классов многоиндексных задач, удовлетворяющих условиям сводимости, строятся потоковые методы их решения, используемые при решении задач большой размерности. Полученные результаты применяются при построении приближенных алгоритмов решения NP-трудных многоиндексных задач, удовлетворяющих условиям сводимости.

Следует отметить, что предлагаемый подход к исследованию сводимости многоиндексных задач позволяет проводить их анализ на основании изучения множества подмножеств индексов, по которым происходит суммирование многоиндексных переменных в системе ограничений задачи. Это позволяет уйти от «привычного» способа анализа многоиндексных задач, основанного на изучении матрицы системы ограничений. Принимая во внимание большую размерность

возникающих на практике многоиндексных задач, такой подход представляет особый интерес.

Многоиндексные транспортные задачи имеют широкую область применения. Прежде всего, здесь следует выделить задачи планирования, распределения ресурсов и задачи теории расписаний, а также некоторые задачи статистического анализа и задачи технического анализа данных. Возникающие здесь прикладные задачи обладают, как правило, большой размерностью.

Таким образом **актуальность** диссертационных исследований и значимость полученных результатов не вызывают сомнения.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений.

В **первой главе** описываются примеры постановок прикладных многоиндексных задач, используемых в работе при иллюстрации полученных теоретических результатов.

Во **второй главе** излагаются методы исследования задач транспортного типа. Предложенные алгоритмы используются в работе при разработке потоковых методов исследования многоиндексных задач, основанных на полученных результатах сводимости.

В **третьей главе** с использованием введенной схемы формализации многоиндексных задач приводятся постановки исследуемых задач: многоиндексной задачи (целочисленного) линейного программирования транспортного типа, задачи исследования несовместной многоиндексной системы линейных неравенств транспортного типа, многокритериальной многоиндексной задачи с кусочно-постоянными критериями оптимальности. Предложена общая схема обозначения и формализации концепции сводимости, в рамках которой в работе проводится исследование вопросов сводимости многоиндексных задач к задаче поиска потока в сети.

Четвертая глава посвящена исследованию сводимости многоиндексных задач к классу задач поиска потока в сети с использованием схемы сведения, гарантирующей соответствие переменных многоиндексной задачи и дуг сети. В рамках введенной схемы сведения найден критерий сводимости многоиндексных задач к классу задач поиска потока в сети. Найден критерий сводимости многоиндексных задач к классу задач поиска потока в древовидной сети. Схемы сведения применены при построении потоковых методов решения многоиндексных задач, удовлетворяющих условиям сводимости.

Исследована схема сведения, гарантирующая целочисленность значений переменных многоиндексной задачи при целочисленности потока, являющаяся обобщением введенной ранее схемы сведения. Найден критерий сводимости справедливый при $P \neq NP$.

Пятая глава посвящена исследованию сводимости многоиндексных задач к классу задач поиска потока в сети с использованием схемы сведения, гарантирующей соответствие переменных многоиндексной задачи и простых

циклов сети. В рамках введенной схемы сведения найдено достаточное условие сводимости многоиндексных задач к классу задач поиска потока в сети. Схемы сведения применены при построении потоковых методов решения многоиндексных задач, удовлетворяющих условиям сводимости. Разработанные подходы легли в основу приближенных алгоритмов решения ряда классов NP-трудных многоиндексных задач.

В приложении приводятся акты использования результатов диссертационной работы в ряде коммерческих программных продуктах, разработанных для промышленных предприятий (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров; ОАО «ОКБМ Африкантов», г. Нижний Новгород; ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седатова», г. Нижний Новгород).

Замечания по диссертационной работе:

1. В диссертации при формализации схем сведения многоиндексных задач к задачам поиска потока в сети вводятся понятия «сводимость с сохранением соответствия ребер», «сводимость с сохранением соответствия циклов». Такая терминология запутывает читателя – не ясно чему «соответствуют» ребра и циклы.
2. В главах 4 и 5 диссертационной работы предлагается два способа сведения многоиндексных задач к задаче поиска потока в сети, приводятся соответствующие условия сведения. Имело смысл привести сравнение двух способов сведения – показать существуют ли задачи, сводимые при помощи обеих схем, задачи, сводимые лишь при помощи одной из схем. Такой анализ в работе не проводится.
3. При постановке задачи (5.15)-(5.16), применяемой на вспомогательном шаге приближенного метода решения специального класса NP-трудных многоиндексных задач, следовало явно указать, что $\Delta \geq 1$.
4. В формулировках теорем 4.4, 4.5 вводятся функции оценки сложности выделенных подпроцедур сведения многоиндексных задач. Однако данные оценки сложности не используются в доказательствах данных результатов. Такая форма записи вводит в заблуждение.
5. Хотелось бы увидеть применение данного подхода для конкурентных транспортных задач.

Заключение

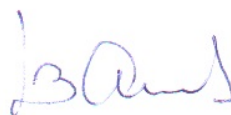
Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы. Диссертация Афраймовича Л.Г. «Потоковые методы решения многоиндексных задач транспортного типа», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе изложена новые результаты,

достоверность которых обоснована строгими математическими доказательствами. Основные результаты диссертационной работы представлены в 41 научной работе, в том числе в 11 статьях, опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах из списка, рекомендованного ВАК. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. На основании выполненных автором исследований были разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области теории исследования операций и дискретной математики.

Результаты диссертации могут быть использованы в научных исследованиях по теории исследования операций и дискретной математики в Вычислительном центре им. А.А. Дородницына РАН, Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Институте прикладных математических исследований КарНЦ РАН, Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского.

Отсюда следует, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Афраймович Л.Г. заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Заведующий лабораторией моделирования
природно-технических систем
д.ф.-м.н., профессор



Ю.В. Заика

Почтовый адрес: 185910, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск,
ул. Пушкинская, 11, ИПМИ КарНЦ РАН.
Телефон: (8142) 76-63-12
Электронная почта: zaika@krc.karelia.ru