ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу **МИХАИЛА НИКОЛАЕВИЧА ХВОСТОВА**
«МАТРИЧНАЯ КОРРЕКЦИЯ НЕСОБСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности **05.13.17 – «Теоретические основы информатики»**.

Диссертационная работа М.Н. Хвостова посвящена проблеме оптимальной коррекции противоречивых моделей, описываемых системами линейных неравенств и задачами линейного программирования. В рамках современной теории исследования операций избранная автором тематика представляется классической, ее исследованию посвящены фундаментальные работы П.Л. Чебышева, Р.Т. Рокафеллара, А.Н. Тихонова. Теория оптимальной чебышевской коррекции именно противоречивых задач линейного программирования была развита 70-х гг. прошлого века в Екатеринбурге акад. И.И. Ереминым и активно развивается в настоящее время его научной школой. В частности, были введены понятия несобственной задачи, построена факторизация множества несобственных задач по типу несобственности, развиты теория двойственности для несобственных задач ЛП, а также ее обобщения на более широкие классы противоречивых моделей выпуклой оптимизации, разработаны итерационные алгоритмы коррекции, эффективно применяющие комбинированные схемы методов штрафных функций и модифицированных функций Лагранжа. Исследованию вопросов коррекции различных классов несобственных оптимизационных задач посвящены современные работы многих авторов, в том числе акад. Ю.Г. Евтушенко, А.И. Голикова, В.А. Горелика, В.И. Ерохина, В.Г. Жадана и др.

Исторически основной причиной несобственности оптимизационной модели считалась принципиальная противоречивость моделируемых условий, приводившая к несовместности системы ограничений (прямой задачи). Известно, что для модели линейного программирования в этом случае совместность системы двойственных ограничений влечет возможность коррекции обеих задач путем изменения исключительно вектора правых частей прямой задачи (в этом случае задачу принято называть несобственной I-го рода). Кроме того, традиционная схема двойственности адекватно описывает именно зависимость оптимума задачи от вариации правых частей ее ограничений. Тем не менее, актуальные в настоящее время постановки оптимизационных задач, индуцируемые, например, проблемами обучения и анализа данных зачастую являются несобственными по другой причине – неточности измерений исходных данных. В этом случае более естественной представляется именно корректировка коэффициентов основной матрицы ограничений, исследованию которой и посвящена настоящая работа.

Таким образом, **тема диссертационной работы М.Н. Хвостова**, посвященной вопросам теоретического обоснования условий эффективной матричной коррекции несобственных задач линейного программирования первого рода, а также разработке и обоснованию алгоритмов такой коррекции **актуальна и представляет** серьезный **интерес** не только с теоретической, но и с практической точек зрения.

Полученные в работе **результаты представляют ценность** в рамках современных теории и методов линейного программирования.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения. Во введении автор обосновывает актуальность проведенного исследования, формулирует его цели и задачи и кратко анонсирует полученные в работе результаты. Все последующие главы диссертационной работы содержат результаты, полученные лично автором.

Первая глава носит в основном теоретический характер. Автор формулирует серию взаимосвязанных задач оптимальной (в смысле минимизации евклидовой нормы) матричной коррекции в порядке усложнения их описания (и соответствующих рассуждений):

(1) задача, в которой коррекции подвергаются элементы основной матрицы ограничений прямой задачи;

(2) задачи коррекции как матрицы, так и вектора правых частей;

(3) задачи коррекции основной матрицы «с запретами»;

(4) задачи коррекции расширенной матрицы «с запретами»;

(5) модификации задач (3) и (4), в которых оптимизировалась взвешенная норма корректирующих матриц.

Для каждой из перечисленных постановок показано, что для несобственных задач первого рода матрица минимальной нормы, корректирующая лишь систему ограничений прямой задачи, не нарушает совместности двойственных ограничений, т.е. является истинной оптимальной корректирующей матрицей для исследуемой двойственной пары.

Вторая глава посвящена разработке эффективных итерационных методов квазиньютоновского типа для перечисленных выше задач оптимальной матричной коррекции. Несомненным достоинством приведенных схем является найденные автором аналитические формулы вычисления градиента.

В третьей главе автор демонстрирует работоспособность разработанных методов на известных численных примерах, взятых из открытого репозитория netlib.

Диссертационная работа характеризуется целостностью и самодостаточностью, все приведенные в ней утверждения снабжены строгими математическими доказательствами. Значимость полученных результатов, в частности, подтверждается публикациями в передовых рецензируемых журналах, таких как: «Автоматика и телемеханика», «Труды института математики и механики» и др. Научная достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов определяется корректностью

приведенных математических доказательств. Все результаты, выносимые на защиту в диссертации, являются новыми и впервые получены диссертантом.

По сути представленных в работе результатов замечаний нет. Тем не менее, по их изложению можно высказать несколько пожеланий.

1. Поскольку задача минимизации невзвешенной евклидовой нормы является частным случаем минимизации взвешенной, а (в силу линейности корректируемых задач) задача коррекции расширенной матрицы сводится к задаче коррекции «с запретами» основной матрицы системы ограничений (например, путем добавления дополнительных переменной и ограничения), то теоремы 1-6 (согласно нумерации в автореферате) вряд ли являются независимыми утверждениями. Возможно, текст первой главы имело смысл перестроить, явно указав, что утверждения теорем 1-4, а также теоремы 6 могут быть получены в качестве следствия результата теоремы 5.

2. Как упоминалось выше, несобственная задача ЛП первого рода допускает коррекцию исключительно путем изменения вектора правых частей системы ограничений, что с вычислительной точки зрения представляется существенно более простой задачей, чем задача матричной коррекции, исследуемая в работе. Однако модификация всей расширенной матрицы, возможно, позволяет добиться аналогичного результата используя корректирующие матрицы, обладающие существенно меньшей нормой. В связи с этим, возможно, было бы полезным привести в третьей главе результаты сравнения разработанных автором алгоритмов и известных алгоритмов коррекции «по правым частям».

Высказанные замечания не снижают квалификационной оценки работы и могут рассматриваться как пожелания к дальнейшим исследованиям.

Основные научные результаты диссертации М.Н. Хвостова **своевременно и полно опубликованы в рецензируемых научных изданиях**, включая 4 **публикации** в изданиях, рекомендованных **ВАК РФ**. Результаты работы прошли апробацию на нескольких международных и всероссийских конференциях. Полученные в работе результаты **рекомендуются к использованию** в ИММ УрО РАН, ИМ СО РАН, ВЦ РАН при проектировании и обосновании эффективных алгоритмов оптимальной матричной коррекции несобственных задач линейной оптимизации, а также к включению в специальные курсы по методам оптимизации для студентов магистратуры математических специальностей университетов.

Автореферат достаточно полно и **правильно отражает** содержание диссертационной работы. **Тематика и содержание диссертационной работы соответствуют специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».**

Таким образом, диссертационная работа М.Н. Хвостова представляется завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальных математических задач в области современной теории комбинаторной оптимизации и методов анализа данных и имеющей важное значение для рассматриваемой предметной области.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «**Теоретические основы информатики**», а ее **автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.**

Зав. отделом математического программирования
д. ф.-м.н. М.Ю. Хачай

3 июня 2015

Подпись заверяю
Ученый секретарь
ИММ УрО РАН

Ульянов О.Н.

Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук
(ИММ УрО РАН)
ОГРН 1026604951777