

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
Высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
университет»  
доктор химических наук, профессор  
С.П. Туник



2015 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
на диссертацию **Хвостова Михаила Николаевича**  
**«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

#### **Актуальность темы диссертационной работы для науки и практики**

Несобственные задачи линейного программирования (ЛП) стали предметом систематических исследований в работах И.И. Еремина. Основными инструментами исследования указанных задач оказались задачи оптимальной коррекции, заключающиеся в минимальном (в смысле некоторой нормы) изменении коэффициентов задачи ЛП, делающим её собственной.

Среди множества возможных постановок задач коррекции наиболее интересными для практических приложений и наиболее сложными в теоретическом плане являются задачи матричной коррекции, в которых изменениям подвергаются элементы матрицы (расширенной матрицы) коэффициентов исследуемой задачи ЛП.

Первые работы по матричной коррекции были выполнены А.А. Ватолиным. Затем исследования были продолжены В.А. Гореликом, В.А. Кондратьевой,

Р.Р. Ибатуллин, О.В. Муравьевой, И.А. Золтоевой, В.И. Ерохиным, Р.В. Печенкиным, И.А. Золтоевой, А.С. Красниковым, Н.З. Ле, О.С. Баркаловой.

В указанных исследованиях прослеживается развитие постановок и методов решения задач матричной коррекции от использования евклидовой нормы к другим нормам и учету ограничений на коррекцию в виде запретов на коррекцию строк, столбцов и отдельных элементов матриц.

Последовательно вводимые дополнительные условия очень важны для адекватного моделирования практических приложений, но при этом, как правило порождают новые теоретические трудности.

В диссертации М.Н. Хвостова рассматриваются несобственные задачи ЛП со специальной структурой, наиболее важные для практики, но представляющие наибольшие теоретические трудности для исследования и коррекции и к настоящему времени наименее изученные. Все это и обуславливает **актуальность** темы диссертации и ее **значимость** для теории и приложений.

Диссертационная работа М.Н. Хвостова состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников, который включает 199 наименований. Общий объем работы – 116 страниц.

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулирована цель работы и определен перечень решаемых задач, указана новизна научных изысканий, отмечены особенности подхода, раскрываемого в диссертационной работе, практическая ценность полученных решений и разработок.

В **первой главе** рассматриваются постановки задач матричной коррекции без структурных ограничений, структурной, а так же структурной взвешенной матричной коррекции как двойственной пары несобственных задач ЛП, так и одной несобственной задачи ЛП первого рода. Наиболее важными результатами первой главы следует считать:

- достаточные условия разрешимости несобственной задач ЛП 1-го после матричной коррекции ее допустимой области без учета структурных ограничений (теоремы 1.2.8, 1.2.9);
- достаточные условия разрешимости несобственной задачи ЛП 1-го после матричной коррекции ее допустимой области с учетом структурных ограничений (теоремы 1.4.5, 1.4.6);
- достаточные условия разрешимости несобственной задачи ЛП 1-го после взвешенной матричной коррекции ее допустимой области с учетом структурных ограничений (теоремы 1.6.5, 1.6.6).

Главное значение указанных результатов заключается в том, что они обосновывают ценную для несобственных задач ЛП большой размерности возможность их исправления путем решения задачи матричной коррекции допустимого множества одной задачи ЛП вместо решения задачи матричной коррекции пары взаимно двойственных задач ЛП, более сложных алгоритмически и требующих вдвое большего объема оперативной памяти.

Во **второй главе** представлен квазиньютоновский алгоритм решения семейства вспомогательных задач безусловной минимизации, к которым сводятся

рассматриваемые в диссертации задачи матричной коррекции. Наиболее важными результатами второй главы следует считать:

- аналитические формулы для вычисления градиента целевой функции задачи безусловной минимизации, к которой редуцируется задача матричной коррекции допустимой области несобственной задачи ЛП без учета структурных ограничений (п.п. 2.2.1, 2.2.2);
- аналитические формулы для вычисления градиента целевой функции задачи безусловной минимизации, к которой редуцируется задача матричной коррекции допустимой области несобственной задачи ЛП с учетом структурных ограничений (п.п. 2.3.1, 2.3.2);
- аналитические формулы для вычисления градиента целевой функции задачи безусловной минимизации, к которой редуцируется задача матричной коррекции допустимой области несобственной задачи ЛП с учетом весов и структурных ограничений (п.п. 2.4.1, 2.4.2);
- редукция к задачам безусловной минимизации задач матричной коррекции с некорректируемыми строками матрицы коэффициентов и аналитические формулы для вычисления градиентов соответствующих целевых функций (п. 2.5).

В **третьей главе** представлены результаты вычислительных экспериментов с набором несобственных задач из репозитория Netlib. Указанные эксперименты свидетельствуют о работоспособности предложенных в диссертации алгоритмов.

### **Научная новизна результатов исследования**

Научную новизну составляют

- достаточные условия существования решения задач оптимальной по минимуму евклидовой и взвешенной евклидовой матричных норм коррекции данных несобственных задач линейного программирования 1-го рода, выраженные в терминах коррекции допустимой области прямой задачи;
- достаточные условия существования решения задач оптимальной по минимуму евклидовой и взвешенной евклидовой матричных норм коррекции данных несобственных задач линейного программирования 1-го рода, выраженные в терминах коррекции допустимой области прямой задачи с учетом специальной структуры;
- редукции задач матричной коррекции данных оптимальной по минимуму евклидовой и взвешенной евклидовой матричных норм несобственных задач линейного программирования 1-го рода, учитывающие ограничения на структуру корректирующей матрицы, к задачам безусловной минимизации;
- эффективные вычислительные алгоритмы решения рассмотренных в диссертации задач матричной коррекции.

Новизна результатов подтверждается сравнением с известными результатами по тематике диссертационного исследования

## **Практическая значимость результатов исследования**

Подходы, полученные при разработке моделей и алгоритмов, исследованных в диссертации, могут быть использованы для построения методов и алгоритмов, направленных на решение практических задач, связанных с экономикой, техникой, анализом данных, обнаружением закономерностей в данных и их извлечением.

## **Достоверность и обоснованность научных положений и выводов работы**

Обоснованность полученных в диссертации результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата линейной алгебры, матричного анализа и математического программирования, наличием строгих и полных доказательств приведенных в диссертации утверждений, а также согласованностью практических результатов, полученных с помощью численных экспериментов, с теоретическими результатами, полученными в диссертационной работе.

Достоверность полученных результатов подтверждается также апробацией основных результатов на 4 научных конференциях и публикацией в 10 научных трудах соискателя, в том числе 4 работы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

## **Рекомендации по практическому использованию результатов диссертации**

Предложенные в работе методы представляется целесообразным использовать в организациях, занимающихся математическим моделированием и разработкой программного обеспечения для решения балансовых и оптимизационных задач разного типа, а также обработкой результатов наблюдений и искаженных сигналов, например, в ИММ УрО РАН, ЦЭМИ, ВНИИСИ, ВЦ РАН, ИМ СО РАН. Исследования по этой тематике следует продолжать в ИММ УрО РАН, ЦЭМИ, ВЦ РАН, ВНИИСИ, ИМ СО РАН, ПМ-ПУ СПбГУ.

## **Замечания**

В качестве замечания, которое в большей степени является рекомендацией для дальнейших исследований, отметим, что предложенные в диссертации вычислительные алгоритмы нуждаются в ряде теоретических оценок: скорости сходимости, временных затрат на выполнение вычислительных операций, а также затрат оперативной памяти.

Указанное замечание не отражается на общей положительной оценке диссертации. Она является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком профессиональном уровне. Все приведенные факты строго доказаны. Диссертант свободно владеет широким диапазоном средств, прежде всего, методами матричного анализа, классической и вычислительной линейной алгебры и

математического программирования. Полученные результаты являются новыми и вносят вклад в теорию и практические методы исследования несобственных задач линейного программирования. Они в достаточной мере опубликованы в тезисах конференций и статьях, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

На основании изложенного считаем, что диссертационная работа Хвостова Михаила Николаевича удовлетворяет требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842, а ее автор, Хвостов М.Н., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

Отзыв заслушан и обсуждён на заседании кафедры математической теории моделирования систем управления СПбГУ, протокол № 85.08/11-04-6 от 4 июня 2015 г.

Отзыв подготовили:

Заведующий кафедрой математической  
теории моделирования систем управления  
Санкт-Петербургского государственного  
университета, доктор физико-математических наук,  
профессор  
l.polyakova@spbu.ru

Л.Н. Полякова

Доцент кафедры математической  
теории моделирования систем управления  
Санкт-Петербургского государственного  
университета, кандидат физико-математических наук,  
доцент  
g.tamasyan@spbu.ru

Г.Ш. Тамасян

Сведения об организации:

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»  
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9. Сайт: [www.spbu.ru](http://www.spbu.ru)  
Кафедра математической теории моделирования систем управления СПбГУ  
198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский пр., 35, тел. +7(812)4287159.



*Л. Н. Поляковой и Г. Ш. Тамасяне  
реверсиво.*

*И. М. начальник отдела кадров  
04.06.2015*