

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Тюнина Николая Николаевича «Анализ и решение задач оптимизации направленности фазированных антенных решеток коротковолнового диапазона», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Актуальность темы работы. Повышение эффективности фазированных антенных решеток (ФАР) связано с решением многоэкстремальных задач оптимизации. Диссертация Н.Н. Тюнина посвящена разработке специализированных алгоритмов решения многоэкстремальных задач квадратичного программирования с квадратичными ограничениями с учетом специфики приложений в оптимизации возбуждения фазированных антенных решеток коротковолнового диапазона. Ключевое место в работе занимает исследование структуры рассматриваемых задач и разработка новых эвристических алгоритмов их решения с использованием градиентных методов и методов дифференциальной эволюции.

Структура работы. Диссертация изложена на 102 страницах (с приложениями), состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и трех приложений.

Первая глава посвящена обзору литературы и постановке задачи в терминах математического программирования. Кроме того, для последующей разработки алгоритмов решения задача переформулирована в вещественных числах, получена оценка евклидовой нормы ее допустимых решений и сделан переход к задаче безусловной оптимизации посредством штрафной функции.

Вторая глава посвящена исследованию структуры множества локальных оптимумов и анализу непрерывных групп линейных симметрий задачи. Описана процедура нахождения непрерывных групп симметрий и результаты ее применения к тестовым примерам. Для всех рассмотренных задач было установлено, что непрерывная подгруппа симметрий рассматриваемой задачи одномерна и ее элементы соответствуют сдвигу фаз во всех излучателях на равную величину, что позволяет снизить размерность задачи на одну переменную и сократить время счета. Учет данной симметрии может быть реализован, например, фиксацией в ноль одной из переменных задачи.

Здесь также проводится экспериментальное сравнение градиентного метода и коммерческого решателя BARON, основанного на локальной оптимизации и методе ветвей и границ. В результате проведенных экспериментов было выявлено, что в большинстве случаев фиксация одной переменной привела к ускорению работы решателя BARON.

В третьей главе разработан гибридный алгоритм, являющийся модификацией алгоритма дифференциальной эволюции, в котором к особи с лучшим значением целевой функции применяется градиентный алгоритм, когда исчерпано время счета, отведенное на алгоритм дифференциальной эволюции. Кроме того, в гибридном алгоритме применяется процедура адаптации штрафа, в которой учитывается возврат в допустимую область посредством масштабирования решения. Как показал вычислительный эксперимент, предложенная процедура адаптации штрафа приводит к сокращению погрешности получаемых решений.

Четвертая глава посвящена исследованию возможности оптимизации возбуждения ФАР в различных условиях. Вычислительный эксперимент показал, что имеется интервал параметров кольцевых ФАР, в котором учет взаимного влияния излучателей ведет к существенному увеличению коэффициента усиления в заданном направлении. При этом коэффициент усиления, соответствующий решению задачи оптимизации направленности ФАР, может до 5 дБ превышать коэффициент усиления, получаемый стандартным методом фазирования без учета взаимного влияния.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов

Все основные положения и выводы подтверждены либо достаточным количеством численных экспериментов, либо строгими доказательствами. Методика проведения численных экспериментов подробно описана, что позволяет воспроизвести полученные результаты.

Замечания.

1. В научной новизне работы п.1 указывается, что предложенный подход «приводит к сокращению погрешности получаемых решений», однако в работе не приводятся методика, как рассчитывалась данная погрешность.

2. В работе отсутствует описание разработанного программного обеспечения.

3. На странице 24 указано, что «Нашей задачей является максимизация излучения антенной решетки в заданном направлении ...», однако в формальной постановке задачи 1.9 параметр направления отсутствует.

4. В формуле 2.1 в качестве степени штрафной функции указано значение 4. В работе отсутствует обоснование выбора данной степени.

5. В таблице 7 (ст. 60) не указано время работы алгоритмов градиентного подъема и дифференциальной эволюции.

Общая оценка и заключение

Приведенные замечания не снижают научный уровень и практическую ценность диссертации. Актуальность темы, степень обоснованности выводов и научных положений работы, достоверность и новизна результатов

позволяет заключить, что диссертация Н.Н. Тюнина представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Научные результаты и выводы, представленные в диссертации, являются личным научным достижением автора в указанной области.

Результаты работы докладывались на отечественных и международных конференциях, они достаточно полно опубликованы в 8 печатных работах, три из которых – в рецензируемых изданиях, индексируемых Web of Science или Scopus, одна статья в журнале из списка ВАК. Автором по теме диссертации зарегистрирована программа для ЭВМ. Содержание диссертации и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, содержит описание основных этапов исследования, полученные результаты и выводы. Оформление автореферата и диссертации соответствует требованиям ВАК РФ.

Считаю, что диссертация Н.Н. Тюнина «Анализ и решение задач оптимизации направленности фазированных антенных решеток коротковолнового диапазона» полностью удовлетворяет требованиям ВАК (п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, ред. от 11.09.2021), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Официальный оппонент, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой вычислительной техники и защиты информации Уфимского университета науки и технологий

Картак Вадим Михайлович

Адрес места работы: 450008,
Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д.12, к. 5, ком. 308.
тел.: +7(908) 3503329
Адрес эл. почты: vtizi@ugatu.ru

Подпись Картака В.М. заверяю:
Ученый секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО «Уфимского университета науки и технологий»



Картака В.М.
11.01.23

Рожникова Д.Ф.