Введение

**Актуальность темы выпускной работы**

Оптимизация в широком смысле слова находит применение в науке, технике и в любой другой области человеческой деятельности. Оптимизация - целенаправленная деятельность, заключающаяся в получении наилучших результатов при соответствующих условиях. Поиски оптимальных решений привели к созданию специальных математических методов и уже в 18 веке были заложены математические основы оптимизации (вариационное исчисление, численные методы и др). Однако до второй половины 20 века методы оптимизации во многих областях науки и техники применялись очень редко, поскольку практическое использование математических методов оптимизации требовало огромной вычислительной работы, которую без ЭВМ реализовать было крайне трудно, а в ряде случаев — невозможно. Трудности численного решения оптимизационных задач во многом связаны с видом оптимизируемой целевой функции и количеством ее аргументов. Целевая функция может быть невыпуклой, недифференцируемой, негладкой, многоэкстремальной. Кроме того, каждое вычисление значений целевой функции может требовать значительных вычислительных ресурсов.

В настоящее время глобальная оптимизация (ГО) широко востребованное и интенсивно развивающееся направление вычислительной математики. В различных областях науки выдвигается всё больше задач, сводящихся к поиску именно глобального оптимума. Это закономерно привело к росту интереса к проблемам ГО и выделению ей в отдельную ветвь математического программирования.

Подходы ГО существенно отличаются от техники стандартных методов поиска локальных оптимумов функции (часто неспособных найти глобальное решение рассматриваемых многоэкстремальных задач) и характеризуются высокой вычислительной трудоемкостью. Проблематика моделей, методов и программных средств решения задач оптимизации является областью активных научных исследований, в которой результаты советских и российских ученых имеют широкое признание в стране и за рубежом. Известны работы В.П. Гергеля, Ю.Г. Евтушенко, А.Г. Жилинскаса, С.А. Пиявского, Я. Д. Сергеева, Р.Г. Стронгина, А. А. Жиглявского и др. Среди зарубежных ученых можно указать Р. Брента, П. Пардалоса, Я. Пинтера, Х. Туя, П. Хансена, Р. Хорста и др. При этом техники решения задач одномерной ГО исследованы достаточно глубоко, в то время как построение эффективных алгоритмов многомерной оптимизации, имеющих большое практическое значение, продолжает привлекать большое внимание исследователей.

Важнейшим полученным результатом в теории многоэкстремальной оптимизации является обоснование того факта, что в общем случае, поиск глобального экстремума оптимизируемой функции сводится к построению некоторого покрытия (сетки) в области глобального поиска. При этом данные покрытия должны быть существенно неравномерными для обеспечения эффективности вычислений — эти сетки должны быть достаточно плотными в окрестности глобального оптимума и более разреженными вдали от искомого решения. Построение таких оптимальных покрытий обеспечивается при повышении сложности самих численных методов глобального поиска.

Возможность построения адаптивных схем поиска наилучшего, то есть глобального, решения многоэкстремальных многомерных задач, отличных от переборных схем, предполагает наличие неких априорных предположений о свойствах задачи. Такие предположения служат математическим инструментом для получения оценок глобального решения задачи на основе проведенных испытаний целевой функции и играют существенную роль при построении эффективных алгоритмов глобального поиска. Для многих практических задач (таких как, например, решение нелинейных уравнений и неравенств; регулирование сложных нелинейных систем; оптимизация иерархических моделей, связанных с задачами размещения, системами обслуживания и т.п.) типичным является предположение о липшицевости функций, поскольку относительные вариации функций, характеризующих моделируемую систему, обычно не могут превышать некоторый порог, определяемый ограниченной энергией изменений в системе. Разработкой теории и методов численного решения задач подобного типа занимается липшицева глобальная оптимизация (ЛГО). Важность данной подобласти ГО объясняется как наличием большого числа прикладных задач, моделируемых при помощи липшицевых функций, так и обширностью класса таких функций.

Во многих задачах, возникающих в практике оптимизации, требуется не просто приближённое численное решение, но ещё и гарантия его близости к идеальному математическому оптимуму, а также часто гарантия того, что найденный оптимум действительно является глобальным. Подобные постановки задач обычно характеризуют термином доказательная ГО, и они являются чрезвычайно трудными.

Существенное продвижение в решении задач ЛГО достигнуто благодаря использованию алгоритмов, сочетающих методы ГО и локальные методы оптимизации. По сравнению с глобальными методами оптимизации, локальные имеют меньшую вычислительную сложность и сходятся быстрее. Данный подход позволяет успешно решать задачи с обязательным нахождением глобального оптимума.

Развитие методов ГО стимулируется не только актуальностью или сложностью этих задач, но и развитием электронно-вычислительных средств. В настоящее время параллельные и векторные суперкомпьютеры рассматриваются как один из основных инструментов для проведения исследований в различных научных и прикладных дисциплинах. В данном случае большое значение приобретают средства автоматизации разработки моделей и кодов параллельных алгоритмов, тестирования и сопровождения программных приложений (в частности алгоритмов оптимизации). Но поскольку технология программирования (особенно в параллельном исполнении) должна быть понятна конечному пользователю, специалисту в предметной области, то на первое место выступают визуальные средства автоматизации программирования параллельных приложений.

Несмотря на явный прогресс в этой области за последние два десятилетия и существенный рост возможностей вычислительной техники, существующие алгоритмы ГО недостаточно вычислительно эффективны, что не позволяет решать множество актуальных задач.

Учитывая практическую важность задач ЛГО, в том числе доказательной, и существующие сложности на пути их решения, представляются актуальными исследования по разработке эффективных алгоритмов решения подобных задач, чему и посвящена данная выпускная работа.

**Целью исследования** является разработка параллельной версии алгоритма ГО функций многих переменных модифицированным методом половинных делений (ММПД), основанном на использовании информационно-статистической стратегии оптимизации и рациональной организации вычислений за счет распределения вычислительной нагрузки между фазами глобальной и локальной оптимизации. А также средства автоматизации построения моделей параллельных алгоритмов.

**Задачи исследования**

1. Аналитический обзор состояния дел в области параллельных алгоритмов ГО и методов автоматизации построения моделей параллельных алгоритмов.
2. Разработка параллельного алгоритма глобальной оптимизации модифицированным методом половинных делений.
3. Разработка графического редактора, позволяющего создавать модели параллельных алгоритмов.
4. Исследование эффективности алгоритма глобальной оптимизации модифицированным методом половинных делений.
5. Выбор оптимальных параметров гасителя пульсаций давлений.

**Объектом исследования** является алгоритм ГО на основе алгоритма половинного деления, который может быть использованы для успешного решения сложных многомерных и многоэкстремальных задач в физике, химии, биологии, приборостроении и пр.

**Научная новизна** **исследования**.

1. Предложена новая двухфазная схема организации параллельных вычислений для задачи ГО функций многих переменных, позволяющая организовать рациональное распределения вычислительной нагрузки между фазами глобальной и локальной оптимизации.
2. Разработаны 3 модификации метода половинных делений.
3. В рамках технологии графосимволического программирования разработан графический редактор, позволяющий создавать модели параллельных алгоритмов и строить по ним программы для MPI.
4. Экспериментально доказана эффективность предложенного алгоритма по сравнению с другими существующими алгоритмами ГО.
5. Реализован поиск рациональных параметров гасителя пульсаций давлений.

**Практическая значимость**. Предложенный усовершенствованный параллельный алгоритм ГО ММПД использован при решении актуальной практической задачи – выбора оптимальных параметров гасителя пульсаций давлений. Данная задача решалась в СГАУ на 2 факультете. Была показана применимость реализованного алгоритма. На основе предложенных алгоритмов разработаны современные программные системы, которые позволяют успешно решать задачи оптимизации.

Предложенный алгоритм и средство разработки параллельных алгоритмов PGRAPH 2.0 используются в учебном процессе при проведении лабораторных работа в СГАУ по курсу “Методы и средства визуального программирования”, “Автоматизация программирования”. Была сформирована документация, содержащая подробное описание алгоритма с описанием всей необходимой информацией для проведения сравнительных исследований алгоритмов ГО по эффективности.