

В диссертационный совет Д 212.070.07
на базе ФГБОУ ВО «Байкальский
государственный университет»
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора

Гребенюка Григория Ивановича

на диссертационную работу «Численные модели и их программная реализация в задачах оптимизации пространственных металлических конструкций», представленную Ле Чан Минь Дата на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы исследований

Пространственные металлические конструкции (ПМК) находят широко применение в современном строительстве. Рациональность проектных решений для этих конструкций связана с подбором их геометрических параметров при выполнении нормативных требований по прочности, жесткости и т.д. Такая задача достаточно полно и эффективно может быть формализована как задача *проектировочного расчета* ПМК согласно некоторому критерию оптимальности (или задача оптимального проектирования). Между тем, оптимизационные алгоритмы не находят должной реализации в современных программных комплексах, которые ориентированы на задачу *проверочного расчета*. Это связано, с одной стороны, со сложностью их алгоритмической и программной реализации, а с другой, с проблемами их восприятия со стороны инженеров-проектировщиков. При этом необходимо учесть, что алгоритм решения задачи оптимизации пространственных конструкций связан с дополнительными трудностями, т.к. требует больших вычислительных ресурсов вследствие того, что число параметров, входящих в их расчетную конечно-элементную модель, может быть значительным.

Таким образом, задача, связанная с разработкой поисковых методов и алгоритмов оптимального проектирования конструкций, конечно-элементная и

оптимизационная модель которых имеет существенную размерность, является актуальной. Автоматизация этих алгоритмов может существенно повысить качество и сроки проектирования, обеспечить снижение материалоемкости проектируемых конструкций. В связи с вышеизложенным диссертационная работа соответствует выбранной специальности, а актуальность темы исследований не вызывает сомнений.

Научная новизна темы:

1. Разработана математическая модель задачи нелинейного программирования, где функции ограничений формируются на основе данных, полученных решением задачи конечно-элементного анализа пространственных стержневых систем. С использованием этой модели разработан алгоритм автоматизированного проектировочного расчета пространственных металлических конструкций с оптимизацией их геометрических параметров согласно заданному критерию.

2. Усовершенствована методика оптимизации с использованием модифицированной функции Лагранжа путем автоматической настройки коэффициентов нормировки целевой функции и функций ограничений.

3. Предложен оригинальный подход к решению задачи оптимизации пространственных металлических конструкций, где заложена возможность варьирования, как параметрами поперечного сечения, так и координатами узлов на непрерывном и дискретном диапазоне.

4. Разработан алгоритм оптимизации ПМК на основе аппроксимаций, для чего в программный комплекс оптимизации встроен модуль анализа чувствительности параметров стальных конструкций.

Достоверность результатов, полученных в работе подтверждается применением корректных математических подходов, использующих численные методы конечно-элементного анализа и методы решения условно-экстремальных задач, а также сравнением с результатами тестовых задач оптимизации с помощью других ПК.

Практическая значимость результатов исследования заключается в следующем:

1. Разработаны методы и алгоритмы оптимизации, на основе которых создан программный комплекс *РОПМК*, позволяющий решать практические задачи оптимизации ПМК с включением нормативных требований по прочности, устойчивости и жесткости.

2. Для тестирования функций ограничений, включающих нормативные требования к ПМК, разработан программный модуль *АНаСК*, реализующий анализ чувствительности параметров стальных конструкций.

3. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе при проведении занятий по дисциплинам «Металлические конструкции» и «Строительная механика», а также аспирантами, научными работниками, которые занимаются вопросами оптимизации конструкций.

Содержание и оформление диссертации можно оценить следующими положениями:

1. Структура и содержание диссертационной темы является логически связанными и соответствуют поставленной цели исследования. Задачи, поставленные соискателем, полностью решены. Содержание диссертации состоит из пяти глав, перечня основных результатов и выводов по работе, биографического списка литературы и приложений (общий объем диссертации составляет 173 стр.). В первой главе выполнен аналитический обзор современных подходов к решению задач оптимизации пространственных металлических конструкций; вторая глава посвящена построению математической модели, используемой в задаче оптимизации ПМК по критерию минимального объема в условиях статических воздействий; в третьей главе дано описание разработанного программного комплекса (ПК); в четвертой главе выполнены решения тестовых и практических задач оптимизации ПМК, которые иллюстрируют эффективность разработанной математической модели, алгоритма на её основе и программного обеспечения. В пятой главе исследована задача оптимизации опоры линии электропередачи, конечно-

элементная модель которой имеет существенную размерность (97 узлов, 255 элементов).

2. Оформление диссертации соответствует действующим стандартам. Рубрикация по главам и параграфам соответствует логике изложения. Иллюстративный материал дополняет текст.

3. Основные результаты исследований опубликованы в 13 статьях и апробированы на 4 научных конференциях.

4. Содержание диссертации отражает основные результаты работы и раскрывает её научную и практическую ценность.

5. Автореферат соответствует содержанию диссертации и полно отражает основные результаты выполненных исследований.

По работе имеются следующие замечания:

1. При исследовании свойств модифицированной функции Лагранжа F_p можно было провести более полное исследование зависимости её характера от таких входных параметров, как величина максимального сдвига ΔZ^{max} и коэффициент штрафа k_{min} , с целью автоматической настройки при их назначении.

2. В четвертом главе при рассмотрении решения задачи оптимизации каркаса на основе аппроксимации, авторские результаты показаны, что алгоритм требует существенно меньшего числа обращений к вычислению функций ограничений, чем алгоритм, где функции ограничений вычисляются напрямую. Однако при этом получено большее значение функции цели по сравнению с первыми двумя вариантами, что не отмечено в тексте диссертации.

3. В автореферате стр. 8 и в диссертации стр. 44 на блок-схеме алгоритма решения задачи НЛП автор пропустил индексные обозначения в формуле пересчета коэффициентов нормировки k и двойственных переменных y .

4. Из текста диссертации стр. 102 была опечатка ссылки на таб. 4.2 а не "таб. 4.3".

В качестве пожеланий следует отметить:

– целесообразно **дальнейшее развитие** предложенных в диссертации исследований для решения задач оптимизации пространственных металлических конструкций, подверженным динамическим воздействиям.

– рекомендуется более широкое внедрение полученных результатов в организациях, занимающихся вопросами проектирования пространственных металлических конструкций;

– методы и алгоритмы, предложенные в диссертации, целесообразно использовать при чтении курса дисциплинам «Строительная механика» и «Металлические конструкции».

Заключение по диссертационной работе:

Диссертация Ле Чан Минь Дата является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему и соответствует паспорту специальности 05.13.18. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Полученные результаты являются новыми и имеют несомненную практическую ценность. На основе этого можно сделать заключение о том, что диссертация удовлетворяет требованиям ВАК РФ, и её автор, Ле Чан Минь Дат, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
«Строительная механика»

Гребенюк Г.И.

«11» ноября 2016 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»
630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, Телефон: (383) 266-41-25, Факс: (383) 266-40-83, сайт: <http://www.sibstrin.ru>, e-mail: greb@sibstrin.ru

Г