

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Качанова Марка Лазаревича на диссертацию Ибрахим Анас на тему «Разработка нового программного комплекса для анализа пространственных каркасных конструкций», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа посвящена актуальной теме усовершенствования отдельных алгоритмов прочностного анализа и проектирования многоэтажных каркасных конструкций и их реализации в программном комплексе, разработанном автором. Несмотря на наличие программного обеспечения для моделирования строительных конструкций, принадлежащего лидеру мировой индустрии в этой области, компании Autodesk, автору удалось найти возможности ускорения, автоматизации и повышения точности некоторых процедур расчета, что отражается на надежности результатов и экономичности процесса проектирования, поэтому *актуальность темы исследований не вызывает сомнений.*

Содержание диссертации. Работа, состоящая из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, *обладает внутренним единством.* Во введении изложены цель и задачи исследования, их научная новизна и значимость, а также основные положения, выносимые на защиту. В первой главе дана краткая историческая справка о разработке программ для расчета и проектирования строительных конструкций, а также о компаниях-разработчиках. Далее, в этой же главе, приведены основные сведения о методе конечных элементов и методах динамического анализа конструкций, на основе которых разработаны алгоритмы, реализованные в программном комплексе автора диссертации, которые детально описаны во второй главе. Третья глава содержит краткое руководство пользователя указанного комплекса. В четвертой главе представлены основные результаты работы – описание новых разработанных автором процедур расчета. В заключении сформулированы основные результаты работы.

Автор выполнил внушительный объем работ, показывающий его высокую квалификацию в области инженерной механики, вычислительных методов строительной механики, математического моделирования механических систем, разработки архитектуры программного обеспечения и программирования.

Тематика диссертации *соответствует указанной специальности.*

Практическая значимость работы очевидна и не нуждается в обсуждении.

Новизна и теоретическая значимость работы отражены в следующих новых разработанных автором алгоритмах, позволяющих ускорить и расширить функциональность существующих известных программ:

1. Предложена новая итеративная процедура учета консолидационной осадки мелко-заглубленных фундаментов многоэтажных каркасных конструкций, использующая феноменологические модели поведения фундаментов в глинистых грунтах, которая позволяет автоматизировать процесс расчета.
2. Предложена модификация матрицы жесткости элементов, позволяющая снизить погрешность расчета кривой несущей способности при образовании пластических шарниров.
3. Разработан алгоритм оптимального проектирования железобетонных колонн, не требующий предварительного расчета распределения арматуры по сечению колонны и позволяющий автоматизировать этот процесс.
4. Реализован ускоренный аналог процедуры расчета кривых несущей способности железобетонных колонн на основе их эллиптической аппроксимации, обладающий достаточной точностью, но при этом существенно менее ресурсоемкий.
5. Разработана новая методология и библиотека инструментов графической среды для расчета распределения арматуры во всех элементах конструкции, позволяющая изменять детали проектирования в процессе расчета.

Добавлю также, что разработанный программный комплекс вполне можно использовать для моделирования поведения пористых материалов с определенной микроструктурой и высокой пористостью, что может найти свое применение в *материаловедении*.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием известных моделей поведения материалов под нагрузкой, адекватным применением вычислительных методов механики, строительных норм и правил. Предложенные новые алгоритмы не противоречат основным законам механики и логически обоснованы. Результаты расчетов, выполненных с помощью авторского программного комплекса, согласуются с результатами работы подобных программ известных производителей.

В качестве **замечаний** к диссертационной работе можно отметить следующие моменты:

1. Содержательная часть работы написана очень тяжелым для восприятия языком с ошибками изложения; это касается как русского, так и английского вариантов.
2. В главе 1 следовало бы уделить больше внимания описанию алгоритмического функционала известных программ-конкурентов.
3. В описании основных этапов метода конечных элементов на стр. 23 четвертый этап следовало бы разделить на отдельные этапы: формирование глобальной матрицы жесткости, вектора граничных условий, решение разрешающей системы линейных уравнений и расчет напряжений.
4. Правильно ли я понял, что программный комплекс предназначен для расчета многоэтажных конструкций только с мелко-заглубленными фундаментами? Какие ограничения это накладывает на этажность зданий? В чем заключается сложность расчета других фундаментов?
5. В формулировке цели работы говорится о разработке программного комплекса для выполнения статического, динамического и сейсмического анализа. В чем разница между двумя последними?

6. В разделе 4.3 предложена приближенная процедура расчета кривых несущей способности колонн с использованием эллиптической аппроксимации. Однако точность указанной процедуры не обсуждается. Следовало бы указать, при каких нагрузках допустима такая аппроксимация, в каких случаях ее погрешность будет максимальной и какова ее величина.
7. В разделе 4.3.2 представлено сравнение результатов расчетов кривых несущей способности колонн, выполненных в программном комплексе автора работы и в программе ETABS. Однако не указано, каким способом проводился расчет: с использованием наиболее точной процедуры или эллиптической аппроксимации. Кроме того, для наглядного сопоставления результатов необходимо приводить их относительную разность, а не их абсолютные значения.

Указанные замечания не умаляют практической и теоретической значимости полученных результатов.

Диссертация Ибрахима Анаса на тему: «Разработка нового программного комплекса для анализа пространственных каркасных конструкций» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Ибрахим Анас заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета,
Доктор философии,
Профессор Университета Тафтса, США
(Professor of Tufts University, USA)



Качанов Марк Лазаревич
(Mark Lazar Kachanov)

1st May 2023

Commonwealth of Massachusetts

On this 1st day of May, 2023,

Mark Lazar Kachanov
personally appeared before me, and proved to me through
satisfactory evidence of identification, which were MA License
to be the person whose name is signed on the preceding or
attached document in my presence.



Carol W. Downing
CAROL W. DOWNING, Notary Public
My Commission Expires October 18, 2023

