

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Диссертационная работа М.И. Бочкова направлена на совершенствование метода конечных элементов в форме классического смешанного метода применительно к системам с односторонними связями. Конструкции и сооружения с односторонними связями достаточно широко распространены в строительстве. Заложенные в современные программные комплексы алгоритмы на основе метода конечных элементов в форме метода перемещений требуют больших затрат машинного времени для расчета систем с односторонними связями, и кроме того зачастую возникает проблема закливания при расчете. Таким образом, выбранное автором направление исследований представляется весьма актуальным.

Соискатель в своей работе рассмотрел системы с односторонними связями, работающими только на растяжение, только на сжатие, а также с односторонними связями, характеризующимися нелинейной работой. Вычисления выполнялись с использованием пакета Scilab. Также было проведено сравнение результатов расчетов с решениями других авторов, сравнение с результатами расчета в программном комплексе ЛИРА, экспериментальными исследованиями. Все это позволяет говорить о несомненной достоверности результатов.

Если же говорить о **научной новизне** работы, то отметим в первую очередь, что М.И. Бочковым предложены новые алгоритмы численного решения задач статики систем с различными типами односторонних связей, сочетающие в себе все преимущества МКЭ в форме смешанного метода и метода компенсирующих нагрузок, и доказана высокая эффективность разработанных алгоритмов.

Необходимо сделать **замечания** к автореферату соискателя:

1. Соискатель в автореферате с излишней подробностью приводит исторический экскурс по проблеме расчета систем с односторонними связями, и в то же время не освещен ряд интересных задач, представленных в диссертации. Например, задачи о конструкциях, элементами которых являются нити.
2. Сопоставляя эффективность МКЭ в форме классического смешанного метода (КСМ) с решением В.П. Алёнина на основе метода сил, автор указывает, что

предлагаемый им подход требует меньшего числа итераций. Однако при использовании МКЭ в форме КСМ система уравнений содержит большее число неизвестных (перемещения и усилия), и трудоемкость одной итерации выше, чем при использовании других методов.

Тем не менее, указанные замечания нисколько не снижают научной значимости работы. Считаем, что работа имеет высокую оценку и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в актуальной редакции), а ее автор заслуживает присуждение учёной степени кандидата технических наук по специальности: 2.1.9. Строительная механика.

Настоящим даем согласие на автоматизированную обработку персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

кандидат технических наук (01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), доцент (05.23.17 – Строительная механика), заведующий кафедрой «Сопроотивление материалов» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
e-mail: litvstep@yandex.ru



Степан
Викторович
ЛИТВИНОВ

доктор технических наук (05.23.17 – Строительная механика), доцент, профессор кафедры «Сопроотивление материалов» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
e-mail: anton_chepurnenk@mail.ru



Антон
Сергеевич
ЧЕПУРНЕНКО

Подпись рук к.т.н., доц. С.В.Литвинова и д.т.н., проф. А.С.Чепурненко удостоверяю, учёный секретарь учёного совета ДГТУ



Владимир
Николаевич
АНИСИМОВ

10.01.2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ), 344000, Россия, г. Ростов-на-Дону, Площадь Гагарина, 1, тел.: 8(800)100-19-30, e-mail: reception@donstu.ru, <https://donstu.ru/>

Кафедра «Сопроотивление материалов» ДГТУ: 344022, Россия, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, корп. 26, каб. 202, тел.: 8(863)201-91-36, e-mail: spu-52.4@donstu.ru

с отзывом ознакомлен


ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика

Метод конечных элементов (МКЭ) в форме классического смешанного метода является альтернативным методом строительной механики, альтернативным устоявшемуся МКЭ в перемещениях.

Анализ эффективности альтернативных методов применительно к различным задачам строительной механики, расширение области их применения и выявление тех областей, в которых альтернативные методы более эффективны в сравнении с уже устоявшимися, является, несомненно, актуальной проблемой строительной механики, как науки.

Именно это формулируется диссертантом, как цель диссертационной работы. Актуальность и научная новизна этой цели определяет и перечень задач исследования, сформулированных диссертантом. Научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы подтверждается полученными в ней результатами. Достоверность этих результатов обоснована диссертантом убедительно решением в диссертационной работе известных задач-тестов.

В автореферате четко и логически последовательно изложено содержание диссертационной работы.

Список публикаций по теме диссертации позволяет сделать вывод о достаточно полном отражении в них основных результатов диссертационного исследования.

Отмечая положительные стороны диссертационной работы, следует высказать следующее замечание:

На странице 12 автореферата написано:

«Кинематические неизвестные двух смежных КЭ с общим узлом i связаны соотношениями $q_4^{(i-1)} = q_1^{(i)}$; $q_5^{(i-1)} = q_2^{(i)}$; $q_3^{(i)}$, а силовые неизвестные связаны соотношениями: $\tilde{q}_6^{(i)} = q_3^{(i+1)}$ », хотя из рисунка 2, на который ссылается автор, явно следуют соотношения $q_3^{(i-1)} = q_1^{(i)}$, $q_4^{(i-1)} = q_2^{(i)}$; $\tilde{q}_6^{(i-1)} = \tilde{q}_5^{(i)}$; $\tilde{q}_7^{(i-1)} = \tilde{q}_7^{(i)}$

Высказанное замечание не снижают общей положительной оценки, выполненного диссертантом исследования.

Считаю, что диссертация ««Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты и

положения, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Бочков Максим Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

Кандидат технических наук
(специальность 05.23.17 –
Строительная механика), доцент,
заведующий кафедрой
«Сопротивления материалов,
теоретической и строительной
механики», ФГБОУ ВО ДГТУ

Пайзулаев Магомед
Муртазалиевич

14.01.2023 г.

Подпись М.М. Пайзулаева
заверяю:
Ученый секретарь Ученого
совета, кандидат экономических
наук, доцент



Гасанова Наида
Мухудадаевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный технический университет»

Адрес: 367026, Республика Дагестан, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, д. 70, ФГБОУ ВО «ДГТУ», Архитектурно-строительный факультет, кафедра «Сопротивление материалов, теоретическая и строительная механика», кабинет 236.

Телефон: +7(960) 421 - 72 - 75

E-mail: smdstu@mail.ru, ksmtism@dstu.ru

с отзывом ознакомлен

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочкова Максима Ивановича «АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТАТИКИ СИСТЕМ С ОДНОСТОРОННИМИ СВЯЗЯМИ НА ОСНОВЕ МКЭ В ФОРМЕ КЛАССИЧЕСКОГО СМЕШАННОГО МЕТОДА»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.1.9 – Строительная механика

Актуальность исследования обусловлена активным использованием численных методов, и, в первую очередь, метода конечных элементов (МКЭ) в разных инженерных задачах. Исследование эффективности применения методов и их модификаций является необходимым этапом их дальнейшего развития.

В настоящее время не существует единого подхода к расчету конструкций и сооружений с односторонними связями. В работе М. И. Бочкова проведен анализ эффективности решения задач расчета одномерных и двумерных систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода и выполнено усовершенствование реализующих его алгоритмов.

Научная новизна исследования заключается в разработке унифицированного алгоритма на основе МКЭ в форме классического смешанного метода, являющийся общей основой для специализированных частных алгоритмов расчета систем с различными типами односторонних связей. Предложен алгоритм численного расчета систем с упрочняющимися или разупрочняющимися связями. Доказана эффективность решения задач статики систем с односторонними связями с использованием предлагаемых алгоритмов. Для ряда задач дана количественная оценка эффективности.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием основных гипотез и допущений строительной механики, обоснованных численных методов и подтверждается сравнением результатов решения задач с имеющимися решениями других авторов.

Замечания по работе:

1. Не указано, какой конечный элемент был выбран для верификации решения в ЛИРА САПР 2013 R5.

2. В автореферате хотелось бы видеть больше графических данных, которые позволили бы более наглядно представить полученные результаты.

Отмеченные выше недостатки не изменяют общей положительной оценки работы, не снижают ее теоретической и практической значимости, не ставят под сомнение достоверность полученных научных результатов.

Диссертационное исследование Бочкова Максима Ивановича выполнено на актуальную тему и является законченным научным исследованием. Работа **соответствует** требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Бочков Максим Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика.

Заведующий кафедрой
Информационных технологий,
канд. техн. наук (05.23.17 –
Строительная механика), доцент

sw.semenov@gmail.com
+7 (812) 575-05-49

17.01.2023

Семенов Алексей Александрович



Подпись

Семенова А. А.

ЗАВЕРЯЮ

Начальник управления кадров

СБГАСУ

17

01

20 23 г.

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
2-я Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург, 190005

с ответом от заказчика
Семенов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика

Работа посвящена актуальной проблеме - анализу эффективности применения МКЭ в форме КСМ при включении в нее систем с односторонними связями.

В диссертации выполнен анализ применения МКЭ в форме классического смешанного метода применительно к задачам статики одномерных и двумерных систем с изменяющейся расчетной схемой.

Разработаны частные специализированные алгоритмы численного расчета стержневых и пластинчатых систем, учитывающие особенности расчета систем с различными типами односторонних связей.

Выполнено решение задач-тестов, которые ранее решались другими исследователями на основе других подходов и методов.

Замечания:

1. Автором утверждается, что предлагаемый алгоритм имеет преимущество, заключающееся в уменьшении количества итераций, необходимых для поиска решения при равной точности расчета для некоторых систем. Но из автореферата не видно, насколько сильно уменьшается количество итераций, нет сравнительных таблиц.
2. Смешанный МКЭ приводит к несимметричным матрицам. Это требует разработки специальных методов решения получаемых систем уравнений. Эти системы могут быть и плохо обусловленными. В работе нет анализа области применимости МКЭ в форме КСМ в рассматриваемых автором задачах

Однако, считаю, что по научной новизне, актуальности темы, научному уровню и практическим результатам, диссертационная работа Бочкова М.И. соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика.

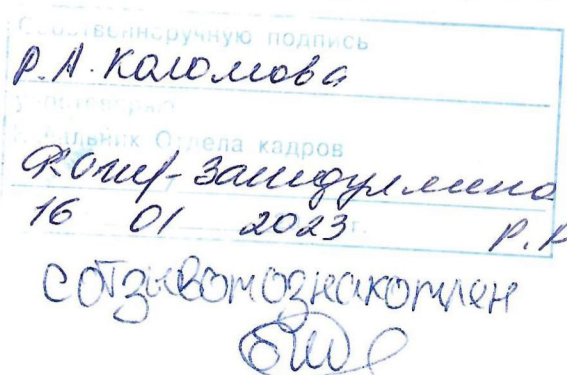
Доктор физико-математических наук, специальность 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
профессор кафедры «Механика»

Р.А. Каюмов

420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1,
Email: kayumov@rambler.ru, тел. +7 (843)510-47-23 Каюмов Рашит Абдулхакович



«16» 01 2023г.



ОТЗЫВ

на диссертационную работу Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. – Строительная механика

Расчет систем с односторонними связями, как подкласса конструктивно-нелинейных систем, является актуальной задачей строительной механики, имеющей широкое практическое применение. Отказ от допущений, которые используются для некоторых подобных систем на сегодняшний день, позволит добиться уточнения расчета конструкций, и, как следствие, положительного экономического эффекта.

Целью диссертационной работы М. И. Бочкова выступает анализ эффективности алгоритмов расчета систем с односторонними связями, основанными на методе конечных элементов в форме классического смешанного метода. Данная проблема представляется весьма *актуальной*, так как на сегодняшний день единого устоявшегося алгоритма расчета систем с односторонними связями не существует и многими учеными в этой области отмечаются недостатки существующих алгоритмов.

Для решения поставленной задачи соискатель эффективно использует метод конечных элементов в форме классического смешанного метода, эффективность которого продемонстрирована в работах научного руководителя Игнатьева А.В. Достоверность полученных результатов основана на корректности поставки задач, строгом применении математического аппарата, сравнении их с результатами, полученными другими методами и сомнений не вызывает.

Автором разработаны новые алгоритмы расчета систем с различными типами односторонних связей, а также проведена верификация полученных результатов через решение известных задач-тестов, некоторые из которых не могут эффективно решаться алгоритмами расчета, построенными на основании других подходов. Так как указанные результаты получены впервые, то можно говорить о *научной новизне* работы.

По автореферату следует сделать следующее замечание:

1. На странице 12 в описании связей неизвестных перемещений координата q_3 в i -м узле не связана каким-либо соотношением с соответствующей координатой в смежном конечном элементе.

Допущенная неточность, является, вероятно, опечаткой, и поэтому сделанное замечание не снижает ценность работы, значимость полученных автором результатов и не влияет на общую положительную оценку диссертационного исследования.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9.-Строительная механика.

Согласно автореферату, работа Бочкова Максима Ивановича посвящена актуальной проблеме развития альтернативных общепринятому на сегодняшний день методу конечных элементов (МКЭ) в форме перемещений, а именно – изучению МКЭ в форме классического смешанного метода, активно разрабатываемого в научной школе Игнатьева В.А. и научным руководителем диссертационной работы Игнатьевым А.В.

Целью диссертационной работы является анализ эффективности применения МКЭ в форме классического смешанного метода к решению подкласса конструктивно нелинейных задач, построение алгоритмов расчета этих задач и определение эффективности разработанных алгоритмов в сравнении с уже существующими.

Автореферат диссертации выполнен на высоком научном уровне; позволяющем оценить вклад автора в изучаемую проблему.

Достоверность полученных результатов обеспечена: – использованием в работе основных гипотез и допущений строительной механики; – обоснованностью численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений; – сравнением результатов решения задач с имеющимися решениями других авторов, полученными другими методами.

По автореферату следует сделать следующее замечание:

На стр. 10 автореферата приведена классификация автором односторонних связей на жесткие, упругие линейные и нелинейные. При этом по главам диссертация разделена на расчет связей, работающих на сжатие, работающих на растяжение и нелинейных связей, что нарушает логику приведенной в первой главе классификации.

Диссертация является научной квалификационной работой, которая по своему содержанию и значимости соответствует требованиям, изложенным в п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделанное замечание не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку работы.

Считаю, что Бочков Максим Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Профессор кафедры «Строительные материалы,
конструкции и технологии»
Института урбанистики, архитектуры и строительства
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»
доктор технических наук по специальности
05.23.17 (2.1.9) – Строительная механика, доцент.

Ким Алексей Юрьевич

тел.: +7 (452) 99-87-84

e-mail: sberbanksp@yandex.ru

« 23 » января 2023 г.

Адрес: Приволжский федеральный округ, Саратовская область,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, СГТУ имени Ю.А. Гагарина

Подпись Кима Алексея Юрьевича



достоверно

Ученый секретарь Ученого совета

СГТУ имени Ю.А. Гагарина

Тищенко Наталья Викторовна

с отзывом о замечании

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Рассматриваемые в диссертации М.И. Бочкова конструкции относятся к классу систем с изменяющейся расчетной схемой. Изменение расчетной схемы может происходить под воздействием различных факторов, в том числе и агрессивных сред, в которых находится конструкция. Поэтому разработанный в диссертации М.И. Бочкова обобщённый унифицированный алгоритм расчета систем с односторонними связями может быть успешно применён и в данном случае.

В четырёх главах диссертации достаточно подробно рассмотрены основные типы односторонних связей, предложены алгоритмы их расчета с помощью метода конечных элементов в форме классического смешанного метода. Алгоритмы верифицированы результатами решения известных задач-тестов, на которых была продемонстрирована их эффективность. Достоверность результатов исследования не вызывает сомнений.

Отмечая положительные стороны диссертационной работы, следует высказать следующее замечание, а вернее пожелание:

- в диссертации недостаточно четко описана возможность расширения области применения разработанного унифицированного общего и частных алгоритмов. В частности, это относится к процессам, развивающимся во времени: влияние коррозионной среды, динамических воздействий и так далее.

Тем не менее, высказанные замечания не снижают общей положительной оценки, выполненного диссертантом исследования. Диссертационная работа является законченной научной работой и удовлетворяет всем требованиям и критериям ВАК России к кандидатским

диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Заместитель Председателя Поволжского отделения
Российской академии транспорта, академик РАТ,
профессор кафедры «Транспортное строительство»
ФГБОУ ВО «Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю. А.»,
профессор, доктор технических наук
по специальности 2.1.9 (ранее 01.02.03) – Строительная механика

Овчинников Игорь Георгиевич

Адрес:
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
тел. (8452)99-89-05
e-mail: bridgesar@mail.ru

составом ознакомлен
ОИУ

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бочкова Максима Ивановича «Анализ эффективности решения задач статики систем с односторонними связями на основе МКЭ в форме классического смешанного метода», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика

Проблема расчета строительных конструкций, включающих односторонние связи, была и остаётся актуальной на сегодняшний день. К таким системам строительной механики, в частности, относятся системы здание-основание, расчет которых с учетом одностороннего контакта является одним из наиболее прогрессивных подходов к расчету зданий и сооружений. Другим широким классом подобных задач являются вантовые системы. В автореферате рассматриваются эти типы конструкций, что позволяет сделать вывод об актуальности проведённого соискателем исследования.

В автореферате приведена классификация односторонних связей, применяемая автором в работе, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, а также научная новизна. Приведенные примеры решения задач подтверждают эффективность разработанных автором методик и алгоритмов. Практическую значимость работы подтверждает свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, в которой реализованы разработанные автором алгоритмы.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. При перечислении исследователей, занимавшихся проблемой расчета систем с односторонними связями, автор не упомянул следующих ученых, внесших значительный вклад в эту проблему:

а) Вовкушевский А.В., Шойхет Б.А., в монографии которых «Расчет массивных гидротехнических сооружений с учетом раскрытия швов» 1981 г., приведен один из алгоритмов решения задач с односторонними связями;

б) Кравчук А.С., в монографии которого «Вариационные и квазивариационные неравенства в механике» 1997 г., изучены математические постановки задач с односторонними связями;

в) Белостоцкий А.М., в докторской диссертации которого (1998 г.) исследовались проблемы численного моделирования систем с односторонними связями;

г) Ловцов А.Д., в монографии которого «Линейная задача дополненности в строительной механике систем с односторонними

связями» 2013 г., есть глава, посвященная смешанному методу расчета систем с односторонними связями.

2. В блок-схеме на странице 14 используются специальные термины и сокращения, описание которых в тексте автореферата отсутствует.

Сделанные замечания не могут повлиять на общую положительную оценку работы в целом.

Содержание автореферата позволяет заключить, что диссертационная работа удовлетворяет критериям ВАК на соответствие исследования уровню кандидатской диссертации, а диссертант – Бочков Максим Иванович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика.

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

Доктор технических наук
(научная специальность 01.02.04
– Механика деформируемого
твердого тела),
профессор Высшей школы
промышленно-гражданского и
дорожного строительства СПбПУ

Лалин
Владимир
Владимирович

19 января 2023 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Адрес: 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29

Телефон: 8 (812) 552-60-87

E-mail: vllalin@yandex.ru



Подпись: *Лалин В.В.*
УДОСТОВЕРЯЮ
подписавший специалист
кадрам: *Сосисернова Н.И.*
19.01.2023 г.

с отзывом ознакомлен
Сид