

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича
«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с
сосредоточенными массами», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

Стержневые упругие элементы в настоящее время широко применяются в народном хозяйстве в составе различных устройств и приспособлений, в качестве несущих и амортизирующих элементов. В представленной диссертации автором рассматриваются актуальные задачи по созданию новых математических моделей и проблемно-ориентированных программных комплексов, позволяющих рассчитывать статические и динамические характеристики стержневых упругих элементов и имеющих высокий потенциал масштабирования, что является актуальной научно-технической задачей.

В работе автор демонстрирует подход с последовательным усложнением моделей, рассматривая статику, динамику и контактно-волновую составляющую процесса динамического изгиба упругого элемента, в контексте технических объектов - стержневых упругих элементов амортизаторов. В конце работы демонстрируется синтез ранее рассмотренных выражений для случая зафиксированных сосредоточенных масс и приводится экспериментальное подтверждение точности разработанных программных комплексов.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Создана и реализована оригинальная математическая модель нелинейного изгиба стержневых упругих элементов амортизаторов на основе уравнения Эйлера-Бернулли, отличающаяся от существующих использованием в ней метода минимизации целевой функции для уменьшения трудоёмкости решения.
2. Разработана методика расчёта динамического изгиба стержневых элементов амортизаторов, отличающаяся возможностью многократного использования однократно рассчитанных силовых характеристик стержневых элементов при расчёте параметров ударяющих амортизируемых тел с различными массами и начальными скоростями.
3. Разработана комплексная методика расчёта квазистатического и динамического изгибного деформирования стержневых элементов с зафиксированными сосредоточенными массами, в отличие от существующих методов учитывающая контактно-волновые явления и использующая метод многомерной минимизации, позволяющая эффективно с низкой трудоёмкостью производить численное решение.
4. Создана новая экспериментальная установка и на ее базе самостоятельно выполнены эксперименты, позволяющие верифицировать предложенные расчётные зависимости времен первого останова и изгибных

амплитуд стержневых элементов с зафиксированными варьируемыми сосредоточенными массами при амортизации ими ударяющего тела.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а именно пунктам 2, 3 и 8.

Материалы диссертации опубликованы в 17 статьях, в том числе две статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России (категория К2). По теме диссертации автором получено четыре свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Результаты работы внедрены в промышленность и образовательный процесс Тульского государственного университета.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. Из автореферата неясно, какие допущения и гипотезы применялись в представленных моделях.

2. В автореферате не оговорено изменение трудоёмкости при расчёте статики и динамики стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами, относительно элементов без сосредоточенных масс.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», которая выполнена на достаточно высоком научном уровне, и отвечает требованиям, установленным п.9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в актуальной редакции. Автор диссертационной работы, Левин Артём Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
вычислительной техники

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный
университет»



Ирина Евгеньевна Чернецкая

Подпись
удостоверяю
Специалист по кадрам

И. Е. Чернецкая
Специалист по кадрам

03.09.2025 г.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Адрес: 305040, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
Телефон: +7 (4712) 50-48-00
Факс: +7 (4712) 50-48-00
Адрес электронной почты: rector@swsu.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича «Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами»

*представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ*

Диссертационная работа Левина А.С. посвящена комплексному математическому моделированию изгибного деформирования стержневых упругих элементов. В работе решена актуальная задача по созданию комплексной модели изгиба стержневых упругих элементов переменного сечения с зафиксированными сосредоточенными массами, позволяющей создавать расчётные программные комплексы с учётом статики, динамики и волновых явлений, возникающих при изгибе упругих элементов ударяющейся массой. Созданные модели являются востребованными при проектировании новых изделий амортизационных устройств, имеющих в составе стержневые упругие элементы. В связи с этим представленный в диссертации материал является актуальным.

Использованный автором подход, заключающийся в применении закона сохранения энергии даёт представленным моделям потенциал к дальнейшему развитию и модификации, что продемонстрировано в работе при последовательном переходе от статики к динамике и от стержневого элемента к стержневому элементу с сосредоточенными массами.

Автором продемонстрирована возможность использования разработанных моделей для создания программных комплексов по расчёту статических и динамических характеристик упругих элементов, приведены результаты численных экспериментов. Приведено сравнение данных, полученных с использованием программных комплексов, разработанных автором и данных, полученных в результате проведённой серии экспериментов, полученные погрешности позволяют сделать вывод о возможности использования разработанных методик на практике.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

- 1) Рисунки и формулы, приведённые в автореферате должны быть крупнее для лучшей информативности.
- 2) Не описано преимущество принятой модели распространения поперечной волны в стержне перед другими существующими моделями.
- 3) В работе не рассматривается случай нагружения упругого элемента в нескольких точках, что является интересным для практического использования.

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе и не влияют на её практическую значимость. По результатам рассмотрения автореферата можно сделать вывод о том, что представленная диссертация удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» и соответствует специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Считаю, что диссертация представляет законченное научное исследование, а её автор, Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Доктор физико-математических наук
(05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ),
доцент, профессор каф. прикладной
информатики и информационных технологий
ФГАОУ ВО «Белгородского государственного
национального исследовательского
университета»

Вадим Александрович Ломазов
12.08.2025 г.



ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет».
Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.
E-mail: Info@bsuedu.ru .

Подпись Ломазова Вадима Александровича удостоверяю

М.П.

Личную подпись
удостоверяю
Специалист отдела
кадрового обеспечения
Управления
организационного и
и кадрового обеспечения



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича
«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов
с сосредоточенными массами», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности

1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В автореферате диссертации описано решение актуальных научно-технических задач моделирования изгибного динамического деформирования стержневых упругих элементов. Амортизирующие устройства с упругими стержневыми элементами широко распространены в различных отраслях машиностроения, примером таких устройств являются однолистовые рессоры, использующиеся в изделиях подвески грузовых шасси. Разработка математических моделей и программных расчётных комплексов на их основе позволит значительно сократить время разработки амортизационных устройств. Таким образом, рассмотренные задачи являются актуальными для науки и техники.

В работе последовательно решаются задачи моделирования квазистатического изгиба, динамического изгиба и контактно-волновых процессов в стержневом упругом элементе. В итоге, разработанные модели обобщаются на случай динамического изгибного деформирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами. На основе разработанных математических моделей автором созданы программные комплексы, позволяющие рассчитывать и анализировать характеристики упругих элементов.

Результаты научного исследования в виде программных комплексов внедрены в работу АО «СКБ» и учебный процесс ТулГУ.

Автореферат диссертации отражает суть проведённого исследования, написан грамотно и соответствует требованиям, предъявляемым к научно-техническим публикациям.

Замечания к автореферату:

1. Не приведены данные по трудоёмкости расчётов, выполняемых по разработанным автором и в существующих программных продуктах.
2. Не рассмотрен случай моделирования для произвольного закона внешней нагрузки, задача в данной постановке является актуальной для науки и техники.
3. Не рассмотрены диссипативные явления в ударных процессах и трении при амортизации стержневыми элементами ударяющего тела.
4. Не достаточная практическая значимость ввиду отсутствия описания прикладного применения предложенной математической модели в автомобилестроении. Кроме того, для конструктора систем подрессоривания

важны такие свойства, как собственная частота подвески, декремент затухания, прогиб и т.д., о которых нет упоминания.

5. Отсутствует описание и оценка амортизации при стационарном нагружении и последующих возможных автоколебаниях.

6. Как правило, в научных публикациях каждое уравнение пишется на одной строке, а не по два уравнения на строке.

7. Отсутствует сравнение результатов моделирования с помощью коммерческих программных продуктов с предложенной моделью, показывающее преимущество использования предложенной математической модели и указывающее на недостатки коммерческих программных продуктов SolidWorks Simulation, ANSYS, Логос, Abaqus.

Указанные замечания не снижают научной ценности работы и указывают на вопросы, решение которых в будущем позволит повысить практическую значимость результатов для автомобильной промышленности.

Диссертация Левина А.С. соответствует всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Руководитель службы конструкторских и
научно-исследовательских расчетов НТЦ,
к.т.н., доцент

 Карабцев Владимир
Сергеевич

05.09.25

Подпись Карабцева Владимира Сергеевича заверяю

Заместитель директора по развитию

Начальник отдела

Название организации:

Научно-технический центр Публичного Акционерного Общества "КАМАЗ"

Юридический адрес:

423827, Республика Татарстан, г. Набережные Челны, проспект Автозаводский, д. 2

Почтовый адрес:

423800, г. Набережные Челны, Транспортный проезд, здание 16

E-mail: Vladimir.Karabtsev@kamaz.ru



М.П.

05.09.25

Бычина Н.И.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича на тему:
«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с
сосредоточенными массами», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.2.2 «Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ»

В связи с интенсивным развитием различных отраслей промышленности и в особенности производства машин, работающих в областях, связанных с высокоскоростным импульсным нагружением является актуальной разработка математических моделей составных частей различных амортизационных устройств. В данной работе автором проведено исследование, связанное с созданием математических моделей и программных комплексов для расчётов статических и динамических характеристик стержневых упругих элементов, являющихся компонентами различных амортизационных устройств. Таким образом представленная диссертация является актуальной для науки и техники с точки зрения развития методов моделирования стержневых упругих элементов и создания отечественных программных комплексов для проведения расчётов.

В представленной работе автором последовательно решены задачи, связанные с созданием комплексной модели, позволяющей анализировать и моделировать процесс изгиба стержневых упругих элементов с учётом квазистатики, динамики и контактно-волновых явлений, возникающих в процессе функционирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами, амортизирующих ударяющуюся подвижную массу.

Автором разработаны программные комплексы, на которые получены свидетельства о регистрации. Точность расчётов с учетом контактно-волновой поправки, сделанных с помощью программных комплексов, подтверждается величиной относительной ошибки, не превышающей 8 % при сравнении с результатами экспериментов. При этом указанная величина не менее чем в два раза лучше результатов расчетов другими методами.

По результатам работ автором опубликовано 17 статей (2 статьи из рекомендуемого для публикаций перечня ВАК РФ), получено 4 свидетельства о регистрации программных комплексов для ЭВМ.

Как можно заключить, работа в целом выполнена на высоком уровне, представленные в диссертации результаты обоснованы и достоверны, однако к содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1) В автореферате не приведён состав оборудования экспериментальных установок, что не позволяет оценить погрешность измерения в процессе проведения опытов.

2) Не определён тип дифференциальной задачи. В представленной системе ОДУ 2-го порядка одновременно неизвестна ни искомая функция, ни начальные условия.

Отмеченные недостатки нисколько не снижают научной и практической ценности работы.

Считаю, что диссертация Левина А.С. является законченной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Начальник сектора АО «КБП»

кандидат технических наук,

специальность 05.07.05 «Тепловые,

электроракетные двигатели и

энергетические установки

летательных аппаратов»



28.08.25

Машеров Павел Евгеньевич

Подпись Павла Евгеньевича Машерова заверяю

Учёный секретарь НТС,

член-корреспондент РАН,

доктор технических наук,

профессор



Семашкин Евгений Николаевич

Акционерное общество "Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова"

Адрес: 300004, Тульская обл, Тула г, Щегловская засека ул, дом 59

E-mail: info@kbptula.ru

Телефон: 8 (4872) 41-00-68

В диссертационный совет 24.2.417.02,
созданный при ФГБОУ ВО ТулГУ

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Левина Артёма Сергеевича

«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов
с сосредоточенными массами»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности

1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ

В представленной диссертации поставлены и решены задачи, связанные с созданием математических моделей, позволяющих разрабатывать инженерные методики по расчёту параметров изгибного деформирования стержневых упругих элементов и их реализаций в виде комплексов проблемно-ориентированных программ.

Создание современных отечественных программных комплексов по расчёту параметров изгибного деформирования стержневых упругих элементов является актуальным, в связи с невозможностью использования большинства известных зарубежных программных комплексов по расчёту и проектированию деталей машин и их упругих элементов из-за экономических санкций наложенных иностранными государствами.

Предложенные в работе подходы и методы моделирования различных характеристик стержневых упругих элементов могут использоваться как самостоятельно, так и в составе более крупных создаваемых математических моделей. Результаты выполненных автором экспериментов, подтверждают точность разработанных математических моделей и возможность их использования на практике.

Автореферат качественно оформлен, написан технически грамотно, языком, принятым для научно-технических публикаций.

Автором опубликовано 17 статей (2 статьи в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России), получено 4 свидетельства о Государственной регистрации программ для ЭВМ, что позволяет утверждать о достаточности публикаций.

Замечания к автореферату диссертации:

- 1) Отсутствуют блок-схемы разработанных программ.
- 2) В экспериментах используются экспериментальные установки с падающим грузом, падающий груз подвижен и затрудняет оценку и измерение, вносит погрешности в полученные динамические данные. Возможно ли применение установок другого вида для повышения точности измеряемых данных?

Указанные замечания не снижают положительной оценки представленной диссертации.

Представленная диссертация и автореферат соответствуют всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям и авторефератам, а их автор Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заместитель директора
ООО ПФ «Логос»



Михаил Николаевич Крылов

29 августа 2025 года

Подпись Михаила Николаевича Крылова заверяю



Н.И. Ильинский

Данные об организации:

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ФИРМА "ЛОГОС"

Адрес: 115563, город Москва, Шипиловская ул., д. 28а

E-mail: info@logos-sim.com

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича на тему:
«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертация Левина Артёма Сергеевича посвящена созданию комплексной математической модели динамического изгиба стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами и разработки на её основе программных расчётных комплексов. Проблема анализа и расчёта стержневых упругих элементов в настоящее время актуальна, в связи с всеобщим распространением электромеханических ударных устройств. В диссертации изгибное динамическое деформирование стержневого упругого элемента рассматривается как процесс функционирования элемента в составе устройства, амортизирующего ударяющуюся массу. Разработанные автором математические модели являются актуальными с точки зрения создания современных масштабируемых программных комплексов, позволяющих выполнять расчёты с малой трудоёмкостью и высокой точностью.

Научная ценность работы заключается в разработанных автором математических моделях стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами, позволяющих анализировать изгибное деформирование элемента с учётом факторов квазистатики, динамики и контактно-волновых воздействий.

Практическая ценность работы состоит в разработанных программных комплексах, позволяющих рассчитывать характеристики стержневых упругих элементов с малой трудоёмкостью, работоспособность которых подтверждена результатами сравнения с экспериментальными данными. Практическая ценность подтверждена актом внедрения результатов диссертации в работу предприятия АО «СКБ».

Замечания к содержанию автореферата:

1) В тексте автореферата, в описании второй главы, не приведено сравнение результатов расчетного метода и метода конечных элементов;

2) Из текста автореферата не совсем ясно какой диапазон параметров стержневых упругих элементов рассматривался в работе (сечение, длина, материал, масса и скорость нагрузки);

3) Для повышения объективности и точности эксперимента целесообразно снимать дополнительные параметры состояния исследуемого объекта, например получать скорость в определенных точках при помощи анализа видеозаписи сделанной высокоскоростной камерой или закрепить на объекте дополнительные инерциальные датчики.

Обозначенные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, а также её положительной оценки.

Анализ автореферата позволяет утверждать, что проведённое исследование и его результаты являются актуальными, и обладают научной и практической ценностью.

Диссертация Левина Артёма Сергеевича «Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами» полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Кандидат технических наук,
Руководитель проектов
ООО "Производственное Объединение ОВЕН"



Минчук Сергей Викторович
«21» августа 2025 г.

Подпись Минчука Сергея Викторовича заверяю
Генеральный директор
ООО "Производственное Объединение ОВЕН"



Ламонова Елена Геннадьевна
«21» августа 2025 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича
«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов
с сосредоточенными массами», представленной на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 1.2.2 Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

В представленной работе, автор анализирует и решает задачу комплексного моделирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами. Рассматриваемая задача является актуальной в связи с интенсивным развитием различных областей производства техники, связанной с амортизацией высокоимпульсных нагрузений, где в роли амортизирующих элементов выступают стержневые упругие элементы. Предложенные модели позволяют комплексно моделировать изгибное деформирование стержневых элементов с учётом квазистатики, динамики и волновых явлений, что существенно снижает трудоёмкость разработки различных амортизирующих элементов.

Научная значимость работы, судя по автореферату, заключается в представленных моделях квазистатического и динамического изгибного деформирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами.

Практическая значимость работы состоит в разработанных автором программных комплексах, позволяющих рассчитывать квазистатические и динамические характеристики стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами и подтверждена актом внедрения результатов работы на АО «СКБ».

Автором по теме работы опубликовано 17 статей в сборниках и научно-технических журналах (2 статьи из журналов перечня ВАК Минобрнауки России по специальности 1.2.2), получено 4 свидетельства о Государственной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат диссертации отражает суть работы и соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Замечания к автореферату диссертации:

1. Текст и обозначения на рисунках трудно различимы.

2. Не представлено сравнение точности результатов и трудоёмкости вычислений различными методами.
3. Судя по рис. 10-12 в расчетах моделируются колебания низшего тона, хотя в эксперименте представлены высокочастотные гармоники вдвое большей амплитуды. Используя явный метод интегрирования по времени (Рунге-Кутты) можно было оценить амплитуды более высоких тонов колебаний..

Замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

На основании представленного автореферата можно считать, что представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Левин Артём Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Ведущий научный сотрудник,
кандидат технических наук
тел. (495) 556-22-41

 Корякин Александр Николаевич

Подпись Корякина А.Н. заверяю

Ученый секретарь диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

 Брутян Мурад Абрамович

Адрес: 140180, г. Жуковский, ул. Жуковского, д.1.

ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт имени
проф. Н.Е. Жуковского

Ученому секретарю диссертационного совета Д 403.004.01

д.ф.-м.н. М.А. Брутяну

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ЛЕВИНА Артёма Сергеевича на тему: «Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В диссертации поставлены и решены **актуальные** научно-технические задачи создания математических моделей и комплексов программ, позволяющих производить расчёты различных характеристик стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами с учётом статических, динамических и контактно-волновых процессов возникающих при изгибе упругих элементов. Рассмотренные задачи особенно **актуальны** для производств, связанных с расчётом и проектированием амортизационных устройств.

Научная новизна, судя по автореферату, заключается:

1) в создании модели изгиба стержневых упругих элементов на основе уравнения Эйлера-Бернулли, описывающий изгиб упругих элементов нагруженных по различным схемам нагружения, отличающейся использованием метода минимизации целевой функции, позволяющим добиться низкой трудоёмкости расчётов;

2) в разработке методики расчёта динамики стержневых упругих элементов, использующей единожды рассчитанную силовую характеристику для дальнейшего моделирования различных случаев амортизации ударяющихся тел различных масс и скоростей;

3) в предложенном упрощённом подходе к процессу зарождения поперечной волны в процессе соударения (тела и стержневого элемента), позволяющему произвести учёт влияния волновых процессов на динамический изгиб элемента;

4) в полученных автором моделях статического и динамического изгиба стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами, зафиксированными на оси упругого элемента;

5) в оригинальных установках и проведённых экспериментах по определению «середины времени первого полупериода» колебаний упругого элемента.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений и определяется тем, что предложенные модели, а также разработанные Левиным А.С. программные комплексы, могут быть применены в широком

классе задач, связанных с моделированием, расчётом и проектированием стержневых упругих элементов амортизирующих устройств, что подтверждается внедрением результатов работы на АО «СКБ».

Автореферат диссертационной работы Левина А.С. написан технически грамотным языком ясно и понятно разъясняет суть работы и её результатов, вместе с тем, не лишен недостатков:

- 1) не представлены параметры остановки итеративного метода минимизации целевой функции «дифференциальной эволюции»;
- 2) явно не приведено выражение потенциальной энергии стержневого упругого элемента;
- 3) в автореферате не представлены конечно-разностная схема и начальные условия для приведённого волнового уравнения;
- 4) малый масштаб представленных иллюстраций и выражений.

Отмеченные недостатки автореферата не снижают ценности полученных научных и практических результатов.

Диссертация Левина А.С. полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой технической кибернетики
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный
технологический университет
им. В.Г. Шухова»



Дмитрий Александрович Бушуев

22.08.2025 г.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова».

Почтовый адрес: 308012, РФ, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46

Тел.: +7 (4722) 30-99-46

Адрес эл. почты: bushuev.da@bstu.ru

*Подпись Бушуева Д.А. заверяю,
проректор по кадровой политике
и административно-правовой работе
ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова,
канд. юр. наук, доц.*



О.В. Владимирова

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Левина Артёма Сергеевича
«Моделирование изгибного деформирования стержневых упругих элементов с
сосредоточенными массами», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

В диссертации Левина А.С. решается актуальная задача создания комплексной математической модели изгиба стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами и программных комплексов для проведения расчётов их характеристик. Рассматриваемые стержневые упругие элементы используются в конструкциях изделий автомобильной техники, авиационной техники, измерительных приспособлений. Разработанные модели и программные комплексы могут быть широко внедрены как самостоятельно, так и как часть более крупного программного обеспечения с целью уменьшения затрат и ускорения при разработке изделий различного назначения.

Для решения поставленных задач автор провел последовательное изучение современной научно-технической литературы и известных подходов к созданию моделей изгиба стержневых упругих элементов, в результате чего получен вывод об отсутствии комплексной модели, учитывающей статику, динамику и контактно-волновые явления. Автором предложена комплексная модель динамического изгиба стержневого упругого элемента переменного сечения с зафиксированными сосредоточенными массами, на основе разработанных моделей созданы программные комплексы, работоспособность которых продемонстрирована в виде результатов численных расчётов, и их согласованностью с результатами экспериментов.

На защиту автором вынесены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1) Предложен подход к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка на основе уравнения Эйлера-Бернулли, использующий идею о единственности решения для безперегибных случаев изгиба стержневого элемента в декартовой системе координат, в результате чего, является возможным применить метод минимизации целевой функции для поиска решения.

2) Предложена модель динамического изгиба стержневых элементов, позволяющая производить расчёты изменения скорости во времени для упругих элементов, используя рассчитанные ранее силовые характеристики.

3) Предложена комплексная (обобщённая) модель динамического изгиба для стержневых упругих элементов с сосредоточенными массами, для различных схем нагружения.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Основные положения диссертации, изложенные в автореферате в достаточной степени опубликованы в 17 статьях (2 статьи из перечня ВАК Российской Федерации), зарегистрировано 4 программных комплекса.

По автореферату имеются следующие замечания.

1) Не описано преимущество выбранного метода минимизации «Differential evolution» перед другими, например, градиентными методами.

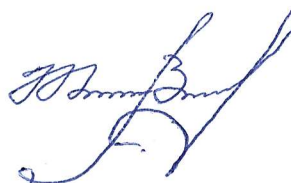
2) Науке известны различные методы решения дифференциальных уравнений, не показаны однозначные критерии выбора именно численного метода Рунге-Кутты 4-го порядка с коэффициентами Дормана-Принса.

3) Некоторые рисунки и формулы можно было бы увеличить для лучшего восприятия материала.

Замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация актуальна и является законченной научно-квалификационной работой, отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Левин Артём Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Ведущий научный сотрудник,
руководитель лаборатории
прикладного искусственного интеллекта
ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный
исследовательский центр Российской академии наук»,
кандидат технических наук



Максим
Викторович
Абрамов

19.08.2025 г.

Подпись Абрамова Максима Викторовича заверяю.

М.П.

Подпись руки  заверяю

Заместитель начальника отдела кадров СПб ФНИЦ РАН


«19» августа 2025

ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр
Российской академии наук», 199178, г. Санкт-Петербург, 14 линия, дом 39.
Электронная почта: mva@dscs.ru . Телефон: +7 (812) 508 33 11