

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
ШИМАНОВСКОГО Владимира Александровича,
выполненной по специальности

1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» на тему: «Разработка, обоснование и тестирование эффективных численных алгоритмов компьютерного моделирования динамики систем связанных твёрдых тел» и представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

1. Актуальность проведённого исследования

В диссертации В.А. Шимановского предлагаются подходы к математическому моделированию динамики механических систем состоящих из большого числа твёрдых тел. По выражению А.Н. Тихонова: «Математическое моделирование — третий путь познания», поэтому любое продвижение по этому пути является значимым и актуальным.

2. Личный вклад автора и полученные положения и результаты, степень их новизны

Как следует из автореферата, проведённое исследование представляет собой законченный результат состоящий из анализа применяемых методов, выявления их сильных и слабых сторон, разработки новых и модификации имеющихся алгоритмов построения и интегрирования уравнений движения и реализации этих алгоритмов в комплексе компьютерных программ.

Следует отметить достижение автора, состоящее в предложенной новой матричной форме уравнений движения, которая строится с использованием введённой матрицы кинематической структуры, что позволяет автоматизировать построение уравнений движения системы связанных твёрдых тел. Разработаны способы редукции к системам уравнений, содержащих меньшее число неизвестных. Получаемые таким образом уравнения в форме Лагранжа 1-го и 2-го рода и в импульсах Пуассона разрешаются относительно старших производных предложенной модификацией метода Холецкого, которая сохраняет разреженную структуру матриц, или итерационным методом типа Пауэлла-Бройдена в случае плотно заполненных матриц. Все эти результаты привели к возможности построения методов компьютерного моделирования, из которых были выбраны четыре наиболее эффективных, которые названы методами CBM, LGR, ITR и DTC. Исследован вопрос вы-

бора наилучшего метода исходя из числа тел и структуры их взаимосвязей.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, достоверность полученных результатов

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается использованием фундаментальных положений теоретической механики и классическими подходами к численному решению систем линейных уравнений. Для предложенных в диссертации новых алгоритмов доказаны теоремы сходимости и оценена вычислительная трудоёмкость. Проведены также сравнения с натурными экспериментами. Полученные результаты согласуются с общими положениями теории методов математического моделирования и результатами других авторов.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных научных результатов

Предложенная автором методика построения систем уравнений движения на основе матрицы кинематической структуры является значительным шагом к полной автоматизации расчётов динамики сложных технических систем и позволяет существенно ускорить и удешевить процесс проектирования таких систем.

Модификация метода Холецкого для разреженных систем, которая не приводит к плотно заполненным матрицам может оказаться полезной и в других областях математики, в частности при решении некоторых задач оптимизации. Другие результаты, полученные в диссертации, также представляются теоретически значимыми и практически полезными.

5. Рекомендации по использованию результатов

Результаты, представленные в диссертации могут быть использованы при проектировании сложных систем и уже используются в ЗАО «СКБ» ПАО «Мотовилихинские заводы». Результаты могут быть также использованы в ПГНИУ, ПГНИПУ, институте механики сплошных сред УрО РАН, Михайловской военной артиллерийской академии и других учебных и научных заведениях.

6. Степень полноты изложения положений, выносимых на защиту в работах, опубликованных соискателем

Результат, выносимые на защиту, опубликованы в 38 печатных работах, среди которых 6 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК, также входящих в WoS и SCOPUS, 6 программ зарегистрированы как программы для ЭВМ. Результаты неоднократно докладывались на международных и российских конференциях, а также на научных семинарах.

7. Оценка языка и стиля автореферата

Автореферат оформлен в соответствии с ГОСТ, текст изложен грамотным, чётким и доказательным языком, доступным для понимания. Стилистика изложения материала в целом вызывает удовлетворение.

8. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям (в соответствии с требованиями п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней»)

Однако к изложенным в автореферате фактам можно отнести и некоторые замечания, в частности:

1. Первой задачей, поставленной для достижения цели работы, значится проведение классификации существующих способов построения математических моделей СТТ. Однако, следов такой классификации далее в тексте автореферата не обнаруживается.
2. Приведённые на графиках рис. 1 и 2 данные о времени вычисления одного шага мало информативны, поскольку не указан ни применяемый численный метод решения системы дифференциальных уравнений, ни параметры компьютера, на котором проводились вычисления.
3. Вызывает удивление способ верификации комплекса программ путём сравнения расчётных испытаний с натурными данными, поскольку отличия результатов могут быть отнесены как к погрешностям комплекса программ так и к ограничениям механической модели (в частности к правомерности применения гипотезы о недеформируемости тел). Вызывает удивление и результат такой верификации. Погрешность в 12% слишком велика, особенно в связи с упомянутыми во введении управляемыми космическими аппаратами и роботами.

Указанные замечания не носят принципиального характера, а скорее должны быть отнесены к погрешностям описания результатов работы в автореферате и, надеюсь, что будут устранены в докладе на защите.

ВЫВОДЫ:

1. Содержание диссертации, как следует из автореферата, соответствует паспорту специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

2. Выносимые на защиту положения строго аргументированы и в достаточной степени обоснованы.
3. Полученные результаты свидетельствуют о личном вкладе автора в разрабатываемую технику построения и интегрирования уравнений динамики сложных систем твёрдых тел.
4. В целом, судя по автореферату, представленная диссертация В. А. Шимановского является самостоятельным научным исследованием с определённой долей новизны и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв составил: доктор физико-математических наук, доцент
АНДРОНОВ И.В.



Ивана Викторовича заверяю.
Врио начальника академии по СВ и БВС
ГРИБАНОВ Д.А.

«31» мая 2024 г.

ФГКВОУ ВО «Михайловская военная артиллерийская академия» МО РФ
95009, г. Санкт-Петербург, ул. Комсомола, д. 22
Тел: +7 (812) 542-15-71, email: mvaa@mil.ru