

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о соискателе Лукине Алексее Вячеславовиче 1991 года рождения, подготовившем диссертационную работу на тему: «Нелинейная динамика и устойчивость упругих элементовnano- и микросистемной техники в связных полях» по специальности 01.02.04 – «Механика деформированного твердого тела»

Лукин А.В. в 2014 году закончил Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого кафедру «Механика и процессы управления» ИПММ по специальности 15.03.03 – «Прикладная механика» и том же году был принят в очную аспирантуру по специальности 01.02.06 «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры». С 2012 после окончания бакалавриата Лукин А.В. выполняет обязанности инженера и принимает участие в многочисленных проектных работах, связанных со статическими и динамическими расчетами приборов, машин и механизмов разного типа. В том числе для микро-техники - это прочностные расчеты микро-вибрационных переключателей и вибрационных микрогироскопов, используемых, в частности, в космической и морской навигации, акселерометров, микродатчиков давления.

Со стороны нанотехники - это наноэлектромеханические системы, используемые, например, для определения массы биологической наночастицы, а также состава и концентрации малого количества биологического вещества. Причиной широкого использования приборов микро- и нанотехники является их высокая добротность и малая чувствительность к внешним температурным и влажностным флуктуациям, что связано с чрезвычайно высоким диапазоном их собственных частот от MHz до GHz.

Вторым (по сути определяющим) фактором их использования является необходимость учета нелинейности внутренней связности задачи, вызванной совместным действием деформационных и внешних электрических или магнитных полей. По существу именно решение многочисленных бифуркационных задач как статических, так и динамических для nano- и микроэлементов, выявление их поведения при изменении внешних физических нано и микрофакторов и является основной целью работы.

Другими словами задачей работы является создание дискретных и распределенных математических моделей исследуемых приборов (нелинейные микро-электромеханические осцилляторы, балки, мембранные пластинки), в ряде случаев аналитическое или асимптотическое их решение в сравнении с численными результатами. Причем следует отметить, что автор использует современные, недавно созданные численные пакеты, такие как MATCONT или CL_MATCONT, как часть (продолжение) пакета MATLAB (2011 г.), а также пакет AUTO-07P (2009 г.), непосредственно определяющий точки ветвления и

форму образуемого эластичного объекта. Данные задачи характеризуются качественной зависимостью решений от значений конкретных физических параметров: возможной множественностью решений при одних значениях параметров и отсутствием решений при других. С практической точки зрения нахождение зон существования решений, их конкретного вида и устойчивости определяет эксплуатационные характеристики приборов.

Центральной темой исследований является изучение существенно нелинейных эффектов, связанных с ветвлением (бифуркациями) форм равновесия и динамических режимов работы элементов НМСТ (НЭМС/МЭМС) при изменении внешних электромагнитных и температурных воздействий. А также анализ существования и устойчивости периодических режимов движения упругих микроэлементов НМСТ (нитей, мембран, пластин, трубок, оболочек) под действием внутренних и внешних возбуждений с возможным возбуждением параметрических колебаний. Определение характеристик электромагнитных, температурных и гидродинамических полей, в условиях которых действуют НЭМС/МЭМС. В частности, большое внимание привлекают задачи оценки влияния краевых условий и высоких градиентов названных полей на прочность и работоспособность систем.

Научную новизну составляют следующие результаты работы, являющиеся предметом защиты:

- 1) получены новые аналитические, асимптотические и численные решения ряда статических и динамических нелинейных связанных задач электроупругости и термоэлектроупругости для дискретных и распределенных моделей упругих микроэлементов: электростатических преобразователей и других компонентов НМСТ;
- 2) разработаны достаточно общие алгоритмы применения современных численных методов продолжения по параметрам решений нелинейных операторных уравнений (алгебраических уравнений, краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных) к задачам статики, устойчивости и динамики дискретных и распределенных механических систем;
- 3) исследована применимость и точность приближенных и аналитических методов теории ветвления и нелинейной механики к существенно нелинейным задачам, возникающим при моделировании НЭМС/МЭМС.

Достоверность результатов обеспечивается использованием в работе строгих методов математики и механики; сравнением результатов, полученных приближенными аналитиче-

скими методами, с точными решениями; сравнением решений, полученных численными методами, с аналитическими и асимптотическими решениями.

Апробация работы и публикации. Основные результаты диссертации опубликованы в 7 рецензированных работах из рекомендованного ВАК перечня в российских и иностранных журналах и сборниках трудов конференций, а также выступлениях на заседаниях кафедр механики Москвы и Санкт-Петербурга.

Считаю, что теоретическая подготовка, участие в исследовательских и проектных работах, полученный при этом опыт научно-исследовательской работы, позволяют считать Лукина Алексея Вячеславовича сложившимся квалифицированным научным специалистом, заслуживающим присуждения звания кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформированного твердого тела.

Научный руководитель

Профессор кафедры «Механика и процессы управления» Института прикладной математики и механики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, д. ф.-м.н. (05.13.18)

Дмитрий Юльевич Скубов



Служебный адрес: ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, 195251

Тел. +7 812 552-77-78 e-mail skubov.dsk@yandex.ru

