

Министерство образования и науки Российской Федерации
Научно-методический совет по теоретической механике
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Научно-исследовательский институт механики

СБОРНИК
научно-методических статей
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Выпуск 30

Под редакцией профессора *В.А. Самсонова*

Издается с 1968 года

Издательство Московского университета
2018

УДК531
ББК 22.21
С 23

Редакционная коллегия:

В.А. Самсонов (гл. редактор), *В.В. Александров*, *В.В. Дубинин*,
В.Ф. Журавлев, *А.В. Карапетян*, *В.В. Козлов*, *В.В. Лапишин*,
В.М. Морозов, *Р.Г. Мухарлямов*, *Ю.Д. Селюцкий* (отв. секретарь),
Ю.С. Саратов, *С.К. Слезкинский*, *К.Е. Якимова*

Рецензенты:

доктор физ.-мат. наук, проф. *А.В. Карапетян*
доктор физ.-мат. наук, проф. *М.Ю. Овчинников*

Издание осуществлено при поддержке НИИ механики МГУ

С23 Сборник научно-методических статей. Теоретическая механика
Вып. 30. / Под редакцией профессора В.А. Самсонова. – М.: Изд-во
Московского университета, 2018. – 253 с., ил.

ISBN 5-211-04992-6

Сборник содержит статьи по общим и методическим вопросам теоретической механики и материалы для повышения квалификации преподавателей, интересные механические задачи и информацию о различных мероприятиях, связанных с теоретической механикой. Кроме того, обсуждаются вопросы применения новых информационных технологий в преподавании.

Несколько статей посвящены юбилейным датам и тем утратам, которые теоретическая механика понесла в последнее время.

Сборник дает возможность преподавателям, аспирантам и студентам высших учебных заведений России сориентироваться в современных тенденциях развития теоретической механики, а также перенять опыт новейших методических разработок.

ISBN 5-211-04992-6

УДК 531
ББК 22.211

© Научно-методический совет
по теоретической механике
Минобрнауки РФ, 2018

НАШИ УТРАТЫ

*Г.А. Леонов, Н.Ф. Морозов, П.Е. Товстик,
А.А. Тихонов, С.Б. Филиппов, М.П. Юшков*

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им.
Д.Ф. Устинова

ПАМЯТИ СЕРГЕЯ АНДРЕЕВИЧА ЗЕГЖДЫ (1935-2015)

Сергей Андреевич Зегжда родился 6 марта 1935 года в Ленинграде в семье инженера-металлурга Андрея Петровича Зегжды (1897-1943) и микропалеонтолога Варвары Сергеевны Заспеловой (1905-1990). Андрей Петрович был направлен в командировку в Германию на заводы Круппа, после возвращения в Ленинград на Кировском заводе впервые плавил сталь нового образца, но в 1937 г. был необоснованно репрессирован. Варвара Сергеевна работала под руководством академика Д.В. Наливкина.

После окончания средней школы в 1953 г. Сергей Андреевич по совету своего дяди, известного гидромеханика, профессора Ленинградского кораблестроительного института Алексея Петровича Зегжды (1900-1955) поступил на отделение механики математико-механического факультета Ленинградского государственного университета.

После окончания Университета в 1958 г. по рекомендации декана факультета Н.Н. Поляхова он был оставлен лекционным ассистентом при кафедре теоретической механики. Руководитель лаборатории вибраций НИИ математики и механики имени академика В.И. Смирнова доцент Г.Н. Бухаринов предложил молодому ассистенту серьезно заняться проблемой соударения упругих тел. Защитив под его руководством кандидатскую диссертацию, С.А. Зегжда в 1988 г. защитил по этой же тематике и докторскую диссертацию. Результаты этих исследований вошли в монографию Сергея Андреевича [1], посвященную созданию и развитию теории соударения упругих тел. Свои знания в теории удара С.А. Зегжда успешно применял при создании новейшей советской техники, в частности, в танкостроении по заданию ВНИИ Трансмаш, с которым у него было длительное научное сотрудничество.

На кафедре теоретической и прикладной механики С.А. Зегжда последовательно работал лекционным ассистентом, ассистентом, доцентом, а с 1990 г. – в должности профессора.

Зегжда Сергей Андреевич был выдающимся специалистом в области динамических задач теории упругости, аналитической механики и теории управления. Он являлся автором более 120 публикаций, в том числе шести монографий и учебника для университетов «Теоретическая механика», выдержавшего 3 издания.

В 2009 г. в издательстве «Наука. Физматлит» в соавторстве с Ш.Х. Солтахановым и М.П. Юшковым им была опубликована монография по неголономной механике [2], переведенная на английский язык и вышедшая в свет в том же году в издательстве «Springer» [3]. Помимо этого, в 2007 г. на китайском языке был опубликован перевод [4] монографии [5]. За цикл монографий по неголономной механике С.А. Зегжда, Ш.Х. Солтаханов и М.П. Юшков в 2012 г. были удостоены Премии Санкт-Петербургского университета «За научные труды».

Как упоминалось выше, динамическим задачам теории упругости были посвящены кандидатская и докторская диссертации С.А. Зегжды. В дальнейшем он активно участвовал в составе школы академика Н.Ф. Морозова в изучении динамики развития трещин и в создании новых нанотехнологий.

Вопросами аналитической механики, прежде всего проблемами неголономной механики, С.А. Зегжда начал заниматься с 1975 г., когда он и М.П. Юшков были приглашены профессором Н.Н. Поляховым писать учебник для университетов по теоретической механике. Напряженная работа, длившаяся 10 лет, завершилась изданием в 1985 г. учебника «Теоретическая механика», выпущенного Издательством Ленинградского университета [6]. Авторы этого учебника в 1987 г. стали Лауреатами Первой премии Ленинградского университета. Учебник носит монографический характер и содержит ряд новых научных результатов. Например, в нем впервые приводятся выражения для множителей Лагранжа как функций времени и обобщенных координат и скоростей при наложении на движение системы классических неголономных связей. Интересно, что подобный результат для голономных связей был получен в начале XX-го века так же выпускниками Математико-механического факультета А.М. Ляпуновым и Г.К. Сусловым. Результаты Н.Н. Поляхова, С.А. Зегжды и М.П. Юшкова через 10 лет были повторены в разных редакциях в США, Италии, Швеции, Польше.

Этот учебник был удостоен Благодарности Министра высшего и среднего образования РСФСР и переиздан издательствами «Высшая школа» (2000 г., 10 тыс. экз.) и «Юрайт» (2012 г.) [6]. В настоящее время завершается работа над расширенным двухтомным четвертым изданием учебника «Теоретическая и прикладная механика», в который войдут основные новые научные результаты, изложенные в упомянутых выше монографиях.

Существенную роль в развитии теории управления сыграла статья Н.Н. Поляхова, С.А. Зегжды, М.П. Юшкова 1983-го года, посвященная обобщению принципа Гаусса на случай неголономных систем высших порядков [7]. Теорию, изложенную в указанной статье, С.А. Зегжда и М.П. Юшков предложили применять для решения одной из центральных задач теории управления о переводе механической системы за заданное время из начального фазового состояния в конечное заданное фазовое состояние. Один из классических методов решения подобных задач основан на применении принципа максимума Понтрягина при минимизации некоторого функционала, например, функционала от квадрата искомой управляющей силы. Оказалось, что такой подход можно трактовать как решение некоторой неголономной задачи, когда на движение системы наложена неголономная связь высокого порядка. Но в этом случае для решения поставленной задачи естественно использовать обобщенный принцип Гаусса, свойственный движению неголономных систем со связями высокого порядка. Применение теории иллюстрировалось отысканием управляющей силы, переводящей горизонтально движущуюся тележку с маятниками за заданное время из одного фазового состояния в другое. Задача была решена для любого конечного числа маятников. При этом оказалось, что при коротком времени движения системы при использовании принципа максимума Понтрягина (назовем это первым способом решения) и при использовании обобщенного принципа Гаусса (назовем это вторым способом решения) результаты расчетов практически совпадают, а в случае длительного времени движения они резко отличаются друг от друга. При этом при первом способе решения развиваются интенсивные колебания, а при втором способе движения элементов системы оказываются довольно плавными. Это объясняется тем, что в первом способе решения получаемая управляющая сила содержит гармоники с собственными частотами, что вводит систему в резонанс, а при втором способе управляющая сила отыскивается в виде полинома по времени. Помимо этого, удалось устранить скачки управляющей силы в начале и в конце движения, наблюдающиеся при использовании первого способа. Для

этого была впервые сформулирована и решена краевая задача, в которой дополнительно полагались равными нулю начальные и конечные значения производных от координат по времени второго и выше порядков. Отметим, что решить такую задачу с помощью принципа максимума Понтрягина не удастся, так как в этом случае решение содержит недостаточное количество произвольных постоянных, в то же время с помощью обобщенного принципа Гаусса задача решается, следует только увеличить порядок принципа. В настоящее время посмертно в издательстве «Наука» публикуется монография «Неголономная механика и теория управления» подытоживающая эти результаты.

При проведении численных расчетов выяснилось, что хотя применение обобщенного принципа Гаусса и решает поставленную задачу управления, но при некоторых значениях безразмерных переменных в системе развиваются интенсивные колебания. Эти значения параметров были названы особыми точками. В статье С.А. Зегжды, П.Е. Товстика, М.П. Юшкова [8] был предложен новый принцип неголономной механики для систем со связями высокого порядка. При его использовании в рассмотренных выше задачах управления особых точек не возникает.

В последнее время С.А. Зегжда совместно с Г.А. Леоновым, П.Е. Товстиком и М.П. Юшковым активно занимался динамикой и управлением движением нагруженной платформы Стюарта, приводимой в движение шестью пневмоцилиндрами [9]. Подобная задача, связанная с работой динамического имитационного стенда, имеет большое практическое значение. Для ее исследования оказался весьма успешным метод, предложенный ранее в статье [10].

С.А. Зегжда являлся ученым с мировым именем, он регулярно выступал с докладами на различных международных конференциях по механике, широко известна за рубежом монография [3], изданная в 2009 г. издательством Springer на английском языке.

Сергей Андреевич вел большую общественно-научную деятельность – около 20-ти лет он был заместителем декана по распределению выпускников Математико-механического факультета, в течение многих лет он являлся ученым секретарем Ученых советов по защите кандидатских и докторских диссертаций, много сил в качестве члена оргкомитета и председателя секции «Теоретическая и прикладная механика» он отдавал организации и проведению регулярно действующей Международной научной конференции по механике «Поляховские

чтения» (в феврале 2015-го года были проведены «VII Чтения», последние с его участием).

С.А. Зегжда вел различную педагогическую нагрузку – читал общие и специальные курсы, вел спец. семинары, руководил дипломными работами, магистерскими диссертациями, аспирантами, среди его учеников были доктор наук и большое количество кандидатов наук.

С.А.Зегжда имел почетное звание «Заслуженный работник высшей школы РФ», а в 2000 г. ему была присуждена Государственная научная стипендия.

Светлый образ Сергея Андреевича, не только крупного ученого, но и обаятельного и необычайно чуткого человека, обладавшего высокими душевными качествами, надолго сохранится в сердцах всех знавших его коллег.

Литература

1. С.А. Зегжда. Соударение упругих тел. СПб: Изд. С.-Петербург. ун-та. 1997. 316 с.
2. С.А. Зегжда, Ш.Х. Солтаханов, М.П. Юшков. Неголономная механика. Теория и приложения. М.: Наука. Физматлит. 2009. 344 с.
3. Sh.Kh. Soltakhanov, M.P. Yushkov, S.A. Zegzhda. Mechanics of non-holonomic systems. A New Class of control systems. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. 2009. 329 p.
4. С.А. Зегжда, Ш.Х. Солтаханов, М.П. Юшков. Уравнения движения неголономных систем и вариационные принципы механики. Новый класс задач управления. Beijing: Beijing Institute of Technology Press. 2007. 268 p. (на китайском языке)
5. С.А. Зегжда, Ш.Х. Солтаханов, М.П. Юшков. Уравнения движения неголономных систем и вариационные принципы механики. Новый класс задач управления. М.: Наука. Физматлит. 2005. 269 с.
6. Н.Н. Поляхов, С.А. Зегжда, М.П. Юшков. Теоретическая механика. Л.: Изд. Ленингр. ун-та. 1985. 536 с.; М.: Высшая школа. 2000. 592 с.; М.: Изд. «Юрайт». 2012. 592 с.
7. Н.Н. Поляхов, С.А. Зегжда, М.П. Юшков. Обобщение принципа Гаусса на случай неголономных систем высших порядков // Доклады АН СССР. 1983. Том 269. № 6. С.1328-1330.
8. С.А. Зегжда, П.Е. Товстик, М.П. Юшков. Обобщенный принцип Гамильтона-Остроградского и его применение для гашения колебаний // Доклады РАН. 2012. Том 447. № 3. С.280-283.
9. Г.А. Леонов, С.А. Зегжда, Н.В. Кузнецов, П.Е. Товстик, Т.П. Товстик, М.П. Юшков. Движение твердого тела, управляемое шестью стержнями переменной длины // Доклады РАН. 2014. Том 455. № 3. С.282-286.
10. Н.Н. Поляхов, С.А. Зегжда, М.П. Юшков. Специальная форма уравнений динамики системы твердых тел // Доклады АН СССР. 1989. Том 309. № 4. С.805-807.