Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский физико-технический институт
(государственный университет)

Российская академия наук

Российский фонд фундаментальных исследований

# Программа
# 59-й научной конференции МФТИ с международным участием

Молодежное отделение «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики»

Отделение «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе»

21–26 ноября 2016 года

Москва–Долгопрудный–Жуковский

МФТИ

2016

УДК 53(06)
ББК 20
П78

П78 **Программа 59-й научной конференции МФТИ с международным участием. Молодежное отделение «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики». Отделение «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе»** — М.: МФТИ, 2016. — 99 с.
ISBN 978-5-7417-0610-7

Представлена программа 59-й научной конференции Московского физико-технического института (государственного университета).

*Научные направления конференции*: классическая и прикладная математика, теоретическая и экспериментальная физика, радиотехника и кибернетика, физическая и квантовая электроника, нанотехнологии, химическая физика, биофизика и биотехнологии, информационные и телекоммуникационные системы, компьютерные науки, авиация и космические исследования, энергетика и энергосбережения, инновации в науке и образовании, прикладная экономика и смежные направления науки и техники.

Включены программы научных школ для молодежи, организованных в рамках 59-й научной конференции.

**УДК 53(06)**
**ББК 20**

**ISBN 978-5-7417-0610-7**

**Исследование различных расположений сопел для управления ориентацией КА и корректирования орбиты**
*Р.А. Крымов, В.Е. Турков, Е.А. Цветков*

**Особенности температурной компенсации в микромеханическом гироскопе с кольцевым резонатором и цифровой системой управления**
*С.Ю. Иванов*

# Секция теоретической механики

| | | | |
|---|---|---|---|
| Председатель: | А.П. Иванов (д.ф.-м.н., профессор) | Дата: | 22.11.2016 |
| Зам. председателя: | Н.И. Амелькин (д.ф.-м.н., профессор) | Время: | 12:20 |
| Секретарь: | С.В. Семендяев (к.ф.-м.н., доцент) | Место: | МФТИ ауд. 424а ГК |

**Некоторые инвариантные соотношения для общего случая интегрируемости**
*П.Е. Рябов, С.В. Соколов*

**Уравнения Абеля–Якоби для интегрируемого случая Ковалевской–Яхья в динамике твердого тела при нулевой постоянной площадей**
*П.Е. Рябов*

**Поворот треноги вращением маятника**
*С.В. Семендяев*

**Динамика вращательного движения спутника с демпфером в гравитационном поле на круговой орбите**
*Н.И. Амелькин, В.В. Холощак*

**Об управлении роботом-шаром при помощи двух омни-колес**
*А.П. Иванов*

**Учет рассогласования измерительных каналов и погрешности расположения измерителей угловой скорости в избыточной системе измерений**
*А.Д. Сибирцев, П.А. Пахмутов*

**О вращательном движении твёрдого тела, перемещающегося в магнитном поле**
*С.С. Ефимов, Д.А. Притыкин, В.В. Сидоренко*

**Моделирование движения искусственных спутников Земли. Визуализация орбитального и вращательного движений**
*М.В. Тарасов*

**Об устойчивости волчка Лагранжа в наблюдаемых переменных**
*Ш.В. Сандуляну, А.Г. Петров*

**О нелинейном эффекте Циглера и малых колебаниях в неконсервативных системах с двумя степенями свободы**
*А.Ю. Майоров, А.Е. Байков*

# Секция физики моря

| | | | |
|---|---|---|---|
| Председатель: | В.В. Жмур (д.ф.-м.н., профессор) | Дата: | 25.11.2016 |
| Зам. председателя: | С.А. Щука (доцент, к.ф.-м.н.) | Время: | 11:00 |
| Секретарь: | Н.Б. Степанова (к.ф.-м.н., доцент) | Место: | МФТИ ауд. 211 ГК |

**Поток Антарктической донной воды в абиссальном канале Вима: моделирование и экспериментальные измерения**
*Д.И. Фрей*

**Идентификация параметров мгновенного точечного источника загрязнения в Азовском море**
*В.С. Кочергин, С.В. Кочергин*

**Многолетние изменения термохалинных характеристик водных масс Балтийского моря**
*Н.А. Рыков, С.В. Лысенко, М.Е. Куликов*

УДК 517.938.5+531.38

# Некоторые инвариантные соотношения для общего случая интегрируемости М. Адлера и П. ван Мёрбеке в динамике твердого тела

***П.Е. Рябов*[1,2,3]*, С.В. Соколов*[3]**

[1]Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия, Москва

[2]Московский физико-технический институт (государственный университет), Россия, Московская область, г. Долгопрудный

[3]Институт машиноведения им. А. А. Благонравова, Россия, Москва

В механике большое внимание уделяется исследованию особых движений механических систем (в том числе и интегрируемых), их аналитическому описанию и изучению характера устойчивости. Количество классических работ по этой тематике весьма велико. В последнее время вопросы об устойчивости таких движений связывается с топологией соответствующих интегрируемых систем, отображением момента и бифуркационным комплексом, отражающим все особенности слоений фазового пространства (см. [1]). В динамике твердого тела особое место занимает класс движений, в которых ранг интегрального отображения равен единице. Такие траектории называются особыми периодическими движениями (ОПД).

Уравнения движения, которые описывают интегрируемый случай М. Адлера и П. ван Мёрбеке, имеют вид уравнений Стеклова-Пуанкаре-Жуковского-Ламба

$$\dot{\mathbf{M}} = \mathbf{M} \times \frac{\partial H}{\partial \mathbf{M}}, \quad \dot{\mathbf{S}} = \frac{1}{3}\mathbf{S} \times \frac{\partial H}{\partial \mathbf{S}} \tag{1}$$

с квадратичным гамильтонианом

$$H = (\mathbf{M}, A\mathbf{M}) + 2(\mathbf{M}, B\mathbf{S}) + (\mathbf{S}, C\mathbf{S}). \tag{2}$$

Здесь трехмерный вектор $\mathbf{M}$ имеет смысл кинетического момента системы «тело + жидкость», компоненты трехмерного вектора $\mathbf{S}$ пропорциональны компонентам вектора *завихренности жидкости*, а диагональные $3\times3$–матрицы $A, B, C$ имеют следующий вид

$$\begin{aligned}
&A = diag[\alpha_2^2\alpha_3^2, \alpha_1^2\alpha_3^2, \alpha_1^2\alpha_2^2],\\
&B = diag[(\alpha_1-\alpha_2)(\alpha_3-\alpha_1)\alpha_2\alpha_3, (\alpha_2-\alpha_1)(\alpha_3-\alpha_2)\alpha_1\alpha_3, (\alpha_3-\alpha_1)(\alpha_2-\alpha_3)\alpha_1\alpha_2],\\
&C = diag[\alpha_2\alpha_3(\alpha_2\alpha_3-4\alpha_1^2), \alpha_1\alpha_3(\alpha_1\alpha_3-4\alpha_2^2), \alpha_1\alpha_2(\alpha_1\alpha_2-4\alpha_3^2)].
\end{aligned}$$

На ко-алгебре $\mathfrak{g} = so(4)^*$ $(so(4) = so(3)\bigoplus so(3))$ с координатными функциями $\mathbb{R}^6(\mathbf{M},\mathbf{S})$ определены скобки Ли–Пуассона

$$\{M_i, M_j\} = -\varepsilon_{ijk}M_k, \quad \{M_i, S_j\} = 0, \quad \{S_i, S_j\} = -\frac{1}{3}\varepsilon_{ijk}S_k. \tag{3}$$

Скобка (3) имеет две функции Казимира

$$F_1 = (\mathbf{M},\mathbf{M}), \quad F_2 = (\mathbf{S},\mathbf{S}).$$

Как известно, для заданной функции Гамильтона $H$ от $\mathbf{M},\mathbf{S}$ уравнения движения с помощью скобки Ли-Пуассона можно записать в гамильтоновой форме

$$\dot{x} = \{x, H\}. \tag{4}$$

Здесь $x$ любая из переменных $M_i, S_j$.

На совместном уровне функций Казимира

$$\mathcal{P}_{a,b}^4 = \{F_1 = a^2, F_2 = b^2\} \cong \mathbb{S}^2 \times \mathbb{S}^2$$

индуцированная скобка Пуассона невырождена и ограничение системы (4) дает гамильтонову систему с двумя степенями свободы.

Чтобы утверждать, что система (4) является вполне интегрируемой по Лиувиллю, необходимо указать еще один независимый первый интеграл, находящийся в инволюции с гамильтонианом (2). Мы приводим дополнительный интеграл в следующей симметричной форме

$$\begin{aligned} K = 3\sum_{i,j}\alpha_i(\alpha_j-\alpha_i)M_jS_jS_i^2 + \sum_i(\alpha_i-\alpha_j)(\alpha_i-\alpha_k)M_iS_i^3 - \\ -(\mathbf{M},\mathbf{M})\sum_i[\alpha_j\alpha_kM_iS_i + 2(\alpha_j^2+\alpha_k^2)S_i^2]. \end{aligned} \tag{5}$$

Отметим, что выражение (5) отличается от форм дополнительного интеграла, использованных в оригинальной работе, посвященной доказательству алгебраической интегрируемости (см. [2]). Дополнительный интеграл (5) наиболее приближен по виду к интегралам, указанным в работе [3] и в книге [4]. Интегралы $H$ и $K$ находятся в инволюции, т.е. $\{H,K\}=0$, если $\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=0$.

В докладе для общего случая интегрируемости М. Адлера и П. ван Мёрбеке [2] приводятся некоторые инвариантные соотношения, в которых ранг интегрального отображения равен единице. Тем самым определены особые периодические решения, порождающие ребра бифуркационной диаграммы. Все фазовые переменные выражены через набор постоянных и одну вспомогательную переменную, для которой выписано дифференциальное уравнение, интегрируемое в эллиптических функциях времени. Предъявлена явная формула характеристического показателя для определения типа особого периодического решения, которая позволяет исследовать характер устойчивости полученного решения.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-01-00119, 16-01-00170, 16-01-00809 и совместного гранта РФФИ и АВО № 15-41-02049.

## Литература

1. *Болсинов А.В., Борисов А.В, Мамаев И.С.* Топология и устойчивость интегрируемых систем // УМН. 2010. Т. 65. Вып. 2. С. 71–132.
2. *Adler M., van Moerbeke P.* A new geodesic flow on so(4) // Probability, statistical mechanics and number theory. Advances in mathematics supplementary studies. 1986. Vol. 9. P. 81–96.
3. *Болсинов А. В., Борисов А. В.* Согласованные скобки Пуассона на алгебрах Ли // Матем. заметки. 2002. Т. 72. № 1. С. 11–34.
4. *Борисов А. В., Мамаев И. С.* Динамика твердого тела. Гамильтоновы методы, интегрируемость, хаос. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2005. 576 с.