

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
РАЗДЕЛ  
ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОФОТОСЪЕМКА  
№ 5

Журнал основан в июле 1957 года

Выходит шесть раз в год

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ  
МОСКВА 2012

# ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

## РАЗДЕЛ ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОФОТОСЪЕМКА

№ 5

Журнал основан в июле 1957 года  
Выходит шесть раз в год

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
чл.-корр. РАН, профессор, доктор техн. наук  
В.П. САВИНЫХ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ю.Г. Батраков  
Ю.С. Билич  
Т.В. Верещака  
А.П. Гук  
В.Б. Дубиновский  
И.Г. Журкин  
А.П. Карпик  
Е.Б. Ключин  
В.А. Коугия  
А.А. Майоров  
(зам. главного редактора)  
В.А. Малинников  
Ю.И. Маркузе  
Ю.М. Нейман  
В.И. Павлов  
Ю.И. Пимшин  
Ю.Г. Якушенков  
Х.К. Ямбаев  
С.Н. Яшкин

### РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

Зав. редакцией	Е.А. Евтеева
Вед. редактор	К.В. Любомирова
Оригинал-макет	Б.В. Кузнецов
Графика	А.Ю. Боков

105064, Москва,  
Гороховский пер., 4  
E-mail: [redakcia@miigaik.ru](mailto:redakcia@miigaik.ru)  
тел. 8 (499) 261-8286  
<http://journal.miigaik.ru>  
ISSN 0536-101X

Сдано в набор 01.10.2012  
Подписано в печать 22.10.2012  
Формат 60×90%. Усл. печ. л. 14,75  
Тираж 200 экз. Заказ 141  
Отпечатано в типографии МИИГАиК  
Индекс в каталоге Роспечать 70365

© Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка», 2012

УДК 528.28; 528.2; 528:629.78

## АСТРОНОМИЯ, ГРАВИМЕТРИЯ И КОСМИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ

### НЕГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В ДВИЖЕНИИ КОМЕТ

Профессор, кандидат техн. наук **В.И. Крылов**

*Московский государственный университет геодезии и картографии*

*E-mail: vikrylov@rambler.ru*

**Аннотация.** На примере четырёх комет показано, что для оценивания возмущающих ускорений под влиянием реактивной силы, удобно использовать преобразованные дифференциальные уравнения движения в оскулирующих элементах орбиты, записанные в форме Ньютона.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения, движение небесных тел, оскулирующие элементы орбиты, комета

**Abstract.** An example of four comets shows that for estimation of revolting accelerations under the influence of jet force, it is convenient to use the transformed differential equations of movement in osculating elements of the orbit that have been written down in Newton's form.

**Keywords:** differential equations of celestial bodies' motion in osculating orbit elements, comet

В движении некоторых периодических комет обнаружены особенности, которые нельзя объяснить действием гравитационного притяжения известными телами Солнечной системы. Эти особенности (вековые ускорения у одних и замедления у других комет), названные негравитационными эффектами, по-видимому, являются результатом действия реактивных сил. В модели Уиппла эти реактивные силы приписываются истечению потоков вещества из кометных ядер при их нагревании (механизм «сублимационной ракеты»).

Обычно вектор возмущающего ускорения раскладывают на три составляющие: радиальную, направленную вдоль гелиоцентрического радиус-вектора мгновенного положения кометы; трансверсальную, вектор которой лежит в плоскости орбиты кометы с положительным направлением в сторону скорости движения; бинормальную, направленную перпендикулярно плоскости орбиты и дополняющую систему до правой тройки векторов.

Радиальная  $S$ , трансверсальная  $T$  и бинормальная  $W$  составляющие реактивных ускорений вычисляются по формулам

$$S = A_1 g(r); \quad T = A_2 g(r); \quad W = A_3 g(r), \quad (1)$$

в которых коэффициенты  $A_i$  вычисляются по

результатам наблюдений комет, а эмпирическая функция  $g(r)$  получена А. Дельземмом и З. Секаниной и имеет вид [1]

$$g(r) = \alpha \left( \frac{r}{r_0} \right)^{-m} \left[ 1 + \left( \frac{r}{r_0} \right)^n \right]^{-k}. \quad (2)$$

Дельземм установил также, что для водяного снега величины, входящие в правую часть формулы (2), принимают следующие значения:

$$\alpha = 0,111262; \quad r_0 = 2,808 \text{ а.е.}; \quad m = 2,15;$$

$$n = 5,093; \quad k = 4,6142.$$

В табл. 1 приведены численные значения коэффициентов  $A_i$  в а.е./сут<sup>2</sup> для четырех комет, заимствованные с сайта сети Internet по адресу <http://neo.jpl.nasa.gov/risk/>.

Таблица 1

Комета	$A_1$	$A_2$	$A_3$
C/1995 O1	$1,430168 \cdot 10^{-8}$	$9,474703 \cdot 10^{-10}$	0
C/1996 B2	$2,337781 \cdot 10^{-8}$	$2,571512 \cdot 10^{-10}$	0
1P/Halley	$2,696464 \cdot 10^{-10}$	$1,554613 \cdot 10^{-10}$	0
2P/Encke	$1,348875 \cdot 10^{-10}$	$-6,061476 \cdot 10^{-12}$	$-1,267712 \cdot 10^{-9}$

Поскольку возмущающие ускорения комет, вызванные реактивной силой, удалось представить в системе  $STW$ , то дифференциальные уравнения движения комет удобно записать в