

$$T(\xi, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} dk \int_{-\infty}^{\infty} d\xi' \exp(-ik(\xi - \xi')) T(\xi', 0) E_{\alpha,1}(-D|k|^{\beta} \tau^{\alpha}) \quad (5)$$

Решение (5) если  $\alpha = 1$  и  $\beta = 2$  соответствует решению традиционного уравнения теплопроводности. Действительно, для случая  $\alpha = 1$  имеем  $E_{1,1}(-D|k|^{\beta} \tau) = \exp(-D|k|^{\beta} \tau)$  и (5) принимает вид

$$T(\xi, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} dk \int_{-\infty}^{\infty} d\xi' \exp(-ik(\xi - \xi')) T(\xi', 0) \exp(-D|k|^{\beta} \tau) \quad (6)$$

Полагая в (6)  $\beta = 2$  получим известное решение. Решение (6) для случая  $1 < \beta < 2$  учитывает пространственные корреляции. Если в

(5) положить  $\beta = 2$  а  $0 < \alpha < 1$  то получим решение соответствующее учету эффектов памяти

$$T(\xi, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} dk \int_{-\infty}^{\infty} d\xi' \exp(-ik(\xi - \xi')) T(\xi', 0) E_{\alpha,1}(-Dk^2 \tau^{\alpha}) \quad (7)$$

В общем случае уравнение (1) имеет новый класс решений, занимающий промежуточное положение между релаксационным и волновым поведением. Эти решения имеют квазиволновой характер. Другая особенность полученных решений в том, что они приводят к степенной зависимости от аргументов. В частности для случая, когда  $T(\xi, 0) = T_0 \delta(\xi)$  для  $\alpha = 1, \beta = 2$  имеем

$$T(\xi, \tau) = T_0 / \sqrt{4\pi D \tau} \cdot \exp(-\xi^2 / D \tau), \quad \text{а}$$

для  $\alpha = 1, \beta \rightarrow 1$  получим

$$T(\xi, \tau) \rightarrow T_0 D \tau / (\xi^2 + (D \tau)^2).$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск. «Наука и техника», 1987.
2. Нахушев А.М. Элементы дробного исчисления. М: Физматгиз, 2003.
3. Мейланов Р.П. Обобщенное уравнение одномерной фильтрации с дифференцированиями дробной степени // ИФЖ. 2001. т.74. №2. с.1-4
- 4 Мейланов П., Янполов М.С. Особенности фазовой траектории фронтального осциллятора. // «Письма в ЖЭТФ» 2002.т.28.Вып 1. С.67-71.
5. Мейланов Р.П., Свешникова Д.А., Шабанов О.М. Метод дифференциальных уравнений в описании кинетики сорбций // ЖФХ. 2003. Т.77. С.260-264.
6. Учайкин В.В. Автомодельная аномальная диффузия и устойчивые законы // УФН. 2003. Т.173, №8.С.846-876.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОННОЙ МАССЫ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА НА СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ МИКРОУСКОРОНИЙ

Седельников А.В., Подлеснова Д.П.

*Институт энергетики и транспорта*

*Самарского государственного аэрокосмического университета  
Самара, Россия*

#### Введение

При построении фрактальной модели микроускорений с помощью функции Вейерштрасса-Мандельброта важно адекватно отождествить параметры функции с реальными физическими характеристиками возникновения поля микроускорений внутри космического аппарата (КА) при его орбитальном полете [1]. В ряде работ, посвященных этому отождествлению, фрактальная размерность функции D связывается с моментом от управляющих ракетных двигателей системы ориентации и управления движением КА (УРД) [2-4]. Рассматривается поле микроускорений создаваемое за счет колебаний больших упругих элементов (панелей солнечных батарей (ПСБ), радиатора, антенн и др.) сразу после выключения УРД [1].

#### Постановка задачи

Для исследования влияния погонной массы упругого элемента на среднее значение модуля микроускорений, создаваемых внутри КА при колебаниях этого элемента, была выбрана схема КА типа «НИКА-Т» с одним упругим элементом. Вектор момента от УРД был параллелен линии крепления упругого элемента к корпусу КА. Уравнения движения такого КА получены в работе [5]. Здесь упругий элемент рассматривается как жестко заделанная в корпус КА пластина.

Исследования, проведенные в [6] показали, что учет упругости узла крепления ПСБ не дает существенных поправок в модель создания поля микроускорений, немного снижая амплитуду микроускорений и частоту передаваемых на кор-

пус колебаний. Неучет данного снижения делает оценку более надежной, закладывая определенный запас.

Таким образом, ставится задача исследования изменения среднего значения модуля микроускорений, возникающих из-за колебаний упругого элемента, при изменении погонной массы этого элемента.

#### Основные результаты работы

На рис. 1 показаны зависимости среднего значения микроускорений от момента УРД при различных значениях погонной массы упругого элемента. Как видно, такой ход событий полностью соответствует изменению среднего значения ФВМ в зависимости от фрактальной размерности  $D$ , которая приведена на рис. 1 работы [7]. Тогда роль масштабного параметра  $b$  здесь играет как раз погонная масса упругого элемента.

Аналогичные зависимости получены и при другой длине упругого элемента (рис. 2-5).

Эти зависимости практически прямолинейны. Сам модуль микроускорений при вращательном движении КА вокруг центра масс складывается из нормальной и касательной компонент. Как известно, нормальное ускорение зависит от квадрата угловой скорости вращения КА и в данной задаче является малой величиной более высокого порядка малости по сравнению с касательным ускорением. В свою очередь касательное ускорение линейно связано с угловым ускорением вращения КА, которое также линейно зависит от момента УРД в данной постановке задачи, где считается, что все другие моменты малы по сравнению с моментом УРД.

Несмотря на то, что при получении зависимостей, представленных на рис. 1-5, учитывались обе компоненты, влияния нормальной компоненты совершенно незаметно. В дальнейшем эти корреляционные зависимости можно считать идеальными прямыми, начинающимися в точке  $(0; 0)$ .

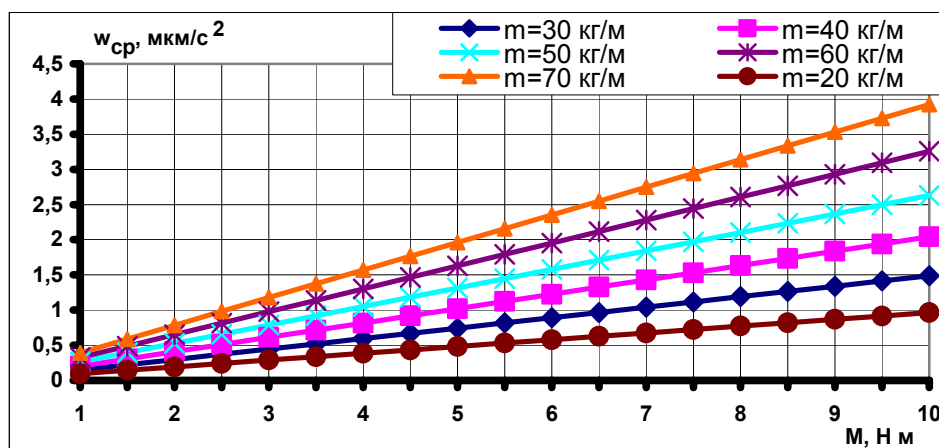


Рис. 1. Динамика изменения среднего значения микроускорений от момента УРД при общей массе КА 6500 кг и длине ПСБ 4,6 м

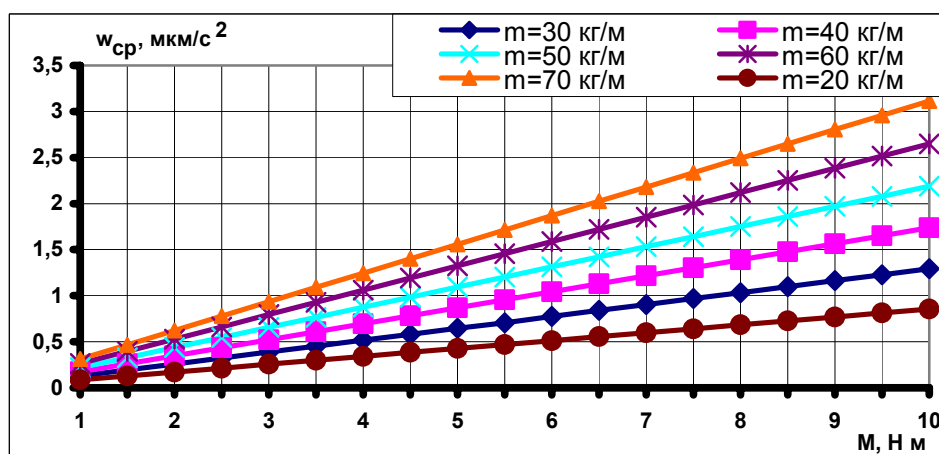


Рис. 2. Динамика изменения среднего значения микроускорений от момента УРД при общей массе КА 6500 кг и длине ПСБ 3,6 м

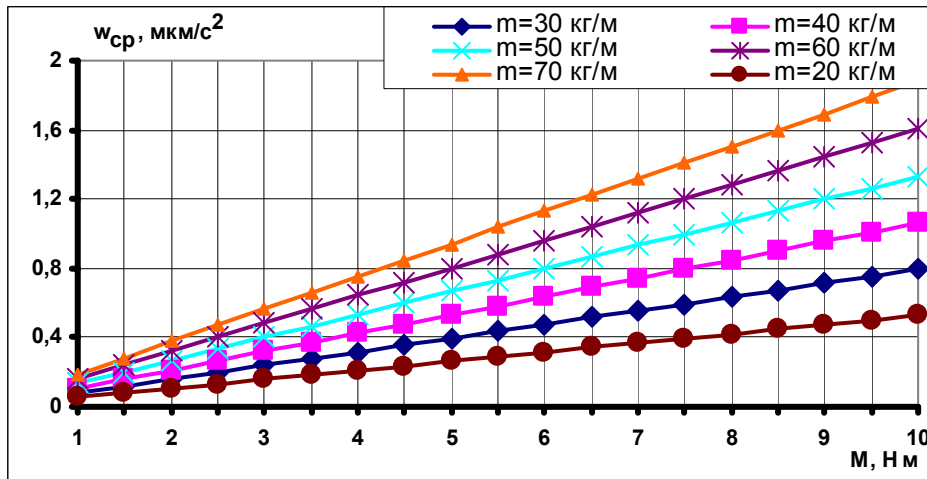


Рис. 3. Динамика изменения среднего значения микроускорений от момента УРД при общей массе КА 6500 кг и длине ПСБ 2,6 м

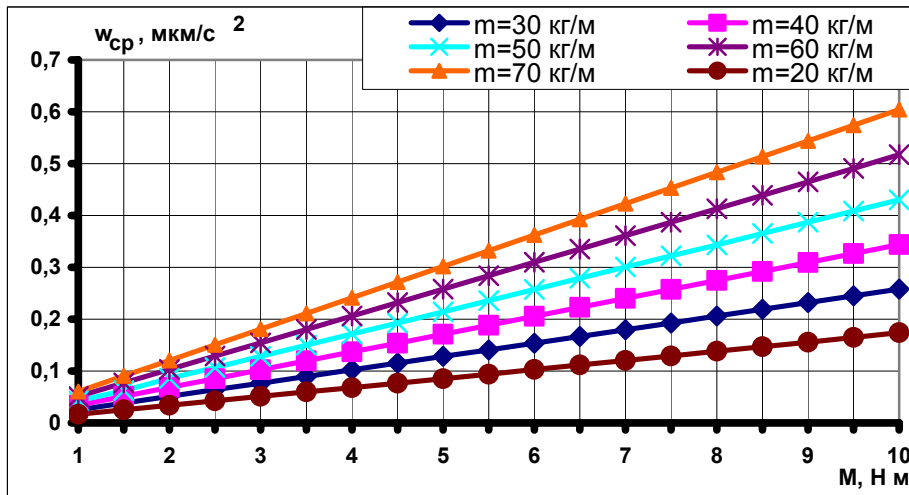


Рис. 4. Динамика изменения среднего значения микроускорений от момента УРД при общей массе КА 6500 кг и длине ПСБ 1,6 м

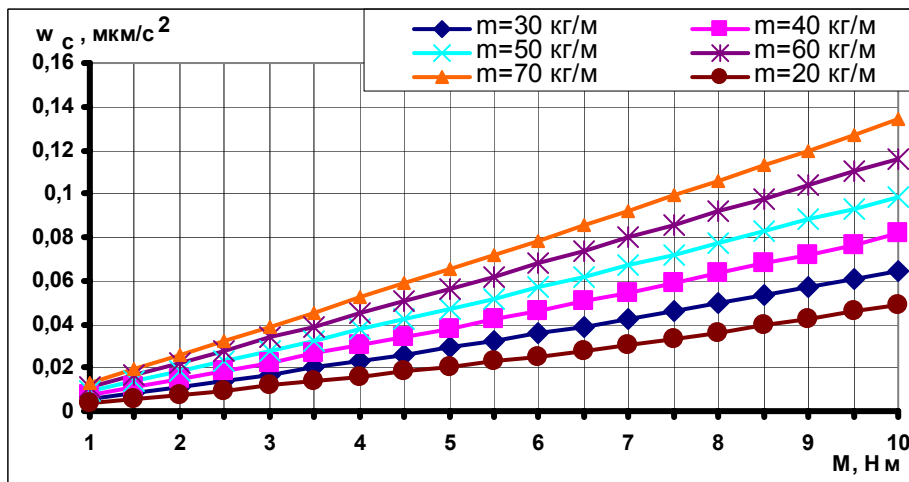


Рис. 5. Динамика изменения среднего значения микроускорений от момента УРД при общей массе КА 6500 кг и длине ПСБ 0,6 м

С помощью метода наименьших квадратов были определены коэффициенты линейной модели парной регрессии:

$$\left| \overline{w_{cp}} \right| = a_1 M + a_0, \quad (1)$$

где  $M$  – момент УРД.

На рис. 6 представлена зависимость коэффициента  $a_1$  от погонной массы упругого элемента при различной длине этого элемента.

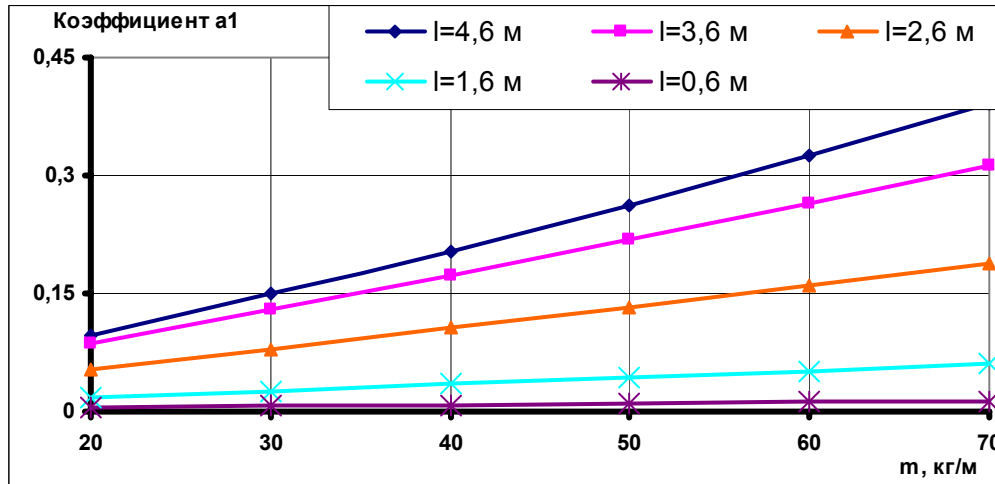


Рис. 6. Динамика изменения коэффициента  $a_1$  при варьировании параметрами упругого элемента

Одним из показателей качества аппроксимации зависимостей рис. 1-5 функциональной зависимостью (1) является величина другого коэффициента  $a_0$ . При идеальной аппроксимации значение этого коэффициента должно быть равно

нулю, т.к. выше было указано на то, что все корреляционные прямые проходят через точку (0; 0).

На рис. 7 представлена зависимость коэффициента  $a_0$  от погонной массы упругого элемента при различной длине этого элемента.

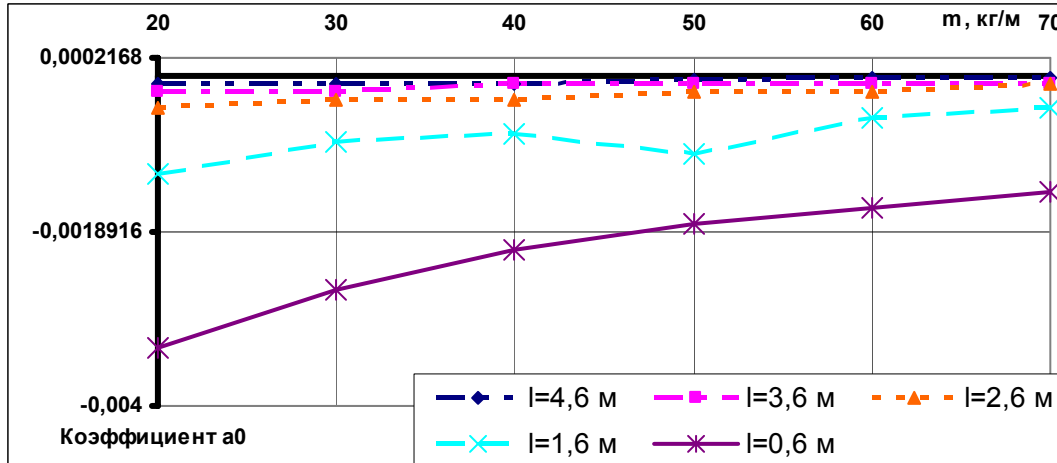


Рис. 7. Динамика изменения коэффициента  $a_0$  при варьировании параметрами упругого элемента

#### Основные выводы по работе

Проведенные исследования показывают, что зависимость между средним уровнем микроускорений, возникающих во внутренней среде КА из-за колебаний упругих элементов, и погонной массой упругих элементов представляет собой практически идеальные прямые линии (1). Оценка точности линейной модели с помощью коэффициента  $a_0$  (рис. 7) позволяет сделать вывод о том, что неточности аппроксимации, скорее всего, связаны с округлением при построении корреляционных зависимостей рис. 1-5, чем с

влиянием нормальной компоненты микроускорений.

С другой стороны, необходимо отметить, что влияние погонной массы упругого элемента на зависимость среднего значения микроускорений от момента УРД аналогично влиянию масштабного параметра  $b$  ФВМ на зависимость ее среднего значения от фрактальной размерности  $D$  [7]. Поэтому можно говорить о качественном отождествлении двух этих параметров при построении фрактальной модели микроускорений с помощью ФВМ.

Следует, однако, заметить, что, в отличие от связи момента УРД с фрактальной размерностью ФВМ  $D$ , масштабному параметру  $b$  соответствует не только погонная масса упругого элемента. По-видимому, он связан с любым параметром  $KA$ , характеризующим массовую долю упругого элемента в общей массе самого  $KA$ .

Дальнейшим этапом работы является исследование влияния длины упругого элемента, а также изменения общей массы  $KA$  при неизменных параметрах упругого элемента на модуль микроускорений. Эти исследования позволят сформировать единый, физически реальный параметр, соответствующий масштабному коэффициенту  $b$  ФВМ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Седельников А.В. Фрактальная оценка микроускорений для слабого демпфирования собственных колебаний упругих элементов космического аппарата I // Изв. вузов Авиационная техника. - 2006. - № 3. - с. 73-75.
2. Седельников А.В. Качественное отождествление параметров функции Вейерштрасса-Мандельброта при оценке микроускорений // Научные чтения в Самарском филиале РАО. – Часть 1. Естественные науки. – М.: Изд. УРАО. – 2006. – 137 – 158.
3. Седельников А.В., Подлеснова Д.П. Выявление физического смысла параметров функции Вейерштрасса-Мандельброта при оценке с помощью нее микроускорений // Материалы XXXI-х Академических чтений по космонавтике. – Москва. – 2007. – с. 88-89.
4. Седельников А.В., Подлеснова Д.П. Основные принципы построения аналитической зависимости параметров функции Вейерштрасса-Мандельброта для оценки микроускорений // Успехи современного естествознания. - № 12. – 2006. – с. 82 – 83.
5. Авраменко А.А., Седельников А.В. Моделирование поля остаточной микрогравитации на борту орбитального КА // Изв. Вузов Авиационная техника. – 1996. - №4. – с. 22-25.
6. Седельников А.В., Ефимова Е.А. Учет влияния упругости узла крепления упругих элементов космического аппарата на оценку микроускорений внутри рабочей зоны технологического оборудования при моделировании условий для технологических процессов // Сборник статей III-й Всероссийской научно-практической конференции «Инновации в машиностроении». – Пенза. – 2003. – с.115-117.
7. Седельников А.В., Подлеснова Д.П., Ярош Н.С. Исследование зависимости коэффициентов линейной модели парной регрессии от параметров функции Вейерштрасса-Мандельброта при моделировании среднего значения функции с помощью ее фрактальной размерности // Успехи современного естествознания. - № 9. – 2006. – с. 100-103.

#### РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИВА

Сорокина С.Е., Глуценко Л.Ф.

*Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого  
Великий Новгород, Россия*

Контроль качества продовольственной продукции всегда являлся важным фактором успеха предприятий в условиях насыщения рынка и высокой конкуренции. Современное общество, как известно, не стоит на месте, а стремительно развивается и движется вперед, открывая все новые и новые знания и возможности.

Пищевые продукты и напитки – одни из самых сложных объектов по качественному и количественному химическому составу. Во многих случаях для установления факта их фальсификации или использования при производстве запрещенных веществ требуется проведение целого ряда исследований различными методами: химическими, физико-химическими, органолептическими и другими. Такой подход обусловлен наличием большого количества компонентов близкого химического строения, присутствующих в исследуемом образце. Пиво, как напиток, получаемый путём ферментации биологического сырья и не подвергающийся в процессе производства дистилляции и ректификации, как раз и относится к таким объектам.

Однако, современное развитие производства и организации продаж пива требует от производителей и торговых организаций наличие возможностей экспресс-оценки качества пива. Современные же методы определения показателей качества, как правило, сложны, требуют применения химических реактивов, наличия квалифицированного персонала и продолжительны по времени исполнения. Поэтому разработка и использование в производстве простых, доступных экспресс-методов контроля качества пива является в настоящее время актуальной задачей.

В связи с этим представляет интерес разработка и внедрение методов основанных на компьютерных технологиях, например, использование их в качестве, так называемого, «технического зрения». В настоящее время во многих отраслях пищевой промышленности уже начали применяться экспресс-методы определения показателей качества продуктов, основанные на компьютерных технологиях. В основе этих методов заложена компьютерная визуализация просканированных изображений образцов. С их помощью определяются показатели качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

В своей работе мы исследовали возможность использования компьютерной визуализации просканированных образцов для оценки показателей качества пива, таких как: цветность и мутность, на основании, которых можно прогнозировать дальнейшую стойкость пива.