

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Вячеслава Олеговича Каласа  
«Исследование равновесия и некоторых колебаний  
в обобщённой задаче Ситникова»,  
представленную на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.02.01 - «Теоретическая механика»

Работа посвящена исследованию устойчивости равновесия в задаче Ситникова и её обобщениях в предположении о том, что два одинаковых тела движутся по невозмущаемым эллиптическим орбитам, эксцентриситет которых, в общем случае, произволен. Устойчивость изучается как в линейной, так и в нелинейной постановке. Обобщения предусматривают учёт фотогравитационных явлений. Также изучаются колебательные движения рассматриваемой системы.

Рассмотрение задачи трёх тел в различных постановках представляет интерес в связи с размещением в пространстве как космических телескопов, так и иных наблюдательных систем. Этим обусловлена актуальность рассмотрения задачи в выбранной постановке.

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, четырёх глав, заключения и списка литературы. Материалы изложены на 103 страницах машинописного текста.

Во введении даётся мотивировка постановок задач, изучаемых в диссертации, даётся краткий обзор литературы по теме исследования.

В первой главе в линейном приближении исследуется устойчивость равновесия в эллиптической задаче Ситникова. Строится кривая, выражающая зависимость от эксцентриситета характеризующей устойчивость в первом приближении величины - половины следа матрицы отображения за период. По этой кривой определяется выполнение необходимых условий устойчивости почти всюду, за исключением некоторых значений эксцентриситета.

Во второй главе устойчивость тривиального решения исследуется с учётом нелинейных слагаемых в уравнениях движения. Подробно излагаются результаты работ [19-21,24], содержащей теоремы, на основании которых делаются выводы об устойчивости и неустойчивости движений. С

точностью до членов третьего порядка малости построено отображение за период, позволяющее сделать выводы относительно устойчивости движения. Доказана теорема об устойчивости движения в нерезонансном случае. Определены условия устойчивости в случае резонансов третьего и четвертого порядков. Определены с точностью до 14 знака первые по малости значения эксцентриситета  $e_1$  и  $e_2$ , при которых имеют место кратные мультипликаторы, равные, соответственно, 1 и  $(-1)$ . Выяснено, что в первом случае имеет место устойчивость, в то время как для второго случая слагаемых третьего порядка малости недостаточно для того, чтобы сделать вывод об устойчивости движения.

В третьей главе изучается устойчивость тривиального решения обобщенной задачи Ситникова, в которой принимается во внимание наличие светового давления. Установлено наличие значений т.н. коэффициента редукции, при которых может наблюдаться неустойчивость равновесия для некоторых интервалов значений эксцентриситета. Выделены три интервала значений коэффициента редукции, отличающихся друг от друга поведением функции, определяющей свойство устойчивости.

В четвертой главе анализируются движение в окрестности равновесия пассивно гравитирующей точки в рамках фотогравитационной задачи. Изучаются условия параметрического резонанса как в линейной, так и в нелинейной постановке задачи. Для значений параметров, близких к резонансным, выписываются и осредняются уравнения движения. Анализируется зависимость от параметров определяющих фазовые портреты линий уровня данного интеграла.

По работе можно сделать следующие замечания:

Автор справедливо замечает, что по теме диссертации после классических работ Ситникова и Алексеева появилось множество работ, посвященных различным аспектам исследования задачи Ситникова, и их более или менее полный обзор, вообще говоря, затруднителен. Вместе с тем, в их число входят работы по бифуркациям, частично цитируемые автором. Поскольку, как известно, бифуркации тесно связаны с изменением свойств устойчивости, анализ этих работ заслуживает особого внимания. Так, например, в цитируемой работе [8] аналитически и численно изучается

ветвление решений. В частности, ветвления решений от равновесия обнаружены при некоторых значениях эксцентриситета (фигура 3). Эти значения следовало бы сопоставить со значениями  $e_1$  и  $e_2$ , найденными в диссертации. Похожие проблемы изучались в диссертации *Acevedo Andrés Mauricio Rivera. Bifurcación de soluciones periódicas en el problema de Sitnikov // Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Departamento de Matemática Aplicada. Granada-España. 2012. 136 p.*, доступной в интернете. В ней обсуждаются, в частности, периодические решения, ответвляющиеся от равновесия при  $e=0,5444689$ , задающем первые семь знаков найденного автором числа  $e_1$ . Как следует из текста А.М.Р. Acevedo, эта величина ранее была найдена в Martinez-Alfaro J., Chiralt C. Invariant rotational curves in Sitnikov's problem // *Cel. Mech. and Dyn. Astr.* 1993. Vol.55. P. 351-367. Заметим, что в тексте А.М.Р. Acevedo в порядке изучения ответвляющихся периодических решений (со ссылкой на ту же работу) присутствует значение эксцентриситета  $e = 0,944769799$ , имеющееся у автора в таблице на стр.26.

Было бы интересно посмотреть на анонсированный автором «неавтономный первый интеграл» уравнений (4.22).

При оформлении работы допущены некоторые небрежности. Например, на рис. 1.4 не проставлены обозначения осей, что затруднило обнаружение на нём анонсированной «картины, качественно совпадающей с диаграммой Айнса-Стретта». Обнаружено несущественное количество опечаток.

Сделанные замечания не оказывают влияние на общее положительное впечатление от диссертации.

Предложенный в качестве диссертации текст представляет собой законченную работу, посвящённую кругу проблем, связанных с исследованием задачи трёх тел и её обобщениям. Полученные автором результаты достоверны и обоснованы с помощью методов механики, теории нормальных форм и теории устойчивости, а также с помощью численных расчётов. Эти результаты новы и отвечают передовым позициям научных исследований в изучаемой автором области.

Полученные в диссертации результаты докладывались на ряде национальных и международных научных конференций. Они достаточно полно опубликованы в отечественных

журналах из списка ВАК. Автореферат диссертации достаточно полно и правильно отражает её содержание.

Полученные автором результаты могут быть использованы и используются при проектировании космических миссий. Эти результаты могут быть использованы в таких научно-исследовательских и учебных организациях как МГУ, МАИ, МГТУ, ИПМ РАН, ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Ижевском ГТУ и других организациях.

Диссертационная работа полностью соответствует всем критериям Постановления №842 от 24 сентября 2013 года Правительства Российской Федерации «О порядке присуждения учёных степеней», а также всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика», а её автор, Калас Вячеслав Олегович, заслуживает присвоения ему искомой учёной степени.

Официальный оппонент,  
доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник  
Отдел Механики,  
Федеральный исследовательский центр «Информатика и  
управление»



А.А.Буров

19.11.2015

Почтовый адрес: 119333 Москва, Вавилова 40  
e-mail: [aburov@ccas.ru](mailto:aburov@ccas.ru)  
Телефон: (499) 1353590

*Подпись А.А. Бурова заверено*  
*Учёный секретарь ФИЦ ИУ РАН*

*д.т.н.*



*В.Н. Захаров*

19.11.2015