



**САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru  
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,  
ИНН 6316000632, КПП 631601001

23.11.2016 № 104-6373

УТВЕРЖДАЮ

Ректор –

Е. В. Шахматов



«\_\_\_» ноября 2016 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Амелина Руслана Николаевича «Исследование вращений небесных тел под действием притяжения Солнца и Юпитера», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика

Диссертационная работа посвящена фундаментальной задаче небесной механики – исследованию движения относительно центра масс небесных тел – планет солнечной системы под действием гравитационных моментов Солнца, Юпитера, Земли и массивных спутников планеты.

#### Актуальность работы

Данное направление исследований сохраняет высокую актуальность в настоящее время в связи с планируемыми космическими миссиями и бурным прогрессом в исследованиях вращательных движений небесных тел. Также необходимо отметить, что исследование вращений небесных тел интересно с точки зрения теоретической механики, а именно – динамики твердого тела.

#### Оценка научной новизны и практической значимости

В настоящей работе используется подход, позволяющий исследовать вращение небесных тел в сложных гравитационных полях. Подход заключается в том, что орбита планеты (притягивающего центра) считается условно-периодической функцией времени с конечным набором базисных частот. Автором на основе усредненных уравнений вращения были впервые получены общие формулы для угла нутации и частоты (периода) прецессии небесного тела, находящегося в поле притяжения двух центров, в то время как

классические работы учитывали только один притягивающий центр (для спутников – Земля, для планет – Солнце). Эти результаты были приложены к исследованию прецессии-нутаии оси Сатурна. Также автор учел притяжение экваториальных спутников Сатурна, на основе работ американских ученых, что говорит о полноте модели и о стремлении автора приблизить ее к реальной. Кроме этого был получен первый интеграл усредненных уравнений вращения, описывающий поведение вектора кинетического момента планеты на единичной сфере. Этот интеграл был подробно исследован в диссертации в приложении ко вращению Сатурна, Марса, Нептуна.

#### **Анализ содержания работы**

Диссертационная работа имеет следующую структуру: введение, 4 главы, заключение, список литературы. Объем диссертации составляет 99 страниц. Список литературы состоит из 88 наименований.

Во **введении** представлен обзор литературы по данной тематике, научная новизна, положения выносимые на защиту, а также краткое содержание глав диссертации.

В **первой главе** исследуется поведение вектора кинетического момента Сатурна в кениговых осях с помощью первого интеграла осредненных уравнений вращения. В результате анализа этого интеграла были выявлены основные эффекты влияния Юпитера на вращение Сатурна: разрушение континуума положений равновесия вектора кинетического момента Сатурна, существующих под действием притяжения одного лишь Солнца, и как следствие, появление либрационных зон колебаний этого вектора вблизи плоскости небесного экватора, параллельного плоскости орбиты Юпитера; появление дополнительных неустойчивых равновесий этого вектора в точках северного и южного полюсов небесной сферы и, как следствие, наличие гомоклинических траекторий; существование периодических траекторий со сколь угодно большими периодами вблизи гомоклинической траектории.

Во **второй главе** получены новые результаты, описывающие эволюцию прецессии оси Сатурна, учитывающие не только притяжение Юпитера, но и притяжение экваториальных спутников Сатурна. Используя подход, примененный в работах Ворда и Гамильтона и рассматривая планету со спутниками как “единое целое”, прецессирующее вокруг нормали к неподвижной плоскости орбиты Сатурна, получены, с помощью метода малого параметра, выражения для частоты прецессии и угла нутаии оси вращения планеты с точностью до членов второго и третьего порядков малости. Построен график зависимости угла нутаии Сатурна от времени на промежутке времени  $6 \times 10^6$  лет, получены также значения поправок к частоте (периоду) прецессии, вызванных притяжением спутников и Юпитера.

В третьей главе описаны новые эффекты влияния Юпитера и Земли на вращения Марса: «классические» положения равновесия вектора кинетического момента Марса, принадлежащие нормали к плоскости орбиты Марса, сохраняются под действием притяжения Земли и Юпитера. Кроме того, появляются два новых равновесия вектора кинетического момента, принадлежащие нормали к плоскости орбиты Юпитера. Эти равновесия неустойчивы, через них проходят гомоклинические траектории. Помимо этого, появляется пара неустойчивых равновесий, принадлежащих дуге большого круга, параллельного плоскости орбиты Марса. Через эти равновесия проходят четыре гетероклинические кривые. Между парами этих кривых заключены два устойчивых положения равновесия.

В четвертой главе исследуется вращение Нептуна под действием притяжения Солнца, Юпитера и его массивного спутника – Тритона с помощью первого интеграла усредненных уравнений вращения. Анализ интеграла показывает, что вектор кинетического момента Нептуна совершает вращения вокруг нормали к плоскости орбиты Тритона, что не отвечает наблюдаемым данным. Полученный результат автор объясняет тем, что точность аппроксимации силовой функции Тритона низкая, т.к. параметр, по которому ведется разложение силовой функции в ряд, не является достаточно малым.

#### **Степень достоверности**

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается использованием фундаментальных законов механики, а также корректностью проводимых математических преобразований. Кроме того, полученные результаты сравниваются с теоретическими и экспериментальными результатами (по данным с космических аппаратов Вояджер, Кассини, Пионер, Маринер и т.д.) вращений небесных тел в рамках обобщенной задачи двух тел и являются их обобщением.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. В рамках работы предполагается, что орбиты Сатурна и Юпитера являются эллиптическими относительно гелиоцентрической эклиптической системы координат, использование которых является обоснованным в задаче о вращении Сатурна относительно центра масс. Однако представляет интерес дальнейшее развитие модели, учитывающей эволюцию орбиты Сатурна под действием притяжения Юпитера.
2. Во второй главе разность осевого и экваториального момента инерции Сатурна не является малым параметром.
3. Несмотря на то, что модель вращения Марса построена достаточно полно в работе Vouquillon S., Souchay J., в третьей главе можно было исследовать прецессию-

нутацию Марса под действием притяжения Солнца, Юпитера и Земли по аналогии с подходом, использованным во второй главе при исследовании вращения Сатурна.

Отметим, что указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы и не противоречат основным положениям и полученным результатам.

#### **Выводы по диссертации**

Диссертационная работа Амелина Р.Н. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему. Новые результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для моделирования вращений планет и их спутников как естественных, так и искусственных в сложных гравитационных полях. Полученные результаты являются новыми и полностью отражены в 3 публикациях в журналах из перечня ВАК, что подтверждает высокий научный уровень диссертационной работы.

Автореферат полностью отражает содержание работы.

Диссертационная работа Амелина Р.Н. «Исследование вращений небесных тел под действием притяжения Солнца и Юпитера» отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией к кандидатским диссертациям, а ее автор – Амелин Руслан Николаевич – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика.

Данный отзыв обсужден и одобрен на научном семинаре кафедры теоретической механики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет), протокол № 1 от 22.11.2016.

Заведующий кафедрой теоретической  
механики, д.т.н., профессор

*Асланов*  
22.11.2016

В.С. Асланов

Почтовый адрес: 443086, г. Самара, Московское шоссе, д.34

Телефон: 8 (846) 267-45-97

Адрес электронной почты: aslanov\_vs@mail.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

Web-сайт организации: <http://ssau.ru/>

*Подпись Асланова В.С. удостоверено.  
Исходник отсюда соизволение дается  
ученым советом Самарского университета*

*23.11.2016 г.*



*Васильева тт*