

ОТЧЕТ
ОТДЕЛА НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ ГАИШ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЗА 2014 ГОД

I. Важнейшие научные результаты.

Об эллиптическом движении звезды в тесной двойной системе.

Авторы: Лукьянов Л.Г., Гасанов С.А., Медведева А.А.

Развернутый заголовок:

Задача об эллиптическом движении вращающейся звезды в тесной двойной системе с консервативным обменом масс.

Описание:

Рассмотрена задача о движении вращающейся звезды в тесной двойной системе (ТДС) с консервативным обменом масс. В отличие от известной модели Пачинского-Хуанга, использована новая модель, определяющая относительное движение звезды в тесной двойной системе по эллиптической орбите. В эллиптическом движении звезды учитываются взаимное притяжение звезд, реактивные силы, сила притяжения звезд перетекающей струей и возмущения от вращательного движения звезды - аккретора. Определены изменения большой полуоси, эксцентриситета и угловой скорости вращения орбиты звезды - аккретора в зависимости от параметра q - отношения масс звезд. Полученные результаты применены к звездной системе BF Aurigae и приведены в виде рисунков.

Ключевые слова:

тесные двойные звездные системы, консервативный обмен масс, уравнения Мещерского, эллиптическое движение, реактивные силы, вращательное движение

Направление ПР: ПНР 3.

Исследования структуры материи и космоса, применение космических технологий.

Рубрики ГРНТИ:

Общие проблемы; Теория фигур, вращения и притяжения естественных небесных тел; Двойные и кратные звезды; Общие проблемы; Теория фигур, вращения и притяжения естественных небесных тел; Двойные и кратные звезды;

Публикации:

Лукьянов Л.Г., Гасанов С.А. Эллиптические движения звезд в тесных

двойных системах. *Астрономический журнал*. том 88, N. 8, с. 797-805, 2011.

Медведева А.А. Эллиптическое движение звезд в тесных двойных системах с консервативным обменом масс. *Вестник Московского университета. Сер. 3. Физика, Астрономия*. 2013. N. 1. С. 74-78.

Медведева А.А., Гасанов С.А. Об эллиптическом движении звезды в тесной двойной системе. *Астрономический журнал*. том 91, N. 8, с. 643-651, 2014.

Движение пассивно-гравитирующего тела внутри эллиптической галактики.

Авторы: Гасанов С.А., Лукьянов Л.Г.

Развернутый заголовок:

Движение пассивно-гравитирующего тела (звезды или центра масс шарового скопления) внутри неоднородной эллиптической галактики.

Описание:

Рассмотрена задача о пространственном движении пассивно-гравитирующего тела (звезды или центра масс шарового скопления) внутри неоднородной вращающейся эллиптической галактики (ЭГ) с гомотетическим распределением плотности. В качестве закона распределения плотности светящейся части ЭГ взяты разные законы, в том числе так называемый астрофизический закон. В движении звезды (или центра масс шарового скопления) учтено притяжение светящейся части ЭГ, которая считается эллипсоидальным телом с гомотетическим распределением плотности, а также возмущения, вызываемые притяжением гомеоида - эллипсоидального слоя, заполненного темной материей пространства между светящейся частью ЭГ и ее гало. Найден аналог интеграла Якоби или квазиинтеграл, определена область возможности движения звезды (или центра масс ШС) и построены поверхности нулевой скорости или поверхности минимальной энергии. Найден стационарные решения (точки либрации или особые точки) и установлена их устойчивость в смысле Ляпунова. Полученные результаты применены как к модельным эллиптическим галактикам, так и реально существующим, в частности, к эллиптическим галактикам NGC 4472 (M 49), NGC 4636 и NGC 4374, содержащим большое количество ШС.

Ключевые слова:

эллиптическая галактика, звезда, шаровое скопление, уравнения движения, аналог интеграла Якоби, область возможности движения, поверхности нулевой скорости, квазиинтеграл, поверхности минимальной энергии.

Направление ПР: ПНР 3.

Исследования структуры материи и космоса, применение космических технологий.

Рубрики ГРНТИ:

Общие проблемы; Теория фигур, вращения и притяжения естественных небесных тел; Общие проблемы исследований звездных систем; Структура и эволюция Галактики;

Публикации:

Гасанов С.А. О движении материальной точки внутри вращающегося неоднородного эллипсоидального тела. Письма в астрономический журнал. том 27, N. 2, с. 150-160, 2001.

Гасанов С.А., Лукьянов Л.Г. О точках либрации в задаче о движении звезды внутри эллиптической галактики. Астрономический журнал. том 79, N. 10, с. 944-951, 2002.

Lukyanov L.G., Gasanov S.A. On zero-velocity surfaces inside and outside a homogeneous rotating and gravitating ellipsoid. Astronomical and Astrophysical Transactions. vol. 22, N. 4-5, pp. 529-534, 2003.

Гасанов С.А. Периодические решения вблизи центральной точки либрации в задаче о движении звезды внутри эллиптической галактики. Письма в астрономический журнал. том 29, N.10, с. 792-802, 2003.

Гасанов С.А. Задача о движении звезды внутри слоисто - неоднородной эллиптической галактики с переменной массой. Письма в астрономический журнал. том 33, N. 12, с. 925-941, 2007.

Гасанов С.А. Точки либрации и общий случай в задаче о движении звезды внутри слоисто-неоднородной эллиптической галактики с переменной массой. Письма в астрономический журнал. том 34, N. 3, с. 202-212, 2008.

Гасанов С.А. Периодические движения звезды внутри эллиптической галактики с переменной массой. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика, астрономия. N. 2, с. 86-91, 2009.

Гасанов С.А. О движении шарового скопления внутри вращающейся слоисто-неоднородной эллиптической галактики. Астрономический журнал. том 87, N. 3, с. 218-237, 2010.

Гасанов С.А. Стационарные решения в задаче о движении шарового скопления внутри неоднородной вращающейся эллиптической галактики. Астрономический журнал. том 89, N. 6, с. 522-536, 2012.

Гасанов С.А. О движении звезды в окрестности шарового скопления в эллиптической галактике. Астрономический журнал, том 91, N. 3, с. 223-250, 2014.

Гасанов С.А. Об устойчивости периодических решений в задаче о движении звезды внутри эллиптической галактики. Письма в астрономический журнал, том 32, N. 3, с. 217-231, 2006.

Гасанов С.А. О движении звезды с переменной массой внутри слоистой - неоднородной эллиптической галактики. Астрономический журнал. том 86, N. 8, с. 826-832, 2009.

I а. Текущие научные результаты.

Предложено специальное представление вековой части возмущающей функции взаимного притяжения планет (спутников). В отличие от известных разложений оно использует ее асимптотику при близких значениях больших полуосей орбит возмущаемого и возмущающего тел, а также имеет единую аналитическую форму для внешнего и внутреннего вариантов задачи. Полученное выражение представляет собой частичную сумму степенного ряда по малым эксцентриситетам и синусам углов взаимных наклонов орбит.

Исполнители: Вашковьяк С.Н., Емельянов Н.В.

Рассмотрена задача о пространственном движении пассивно-гравитирующего тела (звезды или центра масс шарового скопления) внутри неоднородной вращающейся эллиптической галактики (ЭГ) с гомотетическим распределением плотности. В качестве закона распределения плотности светящейся части ЭГ взят так называемый «астрофизический закон». В движении звезды (или центра масс шарового скопления) учтено притяжение светящейся части ЭГ, которая считается эллипсоидальным телом с гомотетическим распределением плотности, а также возмущения, вызываемые притяжением гомеоида - эллипсоидального слоя, заполненного темной материей пространства между светящейся частью ЭГ и ее гало. Найден аналог интеграла Якоби, определена область возможности движения звезды (или центра масс ШС) и построены поверхности нулевой скорости. Найденны стационарные решения - точки либрации и установлена их устойчивость в смысле Ляпунова.

Исполнитель Гасанов С.А.

Применяя разработанную нами методику определения аномального внутреннего строения планет земной группы на основе только космических исследований гравитационного поля и рельефа планет, было:

- 1) найдено распределение глубин компенсации гармоник рельефа Земли и латеральное распределение аномальных масс на выделенных глубинах. Показано, что изостатическая компенсация рельефа Земли и Марса осуществляется в диапазоне глубин 0-1400 км. Показано, что глубины основных уровней компенсации для Земли хорошо согласуются с сейсмическими данными. Сделан вывод, что аномалии внутреннего гравитационного поля могут привести к конвективным движениям, ответственным за существование магнитного поля Земли и отсутствие такового для Марса.

2) Определены изостатически невыравненные вертикальные напряжения в коре и мантии Земли. Полученные распределения вертикальных напряжений сжатия и растяжения хорошо коррелируют с картами распределения землетрясений для Земли и с вулканическими кратерами повышенной плотности для Марса. Для Марса максимальные значения напряжений значительно превышают земные значения, что свидетельствует о большей прочности литосферы Марса.

Мы применили нашу методику для исследования внутреннего строения Земли, сравнивая полученные результаты с сейсмологическими данными и с результатами анализа собственных колебаний, и для Марса, для которого такие наблюдения отсутствуют. Сравнительный анализ полученных результатов приведен выше.

По гранту РФФИ № 14-02-01225, «Спектральные и поляризметрические исследования верхней солнечной атмосферы» просчитаны возможности использования прямолинейных точек либрации в системе Солнце-планета-космический аппарат для организации солнечного затмения на орбите Меркурия.

Исполнитель: Насонова Л.П. (совместно с сотрудниками лаборатории гравиметрии Н.А. Чуйковой и Т.Г. Максимовой).

Исследована устойчивость по Хиллу движения всех спутников планет в рамках ограниченной эллиптической задачи трех тел. Эфемериды спутников на моменты прохождения планет через перигелии их орбит вычислялись на сайте «Служба естественных спутников планет» ГАИШ для спутников Юпитера и Сатурна и на сайте JPL NASA HORISONS для спутников Урана и Нептуна. Для решения задачи устойчивости по Хиллу используется квазиинтеграл Якоби, зависящий от неизвестной функции. Теория Л.Г. Лукьянова позволила применить этот квазиинтеграл для анализа видоизменяющихся со временем областей возможности движения и построить поверхности минимальной энергии, ограничивающие эти области. Учет эксцентриситета орбиты планет приводит к нарушению устойчивости движения некоторых спутников, постоянная Якоби которых близка к некоторому критическому значению. Для них устойчивость в круговой задаче трех тел превращается в неустойчивость по Хиллу в эллиптической задаче, хотя в окрестности перигелия орбиты планеты происходят движения устойчивого по Хиллу типа. Таким способом можно провести классификацию спутников, разделив их движение на устойчивое по Хиллу, неустойчивое движение, а также движение в области переходного типа, где вблизи прохождения планеты через афелий поверхности минимальной энер-

гии являются разомкнутыми, и спутник имеет реальную возможность покинуть окрестность планеты.

Исполнитель: Уральская В.С.

Эфемериды спутников планет необходимы для подготовки и проведения космических миссий. Моделирование движения Тритона, главного спутника Нептуна имеет особенности. В работах других авторов на основе наблюдений путем численного интегрирования уравнений движения построена эфемерида Тритона. Использовать эту эфемериду можно только с помощью сервера эфемерид через интернет или путем заимствования у авторов эфемерид специальной вычислительной программы и огромного файла данных. При этом интервал времени эфемерид ограничен. В настоящей работе предлагаются простые и легко программируемые для компьютера формулы для вычисления эфемериды Тритона на любые моменты времени с точностью в сотни раз лучшей точности наблюдений этого спутника. Формулы основаны на новой аналитической теории движения Тритона, учитывающей необходимые возмущающие факторы.

В настоящей работе показано, что предлагаемая некоторыми авторами модель прецессирующего эллипса для приближенного описания движения спутника не соответствует свойствам возмущенного движения Тритона. Возмущенное значение средней аномалии не имеет векового изменения, как это происходит в невозмущенном кеплеровом движении, а испытывает периодические колебания с амплитудой несколько градусов относительно нулевого значения.

Исполнитель: Емельянов Н.В.

Выполнен гармонический анализ численных значений средней долготы в орбите всех больших планет Солнечной системы, предварительно рассчитанных на основе численной эфемериды DE431 на интервале времени 13 000 г. до н.э. – 17 000 г. н.э. Получены компактные аналитические ряды, аппроксимирующие данные значения с высокой точностью на всем интервале разложения в 30 000 лет. Определены фундаментальные частоты функции средней долготы в орбите для каждой из 8 планет, хорошо совпадающие для главных членов с аналогичными частотами в наиболее современных аналитических теориях движения больших планет VSOP2013 и TOP2013. На длительных интервалах времени (несколько тысяч лет и более) полученные разложения представляют средние долготы планет с точностью в несколько раз лучшей, чем TOP2013, и примерно на 1-2 порядка лучше, чем VSOP2013. При этом

число членов нового разложения является существенно меньшим.
Исполнитель: Кудрявцев С.М.

Одинокое эллиптическое Гауссово кольцо обобщается на круговое двумерное кольцо или сплошной диск. Новый подход позволил объяснить загадку существования острых локальных минимумов на кривых вращения, которые наблюдаются у многих плоских галактик. Установлено, что скорость апсидальной прецессии звезд в значительной степени определяется не релятивистским влиянием на них черной дыры, а ньютоновским гравитационным влиянием плотного звездного скопления вокруг SMBH.

В оригинальной постановке решена задача о прецессии плоскостей орбит Юпитера и Сатурна под действием сил взаимного гравитационного возмущения. Применение колец Гаусса позволило получить новые и уточнить классические результаты по прецессии узлов орбит планет-гигантов.

Впервые к конусу применяется метод эквиравитирующих стержней. Получен пространственный потенциал конуса. Впервые найдена гравитационная энергия конуса.
Исполнитель: Кондратьев Б.П.

Выведены дифференциальные уравнения движения системы небесных тел на фоне космического вакуума. Установлено ускоренное движение центра масс этой системы в абсолютном ньютоновом пространстве. Выведены интегралы момента импульса и интеграл энергии в барицентрической системе координат. Выведена формула Лагранжа-Якоби в задаче N-тел с космическим вакуумом и установлены: достаточное условие неустойчивости, необходимое условие устойчивости (по Якоби).

Исполнитель: Ширмин Г.И.

II. Библиография научных и научно-популярных работ.

1. Монографии.

Монографии не издавались.

2. Научные статьи.

1. Гасанов С.А.

О движении звезды в окрестности шарового скопления в эллиптической галактике. *Астрономический журнал*, 2014, т.91, № 3, с. 223-250.

2. Медведева А.А., Гасанов С.А.

Об эллиптическом движении звезды в тесной двойной системе. *Астрономический журнал*, 2014, т. 91, № 8, с. 643-651

3. Чуйкова Н.А., Насонова Л.П., Максимова Т.Г.

Аномалии плотности, напряжений и гравитационного поля внутри Земли и Марса и возможные геодинамические следствия: сравнительный анализ. *Физика Земли*, 2014, № 3, с. 127-143.

4. Chujkova N.A., Nasonova L.P., Maximova T.G.

Density, Stress, and Gravity Anomalies in the Interiors of the Earth and Mars and the Probable Geodynamical Implications: Comparative Analysis. *Izvestiya - Physics of the Solid Earth*, издательство Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation), 2014, том 50, № 3, с. 427-443.

5. Kondratyev B.P.

Two-dimensional generalization of Gauss rings and dynamics of central regions of flat galaxies. *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 2014, v. 442, p. 1755-1766.

6. Кондратьев Б.П.

Прецессия узлов орбит Юпитера и Сатурна от взаимного возмущения: модель двух колец. *Астрономический вестник*. 2014. Т. 48. N 5. С. 396-404.

7. Кондратьев Б.П., Трубицына Н.Г.

К вопросу о потенциале однородного кругового конуса на оси симметрии. *Теоретические и прикладные задачи нелинейного анализа*. Изд-во ВЦ РАН, 2014, с. 88-96.

8. Вашковьяк М.А., Вашковьяк С.Н., Емельянов Н.В.
Разложение возмущающей функции взаимного притяжения небесных тел для равномерно близких орбит. Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2014, № 53, с. 1-21.
9. Ким И.С., Бугаенко О.И., Лисин Д.В., Насонова Л.П.
Регистрация К-короны в диапазоне меньше 1.4 радиуса Солнца. Труды Всероссийской ежегодной конференции по физике Солнца "Солнечная и солнечно-земная физика — 2014". 20-24 октября 2014 г. Санкт-Петербург, СПбГУ, стр. 215-218.
10. Postnov K. A., Shakura N. I., Kochetkova A. Yu., Hjalmarsdotter L.
Do we see accreting magnetars in X-ray pulsars? Physics at the Magnetospheric Boundary, Geneva, Switzerland, Edited by E. Bozzo, P. Kretschmar, M. Audard, M. Falanga, C. Ferrigno. EPJ Web of Conferences, Volume 64, id.02002
11. Shakura N. I., Postnov K. A., Kochetkova A.
Theory of wind accretion. Physics at the Magnetospheric Boundary, Geneva, Switzerland, Edited by E. Bozzo, P. Kretschmar, M. Audard, M. Falanga, C. Ferrigno. EPJ Web of Conferences, Volume 64, id.02001

3. Тезисы докладов.

1. Chujkova N.A., Nasonova L.P., Maximova T.G.
Anomalous internal structure of the terrestrial planets from gravitational field and topography: first results of the exploration of Mars. Abstracts. The fifth Moscow Solar System Symposium (5M-S3), 2014, Ser. Mars, Moscow, тезисы, р. 5.
2. Chujkova N.A., Nasonova L.P., Maximova T.G.
Test method for determining the anomalous internal structure of terrestrial planets, space research abased on the example of the Earth. Proceeding of The 3rd International Gravity Field Service (IGFS) General Assembly (IGFS 2014). June 30 - July 6, 2014, Shanghai, China, Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences 80 Nandan Road, Shanghai 200030, China Shanghai, China, p. 81-82.

3. Kudryavtsev S.M. Development of orbital elements of the Moon and planets to compact analytical series. Book of Abstract: Journées 2014; St.Petersburg, Pulkovo Obs., 22-24 Sept. 2014, p.14

4. Научно-популярные статьи.

1. Уральская В.С.
Николай Дмитриевич Моисеев. Люди науки. Земля и Вселенная, 2014, № 4, стр. 47-55.
2. Емельянов Н.В.
Загадка Фобоса. Вселенная, пространство, время. Издатель ЧП "Третья планета". Киев. N 5(118). С. 4-7.

III. Сведения о патентной деятельности.

Заявки не подавались.

IV. Сведения о грантах.

1. Грант РФФИ N 12-02-00294 (2012-2014) "Новые эфемериды и эволюция орбит естественных спутников планет на основе наблюдений".
Руководитель: Емельянов Н.В., заведующий отделом.
Исполнители: Вашковьяк С.Н., старший научный сотрудник, Вашковьяк М.А., ведущий научный сотрудник ИПМ имени Келдыша. Варфоломеев М.И., ведущий программист. Кудрявцев С.М., ведущий научный сотрудник. Куимов К.В., заведующий отделом,
Финансирование: 413 тыс. руб. (ожидаемое за год).
Гос. рег. номер темы НИР 01201259582. .
2. Грант РФФИ N 14-02-01225 (2014-2016) "Спектральные и поляриметрические исследования верхней солнечной атмосферы".
Руководитель из отдела Краснопресненская лаборатория Ким И.С.
Участник из отдела небесной механики Насонова Л.П.
Финансирование: 550 тыс. руб. (ожидаемое за год).
Гос. рег. номер темы НИР 01201455498.

V. Сведения о госконтрактах, договорах.

Работа по госконтрактам и договорам не велась.

VI. Научное сотрудничество со сторонними организациями, в т. ч. международными, межфакультетские темы.

Сотрудничество не оформлялось договором или соглашением.

VII. Участие в научных конференциях и выставках.

1. Насонова Л.П. The 3rd International Gravity Field Service (IGFS) General Assembly (IGFS 2014). June 30 - July 6, 2014, Shanghai, China. Доклад: Test method for determining the anomalous internal structure of terrestrial planets, space research abased on the example of the Earth.
2. Насонова Л.П. The Fifth Moscow Solar System Symposium, Институт Космических исследований РАН, Москва, 13-18 октября 2014 г. Доклад: Anomalous internal structure of the terrestrial planets from gravitational field and topography: first results of the exploration of Mars.
3. Насонова Л.П. XVIII всероссийская ежегодная конференция с международным участием "Солнечная и солнечно-земная физика-2014". 20-24 октября 2014 года, Санкт-Петербург, ГАО РАН(Пулково). Доклад: Регистрация К-короны в диапазоне < 1.4 радиуса Солнца.
4. Кондратьев Б.П.
Научная конференция "ЛОМОНОСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ". Москва. МГУ. ГАИШ. 17 апреля 2014 г.
Доклад: Двумерное обобщение кольца Гаусса и динамика центральных областей плоских галактик.
5. Кондратьев Б.П.
Всероссийская конференция Современная звездная астрономия 2014: Ростов-на-Дону, 28-30 мая 2014 г.
Доклад: О временных шкалах апсидальной прецессии и динамика звезд в центральном парсеке нашей Галактики.
6. Междисциплинарные Семинары, организуемые АстрО. Москва, ГАИШ МГУ.
Участники: Чепурова В.М. - член оргкомитета.

VIII. Сведения об именных премиях и других наградах, в т. ч. международных. Ученые ГАИШ - почетные профессора и доктора зарубежных организаций.

Премий и наград не было.

IX. Повышение квалификации сотрудников.

Работа не проводилась.

X. Участие сотрудников ГАИШ в педагогической деятельности.

1. Емельянов Н.В. Чтение курса лекций "Практическая небесная механика" для студентов 5 курса астрономического отделения физфака МГУ.

2. Емельянов Н.В. Чтение курса лекций "Теория возмущений" для студентов 4 курса астроном. отделения физфака МГУ.

3. Емельянов Н.В. Спецсеминар "Практические вопросы теории возмущений" для студентов 4 курса астроном. отделения физфака МГУ.

4. Емельянов Н.В. Спецсеминар "Эфемеридная астрономия" для студентов 4 курса астроном. отделения физфака МГУ.

5. Емельянов Н.В. Спецпрактикум по небесной механике для студентов 4 курса астроном. отделения физфака МГУ.

6. Емельянов Н.В. Руководство дипломной работой студента АО.

7. Емельянов Н.В. Руководство курсовой работой студента АО.

XI. Повышение квалификации сотрудников внешних организаций.

Работа не проводилась.

XII. Сведения об экспедициях.

Экспедиций не было.

XIII. Внедрение в народное хозяйство.

Внедрений не было.

XIV. Научно-популяризаторская деятельность.

Опубликованы две статьи. См. в п. II.4.

XV. Членство в международных и общероссийских советах, союзах, комитетах, обществах, академиях, редколлегиях и т. п. Сотрудники ГАИШ – рецензенты научных журналов.

Приема в члены сообществ не было.

Сотрудники ГАИШ – рецензенты научных журналов.

Емельянов Н.В., Кондратьев Б.П. - журнал Вестник МГУ (1 рецензия).

Кондратьев Б.П. - Астрономический журнал (3 рецензии).

XVI. Краткий анализ работы. Предложения по улучшению организации научной работы.

Научно-исследовательская работа ведется нормально. Работа в отделе поддерживается одним грантом РФФИ. Опубликовано 8 статей. Ведется педагогическая работа на астрономическом отделении физического факультета МГУ.

Отчет утвержден координационным советом ГАИШ по небесной механике 27 ноября 2014 г.

Секретарь совета

Л.П.Насонова