

ОТЧЕТ  
ОТДЕЛА НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ ГАИШ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ЗА 2012 ГОД

**I. Важнейшие научные результаты.**

В задаче о движении шарового скопления (ШС) внутри неоднородной вращающейся эллиптической галактики найдены стационарные решения для ШС и установлена их устойчивость в смысле Ляпунова на примере эллиптических галактик NGC 4472, NGC 4636 и NGC 4374, содержащих большое количество ШС. Использовано точное выражение силовой функции без разложения ее в ряд.

Исполнитель Гасанов С.А.

Разработана методика решения обратной задачи гравиметрии для определения внутреннего строения планет земной группы на основе космических исследований гравитационного поля и рельефа планет, и эта методика применена для изучения плотностного строения и напряжений внутри Земли и Марса.

Исполнитель Насонова Л.П.

## **I а. Текущие научные результаты.**

Получено новое аналитическое выражение вековой части возмущающей функции взаимного притяжения спутников путем осреднения полной возмущающей функции по всем быстрым переменным.

Исполнитель Вашковьяк С.Н.

В рамках задачи «О движении звезды внутри (вблизи) шарового скопления (ШС) в эллиптической галактике» использовано точное выражение силовой функции, не разлагая ее в ряд. С учетом движения звезды внутри и вне сферы действия шарового скопления, найдены квазиинтеграл и поверхности минимальной энергии. Определены области возможности движения, найдены стационарные решения и установлена их устойчивость в смысле Ляпунова. Полученные результаты применены к эллиптическим галактикам NGC 4472, NGC 4636 и NGC 4374, содержащих большое количество ШС, и приведены в виде рисунков и таблиц.

Исполнитель Гасанов С.А.

По теме "Гравитационное поле Земли и планет и глобальная геодинамика" (совместно с сотрудниками лаборатории гравиметрии вед. науч. сотр. Н.А. Чуковой и н.с. Т.Г. Максимовой) разработана методика решения обратной задачи гравиметрии для определения внутреннего строения планет земной группы на основе космических исследований гравитационного поля и рельефа планет, и эта методика применена для изучения плотностного строения и напряжений внутри Земли и Марса. Получены результаты:

1. Решена задача и разработана методика определения глубин компенсации для гармоник рельефа различной степени и порядка. На основе анализа гистограмм распределения глубин компенсации определены наиболее вероятные уровни компенсации неоднородностей рельефа. Показано, что в недрах планеты может существовать несколько уровней компенсации. (Так, для Земли основная компенсация происходит в коре и мантии на глубинах  $9 \pm 5$  км,  $36 \pm 7$  км,  $66 \pm 9$  км,  $120 \pm 26$  км,  $280 \pm 62$  км,  $850 \pm 170$  км, для Марса соответственно на глубинах  $5 \pm 4$  км,  $100 \pm 43$  км,  $280 \pm 41$  км,  $450 \pm 11$  км,  $760 \pm 5$  км,  $1180 \pm 140$  км.)
2. Рассчитаны также возможные изостатически невыравненные вертикальные напряжения в коре и мантии Земли и Марса. Эти напряжения не превышающие пределы прочности литосферы. Для Земли макси-

мальные значения напряжений не превосходят 10 МПа, а распределение максимальных градиентов напряжений в областях перехода от напряжений сжатия к напряжениям растяжения коррелирует с картой распределения землетрясений. Для Марса максимумы напряжений достигают 64 МПа по сжатию и 20 МПа по растяжению и коррелируют с вулканическими кратерами повышенной плотности и крупными депрессиями рельефа.

3. Показано, что полученные аномальные структуры вызывают аномалии внутреннего гравитационного поля, которые могут являться причиной конвективных движений в мантии и ядре планеты.

Участие ((совместно с сотрудниками лаборатории гравиметрии вед. науч. сотр. Н.А. Чуковой и н.с. Т.Г. Максимовой) в отработке указанной методики и применении ее для изучения плотностного строения и напряжений внутри Земли и Марса. Результаты, полученные для Земли, хорошо согласуются с результатами, полученными из анализа собственных колебаний Земли и сейсмологических данных, и применение аналогичной методики для Марса позволяет рассчитывать на достоверность полученных результатов.

Участие Л.П.Насоновой в перечисленных задачах:

Вычислены для Марса и Земли (используя разложения для рельефа и гравитационного поля, полученные из разных источников) вклад рельефа и поверхности Мохо в гравитационное поле с учетом квадратичных членов, и членов эллипсоидальности поверхности относимости.

Исполнитель Насонова Л.П.

Используя значения кеплеровских элементов, приведенных в каталогах экстра-солнечных планет, предложены недостающие элементы планет (наклон и восходящий узел), вращающихся в двойных звездных системах, при которых движение планеты остается устойчивым. Критерием устойчивости считается, что максимальная величина эксцентриситета не превышает значения, при котором в перигее могут произойти тесные сближения. Оказалось, что устойчивое движение планет с малыми эксцентриситетами происходит вблизи плоскости, перпендикулярной угловому моменту всей системы. Проблема рассмотрена в рамках неограниченной проблемы трех тел. (Масса планеты порядка или больше массы Юпитера ).

Исполнитель Соловая Н.А.

В текущем году с помощью интегрального инвариантного соотношения, известного как квазиинтеграл Якоби для эллиптической задачи

трех тел, исследуются области возможности движения и ограничивающие их поверхности минимальной энергии, полученные Лукьяновым Л.Г. (2005). Для всех известных спутников планет проводится исследование устойчивости по Хиллу в рамках эллиптической задачи трех тел. Исполнитель Уральская В.С.

Уточнены параметры орбит и эфемериды 12-ти далеких спутников Юпитера на основе новых, опубликованных в текущем году наблюдений. Найдены новые, скорректированные на основе современных фотометрических наблюдений зависимости яркости Галилеевых спутников Юпитера от угла вращения. Пополнены библиографическая база данных и база данных наблюдений естественных спутников планет. Исполнитель Емельянов Н.В.

Уточнены аналитические разложения приливных поправок в твердом теле Земли. Данные разложения внедрены в аналитическую теорию движения ИСЗ. Получены первые результаты в аналитическом представлении эфемерид планет на длительных, в несколько тысяч лет, интервалах времени. Исполнитель Кудрявцев С.М.

Продолжалась изучение движения метеороидных роев и комет-прародительнец на основе базовой структуры компьютерной технологии по исследованию образования и динамики метеороидных комплексов численным интегрированием и при необходимости (при сближениях с планетами) с использованием аналитических гиперболических промежуточных орбит, основанных на симметричном и несимметричном вариантах обобщенной задачи 2-х неподвижных центров. В прошедшем году были включены в базовую компьютерную технологию формулы движения по несимметричной промежуточной орбите. Исполнитель Чепурова В.М.

## II. Библиография научных и научно-популярных работ.

### 1. Монографии.

1. Хлыстов А.И., Долгачев В.П., Доможилова Л.М.  
Барицентрическое движение Солнца и его следствия для Солнечной системы.  
Статья в коллективной монографии. "Современные глобальные изменения природной среды". Том 3. Факторы глобальных изменений. Москва. Научный мир. 2012. С. 62-77.

### 2. Научные статьи.

1. Вашковьяк М.А., Вашковьяк С.Н.  
Силовая функция слабоэллиптического гауссова кольца и ее обобщение на почти компланарную систему колец.  
Астрономический вестник. 2012. Т. 46. С.72-80.
2. Вашковьяк М.А., Вашковьяк С.Н., Емельянов Н.В.  
Единое представление вековой части возмущающей функции взаимного притяжения спутников планеты.  
Препринт N 3. 2012. ИПМ РАН. С. 2-30.
3. Гасанов С.А.  
Стационарные решения в задаче о движении шарового скопления внутри неоднородной вращающейся эллиптической галактики.  
Астрономический журнал. 2012. Т. 89. N 6. С. 522-536.
4. Емельянов Н.В., Вашковьяк М.А.  
Эволюция орбит и сближения далеких спутников планет. Астрономический вестник. 2012. Т. 46. С. 460-473.
5. Lainey V., Karatekin O., Desmars J., Charnoz S., Arlot J.-E., Emelyanov N., Le Poncin-Lafitte Chr., Mathis S., Remus F., Tobie G., Zahn J.-P.  
Strong tidal dissipation in Saturn and constraint on Enceladus' thermal state from astrometry. The Astrophysical Journal. 2012. V. 752. Issue 1. Article id. 14.
6. Arlot J.-E., Emelyanov N. V., Lainey V., and 32 co-authors.  
Astrometric results of observations of mutual occultations and eclipses of the Saturnian satellites in 2009. Astronomy & Astrophysics. 2012. V. 544. Id. A29.

7. Лукьянов Л.Г., Уральская В.С. (2012).  
Sundman Stability of Natural Planet Satellites.  
Mon. Not. R. Astron. Soc. 2012. V. 421. P. 2316–2324.
8. Plavalova E, Solovaya N. A., Pittich E. M.  
"An extra-solar planet in a double stellar system: the modeling of the insufficient orbital elements".  
Proceeding IAU Symposium No. 282, 2011. From Interaction Binaries to Exoplanets. Essential Modeling Tools. Mercedes T. Richards and Ivan Hubeny, eds. 2012. P.127-128.
9. Shakura N., Postnov K., Kochetkova A., Hjalmarsdotter L.  
Theory of quasi-spherical accretion in X-ray pulsars.  
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2012. V. 420. Issue 1. P. 216-236.
10. Gonzalez-Galan A., Kuulkers E., Kretschmar P., Larsson S., Postnov K., Kochetkova A., Finger M. H.  
Spin period evolution of GX 1+4.  
Astronomy and Astrophysics. V. 537. id. A66.
11. Chernin A. D., Teerikorpi P., Valtonen M. J., Dolgachev V. P., Domozhilova L. M., Byrd G. G.  
Dark energy and extended dark matter halos.  
Astronomy and Astrophysics. V. 539. id. A4.
12. Chernin A. D., Teerikorpi P., Valtonen M. J., Dolgachev V. P., Domozhilova L. M., Byrd G. G.  
Virial estimator for dark energy.  
Gravitation and Cosmology. 2012. V. 18. Issue 1. P. 1-5.
13. Чепурова В. М., Куликова Н.В.  
Об учете гравитационных возмущений при компьютерном моделировании процесса образования метеороидных комплексов. Материалы Международной конференции ОЗА-2011. Красноярск, 5 октября 2011. Изд-во РИОСибГАУ, Вестник СибГАУ. 2011. С. 83-86.
14. Чернин А. Д., Теерикорпи П., Долгачев В. П., Кантер А. А., Доможилова Л. М., Валтонен М. Ю., Бёрд Дж. Дж.  
Темная энергия в шести близких потоках галактик: синтетические фазовые диаграммы и автомодельность.  
Астрономический журнал. Т. 89. N 9. С. 723-735.

15. Чуйкова Н.А., Насонова Л.П., Максимова Т.Г.  
Аномалии плотности, напряжений и гравитационного поля внутри Марса. 2012 Вестник МГУ. Серия Физика Астрономия. 2012. N 2. С. 70-77.
16. 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. Материалы Третьей тектонической конференции в ИФЗ РАН "Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле". Москва, 8-12 октября 2012. С. 118-122.

### **3. Тезисы докладов.**

1. Вашковьяк М.А., Вашковьяк С.Н., Емельянов Н.В.  
Единое представление вековой части возмущающей функции взаимного притяжения спутников планет.  
Тезисы докладов Всероссийской научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г. 2012. С. 46-46.
2. Гасанов С.А.  
О движении звезды внутри (вблизи) шарового скопления в эллиптической галактике.  
Тезисы докладов Всероссийской научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г. 2012. С. 47-48.
3. Емельянов Н.В.  
Эфемериды спутников планет - средство изучения Солнечной системы.  
Тезисы докладов Всероссийской научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г. 2012. С. 4-5.
4. Постнов К.А., Шакура Н.И., Кочеткова А.Ю., Штауберт Р., Клочков Д.К., Вилмс Й., Родина Л.  
35-дневный цикл в рентгеновском пульсаре Her X-1 - собирая пазл в единую картину.  
Тезисы докладов Всероссийской научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва,

28 мая – 1 июня 2012 г. 2012. С. 37-37.

5. Чепурова В. М., Поляков С.В.

Исследование движения малого тела в случае его сближения с Землей.

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г. 2012. С. 60-60.

6. Шакура Н.И., Постнов К.А., Кочеткова А.Ю., Ялмарсдоттер Л.

Квази-сферическая акреция на замагниченные нейтронные звезды.

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г. 2012. С. 41-42.

#### **4. Научно-популярные статьи.**

1. Уральская В.С.

Два новых спутника Юпитера.

Земля и Вселенная. 2011, N 6, С. 35-35.

2. Уральская В.С.

Карликовая планета Хаумеа и ее спутники.

Земля и Вселенная. 2012. N 1. С. 21-28.

#### **5. Отчеты по договорам.**

1. Шакура Н.И., Кочеткова А.Ю. и соавторы.

Исследования черных дыр, нейтронных звезд, белых карликов и фундаментальных свойств материи в экстремальных условиях.

Отчет по госконтракту. Заказчик: Минобрнауки.

Научный руководитель — зав. отделом Шакура Н.И.

### **III. Сведения о патентной деятельности.**

Заявки не подавались.

#### **IV. Сведения о грантах.**

1. Грант РФФИ N 10-02-00234-а (2010 – 2012) "Новые компактные высокоточные аналитические разложения современных эфемерид планет и барицентра Солнечной системы".  
Руководитель: Кудрявцев С.М. Исполнители: Вашковьяк С.Н., Кантер А.А.  
Финансирование: 218 тыс. руб. (ожидаемое за год).  
Гос. рег. номер темы НИР 01201160861.
2. Грант РФФИ N 10-02-00178 (2010 – 2012) "Тёмная материя и тёмная энергия в близких группах галактик".  
Руководитель: Чернин А.Д. Исполнители: Долгачёв В.П., Доможилова Л.М.  
Финансирование: 350 тыс. руб. (ожидаемое за год)  
Гос. рег. номер темы НИР 01201160859.
3. Грант РФФИ N 10-02-00599 (2010-2012) "Одиночные и двойные замгниченые нейтронные звезды: образование, эволюция, наблюдательные особенности".  
Руководитель: Постнов К.А.  
Исполнитель: Кочеткова А.Ю.  
Финансирование: 525 тыс. руб. (ожидаемое за год)  
Гос. рег. номер темы НИР 01201160863. .
4. Грант РФФИ N 12-02-00294 (2012-2014) "Новые эфемериды и эволюция орбит естественных спутников планет на основе наблюдений".  
Руководитель: Емельянов Н.В. Исполнители: Вашковьяк С.Н., Кудрявцев С.М.  
Финансирование: 475 тыс. руб. (ожидаемое за год)  
Гос. рег. номер темы НИР 01201259582. .

#### **V. Сведения о госконтрактах, договорах.**

1. Госконтракт 02.740.11.0575.  
Научный руководитель — зав. отделом Шакура Н.И.  
Исследования черных дыр, нейтронных звезд, белых карликов и фундаментальных свойств материи в экстремальных условиях.  
Заказчик: Минобрнауки. Финансирование: 4000 тыс. руб. (ожидаемое за год). Гос. рег. номер темы НИР 01201167285.  
Исполнители: Кочеткова А.Ю.(отдел небесной механики) и 22 соавтора.

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

Совместная работа с российскими и иностранными учреждениями, институтами.

**Тема:** Исследование движения малых тел в солнечной и звездных системах.

Учреждение: Словакия, г. Братислава, Астрономический институт Словацкой Академии Наук.

Научный руководитель доктор физ-мат наук Питтих Е.

Со стороны ГАИШ исполнитель Соловая Н.А.

Предложен возможный механизм миграции малых частиц с гиперболическими орбитальными скоростями из Куперова пояса и Главного астероидного пояса в результате взаимных столкновений. Показано, что после столкновения некоторые фрагменты могут быть захвачены планетами или мигрируют в зависимости от направления скорости в разные части солнечной системы.

Сотрудничество не оформлялось договором или соглашением.

**Тема:** Служба естественных спутников планет.

Учреждение: Франция. Париж. Институт небесной механики и вычисления эфемерид. Научный руководитель Ж.-Ю. Арло.

Со стороны ГАИШ исполнитель Емельянов Н.В.

Сервер эфемерид естественных спутников планет MULTI-SAT дополнен эфемеридами двух новых спутников. Переуточнены на основе новых наблюдений эфемериды 12 далеких спутников планет. База данных и служба естественных спутников планет пополнена новыми данными.

Сотрудничество не оформлялось договором или соглашением.

## **VII. Участие в научных конференциях и выставках.**

1. Международная конференция "NAROO-GAIA - A new reduction of old observations in the Gaia era". Франция, Париж, 20-22 июня 2012 г.  
Участник Емельянов Н.В.  
Докладов: 1  
Член научного оргкомитета Емельянов Н.В.
2. Международная конференция "IMC 2012 (International Meteor Conference 2012) 2012, September 20-23, La Palma, Island, Canary, Spain.  
Участник Соловая Н.А.  
Докладов: 1.
3. Международная конференция "2012 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)". Сидней, Австралия, 12-18 ноября 2012 г.  
Участник Кудрявцев С.М.  
Докладов: 1.
4. Всероссийская научная конференция "Астрономия в эпоху информационного взрыва: результаты и проблемы". Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г.  
Председатель Оргкомитета: Гасанов С.А.  
Отв. секретарь Программного и местного Оргкомитетов и председатель секции: Чепурова В.М.  
Участники: Гасанов С.А., Емельянов Н.В., Кочеткова А.Ю., Чепурова В.М.  
Докладов: 5.
5. Всероссийская научная конференция "Аналитические методы небесной механики". Санкт-Петербург, Россия, 25-30 сентября 2012 г.  
Участники: Вашковьяк С.Н., Емельянов Н.В., Кудрявцев С.М.  
Докладов: 2.
6. Междисциплинарные семинары Астрономического Общества.  
Москва, ГАИШ, 2012 г.: 14 февраля, 29 февраля, 20 марта, 6 июня и 29 октября.  
Член Оргкомитета: Гасанов С.А.  
Отв. секретарь Программного и местного Оргкомитетов: Чепурова В.М.

7. Международная конференция "9 Integral Workshop". Париж. 15-19 октября 2012 г.  
Участники: Кочеткова А.Ю.  
Докладов: 1.
8. Третья тектоникофизической конференции в ИФЗ РАН "Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле». Москва, 8-12 октября 2012.  
Участник Насонова Л. П.  
Докладов: 1.

**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.**

Зарубежные командировки.

Соловая Н.А. была в командировке: Словакия, г. Братислава, Астрономический институт Словацкой Академии Наук.

5 декабря 2011 г. – 26 января 2012 г.

12 марта 2012г. - 26 апреля 2012 г.

5 июня 2012 г. - 5 августа 2012 г.

Емельянов Н.В. был в командировке:

Франция, Париж, Институт небесной механики и вычисления эфемерид с 1 по 29 июня 2012 г.

с 1 по 31 октября 2012 г.

**X. Участие сотрудника 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. Кочеткова А.Ю. Чтение курса лекций "Теория устойчивости" для студентов Астрономического отделения физфака МГУ, 5-й курс.
7. Кочеткова А.Ю. Чтение курса лекций "Устойчивость гамильтоновых систем" для студентов Астрономического отделения физфака МГУ, 5-й курс.
8. Гасанов С.А. Чтение курса лекций "Теория возмущений" для студентов Астрономического отделения физфака МГУ, 4-й курс.
9. Емельянов Н.В. Руководство аспирантом АО.
10. Емельянов Н.В. Руководство дипломной работой студента АО.
11. Емельянов Н.В. Руководство курсовой работой студента АО.
12. Гасанов С.А. Руководство дипломной 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.**

Не проводилась.

**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.

**Члены МАС:**

Емельянов Н.В., Вашковьяк С.Н., Соловая Н.А.

**Члены Европейского астрономического общества:**

Емельянов Н.В., Соловая Н.А., Уральская В.С., Чепурова В.М.

**Ученый секретарь Международной общественной организации Астрономическое общество:**

Чепурова В.М.

**Член Международной общественной организации Астрономическое общество:**

Член-учредитель организации: Ширмин Г.И.

**Действительный член РАКЦ (Российской Академии Космонавтики им. К.Э. Циолковского):** Чепурова В.М.

**Член СЕАК (SEAK) - Европейское общество "Астрономия в культуре":** Чепурова В.М.

**Член редколлегии журнала *Astronomical and Astrophysical Transactions*.** Ширмин Г.И.

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

Научно-исследовательская работа ведется нормально. Работа в отделе поддерживается 4-мя грантами и одним контрактом. Опубликовано 16 научных статей, из них 14 научных статей в рецензируемых изданиях. Опубликовано статья в коллективной монографии. Опубликовано 2 научно-популярные статьи. Организовано международное сотрудничество. Ведется педагогическая работа на астрономическом отделении физического факультета МГУ.

Отчет утвержден координационным советом ГАИШ по небесной механике 20 ноября 2012 г.

Секретарь совета

Л.П.Насонова