ВІДГУК

на дисертацію Троянського Володимира Володимировича
«Динаміка обраних подвійних і кратних малих тіл Сонячної системи»,
представленої на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.03.01 - Астрометрія і небесна механіка
(Спеціалізована Вчена рада К 26.062.13
Національного авіаційного університету)

Актуальність теми дисертації.

Дисертація націлена на отримання нових теоретичних результатів, використання яких допоможе відповісти на запитання які процеси забезпечують формування і динамічну еволюцію подвійних астероїдів протягом 4,5 млрд. років в оточенні великих планет. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Основна частина роботи виконана у Науково-дослідному інституті "Астрономічна обсерваторія" та кафедрі астрономії ОНУ імені І.І. Мечникова в межах планових держбюджетних науково-дослідних тем:

№484 "Дослідження руху та фрагментації метеорних і штучних тіл в земній атмосфері та міжпланетному просторі" (2013-2014, номер державної реєстрації - 0112Ш01749);

№527 "Високоточні вимірювання та моделювання руху штучних і природних космічних тіл у навколоземному просторі" (2015-2017, номер державної реєстрації - 0115Ш03201).

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій.

Достовірність наукових положень та рекомендацій базується на аналізі похибок чисельного інтегрування рівняння руху астероїдів.

При використанні чисельного інтегрування рівнянь руху контроль збіжності моделі, або так званий контроль кроку інтегрування, здійснювався методом прямого-зворотнього інтегрування і подвоєння кроку інтегрування рівнянь руху на інтервалі 100 років з кроком 30 секунд. Отримана величина розбіжності чисельної моделі, побудованої автором, яка не перевищує 10^{-6} - 10^{-7} метра.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше розраховані резонанси в астероїдних системах.

Вперше обчислені: маса, велика піввісь орбіти, орбітальний період, резонансні співвідношення передбачуваного супутника-пастуха астероїда (10199) Chariklo.

Вперше обчислено 5 коефіцієнтів розкладання потенціалу гравітаційного поля обраних компонентів астероїдних систем, що розглядалися.

Побудована модель руху супутників малих тіл Сонячної системи, що враховує асиметрію компонентів моделі і тиск сонячного світла на супутники астероїдів.

Детально розглянуто 9 систем малих тіл: (45) Eugenia, (87) Sylvia, (90) Antiope, (66391) 1999 KW4, (134340) Pluto, (136108) Haumea, (136617) 1994 CC, (153591) 2001 SN263, (385446) Manwe.

Зміст дисертації.

Дисертація складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Повний обсяг дисертації - 147 сторінок, в тому числі список використаних джерел із 105 найменувань. Робота ілюстрована 28 малюнками та має 11 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і основні завдання дослідження та методи їх вирішення. Показано наукову новизну отриманих результатів та розкрито їх практичне значення. Також визначено особистий внесок здобувача в опубліковані роботи і описано апробацію отриманих результатів дисертаційної роботи. Наведено список 19 наукових конференцій і симпозіумів, на яких він висвітлював результати досліджень. Результати дисертації викладені в 8 публікаціях, з яких 6 в спеціалізованих реферованих журналах. У автора немає публікацій, включених в SCOPUS.

У розділі 1. (Класифікація малих тіл Сонячної системи і їх спостереження) викладена сучасна класифікація малих тіл Сонячної системи, наведена статистика відомих подвійних і кратних малих тіл, історія та методи їх відкриття. У заключному розділі глави 1 автор описує історію спостережень астрономічної станції Маяки (код MPC - 583), сучасну методику спостережень на телескопі OMT-800, а також метод Вяйсяля, який був програмно реалізований автором для обчислення короткострокових орбіт. За участю автора були відкрито новий астероїд з групи АЗЗ, якому присвоєно назву 2017 BC94, а також перевідкрито астероїд Головного пояса 2014 OD380, який був втрачений після відкриття в 2014 році.

У розділі 2 (Динамічна модель астероїдної системи) описані основні складові чисельної моделі руху супутника в системі астероїда. У моделі автора враховується вплив неправильної форми компонентів, що складають систему, тиск сонячного світла і прискорення, викликані приливною деформацією головного астероїда і великими планетами. Наведено малюнки, що демонструють зміни окремих кеплерових елементів орбіти під впливом перерахованих вище факторів.

У розділі 3 (Еволюція астероїдних систем) автор наводить результати розрахунку резонансів в обраних системах астероїдів і умови розриву 168 астероїдних систем. Розглянуто динаміку кілець астероїда (10199) Chariklo і отримані оцінки маси, орбітального періоду та велику піввісь орбіти «гіпотетичного» супутника-пастуха.

В дисертації є ряд недоліків:

Обсяг основної частини дисертації становить 3.7 (88 стор.) авторського аркуша, що дещо менше нижньої межі, встановленої Наказом 12.01.2017 №40 “Про затвердження Вимог до оформлення дисертації” (4.5 – 7.0 авт. аркушів). Автореферат оформлено згідно вимог наказу МОН України від

12.01.2017 №40.

Переклад анотації на англійську мову виконаний автором вкрай недбало, автор не дотримується правил побудови англійського речення (підмет + присудок), не робить різниці між вживанням пасивного і активного стану, що призводить до утрудненого розуміння сенсу тексту.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів не відповідає вимогам Наказу. Список не містить розшифровки абревіатур, що зустрічаються в тексті (OMT-800, MAC, YORP), велика частина списку містить усталені буквені позначення елементів кеплерової орбіти, які в подальшому не використовуються в тексті дисертації, наприклад с.55, рис.2.4, с.56 рис.2.5. Для позначення зоряної величини використовується не тільки m (як зазначено в списку умовних скорочень), а й Mag (с.7). Крім того неправильно наведено значення астрономічної одиниці, згідно з резолюцією B2 MAC 2012 року, значення цієї величини є постійним – 149597870700 м (https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2012_English.pdf).

Вступ

С. 15

Автор : «В 2014 році був відкритий перший астероїд, що має систему кілець»

В 2014 році було відкрито систему кілець у астероїда 10199 (Chariklo), сам астероїд було відкрито у 1997 році.

С. 16

Ціль досліджень

1. Вивчення динаміки супутників астероїдів.

Ціль звучить взагалі. Динаміка оперує такими поняттями, як маса, сила, імпульс, момент імпульсу, енергія.

Наукова новизна отриманих результатів.

Автор: «За допомогою нової методики обробки оптичних спостережень підвищена проникна здатність телескопа»

Проникну здатність телескопу визначають розмір об'єктива, якість зображення, яке дає оптика телескопа, і атмосферні умови при спостереженнях. Режим підсумовування кадрів, який застосовується при обробці спостережень в даній роботі, дозволяє підняти відношення сигнал/шум для слабких об'єктів, що робить їх доступними для наступних вимірювань.

Автор: «Вперше обчислені: маса….(10199)»

Дійсно, відразу після відкриття системи кілець така гіпотеза обговорювалася, проте подальші спостереження цього астероїда на великих телескопах, включаючи спостереження телескопів VLT і HST (Хаббла), не підтвердили цієї гіпотези.

Автор: Побудовано модель руху супутників малих тіл

Автор не наводить ніяких порівнянь побудованої моделі з аналогічними моделями інших авторів

Особистий внесок здобувача викладено в 2 рядках, не виділено конкретний внесок автора в кожній з публікацій.

С. 18-19

Немає пробілів після номера конференції, починаючи з 10.

Зміст роботи.

Кількість таблиць складає 11, а не 13 (таблиці у Додатках А, В не містять слова Таблиця),

С. 21

орбіт замість орбітах

У додатках увійшли – неузгоджене речення.

Розділ 1

С. 22

Не узгоджено: Далі було розглянуто — буде розглянуто

С. 24.

Автор: Менше ніж астероїд, але значно більше ніж атом

Нижня межа розмірів метеороїдів (навіть мікро!) за різними оцінками все ж складає близько декількох мкм, що на кілька порядків більше розмірів атомів.

Автор: На даний момент часу відомі такі сімейства

Наведений список далеко не повний, незрозумілі критерії автора, за якими складено цей список. Якщо перераховані тільки найбільш великі сімейства, слід зупинитися на сімействі Vesta, якщо спроба перерахувати всі - то чому немає таких відомих сімейств як сімейство Hungary (згадується далі С.27), сімейство Phokea та ін.?

С. 24-25

Немає посилання на джерело даних таблиці 1.1 (архів Johnston), хоча у списку джерел це посилання наведено двічі [97], [105].

С. 27

Посилання [20], [38], [51] не належать до транснептунових об'єктів, це роботи 1978 року, зроблені до відкриття поясу Койпера.

С. 30.

Пояснення автора з приводу обмеження часу експозиції звучать непереконливо. Збільшення експозиції впливає на відношення сигнал / шум, слабкі об'єкти завжди зливаються з фоном неба. Можливо, точність добового ведення недостатня, або в разі швидких АЗЗ - збільшення експозиції призводить до втрати точкового зображення.

С. 31

Незрозумілі критерії вибору досягнення найкращих астрометричних спостережень, чому 8 кадрів? Бажано було б привести залежності зростання відношення сигнал/шум на об'єктах в залежності від кількості сумованих зображень.

С. 32.

Незрозуміло, що мається на увазі - МРС не пред'являє вимог до точності положень.

Посилання на MPS 757613 має бути винесено до списку джерел

С.33

Не розшифроване позначення величин (X,Y,Z), що входять в формули, що описують метод Вяйсяля.

Нажаль, автор не наводить ніяких даних про його програмну реалізацію методу Вяйсяля, яке дозволило відкрити новий об'єкт. Це, безсумнівно, більш важливий результат першого розділу ніж наведене визначення малої планети і подвійної або кратної планети.

Розділ 2

Чомусь йде посилання на книгу [19] (Дубошин Г. М.), хоча формули рівняння руху в координатної формі наведені по книзі Рой «Рух по орбітах»

С. 44

«Геопотенциалу» - звідки взявся цей термін? Раніше використовувався термін гравітаційного потенціалу.

С.45

в рівнянні (2.48) - треба (2.28)

Як приклад врахування несферичності форми центрального тіла наведені всього 2 малюнки, що демонструють зміну нахилу орбіти супутників з часом. Але нічого не сказано про зміну інших кеплерових елементів орбіти. Бажано було б представити оригінальні результати автора в основному тексті дисертації. (Ці результати наведені в статті, але не викладені в тексті дисертації.)

С. 55

Формула 2.52 ніяк не пов'язана з попередніми формулами.

С. 58

У формулі 2.55 не розписані величини, що входять до неї.

Автор не наводить ніяких кількісних оцінок для порівняння своєї моделі і результатів, отриманих з її застосуванням, з результатами експериментальних даних або подібними моделями інших авторів, що ускладнює оцінку достовірності результатів, одержуваних за допомогою створеної моделі.

Розділ 3.

Значна частина глави посвячена опису історії відкриття досліджуваних кратних систем. У тексті згадуються аналогічні роботи інших авторів, але ніяких порівнянь з власними розрахунками автор не наводить.

С. 60

Проведені автором чисельні розрахунки на проміжку часу 20000 років показують, що ні одна з розглянутих 168 систем, при сучасних значеннях елементів їх орбіт, не зближується з великими планетами. Ймовірно, мається на увазі, що немає зближень, що призводять до розриву систем.

С. 61

Підпис до таблиці 3.1

напевно «Орбітальні резонанси супутників потрійних астероїдів»

С.64 і С.80

Номер таблиці 3.3 зустрічається в тексті 2 рази.

С. 86-88

Суцільний набір формул, велика частина без розшифровки величин, що входять до них, практично без пояснень, що ускладнює розуміння змісту.

С. 87

Нумерація формули 3.38 зустрічається двічі на одній сторінці

С. 89

Сенс речення залишився незрозумілим.

І для: (136617) 1994 CC – A33; (87) Sylvia – **Головний пояс**; (136108) Haumea – **ТНО**; з трьох найчисельніших груп малих тіл в Сонячній системи в таблиці Таблиця 3.9 наведені співвідношення з різними періодами, мо ймовірно є чинниками цих збурень.

С. 97

Співвідношення 3.47 виконується для будь-якого тіла, яке обертається по орбіті, а не тільки в разі резонансу Козаі. Виходячи з цього, сенс наведених у Додатку С малюнків С19 - С21 залишається незрозумілим.

Висновки

Автор: Вперше обчислені 5 коефіцієнтів розкладання по сферичним функціям потенціалу гравітаційного поля обраних компонентів астероїдних систем. Не всі значення збігаються з отриманими раніше результатами попередніх робіт. Це може бути пов'язано з відмінністю вихідних даних та методами їх отримання

Якщо вперше обчислені, тоді з чим не збігається? У тексті немає опису, які саме значення не збігаються і з якими роботами існують відмінності.

Автор: Модель дозволила виявити деякі особливості еволюції орбіт супутників в астероїдних системах.

Бажано було б конкретизувати виявлені особливості.

Автор:Отримані зміни Кеплерових елементів орбіт на інтервалі 100 років і 1000 років в цілому підтверджують результати, отримані іншими авторами.

Порівняння з результатами інших авторів в тексті дисертації не приведено.

Список використаних джерел.

Зустрічаються порушення сортування по алфавіту: джерело 9 повинно стояти 7, джерело 15, 16 - 12, 13 і т.д.

Немає посилання на джерело 57

Електронні ресурси (87-105) наведені в порядку появи посилань у тексті, а джерела в алфавітному.

Джерело 69 починається с незрозумілих символів S15c:

Джерела 10-99 – не містять пробілу після номера.

Автореферат.

С. 3

Автор: Для зручності використання, запишемо вираз (1) ….

Виразу 1 в тексті автореферату немає.

С. 5

Таблиці 10 в тексті автореферату немає.

С. 12

Автор: Впроваджено та протестоване нове програмне забезпечення для пошуку невідомих об'єктів Сонячної системи…

Мається на увазі програма CoLiTec (сторінка 31 дисертації) яка використовується з 2010 року (http://www.neoastrosoft.com/implementation-of-the-colitec-software-2010-results_ru/), тому напевно повинно писати - нова версія програмного забезпечення.

Висновки опонента.

В цілому дисертація Троянського Володимира Володимировича «Динаміка обраних подвійних і кратних малих тіл Сонячної системи» є завершеною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову задачу по дослідженню динаміки обраних подвійних і кратних малих тіл Сонячної системи.

Тема і зміст дисертації, методи виконання роботи, математичний апарат який був використаний, участь здобувача в спостереженнях, рівень публікацій відповідають спеціальністю 01.03.01 - Астрометрія і небесна механіка.

Рівень робіт проведених і представлених в дисертації Троянського Володимира Володимировича відповідає вимогам до кандидатської роботи з фізико-математичних наук.

Офіційний опонент,
доктор фізико-математичних наук,
директор НДІ «Миколаївська астрономічна обсерваторія»

_____ Шульга О.В.

м Миколаїв, 17.06.2017 року

Підпис Шульга О.В. засвідчую

в.о. вченого секретаря _____ Мажаєв О.Е.