

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Фізичний факультет

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра теоретичної фізики та астрономії

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Еволюція систем кратних астероїдів»

«Evolution of the satellite motion is in the systems of multiple asteroids»

Виконала: студентка денної форми навчання
спеціальність 8.04020601 Астрономія
Іваненко Наталія Вікторівна

Керівник к.ф.-м.н., доц. Базей О.А.

Рецензент д.ф.-м.н., с.н.с. Кошкін М.І.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 13 від 05.06.2017 р.

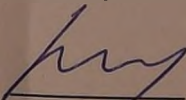
Захищено на засіданні ЕК № 1

протокол № 5 від 19.06.2017 р.

Оцінка відмінно / A / 91

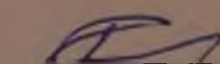
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри


(підпис)

Адамян В.М.

Голова ЕК


(підпис)

Калінчак В.В.

Одеса – 2017

ЗМІСТ

Вступ.	4
1. Кратні астероїди, що зближуються з Землею.....	6
1.1 Типові орбіти внутрішніх астероїдів Сонячної системи.....	6
1.2 Фізичні властивості астероїдів	8
1.3 Астероїди, що зближуються із Землею.	9
1.4 Астероїдна небезпека... ..	10
1.5 Подвійні астероїди.. ..	11
2. Особливості подвійних АЗЗ.....	16
2.1 Резонанси подвійних АЗЗ з планетами.....	16
2.2 Найбільші приливні прискорення у системах подвійних АЗЗ.....	17
2.3 Стійкість подвійних АЗЗ по Хіллу.....	20
3. Тиск сонячного світла.....	26
3.1 Задача N тіл.....	26
3.2 Вплив сонячного тиску на еволюцію подвійної системи астероїду (175706)1996 FG3.....	28
Висновок.	35
Література.. ..	36

СКОРОЧЕННЯ

D - діаметр об'єкта;

H - абсолютна зоряна величина;

MOID Minimum Orbit Intersection Distance - Мінімальна міжорбітальна відстань;

P_0 - період обертання тіла навколо Сонця;

PHA Potentially Hazardous Asteroids - Потенційно небезпечні астероїди;

A33 - астероїди, що зближуються із Землею;

ПА - подвійні астероїди;

«Rubble pile» «купа щебеню» - гравітаційно пов'язані частини одного астероїда;

н.м.м. - нескінченно мала маса.

ВСТУП

Щодоби до атмосфери Землі потрапляє понад 100 тон міжпланетної речовини у вигляді частинок субміліметрових розмірів. Більшість цих часток не досягає поверхні, а повністю згорає в атмосфері. В середньому з інтервалом близько 10 тисяч років Земля стикається з кам'яними або залізокам'яними астероїдами, розміри яких перевищують 100 метрів. Такі події можуть привести до локальних катастроф, наприклад, викликати високі хвилі в океанах і повінь на узбережжях. В середньому кожні кілька сотень тисяч років зіткнення з астероїдом діаметром не менше кілометра може привести до глобальних катаклізмів. Звичайно, ймовірність падіння великого астероїда на Землю досить низька, але наслідки такого зіткнення можуть спричинити глобальну катастрофу і масове вимирання біосфери, як це вже траплялося в історії Землі. Тому ігнорувати астероїдну небезпеку не можна, необхідно проводити безперервний моніторинг навколоземного простору і досліджувати вже відомі нам астероїди.

На рух таких астероїдів впливають радіаційні ефекти, незважаючи на їх малий вплив, на відносно великих інтервалах часу вони можуть приводити до значних змін параметрів орбітального руху і можуть бути одним з механізмів, що беруть участь у формуванні групи астероїдів, що зближуються із Землею, і подальшої еволюції їх орбіт.

Актуальність роботи. Особливим класом АЗЗ є подвійні і кратні астероїди. Рух таких астероїдів поблизу планет Сонячної системи може призводити до мало вивчених динамічних явищ, в тому числі під впливом радіаційних ефектів на великому проміжку часу та помітних змін параметрів орбітального руху. Ці зміни можуть стати причиною утворення потенційно небезпечних астероїдів, орбіти яких можуть проходити поблизу орбіти Землі.

Метою даної роботи є визначення стабільності подвійних астероїдних систем, а саме збурень орбіт подвійних АЗЗ з боку планет земної групи і Юпітера, визначення приливних прискорень від планет земної групи і Юпітера на системи подвійних АЗЗ, визначення стійкості по Хіллу. Крім того, розглянуто вплив сонячного тиску на компоненти

подвійної астероїдної системи, яке може привести до зміни орбітальних параметрів цих компонентів системи.

Предмет дослідження - орбіти подвійних АЗЗ, системи подвійних і кратних астероїдів.

ВИСНОВОК

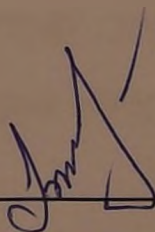
Були розглянуті орбіти подвійних АЗЗ, а саме стійкість руху подвійних АЗЗ у навколосонячному просторі біля планет земної групи та Юпітера

Були розраховані приливні прискорення в системах подвійних АЗЗ, при поточному розташуванні їх орбіт, з боку планет земної групи і Юпітера. Вони виявилися нехтівно малими. Таким чином, ці планети не можуть зробити істотний вплив на рух в астероїдній системі і привести до її розпаду.

В результаті обчислень були отримані радіуси сфер Хілла для головних компонентів астероїдних систем. Все подвійні АЗЗ виявилися стійкими по Хіллу.

Нами були визначені орбітальні резонанси усіх подвійних астероїдів з планетами земної групи та Юпітера. Точних резонансів не виявлено, є три астероїда (5646)1990 TR1, (5381)Sekhmet, (363599)FG11, які рухаються поблизу резонансів з Марсом, Венерою та Землею відповідно.

Були розраховані обурення сонячного тиску на подвійну астероїдну систему (175706). В результаті моделювання виявилось, що сонячний тиск при малих розмірах компонентів астероїдної системи може призводити до зміни орбітальних параметрів. Ексцентриситет коливається з періодом близько 500 років. Велика піввісь протягом 1000 років зменшується на три кілометри, що дозволяє нам зробити припущення про тісні зближення або навіть можливі зіткнення компонентів цієї подвійної системи на інтервалі часу близько одного мільйона років.



Іваненко Н.В.

(Підпис автора роботи)

ЛІТЕРАТУРА

1. https://www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/overview/fastfacts.html
2. J. de León - J.Licandro-M.Serra Ricart Observations, compositional, and physical characterization of near-Earth and Mars-crosser asteroids from a spectroscopic survey, Issue A&A Volume 517, July 2010 Article Number A23 page(s) 25
3. C. A. Angeli and D. Lazzaro Spectral properties of Mars-crossers and near-Earth objects, Issue A&A Volume 391, Number 2, August IV 2002 Page(s) 757 – 765
4. http://www.minorplanetcenter.net/db_search
5. D. Bancelin, F. Colas, W. Thuillot, D. Hestroffer and M. Assafin, Asteroid (99942) Apophis: new predictions of Earth encounters for this potentially hazardous asteroid, Issue A&A Volume 544, August 2012 Article Number A15 Number of page(s) 5
6. http://www.minorplanetcenter.net/db_search/show_object?utf8=%E2%9C%93&object_id=4179
7. J. de León - J.Licandro-M.Serra Ricart Observations, compositional, and physical characterization of near-Earth and Mars-crosser asteroids from a spectroscopic survey, Issue A&A Volume 517, July 2010 Article Number A23 page(s) 25
8. https://cneos.jpl.nasa.gov/about/neo_groups.html
9. DeMeo, Francesca E.; Binzel, Richard P., An extension of the Bus asteroid taxonomy into the near-infrared, Icarus, Volume 202, Issue 1, p. 160-180
10. <https://ssd.jpl.nasa.gov/?asteroids>
11. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / под ред. Б. М. Шустова, Л.В. Рыхловой. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 385 с.
12. Лупишко Д.Ф., Лупишко Т.А. Фотометрия астероидов. - Харьков, 2001.- 256с

13. C. de la Fuente Marcos, R. de la Fuente Marcos, and S. J. Aarseth CHASING THE CHELYABINSK ASTEROID N-BODY STYLE
2015 October 6 2015. The Astrophysical Journal, Volume 812, Number 1
14. <http://www.solarviews.com/cap/ast/idamnc1r.html>
15. <http://www.solarviews.com/cap/ast/dactyl3.html>
16. http://www.minorplanetcenter.net/db_search/show_object?utf8=%E2%9C%93&object_id=107
17. <http://www.johnstonsarchive.net/astro/asteroidmoons.html>
18. Van Flandern T., Tedesco E., Binzel R. // Asteroids/ Ed. T. Gehrels (Tucson Univ. of Arizona). 1979. P. 443
19. Durda D. D. // Icarus. 1996. Vol. 120. P. 212.].
20. Рускол Е. Л. // Астрон. вестник. 1996. Т.30. 3. С. 253.
21. Farinella P., Paolicchi P., Zappala V. // Icarus. 1982. Vol. 70. P. 409
22. Bottke W. F., Melosh H. J. // Nature. 1996. Vol. 281. P. 51
23. G. Martelli, P. Rothwell, I. Giblin et al. // Astron. Astrophys. 1993. Vol. 271. P
24. <http://www.minorplanetcenter.net>
25. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике Алматы, Издат., 2009. 227 с
26. Железнов Н. Б. Исследование двойного астероида 1996 FG3. Сообщения Института прикладной астрономии РАН № 147 – Санкт-Петербург, 2002. – 31 с.
27. Мартюшева А.А., Петров Н.А., Поляхова Е.Н. Численное моделирование воздействия светового давления на движение астероидов, в том числе сближающихся с землей. Вестник Санкт-Петербургского Университета Сер. 1. Том 2 (60). Вып. 1