

Головна астрономічна обсерваторія
Академії Наук України

На правах рукопису
УДК 523.64

ГУЛІЄВ АЛЮБ САЛАХ ОГЛИ

КОСМОГОНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ПЕРІОДИЧНИХ,
ПРОМІЖНИХ І ДОВГОПЕРІОДИЧНИХ КОМЕТ

Спеціальність 01.03.03 - Геліофізика і фізика
Сонячної системи

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття вченого ступеня
доктора фізико-математичних наук

Київ - 1993

Робота виконана у Шемахінській
астрофізичній обсерваторії АН Азербайджану

Офіційні опоненти:

доктор фізико-математичних наук,
академік АН Азербайджана, професор
Султанов Гаджибек Фараджуллаєвич

доктор фізико-математичних наук
Шульман Леонід Маркович

доктор фізико-математичних наук
Кручиненко Віталій Григорович

Ведуча установа - Фізико-технічний інститут
ім. А.Ф.Іоффе РАН

Захист відбудеться на засіданні
Спеціалізованої ради Д016.14.01 при Головній
астрономічній обсерваторії АН України за адресою:
252127 м.Київ, Голосіївський ліс. ГАО АН України

Початок засідань о 12⁰⁰ годині 26-11 1993 року

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Головної астроно-
мічної обсерваторії АН України

АВТОРЕФЕРАТ розісланий 08. 10, 1993 р
Вчений секретар Спеціалізованої ради
кандидат фізико-математичних наук
Н.Г.Гусєва



ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802717 (P)

AB-28. 136

ВСТУП

З моменту появи першої гіпотези походження комет пройшло біля двохсот років. За цей час кометні каталоги поповнились сотнями нових комет з різними динамічними і фізичними характеристиками. Однак на сьогодні проблема походження комет не має закінченого вирішення. Висунуті гіпотези і концепції докорінно відрізняються одна від одної. На думку автора, існує цілий ряд причин відставання в цій області астрономії:

1. На протязі довгих років і десятиріч в кометній космогонії всі проблеми вирішувались на основі небесної механіки. Перша гіпотеза Лапласа носила суцільно небусно-механічний характер. В 19-му столітті цією проблемою займалися, в основному, спеціалісти по теоретичній астрономії. В статистичних дослідженнях фізичним параметрам комет відводилось другорядне місце. До них звертаються тільки тоді, коли потрібно було підкріпити уже існуючу точку зору. Поки не досягнутий повний синтез динамічних і фізичних уявлень про комети, важко чекати успішного вирішення проблеми їх походження

2. База даних характеризується наближеним характером параметрів для багатьох комет. Це особливо стосується комет минулих століть. Наприклад, неточність положень багатьох періодичних комет ускладнює дослідження еволюції їх орбіт, що вкрай важливо для космогонії. Неточні оцінки блиску комет не дозволяють обчислити їх абсолютну зоряну величину, яка має принципове значення для визначення віку і фізичної еволюції.

3. Ефект селекції, який характеризується тим, що по-перше, комети за якими спостерігають, становлять незначну частину всієї кометної системи і по-друге, багато закономірностей цієї системи інколи є простим наслідком даного ефекту. Ця обставина не завжди

враховувалась спеціалістами.

4. Більшість існуючих робіт по аналізу кометної системи характеризуються низьким математичним рівнем. Інколи гіпотези будуються на псевдоефектах, які є результатом поверхневого і однобокого аналізу системи.

5. Не зважаючи на вище вказану трудність (п.2), в області вивчення еволюції орбіт періодичних комет проведена велика робота. Проте її результати недосить добре систематизовані і належним чином не враховані в космогонії. Крім того, треба відзначити і успіхи у визначенні "первинних" орбіт багатьох неперіодичних комет. Проте одержані дані майже не використані в кометній космогонії.

Екстремізм і надмірний максималізм окремих спеціалістів, їх категоричність в своїх міркуваннях також негативно впливає на розвиток кометної космогонії. Немає комплексного критичного аналізу уже існуючих гіпотез і концепцій. В кометній космогонії не часто буває, коли спеціаліст докорінно міняє свої погляди під впливом нових фактів і даних. Надмірний консерватизм і відсутність гнучкості багатьох спеціалістів є негативним фактором для розвитку кометної космогонії.

Актуальність теми. Помімо дослідження фізичних і динамічних характеристик окремих комет досить актуальною є задача дослідження всього кометного комплексу шляхом застосування сучасних і класичних методів теорії ймовірності і математичної статистики. Якраз так можна виявити ті закономірності, які допоможуть вирішити досить складну проблему походження комет. Виявлені ефекти також можуть мати провідну роль в пошуку невідомих планетних тіл в Сонячній системі і в дослідженні властивості її периферії. Крім того, в сучасній астрономії є мало робіт, в яких проводиться

синтез і співсталення динамічних і фізичних параметрів комет. А без цього неможливо виявити джерела періодичних, і неперіодичних комет. Крім цього, потрібний точний та справедливий аналіз і фільтрація існуючих багатьох гіпотез на базі даних спостережень. Існує велика прогалина в дослідженні проблеми про ступінь взаємозв'язку періодичних та неперіодичних комет. Всі ці питання є предметом даної дисертації.

ОСНОВНА МЕТА ДИСЕРТАЦІЇ.

1. Пошук раніше невідомих ефектів, притаманних як довгоперіодичним, так і короткоперіодичним кометам і їх космогонічна інтерпретація.

2. Через те, що система періодичних комет є неоднорідною за складом, показати, що існують різні джерела її поповнення.

3. Одержання додаткової інформації з вікового спаду блиску періодичних комет.

4. Визначення нових шляхів теоретичного пошуку невідомих комет на базі кометних даних. Дослідження трансплутонових кометних родів. Передбачення трьох невідомих планет в Сонячній системі.

5. Довести, що розподіл деяких динамічних і фізичних параметрів комет неузгоджується в припущенням про наявність кометної хмари в уявленні Оорта.

6. Довести, що частина довгоперіодичних комет пов'язана з планетами-гігантами.

7. Дослідження найбільш популярних концепцій походження комет на базі даних спостереження.

На захист вноситься наступне:

1. Результати дослідження параметрів комет по II-річному циклу сонячної активності і їх космогонічна інтерпретація.

2. Реальність поділу періодичних комет на родини Сатурна і Юпітера. Доведення двоякості родини Юпітера і її причини.

3. Космогонічна інтерпретація виявлених закономірностей спектру значень константи Якобі для періодичних комет.

4. Ефект, пов'язаний з "родиною" комет Нептуна і його розшифровка. Передрікання невідомої планети в зоні Нептун-Плутон.

5. Результати дослідження вузлів орбіт довгоперіодичних комет.

6. Результати дослідження трансплутонових кометних родин.

7. Виявлені докази існування груп довгоперіодичних комет, пов'язаних з планетами-гігантами.

8. Результати дослідження великих півосей і перигеліїв орбіт довгоперіодичних комет.

9. Результати критичного аналізу різних гіпотез походження комет.

Новизна наукових результатів.

1. Вперше комплексно досліджене питання спаду блиску комет з врахуванням мінливості від появи до появи.

2. Знайдені додаткові докази розділу періодичних комет на родини Юпітера і Сатурна.

3. Вперше доведено, що кометна родина Юпітера складається із двох незалежних груп. Одна з них складається із "місцевих" комет і займає пануюче місце в родині. Друга ж складається із "приїждешніх" комет, які захоплені планетою на протязі багатьох століть.

4. Вперше показано, що спектр значень константи Якобі для періодичних комет родини Юпітера не узгоджується належним чином з припущенням про їх захоплення. Тільки частина їх показує належне узгодження з теорією захоплення. ;

5. Двома незалежними, але доповнюючими один одного способами передбачене існування невідомої планети в зоні Нептун-Плутон. Виявлені і досліджені ще дві трансплутоніві кометні родини і обчислені параметри планети-родоначальниці цих родин.

6. Показано, що розподіл значень I/a і їх співставлення з фізичними параметрами довгоперіодичних комет не узгоджується з гіпотезою Оорта. Якщо притримуватись терміну "хмара", то вона повинна знаходитись в безпосередній близькості планетної системи.

7. Показано, що афелії орбіт довгоперіодичних комет концентруються біля площини, яка перпендикулярна екліптиці. Це протирічить гіпотезі Оорта, і такий факт не зрозумілий в рамках інших гіпотез.

8. Декількома незалежними способами доведено, що існує група довгоперіодичних комет, зв'язаних з планетами-гігантами. Ядра таких комет відрізняються від інших наявністю великої кількості мінеральних речовин.

9. Дослідження вплив нахилу супутників Урану і Сатурну до екліптики на еруптивний механізм походження неперіодичних комет. Отримали задовільне узгодження деякої частини таких комет з еруптивною концепцією.

Наукова і практична значимість результатів. Практична реалізація деяких теоретичних передбачень може привести до великих відкриттів в Сонячній системі. Отримані результати дозволяють глибоше зрозуміти особливості системи комет, розкривають суть деяких спірних до недавнього часу кометних явищ. В області походження періодичних комет фактично розроблена нова концепція, яка одночасно враховує позитивні аспекти інших гіпотез і вільна

відч притаманних їм протиріч.

Достовірність і надійність наукових результатів. В дисертації широко застосовуються загальнопризнані статистичні критерії Колмогорова, Пірсона, односторонній двосторонній t -розподіли Стюдента, біноміальний закон Бернуллі, локальна теорема Лапласа і розподіл Пуассона. Кожен без винятку статистичний результат піддавався ймовірнісній оцінці з допомогою перерахованих вище критеріїв. Більшість результатів і висновків обгрунтовані як мінімум двома незалежними способами. Для більшої достовірності космогонічних висновків в багатьох випадках окремо досліджуються яскраві ("молоді") і слабкі ("старі") комети, а також комети з точними і менш точними орбітами. Небесномеханічні висновки підкріплюються аналізом фізичних параметрів, а астрофізичні - небесномеханічними.

Апробація і публікації. Основні результати дисертації опубліковані в 29 наукових статтях автора. Їх доповідали на Всесоюзних конференціях по малих тілах (Київ, 1983, 1985; Крим, 1985; Миколаїв, 1986; Рига, 1987; Чернігів 1988; Ленінград, 1987; Баку, 1988), на семінарі Астроради (1988), на нараді СОПРОГ (Київ, 1986), чисельних семінарах ШАО, ГАО АН України і Київської астрономічної обсерваторії. В цілому дисертація доповідалась на семінарах ШАО і ГАО АН України.

Особистий внесок автора. У всіх спільних роботах пошукачу належить постановка питання, вибір методики і участь в розрахунках і обчисленнях.

Структура дисертації. Дисертація складається з введення і трьох частин (26 параграфів). В кінці кожної частини приводяться відповідні висновки. Загальний об'єм дисертації складає 256 стор. 12 малюнків, 44 таблиці. Список літератури 169 назв.

Зміст дисертації

У вступі дається загальна характеристика дисертації. Обґрунтована актуальність, перераховані основні цілі і виділені положення дисертації, які виносяться на захист. Крім того, в окремих пунктах перераховані новизна наукових результатів, їх значення і надійність, особистий внесок автора. В кінці вступу дається короткий зміст дисертації.

Перша частина присвячується проблемі походження періодичних комет. В I.1 дається короткий історичний огляд робіт по цій проблемі. В I.2 висвітлена загальна характеристика системи періодичних комет. Перераховані 17 особливостей даного комплексу небесних тіл. Звернена увага на поступове зменшення співвідношення кількості довго- і короткоперіодичних комет. Конкретними цифрами показано, що з часом збільшується середнє значення перигелієвих відстаней (\bar{q}) і зменшується середнє значення ексцентриситетів (\bar{e}) періодичних комет. Звертає на себе увагу також поступове збільшення середнього значення константи Гіссерана (\bar{J}). Показано, що асиметрія в розподілі перигелієв орбіт періодичних комет відносно лінії апсід Ютера частково пояснюється умовою бачення за Голечком. Аналіз афелієвих відстаней (Q) періодичних комет показує, що в їх розподілі явно спостерігається вплив ексцентричності орбіти Юпитера. Тут визиває певний інтерес "аномалія" в залежності \bar{e} від L . Всупереч очікуванням, максимальні ексцентриситети мають комети з перигеліями в інтервалі $43^\circ - 103^\circ$. Використання даних [1] показує,

що така "аномалія" носить реліктовий характер. В І.3 розглядаються розподіли деяких параметрів періодичних комет за фазами (Φ) ІТ-річного циклу сонячної активності. Як відомо, подібні розподіли для загальної сукупності комет характеризуються двома максимумами поблизу $\Phi = 0.2$ і 0.8 . Спеціальний аналіз для періодичних комет показав, що вони різко відрізняються від довгоперіодичних. Розподіли N (чисельність комет), r_0 ("порогова" відстань) і H_{10} по Φ показало, що вони характеризуються лише одним максимумом, який має статистично значиме відхилення відносно вказаних двох значень Φ . Аналіз $N(\Phi)$ довгоперіодичних комет, які мають деяку подібність з періодичними (по q, i, B і L) дозволяє відкинути припущення про те, що виявлена відмінність пояснюється специфікою зовнішнього середовища, в якій рухаються останні, а також припущенням про їх відносно слабкий блиск. Зроблений також висновок про те, що за своїми фізичними властивостями ядра періодичних комет, в основному, відрізняються від ядер довгоперіодичних комет.

Питання про віковий спад абсолютного блиску періодичних комет є об'єктом дослідження І.4. Воно вперше розглядається з врахуванням мінливості умови видимості комети від появи до появи. Рівняння спаду блиску представлено у вигляді

$$H_{10}(\psi, t) = H + At + B\psi \quad (I)$$

де t - час у роках, ψ - кут елонгації перигелія комети. Предметом дослідження стали періодичні комети, що спостерігались при появі, як мінімум, чотири рази.

Співставлення параметра $\Delta H' = \Delta P$ (P - період

повернення комети) з q показало, що розглянуті комети діляться на дві групи. У одній з них залежність носить прямий, а у другій обернений характер. Врахування теоретичних досліджень показує, що перша група складається із комет з сильно запиленими ("мінеральними") ядрами, а друга містить комети з "льодяними" ядрами, в яких кількість мінеральних складових не достатня, щоб вони впливали на фізичну еволюцію ядер.

Причини розлоєння системи періодичних комет на дві групи і їх відмінні особливості вивчаються в І.5. Вдалося виявити 14 відмінних властивостей розглядуваних груп. Вони охоплюють параметри \bar{H}_0 , $\Delta\bar{H}$, \bar{q} , \bar{e} , i залежності $N(\lambda)$, $N(\Phi)$ в різних варіантах, кореляції між H_{10} і q , розподіл видалених вузлів $N(\Omega')$ і інш. Серед них найбільший інтерес представляють відмінності по $N(\Phi)$, $N(\lambda)$ і $N(\Omega')$. Якраз по них "льодяні" комети дають повну схожість з довгоперіодичними і претендують на роль захоплених Юпітером об'єктів. Це припущення підсилюється ще і тим, що такі комети мають відносно великі e і малі q . Що стосується "мінеральних" комет, то за багатьма ознаками вони не прийшли з зовні, а народились в планетній системі.

І.6 присвячується вивченню питання про розподіл комет на родини Юпітера і Сатурна. Як відомо, припущення існування родини Сатурна не признається всіма спеціалістами. Тому питання вивчається на альтернативній основі, тобто за основу береться припущення про наявність однієї єдиної родини Юпітера. Аналіз розподілу значень Q 135 періодичних комет показує, що він складається з двох частин: 82% складає гаусовий розподіл з параметрами $\bar{q} = 5.46$; $\sigma = 0.59$ ("юпитерові"), а решта

займають область 7.46 - 14.2 а.о. ("сатурнові"). Між ними спостерігається "люк" шириною 0.44 а.о., який з великою точністю відповідає середині орбіти Юпітера і Сатурна. Доля "сатурнових" в загальній сукупності періодичних комет з часом збільшується, і є підстава думати, що в недалекому майбутньому вони за кількістю зможуть змагатися з "юпітеровими".

Ці дві родини відрізняються по \bar{q} , J , Δ , Φ . Крім того, "сатурнові" комети характеризуються парними кореляціями (e і $\cos i$), (q , $\cos i$) і (H_{10} , Δ). Таких залежностей в системі комет Юпітера немає. Доведено також, що значення J для таких об'єктів в системі Сонце - Сатурн займають більш благоприємне місце, ніж в системі Сонце - Юпітер. Все це доводить нереальність вихідної робочої гіпотези і вказує на існування кометної родини Сатурня. Спростовується також версія про проміжність "сатурнових" комет.

В І.7. досліджується спектр значень сталої Тіссерана.

$$J = R(1 - e) / q + 2 \sqrt{(1 + e) / R \cos i'} \quad (2)$$

(де R - відстань Юпітера, i' - нахил кометної орбіти відносно площини руху планети) періодичних комет в системі Сонце - Юпітер. Розподіл, який вивчається, перш за все характеризується "люком" в інтервалі 2.640 - 2.706, що є додатковим доказом сепарації комет родини Юпітера і Сатурна.

За розрахунками Еверхарта, періодичні комети походять від довгоперіодичних з параметрами

$$4 \leq q \leq 6; \quad i < 9^\circ \quad (3)$$

Проте врахування (3) в (2) показує, що в даному випадку значна частина значень J не вкладаються в межі механізму захоплення.

В межах самих вигідних умов ($q = 5,2$ а.о., $i' = 0$) для захоплення комет Юпітером визначений інтервал, $J \in (2,810 - 2,923)$, який повинен бути найбільш насиченим значеннями J . Проте аналіз показує, що є адекватні по ширині інтервали, де кількість значень сталої Тиссерана значно більше. Якщо в (2) приймати $R = q$, то в значній кількості випадків при будь-якому e значення $\cos i'$ "захопленої" комети виявляється більше 1, а в багатьох випадках i' виявляється більше 10° . Це означає, що якщо відповідні періодичні комети дійсно були захоплені, то цей процес відбувся в дуже малоімовірних умовах. В той же час на користь захоплення невеликої частини періодичних комет знайдено два аргументи. Мінімальне \bar{J} відповідає не інтервалу L з центром 13° , а сусідньому $-43^\circ - 103^\circ$. Крім того, якщо з загальної сукупності відділили періодичні комети, які за (2) в ідеалі відповідають вимогам механізму захоплення, то така група за багатьма ознаками різко відрізняється від інших комет. Цікавим є те, що ця група за складом більше підходить до "льодяної" групи, ніж до "мінеральної".

В І.8 аналізується питання про міру старіння періодичних комет з врахуванням їх фотометричних даних. Оскільки екстраполяція візуальних зоряних величин комет виражається формулою

$$H_{10} = m - 5 \lg \Delta - 10 \lg r$$

в дослідження параметра H_{10} однієї і тієї ж комети визиває деяке заперечення, автор вибирає інший шлях порівняння. Для однієї і тієї ж комети з різних джерел відібрані максимальні зоряні величини так, щоб їм відповідали приблизно однакові пари значень

Δ і r . Їх порівняння показує швидке виснаження і спад

блиску. Проводиться також аналіз чисельності загублених до цих пір комет, який дозволяє припустити, що реальний вік (мається на увазі період фізичної активності) періодичних комет не перевищує 800-900 років.

В 1.9 обговорюється механізм захоплення періодичних комет Юпітером. Аналіз даних Еверхарта показує, що навіть із "зони захоплення" (3) комети можуть захоплюватися вкрай повільно (з частотою 10^{-4}). Детальне дослідження каталога [1] показало наступне. Еволюція періодичних комет перш за все характеризується тим, що велика піввісь їх орбіти повільно зменшується. Синхронно з цим відбувається і збільшення e . Іншим словами, в переважній більшості випадків відбувається повільна трансформація майже кругової орбіти з ($a \sim 5$ а.о.) на витягнуту. З врахуванням кількості комет з різкою зміною орбіт, середнього проміжку часу між моментами відкриття комети і 1585р (в [1] еволюція орбіт назад поражована до цього року) і їх загальною чисельністю якісно оцінювався вік системи періодичних комет. Він складає біля 17000 років. Також показано, що існуючі екстремуми розподілів $N(L)$, $N(\Omega')$ і $N(\omega)$ є реліктовими, а не наслідком динамічних змін орбіт в ході еволюції.

1.10 присв'ячується статистиці тісних зближень періодичних комет з Юпітером. Виявлена кореляційна залежність між проміжком часу від самого тісного зближення до відкриття комети і параметром N_{10} . Вона свідчить про те, що в багатьох випадках такі зближення також приводять і до зростання фізичної активності ядер комет. Ця теза деталізується в подальшому аналізі. З [2] вибрані ті зближення, які приводять до різкої зміни q . За даними [3] досліджуються зміни N_{10} після таких зближень комет з Юпітером.

Встановлено, що якщо при цьому q збільшується, то

збільшується і H_{10} .., або ж навпаки. Так знайдена ще одна причина зміни H_{10} з визначеними амплітудами. Виявлена закономірність свідчить про те, що різке зменшення Q приводить до підсилення процесу сублимації, що в свою чергу сприяє частковому або повному оновленню захистного поверхневого шару ядер. Така версія повністю узгоджується з деякими сучасними уявленнями про еволюцію "мінеральних" ядер і її космогонічний зміст зводиться до того, що вік періодичних комет може бути набагато більшим за вік їх фізичної активності.

Висновки по першій частині. Головним результатом дослідження проблеми походження комет є виявлення великої кількості закономірностей, кореляційних співвідношень і ефектів, які раніше не були відомі. Доведена реальність сепарації розглянутих об'єктів на родини Юпітера і Сатурна. Вперше встановлено, що родина Юпітера фактично складається з двох незалежних кометних груп різного походження. Дуже малочисельна група "льодяних" комет за всіма ознаками захоплена Юпітером з комплексу довгоперіодичних комет. Що стосується основної групи комет з "мінеральними" ядрами, то встановлені закономірності дозволяють припустити наступну версію їх походження. Джерелом таких небесних тіл є кометний резервуар в районі руху Юпітера (можливо і в області Юпітер-Сатурн). З врахуванням результатів Еверхарта [4] можна припустити, що він виник не більше 10^3 років тому. Наявність в ядрах надмірної кількості нелетючих компонентів привело до того, що за короткий час їх поверхня повністю або майже повністю покривається захистним шаром (емпіричні дані "мінеральних" ядер показують, що на такій відстані це повино було відбутися на протязі десятків - сотень років. В такому стані комета може знаходитись довгий час, поки не відбудеться її тісне зближення з

Юпітером, в результаті чого вона або отримує нову орбіту з великою a , або набуде відносно малий Q . В останньому випадку, як ми уже переконались, комета не тільки наближеться до сфери видимості, але і активізує свою фізичну діяльність (зменшується H_{10}) після викиду частини мантиї ядра. На користь останнього припущення свідчать кореляційні співвідношення, визначені в I.10. Припущення про рівновагу резервуара здається малоймовірним. Очевидно він поступово виснажується.

Друга частина дисертації присвячується вивченню особливостей "проміжних" комет і передбаченню невідомих планет в сонячній системі. Історичний огляд робіт по теоретичних пошуках планет за кометними даними приводиться в 2.1. Особливості "кометної родини" Нептуна розглядаються в 2.2. Вперше в 1982 році нами був висловлений обгрунтований сумнів про те, що комети цієї родини ніякого зв'язку з Нептуном не мають, оскільки недивлячись на близькість значень Q самі афелії мають більшу широтну дисперсію відносно екліптики. Водночас немає підстави припускати, що сам факт близькості значень Q має випадковий характер. Для пошуку додаткових закономірностей в розгляданій групі використана така методика. Спочатку знаходяться спрямовуючі косинуси радіуса вектора кожної точки перигелія в прямокутній екліптичній системі координат:

$$x = \cos \beta \cos \alpha; \quad y = \cos \beta \sin \alpha; \quad z = \sin \beta$$

За сукупністю точок (x_i, y_i, z_i) знаходяться рівняння площини мінімальної дисперсії

$$z = ax + by$$

Ії параметри визначаються так

$$\cos i = \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2 + 1}}; \quad \Omega = \arccos \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

Кутова відстань B' перигелія кометної орбіти відносно знайденої площини знаходиться за формулою

$$\sin B' = \frac{ax + by - z}{\sqrt{a^2 + b^2 + 1}}$$

Розрахунки показали, що перигелії орбіт "нептунових" комет концентруються поблизу площини

$$i = 30,5^\circ; \quad \Omega = 287,3^\circ \quad (4)$$

Значимість концентрації досить висока (біля 0,99). Такий "парад" перигеліїв або афеліїв можливий лише у випадку, якщо в площині (4) рухається планета-родоначальниця даної групи. На користь цього припущення знайдено ще два аргументи: в розподілі афеліїв спостерігається невелика еліптичність; між ω' і i' відносно (4) спостерігається кореляція. Ідея про можливість існування планети з параметрами

$\Omega = 287^\circ; \quad i = 30,5^\circ; \quad a \sim 36 \text{ а.о.} \quad e \sim 0,11; \quad P = 220 \text{ років}$
розвивається в 2.3. Тут, з використанням даних довгоперіодичних комет, фактично знайдено нове доведення існування планети. Його зміст зводиться до вирішення наступних двох задач: 1) відібрати всі довгоперіодичні комети, які перетинають площину (4) поблизу відстані 36 а.о.; 2) довести перевищення їх кількості відносно деякого фону. Вирішення першої з них здійснюється елементарними перетвореннями сферичної астрономії. Встановлено, що $N = 16$ довгоперіодичних комет, які перетинають площину (4) в інтервалі

35,9 – 39,9 а.о. Для вирішення другої задачі застосовується методика, що викладена в 2.4. Параметри площини варіюються так.

Ω_p міняється від 0° до 330° з інтервалом 30° , а i_p – від 0° до 90° з інтервалом 15° . Для кожної пари (i_p, Ω_p)

знаходиться кількість (n_i) кометних перетинів на інтервалі 35,9 – 39,9 а.о. При ідеально точних вихідних даних повинна виконуватись умова:

$$N > n_i \quad (5)$$

а, якщо врахувати і їх приблизність, то можна чекати, що різниця $Z = (N - \bar{n})/\sigma$, що підкоряється односторонньому критерію Ст'юдента повинна мати 95% статистичну достовірність α (\bar{n} – середнє значення n_i).

Водночас такий же тест взаємодії планет та довгоперіодичних комет застосовувався до Нептуна. У випадку вихідного інтервалу 28.1 – 30.7 а.о. отримані наступні дані:

$$N = 12; \quad \bar{n} = 6.36; \quad \sigma = 2.74 \quad Z = 2.06; \quad \alpha > 0.95.$$

У випадку невідомої планети для базового інтервалу 35.9 – 39.9 а.о. отримана така статистична картина:

$$N = 16; \quad \bar{n} = 6.6; \quad Z = 3.96; \quad \alpha = 0.99.$$

Одночасно виконується і умова (5). Встановлено, що у випадку яскравих комет та комет з більш точними елементами орбіт виявлений ефект посилюється.

В 2.5 розглядається ступінь згоди двох об'єктів (комета Бредфілда 2 і об'єкт 1992ab) "родини Нептуна", відкритих після появи нашої гіпотези. Розрахунки показують, що вони вельми задовільно вкладаються в межі гіпотези, що відстоюється.

Темою досліджень 2.6 є транснуптунові кометні родини

(групування комет по значенню Q). Застосування статистичних розрахунків показує, що п'ять з 6 груп мають значиму концентрацію по Q в окремих інтервалах. Враховуючи формальність такої ознаки, вводиться ще один критерій для того, щоб ці групи назвати родинами: афелії або перигелії орбіт комет окремої групи повинні мати невелику дисперсію широт відносно будь-якої площини (не обов'язково екліптики). Лише дві кометні групи в цьому відношенні викликають деяку зацікавленість. Перша з них складається з комет з Q в межах 49 - 57 а.о. Їх перигелії мають невелику дисперсію відносно площини

$$i = 29.6^\circ \quad \Omega = 272.7^\circ \quad (6)$$

(B' розподілені в межах від -3.3° до $+1.7^\circ$). Друга родина складається з комет з Q від 99 до II6 а.о., їх перигелії мають статистично значиму перенаселеність поблизу площини

$$\Omega = 341^\circ; \quad i = 30.5 \quad (7)$$

Ці закономірності дають основу для серйозного дослідження припущення про наявність двох "планет-" з відповідними параметрами руху.

В 2.7 досліджується просторовий розподіл чисельності кометних перетинів для базових інтервалів 48 - 57 а.о. та 99 - II7 а.о. Встановлено, що площини (6) і (7) на цих відстанях перетинають 15 і 13 довгоперіодичних комет. Для подальшого порівняння як в 2.3 визначаються фонові параметри по сукупності P . Для базового інтервалу 48 - 57 а.о. отримані такі дані

$$\bar{N} = 9.1; \quad \sigma = 2.93; \quad Z = 2.02; \quad \alpha > 0.95.$$

А дані по інтервалу 99 - 117 а.о. дають таку картину

$$\bar{n} = 6.51; \quad \sigma = 2.56; \quad z = 2.54; \quad \alpha > 0.99.$$

Отримані дані знаходяться у повному узгодженні з вихідним припущенням про наявність двох невідомих трансплутонових планет і одночасно дозволяють уточнити границі ймовірного інтервалу та їх середньої відстані: 51 - 56 а.о. і 102 - 112 а.о.

За допомогою аналогічної методики в 2.8 розглядається варіант гіпотези про розрив Фезгона і утворення таким чином частини довгоперіодичних комет. За базовий інтервал взяли область $2,8 \pm 0,2$ а. о. Статистика для висхідних і низхідних вузлів виконана окремо. Досліджені значення α , які не досягли належного рівня. Проте якщо припустити, що планета рухалась в площині з параметрами $\Omega = 30^\circ$ і $i = 45^\circ$, то по висхідних вузлах отримуємо задовільну відповідність.

В 2.9 приводяться додаткові міркування відносно гіпотези про невідомі планети і про методику, яка застосовується в дисертації. Зокрема, на конкретних прикладах показано, що просто підганяючи базовий інтервал під дані, неможливо отримати бажані ефекти. Показано також, що концентрація комет по величині R не може довго існувати, а значить вона виникла недавно. Ця обставина повинна бути врахована при прогнозуванні місцязнаходження планет. Обговорюється також питання про взаємодію Плутона з комплексом довгоперіодичних комет. Існують формальні ознаки на користь такого взаємозв'язку.

Висновки по другій частині дисертації.

За трьома критеріями (згущення значень Q , концентрація афеліїв поблизу визначених площин, надлишок кометних перетинів в окремих поясах цієї площини) передбачене існування трьох невеликих за масою трансеплутонових планет. Визначені відстані і

площина їх руху. З врахуванням діаграми Томбо, можна передбачити, що вони слабші I_8^m . Показано, що періодичні комети "родини Нептуна" насправді не зв'язані з ним. В той же час доведена взаємодія Нептуна і Плутона з системою довгоперіодичних комет. На користь припущення, що колись існувала планета Фаєтон, отримані аргументи, які мають сенс в тому випадку, якщо вона рухалась під значним нахилом до екліптики.

Третя частина дисертації називається "Особливості системи довгоперіодичних комет". В 3.1 перераховані 17 найбільш характерних особливостей цього комплексу небесних тіл. Проте, на думку автора, не всі вони можуть мати космогонічне забарвлення. В 3.2 вивчаються розподіли параметрів довгоперіодичних комет за фазами 11-річного циклу сонячної активності. Цей аналіз диктується результатами 1.3 і базується на припущенні про те, що комплекс довгоперіодичних комет також є неоднорідним за складом і в ньому є комети з "мінеральними" ядрами, які проявляють фізичну активність поблизу максимуму сонячної активності. Виходячи з аналізу періодичних комет, особлива увага приділяється довгоперіодичним кометам зі значеннями Φ поблизу 0,550. Встановлена відокремленість таких комет: серед них домінує прямий напрям руху; на відміну від загальної сукупності в них об'єкти з \mathcal{L} від 180° до 360° не домінують; в цій групі відсутня відома концентрація перегеліїв поблизу 270° ; всупереч ефекту селекції в даній групі домінують від'ємні значення β ; вона характеризується перевагою значень $\omega \in (180^\circ; 360^\circ)$ над рештою; серед них кількість комет, які перетинають екліптику в районі руху Юпітера (в процентному відношенні) більша, ніж в решті групах; вони відрізняються від решти комет по \bar{J} і фактичною відсутністю кореляції між q і N_{10} . Все це підтверджує справедливості

припущення про неоднорідність системи довгоперіодичних комет і присутність в ній комет з "мінеральними" ядрами, які мають деяку схожість з короткоперіодичними кометами.

3.3 присвячується аналізу розподілу великих п.в.осей довгоперіодичних комет і гіпотезі Оорта, яка базується на ньому. Аналіз даних комет з відомими "початковими" орбітами показує, що максимум розподілу $1/a$, який передбачався, носить ілюзорний характер. В будь-якому інтервалі спектра значень Q довгоперіодичних комет максимум завжди відповідає малим значенням цієї величини. Співставленням Q і H_{10} довгоперіодичних комет показана помилковість їх поділу на "нові" і "старі" за ознакою $1/a$. Послідовність значень $1/a$ протирічить припущенню про те, що вона утворилась в ході "дифузії" афеліїв з "зони Оорта". В межах гіпотези Оорта перигелії орбіт довгоперіодичних комет повинні концентруватися поблизу екліптики, що насправді не спостерігається. Встановлено, що $1/a$ залежить від абсолютного значення $|B|$ (коефіцієнт кореляції $K = -0,343 \pm 0,062$), від $|i|$ (віддаленість i від 0° чи 180°) при $K = -0,358 \pm 0,062$ і від q ($K = -0,319 \pm 0,064$). Аналіз 4-х груп комет з різними a (в інтервалах 100 - 1000; 1000 - 10000; 10000 - 100000 і більше 10^5 а.о.) і їх порівняння за ознаками L, B, i, q і Φ також заперечує можливість значного впливу "дифузії" афеліїв на послідовність $1/a$. При цьому встановлено, що друга група за розподілом $N(\Phi)$ дуже схожа на періодичні комети з "мінеральними" ядрами. Встановлено також, що по мірі збільшення \bar{q} збільшується і \bar{a} довгоперіодичних комет. В цілому, виявлені закономірності належним чином не узгоджуються з гіпотезою Оорта.

В 3.4 досліджується просторовий розподіл перигеліїв

довгоперіодичних комет і ступінь його погодження з положеннями гіпотези міжзоряного походження комет. Перш за все показано, що передбачена деякими авторами концентрація перигеліїв поблизу апекса пекулярного руху Сонця не підтверджується даними спостережень. На небесній сфері є області, де кількість перигеліїв набагато більша, ніж поблизу апекса. Обробка даних перигеліїв довгоперіодичних комет показала, що вони концентруються поблизу площини з параметрами

$$i = 95^\circ \quad \text{і} \quad \Omega = 91^\circ \quad (7)$$

Виявили, що є ще одна площина ($i = 6^\circ$ і $\Omega = 269^\circ$) поблизу якої існує перенаселеність перигеліїв невеликої кількості комет з відносно великими q . Обчислені елементи орбіти довгоперіодичних комет відносно (7). В цій системі, на відміну від екліптичної, всі кутові елементи мають деякі визначені закономірності.

Можливість існування груп довгоперіодичних комет, зв'язаних з кометами-гігантами, вивчається в 3.5. Дослідження мінімальних міжорбітальних відстаней (ρ) комет і плечат (Конопльова, Бабенко) з застосуванням розподілу Пуассона показує реальність припущення про наявність груп комет Юпітера і Сатурна. Їх число різко зростає, якщо статистика охоплює тільки комети з підвищеною точністю орбіт. Відсутність позитивного результату по Урану і Нептуну, можливо, пов'язане з тим, що на їх відстаннях значення ρ визначається з меншою точністю.

Встановлено, що за розподілом $\mathcal{N}(\Phi)$ комети з мінімальними ρ від Юпітера і Сатурна різко відрізняються від інших і мають значну схожість з періодичними кометами ("мінеральними").

Проведене дослідження просторового розподілу кометних

перетинів в шарових поясах на відстані планет-гігантів, аналогічний 2.3 і 2.7 (параметри i і Ω варіювались так же, базові інтервали: 9 - 10 а.о. і 18,8 - 21,2 а.о.). Він підтвердив припущення наявності родин довгоперіодичних комет Сатурна і Урану. По Юпітеру не отримали позитивного результату. Встановлено, що довгоперіодичні комети, які перетинають екліптику в районі руху планет-гігантів відрізняються від інших перевагою прямих орбіт, відносно великих q і за розподілом значень Φ .

3.6 присв'ячується аналізу спектральної характеристики довгоперіодичних комет. Встановлено, що для комет, в спектрах яких емісія переважає над континуумом, характерний двохвершинний розподіл $N(\Phi)$. Друга група комет зі спектром, де континуум переважає над емісією, характеризується таким $N(\Phi)$, що майже співпадає з розподілом для "мінеральних" періодичних комет. Така сепарація комет повністю підтверджує провідну ідею дисертації про неоднорідність системи довгоперіодичних комет.

В 3.7 вивчається можливість еруптивного походження деякої частини спостережуваних довгоперіодичних комет. Теоретично розглядається вплив двох факторів в цій концепції: нахил орбіт основних супутників до екліптики і еліптичність орбіти самої планети. Встановлено, що перший фактор накладає певну динамічну умову на рух народжених таким чином довгоперіодичних комет: один з вузлів їх орбіт повинен знаходитись поблизу орбіти "планети-родоначальниці", відстані q , в середньому, повинні бути більші, ніж у інших; в розподілі вузлів орбіт повинна бути перенаселеність в районі 79° і 259° ; в порівнянні з загальною сукупністю прямих напрям руху повинен переважати найбільш i повинні мати ті довгоперіодичні комети, у яких Ω концентруються поблизу 79° і 259° . Перевірка показала, що всі ці умови

якісно підтверджуються. Що стосується впливу другого фактора, то він повинен бути незначним.

Висновки по третій частині дисертації.

1. Система довгоперіодичних комет є неоднорідна по складу. Проведений аналіз показує, що в ній також існують комети з "мінеральними" і "льодяними" ядрами. На відмінність від системи періодичних комет останні тут домінують по кількості.

2. У системі довгоперіодичних комет є об'єкти, які пов'язані з планетами-гігантами. Серед них домінують комети з "мінеральними" ядрами.

3. Результати аналізу значень I/a довгоперіодичних комет суперечать гіпотезі Оорта. В той же час вони не виключають факта наявності більш близького кометного поясу.

4. Перигелії орбит довгоперіодичних комет концентруються поблизу площини, яка перпендикулярна екліптиці. Значення цього ефекта неясне у межах існуючих гіпотез. По мірі зростання q він поступово слабшає, і у комет з $q > 2$ а.о. спостерігається перенаселеність перигеліїв поблизу екліптики, що не суперечить припущенню про їх планетне походження.

Основні результати дисертації викладені у публікаціях:

1. Воехвятский С.К., Гулиев А.С., 1983. Замечания к статье Л.Кресака "Спутники Урана и гипотеза извержения" // Астрон. вест.- 17., I. - с.32-34.

2. Гулиев А.С., 1984а. Об одной асимметрии в распределении долгот перигелиев орбит периодических комет семейства Юпитера // Комет. цирк.- 333.- с.2.

3. Гулиев А.С., 1984б. О распределении афелийных расстояний

- долгопериодических комет// Кометн.цирк. - 318.- с.3-4.
4. Гулиев А.С.,1985а. О влиянии солнечной активности на открытие короткопериодических комет// Проблемы косм.физики.- 20.-с.39-43.
5. Гулиев А.С.,Байрамов А.Ш.1986. Об изменении абсолютной яркости кометы Ашбрука-Джексона в период 1948-1978гг// Кометн.цирк.- 351.-с.3.
6. Гулиев А.С.,1986б. Об одной гипотетической планете в солнечной системе// Астрон. цирк.- 1430.-с.6-8.
7. Гулиев А.С., 1987а. О возможности существования в зоне Нептун-Плутон неизвестной планеты//Кинематика и физика небесн.тел.-т.3.,2.- с.28-33.
8. Гулиев А.С.,1987б. О долгомном распределении афелийных расстояний периодических комет// Кометн. цирк.- 376.-с.3.
9. Гулиев А.С.,1987в. К эруптивной концепции происхождения комет// Доклады АН Азерб.ССР.- 43.,10.-с.12-15.
10. Гулиев А.С.,1988. О существовании двух групп периодических комет// Кинематика и физика небесных тел.- 4.,5.-с.75-79.
11. Гулиев А.С.,1989а.О периодической комете Бредфильда 2// Комет.цирк.- 406.-с.4-5.
12. Гулиев А.С.,1990а. О двух группах периодических комет// Кинематика и физика небесных тел.- т.6.,3.,с.49-52.
13. Гулиев А.С.,1990б. О распределении кометных параметров по одиннадцатилетнему циклу солнечной активности // Кинематика и физика небесныхтел.- т.6.,4.- с.68-73.
14. Гулиев А.С.,1992а. Существует ли семейство периодических комет Сатурна// Кинематика и физика небесных тел.- 8.,1.- с.55-61.
15. Гулиев А.С.,1992б. Анализ значений постоянной Тиссерана для периодических комет// Кинематика и физика небесных тел.- 8.,2.- с.40-47.

16. Гулиев А.С., 1992в. К проблеме происхождения периодических комет // Кинематика и физика небесных тел. - 8., 4. - с. 51-60.
17. Гулиев А.С., 1992г. Анализ спектральных характеристик долгопериодических комет // Кинематика и физика небесных тел. - 8., 6. - с. 10-13.
18. Гулиев А.С., 1993. Кинематические аспекты эруптивной концепции происхождения комет // Кометы и метеоры (в печати).
19. Гулиев А.С., 1992д. О возможности существования двух трансеплутоновых планет // Письма в Аж. - 18., 23. - с. 182-188.
20. Гулиев А.С., 1992е. О статистической зависимости эксцентриситетов орбит периодических комет от направлений линий апсид // Кометный цирк. - 425. - с. 15-16.
21. Гулиев А.С., Аббасов Д.Г., 1987. О распределении абсолютных величин комет по перигелийному расстоянию // Кометный цирк. - 372. - с. 4.
22. Гулиев А.С., Аббасов Д.Г., 1988. Особенности абсолютно слабых комет // Кометный цирк. - 391. - с. 2-3.
23. Гулиев А.С., Байрамов А.Ш., 1988. Новый статистический подход к изучению падения блеска комет // Кинематика и физика неб. тел. - 4., 1. - с. 30-34.
24. Гулиев А.С., Байрамов А.Ш., 1989. Прогнозирование абсолютных звездных величин периодических комет // Вестн. Киев. унив. сер. астр. - 31. - с. 71-74.
25. Гулиев А.С., Дадашов А.С., 1985а. О гипотезе Оорта // Кинематика и физика небесных тел. - 1., 6. - с. 82-87.
26. Гулиев А.С., Дадашов А.С., 1989а. К гипотезе о существовании семейств долгопериодических комет больших планет // Кометный циркуляр. - 406. - с. 11-12.
27. Гулиев А.С., Дадашов А.С., 1989б. О трансеплутоновых кометных семействах // Астрон. вестник. - 23., 1. - с. 88-95.

463655

АВ 28.136

- 28. Гулиев А.С., Дадашов А.С., 1990. Долгопериодических комет // Кометный журнал. - 1990. - с.3-4.
- 29. Гулиев А.С., Демченко А.А., 1981. О тесных сближениях комет с Юпитером // Кометный журнал. - 279. - с.3-4.
- 30. Guliev A.S., Verdiev M.D., 1991. Hypothesis of an unknown planet // Comet.Zirc. - 422. - p.5-11.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Carusi A., Kresak L., Perrosi E., Valsecchi G.V. 1985. Longterm evolution of short-period comets. Bristol, Hilger. -125p.
- 2. Беляев Н.А., Кресак Л., Питтих Э.М., Пушкарев А.Н. 1986. Каталог периодических комет. Братислава. -395с.
- 3. Всехсвятский С.К. Физические характеристики комет М.Физметгиз - 575 с (и дополнения к нему)
- 4. Everhart E., 1973. Examination of several ideas of comet origins. AJ. -78.,4. -p.329-337.

Мизин

Зам. 226 Формат 60x84/16. Обл.-вид.арк. I,39
 Підписано до друку 14.09.1993 р. Тираж 100.
 Поліграфічна дільниця ІТФ ім.М.М.Боголюбова АН України