

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

PERİODİK KOMETLƏRİN KİNEMATİK VƏ STATİSTİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ

İxtisas: 2104.01 Planetologiya

Elm sahəsi: Astronomiya

İddiaçı: **Həzi Ənvər oğlu Qasımov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Bakı Mühəndislik Universitetinin Fizika kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: AMEA-nın müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor
Əyyub Salah oğlu Quliyev

Rəsmi opponentlər: Tacikistan Respublikası MEA-nın müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor
Gülçöhrə İсроilovna Koxirova

fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Saçlı Abdulxaq qızı Qəniyeva

astronomiya üzrə fəlsəfə doktoru
Ülviyyə Cəmməd qızı Poladova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının N. Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.39 – Dissertasiya şurası.

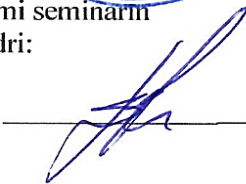
Dissertasiya şurasının
sədr müavini: **Şamaxı**

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor
Nəriman Zeynalabdi oğlu İsmayılov

Dissertasiya şurasının
elmi katibi:

astronomiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Orxan Vaqif oğlu Xəlilov

Elmi seminarın
sədr:



AMEA-nın müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru
Namiq Sərdar oğlu Cəlilov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Komet problemi müasir Astronomiyanın aktual məsələlərindəndir. Kometlər Günəş sisteminin kənar bölgələrində olurlar və buzlu nüvəyə malikdirlər. Bu səbəbdən kometlərin böyük bir hissəsi yarandıqları ilkin maddənin orijinallığını qoruyub saxlaya bilmişlər. Kometləri öyrənməklə Günəş sisteminin hansı maddələrdən yaranması haqqında fikir söyləmək olar.

Bu gün kometlərin orbit elementlərini dəqiq müəyyən etməklə onların harada yerləşdiklərini və Günəş sisteminin daxili bölgələrindən necə keçdikləri məlumdur. Tədqiqatlar nəticəsində əsas komet rezervuarları kimi Kuiper qurşağı və Oort buludu müəyyən olunmuşdur. Kuiper qurşağı Neptun planetinin orbitinin xaricindən başlayıb Günəşdən 50 a.v. məsafədək uzanır. Bu bölgədə yerləşən göy cisimlərini trans-Neptun obyektleri də adlandırırlar. Kuiper qurşağı disk şəklindədir. Oort buludu adlandırılan bölgə Günəşdən təxminən 5000 a.v. ilə 100 000 a.v. intervalındakı bölgəni əhatə edir. Oort buludundan kometlər Günəş sisteminin mərkəzi hissələrinə müxtəlif istiqamətlərdən daxil olduqlarına görə bu bölgənin Günəş sistemini sferik şəkildə əhatə etdiyini qeyd etmək olar.

Son onilliklərdə kometlərin tədqiqi intensiv hal almışdır. Bir sıra real təmas hadisələri, məsələn Çelyabinsk meteoridi, Şumeykerveli 9 kometinin Yupiterlə toqquşması, tarixi Tunqus hadisəsi onu göstərir ki, komet təhlükəsi real mövcuddur və lazımi anda bəşəriyyət onun qarşısında aciz qalmamalıdır. Elə bu məqsədlə ilk dəfə eksperiment DART (Double Asteroid Redirection Test) proqramı tərəfindən 26 sentyabr 2022-ci ildə həyata keçirilmişdir. Nisbətən böyük Didimos asteroidinin orbitində hərəkət edən Dimorfos asteroidinin orbit periodunu 32 dəqiqə qısaltma bildilər. Yerdəki həyatın bu kimi təhlükələrdən qorunması baxımından kometlərin öyrənilməsi daim aktualdır.

Eləcə də kometləri tədqiq edərək planetlərarası mühit, Günəş fəallığı və bu fəallığın kometlər üzərində təsiri, Günəş sisteminin uzaq oblastları barədə dəyərli məlumatlar əldə etmək olar.

Digər aktual məsələlərdən biri də kometlərin tədqiqindən alınan

məlumatların naməlum planet axtarışında istifadə edilməsidir. Komet məlumatlarının naməlum planetlərin axtarışında istifadə olunmasının müəyyən tarixi var. Bəzi müəlliflər kometlərin afelilərinin konsentrasiyasını, bəziləri isə qravitasiya təsirlərini nəzərə alırlar. Aparılan tədqiqat işlərində əsasən planetlərin hər hansı bir yolla komet ailələri formalaşdırması və bu kometlərin afelilərinin həmin planetin orbitinin yaxınlığında cəmlənməsi önə çıxarılır. 1930-cu ildə Plutonun kəşfindən sonra bu istiqamətdə tədqiqat işləri intensivləşdi. Astronomlar ümid edirlər ki, Günəş sistemində növbəti planetin kəşf olunmasında kometlərin tədqiqindən alınan məlumatlar həlledici rol oynayacaqdır

Beləliklə, dissertasiyanın mövzusu aktualdır və aparılan tədqiqatlardan alınan nəticələr elmi-praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya işinin obyektı və predmeti dövrü kometlərin müasir təsnifatı, onların illər üzrə böyümə dinamikası, dövrü kometlərin ailələrə bölünməsi prinsipləridir. Bundan əlavə onların aşkar olunma şəraiti və nəhəng planetlərə görə MOİD-lərinin təyin edilməsi dissertasiya işinin mövzularındandır. Dissertasiyanın mövzularından biri də Yupiter komet ailəsinin Tisserand sabitini hesablamaqla onların Yupiterlə qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsidir. Uzun dövrlü və qısaerihelli kometlər sistemində komet cütlükləri məsələsini tədqiq etmək, 11 illik Günəş fəallığının müxtəlif komet qurupları üzrərində təsirini öyrənmək və Saturn kometlərinin tədqiqi dissertasiya işinin əsas mövzularındandır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Yuxarıda qeyd olunanlar göstərir ki, kometlər üzrə qarşıya qoyulan məsələlərin həllində onların sayının və parametrlərdəki dəqiqliyin artması, kometlərin axtarışlarının intensivliyi və optimallaşması mühüm yer tutur. Bu mənada kometlərin fiziki və dinamik parametrlərinin sintezi, onların kəşfinə bilavasitə təsir edən xarici faktorların tədqiqi, müvafiq qanunauyğunluqların tapılması və ümumiləşdirilməsi olduqca vacibdir. Dissertasiya qismən də olsa bu məsələlərə hədəflənmişdir. Tədqiqat işi aşağıda qeyd olunan məqsədlərin əldə olunmasına yönəlmişdir:

- Periodik kometlərin aşkar olunmasında Holeçek faktorunun

real verilənlər bazasında rolunun müəyyənləşdirilməsi;

- Uzun dövrlü kometlərdə və qısaqerihelli komet qruplarında komet cütlüklərinin varlığı ehtimalının tədqiqi;

- Günəş fəallığının uzun dövrlü və periodik kometlərə təsirinin araşdırılması və Saturn komet ailəsinin varlığı üçün əlavə arqumentlərin axtarışı;

- MOİD və afeli məsafələrinin köməyi ilə nəhəng planetlərin komet ailələrinin varlığı məsələsinin tədqiqi;

- Dövrü kometlərin zəbt olunma ehtimalının araşdırılmasında əlavə arqument kimi Tisserand sabitinin tətbiq imkanlarının təhlil edilməsi;

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işinin metodoloji əsasını aşağıdakı üsullar təşkil edir: müxtəlif mənbələrdən problemə dair materialların toplanması və öyrənilməsi, nəzəri və statistik təhlillər, kometlərə aid bir sıra fiziki və dinamik parametrlərin sintezi, bu cisimlərin axtarışına təsir edən amillərin öyrənilməsi.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar. Müdafiəyə aşağıdakı müddəalar çıxarılır:

- Periodik kometlərin nəhəng planetlərə görə ailələrə bölünməsi prinsipləri, onların MOİD-lərinin, afelilərinin və Holeçek funksiyası üzrə paylanma qanunauyğunluqları;

- Qısaqerihelli (Kreutz və Meyer qrupu) və uzun dövrlü kometlər sistemində mümkün komet cütlüklərinin mövcudluğu;

- Dövrü kometlərin bir sıra dinamik parametrlərinin 11 illik Günəş fəallığı fazası üzrə paylanması;

- İlk dəfə aşkar olunma tarixlərinə görə periodik və uzun dövrlü kometlərin 11 illik Günəş fəallığının fazası üzrə paylanmasının mövcudluğu;

- Günəş fəallığının Saturn komet ailəsinə təsiri, ailənin varlığı barədə yeni dəlillərin aşkar edilməsi;

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Dissertasiya işinin elmi yeniliyini aşağıdakı kimi xülasə etmək etmək olar:

- İlk dəfə geniş həcmli statistik məlumatlar əsasında 2889 uzun dövrlü kometin 11 illik Günəş fəallığının fazası üzrə $N(F)$ paylanması tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, 11 illik Günəş fəallığı fazasının 0,2-0,3 və 0,7-0,8 intervallarında maksimum

sayda komet müşahidə olunmuşdur;

- Uzun dövrlü və qısaperihelli (Kreutz və Meyer qrupu) kometlər arasında komet cütlüklərinin axtarışı kompleks şəkildə tədqiq olunmuş və yeni nəticələr alınmışdır. Aşkar olunmuşdur ki, Kreutz və Meyer qrupu çox sayda komet cütlüklərindən ibarətdir.

- İlk dəfə periodik kometlər sinfinə məxsus, afelisi $4 < Q < 7$ a.v. olan kometlərin 11 illik Günəş fəallığına göstərdikləri reaksiya kompleks təhlil olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, fəallığın maksimum dövründən az sonra maksimum sayda komet müşahidə olunur;

- Nəhəng planetlərin MOİD məsafələrini tədqiq edərək planetlərin komet ailələrinə malik olmaları üzrə yeni arqumentlər tapılmışdır. İlk dəfə müəyyən olunmuşdur ki, 309 komet Yupiterin, 69 komet Saturnun, 6 komet isə Uran planetin təsir sferasına daxildir.

- Holeçek funksiyasını tədqiq edərək müəyyən olunmuşdur ki, periodik kometlər perihelidə olduqları zamanı və ya Yerə nəzərən Günəşdən əks tərəfdə olduqlarında onları aşkar etmək daha asandır. İlk dəfə müəyyən olunmuşdur ki, uzun dövrlü kometlər Holeçekin görünmə şərtinə tabe olurlar.

- İlk dəfə Yupiterlə Saturnun orbitlərinin arasında yerləşən “aralıq kometlərə” 11 illik Günəş fəallığının təsiri tədqiq olunmuş, nəticə Saturn kometlərində olduğu kimi alınmışdır.

- İlk dəfə olaraq Saturn komet ailəsinə mənsub 169 komet üzərində Günəş fəallığının təsiri araşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, Saturn kometləri Yupiter sinfinin davamı olmayıb, fərqli fiziki xüsusiyyətlərə malik olan müstəqil bir qrupdur.

- Yupiter planeti tərəfindən “zəbt” olunan kometlərin Tisserand sabiti üzrə səciyyəvi xüsusiyyətləri müəyyən olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, Yupiter kometlərinin Tisserand sabiti $2 < T_p < 3$ intervalında dəyişir. Tisserand sabitinin qiyməti 3-ə yaxınlaşdıqca planetlə kometlər arasında sıx qarşılıqlı əlaqənin olduğu müəyyən olunmuşdur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Əldə olunmuş qanunauyğunluqlar qısaperihelli, periodik və uzun dövrlü kometlərin bir sistem kimi mahiyyətinin dərk olunmasında, hər iki sinfin mənşə

probleminin həllində, nəhəng planetlərin komet ailələrinin varlığı barədə əlavə faktların əldə olunmasında, komet təhlükəsizliyi probleminin həlli yollarında, yeni kometlərin axtarışında, eləcə də Günəş fəallığının mümkün təsirlərinin nəzərə alınmasında faydalı ola bilər.

Alınmış nəticələrin etibarlılığı. Dissertasiya işi yerinə yetirilərkən işlənmiş materialın tamlığına xüsusi diqqət verilmişdir. Müəllif internet resurslarından, müasir kataloq və mənbələrdən (NASA-nın kiçik göy cisimləri bazası, Marsden kataloqu, Seiichi Yoshida's Japon komet kataloqu) digər müəlliflərin mövzuya aid əldə etdikləri nəticələrdən istifadə etmişdir.

Nəşrlər. Dissertasiya mövzusunə dair 19 elmi əsər nəşr olunmuşdur. Onlardan 6-sı elmi məqalə, 13-ü konfrans materialıdır.

İşin aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin nəticələri beynəlxalq və respublika səviyyəli konfranslarda, Bakı Mühəndislik Universitetinin Fizika kafedrasının və N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının elmi seminarlarında məruzə olunmuşdur.

Dissertasiyanın yerinə yetirildiyi təşkilat. Dissertasiya işi Bakı Mühəndislik Universitetinin Fizika kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Birgə işlərdə müəllifin şəxsi töhfəsi. Müəllif məsələlərin qoyuluşunda iştirak etmiş, müxtəlif mənbələrdən materialların toplanması, ümumiləşdirilməsi, təsnifatı, hesablamaların aparılması, statistik təhlillər, qrafiklərin qurulması və yekun nəticələrin irəli sürülməsi və müzakirəsində yaxından iştirak etmişdir.

Dissertasiya işinin həcmi və strukturu. Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyası tərəfindən qoyulan tələblərə uyğun qaydada yazılmışdır. Dissertasiya işi Giriş (28,913 şərti işarə), üç fəsil (I fəsil 76,403 şərti işarə, II fəsil 19,037 şərti işarə, III fəsil 39,222 şərti işarə), Nəticə (2,421 şərti işarə) və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi 165,996 şərti işarədir. Dissertasiya işində 38 cədvəl, 24 qrafik, 5 şəkildən istifadə olunmuşdur.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiya işinin **Giriş** hissəsində mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi bəhs edilmiş, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri, metodları müəyyən edilmiş, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar göstərilmiş, dissertasiya işinin elmi yeniliyi, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti əsaslandırılmışdır. Dissertasiyanın birinci fəslı **“Periodik kometlərin müasir təsnifatı”** adlanır. Bu fəsildə, periodik kometlərin mənşə məsələsinə həsr olunmuş işlərin xülasəsi verilmişdir. Bunlarla yanaşı, kometlərin kimyəvi tərkibini və onlarda olan fiziki şəraiti öyrənmək üçün təklif olunan empirik metodlara və nüvə modellərinə baxılmışdır. Birinci fəsildə həmçinin periodik kometlərin müasir təsnifatı verilmiş, onların illər üzrə böyümə dinamikası təhlil olunmuşdur. Bu fəsildə uzun dövrlü, Kreutz və Meyer kometlərində komet cütlükləri məsələsinə toxunulmuş, periodik kometlərin ailələrə bölünməsi məsələsi tədqiq olunmuşdur. Birinci fəsil səkkiz paraqraftan ibarətdir.

1.1. paraqrafında periodik kometlərin mənşə məsələsinə, onların yaranmasına və təkamülünə həsr olunmuş bir çox tədqiqat işlərin xülasəsi verilmişdir. Mənşə problemi ilə əlaqədar əsas tədqiqat işləri iki istiqamətdə yerinə yetirilmişdir. Bunlardan birincisi, P.S. Laplasın¹ irəli sürdüyü “zəbt etmə və orbitin çox saylı dəyişməsi” hipotezi, ikincisi isə J.L. Lagranjin² “püskürmə mexanizmi və onun növləri” hipotezidir. Bunlarla yanaşı, kometlərin asteroidlərdən əmələ gəlməsi və ya nəhəng planetlərin hərəkət zonasında komet rezervuarlarının olması ideyası ilə çıxış edən bir-sıra tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir. Ümumiyyətlə, kometlərin mənşə məsələsini izah etməyə çalışan aşağıdakı əsas hipotezləri qeyd etmək olar.

- Zəbt etmə hipotezi, orbitlərin çox saylı dəyişməsi
- Eruptiv proseslər və onun növləri
- Kometlərin asteroidlərdən əmələ gəlməsi
- Nəhəng planetlərin yaxınlığında komet rezervuarlarının olması

1.2. paraqrafında komet nüvəsi modelinin qurulması üçün

¹ P. S. Laplace, Expositi on du systeme, du monde. Paris, 1796. Лаплас П.С. “Изложения системы мира, Л. “Наука” 1982 г. с.373.

² J. L. Lagranje, Sur l’origine des comets, Additions a la Connaissance des temps, p. 381–395. Paris, 1812.

istifadə olunan bir-sıra empirik metodlar nəzərdən keçirilmiş və bu sahədə görülən işlərin xülasəsi verilmişdir. Komet nüvəsi modelinin qurulması üçün aşağıdakı metodlardan istifadə olunur: kometlərin fotometriyası, spektroskopiyası, kometlərin meteor maddəsi və asteroidlərlə əlaqəsinin olması. Toplanan materiallar əsasında B.A. Voronsov-Velyaminov³, B.Y. Levin⁴ və F. Uippl⁵ tərəfindən üç fərqli nüvə modelləri təklif olunmuşdur. Bu modellər uyğun olaraq aşağıdakılardır.

- “hissəciklər toplusu” nüvə modeli
- “qayalıq monolit” nüvə modeli
- “buzlu” nüvə modeli.

Onu qeyd etmək lazımdır ki, astronomiya elmi icitamiyyəti tərəfindən qəbul olunan və ən çox rəğbət görən model F. Uipplin “buzlu” nüvə modelidir.

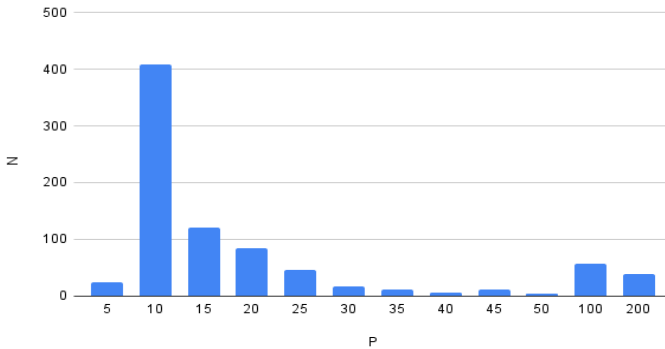
1.3. paraqrafında periodik komet sisteminin müasir təsnifatı verilmişdir. 2024-cü ilin əvvəlinə aşkar olunan periodik kometlərin sayı 900-ə yaxınlaşmışdır. Hər il təxminən 15- 20 periodik komet aşkar olunur. 2023-cü ildə 17 periodik komet aşkarlanaraq komet kataloqlarına əlavə olunmuşdur. Dissertasiya işində, periodik komet sisteminin mahiyyətini dərk etmək üçün onların bir-sıra orbit parametrləri təhlil olunmuşdur.

İlk öncə onların saylarının Günəş ətrafında dolanma periodlarından asılılığı təhlil edilmişdir. 24 kometin periodu 5 ilə, 433 kometin Günəş ətrafında dolanma periodu 10 ilə qədərdir. Sınıfı təşkil edən 638 kometin periodu isə $P \leq 20$ ilə qədərdir. Periodu $20 < P < 50$ il intervalında olan 101 komet mövcuddur. $50 < P < 100$ il intervalında 58 komet, $100 < P < 200$ il intervalında olan 39 komet mövcuddur. Periodik kometlərin (N) saylarının Günəş ətrafında dolanma periodlarından (P) asılılığı qrafik 1.3.1-də verilmişdir.

³ Воронцов-Вельяминов Б.А., 1946б - Природа кометных ядер//Публ.КАО. - №1. - С. 209-211.

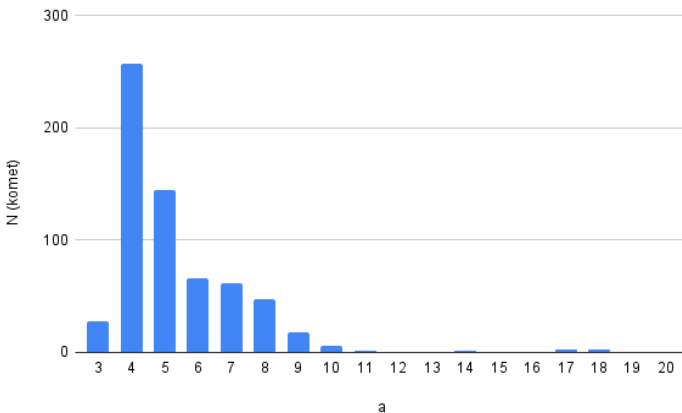
⁴ Levin B. J. Are gases evaporated or desorbed from cometary nuclei?//NOC0. – P. 65-68.

⁵ Whipple F. L. A comet model. II. Physics relation for comets and meteors// Ap.J. – V. 113, No. 3. 1951, - P. 464 – 474.



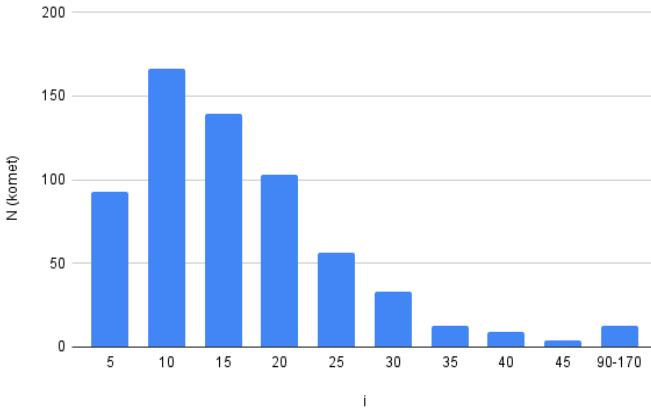
Qrafik 1.3.1. Periodik kometlərin (N) saylarının Günəş ətrafında dolanma periodlarından (P) asılılığı

Periodik kometlərin böyük yarımxlarının paylanmasını tədqiq edərkən 27 kometin böyük yarımxu 2-3 a.v. intervalında, yəni asteroid qurşağında yerləşir. Bu kometlər əsas qurşağ kometləri kimi xarakterizə olunur. 257 kometin böyük yarımxu 3-4 a.v., 145 kometin böyük yarımxu 4-5 a.v. intervalındadır. 646 periodik kometdən 402-nin orbitinin böyük yarımxları 3 a.v. $< a < 5$ a.v. intervalında cəmlənmişdir. Periodik kometlərin (N) saylarının (a) böyük yarımxdan asılılığı qrafiki 1.3.2-də verilmişdir.



Qrafik 1.3.2. Periodik kometlərin (N) saylarının (a) böyük yarımxdan asılılığı

Periodik kometlərin orbitlərinin ekliptika müstəvisinə olan meyl bucaqları təhlil edilmişdir. 259 kometin meyl bucağı $0-10^0$ intervalındadır. 501 kometin, yəni periodik kometlərin 77%-nin meyl bucağı $0^0 < i < 20^0$ intervalındadır. Bu o deməkdir ki, periodik kometlərin böyük çoxluğu Günəşə yaxın, ekliptika müstəvisi üzərində cəmlənmişdir. 13 kometin meyl bucağı 90^0 -dən böyük olduğuna görə onlar Günəş ətrafında tərsinə hərəkət edirlər. Periodik kometlərin saylarının meyl bucağından asılılığı qrafik 1.3.3-də verilmişdir.



Qrafik 1.3.3. Periodik kometlərin (N) saylarının meyl bucağından (i) asılılığı

1.4. paraqrafında periodik komet sisteminin illər üzrə böyümə dinamikası təhlil olunmuşdur. Aşkar olunan dövri kometlərin saylarının artması dinamikasına baxılsa, Marsdenin 1989-cu ildə nəşr etdirdiyi kataloqda onların sayı 135 komet təşkil edir. Elə həmin müəllifin 2005-ci ildəki kataloqunda 170 dövri kometin məlumatları qeyd olunmuşdur. 2024-cü ilin mart ayına qədər 883 periodik kometin məlumatları komet kataloqlarında öz əksini tapmışdır⁶. Son dövrlərdə müşahidə cihazlarının sürətli inkişafı, müasir texnologiyalarla donanmış böyük teleskopların yaranması kometlərin aşkar olunmasında əhəmiyyətli rola malikdir. Burada, Pans-STARRS, NEAT, SOHO, LINEAR kimi teleskop və müşahidə proqramlarının rolunu xüsusilə vurğulamaq lazımdır. Son 25

⁶ <https://ssd.jpl.nasa.gov> və www.aerith.net.

İldə bu teleskop və müşahidə proqramları vasitəsilə 635 periodik kometin orbit elementləri dəqiqləşdirilərək komet kataloqlarına əlavə olunmuşdur. Ölçülərinin kiçik olması, eyni zamanda uzaq bölgələrdə olduqlarına görə onların hamısını saymaq və eyniləşdirmək çətin məsələdir. Belə təxmin edilir ki, kometlərin sayı 10^{12} –dən çoxdur. Cədvəl 1.4.1-də əsrlər üzrə aşkar olunmuş periodik kometlərin sayları verilmişdir.

Cədvəl 1.4.1.

Əsrlər üzrə aşkar olunan periodik kometlərin sayları

$T_{illər}$	1700-1800	1801-1900	1901-2000	2001– 2024
N_{komet}	6	42	200	635

İllər üzrə aşkar olunan periodik kometlərin sayı göstərir ki, yaxın illərdə periodik kometlərin sayları uzun dövrlü kometlərlə ciddi rəqabətə girəcəkdir. Bu, periodik kometlərin uzun dövrlü kometlərin təkamülünün son mərhələsi olduğuna dair fikirləri şübhə altına alır.

Bu fəsilə də görülmə işlərdən biri də uzun dövrlü, Kreutz və Meyer kometləri qrupunda mümkün komet cütlüklərini aşkar etməkdir. Burada əsas məqsəd komet kataloqlarında statistik çirklənmələrin qarşısını almaq və onların həqiqi saylarını müəyyən etməkdir. Komet cütlükləri, müxtəlif dövrlərdə müşahidə olunan kometlərin eyniləşdirilməsini, təkamülünü və komet nüvələrinin parçalanmasını öyrənməkdə vacib rol oynayır. Məhz bu yolla bir çox periodik kometlərin eyniləşdirilməsi aparılmış, onların içindən iki və ya üç ad ($P/1999 J6 = P/2004 V9 = P/2010 H3$) alanlar olmuşdur.

1.5. paraqrafında uzun dövrlü kometlər sistemində komet cütlükləri məsələsinə baxılmışdır. Tədqiqat işində 490 uzun dövrlü kometin orbit elementlərindən perihelisi (q), eksentrisiteti (e), perihelinin arqumenti (ω), qalxan düyünün uzunluğu (Ω) və ekliptika müstəvisinə olan meyl bucağı (i) müqayisə edilərək komet cütlükləri müəyyən edilmişdir. Bu cütlüklərin iki yolla əmələ gəlməsi ehtimal olunur. Komet nüvələrinin parçalanmasından əmələ gələn 8 cütlük, eyni kometin müxtəlif dövrlərdə müşahidə olunmasından alınan 3 cütlük müəyyən olunmuşdur. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 1.5.1 və cədvəl 1.5.2-də verilmişdir.

Cədvəl 1.5.1.**Komet nüvələrinin parçalanmasından alınan cütüklər**

№	Komet	q (a.v.)	e	ω (dər.)	Ω (dər.)	i (dər.)
1.	C/1998 M5	1,742	0,996	101,284	333,376	82,228
	C/2016 T2	1,907	0,981	92,323	339,089	81,302
2.	C/2002 P1	6,530	0,984	347,801	310,672	34,602
	C/2016 P4	5,888	0,982	356,020	320,793	29,903
3.	C/1947 O1	2,827	1,001	9,375	311,796	97,331
	C/2016 K1	2,291	1,000	18,248	325,701	90,843
4.	C/1998 W3	4,914	1,001	6,889	123,918	129,191
	C/2016 A1	5,328	1,001	10,320	128,177	121,183
5.	C/1985 T1	1,317	0,983	53,000	53,012	139,069
	C/2015 WZ	1,376	0,992	66,711	40,046	134,134
6.	C/1988 A1	0,841	0,996	57,387	31,515	73,322
	C/2015 F3	0,834	0,996	57,565	31,641	73,385
7.	C/1987 H1	5,457	1,002	16,996	268,325	132,474
	C/2013 J5	4,904	0,999	19,163	256,764	136,009
8.	C/2003 HT15	2,671	0,419	124,039	81,473	27,670
	C/2013 H1	2,646	0,985	136,576	84,970	27,088

Statistik olaraq sübut olunmuşdur ki, belə “cütüklərin” müvafiq parametrlərinin yaxınlığı onu göstərir ki, müasir komet kataloqları çoxlu sayda müxtəlif adlarla eyniləşdirilmiş kometləri özündə ehtiva edir.

Cədvəl 1.5.2.

Eyni kometin müxtəlif dövrlərdə müşahidə olunmasından alınan cütüklər

№	Komet	q (a.v.)	e	ω (dər.)	Ω (dər.)	i (dər.)
1.	C/1743 X1	0.222	1.000	151.485	49.296	47.141
	C/2016 U1	0.319	1.000	162.751	61.427	46.433
2.	C/1922 B1	1.629	0.986	183.681	275.599	32.445
	C/2016 T3	2.656	0.976	194.520	271.809	22.661
3.	C/1757 R1	0.337	1.000	268.690	217.677	12.828
	C/2015 TQ209	1.413	0.999	281.499	224.084	11.390

Uzun dövrlü kometlərin dinamikası mürəkkəbdir və onların orbitləri Günəş sistemindən keçərkən əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Buna səbəb qravitasiya qarşılıqlı təsirləri və kometin fəallaşması zamanı güclü sublimasiya prosesini göstərmək olar. Nəticədə, uzun dövrlü komet populyasiyasında dəqiq komet cütüklərini tapmaq çətinləşir. Bununla belə, müəyyən dərəcədə oxşarlıq nümayiş etdirən kometlər, bu göy cisimlərinin orbitlərini formalaşdıran proseslər haqqında qiymətli fikirlər verə bilər.

1.6. paraqrafında Kreutz komet qrupuna məxsus 1670 kometin orbit elementləri (1.6.1) ifadəsi ilə

$$\Theta_j = \sin^2(\omega - \omega_j) + \sin^2(\Omega - \Omega_j) + \sin^2(i - i_j) \quad (1.6.1)$$

ciddi müqayisə edildikdən sonra 510 komet cütüüyü müəyyən olunmuşdur. Burada, $\Theta_j < 0,0008$ şərti qəbul edilmişdir ki, təsadüflərə yol verilməsin. Bunların içərisindən iki növ cütüklər ayrılır. Birinci qrupda fraqmentlərin perihelidən keçmə anları arasındakı müddət 3 ildən azdır. Belə cütüklərin sayı 292-dir. Bu qrupun içərisində perihelidən keçmə vaxtları eyni ildə olan 75 cütük müəyyən olunmuşdur. İkinci qrupa daxil olan cütüklərin perihelidən keçmə anları arasında müddət 3 il və daha çoxdur. Belə cütüklərin sayı isə 218-dir. Kreutz qrupunda eyni kometin parçalanması yolu ilə alınan bəzi komet cütükləri cədvəl 1.6.1 - də verilmişdir.

Cədvəl 1.6.1.**Kometin parçalanması yolu ilə alınan Kreutz cütlükləri**

№	Komet	ω (dər.)	Ω (dər.)	q (a.v.)	i (dər.)	Θ_j
1.	C/2005 M10	66.05	346.00	0.0051	145.00	0,0002
	C/2005 X9	66.07	344.26	0.0049	144.99	
2.	C/2005 E6	78.80	359.69	0.0048	144.09	0,0002
	C/2005 L7	78.82	358.74	0.0048	144.13	

Eyni kometin müxtəlif illərdə müşahidə olunması nəticəsində alınan cütlüklərin bəziləri cədvəl 1.6.2 - də verilmişdir.

Cədvəl 1.6.2.**Eyni kometin müxtəlif illərdə müşahidə olunması nəticəsində alınan Kreutz cütlükləri**

№	Komet	ω (dər.)	Ω (dər.)	q (a.v.)	i (dər.)	Θ_j
1.	C/1998 G5	78.29	359.89	0.0050	144.40	0,0001
	C/2007 Q9	78.34	359.06	0.0051	144.40	
2.	C/1997 V6	77.78	356.55	0.0054	144.37	0,0002
	C/2006 B3	77.76	358.51	0.0052	144.43	

1.7. paraqrafında Meyer qrupu kometlərində komet cütlükləri məsələsi təhlil olunmuşdur. Meyer komet qrupu ("sungrazer"- Günəş ətrafı) qısaperihelli komet sinfinin tərkib hissəsi olub, saylarına görə Kreutz kometlərindən sonra gələn ailədir. İlk dəfə 2002-ci ildə həvəskar Alman astronomu Mayk Meyer tərəfindən tədqiq olunan ailənin təxminən 300 üzvü var. Maraqlı faktlardan biri odur ki, Kreutz kometlərindən fərqli olaraq Meyer qrupu ancaq SOHO/LASCO müşahidə cihazları vasitəsilə fiksə edilmişlər.

Hesablamalar Kreutz komet qrupundakı kimi aparılmışdır. Tədqiqat işində 109 kometin məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Meyer qrupundan olan hər bir kometin orbit elementləri (1.6.1) ifadəsilə qrupun digər üzvlərinin orbit elementləri ilə müqayisə edilmişdir. Burada, yenə $\Theta_j < 0,0008$ şərti qəbul edilmişdir. Sonra,

mümkün cütlər üçün periheli məsafələri qarşılaşdırılmışdır. Belə ciddi seçimdən sonra iki növ komet cütlükləri müəyyən edilmişdir. Birinci qrupda hər bir cütün fraqmentlərinin müşahidələri arasındakı müddət üç il yarımından azdır. Əksər cütlər üçün bu dövr bir ildən çox deyil. Əmələ gəlməsi parçalanma yolu ilə ehtimal olunan 22 cütlükdən bəziləri cədvəl 1.7.1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.7.1.
Meyer qrupunda parçalanma yolu ilə əmələ gələn komet cütlükləri

№	Komet	ω (dər.)	Ω (dər.)	i (dər.)	q (a.v.)	Θ_j
1.	CK09Y180	57.22	73.33	72.35	0.035	0.0000
	CK09Y080	57.16	73.43	72.32	0.035	
2.	C/2008 L11	57.08	73.11	72.45	0.034	0.0000
	CK10L110	57.00	73.27	72.65	0.034	
3.	C/2008 V2	57.43	72.12	71.34	0.038	0.0001
	C/2008 K7	57.70	71.74	71.21	0.037	

Müvafiq cütlərin orbit parametrlərinin qiymətlərindəki fərq (Θ_j -nin qiyməti) o qədər kiçikdir ki, onları nəzərə almamaq mümkündür. Orbit elementlərinin dəyərlərinin dəyişən intervalları fonunda demək olar ki, burada təsadüfilik istisna olunur. Perihelidən keçmə anları ilə əlaqəli olan kometlərin nömrələnməsini nəzərə alaraq, bu cütlərin ən son parçalanmaların fraqmentləri olduğu ehtimal edilir. Sonrakı təhlillər zamanı komet cütlərinin başqa bir növü müəyyən edilmişdir. Əvvəlki təhlildən fərqli olaraq, burada fraqmentlərin fiksasiyası arasındakı müddət 3 ildən 11 ilə qədərdir. Belə cütlüklərin sayı 12-dir və onlardan bəziləri cədvəl 1.7.2-də verilmişdir.

Cədvəl 1.7.2.

Eyni kometin müxtəlif illərdə müşahidə olunmasından alınan cütüklər

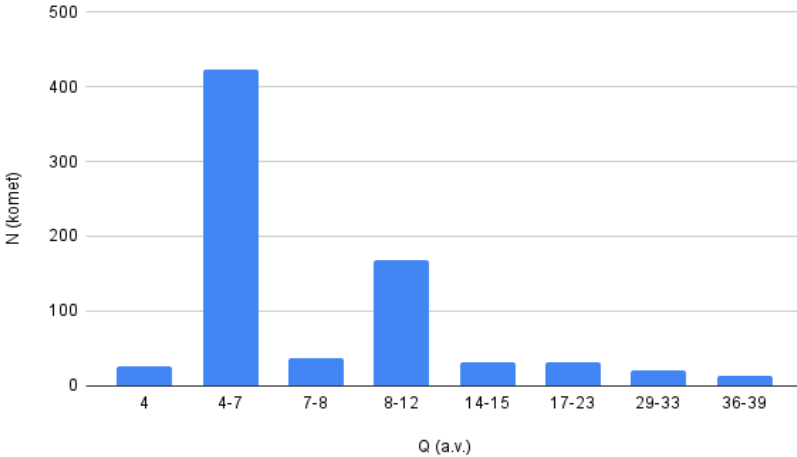
№	Komet	ω (dər.)	Ω (dər.)	i (dər.)	q (a.v.)	Θ_j
1.	CK09Y180	57.22	73.33	72.35	0.035	0.00000
	C/2001K11	57.26	73.28	72.36	0.034	
2.	C/2001 X8	56.15	74.35	72.28	0.037	0.00011
	C/2007 X14	56.25	73.79	72.47	0.035	
3.	C/2007 J1	56.99	73.87	72.59	0.035	0.00002
	C/2000 J8	56.91	73.65	72.50	0.037	

Təhlillər göstərir ki, Meyer qrupunun əhəmiyyətli bir hissəsi komet cütlərindən ibarətdir. Bu cütlərin alınmasının mümkün iki səbəbi ola bilər: əgər fraqmentlərin fiksasiya tarixləri arasındakı dövr kiçikdirsə, belə cütüklər nisbətən yaxın zamanda parçalanma yolu ilə yarana bilər; fraqmentlərin fiksasiya tarixləri arasındakı dövr, məsələn, 5 il və daha çoxdursa, onda cütük eyni kometin müxtəlif dövrlərdə görünməsi hesab edilə bilər. İki növ cütüklər arasında kəskin sərhəd yoxdur. Ümumiyyətlə, Meyer qrupunun yarandığı protokomet nüvəsinin nisbətən qısa orbital dövrə malik olduğunu düşünməyə əsas var. Bəlkə də bu, Yupiter ailəsinə məxsus dövrü kometlərdən biri olmuşdur.

Periodik kometlərin başlıca dinamik xüsusiyyətlərindən biri onların afelilərinin böyük planetlərin yaxınlığında cəmlənməsidir.

1.8. paraqrafında bu paylanmanın qeyri-bərabər olması statistik olaraq əsaslandırılmışdır və bu fakt komet ailələrinin mövcudluğunun göstəricisidir. 2023-cü ilin aprel ayınadək aşkar olunan 836 dövrü kometin orbit afellərinin paylanması təhlil edilmişdir. Afeli məsafəsi $Q < 4$ a.v. olan 27 komet mövcuddur. Bunlar əsas qurşaq kometləridir. Afeli məsafəsi $4 < Q < 7$ a.v. olan 422 komet Yupiter komet ailəsinə məxsusdur. $7 < Q < 8$ a.v. intervalında 38 kometin afeli məsafəsi cəmləşir, bu kometlər “aralıq kometlər” kimi təsnifatlandırılır. $8 < Q < 12$ a.v. 169 kometin afelisi cəmləşir. Bu kometləri Saturn ailəsinə aid hesab etmək olar. $14 < Q < 15$ a.v. intervalında 31 komet müşahidə olunur ki, bunlar “kentavrlar” adlanır. Uran planetinə məxsus 31 komet aşkar olunmuşdur. Bunların

afelisi $18 < Q < 23$ a.v. intervalında cəmlənir. Nəhayət Neptun planetinin orbitinin yaxınlığında 21 kometin afelisinin konsentrasiyasını görə bilərik. Tədqiqatın nəticəsi qrafik 1.8.1 - də verilmişdir.



Qrafik 1.8.1. Periodik kometlərin (N) sayının afelidən (Q) asılılığı

Periodik kometlərin afelilərinin konsentrasiyasına görə onları Yupiter, Saturn, Uran və Neptun planetlərinin komet ailəsi kimi təsnifatlandırmaq mümkündür.

Dissertasiya işinin II fəslə **“Periodik komet sisteminə dinamik və kinematik amillərin təsiri”** adlanır. Bu fəsildə periodik komet sisteminə dinamik və kinematik amillərin təsiri araşdırılmışdır. Burada əsas tədqiqat istiqamətləri periodik və uzun dövrü kometlərin Hələçekin görünmə şərtini ödəməsini yoxlamaq və nəhəng planetlərin komet ailələrinin planetlərə görə MOİD-lərini tədqiq etməkdir. Bundan əlavə Yupiter komet ailəsi üçün Tisserand sabiti hesablanmış və Yupiterin “zəbt etmə” fəaliyyəti təhlil olunmuşdur.

Periodik kometlərin aşkar olunmasında bir çox amillər öz təsirinə göstərir. Bunlardan biri 11 illik Günəş fəallığıdır. Periodik kometlərin aşkar olunma intensivliyini təhlil etdikdə 11 illik Günəş fəallığının maksimum dövründən sonra aşkar olunan kometlərin

sayında kəskin artım müşahidə olunur. Beləliklə, hər Günəş fəallığının maksimum dövründən sonra daha çox periodik kometin fəallaşacağı məlumdur. Kometləri müşahidə etmək üçün göy sferini hansı istiqamətdə nəzarət altında saxlamaq əhəmiyyətlidir. Bəzi kometlər fəallaşdığı zamanı adi gözlə müşahidə olunduğu (2020-ci ilin may ayının ortalarında C/2020 F8 Swan kometi adi gözlə müşahidə olunmuşdur) halda əksər kometləri aşkar etmək üçün müşahidə cihazları lazımdır. **2.1. paraqrafı** bu məsələyə həsr olunmuşdur. Müşahidə cihazları, göy sferinin əvvəlcədən müəyyən olunan istiqamətləri üzrə yönləndirilməlidir. Bu işdə Hələçekin görünmə şərtindən (funksiyası) istifadə olunur. Hələçekin görünmə şərti, kometlərin aşkar olunma dövrləri ilə periheli uzunluqları arasında əlaqəni müəyyən edir. Bu funksiya (2.1.1) ifadəsi ilə təyin olunur.

$$\xi = \lambda_p - L \pm 180^0 \quad (2.1.1)$$

burada, λ_p və L uyğun olaraq komet perihelisinin və Yer in ekliptik uzunluğudur.

Hələçək şərtinin ödənilməsi həm periodik, həm də uzun dövrlü kometlər üçün təhlil edilmişdir. Hər bir komet üçün ξ bucağı hesablanmışdır. Tədqiqat zamanı 591 periodik kometin məlumatlarından istifadə edilmişdir. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 2.1.1 -də verilmişdir.

Cədvəl 2.1.1.

Periodik kometlər üçün Hələçək funksiyasının paylanması

ξ bucağı	30^0	60^0	90^0	120^0	150^0	180^0	210^0	240^0	270^0	300^0	330^0	360^0
N_{komet}	41	41	55	38	42	76	41	45	58	45	56	53

Cədvəldən görüldüyü kimi, ξ bucağının qiyməti 180^0 -yə yaxınlaşdıqca aşkar olunan kometlərin sayı artır.

Hələçək funksiyası uzun dövrlü kometlər üçün ayrıca tədqiq olunmuşdur. Tədqiqat işində 1750-ci ildən 2020-ci ilin aprel ayınadək aşkar olunmuş 1261 uzun dövrlü kometin məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Təhlil zamanı kiçik perihelili komet qrupları və komet

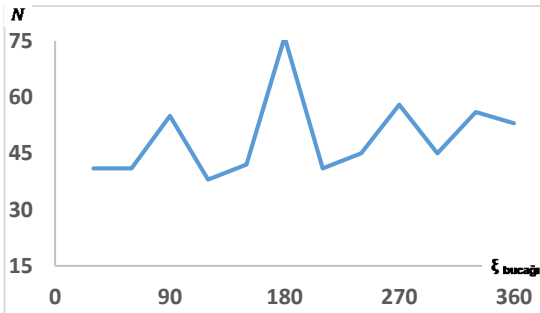
cütlükləri nəzərə alınmamışdır. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 2.1.2 - də verilmişdir.

Cədvəl 2.1.2.

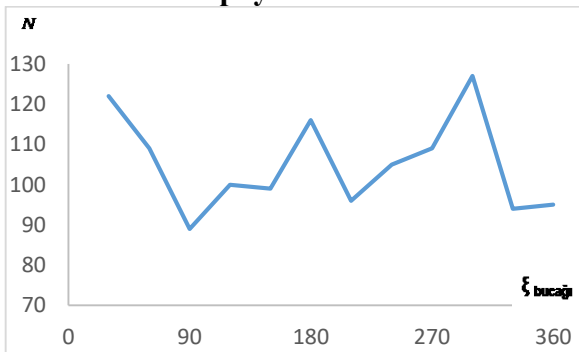
Uzun dövrlü kometlər üçün Holeçek funksiyasının paylanması

$\xi_{\text{bucağı}}$	30^0	60^0	90^0	120^0	150^0	180^0	210^0	240^0	270^0	300^0	330^0	360^0
N_{komet}	122	109	89	100	99	116	96	105	109	127	94	95

Cədvəl 2.1.2-dən göründüyü kimi uzun dövrlü kometlər üçün ξ bucağının heç bir qiymətində etibarlı maksimumlar alınmamışdır. Periodik və uzun dövrlü kometlər üçün Holeçek funksiyasının paylanması müqayisəli şəkildə qrafik 2.1.1 və 2.1.2 - də verilmişdir.



Qrafik 2.1.1. Periodik kometlərin Holeçek funksiyasının paylanması



Qrafik 2.1.2. Uzun dövrlü kometlərin Holeçek funksiyasının paylanması

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, Hələçək funksiyası özündə iki şərti cəmləşdirir: kometlər perihelidə və ya Yerə nəzərən Günəşdən əks tərəfdə olduqları dövrdə onları aşkar etmək daha asandır. Müəyyən olunmuşdur ki, Hələçək şərtinin ödənilməsi periodik kometlər üçün daha aktualdır. Çünki onların orbit müstəvilərinin ekliptika müstəvisinə olan meyli bucaqları kiçikdir. Uzun dövrlü kometlər isə Hələçəkin görünmə şərtinə tabe olmurlar. Bunu, uzun dövrlü kometlərin Günəş sisteminə göy sferinin istənilən istiqamətindən daxil olmaları ilə izah etmək olar.

2.2. paraqrafında komet orbitlərinin dəyişməsinə təsir edən dinamik amillərdən biri onların nəhəng planetlərə görə MOİD (Minimum orbit intersection distance) –ləri təhlil olunmuşdur. MOİD – iki astronomik obyektin orbitlərinin ən yaxın nöqtələri arasındakı məsafə olaraq təyin olunur. Astronomiyada bu ölçü, göy cisimlərinin potensial yaxınlaşmalarını və onların toqquşma risklərini qiymətləndirmək üçün istifadə edilir. Burada ən böyük maraq kəsb edən məsələ göy cisimlərinin Yerlə toqquşma məsələsidir. Ona görə NASA-nın kiçik göy cisimləri bazasında (JPL) komet və asteroidlərin Yerə görə MOİD qiymətləri də göstərilir. O, göy cisimləri Yer planeti üçün potensial təhlükəli obyektlər (PHO - a potentially hazardous object) hesab olunur ki, onların Yer MOİD-ləri 0,05 a.v.-dən kiçik olsun. Yerdən dəfələrlə böyük olan nəhəng planetlər üçün MOİD qiymətləri kifayət qədər böyük olur. Məsələn, Yupiter üçün MOİD qiyməti 0,322 a.v. tərtibindədir. Planetlərlə kiçik göy cisimlərinin orbitlərini kəsişmələrinə baxmayaraq, kiçik MOİD-lər hələ toqquşma demək deyildir. Kiçik obyektin fərqli MOİD qiymətinə malik başqa bir orbitə çevrilməsi üçün əvvəlcə özündən böyük obyektin orbiti ilə eyni anda eyni nöqtəyə çatmalıdırlar. Orbital rezonansda qravitasiya ilə bağlanmış iki göy cismi heç vaxt bir-birinə yaxınlaşa bilmirlər.

Kometlərin nəhəng planetlərə görə MOİD-lərinin təhlillərinin nəticələri, qeyd edilən planetlərin komet ailələrinə malik olmalarına əlavə argumentdir. Tədqiqat işində, afeli məsafəsi 30 a.v.-dək olan 670 dövrü kometin dörd nəhəng planetə görə MOİD qiymətləri hesablanmışdır. MOİD məsafələrini hesablayarkən planetlərin təsir dairəsi h nəzərə alınmaqla Danbi proqramından istifadə edilmişdir. Hər bir planet üçün təsir sferasının radiusu h , (2.2.1) empirik düsturu

əsasında hesablanmışdır.

$$h = a \left(\frac{M_{pl}}{M_G} \right)^{\frac{2}{5}} \quad (2.2.1)$$

Burada, a - planet orbitinin böyük yarımoxu, M_{pl} - planetin kütləsi, M_G - günəşin kütləsidir. Hesablamaların nəticəsi cədvəl 2.2.1-də verilmişdir.

Cədvəl 2.2.1.

MOİD məsafələrinə görə müəyyən olunan komet ailələri

Planet	Yupiter	Saturn	Uran	Neptun
h , a.v.	0.322	0.364	0.347	0.58
N	309	69	6	0

Hesablamanın nəticəsinə görə 670 kometdən 384-nün orbiti nəhəng planetlərin təsir sferasına daxildir. Dövri kometlərin nəhəng planetlərə görə MOİD-lərinə əsasən heç də hamı tərəfindən qəbul olunmayan komet ailələrinin mövcudluğunu söyləmək olar. Ən pis halda 670 kometdən 384-nün 3 planetin komet ailəsinə mənsubluğu ehtimalı ciddi əsaslara söykənir. Seçimlərin təsiri bu ailələrin əsl saylarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Bu fakt ən azı Yupiter "ailəsinə", ən çox isə Uran "ailəsinin" saylarına təsir etmişdir. Neptun kometlərinin yoxluğunu eyni səbəblə izah edə bilərik. Mənbəyi Kuiper qurşağı hesab olunan bu cür qrupların mövcudluğu kometlərin ümumi qəbul edilmiş dinamik təkamülü ilə yaxşı izah olunur.

2.3. paraqrafında Yupiter komet ailəsinə məxsus ($Q < 7$ a.v.) 397 kometin Tisserand sabiti hesablanmışdır. Kometlərin kütləsi nəhəng planetlərin kütləsinə nisbətən çox kiçikdir. Məhdud üç cisim məsələsinə əsasən kütləsi kiçik olan obyektin orbit elementlərindən böyük yarımoxu, orbitin eksentrisiteti və meyl bucağı, birdə "həyacanlandırıcı" obyekt adlandırılan planetin böyük yarımoxu nəzərə alınmaqla Tisserand sabiti aşağıdakı (2.3.1) düsturu ilə hesablanır.

$$T = \frac{a_p}{a} + 2 \cos i \sqrt{\frac{a}{a_p} (1 - e^2)} \quad (2.3.1)$$

Burada, a_p - planetin böyük yarımoxu, a – kometin böyük yarımoxu, e – kometin eksentrisiteti, i – kometin orbit müstəvisinin planetin orbit müstəvisinə meyl bucağıdır.

Yupiter komet ailəsinin Tisserand sabitinin orta qiyməti 2,84 müəyyən olunmuşdur. Yupiter planeti tərəfindən “zəbt” olunan kometlərin Tisserand sabiti üzrə səciyyəvi xüsusiyyətləri müəyyən olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, Yupiter kometlərinin Tisserand sabiti $2 < T_p < 3$ intervalında dəyişir. Tisserand sabitinin qiyməti 3-ə yaxınlaşdıqca planetlə kometlər arasında sıx qarşılıqlı əlaqənin olduğu müəyyən olunmuşdur. Uzun dövrlü kometlərdə Tisserand sabitinin qiyməti 2-dən kiçik, asteroidlərdə isə 3-dən böyük olur.

Dissertasiya işinin III fəslı “**Periodik komet sistemində Günəş fəallığının təzahür formaları**” adlanır. Kometlər üzərində təsiri olan əsas iki hadisəni qeyd etmək olar. Bunlardan birincisi, Günəşdə gedən mürəkkəb proseslər, o cümlədən Günəş fəallığıdır. İkincisi, kometlərin hərəkət orbitləri boyunca baş verən toqquşmalar, planetlərə yaxınlaşan zamanı təsir edən qabarma qüvvələri, nüvənin parçalanması və s. kimi prosesləri misal göstərmək olar. Dissertasiyanın bu fəslində Günəş fəallığının kometlərə təsir formasından bəhs olunacaq.

3.1. paraqrafında Günəş fəallığının müxtəlif komet qrupları üzərində təsirlərinin öyrinilməsinə həsr olunmuş işlərin qısa məzmunu verilmişdir. Komet sayları və onların orbit parametrlərinin Günəş fəallığı fazasından asılılığı məsələsi uzun bir tarixə malikdir. Birinci dəfə belə asılılıq Link və Vanisekin işlərində müzakirə olunmuşdur⁷. Daha sonra Dobrovolski⁸, Sekanina⁹, Quliyev¹⁰ və digər alimlər bu sahədə tədqiqat işləri aparmışlar.

Məsələnin mahiyyəti Günəş fotosferində yaranan ləkələrlə bağlıdır. Ləkələr Günəşin ən xarakterik törəmələridir və onun ümumi fəallığını müəyyən edir. Ləkələrdə maqnit sahəsinin intensivliyi

⁷ Link and Vanusek, 1947, Influence de l' aktivite solaire sur le nombre des deconvertes de cometes// Compt. Rend. Acad. sci 225, p.1284-1288.

⁸ Добровольский О. В., 1966. Кометы. М.: Наука. –288 с.

⁹ Sekanina Z. 1962. An analysis of some problems of cometary physics based on photometric data. The c.sc. thesis. Prague. 563P.

¹⁰ Гулиев А.С., 1985. О влиянии солнечной активности на открытие короткопериодических комет. Проблемы косм. физики.1985 –20. – с. 39–43.

Günəşin ümumi maqnit sahəsinin intensivliyindən dəfələrlə böyükdür. Aparılan müşahidələrə görə müəyyən olunmuşdur ki, Günəşdə ləkə əmələgəlmə prosesi ortalama 11 illik dövrlə dəyişir. 11 illik Günəş fəallığı tsiklləri 1755-ci ildən qeydə alınır və 2019-cu ilin sonunda 11 illik Günəş fəallığının 24-cü dövrü başa çatmışdır.

Ləkələrdə maqnit sahəsinin qütblüyü hər 11 illik dövrdə dəyişir. Bu dəyişmənin kometlər üzərində təzahürlərini öyrənmək üçün 11 illik Günəş fəallığının tək və cüt tsiklləri üzrə aşkar olunan kometlərin statistikasını ayrıca öyrənilmişdir. Kometlərin müşahidə olunma saylarındakı artım Günəş fəallığının 11 illik dövrü (tsikli) ilə müəyyən qanunauyğunluq təşkil edir. Günəş fəallığı dövründə kosmik fəzaya buraxılan küllü miqdarda enerji kometlərin aktivləşməsinə səbəb olur.

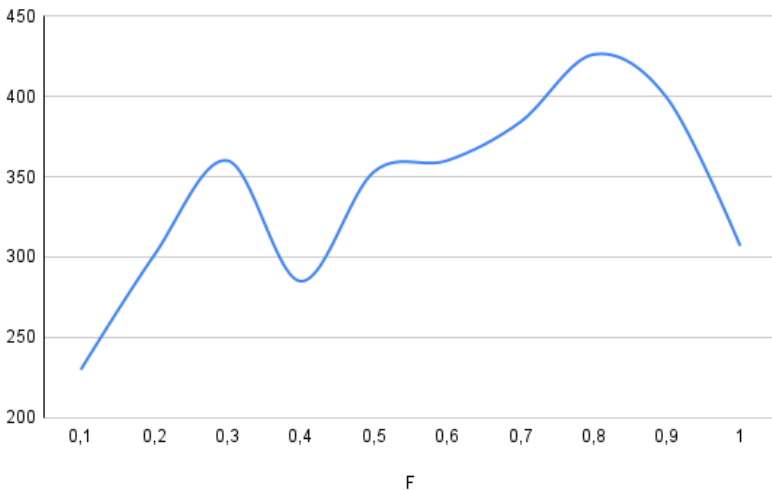
Günəş fəallığının uzun dövrlü kometlər üzərində təsiri dissertasiyanın **3.2. paragrafında** araşdırılmışdır. Tədqiqat işində 1755-ci ildən 2019-cu ilin dekabr ayınadək aşkar olunan 2889 sayda uzun dövrlü kometin məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Bu sayda kometin məlumatlarından istifadə etməklə etibarlı nəticələrin alınmasını təmin etmək olar. Tədqiqat işi 1-24-cü Günəş fəallığı dövrünü əhatə edir. 11 illik Günəş fəallığı əyrisinin asimmetrikliliyini aradan qaldırmaq məqsədilə fazanın 0,1-0,5 intervallarında aşkar olunan kometlərin sayını 1,51 -ə vuraraq normallaşdırma aparılmışdır. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 3.2.1-də verilmişdir.

Cədvəl 3.2.1.

Uzun dövrlü kometlərin N(F) asılılığı

F	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
N _{komet}	152	199	239	189	234	360	384	426	399	307
N _{norm}	230	301	360	285	353	360	384	426	399	307

11 illik Günəş fəallığı fazasının (F) iki intervalında maksimum sayda uzun dövrlü komet müşahidə olunmuşdur. Fazanın maksimum dövrünədək 0,2-0,3 intervalında 360 komet və maksimum dövrdən sonra 0,7-0,8 intervalında isə 426 komet aşkar olunmuşdur. Buradan o nəticəyə gəlmək olar ki, uzun dövrlü kometlərin N(F) asılılığı əyrisi iki maksimumludur və grafik 3.2.1-də verilmişdir.



Qrafik 3.2.1. Uzun dövrlü kometlərin $N(F)$ asılılığı qrafiki. Absis oxunda (F) Günəş fəallığının fazası, ordinat oxunda kometlərin (N) sayları verilmişdir

Tək və cüt tsikllərdə aşkar olunan kometlərin say nisbətində baxdıqda məlum olur ki, tək tsikllərdə müşahidə olunan kometlərin sayı cüt tsikllərdə aşkar olunanlardan 2 dəfədən çoxdur. Tək tsikllər üzrə aşkar olunan uzun dövrlü kometlərin sayı 1999, cüt tsikllər üzrə aşkar olunan kometlərin sayı isə 890 olmuşdur. Bunu Günəş ləkələrinə maqnit sahəsinin qütblüyünün hər tsikldə dəyişməsi ilə izah etmək olar.

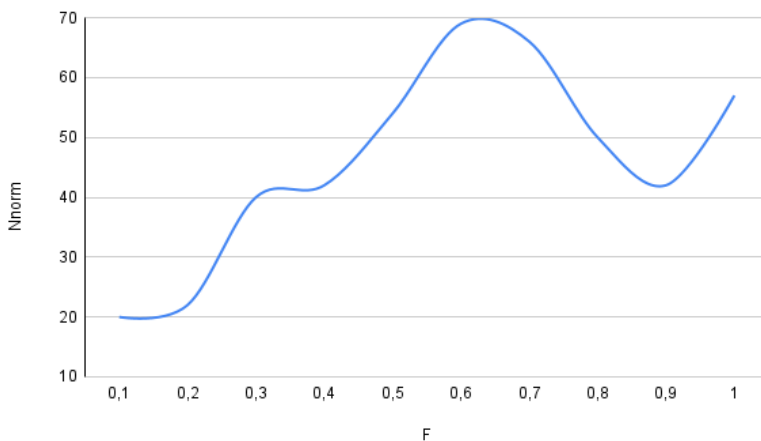
3.3. paraqrafında $N(F)$ asılılığı afelisi $Q < 7$ a.v. olan kometlər üçün təhlil olunmuşdur. Tədqiqat işində 1755-ci ildən 2008-cu ilin sonuna qədər (dekabr ayı daxil olmaqla) aşkar olunan 403 periodik kometin məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Belə seleksiyanın aparılmasında məqsəd Yupiter ailəsi hesab olunan kometlər üzərində Günəş fəallığı təsirinin öyrənilməsidir. Günəş fəallığı əyrisinin maksimumu ilə fazanın 0,5 intervalının üst-üstə düşməsi üçün 0,1-0,5 intervalında aşkar olunan kometlərin sayını 1,51-ə vuraraq normallaşdırma aparılmışdır. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 3.3.1 - də verilmişdir.

Cədvəl 3.3.1.

Periodik kometlərin saylarının ($Q < 7$ a.v.) fazanın intervalları üzrə paylanması

F	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
N_{komet}	13	15	27	28	36	69	66	50	42	57
N_{norm}	20	22	40	42	54	69	66	50	42	57

Cədvəldən göründüyü kimi fazanın 0,5-0,6 intervalında maksimum sayda (69) komet aşkar olunmuşdur. Ümumilikdə fazanın maksimum (0,5) dövrünədək aşkar olunan kometlərin sayı 119, maksimum dövründən sonra müşahidə olunan kometlərin sayı isə 284 olmuşdur. Bu qrup üçün $N(F)$ asılılığı qrafik 3.3.1-də verilmişdir.



Qrafik 3.3.1. Periodik kometlərin (N) sayının fazanın (F) intervalları üzrə paylanması. Absis oxunda Günəş fəallığının fazası, ordinat oxunda kometlərin sayı verilmişdir

Qeyd olunan periodik kometlərin saylarının Günəş fəallığı fazasından $N(F)$ asılılığı uzun dövrlü kometlərdən fərqlənir. Belə ki, fazanın maksimum dövründən sonra aşkar olunan periodik kometlərin sayları maksimum həddə çatır.

2019-cu ilin sonunda 24-cü tsikl başa çatmışdır və 1755-ci ildən həmin tarixədək bərabər sayda tək və cüt tsikllər baş vermişdir. Tək tsikllər üzrə 306 periodik komet, cüt tsikllər üzrə isə 97 periodik

komet müşahidə olunmuşdur ki, buda təxminən 3 dəfə çoxdur. Bu onu deməyə əsas verir ki, həm uzun dövrlü kometlərdə həm də periodik kometlərdə də tək tsikllər üzrə aşkar olunan kometlərin sayı cüt tsikllərdə aşkar olunan kometlərin sayından dəfələrlə çoxdur. Günəş ləkələrinin, o cümlədən Günəşin maqnit sahəsinin qütblüyünün dəyişməsi aşkar olunan uzun dövrlü və periodik kometlərin sayları ilə korrelyasiya təşkil edir.

3.4. paraqrafında periodik kometlərin bir sıra orbit parametrlərinin Günəş fəallığından asılılığı təhlil olunmuşdur. Burada kometlərin orbitlərinin ekliptika müstəvisinə meyl bucağı (i), afeli (Q) və periheli (q) məsafələrinin fazanın intervalları üzrə paylanması tədqiq olunmuşdur. Tədqiqat işində Günəş fəallığının 1-24 tsiklləri ərzində müşahidə olunan və periodu $P \leq 20$ il olan 592 kometin orbit elementləri təhlil olunmuşdur. Periodik kometlərin meyl bucaqlarının orta qiymətinin $i(F)$ asılılığı iki maksimumlu paylanma göstərir. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 3.4.1-də verilmişdir.

Cədvəl 3.4.1.

Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə kometlərin meyl bucağının paylanması

F	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
\bar{i}	13,51	12,98	15,36	15,92	12,51	14,1	15,3	16,28	17,78	15,32
N	38	44	43	47	48	72	74	79	60	87

Birinci maksimum 0,3-0,4 intervalında $i_{orta} = 15^0,92$ -dir. İkinci maksimum isə 0,8- 0,9 intervalında $i_{orta} = 17^0,78$ -dir. Fazanın qeyd olunan iki intervalında meyl bucağı nisbətən böyük olan kometlər müşahidə olunmuşdur.

Komet orbitinin elementlərindən biri periheli məsafəsidir. Periheli, göy cisminin hərəkət orbiti üzrə Günəşə ən yaxın məsafədən keçdiyi nöqtədir. Bu zaman kometlər Günəş şüalarının dağıdıcı təsirinə məruz qalır, öz kütləsinin müəyyən hissəsini itirirlər. Kütlə və məsafədən asılı olaraq kometlər bəzən parçalanır, bəzən də tamamilə məhv olurlar. Periodik kometlərin periheli məsafələrinin orta qiyməti $\bar{q} = 2,37$ a.v. -dir. Bu periodik kometləri uzun dövrlü kometlərdən fərqləndirən xüsusiyyətlərdən biridir. Uzun dövrlü kometlərin periheli

məsafələri əsasən vahiddən kiçik olur. Periodik kometlərin ($P \leq 20$ il) perihelilərinin orta qiymətinin 11 illik Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə paylanması cədvəl 3.4.2-də verilmişdir.

Cədvəl 3.4.2.
Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə kometlərin periheli məsafələrinin paylanması

F	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
q _{orta}	2,03	2,8	2,34	2,19	2,28	2,35	2,14	2,46	2,28	2,25
N _{komet}	38	44	43	47	48	72	74	79	60	87

Fazanın 0,2 intervalında müşahidə olunan kometlərin perihelisi digər intervallara görə böyükdür ($\bar{q} = 2,8$ a.v.). Bu dövrdə periheli məsafələri nisbətən böyük olan kometlər aşkar olunmuşdur. Bu cür kometlərin perihelisi Marsla Yupiterin orbitləri arasında qalır.

Digər tədqiq olunan elementlərdən biri kometlərin afeli (Q) məsafəsidir. Günəş ətrafında dolanma periodu $P \leq 20$ il olan 592 kometin afeli məsafəsinin 11 illik Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə paylanmasını tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 3.4.3-də verilmişdir.

Cədvəl 3.4.3.
Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə kometlərin afeli məsafələrinin paylanması

F	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Q _{orta}	7,01	7,1	6,63	6,68	6,37	6,47	6,26	6,67	6,82	6,3
N _{komet}	38	44	43	47	48	72	74	79	60	87

Periodu 20 ildən kiçik olan məlum dövrü komet sisteminin afeli məsafəsinin orta qiyməti $\bar{Q} = 7,73$ a.v.-dir. 11 illik Günəş fəallığının başlanğıc dövrlərində afelisi nisbətən böyük (7,1 a.v.-dək) kometlər aşkarlanmışdır.

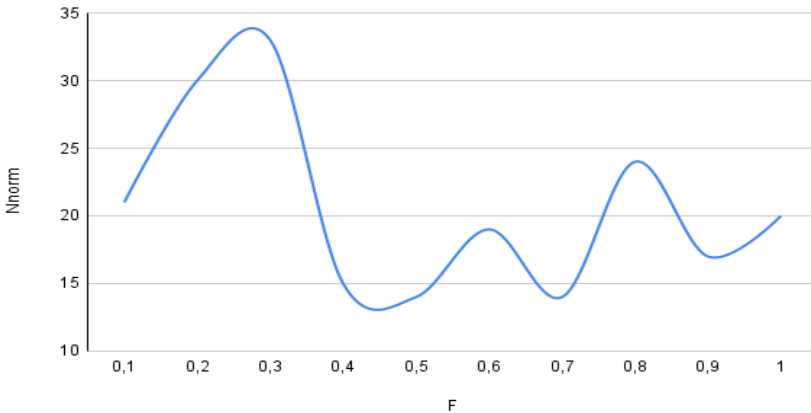
Üçüncü fəslin **3.5. paragrafında** 11 illik Günəş fəallığının Saturn kometlərinə təsiri tədqiq olunmuşdur. Saturn ailəsinə mənsub kometlərin saylarının ilk dəfə müşahidə olunma tarixlərinə görə 11

illik Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə paylanması təhlil olunmuşdur. Tədqiqat işində afelisi 8 a.v. < Q < 12 a.v. intervalında olan 169 kometin məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Tədqiqatın nəticəsi cədvəl 3.5.1-də verilmişdir.

Cədvəl 3.5.1.
Saturn komet ailəsinin N(F) asılılığı

F	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
N_{komet}	14	20	22	10	9	19	14	24	17	20
N_{norm}	21	30	33	15	14	19	14	24	17	20

Fazanın 0,2- 0,3 intervalında 22 komet, 0,7- 0,8 intervalında isə 24 komet müşahidə olunmuşdur. Digər komet qruplarında aparılan normallaşdırma Saturn kometlərində də aparılmışdır. Saturn kometlərinin N(F) asılılığı qrafik 3.5.1-də verilmişdir.



Qrafik 3.5.1. Saturn komet ailəsinin N(F) asılılıq qrafiki.
Absis oxunda fazanın intervalları, ordinat oxunda kometlərin sayları verilmişdir

Burada N(F) asılılığı iki maksimumlu paylanma göstərir. Əslində bu paylanmanın Yupiter kometlərində olduğu kimi alınacağı gözlənilirdi. Çünki, hər iki qrup periodik komet sistemə daxildir. Lakin, Saturn kometlərinin saylarının Günəş fəallığı fazasının intervalları üzrə

paylanması uzun dövrlü kometlərdə olduğu kimi alınmışdır. Bunu onların kosmoqonik mənşələri ilə izah etmək olar. Həmçinin Saturn kometlərinin Yupiter komet sisteminin davamı olmadığı aydın olur. Alınan nəticə Saturn komet ailəsinin müstəqil qrup olmasına əlavə arqumentlər verir. 0,5-0,6 intervalında o qədər də etibarlı olmayan kiçik bir maksimum nəzərə çarpır. Tədqiqatın nəticəsinə görə Saturn komet ailəsinin əksər hissəsinin planetin zəbtmə fəaliyyəti nəticəsində uzun dövrlü kometlərdən, bir qisminin isə planet orbitinin yaxınlığında olan rezervuarlardan formalaşdığını qeyd etmək olar.

Dissertasiyada aşağıdakı elmi nəticələr alınmışdır:

1. Holeçek şərtinə əsaslanaraq müəyyən edilmişdir ki, periodik kometlər perihelidə və Yerə nəzərən Günəşdən əks tərəfdə olduqda onların aşkar edilməsi daha asandır. Uzun dövrlü kometlərin Holeçekin görünmə şərtinə tabe olmamaları müəyyən edilmişdir.

2. Göstərilmişdir ki, afeli məsafələrinə görə periodik kometlər sinfini nəhəng planetlərin komet ailələri kimi təsnifatlandırılması doğrudur. Nəhəng planetlərin MOİD məsafələrini tədqiq edərək planetlərin komet ailələrinə malik olmaları üzrə yeni arqumentlər tapılmışdır. Alınan nəticə nəhəng planetlərin komet ailələrinə sahib olmalarına əlavə arqumentdir və bu P.S. Laplasın "zəbtmə" hipotezinin müddəalarını gücləndirir.

3. Uzun dövrlü, Kreitz və Meyer komet qrupunda komet cütlüklərinin mövcudluğu müəyyən olunmuşdur. Sübut olunmuşdur ki, Kreutz və Meyer qrupu çox sayda komet cütlüklərindən ibarətdir. Aşkar olunma dövrləri arasındakı müddətə görə bu cütlüklərin bəzilərinin böyük bir kometin parçalanması, bəzilərinin isə eyni kometin müxtəlif dövrlərdə müşahidə oluması nəticəsinə gəlinmişdir.

4. Göstərilmişdir ki, periodik komet sinfinin 11 illik Günəş fəallığından asılılığı bir maksimuma malikdir. Fazanın 0,5-0,6 intervalında müşahidə olunan kometlərin sayında kəskin artım müşahidə olunmuşdur.

5. Müəyyən olunmuşdur ki, uzun dövrlü kometlər sinfi və Saturn komet ailəsi 11 illik Günəş fəallığı fazasına görə iki maksimuma

malikdir. Saturn kometləri periodik kometlər sinfinə mənsub olsada 11 illik Günəş fəallığının bu kometlər üzərində təsiri uzun dövrlü kometlərdə olduğu kimidir. Göstərilmişdir ki, Saturn komet ailəsi reliktiv kometlərdən, həm də planetin “zəbt etmə” fəaliyyəti nəticəsində uzun dövrlü kometlərin yeni orbitlər qazanaraq periodik kometlərə çevrilməsi nəticəsində formalaşır. Alınan nəticələr əsasında Saturn kometlərinin Yupiter komet ailəsinin davamı olmayıb müstəqil bir qrup təşkil etdiyi qənaətinə gəlinmişdir.

6. Günəş fəallığının müxtəlif komet qrupları üzərində təsirini təhlil edərkən müəyyən olunmuşdur ki, kometlərin aşkar olunma intensivliyi Günəş fəallığının maksimum dövründən sonraya təsadüf edir. Bunu Günəş ləkələrinin saylarının maksimum həddə çatması ilə izah etmək olar. Bütün komet qrupları üzrə 11 illik Günəş fəallığının tək tsikllərində aşkar olunan kometlərin sayı cüt tsikllərdə aşkar olunanlardan çoxdur.

7. Müəyyən olunmuşdur ki, Yupiter kometlərinin Tisserand sabiti $2 < T_p < 3$ intervalında dəyişir. Tisserand sabitinin qiyməti 3-ə yaxınlaşdıqca kometlərlə planet arasında yaxın qarşılıqlı əlaqənin olduğu təsdiqlənir. Yupiter ailəsi kometlərinin ekliptikaya meyl bucaqlarının kiçik olması, qrupun əsasən planetin yaxınlığındakı komet rezervuarlarından və ya planetin buzlu peyklərində eruptiv proseslər nəticəsində meydana gəldiyini sübut edir.

Dissertasiya mövzusu üzrə çap olunmuş elmi işlərin siyahısı

1. Qasimov H.A. The search of the twin comets among the long-period comets. Journal of Baku Engineering University 2017. Volume 1, Number 1. Pg 96-99.
2. Quliyev A.S., Qasimov H.A., Farhadova T. Distribution of parameters of long-period comets in the phase of the 11- year Solar activity cycle. Journal of Baku Engineering University 2017. Volume 1, Number 2. Pg 181-185.
3. Guliyev A.S., Gasimov H.A. The Influence of Solar Activity on the Discovery of Periodic Comets of the Saturn Family. Journal of Baku Engineering University 2018. Volume 2, Number 1. Pg 82-85.
4. Qasimov H.Ə. Yupiter periodik komet ailəsinin kəşfində Günəş aktivliyinin rolu. Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XXII Respublika Elmi Konferansı. Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti. 22-23 noyabr 2018. s. 30-32.
5. Quliyev Ə.S., Qasimov H.Ə. Saturn ailəsinə mənsub olan kometlərin ilk dəfə müşahidə olunma vaxtlarının Günəş fəallığının 11-illik dövrünün intervallarına görə paylanması. Bakı Mühəndislik Universiteti. 1-ci Beynəlxalq Elm və Mühəndislik konfransı. 29-30 noyabr 2018. s. 168-170.
6. Gasimov H.A. The influence of solar activity on the discovery of periodic comets of the Jupiter family. Journal of Baku Engineering University 2019. Volume 3, Number 1. Pg 88-92.
7. Quliyev Ə.S., Qasimov H.Ə. Yupiter komet ailəsi üçün Tisseran sabitinin Günəş fəallığından asılılığı. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 96-cı il dönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların III Beynəlxalq Elmi Konfransı. Azərbaycan. 2019. 29-30 aprel 2019. s. 95-98.
8. Qasimov H.Ə. Dövri kometlərin periheli məsafələrinin Günəş fəallığının 11-illik dövrünün intervallarına görə paylanması. Azərbaycanın innovativ inkişafında mühəndisliyin rolu: hədəflər və perspektivlər elmi-praktiki konfrans. Bakı, Azərbaycan. BMU. 29-30 noyabr 2019. s. 222-224.

9. Qasimov H.Ə. Dövrü kometlərin meyl bucağının 11-illik günəş fəallığı fazalarına görə paylanması. Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XXIII Respublika Elmi Konferansı. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti. 3-4 dekabr 2019. s. 23-26.
10. Qasimov H.Ə. Dövrü Kometlərin Eksentrisitetlərinin Günəş Fəallığının 11-illik dövrünün intervallarına görə paylanması. "Azərbaycan və Türkiyə universitetləri: təhsil, elm, texnologiya" adlı 1-ci Beynəlxalq elmi-praktiki konfrans. Azərbaycan Texniki Universiteti. 18-20 dekabr 2019-cu il. s. 52-55.
11. Guliyev A.S., Qasimov H.A. The Influence of Solar Activity on Discoveries of Comets from Different Classes. Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Ukraine 03.04.2020. Volume 36. Pg 17-21.
12. Гулиев А.С., Гасымов Г.А. К вопросу о влиянии солнечной активности на открытие комет. Научные труды Института Астрономии Академии Наук России. 14.09.2020. Том 5, выпуск 4. с. 201-206.
13. Guliev A.S., Qasimov H.A. Holechek visibility condition in discoveries the comet family of Jupiter. Ryerson University, ICTEA 2020, Canada. pg. 3-4.
14. Qasimov H.Ə. Uzun dövrlü kometlərin aşkar olunmasında Holeçekin görünmə şərti. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 97-ci il dönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların IV Beynəlxalq Elmi Konfransı. Azərbaycan. İyun 2020. s. 42-43.
15. Qasimov H.Ə. 11-illik Günəş fəallığının 23-cü dövründə aşkar olunan periodik kometlərin dövrün fazalarına görə paylanması. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 98-ci il dönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların V Beynəlxalq Elmi Konfransı. Azərbaycan. Aprel 2021. s. 901-904.
16. Qasimov H.Ə. 11-illik Günəş fəallığının 23-cü və 24-cü dövrlərində aşkar olunan periodik kometlər. 3-cü Türk Dünyası Mühəndislik və Fən bilimleri kongresi. Türkiyə. 23-24 oktyabr 2021. s. 653-656.
17. Qasimov H.Ə. 11-illik Günəş Fəallığının 24-cü dövrü və dövr ərzində aşkar olunan periodik kometlər. Bakı Mühəndislik Universiteti. 2-ci Beynəlxalq Elm və Mühəndislik konfransı. 26-

27 noyabr 2021. s. 195-197.

18. Qasimov H.Ə., Məhəmmədov R.E., Məmmədov İ.A. Günəş fəallığının 23-cü dövründə aşkar olunan parabolik kometlər. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 99-cu il dönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların VI Beynəlxalq Elmi Konfransı. Azərbaycan. 29-30 aprel 2022. s. 74-77.
19. Qasimov H.Ə., İmamquliyeva V.İ., Alxanova A.A. Günəş fəallığının 24-cü dövründə aşkar olunan parabolik kometlər. Ümummilli lider H. Əliyevin anadan olmasının 99-cu il dönümünə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların VI Beynəlxalq Elmi Konfransı. Azərbaycan. 29-30 aprel 2022. s. 71-74.



Dissertasiyanın müdafiəsi 14 iyun 2024-cü il tarixində saat 10-00-da Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.39 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1143. Bakı, Hüseyn Cavid prospekti, 117.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının elmi kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 10 may 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 08.05.2024

Kağızın formatı: A5

Həcm: 36587

Tiraj: 100