

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

*На правах рукопису*

**ВАСИЛЬЄВ Сергій Вікторович**


**ПОЛЯРИМЕТРИЯ АСТЕРОЇДІВ: UVVRI СПОСТЕРЕЖЕННЯ,  
БАНК ДАНИХ ТА СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ**

**УДК 523.44**

**01.03.03 – Геліофізика та фізика Сонячної системи**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата фізико-математичних наук**



**ХАРКІВ - 1996**



00751605 (O)

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на Астрономічній обсерваторії Харківського державного університету.

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук  
Дмитро Федорович Лупішко.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук  
Прокоф'єва-Михайловська Валентина Володимирівна (КрАО);  
кандидат фізико-математичних наук  
Аврамчук Віктор Володимирович (ГАО НАН України).

Провідна організація: Астрономічна обсерваторія Київського державного університету.

Захист дисертації відбудеться 3 жовтня 1996 р. на засіданні спеціалізованої ради Д 01.74.01 по захисту докторських дисертацій при Головній астрономічній обсерваторії НАН України за адресою: 252650, Київ, ГСП 22, Голосіїво, ГАО НАН України, тел. 266-47-88. Початок засідань спецради об 11 годині.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ГАО НАНУ за адресою: 252650, Київ, ГСП 22, Голосіїво, ГАО НАН України.

Автореферат розісланий " 30 " серпня 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
кандидат фізико-математичних наук

Гусєва Н.Г.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### Актуальність теми

Дослідження фізичних властивостей поверхонь астероїдів, як найчисельнішого класу безатмосферних тіл Сонячної системи, викликають багатоплановий інтерес з точки зору фундаментальної науки, а також прикладних задач, пов'язаних з проблемою астероїдної небезпеки та можливим використанням у майбутньому деяких з астероїдів, що наближаються до Землі, як джерел сировинних ресурсів. Приймаючи до уваги те, що, практично усі астероїди мають шорсткі реголітові покриви, поляриметричний метод є досить перспективним для їх вивчення. Використання багатоканальних поляриметрів відкриває можливості розширення спектрального діапазону поляриметричних спостережень. Такі спостереження необхідні не лише для вивчення поверхонь астероїдів та інших тіл Сонячної системи, але й для розвитку теорії поляризації світла, відбитого безатмосферними космічними тілами. Все це обґрунтовує актуальність вибраної теми дисертації.

### Мета роботи

Дисертаційна робота присвячена застосуванню синхронної п'ятиколірної UBVR<sub>i</sub>-поляриметрії до вивчення астероїдів, упорядкуванню і систематизації поляриметричних спостережень, що є на тепер, у вигляді комп'ютерного банку даних, а також удосконаленню методики їх опису та інтерпретації.

### Наукова новизна

В процесі виконання дисертаційної роботи проведено UBVR<sub>i</sub>-поляриметричні спостереження астероїдів головного поясу 55 Пандора,

324 Бамберга, 704 Інтерамнія та двох астероїдів, що наближаються до Землі, 1620 Географ і 4179 Туутатіс, причому поляриметрія останніх проводилася синхронно з UBVRI-фотометрією. За даними спостережень водночас в п'яти смугах U,B,V,R,I вперше одержані спектральні залежності поляриметричних параметрів  $P_{\min}$  для Бамберги, поляриметричного нахилу  $h$  та кута інверсії  $\alpha_{\text{inv}}$  для Туутатіса і Географа. Характер залежності  $h$  и  $\alpha_{\text{inv}}$  від довжини хвилі в діапазоні UBVRI-спектру був невідомий раніше для астероїдів.

Створений найбільш повний комп'ютерний поляриметричний банк астероїдних даних, що вміщує всі отримані дані з поляриметрії астероїдів та відповідні посилання на літературні джерела.

На основі банку даних проведено узагальнення спектральних поляризаційних властивостей астероїдів різних типів та вперше для аналізу поляриметричних астероїдних даних застосовано метод головних компонентів. В результаті одержано двопараметричне зображення від'ємної гілки фазових кривих поляризації астероїдів замість чотирьохпараметричного, що використовується зараз. Нові параметри відображують відмінності фізичних властивостей поверхонь астероїдів і можуть також бути використані для синтезу поляриметричних фазових кривих і визначення поляриметричного альбеда.

#### **Практична цінність роботи**

Із спостережень визначено поляриметричні альбеда для шести астероїдів та для двох із них уточнено тип. Дані поляриметрії астероїдів 1620 Географ та 4179 Туутатіс, що одержані в рамках міжнародних програм, необхідні для кращого розуміння природи астероїдів, що перетинають орбіту Землі і, отже, вносять вклад у рішення проблеми астероїдної небезпеки, а також для планування і

втілення космічних місій до астероїдів, що наближуються до земної орбіти. Одержані нові типи поляриметричних залежностей можуть бути використані для більш детального порівняння і класифікації астероїдів. Створений більш повний ніж французький поляриметричний банк астероїдних даних, який включено до міжнародної Базис планетних даних НАСА (Planetary Data System, NASA, <http://PDS.jpl.nasa.gov/>) та буде використано для подальших наземних і космічних досліджень астероїдів. Апроксимація фазових кривих поляризації понад 50-ти астероїдів та визначені їх поляриметричні параметри можуть бути використані для вивчення структурних і оптичних властивостей поверхонь астероїдів та створення відповідної теорії поляризації світла, відбитого шорсткими поверхнями. Запропонований в роботі метод інтерполяції та екстраполяції поляриметричних фазових залежностей може бути використаний для планування поляриметричних спостережень і синтезу поляриметричних фазових кривих.

### Апробація роботи

Результати даної роботи опубліковані в 3 наукових статтях, 8 тезах міжнародних конференцій, а також доповідались на міжнародному симпозиумі "Asteroids, Comets, Meteors-93" (Бельджирате, Італія, 1993 р.), міжнародній конференції "Фізика Місяця та планет" (Харків, Україна, 1994 р.), міжнародному симпозиумі "Small Bodies in the Solar System and their Interactions with the Planets" (Марієхамн, Фінляндія, 1994 р.), міжнародній школі МАС для молодих астрономів "ISYA" (Каїр, Єгипет, 1994 р.), міжнародній конференції "Library and Information Services in Astronomy II" (Гаршинг, Німеччина, 1995 р.), всеросійській конференції з міжнародною участю "Астероїдна опасность-95" (С-Петербург, Росія, 1995 р.), VII

міжнародній зимовій школі Канарського Ін-та астрофізики (Тенерифе, Іспанія, 1995 р.), міжнародному колоквіумі "Asteroids, Comets, Meteors-96" (Версаль, Франція, 1996 р.), науковому семінарі Головної астрономічної обсерваторії НАН України, а також на наукових семінарах АО ХДУ.

#### На захист виносяться:

1. Результати UBVR<sub>i</sub>-поляриметрії астероїдів головного поясу і Церера, 55 Пандора, 324 Бамберга, 704 Інтерамнія та результати синхронної UBVR<sub>i</sub>-поляриметрії та фотометрії перетинаючих орбіту Землі астероїдів 1620 Географ і 4179 Тоутатіс, зокрема, виявлення поляризації Тоутатіса, що не пов'язана з площиною розсіювання.
2. Створення комп'ютерного поляриметричного банку астероїдних даних, що вміщує всі відомі результати поляриметричних спостережень.
3. Одержані на основі аналізу даних банку середні спектральні залежності глибини від'ємної гілки фазової кривої поляризації астероїдів основних типів, які показують якісно різний хід для низькоальбедних (С-тип) та середньоальбедних (S, М типи) астероїдів.
4. Застосування для опису і аналізу фазових залежностей поляризації астероїдів метода головних компонентів, який дозволив одержати їх нове відображення двома незалежними параметрами, що відбивають фізичні особливості астероїдних поверхонь та забезпечують можливість апроксимації цих залежностей за мінімумом спостережених даних.

### Особистий внесок автора

Автор приймав участь в усіх спостереженнях, результати яких включені у дисертацію, окрім поляриметрії астероїда 704 Інтерамнія, їх обробці та інтерпретації. Він також приймав участь у збиранні поляриметричних даних та літературних джерел для включення їх у поляриметричний банк астероїдних даних, виконав усю технічну роботу по створенню банку і розробив програмне забезпечення до нього. Підпрограма обчислення табульованих за часом ефемерид астероїдів, що належить до однієї з програм банку, написана В.Г. Шевченко. Автору належить розробка і втілення алгоритмів та програм застосування метода головних компонентів до опису і аналізу поляриметричних фазових кривих астероїдів.

### Обсяг та структура дисертації

Робота складається із вступу, чотирьох розділів, заключної частини, списку цитованої літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 166 сторінок, включно з 40 малюнками та 13 таблицями. Бібліографія налічує 161 найменування.

### ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обґрунтовано актуальність поляриметричних досліджень астероїдів, сформульовано мету дисертаційної роботи, вказано на наукову новизну та практичну цінність роботи, перелічено основні положення, що виносяться на захист, та коротко викладено зміст дисертації.

Перший розділ є оглядом робіт. В ньому після короткого переліку перших робіт з поляриметрії наведена проблематика теоретичних моделей зворотнього розсіювання в плані з'ясування основних механізмів створення від'ємної поляризації шорсткими

космічними та лабораторними поверхнями. Принципові труднощі в побудуванні таких моделей зумовили базування основної інтерпретації даних спостережень астероїдів на виявленні емпіричних зв'язків деяких поляриметричних параметрів з фізичними параметрами їх поверхонь. Тому далі у розділі наводяться основні поняття поляриметрії безатмосферний тіл і проведено огляд результатів саме такої інтерпретації в напрямку визначення альbedo астероїдів та їх класифікації за типами. Після цього наводяться зразки застосування поляриметрії з метою виявлення метеоритних та інших лабораторних аналогів астероїдних поверхонь, їх порівняння з іншими безатмосферними тілами, а також деякі позитивні результати комбінування поляриметрії з фотометрією і поширення спектрального діапазону поляриметричних спостережень. В кінці розділу розглядаються спроби пошуку альтернативних засобів відображення фазових кривих поляризації з метою більш ефективного їх опису та аналізу.

У другому розділі після опису методики та апаратури спостережень наводяться результати п'ятиколірної UBVR<sub>I</sub>-поляриметрії астероїдів головного поясу і Церера, 55 Пандора, 324 Бамберга, 704 Інтерамнія та результати синхронної UBVR<sub>I</sub>-поляриметрії і фотометрії астероїдів, що наближаються до Землі, 4179 Тоутатіс та 1620 Географ. На основі цих спостережень вперше побудовано фазові криві поляризації астероїдів 55 Пандора та 4179 Тоутатіс, одержані UBVR<sub>I</sub>-спектральні залежності параметру  $P_{\min}$  астероїда 324 Бамберга, ступені від'ємної поляризації Пандори при різних фазових кутах, а також кута інверсії  $\alpha_{\min}$  Тоутатіса та Географа і поляриметричного нахилу  $h$  Тоутатіса.

Аналіз одержаних результатів у порівнянні з даними спостережень інших авторів показав що:

1. Значення поляриметричних параметрів  $P_{\min}$  та  $h$ , а також поляриметричного альbedo вказують на те, що класифікація Пандори за IRAS-даними як астероїда E-типу є помиловою внаслідок завищення її альbedo. За даними поляриметрії Пандору слід вважати належною до M-типу.

2. Значення  $P_{\min}$  у фільтрі V для Бамберги підтверджує її належність до C-типу. Спектральний хід  $P_{\min}$  цього астероїда у межах всього UBVR-діапазону якісно узгоджується з аналогічними лабораторними залежностями для зразків вуглистих хондритів, а в BVRI-смугах відповідає спостереженням низькоальбедних астероїдів.

3. Підтверджено, що астероїд 704 Інтерамнія має гранично низьке серед астероїдів значення кута інверсії, що дорівнює  $15.7^\circ$ .

4. Не знайдено особливостей поведінки позиційного кута площини поляризації Церери, які були виявлені раніше іншими авторами.

5. Поляриметричні вимірювання астероїда 4179 Тоутатіс вказують на можливість ефекту відхилення вектора поляризації від площини розсіювання. Необхідно провести нові поляриметричні спостереження Тоутатіса, а також перевірити наявність цього ефекту у інших астероїдів, спостерігаючи їх при фазових кутах близько інверсії знаку ступеня поляризації.

6. Спектральна залежність поляриметричного нахилу Тоутатіса у межах UBVR-діапазону узгоджується з одержаними іншими авторами BVR-даними для двох інших астероїдів, що наближаються до Землі. Спектральний хід кута інверсії астероїда Географ може розглядатися як нейтральний з точністю до помилок вимірювань, однак помітна різниця у значеннях  $\alpha_{inv}$  Тоутатіса та Географа для червоної ділянки спектру потребує подальшого дослідження.

7. Дані синхронної з поляриметриєю UBVR<sub>I</sub>-фотометрії Toutatisa демонструють варіації показників кольору, які можуть свідчити про значну оптичну неоднорідність поверхні астероїда.

8. Середні спектральні залежності  $P_{\min}$  основних типів астероїдів показують, що вони різні для різних типів і можуть бути використані для класифікації астероїдів. Для С-типу  $P_{\min}$  має тенденцію до зменшення з ростом довжини хвилі, в той час як для S та M астероїдів спостерігається збільшення цього параметру з  $\lambda$ .

У третьому розділі описується комп'ютерний поляриметричний банк астероїдних даних. В ньому розглядаються основні принципи побудови банку, його структура та коротко описуються сервісні програми.

Основою банку є файл "Індивідуальні спостереження", який містить дані поляриметричних спостережень більш ніж 140 астероїдів на протязі близько 400 ночей та включає:

- а) номер та назву астероїда;
- б) дату та середній момент спостереження (UT);
- в) фотометричну смугу;
- г) фазовий кут астероїда  $\alpha$  на середній момент спостережень;
- д) виміряні значення ступеня поляризації  $P$  та позиційного кута  $\theta$  площини поляризації у екваторіальній системі координат із своїми середньоквадратичними помилками;
- е) обчислені значення ступеня поляризації  $P_T = P \cdot \cos 2\theta_T$  (Zellner and Gradie, 1976) та позиційного кута  $\theta_T$  у системі координат, пов'язаній з площиною розсіювання;
- с) розрахункове значення позиційного кута площини розсіювання  $\chi$ ;
- ж) місце спостереження (назва обсерваторії);
- з) посилання на відповідну публікацію або прізвище спостерігача, якщо дані не були опубліковані.

Додатковий файл "Параметри поляриметричних фазових кривих" є компіляцією даних TRIAD (Tedesco, 1989) та статті (Lupishko and Mohamed, 1995) і вміщує дані для 127 астероїдів (параметри  $P_{\min}$ ,  $h$ ,  $\alpha_0$  та поляриметричні альbedo астероїдів у смузі V). Третій файл вміщує літературні джерела з поляриметрії астероїдів (понад 140 посилань).

Серед програмного комплексу банку знаходяться програми SCPLANE та DATAVIEW, які дозволяють приводити виміряні значення ступеня поляризації  $P$  та позиційного кута  $\theta$  до площини розсіювання, а також здійснювати з банком операції відображення, пошуку, сортування, відбору даних і т. ін.

В четвертому розділі наводяться результати застосування методу головних компонентів до опису та аналізу фазових кривих поляризації астероїдів. На основі цього методу пропонується нова двопараметрична система відображення та синтезу від'ємної ділянки поляриметричних фазових кривих у діапазоні фазових кутів  $\alpha = 0 + 30^\circ$ , що характерні для астероїдів головного поясу. На відміну від набору з чотирьох взаємно корелюючих параметрів  $P_{\min}$ ,  $\alpha_{\min}$ ,  $\alpha_{\text{inv}}$  та  $h$ , що застосовуються зараз, нова система параметрів є мінімально необхідною для опису астероїдних поляриметричних фазових залежностей та дозволяє здійснювати їх достагньо надійну інтерполяцію та екстраполяцію. Знайдене емпіричне співвідношення між альbedo та першим власним значенням (яке є коефіцієнтом лінійної комбінації при першому головному компоненті) може бути використане для незалежної оцінки останнього. Нові параметри чутливі до відмін у фізичних властивостях поверхонь астероїдів, що є корисним для класифікації астероїдів за типами. Одержані головні компоненти є стійкими до змін у репрезентативності початкової сукупності залежностей, що дає підставу припустити їх універсальність з точки зору опису поляризаційних властивостей

поверхонь різної природи. Це може бути використано для комп'ютерного моделювання та синтезу штучних поляриметричних кривих шляхом варіювання власних значень з метою тестування теорій від'ємної поляризації.

У заключній частині сформульовані основні наукові результати та висновки, що одержані в роботі.

У додатках наведені розроблені автором програма обчислення середніх спектральних залезностей параметру  $P_{\min}$  астероїдів основних типів, а також програма пошуку головних компонентів та власних значень сукупності поляриметричних фазових залежностей астероїдів.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Проведені п'ятиколірні UVVRI-поляриметричні спостереження трьох астероїдів головного поясу 1 Церера, 55 Пандора, 324 Бамберга та двох астероїдів, що наближаються до Землі, 1620 Географ та 4179 Туутатіс. Для астероїдів Пандора, Бамберга, Географ та Туутатіс такі спостереження проведені вперше. Під час спостережень Географа та Туутатіса вперше для астероїдів застосована синхронна з поляриметриєю багатоколірна UVVRI-фотометрія. На основі нових поляриметричних даних, що одержані на трьох обсерваторіях, проведено аналіз поляризаційних особливостей астероїда 704 Інтраманія.

2. За даними проведених спостережень одержані спектральні залежності параметрів поляризації астероїдів, а для трьох з них (55 Пандора, 1620 Географ та 4179 Туутатіс) вперше побудовані надійні фазові криві поляризації у різних фільтрах та визначені поляриметричні параметри цих кривих. За цими даними визначено

також альbedo, діаметри астероїдів та уточнено їх класифікацію за типами.

3. На основі одержаних із спостережень поляризаційних фазових кривих Тоутатіса та Географа вперше для астероїдів визначено спектральний хід кута інверсії  $\alpha_{inv}$  та поляриметричного нахилу  $h$  в діапазоні UBVRІ. Незважаючи на те, що з точністю до помилок спостережень хід  $\alpha_{inv}(\lambda)$  для цих астероїдів помітно відрізняється тільки в червоної ділянці спектру, такі залежності можуть в подальшому, при більшій кількості спостережних даних, використовуватися для детального порівняння і діагностики структури поверхонь астероїдів.

4. Вперше для астероїдів виявлено указання на ефект значного відхилення вектору поляризації Тоутатіса від площини розсіювання. Якщо даний ефект дійсно характерний для об'єктів надто складної форми, подібних Тоутатісу, то поляриметричний метод можна застосовувати і для пошуку астероїдів, що є кандидатами у подвійні системи.

5. Створено більш повний ніж французький поляриметричний банк астероїдних даних (ПБАД), що включає результати спостережень понад 140 астероїдів на протязі близько 400 ночей, поляриметричні параметри та альbedo, а також посилання на літературу з поляриметрії. ПБАД обладнаний сервісними програмами, що забезпечують пошук та відбір даних, а також дозволяють проводити деякі пов'язані з поляриметрією розрахунки.

6. На основі даних ПБАД одержано середні спектральні залежності поляриметричного параметру  $P_{min}$  астероїдів основних типів. Показано, що середній спектральний хід  $P_{min}$  для S та M астероїдів у UBVRІ-діапазоні спектру протилежний до його ходу для низькоальбедних астероїдів. Ці залежності можуть використовуватися

для класифікації астероїдів за типами та вивчення особливостей окремих астероїдів.

7. Вперше в поляриметрії астероїдів застосовано метод головних компонентів до опису та аналізу фазових кривих поляризації. На основі даних ПБАД і цього методу:

а) запропоновано нове відображення фазових кривих поляризації астероїдів двома незалежними параметрами  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  (замість звичайних чотирьох:  $P_{\min}$ ,  $\alpha_{\min}$ ,  $\alpha_{\text{inv}}$  і  $h$ ) у діапазоні фазових кутів  $\alpha = 0 + 30^\circ$ , що характерні для астероїдів головного поясу;

б) показано, що поляризаційні властивості астероїдів контролюються, головним чином, їх альбеда, а самі параметри відображення фазових кривих поляризації можуть бути використані для класифікації астероїдів за типами;

в) показано, що дане відображення може бути застосоване для апроксимації та синтезу поляризаційних фазових кривих, які недостатньо повно забезпечені спостережними даними, а також планування поляриметричних спостережень та більш продуктивного використання наявних даних.

Основні результати дисертації викладені в таких роботах:

Lupishko D.F., Vasilyev S.V., Efimov Ju.S. and Shakhovskoj N.M. UBVRi polarimetry of asteroid 4179 Toutatis // Icarus. - 1995. - 113, N 1. - P. 200-205.

Лупишко Д.Ф., Киселев Н.Н., Чернова Г.П., Шаховской Н.М. Васильев С.В., Фазовые зависимости поляризации астероидов 55 Пандора и 704 Интеграмния // Кинематика и физика небес. тел. - 1994. - 10, N 2. - С. 40-44.

Васильев С.В., Лупишко Д. Ф., Шаховской Н. М., Ефимов Ю. С. UBVRi-поляриметрия и фотометрия астероида 1620 Географ // Кинематика и физика небес. тел. - 1996. - 12, N 4. - С.

Lupishko D.P., Vasilyev S.V. Asteroid polarimetric database // Abstr. for  
 Cospar Coll. 10 "Asteroids, Comets, Meteors", 8-12 July, 1996,  
 Versailles, France, - 1996. - P. 58.

Vasilyev S.V. New determinations of asteroid's polarimetric parameters //  
 Abstr. for 26th Ann. Meet. of the DPS of the AAS, 31 Oct. - 4 Nov.  
 1994, Washington DC, - BAAS. - 1994. - P. 1168.

## АННОТАЦИЯ

Васильев С.В. Поляриметрия астероидов: UBVR<sub>I</sub> наблюдения, банк данных и статистический анализ.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 – Гелиофизика и физика Солнечной системы, ГАО НАН Украины, Киев, 1996 г.

Защищаются 5 научных работ, посвященных пятицветным UBVR<sub>I</sub>-поляриметрическим наблюдениям астероидов, созданию компьютерного поляриметрического банка астероидных данных, а также применению метода главных компонент для описания и анализа поляриметрических фазовых кривых астероидов.

Проведены пятицветные UBVR<sub>I</sub>-поляриметрические наблюдения, получены спектральные и фазовые зависимости параметров поляризации, уточнена классификация и определены некоторые физические параметры астероидов главного пояса 1 Церера, 55 Пандора, 324 Бамберга, 704 Интарамния и сближающихся с Землей астероидов 1620 Географ и 4179 Тоутатис.

Создан более полный чем французский поляриметрический банк астероидных данных, включающий результаты наблюдений более 140 астероидов в течение около 400 ночей и снабженный сервисными программами.

Применен метод главных компонент для описания и анализа фазовых кривых поляризации астероидов, на основе которого предложено двухпараметрическое представление этих кривых в диапазоне фазовых углов  $\alpha = 0 + 30^\circ$ , позволяющее производить их синтез, а также определять поляриметрические параметры и альbedo астероидов.

## ABSTRACT

Vasilyev S.V. Polarimetry of asteroids: UBVRI-observations, database and statistical analysis.

The dissertation for competition for the degree of candidate of physical and mathematical sciences in speciality 01.03.03. – Heliophysics and physics of the Solar system, Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of Ukraine., Kiev, 1996.

Five scientific works are defended, which are concerned with the five-colour UBVRI-polarimetric observations of asteroids, creation of computer-based asteroid polarimetric database, as well as application of the principal component method for describing and analysis of polarimetric asteroid phase curves.

Five-colour UBVRI-polarimetric observations are carried out, spectral and phase dependences of polarimetric parameters are obtained, some physical parameters are determined for main-belt asteroids 1 Ceres, 55 Pandora, 324 Bamberga, 704 Interamnia and near-Earth asteroids 1620 Gegraphos and 4179 Toutatis, as well as specified their classification.

Most complete asteroid polarimetric database including the results of polarimetry of more than 140 asteroids observed for about 400 nights was created. The database is accompanied by service program environment.

The principal component method is applied for describing and analysis of asteroid polarimetric phase curves. On the basis of this method a two-parameter representation of the curves is proposed in the phase angle range  $\alpha = 0 + 30^\circ$ , that allows to provide their synthesis, as well as determine polarimetric parameters and albedo of asteroids.

Ключові слова: Астероїди, поляриметрія, статистичний аналіз.



Ab 32.222

438400

