

від 5 км. По-друге, головна характерна ділянка залежності (з мінімумом) припадає на розміри 15–20 км. Отже, усі три наведені залежності можна вважати вільними від спостережної селекції.

Таким чином, можна припустити, що характер розподілу за розмірами всього поясу астероїдів може бути близьким до характеру розподілу окремого сімейства. Це, у свою чергу, може вказувати на схожість механізмів походження поясу астероїдів та окремих сімейств.

Зрозуміло, що цей висновок є лише попереднім припущенням, яке потребує детальної перевірки на більших масивах розмірів тіл і для більшої кількості сімейств. Якщо залежність $b(D)$ для всього поясу визначена більш-менш точно, що видно з вказаному на рис. 1 розкидом значень b , то відповідні залежності для сімейства Еос і для тіл фону отримані зі значним розкидом цього параметра. Бажано також мати теоретичні результати щодо розподілу за розмірами уламків руйнування одного крупного тіла.

Висновки. Наявність мінімуму залежно $b(D)$ як для всього поясу астероїдів, так і для окремого сімейства може вказувати на схожість механізмів походження поясу астероїдів та окремих сімейств. Для подальшого обґрунтування зробленого припущення потрібне детальніше вивчення цього питання як із використанням ширших масивів даних про розміри астероїдів, так і з теоретичного боку.

Список використаних джерел

1. Казанцев А. М. Некоторые особенности распределения числа астероидов по размерам / А. М. Казанцев // Кинематика и физика небесных тел. 2002. – Т. 18. – № 6. – С. 517–524.
2. Казанцев А. М. Уточнення розподілу астероїдів за розмірами та оцінка числа біляземних астероїдів / А. М. Казанцев // Вісн. Київ. нац. у-ту імені Тараса Шевченка. Астрономія. – 2008. – № 45. – С. 52–55.
3. Hughes D. W. Asteroidal size distribution / D. W. Hughes // Mon. Not. R. Astron. Soc., 1982. – V. 199. – P. 1149–1157.
4. Masiero Joseph R., Mainzer A. K., Grav T. et. al. Main Belt Asteroids with WISE/NEOWISE. I. Preliminary albedos and diameters / Masiero R. Joseph, A. K. Mainzer, T. Grav // Astrophys Journal. – 2011. – 741. – 2. – P. 20.
5. Tedesco Edward F., Noah Paul V., Noah Meg, Price Stephan D. The supplemental IRAS minor planet survey / F. Tedesco Edward, V. Noah Paul, Noah Meg, D. Price Stephan // The Astronomical Journal. – 2002. – 123. – P. 1056–1085.
6. Rabinowitz D. L., Bowell E., Shoemaker E., Muinonen K. The population of Earth-crossing asteroids / D. L. Rabinowitz, E. Bowell, E. Shoemaker, K. Muinonen // In: Gehrels T. (ed.) HAZARDS DUE TO COMETS & ASTEROIDS. Univ. of Arizona Press., 1994. – P. 285–312.

Надійшла до редколегії 25.09.17

А. Казанцев, канд. физ.-мат. наук,
Л. Казанцева, канд. физ.-мат. наук,
Астрономическая лаборатория
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО РАЗМЕРАМ АСТЕРОИДОВ ГЛАВНОГО ПОЯСА И ОТДЕЛЬНЫХ СЕМЕЙСТВ

Построено распределение по размерам астероидов семейства Еос. При этом использовано базу WISE, которая содержит альбедо p и размеры D более 80 тысяч астероидов. Показатель степени b в степенной зависимости распределения имеет минимум при некоторых средних значениях размеров астероидов семейства. Подобная зависимость $b(D)$ имеет место и для всего пояса астероидов. Сделано предположение про возможное сходство механизмов формирования всего пояса астероидов и отдельных семейств.

Ключевые слова: астероиды, семейства астероидов.

Kazantzev A., Ph.D., Kazantzeva L., Ph.D.
Taras Shevchenko National University of Kiev

ASTEROID SIZE DISTRIBUTIONS FOR THE MAIN BELT AND FOR ASTEROID FAMILIES

The asteroid-size distribution for the Eos family was constructed. The WISE database containing the albedo p and the size D of over 80,000 asteroids was used. The b parameter of the power-law dependence has a minimum at some average values of the asteroid size of the family. A similar dependence $b(D)$ exists for the whole asteroid belt. An assumption on the possible similarity of the formation mechanisms of the asteroid belt as a whole and separate families is made.

Keywords: asteroids, asteroid families.

УДК 520.86

В. Карбовський, інженер,
Головна астрономічна обсерваторія НАН України,
В. Клецонок, канд. фіз.-мат. наук,
М. Буромський, інженер,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПРОГРАМНИЙ ТА АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОКРИТТЯ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

2016 р. розпочато підготовку до програми спостереження покриття зір астероїдами на телескопі АЗТ-2. Запропоновано і розроблено новий метод реєстрації покриття за допомогою ПЗЗ-камери в режимі синхронного переносу. Написано спеціальна програма для керування ПЗЗ камерою й запису зображень під час таких спостережень. Швидкість перенесення зображення може змінюватися в широких межах, що дає можливість проводити спостереження в широкому діапазоні зоряних величин. Використовується телескоп АЗТ-2, який має найбільший діаметр дзеркала в Києві ($D = 0.7$ м. $F = 10.5$ м.). Розроблено та виготовлено трикратний оптичний редуктор, що забезпечує поле зору з ПЗЗ-камерою Argee Alta U47 10 кутових мінут і еквівалентну фокусну відстань телескопа 3.2 м. Наведено результати тестових спостережень. Програма виконується спільно з Головною астрономічною обсерваторією НАН України та Астрономічною обсерваторією Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Ключові слова: астероїди, покриття зір, швидка фотометрія.

Вступ. Покриття зорі астероїдом дуже рідкісна подія. Однак завдяки тому, що зір і астероїдів багато, і ми все краще знаємо положення зір і орбіти астероїдів, то за рік ми можемо отримати достатню кількість таких подій. Тривають такі покриття зір від секунд до десятків секунд залежно від розмірів астероїдів і їхньої швидкості руху орбітою. Ширина смуги видимості цього явища становить десятки, іноді сотні кілометрів.

Уперше покриття зорі астероїдом спостерігали П. Бьорклунд і С. Мюллер у Швеції 19 лютого 1958 р. Зараз у Європі та в Америці працює велика мережа спостерігачів. Координацією їхніх зусиль займається Міжнародна асоціація таймінга покриттів (ЮТА) [1], президент якої – Девід Данхем. Існує і Європейська секція ЮТА. Одним із найактивніших діячів – чех Ян Манек із Стефаникової обсерваторії в Празі.

Покриття зір астероїдами використовуються для:

- уточнення параметрів орбіти астероїдів;
- уточнення розмірів і форми астероїдів;
- виявлення кратності астероїдів (супутники астероїдів);
- виявлення кратності зір;
- дослідження розподілу яскравості по диску зорі;
- визначення кутових розмірів зірок, що покриваються та виявлення її подвійності.

Реєстрацію покриттів зір астероїдами можна проводити різними методами. Найбільш точні – це спостереження з використанням відеокамер і ПЗЗ-камер. Дуже корисним при подібних спостереженнях використання швидкісних систем, які дозволяють записувати детальну фотометричну криву з реєстрацією дифракційної картини. Дифракційна картина дозволяє отримувати додаткову інформацію (розмір і розподіл яскравості) про зорю, що покривається. Для спостереження покриття зорі астероїдом потрібна абсолютна реєстрація двох моментів часу:

- зникнення (покриття зорі)
- появи (відкриття зорі).

Спостереження необхідно прив'язати до надійного джерела часу. Для цієї прив'язки, зазвичай, потрібна проміжна ланка – засіб реєстрації точного часу.

Створення апаратного та програмного комплексу. У 2016 р. спільно Головною астрономічною обсерваторією НАН України та астрономічною обсерваторією Київського національного університету імені Тараса Шевченка розпочато створення нового програмно-апаратного комплексу для спостереження покриттів зір астероїдами. Ці роботи є продовженням багаторічних спостережень покриттів зір Місяцем [2–3]. Був запропонований і розроблений новий метод реєстрації покриття за допомогою ПЗЗ-камери, яка працює в режимі синхронного переносу заряду. Він полягає в записі, при часовому веденні телескопа, зображень треків зір, які отримані при зміщенні зображень зір у напрямку кола схилень. При такому способі реєстрації є можливість робити скільки завгодно великі експозиції при збереженні хорошої часової роздільної здатності та завдяки гнучкому регулюванню швидкості переносу розширюється діапазон зоряних величин для спостережень покриттів. Є також переваги з методом реєстрації покриттів за допомогою механічного зсуву телескопу корекційними двигунами (або самої ПЗЗ-камери). У режимі перенесення заряду досягається висока стабільність швидкості руху зорі в кадрі, а також накопичення фону в зображенні обмежене часом зсуву зображення на розмір кадра.

Як приймач використано ПЗЗ-камеру Arroyo Alta U47, яка має можливість працювати в режимі перенесення заряду. Для спостережень використовується телескоп АЗТ-2. За відсутності оптико-механічного блоку телескопу АЗТ-2, що надавав можливість проведення спостережень у його первинному фокусі, був розроблений і виготовлений трикратний оптичний редуктор. Зовнішній вигляд редуктора з ПЗЗ-камерою показаний на рис. 1. Для юстування та кріплення ПЗЗ-камери до оптичного редуктора також був виготовлений двокординатний столик.

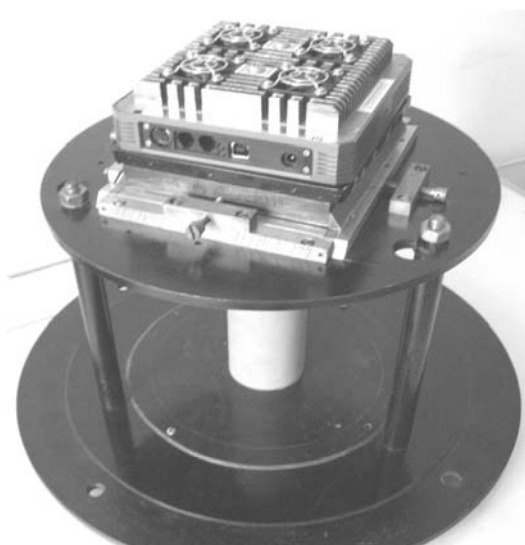


Рис. 1. Оптичний редуктор із ПЗЗ-камерою Arroyo Alta U47

Оптичну схему редуктора наведено на рис. 2.

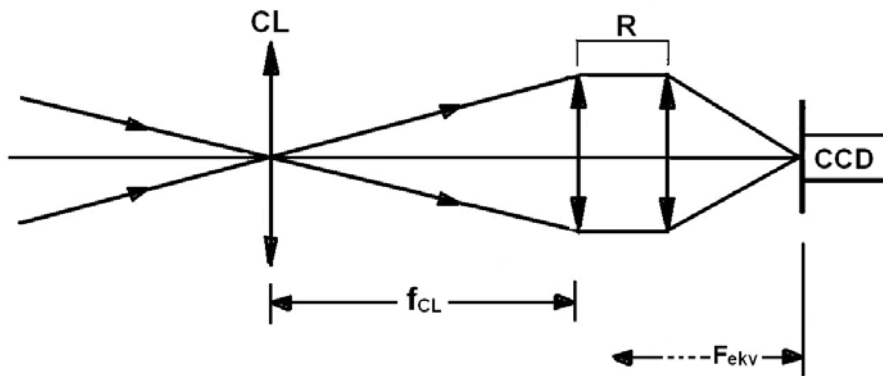


Рис. 2. Оптична схема редуктора

У касегренівському фокусі телескопа АЗТ-2 поміщається двокомпонентна колективна лінза CL із фокальною відстанню f_{CL} , яка визначає невин'єтоване поле зору. У фокальній площині колективної лінзи встановлено систему лінз оптичного редуктора R. В еквівалентному фокусі всієї оптичної системи розміщується ПЗЗ-камера.

Тестові спостереження на телескопі АЗТ-2 із даним оптичним редуктором і ПЗЗ-камерою Apogee Alta U47 показали, що зображення зір із V-фільтром мають симетричну форму й апроксимуються Гаусовим круговим розподілом із параметром $\sigma = 1.6$ пкл, що відповідає FWHM близько 4.0 пкл або 2.2". Невин'єтоване поле зору з ПЗЗ-камерою становить 9.95 кутових мінут з еквівалентною фокусною відстанню телескопа 3.42 м.

Розроблена й написана спеціальна програма для керування ПЗЗ камерою та запису зображень під час таких спостережень. Вона дозволяє сканувати довгі (в часі) полоси та керувати швидкістю перенесення заряду в широкіх межах, що дає можливість збільшити проникну здатність для запропонованого методу спостережень. На рис. 3 показано скрини bat-файлу (а) і допоміжного файлу з даними часу реєстрації (б) програми запису.

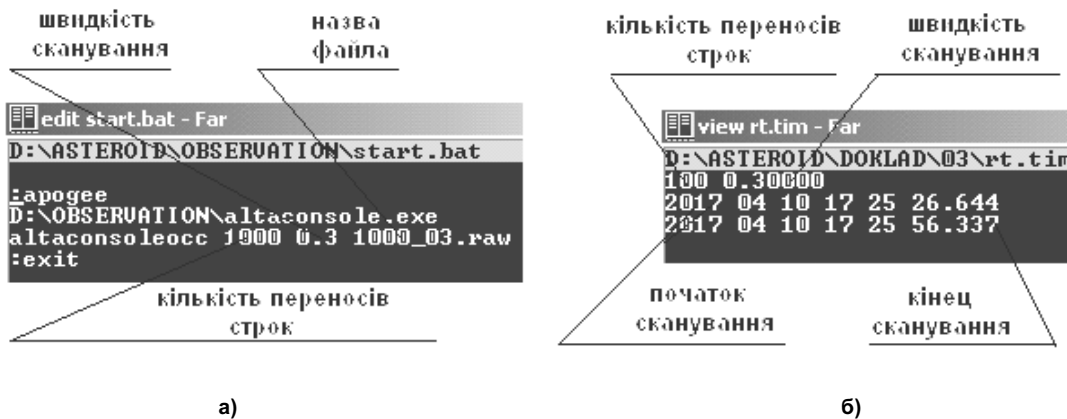


Рис. 3. Скрини bat-файлу та кінцевого допоміжного файлу з часовою прив'язкою до системного часу

Програма передбачає встановлення у стартовому bat-файлі (рис. 3а) довжини скану (в пікселях), швидкості сканування та назви отриманого файла. Вихідний файл містить інформацію про довжину скану (в пікселях), швидкість сканування (в секундах на піксель) і час початку й кінця сканування.

Особливості запропонованого методу спостереження покриття Цей метод передбачає застосування звичайної ПЗЗ-камери, а не зі швидкісним зчитуванням і присутністю в неї режиму синхронного переносу заряду (TDI). Швидкість сканування є досить стабільною, тому що здійснюється електронним чином (шляхом перенесення заряду) без використання механічних рухів. Її можна змінювати в широкіх межах програмним шляхом. На практиці вона визначатиметься з балансу умов досягнення потрібної фотометричної точності й необхідної часової роздільної здатності. Розтягування зображення зорі із встановленою швидкістю сканування (перенесення заряду) здійснюється вздовж кола схилень (рис. 4), щоб виключити помилки часового ведення телескопа, які не впливатимуть на отримані результати, а також мати можливість застосувати автоматичне гідуювання телескопа. Порівняно велике поле цієї системи дозволить мати треки зір порівняння, що покращить точність і надійність результатів. Також серед переваг цієї системи можна вказати на обмеження рівня фону при довгих експозиціях. Це пояснюється тим, що максимальний час експонування одного пікселя у вихідному файлі дорівнює часу сканування розміру поля зору.

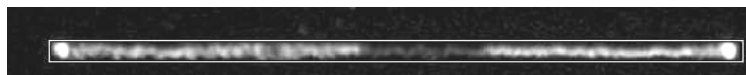


Рис. 4. Фрагмент зображення із треком зорі, що покривається астероїдом

У момент повного покриття (затемнення) зорі астероїдом (рис. 4) положення його на небесній сфері точно відповідатиме координатному положенню зорі. Із використанням високоточного каталогу положень GAIA, для суттєвого уточнення параметрів орбіти астероїда необхідна точна реєстрація моментів початку й закінчення покриття зорі астероїдом. У нашому методі передбачена точна реєстрація моментів початку й закінчення сканування через GPS-прив'язку. У такому методі використовується двоступенева прив'язка до всесвітнього часу. При такому способі, коли відбувається запис зображень, час фіксується за допомогою системного часу комп'ютера. Інша програма GPSwatch [3] на весь період спостережень веде протокол поправок системного часу комп'ютера до всесвітнього за допомогою сигналів GPS-приймача. Ця програма працює у фоновому режимі й не заважає основній роботі програми запису зображень. Результуючі моменти покриття отримуються під час обробки спостережень із залученням протоколів обох програм.

Список використаних джерел

1. <https://occultations.org>.
2. Kleshchonok V. V., Buromsky M. I. Observations of stars occultations by the Moon with the "Spalakh" television system / V. V. Kleshchonok, M. I. Buromsky // Кинематика и физика небесных тел. – 2005. – Т. 21, № 5-додаток. – С. 405–408.
3. Kleshchonok V. V., Buromskii N. I., Khat'ko I. V. The Kyiv electronic database of television observations of star occultations by the moon / V. V. Kleshchonok, N. I. Buromskii, I. V. Khat'ko // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. – 2008. – Vol. 24, Iss. 2. – P. 114–118.

Надійшла до редколегії 25.09.17

В. Карбовский, инженер,
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
В. Клецонок, канд. физ.-мат. наук,
М. Буromский, инженер,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

ПРОГРАММНЫЙ И АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ЗВЕЗД АСТЕРОИДАМИ

В 2016 г. начата подготовка к программе наблюдения покрытия звезд астероидами на телескопе AZT-2. Был предложен и разработан новый метод регистрации покрытия с помощью ПЗС-камеры в режиме синхронного переноса. Написанная специальная программа для управления ПЗС камерой и записи изображений во время таких наблюдений. Скорость переноса изображения может меняться в широких пределах, что дает возможность проводить наблюдения в широком диапазоне звездных величин. Используется телескоп AZT-2, который имеет наибольший диаметр зеркала в Киеве ($D = 0.7$ м. $F = 10.5$ м.). Был изготовлен 3-х кратный оптический редуктор, обеспечивающий поле зрения с ПЗС-камерой Apogee Alta U47 10 угловых минут и эквивалентное фокусное расстояние телескопа 3.2 метра. Приведены результаты тестовых наблюдений. Программа выполняется совместно Главной астрономической обсерваторией НАН Украины и Астрономической обсерваторией Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. С помощью данного комплекса планируются регулярные наблюдения покрытий звезд астероидами.

Ключевые слова: астероиды, покрытие звезд, быстрая фотометрия.

V. Karbovsky, engineer, Main astronomical observatory NAS of Ukraine, Kyiv
V. Kleshchonok, Ph. D.,
M. Buromsky, engineer,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR OBSERVATION OF STAR OCCULTATIONS BY ASTEROIDS

The preparation to the program for observation of star occultations by asteroids on the AZT-2 telescope was started in 2016. A new method for registration of occultation with a CCD camera in the synchronous transfer mode was proposed and developed. The special program was written to control the CCD camera and record images during such observations. The speed of image transfer can vary within wide limits, which makes it possible to carry out observations in a wide range of stellar magnitudes. The telescope AZT-2 is used, which has the largest mirror diameter in Kiev ($D = 0.7$ m. $F = 10.5$ m). A 3-fold optical reducer was produced, which providing a field of view with a CCD camera Apogee Alta U47 10 arcminutes and the equivalent focal length of the telescope 3.2 meters. The results of test observations are presented. The program is implemented jointly by the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. Regular observations of star occultation by asteroids are planned with the help of this complex.

Key words: asteroids, star occultation, speed photometry.

УДК 523.682.2-355

А. Мозгова, инж. I кат.
В. Клецонок, канд. физ.-мат. наук
Киевський національний університет імені Тараса Шевченка,
А. Голубаєв, канд. физ.-мат. наук НДІ астрономії Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
І. Боровічка, д-р наук, Астрономічний інститут Академії наук Чеської Республіки

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗБУДЖЕННЯ АТОМІВ FeI У МЕТЕОРНІЙ КОМІ ЗА СПЕКТРОМ СПОРАДИЧНОГО МЕТЕОРА, ОТРИМАНОГО 2 СЕРПНЯ 2011 РОКУ В ЧЕХІЇ

Представлено результати визначення температури збудження атомів FeI за даними досліджень метеорного спектра, отриманого 2 серпня 2011 р. у місті Ондржейов на спостережувальній станції Астрономічної обсерваторії Астрономічного інституту Академії наук Чеської Республіки.

Ключові слова: температура збудження атомів, метеор, спектр, спектральні лінії, інтенсивності спектральних ліній.

Вступ. Дослідження метеорних явищ тривалий час є окремим напрямом в астрономії. Спочатку метеори спостерігали візуально. Із появою фотографії розвитку набули фотографічні спостереження метеорних явищ. Останнім часом переважають відео спостереження. Головними особливостями метеорів є їхня короткотривалість і непередбачуваність місця прольоту на небі.