

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
«МИКОЛАЇВСЬКА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ»

УДК 629.7.086:681.5183:522:524.491

„ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор НДІ МАО

_____ Шульга О.В.

" " грудня 2018 р.

М.П.

ЗВІТ

*про наукові результати, досягнуті з використанням наукового об’єкту
«Аксіальний меридіанний круг Миколаївської астрономічної обсерваторії»,
що становить національне надбання в 2018 році*

Керівник

в.о.заступника директора з наукової роботи

_____ Процюк Ю.І.

“ _____ ” грудня 2018 р.

Звіт затверджений на засіданні Вченої Ради НДІ “МАО”,
протокол № 10 від 13.12.2018 р.,

м. Миколаїв

2018

Список авторів

Керівник робіт:

**в.о. заступника директора з
наукової роботи,
кандидат фіз.-мат. наук**

_____ **Процюк Ю.І.**

Виконавці:

**завідуюча лабораторією,
кандидат фіз.-мат. наук**

_____ **Майгурова Н.В.**

провідний інженер-дослідник

_____ **Мажаєв О.Е.**

головний інженер

_____ **Ковальчук О.М.**

ЗМІСТ

1. Перелік заходів, спрямованих на підтримку наукового об'єкту «Аксіальний меридіанний круг Миколаївської астрономічної обсерваторії».	5
2. Нормативні документи щодо обґрунтування періодичності проведення регламентних та інших відновлювально-профілактичних робіт по збереженню АМК.	15
3. Список співробітників НДІ МАО, які приймають участь у заходах щодо збереження та забезпечення належного функціонування АМК.	16
4. Перелік заходів, що здійснює НДІ МАО, щодо можливості використання АМК іншими науковими установами.	17
5. Перелік основних наукових публікацій за 2018 рік.	18
6. Перелік основних наукових результатів, що досягнуто в 2018 році за допомогою використання АМК.	19
7. Необхідність продовження терміну підтримки АМК.	38

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

2MASS	Two Micron All Sky Survey — назва астрометричного каталогу
АМК	Аксіальний меридіанний круг Миколаївської астрономічної обсерваторії
БД	База даних
МСД	Мілісекунди дуги (характеризує точність визначення або зміни координат небесних світил)
МВО	Миколаївська віртуальна обсерваторія
НВП	Науково-виробниче підприємство
НДІ МАО	Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія»
НДР	Науково-дослідна робота
ПЗ	Програмне забезпечення
ПЗЗ	Прилад із зарядовим зв'язком
СТЕ	Система гарантованого енергоживлення
СПУ	Система програмного управління
УкрВО	Українська віртуальна обсерваторія
DENIS	Deep Near Infrared Survey of the Southern Sky — назва астрометричного каталогу
DSS	Digitized Sky Survey — назва астрометричного каталогу/огляду
JPEG	Joint Picture Expert Group
FWHM	Full Width at Half Maximum — повна ширина на половині амплітуди
FITS	Flexible Image Transport System — формат астрономічних даних
LSPM	Каталог зірок з великими власними рухами Lerpine & Shara Proper Motions
UCAC2	Second U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog — назва астрометричного каталогу
UCAC4	Fourth U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog — назва астрометричного каталогу
WCS	World Coordinate System
WDS	Washington Visual Double Star Catalog
XPM	Kharkiv Absolute Proper Motions Catalog

1. ПЕРЕЛІК ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДТРИМКУ НАУКОВОГО ОБ'ЄКТУ «АКСІАЛЬНИЙ МЕРИДАННИЙ КРУГ МИКОЛАЇВСЬКОЇ АСТРОНОМІЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ»

До переліку заходів, спрямованих на збереження та забезпечення функціонування наукового об'єкту АМК, що становить національне надбання у 2018 році, входять заходи згідно:

- з планом робіт, необхідних для збереження і використання наукового об'єкта, що становить національне надбання відповідно до додаткової угоди № 5 від “ 6 ” листопада 2018 р. до договору №Н/13-2014 від 28 квітня 2015 р.;
- з планом робіт НДР «Галактика» - Дослідження зоряних систем Галактики з використанням створених астрометричних каталогів та ресурсів віртуальних обсерваторій №0116U001093, фундаментальна, термін виконання 2016-2018 р.;
- з планом робіт НДР “МОНІТОР”. «Вивчення кінематичних характеристик малих тіл Сонячної системи за результатами наземних оптичних спостережень» №0116U001092, фундаментальна, термін виконання 2017-2019р.

План заходів 2018 року по збереженню і використанню АМК наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

П Л А Н

заходів на 2018 рік, необхідних для збереження та розвитку АМК

№ п/п	Назва об'єкта НН, у тому числі його частин	Зміст заходів	Термін виконання (місяць, рік)	Виконавець	Розрахункова вартість робіт (тис. грн.)
1.	Телескоп АМК та його павільйон і обчислювальний комплекс.	Підтримка робочого стану та технічних характеристик обладнання приладного й обчислювального комплексу.	01-12.2018	НДІ МАО	36,5
2.	Телескоп АМК та його павільйон і	Забезпечення ефективності системи гарантованого енергетичного	01-12.2018	НДІ МАО	35,5

	обчислювальний комплекс.	живлення робочих і технологічних приміщень та мережевого обладнання й обчислювального комплексу.			
3.	Телескоп АМК	Створення та супроводження програмного забезпечення для роботизації телескопа	06-12.2018	НДІ МАО	18,0
4.	Телескоп АМК та його система кондиціонування	Технічне обслуговування системи кондиціонування	10-12.2018	НДІ МАО	6,0
УСЬОГО:					96,0

Основні напрямки для підтримки та розвитку наукового об'єкта АМК на 2018 рік можна визначити наступним чином:

1.1 Заходи по поточному ремонту обчислювального комплексу АМК

До складу наукового об'єкту «Аксіальний меридіанний круг Миколаївської астрономічної обсерваторії», що становить національне надбання, входить обчислювальний комплекс у складі 13 робочих місць та обчислювальний кластер.

У поточному році для забезпечення стабільної безперервної роботи обчислювальної техніки, оптимального використання і підвищення ефективності обчислювальних ресурсів були виконані наступні роботи:

- Ремонт локальної мережі із заміною мережевого комутатора.
- Ремонт робочих місць обчислювального комплексу АМК для забезпечення збору та зберігання первинних даних спостережень з телескопу та їх оперативної обробки із заміною трьох жорстких дисків, материнської плати та блока живлення.

1.2 Заходи по відновленню працездатності ПЗЗ камери телескопу АМК

У зв'язку з виходом з ладу ПЗЗ-камери S1C (1040x1160, розмір пікселя 16x16 мкм) виробництва «Електрон-Оптронік» (м. С-Петербург, Росія, на даний час знята з виробництва) (рис.1.1), яка використовувалась на телескопі у якості основного приймача світлового випромінювання, в 2017 році було

придбано нову ПЗЗ-камеру Arcee Alta AI-F8300 (рис.1.2а) та колесо для фільтрів FL-CFW-2-7 (рис.1.2б) з комплектом фільтрів AN-R-50R, AN-V-50R та AN-B-50R.

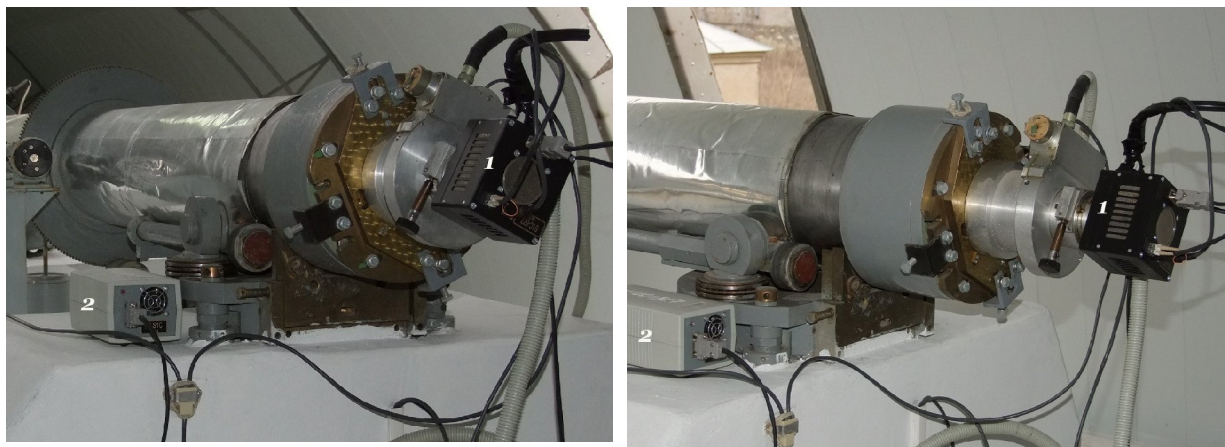
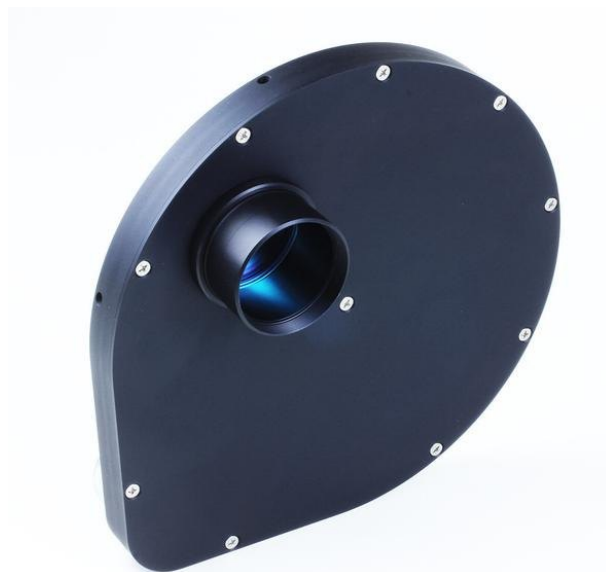


Рисунок 1.1 ПЗЗ камера S1C (1) та її блок живлення (2) до демонтажу



а)



б)

Рисунок 1.2 ПЗЗ камера Alta AI-F8300 (а) та колесо для фільтрів FL-CFW-2-7 (б)

ПЗЗ камера була отримана на початку 2018 року. Для розміщення цієї камери на телескопі було використано модифікований посадочний модуль від камери S1C зі зміною довжини самого вузла для забезпечення юстування камери (рис.1.3). Також були виконані роботи по фокусуванню та юстуванню нової камери в комплекті з колесом для фільтрів з використанням придбаної

в 2016 році програми MaxIm DL. Після цього було проведено роботи по модифікації програмного забезпечення (ПЗ) телескопа для включення камери в штатний режим спостережень з переносом заряду в систему програмного керування телескопу (рис.1.4). Процес юстування та налагодження й тестування ПЗ було виконано протягом 13 ночей. Отримано пробні спостереження зірок на телескопі АМК. Спостереження виконувались з метою визначення оптимальних параметрів камери та програмного забезпечення для спостережень та обробки.

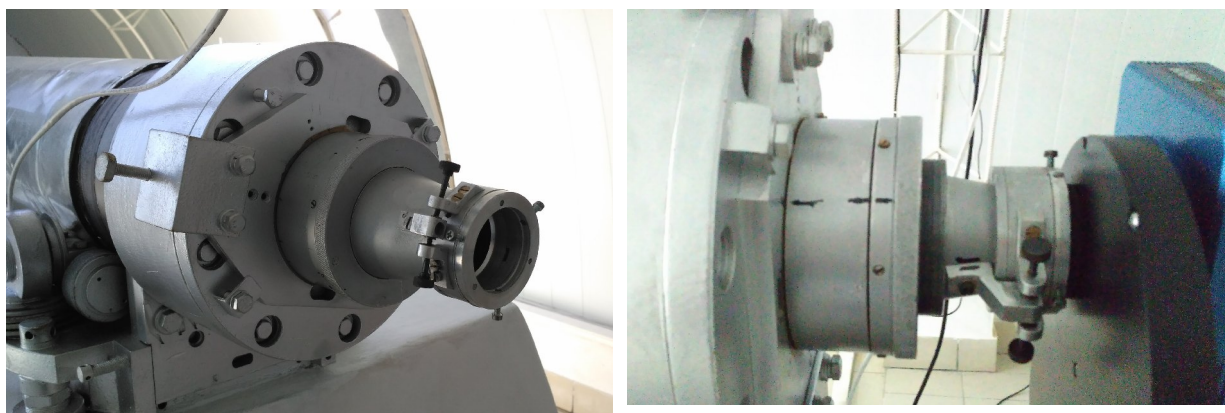


Рисунок 1.3 Посадочний модуль ПЗЗ камери під час модифікації та юстування

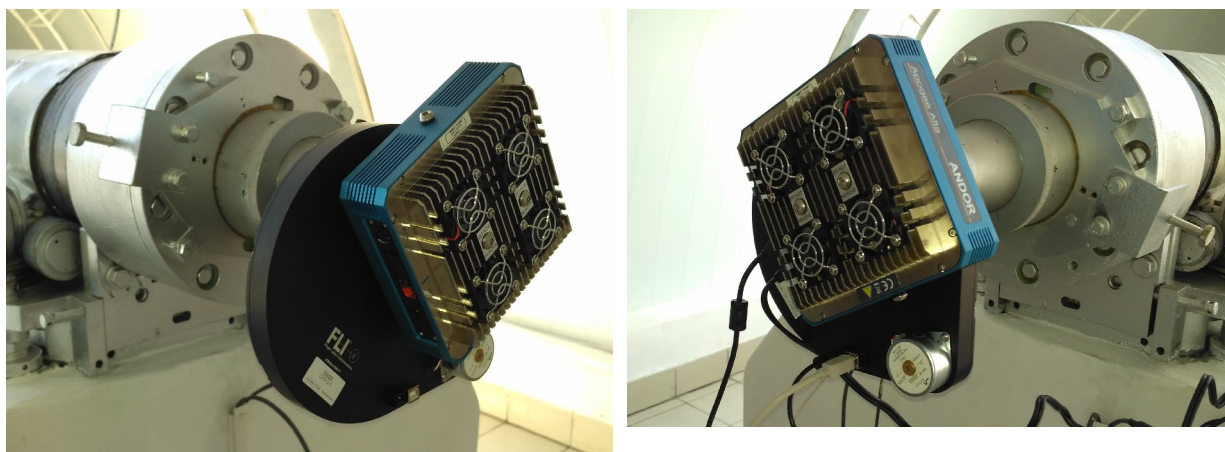


Рисунок 1.4 ПЗЗ камера Arocee Alta AI-F8300 з колесом для фільтрів FL-CFW-2-7 під час налагодження та тестування ПЗ

1.3 Заходи по створенню системи гарантованого енергетичного живлення робочих і технологічних приміщень телескопа АМК

Телескоп АМК та його павільйон є повністю автоматизованими. Телескоп може проводити спостереження в режимі віддаленого доступу без фізичної наявності спостерігача на самому телескопі. Для цього на телескопі встановлено обладнання, здатне працювати в цілодобовому режимі та яке у випадку виникнення перебоїв в енергопостачанні повинне як мінімум працювати до завершення поточних процедур спостереження та вимикатися в штатному режимі. Крім того, на об'єкті встановлено обладнання служби часу, метеодатчики, обладнання охоронної системи та системи протипожежної сигналізації, що повинні працювати в цілодобовому режимі незалежно від можливостей системи центрального енергопостачання. Для забезпечення автономності телескопа та використання відновлювальних джерел енергії в 2016 році було розпочато створення системи гарантованого енергоживлення (СГЕ) телескопа АМК. В 2017 році для СГЕ було придбано мережевий сонячний інвертор з резервною функцією (рис.1.5 б) та завершено розгортання сонячних панелей в повному обсязі та збільшено можливості акумулювання енергії і СГЕ вийшла на заплановані показники:

- мережевий інвертор потужністю 3кВт (6 кВт пікова);
- гарантована робота системи без зовнішнього електроживлення в нічний час не менше 4 годин при сумарному навантаженні -1,5 кВт;
- гарантована робота системи без зовнішнього електроживлення в денний і нічний час не менше 3-х діб при сумарному навантаженні - 0,5 кВт;

На даху АМК встановлена металева система кріплень сонячних модулів та встановлено сонячні модулі в кількості 15 шт. сумарною потужністю 3,7 кВт (рис.1.6). В СГЕ також входить мережевий сонячний інвертор з резервною функцією максимальною потужністю 3.4 кВт, 16 акумуляторних батарей, блоки грозозахисту і захисту від перенапруги, що змонтовані в шафі (В х Ш х Г) 1800х800х400мм (рис.1.5 а).



а)



б)

Рисунок 1.5 Апаратна стійка СГЕ телескопа АМК (а) та мережевий сонячний інвертор з резервною функцією (б)



Рисунок 1.6 Сонячні модулі на даху телескопа АМК

В 2018 році було придбано, встановлено та налаштовано гібридний інвертор зі стабілізатором 1000ВА та дві промислові акумуляторні батареї для забезпечення резервного живлення сервера і його мережевого обладнання

(рис.1.7). Також було відновлено резервування живлення мережевого обладнання в трьох місцях розгалуження мережі, що з'єднує телескоп АМК з лабораторними корпусами та має довжину більше 100м, для повного цілодобового контролю роботи АМК та забезпечення постійного підключення усіх його вузлів і систем до локальної мережі та мережі інтернет.



Рисунок 1.7 Гібридний інвертор зі стабілізатором та резервною функцією

За 2018 рік СГЕ згенерувала понад 5000 кВт/год електроенергії (рис.1.8).

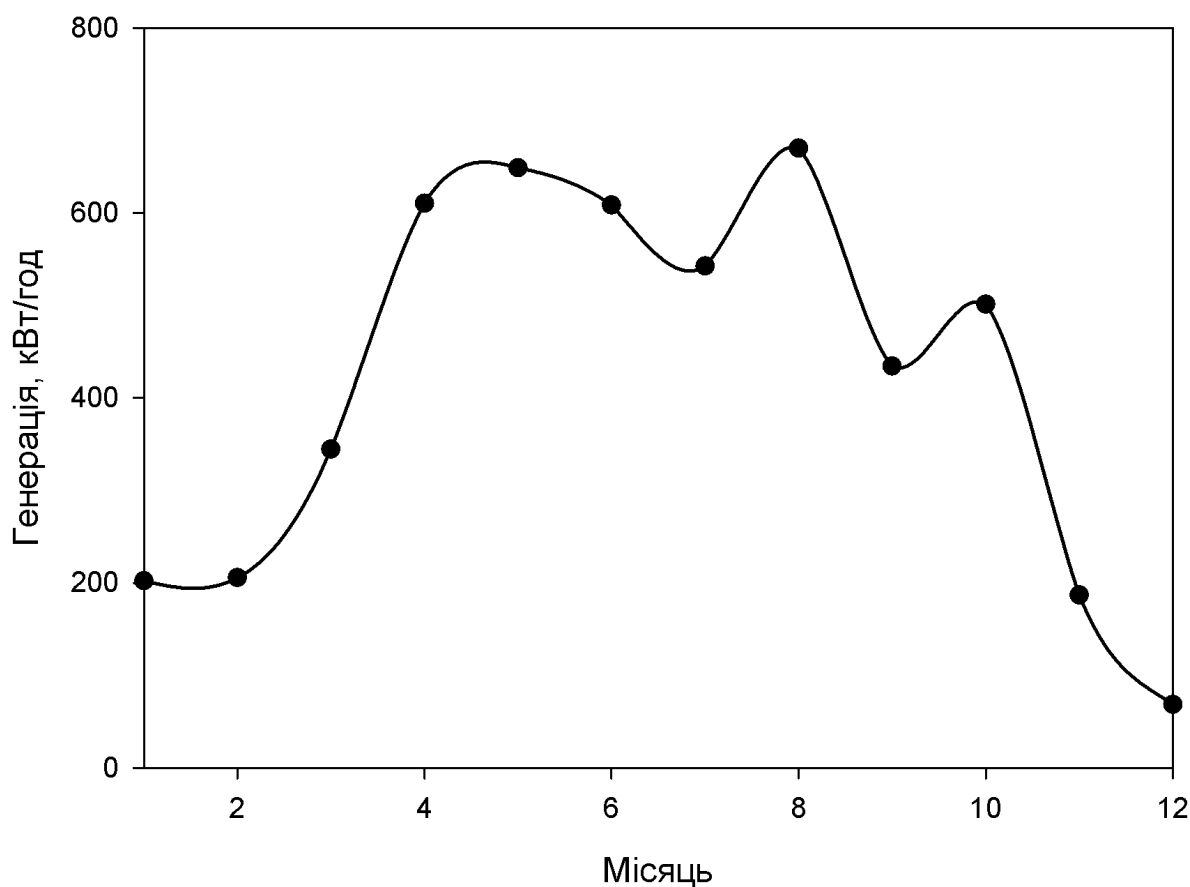


Рисунок 1.8 Генерація сонячної електроенергії СГЕ АМК у 2018 році.

Робота СГЕ була перевірена під час аварії на електричній лінії у 2017 році. СГЕ забезпечила безперервну роботу в штатному режимі обладнання служби часу, метеодатчиків, обладнання системи відеоспостереження, охоронної системи та системи протипожежної сигналізації протягом 9 діб до відновлення централізованого енергопостачання. Також протягом 2017-2018 років у трьох випадках планових відключень електроенергії в денний час від 4 до 8 годин СГЕ забезпечило роботу штатних систем АМК в режимі чергування. Після запуску в 2018 році резервування сервера та мережевого обладнання він успішно пройшов аварійні відключення енергопостачання від 1 до 4 годин. Також працював повний доступ до телескопу по локальній мережі при двох останніх відключеннях електроенергії на годину.

1.4 Забезпечення роботизованого режиму роботи телескопа

Для забезпечення роботи телескопа у роботизованому режимі було створено програмне забезпечення, яке без втручання людини може аналізувати метеоумови та прозорість атмосфери, приймати рішення про початок спостережень за наявними програмами, проводити відкриття павільйону та тестування вузлів телескопа, управляти вузлами телескопа з використанням існуючого на телескопі програмного забезпечення, проводити аналіз отриманих даних та приймати рішення про продовження чи закінчення спостережень, відключати вузли телескопа та закривати павільйон. Для розширення можливостей ПЗ в 2018 році було створено технічне завдання (рис.1.9) на розробку програмного забезпечення для оперативного інформування персоналу обсерваторії та розширення функціоналу програми управління ПЗЗ камерою для роботи з новою ПЗЗ камерою Alta AI-F8300.

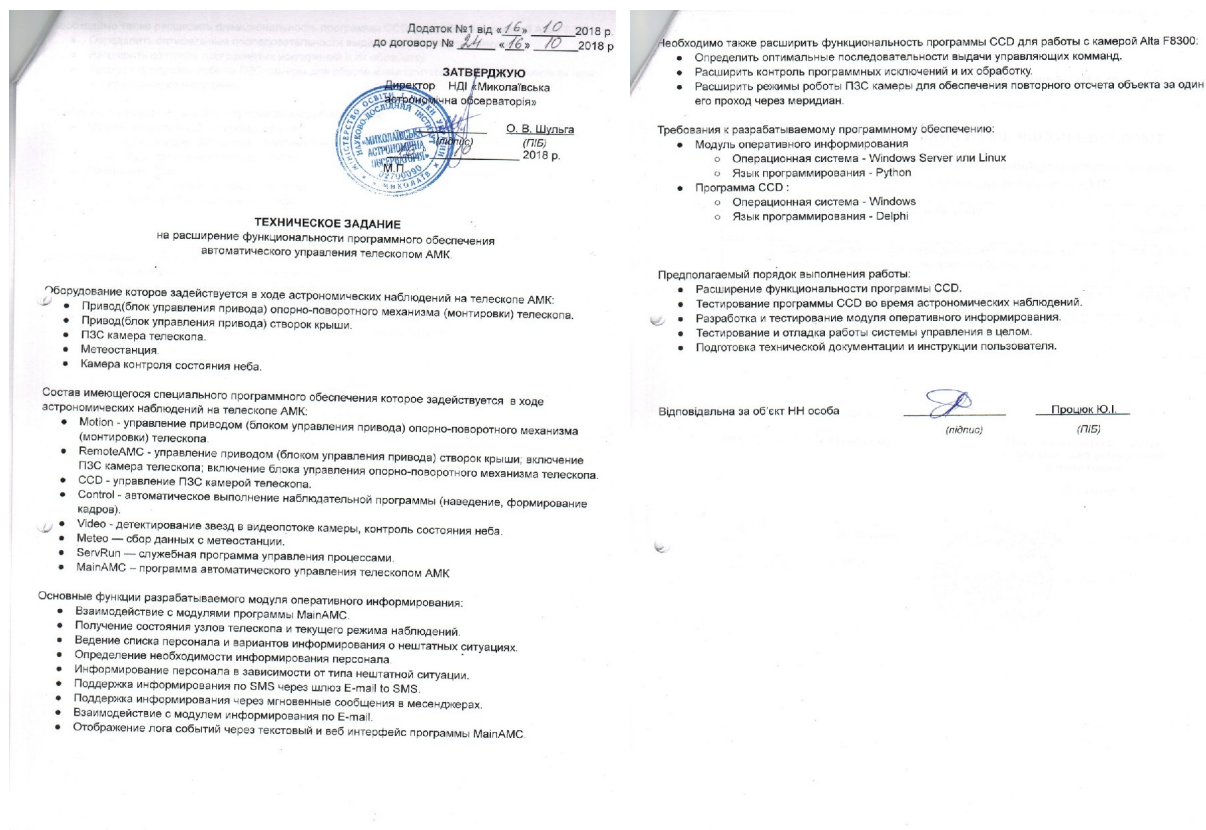


Рисунок 1.9 Технічне завдання на розробку програмного забезпечення у 2018 році

Модуль оперативного інформування здійснює мережеву взаємодію з програмним забезпеченням системи програмного управління (СПУ) телескопа АМК, отримує інформацію про стан вузлів телескопа та поточні режими спостереження та у разі необхідності інформує персонал про події на телескопі через різні шляхи інформування.

Для забезпечення роботи нової ПЗЗ камери в складі телескопа було розширено функціональність програми керування камерами. Для цього були визначені оптимальні послідовності подавання команд керування та інтервали часу, які необхідні для їх послідовного виконання для забезпечення проведення спостережень у трьох режимах. Також було реалізовано можливість проведення повторного спостереження об'єкту під час одного його проходу через меридіан.

2. НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ ЩОДО ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РЕГЛАМЕНТНИХ ТА ІНШИХ ВІДНОВЛЮВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ РОБІТ ПО ЗБЕРЕЖЕННЮ АМК

Регламентні та інші відновлювально-профілактичні роботи проводяться згідно:

- з ГОСТ 18322-78, яким регламентовано терміни, види і показники технічного обслуговування та ремонту приладів;
- з планом заходів, необхідних для збереження і використання наукового об'єкта, що становить національне надбання;
- з планом робіт НДР «Галактика» - Дослідження зоряних систем Галактики з використанням створених астрометричних каталогів та ресурсів віртуальних обсерваторій №0116U001093, фундаментальна, термін виконання 2016-2018р.;
- з планом робіт НДР «МОНІТОР». «Вивчення кінематичних характеристик малих тіл Сонячної системи за результатами наземних оптичних спостережень» №0116U001092, фундаментальна, термін виконання 2017-2019р.

**3. СПИСОК СПІВРОБІТНИКІВ НДІ МАО, ЯКІ ПРИЙМАЮТЬ
УЧАСТЬ У ЗАХОДАХ ЩОДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛЕЖНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АМК**

Таблиця 3.1

№ п/п	Посада	П І П
1	Керівник робіт	Процюк Ю.І.
3	Завідуюча лабораторією	Майгурова Н.В.
4	Провідний інженер-програміст	Козирев Є.С.
5	Провідний інженер-електронік	Халолей М.І.
6	Головний інженер	Ковальчук О.М.
7	Керівник науково-технічної групи	Чернозуб В.М.
8	Інженер-механік	Бесараб В.Г.
9	Інженер 2 кат.	Бондарчук Л.Є.
10	Провідний інженер-дослідник	Мажаєв О.Е.
11	Інженер-програміст	Бодрягін Д.В.
12	Інженер-програміст	Крючковський В.Ф.
13	Помічник директора з матеріально-технічного забезпечення	Коваль В.М.

4. ПЕРЕЛІК ЗАХОДІВ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ НДІ МАО, ЩОДО МОЖЛИВОСТІ КОРИСТУВАННЯ НАУКОВОГО ОБ'ЄКТУ АМК ІНШИМИ НАУКОВИМИ УСТАНОВАМИ

- 1.** Дані про спостереження телескопа АМК розміщено на офіційному сайті обсерваторії. Користувачі з інших астрономічних установ мають змогу отримати їх за запитом через мережу Інтернет.
- 2.** У 2018 році розширено дані про спостереження телескопом АМК: оновлено базу даних для попереднього перегляду у складі УкрВО. Користувачі з інших астрономічних установ мають змогу отримати їх за запитом через мережу Інтернет.

5. ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА 2018 РІК

В 2018 році вийшли з друку наступні наукові статті, що базуються на матеріалах та даних, отриманих, в тому числі, за допомогою використання АМК у попередні роки:

1. N. V. Maigurova, Yu. I. Protsyuk, L. E. Bondarchuk. Astrometric CCD Observations Of Selected WDS Multiple Star Systems // *Odessa Astron. Publ.*, 31, 220 , 2018.
2. Yu. Protsyuk, O. Kovalchuk. Analysis Of Mass CCD Observations To Improve The Accuracy Of Astrometric Processing // *Odessa Astron. Publ.*, 31, 228 , 2018.
3. Ковилянська О.Е., Процюк Ю.І. База даних “База даних для аналізу масивов цифрових файлов астрономических наблюдений” // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №75366 від 18.12.2017.
4. Помазан А.В. Програмний продукт «Обчислення остаточних різниць положень малих тіл Сонячної системи з ефемеридою HORIZONS». Здано на реєстрацію авторського права на твір 28.11.2018.

6. ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ЩО ДОСЯГНУТО ЗА 2018 РІК З ВИКОРИСТАННЯМ АМК

6.1 Створення програмного забезпечення для аналізу й інтерпретації отриманих результатів

До складу обчислювального комплексу АМК входить обчислювальний кластер, що створено для вирішення прикладних задач, що потребують великих витрат машинного часу та оперують великими об'ємами інформації. Співробітниками лабораторії позиційної астрономії Ковилянською О.Е. та Процюком Ю.І. було створено базу даних «База даних для аналізу масивів цифрових файлів астрономічних спостережень» для пошуку та аналізу ПЗЗ спостережень і отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (рис. 6.1).



Рисунок 6.1 Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір «База даних для аналізу масивів цифрових файлів астрономічних спостережень»

Програмний продукт призначений для занесення інформації про всі спостереження в FITS форматі в базу даних та її супроводження та аналізу. Пошук даних спостережень можна виконати по координатах та радіусу пошуку, по номеру запису, або додатково з вибором телескопу та епохи спостережень. На сьогодні база даних включає інформацію про понад 260 тис. ПЗЗ спостережень.

Співробітником лабораторії позиційної астрономії Помазаном А.В. було створено програмний продукт «Обчислення остаточних різниць положень малих тіл Сонячної системи з ефемеридою HORIZONS», який призначений для автоматизації розрахунків залишкових різниць у положеннях астероїдів між спостережними даними та обчисленими за допомогою моделі руху. Порівняння виконується із ефемеридою системи HORIZONS (JPL NASA, USA). Програмний продукт представляє собою комплекс програм, що виконуються послідовно.

Частина програм написана на мові програмування C, інша на мові програмування *Python 2.7x*. Програми поставляються разом в вихідним кодом для можливості їх компілювання у системі користувача за необхідності. Робота усіх частин комплексу можлива лише управлінням операційної системи (ОС) GNU/Linux за наявності встановлених компіляторів мов програмування C та *Python 2.7x*, програм *ssmtp*, *getmail*, та спеціалізованого модулю *numpy* для *Python*.

Програми *ssmtp*, *getmail* використовуються для надсилання та отримання електронних листів у системі Linux у термінальному режимі. Для коректної роботи необхідно виконати конфігурування поштового клієнта *ssmtp* для підключення електронної поштової скриньки, через яку буде виконуватись надсилання запитів до системи HORIZONS та отримуватись відповіді. Програму *getmail* треба сконфігурувати на ту же поштову скриньку для завантаження отриманих відповідей на комп'ютер користувача.

Програмний комплекс повинен міститись у директорії разом з усіма необхідними файлами, що потрібно обробити. Розрахунок залишкових різниць виконується на основі файлу «MPCReport.txt», що відповідає формату даних Міжнародного центру малих планет (IAU MPC) та містить спостережні дані для порівняння з ефемеридними. Для роботи потрібно щоб усі програми, що входять до складу програмного комплексу, мали системні права на виконання. Їх можна присвоїти за допомогою термінальної команди:

`chmod 744 <назва програми>`, яка виконується у директорії, де знаходиться потрібна програма.

На першому етапі виконується запуск скомпільованої програми *sends2*. Програма створить запити на отримання ефемериди та відправить їх до системи HORIZONS.

На другому етапі (треба зачекати деякий час, в залежності від кількості даних, на обробку системою HORIZONS) виконується запуск програми *getmail* для завантаження відповідей отриманих на поштову скриньку.

На третьому етапі завантажені відповіді обробляються скриптом *Reduce_HorEph_modf.py* для створення одного результируючого файлу «*Ephemerid.ephem*» із необхідними даними (рис. 6.2).

1	Ast_name	Date	UTC	Date	JD	RA	MPC	DEC	MPC	RA	Eph	and	DEC	EPH	RA	MPC	RA	Eph	DEC	MPC	DEC	EPH	OBS	O-C	RA	O-C	DEC
2	K18N03U	2018	08	08.878405	2458339.378405	21	13	19.975	-13	50	47.74				21	13	20.0745	-13	50	48.681	21.2222152778			21.2222429167			
3	K18N03U	2018	08	08.883062	2458339.383062	21	13	21.534	-13	51	02.46				21	13	21.4946	-13	51	03.939	21.2226483333			21.2226373889			
4	K18N03U	2018	08	08.891485	2458339.391485	21	13	24.039	-13	51	31.66				21	13	24.0631	-13	51	31.523	21.2233441667			21.2233508611			
5	K18N03U	2018	08	08.901913	2458339.401913	21	13	27.256	-13	52	06.19				21	13	27.2434	-13	52	05.651	21.2242377778			21.2242342778			
6	K18N03U	2018	08	08.904239	2458339.404239	21	13	27.914	-13	52	12.16				21	13	27.9529	-13	52	13.260	21.2244205556			21.2244313611			
7																											
8	K18N00B	2018	08	06.975196	2458337.475196	01	14	16.421	+06	26	44.58				01	14	16.3946	+06	26	44.183	1.2378947222			1.2378873889			
9	K18N00B	2018	08	06.979852	2458337.479852	01	14	17.969	+06	26	52.03				01	14	17.9898	+06	26	51.981	1.2383247222			1.2383305000			
10	K18N00B	2018	08	06.986715	2458337.486715	01	14	20.330	+06	27	03.43				01	14	20.3368	+06	27	03.462	1.2389805556			1.2389824444			
11	K18N00B	2018	08	06.989041	2458337.489041	01	14	21.086	+06	27	06.70				01	14	21.1312	+06	27	07.350	1.2391905556			1.2392031111			
12	K18N00B	2018	08	06.994497	2458337.494497	01	14	22.990	+06	27	16.54				01	14	22.9922	+06	27	16.462	1.2397194444			1.2397200556			
13	K18N00B	2018	08	06.996846	2458337.496846	01	14	23.768	+06	27	20.02				01	14	23.7926	+06	27	20.383	1.2399355556			1.2399423889			
14	K18N00B	2018	08	06.999187	2458337.499187	01	14	24.590	+06	27	24.63				01	14	24.5896	+06	27	24.288	1.2401638889			1.2401637778			
15	K18N00B	2018	08	07.004897	2458337.504897	01	14	26.531	+06	27	33.98				01	14	26.5316	+06	27	33.806	1.2407030556			1.2407032222			
16																											
17	K18N03U	2018	08	06.890793	2458337.390793	21	03	18.002	-12	08	12.64				21	03	17.9920	-12	08	12.457	21.0550005556			21.0549977778			
18	K18N03U	2018	08	06.890793	2458337.390793	21	03	18.002	-12	08	12.64				21	03	17.9920	-12	08	12.457	21.0550005556			21.0549977778			
19	K18N03U	2018	08	06.895453	2458337.395453	21	03	19.162	-12	08	27.64				21	03	19.2353	-12	08	26.153	21.0553227778			21.0553431389			
20	K18N03U	2018	08	06.895453	2458337.395453	21	03	19.162	-12	08	27.64				21	03	19.2353	-12	08	26.153	21.0553227778			21.0553431389			
21	K18N03U	2018	08	06.897780	2458337.397780	21	03	19.838	-12	08	31.66				21	03	19.8562	-12	08	32.991	21.0555105556			21.0555156111			
22	K18N03U	2018	08	06.897780	2458337.397780	21	03	19.838	-12	08	31.66				21	03	19.8562	-12	08	32.991	21.0555105556			21.0555156111			
23	K18N03U	2018	08	06.900106	2458337.400106	21	03	20.475	-12	08	41.53				21	03	20.4768	-12	08	39.825	21.0556875000			21.0556880000			
24	K18N03U	2018	08	06.902444	2458337.402444	21	03	21.067	-12	08	46.17				21	03	21.1007	-12	08	46.694	21.0558519444			21.0558613056			
25	K18N03U	2018	08	06.902444	2458337.402444	21	03	21.067	-12	08	46.17				21	03	21.1007	-12	08	46.694	21.0558519444			21.0558613056			
26	K18N03U	2018	08	06.902444	2458337.402444	21	03	21.067	-12	08	46.17				21	03	21.1007	-12	08	46.694	21.0558519444			21.0558613056			
27	K18N03U	2018	08	06.904793	2458337.404793	21	03	21.635	-12	08	53.98				21	03	21.7276	-12	08	53.594	21.0560097222			21.0560354444			

Рисунок 6.2. Об'єднана ефемериди

На заключному етапі виконується обчислення залишкових різниць між спостережними даними та обчисленими за допомогою ефемериди системи HORIZONS. Обчислення виконується за допомогою скрипта *Calcul_O-C_v12.py*. Є можливість обрати критерій відсіювання помилкових даних та кількість ітерацій обчислення.

Кожна з програм, що входять до програмного комплексу виконується в певному порядку та їх результуючі файли є вхідними даними для наступної.

Склад програмного комплексу:

Програма *sends2* – використовуючи файл "*MPCReport.txt*" створить запити (окремий файл для кожного астероїда враховуючи місце спостереження) на отримання ефемериди та відправить їх до системи HORIZONS.

Скрипт *Reduce_HorEph_modf.py* – створить один результуючий файл «*Ephemerid.ephem*» із необхідними даними на базі завантажених відповідей системи HORIZONS. Виконанню цієї програми передують завантаження на комп'ютер відповідей із поштової скриньки за допомогою програми *getmail*, що не входить до складу комплексу, але є вільно розповсюдженою програмою.

Скрипт *Calcul_O-C_v12.py* – призначений для обчислення залишкових різниць між спостережними даними та обчисленими за допомогою ефемериди системи HORIZONS (рис. 6.3). У скрипті реалізовано можливість обрання критерію відсіювання помилкових даних та кількість ітерацій обчислення. Для виконання даного скрипта необхідна наявність файлу «*OBS.cod*», що містить дані про положення обсерваторій згідно їх IAU MPC коду.

```

d:\Google_discs\Google_Disc_Antpom.horiz3\Work\progrs\win\zelikov_progr\2018\for_test3\Calcul_O-C_v12.py - Notepad++
Файл Правка Поиск Вид Кодировки Синтаксисы Опции Инструменты Макросы Запуск Плагины Вкладки ?
out_O-C_sigma_2_final.txt Calcul_O-C_v12.py
1  #!/usr/bin/python
2  # -*- coding: utf-8 -*-
3
4  import math
5  import numpy
6
7  array_COD      = {}
8  array_MPC      = {}
9  array_MPC_temp = {}
10 array_EPH      = {}
11 array_EPH_temp = {}
12 array_O_C      = {}
13 array_O_C_temp = {}
14 array_JD       = {}
15 array_O_C_RA   = {}
16 array_O_C_DEC  = {}
17 new_array_O_C  = {}
18 new_array_O_C_ol = {}
19 ast_name="AAAAA"
20
21 print "Program of calculation O-C starts."
22
23 print "You need such files:\n \
24 OBS.cod - IAU codes of observatories;\n \
25 MPCReport.txt - file of asteroids positions in IAU MPC format;\n \
26 Ephemerid.ephem - file of ephemerid positions of asteroids from JPL HORIZONS system.\n \
27 The name or designation of asteroids must be the same in MPCReport and Ephemerid files!!!\n"
28
29 num_iterac=int(raw_input("How many iteration to reject outlier positions you want: "))
30 err_criteria=int(raw_input("What sigma level you want: "))
31 # first step - creation an array of observatories codes
32 print "Step 1 starts: creation an array of observatories codes"
33 f_OBS = open("OBS.cod","rb")

```

Рисунок 6.3. Приклад коду для скрипту *Calcul_O-C_v12.py*

Кожна програма, що входить до складу комплексу є окремим, закінченим етапом, що виконує певні функції, і може бути використана окремо від комплексу в цілому.

	Ast_name	Num	JD average	O-C_RA mean	O-C_RA stdev	O-C_Dec mean	O-C_Dec stdev	OBS
1	K18N03U	5	2458339.391821	-0.322	0.773	0.569	0.862	089
2	K18N00B	8	2458337.490779	-0.137	0.316	-0.001	0.352	089
4	K18N03U	11	2458337.398208	-0.478	0.506	-0.109	1.085	089
5	02061	8	2458337.430116	0.354	0.345	0.285	0.200	089
6	K18N00B	4	2458336.519903	0.369	0.249	0.056	0.173	089
7	02061	3	2458336.493266	1.184	0.323	0.677	0.238	089
8								

Рисунок 6.4. Остаточні різниці положень астероїдів.

Телескоп АМК в першу чергу є астрометричною інструментом, який використовується для отримання високоточних положень небесних об'єктів. Вимірювання світлового потоку небесного об'єкта може істотно розширити наше розуміння фізичної природи досліджуваних об'єктів. Телескоп АМК оснащений стандартним фільтром V, тому є можливість крім позиційної інформації отримувати зоряні величини досліджуваних об'єктів. У 2016 році було придбано право користування спеціалізованим програмним забезпеченням MaxIm DL Pro v6.13 для редукції зображень, в тому числі й фотометричної. Виробник - Diffraction Limited - of Cyanogen Imaging Products (<http://www.cyanogen.com/>). MaxIm DL - одна з найвідоміших і потужних систем комп'ютерної обробки астрономічних зображень. Вона працює з різними форматами вхідних графічних файлів, дозволяє коригувати зображення, працювати з фільтрами, виконувати астрометричні і фотометричні редукції вхідних файлів, включаючи етап попередньої підготовки кадрів (калібрування з урахуванням offset, dark і flat кадрів). Програма також включає пакет, який реалізує процеси управління камерою, блоком фільтрів, який може бути корисний при проведенні робіт, пов'язаних з фокусуванням телескопа. Для відпрацювання методики фотометричних редукцій та відпрацювання методики стосовно особливостей спостережень АМК, було виконано тестову обробку спостережень площадки STR17184, що спостерігалася 37 ночей протягом 2012 року. Програма має зручний графічний інтерфейс, що дозволяє користувачу обирати об'єкти, опорні зірки та зірки для порівняння (рис.6.5). Як можна бачити з рисунку, для спостережень телескопу АМК точність визначення зоряної величини складає краще 0.1mag для зір (10 – 13) mag. Для більш слабких зір відношення сигнал/шум різко падає що призводить у погіршення точності визначення фотометричних характеристик.

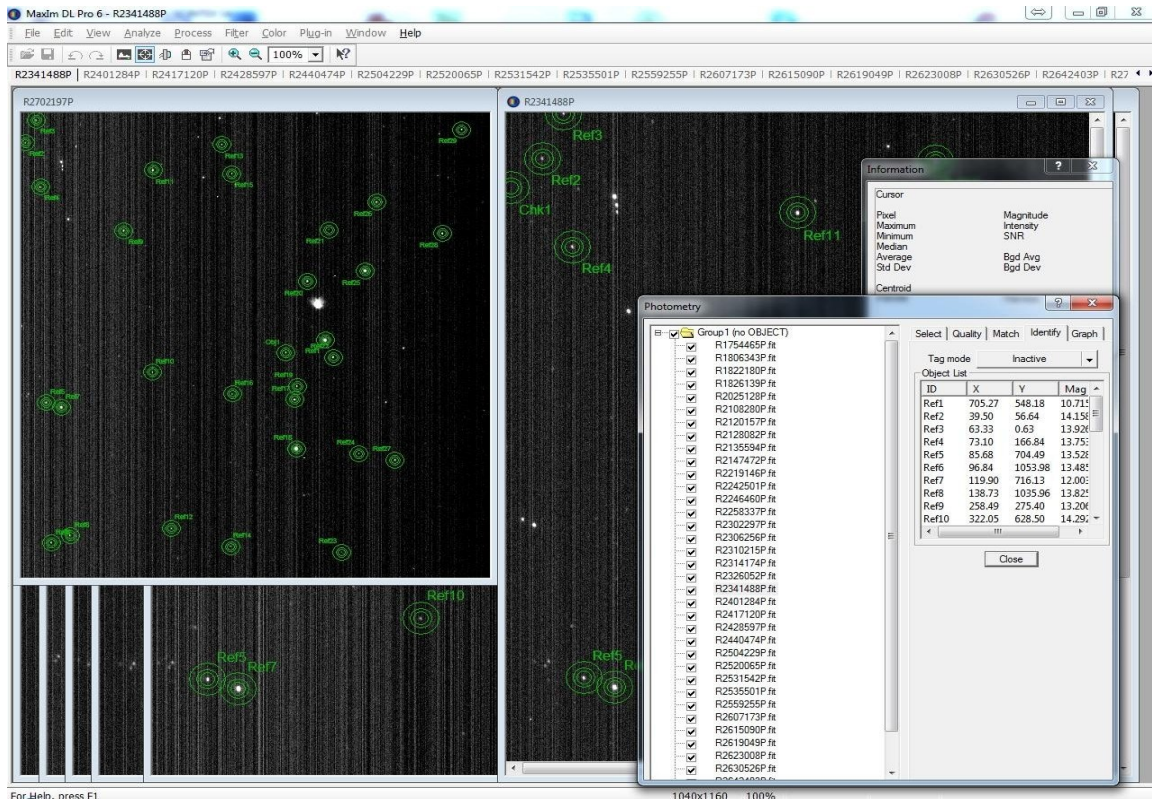


Рисунок 6.5 Вибір об'єкта та опорних зірок у програмі MaxIm DL.

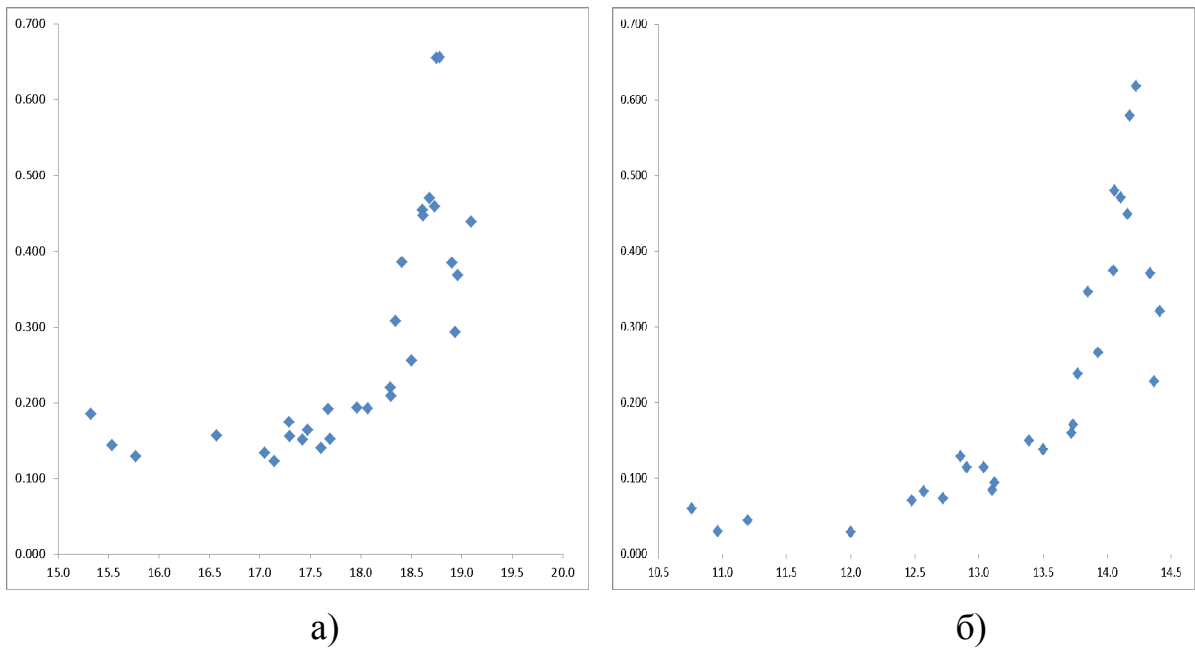


Рисунок 6.6 Точність визначення зоряних величин (а – метод апертурної фотометрії, б – метод диференціальної фотометрії з використанням зоряних величин опорних зірок з каталогу APASS)

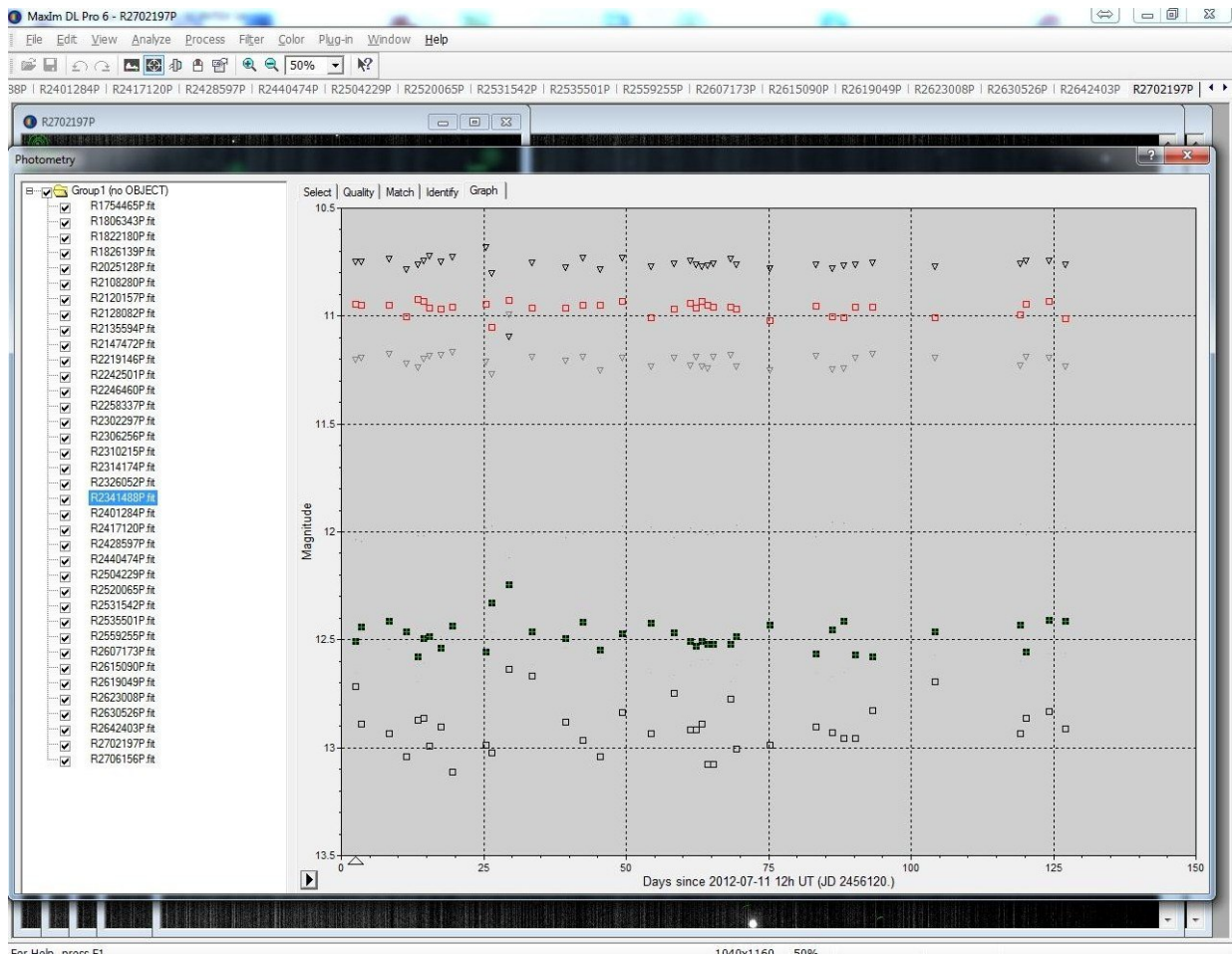


Рисунок 6.7 Графічний інтерфейс визначення блиску зірок програмою MaxIm DL.

6.2 Дослідження подвійних та кратних зірок

Подвійні та кратні зірки є цінними об'єктами для вирішення цілого ряду астрофізичних завдань, тому отримання нових сучасних ПЗЗ спостережень цих зірок є актуальним на сьогоднішній день. Значна частина подвійних та кратних зірок є досить яскравими об'єктами, що дозволяє отримувати їх спостереження з високою точністю на невеликих телескопах. Астрометричні спостереження візуально-подвійних зір є основним джерелом позиційної інформації. В результаті таких спостережень отримують екваторіальні координати, оцінку блиску, взаємну кутову відстань, а також позиційний кут взаємної орієнтації для компонентів подвійних систем. Ці дані в міру їх накопичення використовують для побудови дуги видимої орбіти другого компонента навколо більш яскравою головної зірки. Якщо

спостереження тривають досить довго (кілька десятків років і більше), можна простежити повний оберт вторинної зорі навколо головної зорі.

У 2018 році на телескопі АМК були виконані спостереження обраних кратних систем (КС) каталогу WDS (англ. Washington Double Star Catalog), який є найбільш повним каталогом на сьогодні. Всього було проведено 23 ночі спостережень, за результатами яких були отримані оригінальні ПЗС-кадри, що містять зображення 560 програмних об'єктів, з числом спостережень від 5 до 1 раз. У таблиці 6.1 наведена статистика спостережень, отриманих в 2018 році. Розподіл об'єктів по небесній сфері представлено на рис. 6.8.

Таблиця 6.1. Статистика спостережень кратних систем на АМК у 2018 році

Дата спостережень	Кількість систем WDS
2018-09-26	90
2018-10-17	88
2018-10-06	80
2018-11-03	77
2018-08-01	63
2018-08-08	62
2018-08-22	60
2018-08-26	49
2018-05-30	48
2018-09-22	46
2018-08-29	45
2018-05-28	43
2018-10-11	42
2018-08-12	39
2018-06-07	36
2018-09-12	34
2018-06-01	29
2018-10-12	29
2018-07-29	9
2018-11-13	5
2018-05-01	4
2018-11-04	3
2018-05-31	2

При формуванні програмного списку відбиралися зірки каталогу WDS, з кутовим відстанню між компонентами не менше 8". Це пов'язано з тим,

щоб уникнути перекривання зображень компонент подвійних систем на ПЗЗ кадрі. Для того щоб уникнути додаткових деформацій зображення, властивих режиму спостережень з переносом заряду, для основної частини спостережень діапазон зони схилень для вибраних об'єктів був обмежений інтервалом $(-10^\circ - +60^\circ)$.

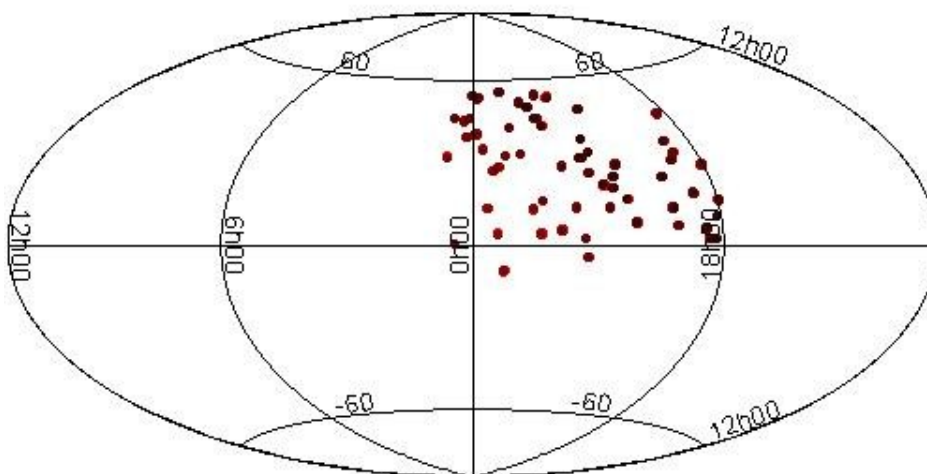


Рисунок 6.8 Розподіл спостережень по небесній сфері в екваторіальній системі координат.

Обробка отриманих спостережень включає два етапи. На першому етапі виконуються стандартні астрометричні редуції за допомогою програми Astrometrica. В результаті виконання цього етапу отримується масив положень всіх зір, що потрапили в поле зору кадру, у вигляді екваторіальних координат (прямого піднесення і схилення) на момент спостереження, а також параметри точної орієнтації кадру.

Другий етап обробки полягає у вимірюванні параметрів, що характеризують взаємне положення компонентів. Вимірювання виконувалися з використанням програмного пакета REDUC. Для калібрування використовуються попередньо визначені в процесі виконання

астрометричних редукцій параметри орієнтації кадру. На рисунку 6.9 наведено приклад вимірювань кутової відстані та позиційного угла між компонентами кратної системи WDS 12525 + 0712 за допомогою програмного пакета REDUC .

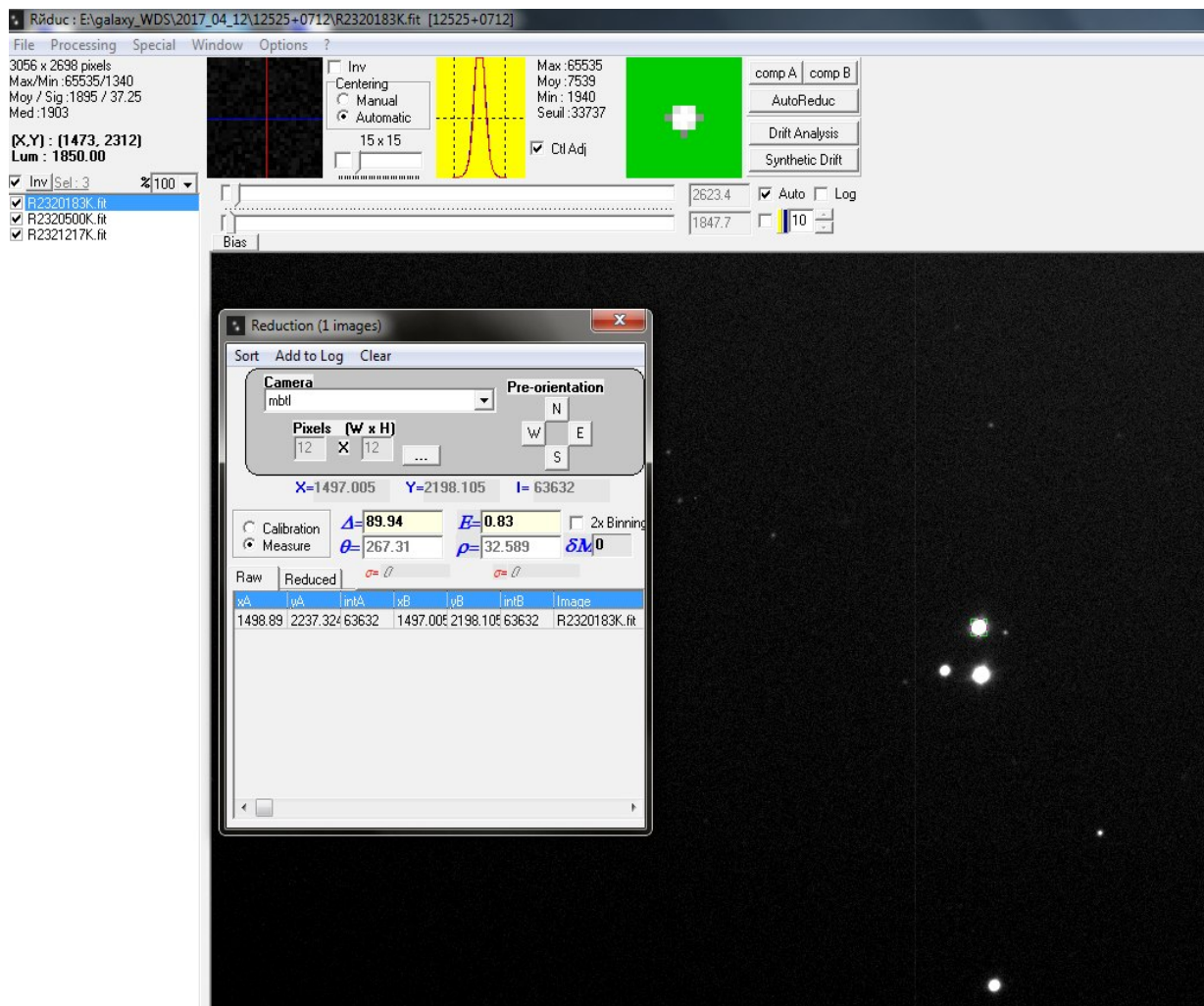


Рисунок 6.9 Приклад вимірювання програмним пакетом REDUC параметрів взаємної конфігурації компонентів кратної системи WDS12525 + 0712

Всі отримані спостереження були оброблені за методикою, описаною вище, до отримання екваторіальних координат і блиску всіх зірок в кадрі. В якості опорного каталогу був використаний каталог Gaia DR2. Гістограма розподілу по зоряній величині представлена на рис.6.10, окремо показані опорні зірки.

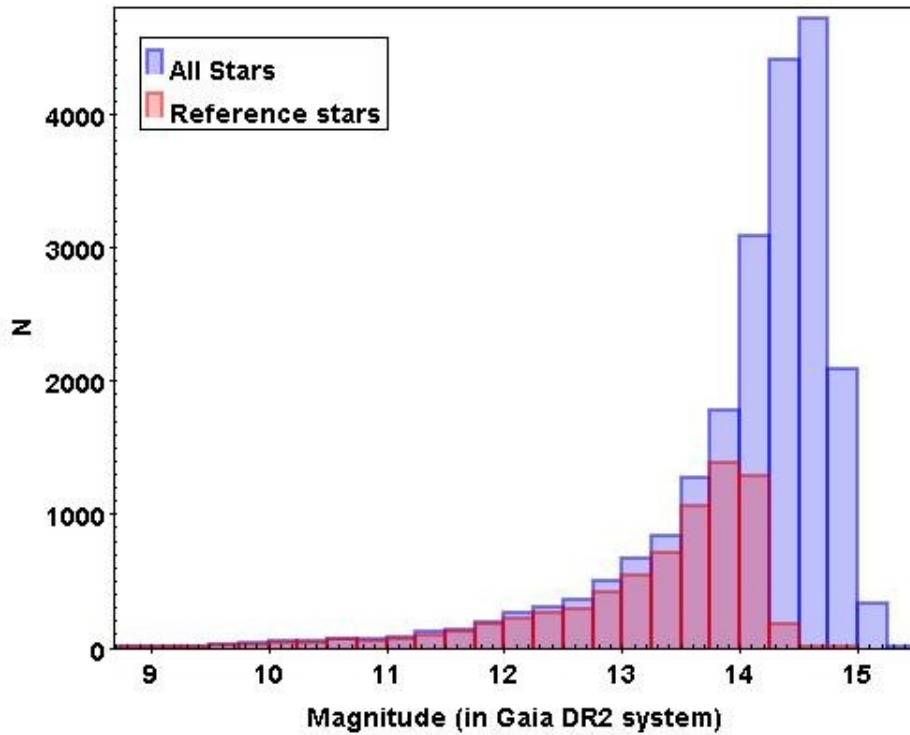


Рисунок 6.10 Гістограма розподілу визначених зір за зоряною величиною.

На рисунку 6.11 наведені залежності залишкових різниць (O - C) від зоряної величини по обох координатах.

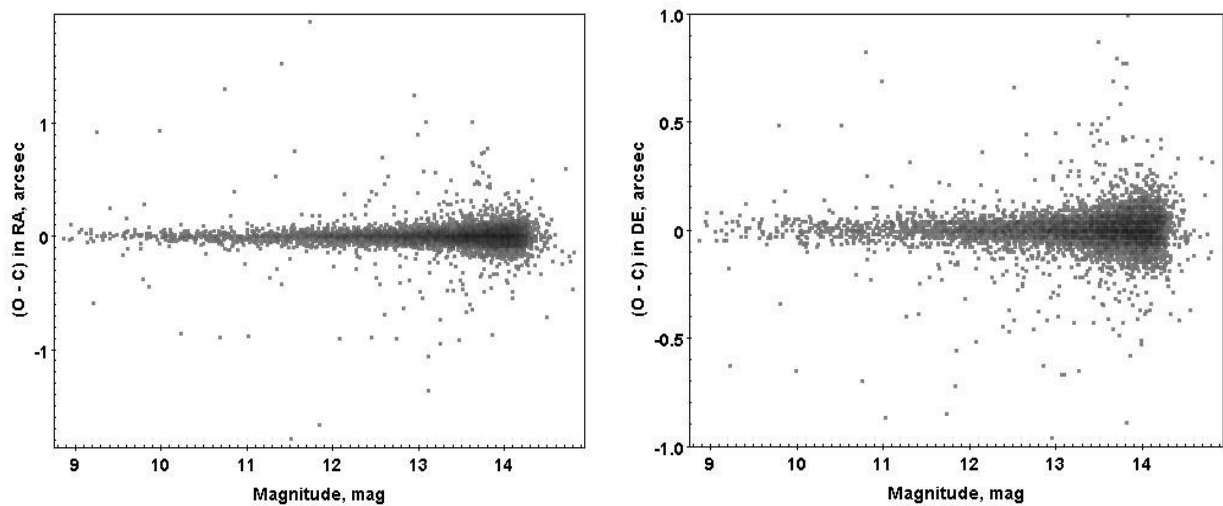


Рисунок 6.11 Залежність залишкових різниць (O - C) від зоряної величини, праворуч - пряме піднесення, зліва — схилення.

Взаємний розподіл залишкових різниць (O-C) наведено на рисунку 6.12. Як можна побачити - розподіл симетричний відносно нуля і не показує кореляції

між отриманими залишковими різницями, що говорить про коректність виконаних астрометричних редуцій при обробці спостережень.

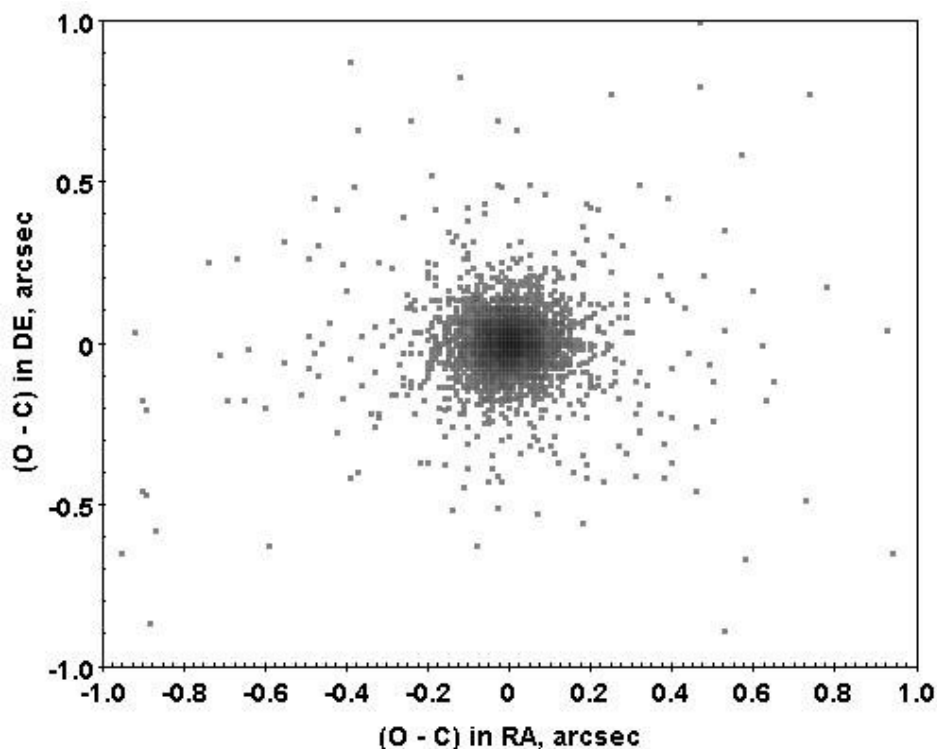


Рисунок 6.12 Взаємний розподіл залишкових різниць (O - C)

6.3 Дослідження розсіяних зоряних скупчень

Кількість існуючих розсіяних скупчень (РС) оцінюється величиною ~ 100000 , але тільки ~ 2500 з них були раніше ідентифіковані і тільки ~ 1000 вивчались до цього часу. За останнє десятиліття відкрито сотні нових РС, кількість кандидатів налічується тисячами. Ученими вивчаються як окремі РС, так і списки, що включають сотні і тисячі РС.

В 2018 році протягом 18 ночей на телескопі АМК було проведено та оброблено спостереження 69 площадок з РС. Взаємний розподіл залишкових різниць (O-C) для опорних зірок навколо РС наведено на рисунку 6.13.

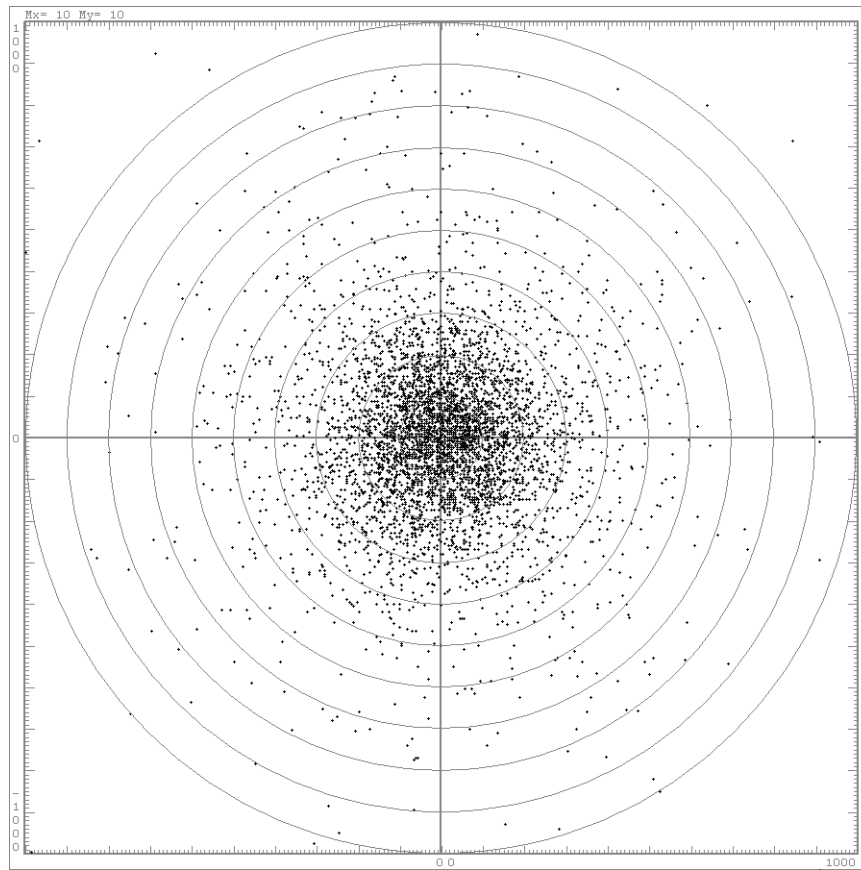


Рисунок 6.13 Взаємний розподіл залишкових різниць (O-C) для опорних зірок, крок колових ліній 100 мсд

Стандартна похибка екваторіальних координат зір до $14.5 R^{\text{mag}}$, що спостерігались 3 і більше разів склала ± 113 мсд для прямого піднесення та ± 108 мсд для схилення (рис.6.14).

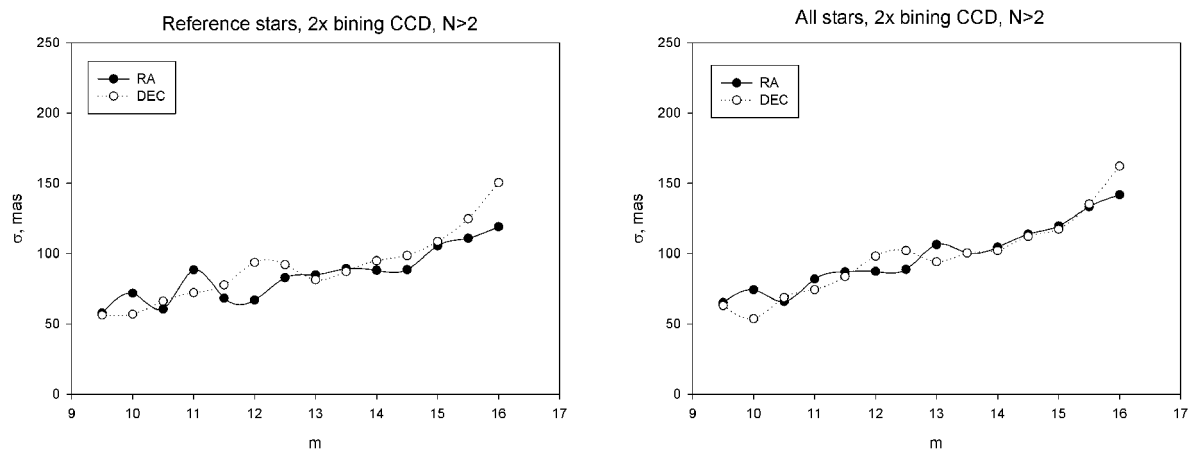


Рисунок 6.14 Залежність від зоряної величини точності екваторіальних координат опорних (ліворуч) та всіх зір (праворуч)

6.4 Отримання додаткових масивів спостережень з архівів віртуальних обсерваторій та їх обробка

До складу обчислювального комплексу АМК входить обчислювальний кластер, що створено для вирішення прикладних задач, що потребують великих витрат машинного часу та оперують великими об'ємами інформації. Для ефективного використання потужностей кластеру необхідно створювати спеціалізоване програмне забезпечення. У 2018 році програмою «Програма пошуку зображень у реєстрах ВО та АБД, а також автоматичного завантаження їх на локальний комп'ютер» для використання в Миколаївській астрономічній обсерваторії в рамках виконання фундаментальної теми «Галактика» для залучення спостережень з інших обсерваторій було завантажено близько 140 тис. файлів астрономічних зображень.

На сьогодні існує декілька варіантів пошуку та завантаження астрономічних зображень, отриманих в різні роки та на різноманітних інструментах. Так, можливо завантажити файли через веб-сторінки спеціалізованих астрономічних сайтів, або за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, наприклад програми Aladin. Але якщо є потреба у великій кількості спостережень, виконаних в різні роки, а це може бути 10-ки, 100-і тисяч і більше зображень, то виконання такої задачі потребує величезного обсягу ручної роботи і часу. Розроблене програмне забезпечення (ПЗ) вирішує зазначену проблему, а саме, дозволяє повністю автоматизувати процес пошуку та завантаження астрономічних зображень.

Для обробки отриманих масивів зображень, а також власних спостережень було створено комплекс віртуальних машин на основі ПЗ VmWare Player, котрий налаштований на паралельну автоматичну обробку великих масивів спостережень за допомогою програми Astrometrica. Виконано обробку всього масиву накопичених зображень завантажених із

Aladin Images Server (<http://aladin.u-strasbg.fr>) з інфрачервоних фотометричних оглядів 2MASS і DENIS, масиву Digitized Sky Survey (DSS (POSS-I, POSS-II)) із сервера <http://archive.stsci.edu> та масиву WISE 4-Band AllSky Atlas із сервера <http://irsa.ipac.caltech.edu/ibe/sia.html> в системі каталогу UCAC4. Загальна кількість оброблених зображень близько 270 тис. Час обробки всього масиву зображень за допомогою 10-и віртуальних машин зайняв близько 17 діб при цілодобовій роботі. На одному ПК процес обробки зайняв би 170 діб, а у випадку обробки тільки в робочий час цей час склав би більше 1 року.

6.5 Розвиток бази даних ПЗЗ спостережень АМК у складі віртуальної обсерваторії НДІ МАО

У 2018 році була продовжена робота по розширенню бази даних (БД) ПЗЗ спостережень на сайті віртуальної обсерваторії НДІ МАО, яка входить до складу Української віртуальної обсерваторії (УкрВО), за рахунок додання зображень небесної сфери у графічних форматах JPEG та FITS. Протягом 2001-2018 років, НДІ МАО виконував регулярні спостереження за допомогою телескопів: Аксіальний меридіанний круг, Швидкісний автоматичний комплекс, Мультиканальний телескоп, Мобільний телескоп.

БД ПЗЗ спостережень була доповнена новими даними за 2017-2018 роки. Також було проведено аналіз отриманих зображень і виключено частину зображень недостатньої якості. Загальна кількість ПЗЗ кадрів та смуг у БД на сьогодні становить більше 125 тисяч. Веб-інтерфейс забезпечує пошук текстової інформації про спостереження, а також доступ до відповідних зображень небесної сфери у форматі JPEG. Якщо користувач бажає отримати доступ до зображень небесної сфери у форматі FITS з підтримкою світової координатної системи WCS (WorldCoordinateSystem), необхідно заповнити та відправити форму з запитом по електронній пошті. Доступ надається автоматично у зворотному електронному листі на адресу

користувача у вигляді посилання, яке використовується для завершення процедури реєстрації. Доступ до БД ПЗЗ спостережень здійснюється через сайт УкрВО за допомогою веб-інтерфейса, що наведено на рисунку 6.15.

Робота проводилась згідно з планом робіт НДР «Галактика» – Дослідження зоряних систем Галактики з використанням створених астрометричних каталогів та ресурсів віртуальних обсерваторій.

Зараз існує дві можливості для доступу до БД, а саме: за допомогою браузера користувача або за допомогою програми «Аладін», яка створена у Центрі астрономічних даних (Страсбург, Франція).

Розглянемо детальніше ці дві можливості.

Опис БД спостережень АМК з доступом через браузер користувача знаходиться на сторінці під назвою «Віртуальна обсерваторія».

Користувач може натиснути на посилання «Доступ до бази даних» та відкрити сторінку з веб-інтерфейсом БД спостережень.

tel: +380 44 526 3110
 fax: +380 44 526 2147
 mail: ukrvo.info@gmail.com

UKRAINIAN VIRTUAL OBSERVATORY

HOME CONCEPTION CONSORTIUM RESOURCES VO LINKS

CCD DB

Digital archive of Mykolaiv Astronomical Observatory (MykAO) includes astronomical data obtained during observations with CCD in the 21st century. The archive is available via a web browser and Aladin, which is used as a Java standalone application developed by CDS, Strasbourg.

The archive may be considered as a basis for construction of a data centre. Annually, telescopes of MykAO create data volume of several tens of gigabytes (GB) in the form of CCD images.

Access to the digital archive of Mykolaiv AO via Aladin is available [here](#).

Access to the digital archive of Mykolaiv AO via a web browser is available [here](#).

Number of CCD frames in the database: 23275

RA *	Dec *	Y/M/D	Object	JPG	FITS
18.2	4.34	2005/11/10	Stars_RS	open	fits
18.3	4.4	2005/10/25	Stars_RS	open	fits
18.36	4.94	2009/09/17	Stars	-	-
18.44	3.18	2009/09/22	Stars	-	-
18.44	4.96	2009/09/23	Stars	-	-
18.45	4.96	2009/09/27	Stars	-	-
18.45	4.96	2009/11/25	Stars	-	-
18.67	4.3	2004/10/13	Stars_RS	open	fits
18.67	4.6	2004/10/20	Stars_RS	open	fits
18.67	4.6	2004/11/03	Stars_RS	open	fits
18.68	4.36	2004/12/15	Stars_RS	open	fits

Рисунок 6.15 Сторінка БД ПЗЗ спостережень на сайті УкрВО.

Після введення необхідних параметрів, користувач натискає кнопку «Пошук» та отримує результати пошуку у вигляді таблиці, яка містить усю

необхідну текстову інформацію, а також посилання на файли зображень небесної сфери у форматі JPEG (Joint Picture Expert Group), отримані за допомогою телескопів НДІ МАО.

Таблиця містить: екваторіальні координати центру ПЗЗ кадру, довжину кадру по прямому сходженню, розмір поля зору по схиленню, дату спостереження, назву телескопа, назву об'єкта, посилання на файл зображення для попереднього перегляду у форматі JPEG.

На рисунку 6.16 наведено вигляд інтерфейсу для пошуку спостережень за заданими параметрами.

Рисунок 6.16 Пошуковий інтерфейс БД спостережень через браузер

Розглянемо другу можливість для доступу до БД спостережень, а саме за допомогою програми «Аладін». На відповідній сторінці сайту УкрВО, надано детальний опис механізму доступу в цьому режимі роботи. Користувач має вибрати сервер УкрВО та відкрити відповідний інтерфейс, який показаний на рисунку 6.17.

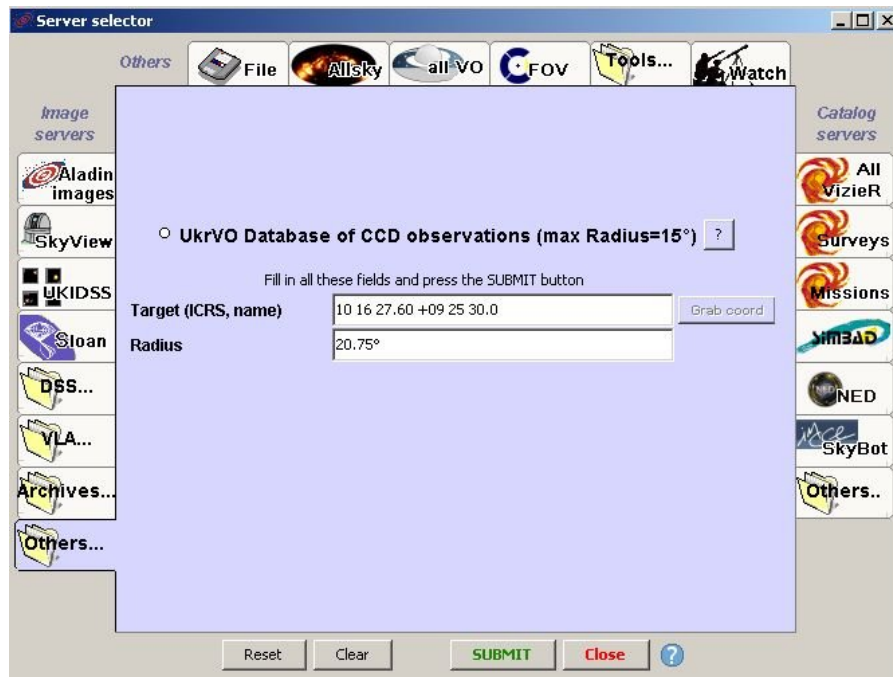


Рисунок 6.17 Пошуковий інтерфейс БД спостережень через програму «Аладін»

Після виконання пошуку користувач отримує текстову інформацію про спостереження та має можливість вибору необхідних йому ПЗЗ кадрів або смуг для подальшої обробки (Рис. 6.18).

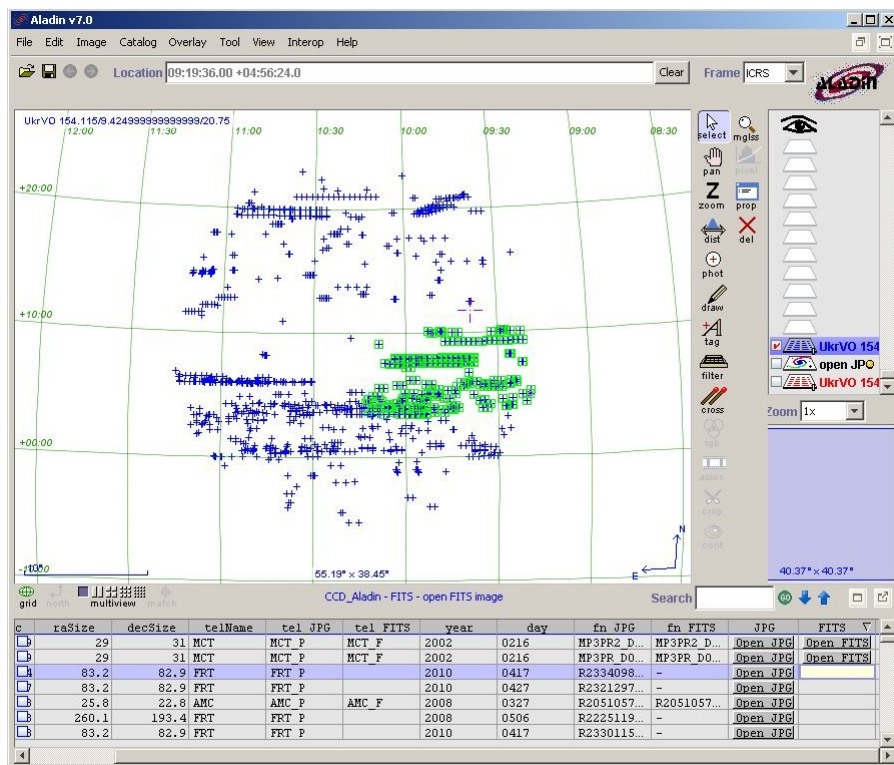


Рисунок 6.18 Результати пошуку в базі даних спостережень.

7. НЕОБХІДНІСТЬ ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ПІДТРИМКИ НАУКОВОГО ОБ'ЄКТУ «АКСІАЛЬНИЙ МЕРИДІАННИЙ КРУГ МИКОЛАЇВСЬКОЇ АСТРОНОМІЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ»

Аксіальний меридіанний круг Миколаївської астрономічної обсерваторії це роботизований телескоп з системою програмного управління, призначений для високоточних і масових (понад мільйон спостережень на рік) визначень екваторіальних координат небесних об'єктів.

Телескоп АМК є одним з небагатьох телескопів такого класу, що ведуть регулярні наземні астрометричні спостереження в Україні. Точність визначення координат за результатами обробки спостережень телескопу складає $(0.03-0.10)''$, що відповідає кращим світовим зразкам визначення координат з наземних спостережень.

Об'єкт має також освітнє і просвітницьке значення. Матеріали спостережень на АМК використовуються для написання кандидатських дисертацій та наукових статей. Доступ через інтернет до спостережень і каталогів, отриманих за допомогою телескопу, можуть мати науковці та студенти України та всього світу. У рамках проведення Дня відкритих дверей в обсерваторії і регулярних екскурсій тисячі городян мають можливість познайомитися з досягненнями сучасної науки.

Телескоп АМК може проводити спостереження в автоматичному режимі без фізичної наявності спостерігача на самому телескопі. Для цього на телескопі встановлено обладнання, здатне працювати в цілодобовому режимі та у випадку виникнення перебоїв в енергопостачанні воно продовжує працювати декілька годин з використанням накопиченої сонячної енергії та має вимикатися в штатному режимі. Крім того, на об'єкті встановлено обладнання служби часу, метеодатчики, засоби контролю проникнення на об'єкт небажаних осіб та оповіщення персоналу,

протипожежний захист об'єкта. Для повного цілодобового контролю роботи АМК необхідно забезпечити постійне підключення усіх його вузлів і систем до локальної мережі та мережі інтернет. Для цього необхідно забезпечити резервування живлення сервера та обчислювального кластера телескопа і їх мережевого обладнання з використанням сонячної енергії.

Для збереження високих характеристик унікального телескопа АМК, оснащеного системою програмного управління, та відновлення можливості його роботи у режимі абсолютних спостережень необхідно розширити склад програмного забезпечення для контролю усіх додаткових вимірювальних вузлів телескопа.

Підтримка та розвиток Аксиального меридіанного круга Миколаївської астрономічної обсерваторії що дозволить українській позиційній астрономії утримувати гідне місце серед провідних астрономічних обсерваторій світу.