

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Б. ПАТОН Національна академія наук
України, Київ

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

О. ФЕДОРОВ Інститут космічних досліджень
НАНУ-ДКАУ, Київ

Я. ЯЦКІВ Головна астрономічна обсерваторія
НАН України, Київ

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

В. КИСЛЮК Головна астрономічна обсерваторія
НАНУ, Київ

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

В. ГОРБУЛІН Національна академія наук
України, Київ

М. ЗГУРОВСЬКИЙ Національний технічний університет
України «Київський політехнічний
інститут», Київ

О. ІВАСИШИН Інститут металофізики НАНУ,
Київ

В. ІВЧЕНКО Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ

Є. КОРДЮМ Інститут ботаніки НАНУ, Київ

В. КОРЕПАНОВ Львівський центр Інституту
космічних досліджень
НАНУ-ДКАУ, Львів

В. КУНЦЕВИЧ Інститут космічних досліджень
НАНУ-ДКАУ, Київ

Л. ЛИТВИНЕНКО Радіоастрономічний інститут
НАНУ, Харків

Л. ЛОБАНОВ Інститут електрозварювання
НАНУ, Київ

В. ЛЯЛЬКО Центр аерокосмічних досліджень
Землі Інституту геологічних наук
НАНУ, Київ

О. МАКАРОВ Державне конструкторське бюро
«Південне», Дніпропетровськ

О. ПИЛИПЕНКО Інститут технічної механіки
НАНУ, Дніпропетровськ

В. СТАРОСТЕНКО Інститут геофізики НАНУ, Київ

М. СТЕШЕНКО НДІ «Кримська астрофізична
обсерваторія», с. Наукове, Крим

Ю. ШЕМШУЧЕНКО Інститут держави і права НАНУ,
Київ

Ю. ШКУРАТОВ Інститут астрономії Харківського
національного університету, Харків

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР РЕДАКЦІЇ

О. Клименко

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ

01030, Київ-30, вул. Володимирська, 54,
тел./факс (044) 526-47-63
ел. пошта reda@mao.kiev.ua

EDITOR-IN-CHIEF

B. PATON National Academy of Sciences
of Ukraine, Kyiv

ASSOCIATE EDITORS

O. FEDOROV Institute of Space Research,
N. A. S. Ukr. and State Space
Agency of Ukraine, Kyiv

Ya. YATSKIV Main Astronomical Observatory,
N. A. S. Ukr., Kyiv

EXECUTIVE SECRETARY

V. KYSLYUK Main Astronomical Observatory,
N. A. S. Ukr., Kyiv

EDITORIAL BOARD

V. GORBULIN National Academy of Sciences
of Ukraine, Kyiv

M. ZGUROVSKYI National Technical University
of Ukraine «Kyiv Polytechnic
Institute», Kyiv

O. IVASYSHYN Institute for Metal Physics,
N. A. S. Ukr., Kyiv

V. IVCHENKO Taras Shevchenko National Kyiv
University, Kyiv

Ye. KORDYUM Institute of Botany, N. A. S. Ukr.,
Kyiv

V. KOREPANOV Institute of Space Research, Lviv
Branch, N. A. S. Ukr. and State
Space Agency of Ukraine, Lviv

V. KUNTSEVYCH Institute of Space Research,
N. A. S. Ukr. and State Space
Agency, Kyiv

L. LYTVYNENKO Radioastronomical Institute,
N. A. S. Ukr., Kharkiv

L. LOBANOV Institute of Electric Welding,
N. A. S. Ukr., Kyiv

V. LYALKO Centre of Aerospace Research
of the Earth, Institute of Geological
Sciences, N. A. S. Ukr., Kyiv

O. MAKAROV Design Office «Pivdenne»,
Dnipropetrovsk

O. PYLYPENKO Institute of Technical Mechanics,
N. A. S. Ukr., Dnipropetrovsk

V. STAROSTENKO Institute of Geophysics,
N. A. S. Ukr., Kyiv

M. STESHENKO Crimean Astrophysical Observatory,
Naukove, Crimea

Yu. SHEMSHUCHENKO Institute of State and Law
N. A. S. Ukr., Kyiv

Yu. SHKURATOV Institute of Astronomy of Kharkiv
National University, Kharkiv

EXECUTIVE EDITOR

O. Klymenko

EDITORIAL OFFICE

54, Volodymyrska str., Kyiv-30, 01030, Ukraine,
tel./fax 380-44-526-47-63
e-mail reda@mao.kiev.ua

КОСМІЧНА НАУКА І ТЕХНОЛОГІЯ

Том 18
4 + 2012

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ + ЗАСНОВАНО В ЛЮТОМУ 1995 р. + ВИХОДИТЬ 6 РАЗІВ ЗА РІК + КИЇВ



ЗМІСТ

Яцків Я. С., Мищенко М. І., Розенбуш В. К., Шаховскої Д. Н., Синявський І. І., Миліневський Г. П., Киселев Н. Н., Іванов Ю. С., Петухов В. Н., Данилевський В. А., Бовчалюк А. П. Проект «Аерозоль-УА»: дистанційне зондування аерозолів в земній атмосфері со спутника

Макаров А. Л. О спутникової зйомки протяжених територій складної конфігурації

Білокриницька Л. М., Крученицький Г. М., Міщишина І. Г. База даних коефіцієнтів аерозольного послаблення на чотирьох довжинах хвиль за спостереженнями SAGE II

Крючков Е. І., Федоренко А. К., Черемных О. К. Влияние неоднородного состава верхней атмосферы на распространение акустико-гравитационных волн

Донец В. В., Цымбал А. Ю., Бровченко В. В. Моноблочные конструкции бортовых и полевых гиперспектрометров

Жолобак Г. М., Шпортюк З. М., Сибірцева О. М., Дугін С. С. Дослідження вегетаційних індексів червоного краю спектрів відбиття посівів озимої пшениці, вирощеної у польових умовах степової зони України

CONTENTS

3 Yatskiv Ya. S., Mishchenko M. I., Rosenbush V. K., Shakhovskoy D. N., Sinyavsky I. I., Milinevsky G. P., Kiselev N. N., Ivanov Yu. S., Petukhov V. N., Danylevsky V. O., Bovchalyuk A. P. Satellite project «Aerosol-UA»: Remote sensing of aerosols in the Earth's atmosphere

16 Makarov A. L. On satellite imaging of lengthy territories with complex configuration

20 Belokrinitskaya L. M., Kruchenitsky G. M., Mischishina I. I. The database of aerosol extinction coefficients from measurements by SAGE II mission instruments at four wavelengths

30 Kryuchkov Ye. I., Cheremnykh O. K., Fedorenko A. K. Influence of the upper atmosphere inhomogeneity on acoustic gravity wave propagation

37 Donetsk V. V., Tsybmal A. Yu., Brovchenko V. V. Monoblock constructions of on-board and field hyperspectrometers

45 Zholobak G. M., Shportiuk Z. M., Sibirtseva O. N., Dugin S. S. Study of vegetation red edge indices of reflectance spectra for crops of winter wheat cultivated in the steppe zone of Ukraine

- Шульга А. В., Козырев Е. С., Сибирякова Е. С., Халалей М. И., Чернозуб В. М.* Мобильный комплекс телескопов НИИ НАО для наблюдений объектов околоземного космического пространства 52 *Shulga O. V., Kozyryev Y. S., Sybiryakova Y. S., Khalaley M. I., Chernozub V. M.* The mobile telescope complex of RI MAO for observation of near-Earth space objects
- Хода О. А.* Обработка эталонной тестовой кампании EPN в центре анализа ГНСС-данных ГАО НАН Украины 59 *Khoda O. A.* The processing of EPN benchmark test campaign at the GNSS data analysis centre of the Main Astronomical Observatory
- Ищенко М. В.* Оценка качества репроцессинга GPS-наблюдений на перманентных станциях региональной сети для GPS-недель 1236—1399 66 *Ischenko M. V.* Quality estimation of reprocessing of GPS observations at the permanent stations of regional network for GPS weeks 1236—1399

НАШІ АВТОРИ

74 OUR AUTHORS

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 1232 від 2 лютого 1995 р.

Підписано до друку 24.07.12. Формат 84×108/16. Папір крейдований. Гарн. Ньютон. Друк офсет.
Ум. друк. арк. 8,4. Обл.-вид. арк. 8,82. Тираж 100 прим. Зам. № 3347.

Оригінал-макет виготовлено та тираж видруковано Видавничим домом «Академперіодика» НАН України,
01004, Київ, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.

УДК 520.02, 520.072, 520.075

А. В. Шульга, Е. С. Козырев, Е. С. Сибирякова, М. И. Халалей, В. М. Чернозуб

Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія», Миколаїв

МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕЛЕСКОПОВ НИИ НАО ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Мобильный комплекс телескопов МОБИТЕЛ был разработан в НИИ «Миколаївська астрономічна обсерваторія» для спостережень штучних та природних космічних об'єктів. Наведено технічні характеристики комплексу МОБИТЕЛ, а також дані тестових спостережень.

ВВЕДЕНИЕ

Мобильный комплекс телескопов МОБИТЕЛ является транспортируемым астрономическим средством и предназначен для высокоточных измерений угловых координат естественных и искусственных космических объектов (КО), движущихся по геоцентрическим и гелиоцентрическим орбитам.

Основными преимуществами мобильного варианта оптического астрономического средства являются:

- экономическая целесообразность, обусловленная отсутствием капитального строительства, что существенно снижает стоимость телескопа;
- технологическая целесообразность — комплекс позволяет одновременно проводить наблюдения разного рода КО с использованием нескольких телескопов, установленных на одном транспортируемом средстве;
- возможность проведения астрономических наблюдений в благоприятных астроклиматических и метеорологических условиях, а также в заранее определенных географических пунктах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Комплекс телескопов МОБИТЕЛ предназначен для решения задач околоземной астрономии, таких как наблюдения КО искусственного

и естественного происхождения. В частности, в 2010 г. на телескопе МОБИТЕЛ в тестовом режиме проводились наблюдения навигационных и низкоорбитальных искусственных КО, а также астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), в том числе и потенциально опасных астероидов (ПОА). Все перечисленные объекты имеют значительную видимую скорость, отличную от скорости суточного движения звезд. Для наблюдения такого рода объектов обычно применяется двух- или трехосные телескопы, обеспечивающие механическое сопровождение КО. На МОБИТЕЛ применяются методы электронного и цифрового сопровождения объектов на неподвижной в момент наблюдения монтировке. Методы электронного и цифрового сопровождения разработаны в Научно-исследовательском институте «Николаевская астрономическая обсерватория» [1].

Для телескопов, оснащенных полнокадровыми ПЗС-камерами, применяется режим работы камеры — time delay and integration (TDI), который позволяет накапливать изображение объекта вдоль траектории движения по матрице. Основным условием применения режима работы TDI является установка столбцов ПЗС-матрицы параллельно направлению видимого движения наблюдаемого КО, для чего на телескопах НИИ НАО применяется специальное механическое устройство — поворотная платформа [2]. Поворотная платформа обеспечивает вращение ПЗС-камеры вокруг оптической оси объектива. При-

менение режима TDI в сочетании с поворотной платформой позволяет наблюдать подвижные объекты с экспозицией, ограниченной только временем прохождения изображения КО по ПЗС-матрице телескопа.

Для телескопов, оснащенных телевизионными ПЗС-камерами, применяется способ накопления кадров со смещением. Способ заключается в сложении кадров видеоряда со смещением, соответствующим смещению изображения наблюдаемого объекта в поле зрения телескопа за время накопления кадра [3].

Применение методов электронного и цифрового сопровождения обусловило направление модернизации телескопов КТ-50 и АФУ-75, входящих в состав МОБИТЕЛ.

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА МОБИТЕЛ

В состав комплекса телескопа МОБИТЕЛ входят:

- транспортируемая платформа с павильоном-укрытием;
- телескоп КТ-50-М (модернизированный);
 - объектив ЛЗО-50 ($D = 500$ мм, $F = 300$ мм),
 - поворотная платформа,
 - ПЗС-камера Alta U9000 (поле зрения $0.7 \times 0.7^\circ$) с фотометрическим фильтром R ;
- телескоп АФУ-75 (модернизированный);
 - объектив Сатурн ($D = 260$ мм, $F = 750$ мм),
 - поворотная платформа,

— ПЗС-камера Alta U9000 (поле зрения $2.8 \times 2.8^\circ$);

- телевизионный телескоп ТВТ (изготовленный);
 - объектив Таир-11А ($D = 50$ мм, $F = 135$ мм),

— телевизионная ПЗС-камера Wattec LCL902H (поле зрения $2.8 \times 2.1^\circ$);

- система определения местоположения и единого времени;
- система независимого энергообеспечения.

Транспортируемая платформа с павильоном-укрытием. Транспортируемая платформа (ТП) в рабочем (развернутом) положении является основанием для монтаровок телескопов. На большие расстояния по автомобильным дорогам перевозка ТП осуществляется на автомобильном прицепе. На небольшие расстояния по пересеченной местности перевозка ТП производится с использованием колесных пар самой платформы. Для перевода телескопа из транспортного положения в рабочее и обратно оба хода ТП (передний и задний) оборудованы специальным гидравлическим устройством. Конструкция ТП обеспечивает высокоточное горизонтирование телескопов в полевых условиях с помощью винтовых домкратов. Винтовые домкраты установлены вдоль оси ТП на откидных опорах и обеспечивают опорную базу в 3.5 м вдоль меридиана и первого вертикала при установке на местности.

Для защиты ТП и телескопов от атмосферных осадков в НИИ НАО спроектирован и изготовлен павильон-укрытие (рис. 1, а) транспортиру-

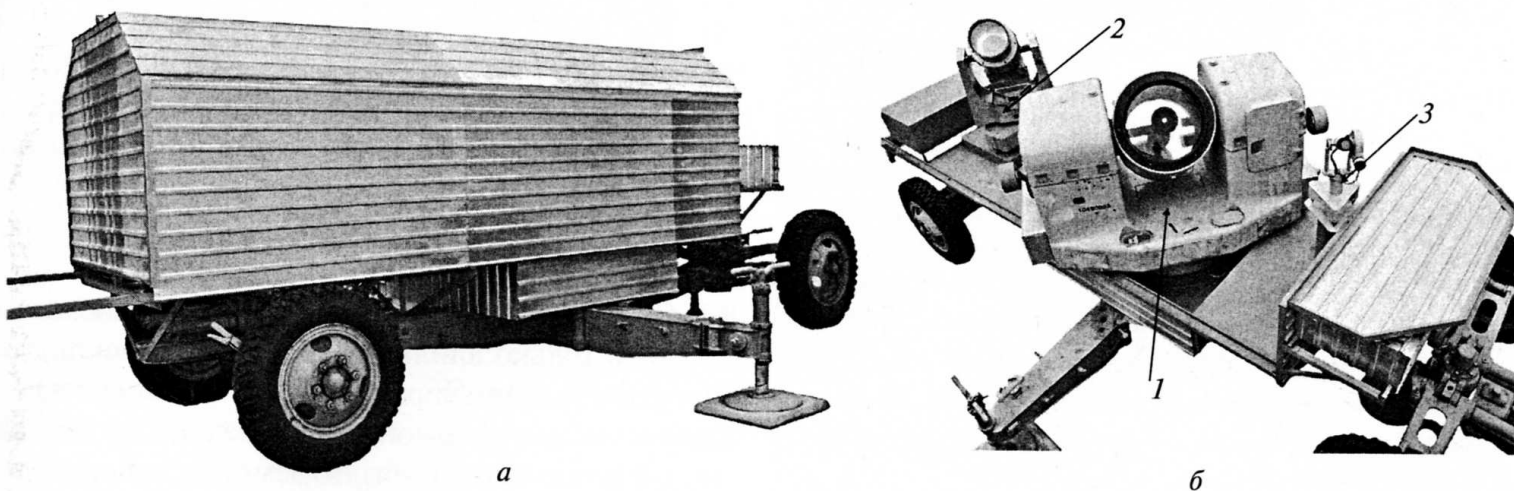


Рис. 1. Внешний вид комплекса телескопов МОБИТЕЛ: а — укрытие телескопа, б — транспортируемая платформа с телескопами

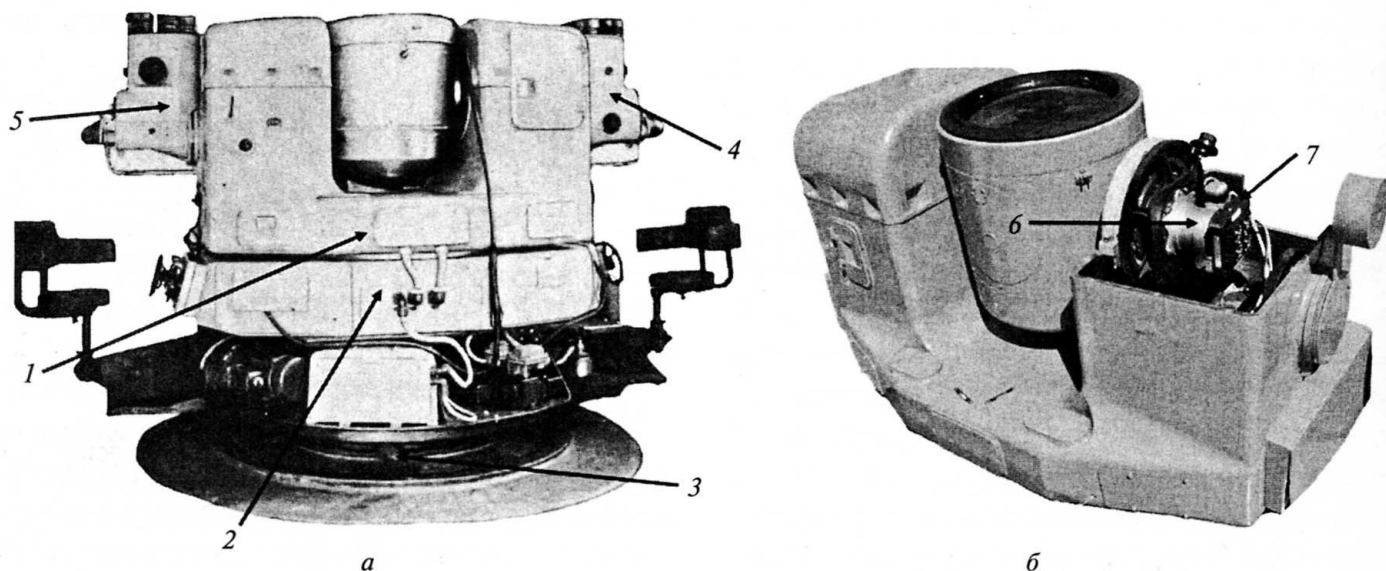


Рис. 2. Комплектация телескопа КТ-50: а, б — до и после модернизации соответственно

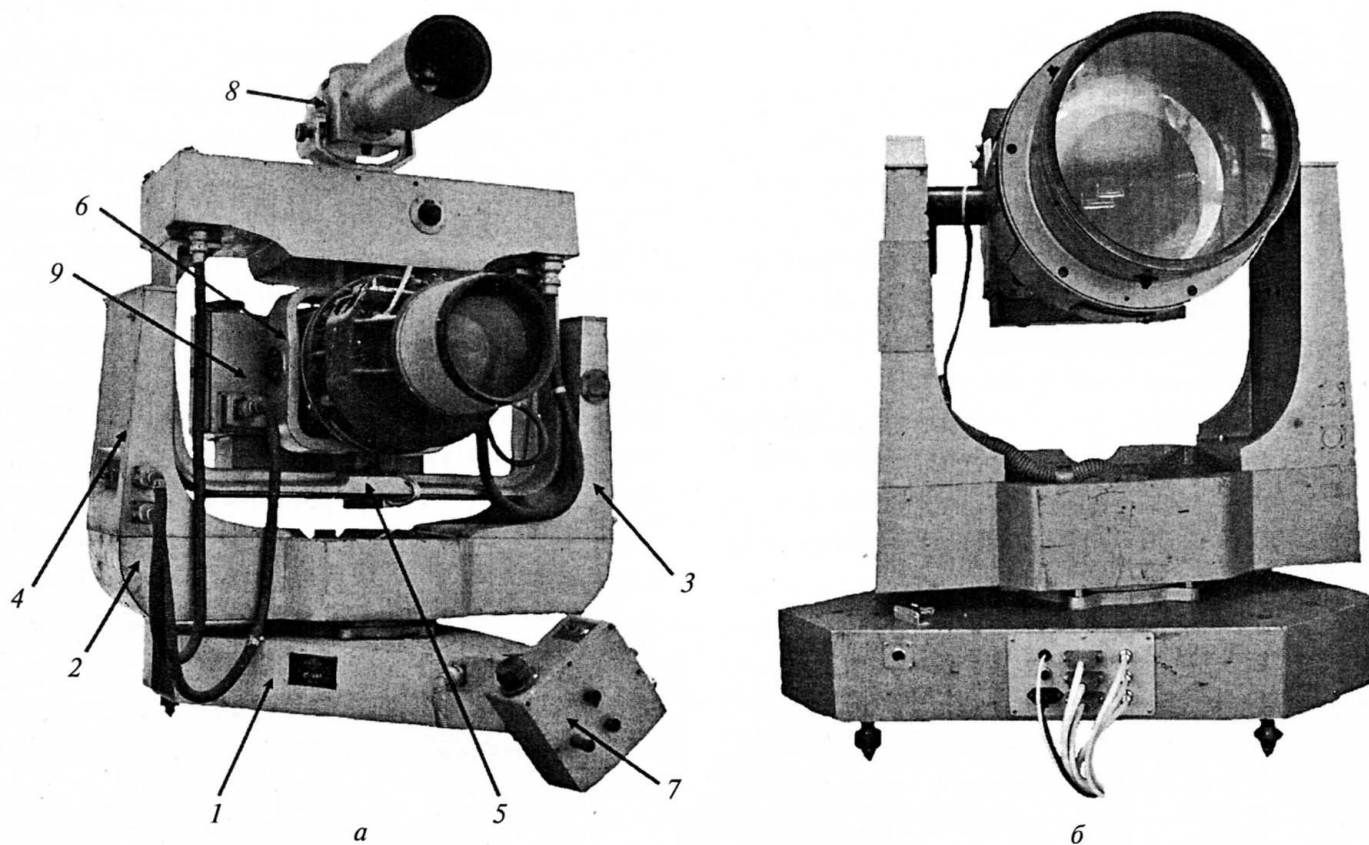


Рис. 3. Комплектация телескопа АФУ-75: а, б — до и после модернизации соответственно

емой платформы с телескопами (рис. 1, б). В укрытии предусмотрена температурная изоляция и установлена охранная сигнализация. Укрытие движется по рельсовым путям, прикрепленным к транспортируемой платформе.

Телескоп КТ-50 (модернизированный). Автоматизация процесса наблюдения на телескопе

КТ-50 (рис. 2, а) позволила в ходе модернизации оставить только алидадную часть 1 телескопа с объективом. Блок управления 2 и станина с вращающейся платформой 3 были демонтированы. На алидадной части были демонтированы горизонтальный 4 и вертикальный 5 визиры. На месте кинокамеры в правой цапфе объектива

установлена поворотная платформа 6 с ПЗС-камерой 7 (рис. 2, б). В приводах телескопа по азимуту и углу места использовались штатные червячные пары, а также спроектированные и изготовленные в НИИ НАО червячные редукторы. Проведенная модернизация привела к значительному облегчению конструкции телескопа КТ-50, вес телескопа был уменьшен в 3.6 раза и составил 1250 кг.

Телескоп АФУ-75 (модернизированный). Переход от механического к электронному сопровождению позволил отказаться от двух дополнительных осей в телескопе АФУ-75.

В результате модернизации системы наведения телескопа АФУ-75 (рис. 3, а) основание лиры 2 уменьшено в размерах на 300 мм. Демонтированы полурама горизонтальной оси 5, рама 6 камеры, привод 7 экваториальной платформы, телескоп-гид 8, кассетная часть 9. Червячная пара орбитальной оси использована при изготовлении привода по оси азимута, размещенного в корпусе экваториальной платформы 1. Горизонтальная ось лежит на лагерах левой и правой стоек лиры. В левой стойке 4 установлена изготовленная червячная пара. Для балансировки телескопа изготовлены новые балансиры. В корпусе лентопротяжного механизма размещены поворотная платформа и ПЗС-камера. Демонтирован obturator затвор. Проведенная модернизация привела к значительному упрощению и облегчению конструкции телескопа АФУ-75 (рис. 3, б), масса телескопа составила 320 кг.

Телевизионный телескоп. Азимутальная установка телевизионного телескопа (ТВТ) (рис. 4) разработана и изготовлена в НИИ НАО. Телевизионный телескоп отличается малой массой (25 кг), а также большой скоростью наведения $20^\circ/\text{с}$. Наблюдения проводятся методом цифрового сопровождения на неподвижном телескопе с применением способа накопления кадров со смещением [3].

Поворотная платформа. Поворотная платформа (ПП) представляет собой механическое устройство с приводом для вращения ПЗС-камеры вокруг оптической оси объектива [2]. ПП (рис. 5) включает в себя: шаговый двигатель 1,

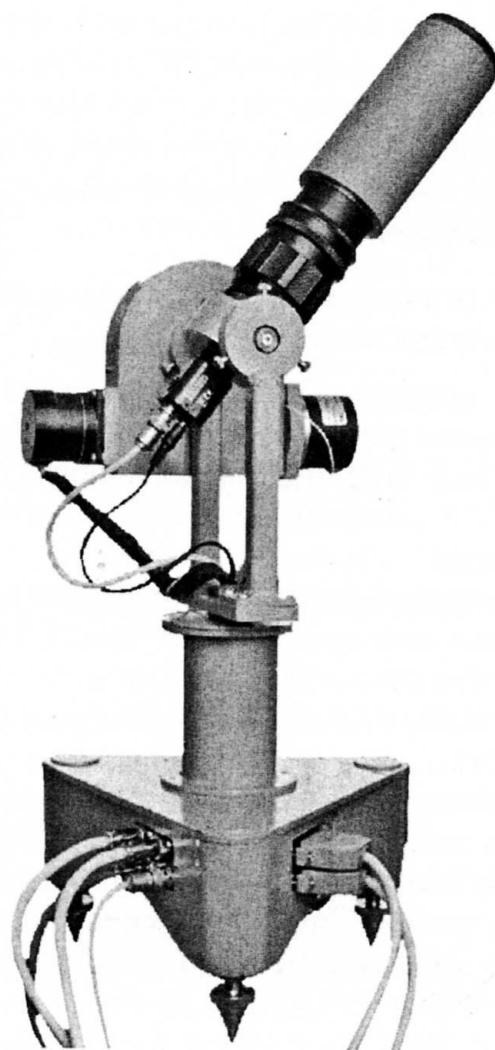


Рис. 4. Внешний вид телевизионного телескопа

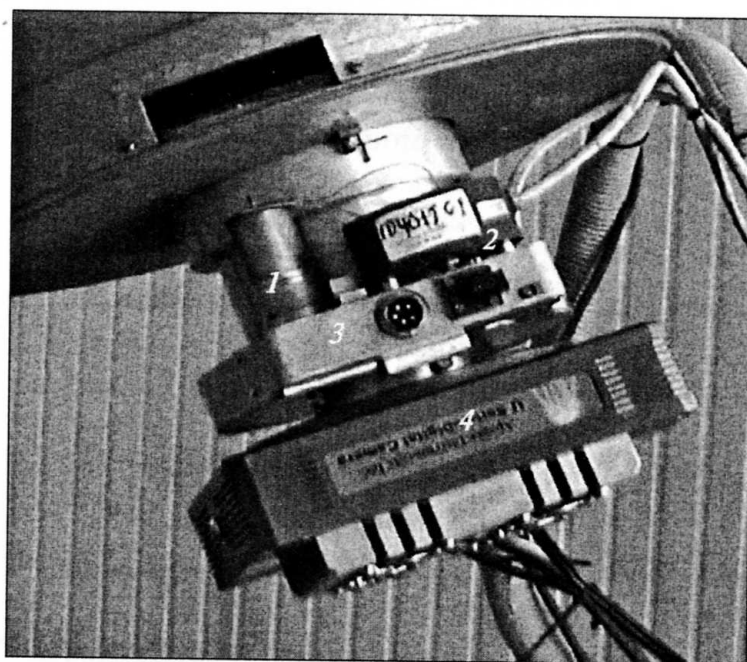


Рис. 5. Поворотная платформа

датчик 2 угла поворота, платформу 3 с червячной передачей. Одним фланцем ПП крепится к трубу-су телескопа, ко второму фланцу ПП крепится ПЗС-камера 4. В состав комплекса МОБИТЕЛ входит две поворотные платформы, установленные на телескопах КТ-50 и АФУ-75.

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И ЕДИНОГО ВРЕМЕНИ

Система определения местоположения и единого времени разработана и изготовлена в НИИ НАО на базе GPS-модуля Resolution T. Для работы с GPS приемником разработан интерфейсный модуль, который позволяет:

- эмулировать работу com-порта для считывания данных при подключении через USB;
- преобразовывать напряжение, поступающее с шины USB, из 5 В в 3.3 В для питания GPS-приемника.

Разработанная система потребляет малое количество энергии и имеет удобный USB интерфейс. Система определения местоположения и единого времени позволяет синхронизировать время со шкалой UTC с ошибкой, не превышающей 0.0001 с.

СИСТЕМА НЕЗАВИСИМОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

В настоящее время решается вопрос автономного электроснабжения с использованием портативных электростанций-генераторов, работающих на бензиновых или дизельных двигателях внутреннего сгорания. Требуемая мощность рассчитывается как сумма мощностей всех активных приборов с 10 % запасом. Учитывая то, что наблюдения на телескопе МОБИТЕЛ, находящемся в удаленном районе, для астрономов-наблюдателей будут носить характер экспедиций, следует иметь в виду возможность подключения дополнительных потребителей электроэнергии: холодильника, электрообогревательных и электроотопительных приборов. Общую мощность этих приборов можно оценить величиной 2—2.5 Квт.

СТРУКТУРА ПРИВОДОВ ТЕЛЕСКОПОВ КОМПЛЕКСА МОБИТЕЛ

- Червячные пары, штатные или изготовлены в НИИ НАО;

- редукторы цилиндрические, штатные или изготовленные в НИИ НАО;

- датчики угла абсолютные, разрешение 11 бит (производство Китай), на различных осях редукция составляет от 11 до 124;

- шаговые двигатели фирмы Nanotec;

- блоки управления приводами производства НИИ НАО:

- драйверы шаговых двигателей фирмы «Ever Elettronica»,

- силовой блок питания шаговых двигателей,

- контролер шаговых двигателей на три или две оси на базе микроконтроллеров ATMEL, изготовлен в НИИ НАО,

- плата дискретного ввода/вывода фирмы «Advantage».

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА МОБИТЕЛ

Пакет программ системы программного управления, разработанный в НИИ НАО, обеспечивает полную автоматизацию процесса наблюдений и включает в себя следующие программы:

- Commutator — серверная программа, обеспечивающая сетевое взаимодействие между программами, которые участвуют в процессе наблюдения.

- Control — программа автоматического управления процессом наблюдения. Основные функции программы: чтение эфемерид и автоматический выбор списка наблюдаемых объектов с учетом оптимальных точек наблюдения. Программа также осуществляет управление программами Motion, CCD и Video.

- Motion — программа управления наведением телескопа. Основными функциями программы являются: управление работой двигателей, считывание значений с датчиков угла, перевод экваториальных координат в систему координат телескопа, управление наведением поворотной платформы.

- CCD — программа управления работой полнокадровых ПЗС-камер производства «Силар» и «Apogee» с применением разных режимов работы (накопление, TDI). Включает в себя функции автоматического выбора времени экспонирования

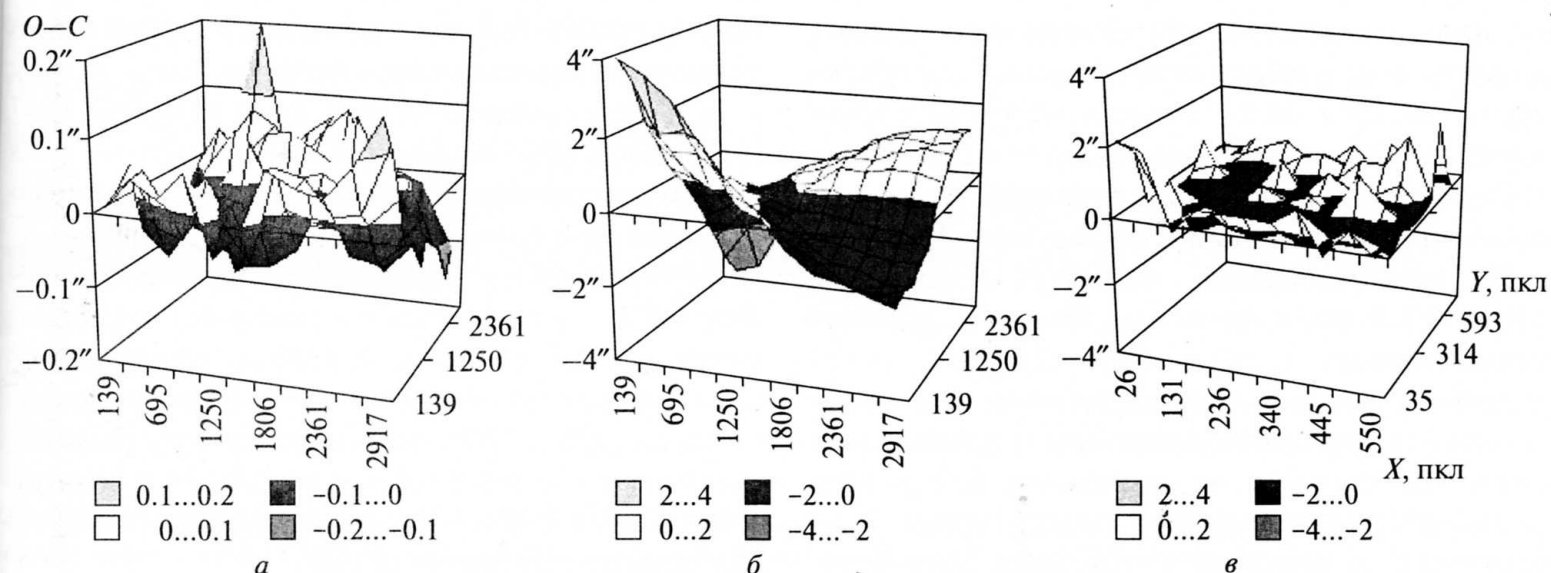


Рис. 6. Распределение значений $O - C$ для опорных звезд по полю ПЗС-матриц телескопов: а — КТ-50, б — АФУ-75, в — ТВТ

с учетом скорости и блеска наблюдаемого объекта, формирования, визуализации, сохранения и первичной обработки ПЗС-кадров, а также регистрации моментов времени наблюдений.

• Video — программа управления работой телевизионных ПЗС-камер через плату видеозахвата. Основными функциями являются настройка параметров оцифровки видеосигнала, визуализация и сохранение видеоряда, параллельное накопление изображений объекта и опорных звезд с использованием способа накопления кадров со смещением, регистрация моментов времени наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Для оценки проникающей способности телескопов, а также погрешности получаемой информации проведены тестовые наблюдения звездных площадок. По результатам наблюдений выполнена обработка полученных кадров в системе каталога UCAC-3. В табл. 1 представлены сред-

ние квадратичные отклонения координат звезд и предельная звездная величина (m) для каждого телескопа, входящего в состав комплекса МОБИТЕЛ.

Для исследования качества объективов были построены распределения невязок $O - C$ опорных звезд по полю ПЗС-матрицы, полученных при использовании линейной модели редукции.

Для объективов телескопа КТ-50 (рис. 6, а) и ТВТ (рис. 6, в) распределение оказалось равно-

Таблица 1. Астрометрические характеристики телескопов комплекса МОБИТЕЛ

Телескоп	Режим работы ПЗС-камеры	τ , с	СКО	m
КТ-50	TDI (bin = 0)	10.0	0.04–0.25"	17.0 ^m
КТ-50	кадровый (bin = 2)	0.5	0.13–0.47	15.5
АФУ-75	кадровый (bin = 2)	0.5	0.30–1.00	14.0
ТВТ	накопление кадров со смещением	30.0	1.40–4.00	13.0

Таблица 2. Погрешности определения координат космических объектов, оснащенных уголковыми отражателями

Телескоп	Тип объектов (высота орбиты)	Количество объектов	Количество положений	СКО	
				α	δ
ТВТ	низкоорбитальные	4	144	3.56"	3.68"
КТ-50	навигационные (20000 км)	2	120	0.53	0.57
АФУ-75	навигационные (20000 км)	4	57	1.68	1.63

мерным, что свидетельствует о незначительных деформациях изображения оптикой. Для объектива телескопа АФУ-75 выявлена значительная неравномерность распределения $O - C$ по полю ПЗС-матрицы (рис. 6, б), что говорит о необходимости дополнительных исследований.

На всех телескопах, входящих в комплекс МОБИТЕЛ, проводились тестовые наблюдения искусственных космических объектов, оснащенных уголковыми отражателями. Для определения погрешности наблюдений проводилось сравнение полученных координат КО с эфемеридой International laser ranging system. Погрешности, полученные в результате сравнения, представлены в табл. 2.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕСКОПОВ КОМПЛЕКСА МОБИТЕЛ

Технические и астрометрические характеристики телескопов, входящих в состав МОБИТЕЛ, а также применяемые методы наблюдений позволяют решать задачи наблюдений объектов околоземного пространства. В списки наблюдаемых объектов на МОБИТЕЛ включены КО:

- искусственного происхождения, а именно: искусственные спутники Земли (ИСЗ) и космический мусор (КМ) на низких (200—2000 км), средних (2000—20000 км) и геостационарных (36000 км) орбитах;
- природного происхождения, а именно: астероиды, сближающиеся с Землей (АСЗ), включая

Таблица 3. Объекты, наблюдаемые на телескопах комплекса МОБИТЕЛ

Космические объекты в околоземном пространстве	КТ-50	АФУ-75	ТВТ
Низкоорбитальные ИСЗ (200—500 км)		*	*
Низкоорбитальные ИСЗ (500—2 500 км)	*	*	*
Среднеорбитальные ИСЗ (2 500—36 000 км)	*	*	
Геосинхронные ИСЗ (36 000 км)	*	*	
Астероиды, сближающиеся с Землей	*		
Потенциально опасные астероиды	*		

потенциально опасные астероиды (ПОА), чьи траектории пересекаются с орбитой Земли [4, 5].

В табл. 3 звездочкой отмечены объекты, наблюдаемые телескопами комплекса.

Списки наблюдаемых объектов сформированы в соответствии с выполнением национальных и международных наблюдательных программ. Для ИСЗ и КМ списки составляются с учетом потребностей системы контроля космического пространства Украины. Для формирования списков АСЗ и ПОА используется информация международного центра малых планет и Neodys (Near Earth Objects — Dynamic Site Department of Mathematics, University of Pisa).

1. Ковальчук А. Н., Пинигин Г. И., Шульга А. В. Скоростной автоматический комплекс для регистрации небесных объектов естественного и искусственного происхождения в околоземном космическом пространстве // Околоземная астрономия и проблемы изучения малых тел Солнечной системы. — Москва: ИНАСАН, 2000. — С. 361—371.
2. Козырев Е. С., Сибирякова Е. С., Шульга А. В. Исследование точности астрометрической редукиции при использовании комбинированного метода наблюдений небесных объектов // Космічна наука і технологія. — 2010. — 16, № 5. — С. 71—76.
3. Козырев Е. С., Сибирякова Е. С., Шульга А. В. Координатные наблюдения низкоорбитальных объектов околоземного космического пространства с использованием режима синхронного накопления телевизионных кадров // Космічна наука і технологія. — 2011. — 17, № 3. — С. 83—87.
4. Shulga O., Kozryyev Y., Sybiryakova Y. Observation of the fast NEO objects with prolonged exposure // Proc. of IAU Symp. N 248 «A Giant Step: From Milli- to Micro-arcsecond Astrometry». — Shanghai, 2007. — P. 128—129.
5. Shulga O., Kozryyev Y., Sybiryakova Y. Observation of NEO having high apparent rates with Mobitel telescope // Proc. of Gaia follow-up network for solar system objects workshop held at IMCCE-Paris observatory, France, 2011. — P. 97—100.

Надійшла до редакції 08.02.12

O. V. Shulga, Y. S. Kozryyev, Y. S. Sybiryakova, M. I. Khalaley, V. M. Chernozub

THE MOBILE TELESCOPE COMPLEX OF RI MAO FOR OBSERVATION OF NEAR-EARTH SPACE OBJECTS

The mobile telescope complex (MOBITEL) was designed and made at the Research Institute Mykolaiv Astronomical Observatory (RI MAO) for observations of artificial and natural space objects. The technical characteristics of the MOBITEL complex are described and some results of test observations are given.