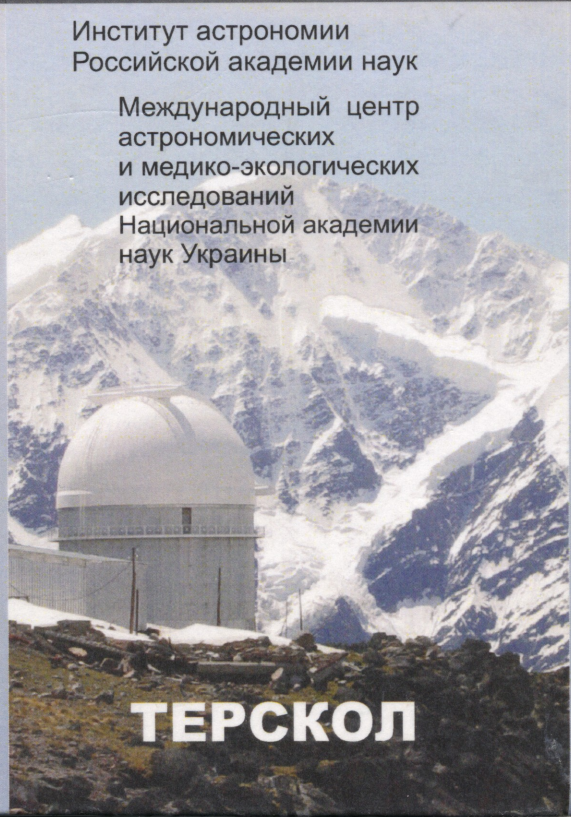




Около- земная астрономия 2007

Институт астрономии
Российской академии наук

Международный центр
астрономических
и медико-экологических
исследований
Национальной академии
наук Украины



ТЕРСКОЛ

8. Собонович Е.В., Семененко В.П. *Метеоритное вещество*. Киев, Наукова Думка, 1984, 191 с.
9. Адушкин В.В., Попова О.П., Рыбинов Ю.С., Кудрявцев В.И., Мальцев А.Л., Харламов В.А. Геофизические эффекты Витимского болида 24.09.2002 г. - Доклады РАН, 2004, т. 397, № 5, С. 685-688.
10. Чеботарев В.Е., Котельников С.П., Андреев А.П. Новая космическая загадка Сибири. - Земля и Вселенная, 2004, № 5, С. 67-71.

Применение поворотной платформы для наблюдений объектов околоземного пространства комбинированным методом

Козырев Е.С. Сибирякова Е.С. Шульга А.В.¹

¹ НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория»

E-mail: evg_sibir@mail.ru

В НИИ НАО разработан и применяется комбинированный метод ПЗС наблюдений, позволяющий значительно увеличить время экспозиции быстро движущихся объектов на высоких околоземных орбитах. Комбинированный метод особенно эффективен для быстрых объектов, таких как высокоэллиптические и навигационные ИСЗ. Также этот метод применим для наблюдения быстро движущихся астероидов.

Observation of Near-Earth Objects by Combined Method

Y. Kozryrev, Y. Sybiryakova, O. Shulga¹

RI "Nikolaev Astronomical Observatory"

The combined method of CCD observation, that allows considerably increasing exposure time of fast moving objects on high near-Earth orbits, was developed and now is used in RI NAO. The combined method is especially effective for fast moving objects, such as high elliptical and navigation artificial satellites.

Введение

При наблюдении быстро движущихся объектов на высоких околоземных орбитах на неподвижном телескопе время экспозиции ограничено скоростью объекта, при этом проникающая способность значительно ниже возможной на данном инструменте. В НИИ НАО разработан и применяется комбинированный метод ПЗС наблюдений, основанный на режиме синхронного переноса заряда ПЗС матрицы малокадровых камер, поворотной платформе и кадрах опорных звезд. Метод позволяет на неподвижном телескопе получать точечные изображения движущихся объектов, при этом время экспозиции ограничено только временем прохождения объекта через ПЗС матрицу. Этот метод позволяет увеличить время экспозиции в 10-50 раз по сравнению наблюдениями обычным методом на неподвижном телескопе. Получаемые результаты сравнимы с наблюдениями при прецизионном

сопровождении объекта телескопом. В настоящее время комбинированный метод применяется на телескопах САК НИИ "НАО" и АЗТ-8 г. Евпатория.

Комбинированный метод наблюдений

Комбинированный метод наблюдений (КМН) [1] был разработан в НИИ "НАО" для наблюдений подвижных относительно звезд объектов, таких как ИСЗ и АСЗ на неподвижном телескопе. Комбинированный метод основывается на применении режима синхронного переноса заряда ПЗС камеры для наблюдаемых объектов и кадрового режима для наблюдения опорных звезд, а также использования поворотной платформы для установки выходного регистра ПЗС матрицы в перпендикулярное положение относительно видимого движения объектов наблюдения. Режим синхронного переноса заряда ПЗС матрицы (drift scan imaging; time delayed integration (TDI)) – позволяет с произвольной экспозицией получать точечные изображения объектов равномерно движущихся вдоль столбцов ПЗС матрицы. Обычно этот режим используется для получения длинных полос звездного неба на неподвижном телескопе. Для наблюдения объектов движущихся в произвольном направлении необходим поворот ПЗС камеры по направлению движения объекта.

Поворотная платформа – механическое устройство, поворачивающее ПЗС камеру вокруг оси объектива, снабжена двигателем и датчиком угла, может рассматриваться как третья ось телескопа. Кадры опорных звезд – дополнительные кадры с точечными изображениями звезд формируемые до и после серии кадров с объектом, при неподвижном телескопе. Для получения точечных изображений звезд на неподвижном телескопе можно использовать очень короткие экспозиции или, если этого недостаточно, режим синхронного переноса заряда с произвольной экспозицией. Во втором случае необходим разворот камеры по направлению суточного движения звезд. Для точного приведения координат объекта и опорных звезд, полученных при разных углах поворота ПЗС камеры, используются дополнительные кадры с изображением искусственных меток, неподвижными по отношению к телескопу. Искусственные метки формируются и проецируются специальным оптическим устройством – коллиматором.

В НИИ НАО наблюдения проводятся на телескопе САК [2] $D=300\text{мм}$, $F = 1500\text{мм}$, ПЗС камера производства НИИ "НАО" матрица 1040×1096 , 16мк ; поле зрения $40' \times 38'$. Система управления движением САК включает: двигатели переменного тока с релейной системой управления и по одному 12 битному абсолютному датчику угла на каждую ось вращения телескопа.

Для исследования увеличения проникающей способности при применении КМН были записаны кадры с изображением геосинхронного спутника 1989-098А в различных режимах. В обычном режиме с максимальной эффективной экспозицией 4 сек. и в режиме синхронного переноса заряда с экспозициями 40 и 200 сек. было получено отношение сигнал/шум.

Таблица 1. Отношение сигнал/шум

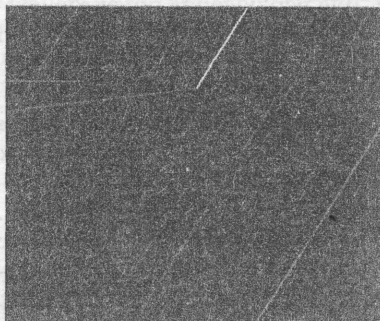
Экспозиция (сек.)	Отношение сигнал/шум
4	5.5
40	31.6
200	66.8

Применение метода

Применение комбинированного метода позволило расширить круг наблюдаемых на телескопе САК объектов. В 2007 году были начаты наблюдения следующих видов объектов:

- малоразмерные геосинхронные объекты от 100 кг.;
- высокоэллиптические спутники на высотах 20000-40000 км.;
- навигационные ИСЗ на высотах 20000 км: GPS, GLONASS;
- быстродвижущиеся астероиды $V > 5$ / сек.

Малоразмерные геосинхронные объекты



При наблюдении геосинхронных объектов возможно применение экспозиций 60-200 сек. Для тестирования системы были проведены наблюдения спутника 1967-066E - LES-5 (масса 102 кг) с экспозицией 120 сек (рис.1).

Рис.1 Фрагмент кадра с изображением малоразмерного геостационарного спутника LES-5

Высокоэллиптические ИСЗ

Наблюдение высокоэллиптических ИСЗ возможно на диапазоне высот 20000-40000 км, с экспозицией не менее 10 сек в нижней точке. Это значительно расширяет наблюдаемую дугу по сравнению с наблюдениями обычным методом на неподвижном телескопе, что позволяет существенно повысить точность вычисления орбиты по наблюдению на одном витке. В таблице 2 приведены элементы орбит спутника 26970 который наблюдался в НИИ "НАО" 12 апреля 2007г.

Таблица 2. Сравнение элементов орбит полученных в НИИ НАО и NORAD

	Эпоха	Наклонение [°]	Долгота восходящего узла [°]	Эксцентриситет	Аргумент перигея [°]	Среднее движение [оборотов в день]
НАО	7102,906	64,804	230,858	0,70027	268,851	2,0055
NORAD	7102,913	64,853	230,997	0,70063	268,790	2,0064
НАО - NORAD	-0,007	-0,049	-0,139	-0,0003	0,0607	-0,0009

Навигационные ИСЗ

Из-за высокой скорости навигационные ИСЗ, можно наблюдать лишь на телескопах оснащенных системой сопровождения. Применение комбинированного метода наблюдений с поворотной платформой позволило наблюдать этот вид спутников при неподвижном телескопе. На телескопе САК в одной точке наблюдения получаются 2 кадра с экспозицией 10-20 сек. В таблице 3 приведены сравнение с каталогом NORAD элементы орбит спутника NAVSTAR 19 (20533) наблюдавшимся в НИИ "НАО" 18 апреля 2007г.

Таблица 3. Сравнение элементов орбит полученных в НИИ НАО и NORAD

	Эпоха	Наклонение [°]	Долгота восход. узла [°]	Эксцентриситет	Аргумент перигея [°]	Среднее движение [оборотов в день]
НАО	7108,90	53,773	141,128	0,004242	95,627	1,910172
NORAD	7108,32	53,767	141,241	0,004002	96,524	1,910384
НАО - NORAD	0,58	0,006	-0,112	0,00024	-0,897	-0,00021

Быстродвижущиеся астероиды

В связи с обострившимся вопросом астероидной опасности в настоящее время одной из самых важных наблюдательных задач является наблюдение астероидов сближающихся с Землей.

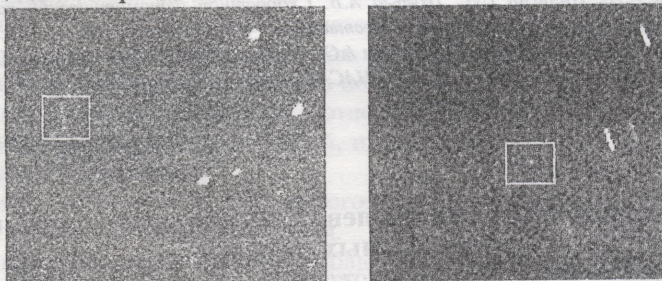


Рис.2а Без использования поворотной платформы.

Рис.2б С использованием поворотной платформы.

Так как в перигее АСЗ имеют значительную эфемеридную скорость наблюдение их классическим методом с длинными экспозициями невозможно – изображение АСЗ вытягивается в направлении движения объекта (рис. 2 а). Наблюдение комбинированным методом на телескопе САК позволяет получать точечное изображение объекта с экспозицией = $170 \cdot \cos(\delta)$. Для отработки методики наблюдения был выбран АСЗ 2007dt103 с параме-

грамми представленными в табл.4. Проведены пробные наблюдения на неподвижном телескопе в режиме переноса заряда с (рис 2b) и без применения поворотной платформы (рис 2a), экспозиция 170 сек.

Таблица 4. Параметры наблюдаемого астероида.

Дата и время (UTC)	Звездная величина	Видимое движение по RA ("/min)	Видимое движение по DE ("/min)
03.08.2007 20.583	14.1	-3.7	-12.4

Выводы

Использование поворотной платформы и режима синхронного переноса заряда позволяют существенно увеличить проникающую способность при наблюдении ИСЗ на неподвижном телескопе малой апертуры. Комбинированный метод наблюдения может эффективно использоваться для наблюдения спутников с любым типом орбиты, а также астероидов сближающихся с землей. Получаемые результаты астрометрического характера сопоставимы с наблюдением в режиме сопровождения цели, однако его внедрение значительно дешевле по сравнению с оснащением телескопа системой абсолютного сопровождения, способной прецизионно работать в широком диапазоне скоростей.

Литература

1. Kovalchuk A., Shulga A., Martynov M. Combined CCD observational method of GSS / Extension and connection of reference frames using ground based technique. // Nikolaev, 2001. — P. 199–205.
2. Ковальчук А.П., 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. // М. : ИНАСАН, 2000. — С. 361–371.
3. <http://www.space-track.org/perl/login.pl>

Программное обеспечение телевизионной системы наблюдения метеорных событий

Расхожев В.Н.

Воронежский государственный университет, Воронеж
raskhozhev@phys.vsu.ru

Разрабатываемая программа анализирует файлы формата *.avi, сформированные телевизионной системой в процессе наблюдений. Анализ проводится в два этапа — определение среднего уровня шумов и собственно обнаружение новых ярких точек. Работоспособность программы испытывалась на тестовых файлах и файлах результатов реальных наблюдений. Время анализа превышает время наблюдения примерно в два раза, объем информации для визуального анализа уменьшается на порядок.