

¹Єпішев В.П., ¹Найбауер И.Ф., ¹Кудак В.И., ¹Періг В.М., ¹Барна И.В.,
²Молотов И.Е., ²Сатовский Б.Л., ³Куприянов В.В.

Контроль геостационарной орбиты с пункта Дереновка, Закарпатье

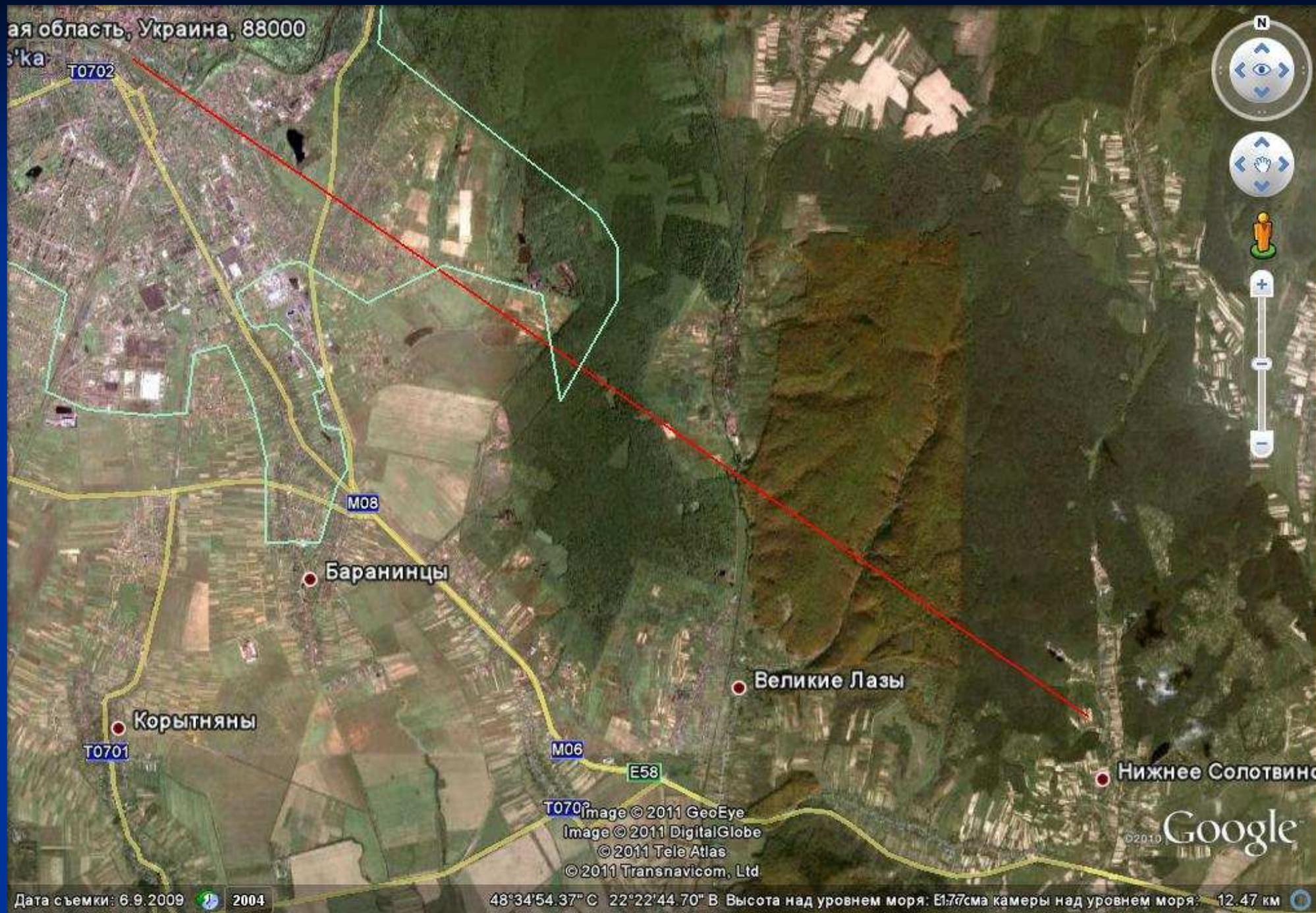
¹ Ужгородский национальный университет

² Институт прикладной математики РАН

³ ГАО РАН

В 15 км от г.Ужгорода, в рамках проекта ПулКОН, установлен телескоп Takahashi VRC-250M с ПЗС приемником для наблюдений геостационарных объектов.

Сотрудниками Лаборатории космических исследований УжНУ произведена установка всех компонентов системы и в конце 2010 года получены первые координатные измерения ГСС с нужной точностью.



**Телсекоп
“Takahashi
BRC-250M”
на треноге**



Основные технические характеристики телескопа

- $D=250$ мм, $F=1268$ мм, $F / D= 1:5$
- Телескоп установлен на экваториальную монтировку WS-180, которая оснащена шаговыми двигателями и электронной системой управления “A&I GOTO SYSTEM”. Даная система позволяет управлять телескопом с помощью ПК под управлением модулей ASCOM и EQMOD.
- На телескопе установлен 6-ти мегапиксельный ПЗС-приемник Arcee Alta U9 (3072 x 2048) с размером пикселя 9 микрон.
- Угловой размер пикселя 1.46”
- Поле телескопа составляет 75 x 50 угловых минут
- Для точной часовой привязки используется GPS-приемник “Trimble Resolution-T”.

Для проведения наблюдений и их обработки установлен комплект программного обеспечения, разработанный в сети ПулКОН.

Комплект состоит из :

программы “CHAOS” для управления телескопом с помощью интерфейсов ASCOM и EQMOD.

- программы “APEX-II” для обработки полученных кадров с геостационарными объектами, определения координат КА, расчета эфемерид для наблюдений
- программы AssuTime для точной часовой привязки с помощью GPS-приемника.

Нами написана дополнительная программа которая помогает формировать из ЦУ object.list для ХАОСа

Первые результаты

К концу 2010 года было проведено выставление осей экваториальной монтировки телескопа, установлена ПЗС-камера в фокальной плоскости телескопа с помощью изготовленного переходника. К сожалению обнаружилось проблемы с привязкой времени и ушло еще некоторое время на решение этой проблемы

26 ноября 2010 года были получены первые результаты наблюдений ГСО с приемлемой точностью, как по положению так и по времени. Внутренняя ошибка определения положения геостационарных ШСЗ не превышает 0.5-0.8 угловых секунд.

К концу 2011 года система успешно работает.

Оценка предельной звездной величины

- По результатам наблюдений ГСО нами была проведена оценка предельной звездной величины, которую можно зафиксировать данным инструментом.
- Выбранный нами геосинхронный спутник 95009 менял свой блеск в достаточно широком диапазоне звездных величин, почти 5^m . При обработке результатов наблюдений, которые приведены в таблице далее, было найдено несколько кадров, на которых изображение спутника ели выделялось над фоном. Таким образом этот спутник идеально подходил для оценки предельной звездной величины телескопа.
- Можно утверждать что на телескопе “Takahashi BRC-250M”, с использованием матрицы “Alta Apogee U9”, при хороших погодных условиях и экспозиции 15-20 секунд возможно успешно наблюдать объекты до 16^m .

Выбранные результаты наблюдений ГСС 95009 на телескопе «Takahashi»

№	Дата	UT	m	α°	δ°	$t_{\text{ЭКСП}}$ (с)	λ°	i°
1	01-03-2011	19 ^h 59 ^m 48 ^s	15.1	7.20	-6.32	20	10.30	1.28
2	01-03-2011	20 ^h 01 ^m 21 ^s	16.9	7.23	-6.31	20	10.30	1.28
3	01-03-2011	21 ^h 49 ^m 58 ^s	15.2	9.02	-5.85	20	9.95	1.28
4	01-03-2011	21 ^h 50 ^m 18 ^s	14.6	9.02	-5.84	20	9.95	1.28
5	02-03-2011	21 ^h 09 ^m 41 ^s	15.7	8.07	-6.04	15	-	1.28
6	02-03-2011	21 ^h 11 ^m 35 ^s	17.2	8.08	-6.04	15	-	1.28
7	02-03-2011	21 ^h 12 ^m 00 ^s	13.2	8.09	-6.03	15	-	1.28
8	02-03-2011	21 ^h 12 ^m 25 ^s	14.7	8.09	-6.03	15	-	1.28
9	02-03-2011	21 ^h 12 ^m 49 ^s	15.7	8.10	-6.03	15	-	1.28
10	02-03-2011	21 ^h 16 ^m 16 ^s	12.0	8.16	-6.02	15	-	1.28
11	02-03-2011	21 ^h 17 ^m 27 ^s	15.3	8.18	-6.01	15	-	1.28
12	02-03-2011	21 ^h 18 ^m 28 ^s	15.2	8.19	-6.01	15	-	1.28



**Кадр с изображением геостационарного спутника,
экспозиция 10 секунд.**

Проблема сопровождения

- При попытках сопровождать ГСО не корректно интерпретируются скорости ведения.
- При чтении из файла эфемерид часового угла, вместо прямого восхождения, результат все равно не удовлетворяющий
- Ждем нового ПО “FORTE” в котором возможно удастся исправить эту проблему

Примеры сопровождения ГСО



Рис 2. Сопровождение при считывании RA

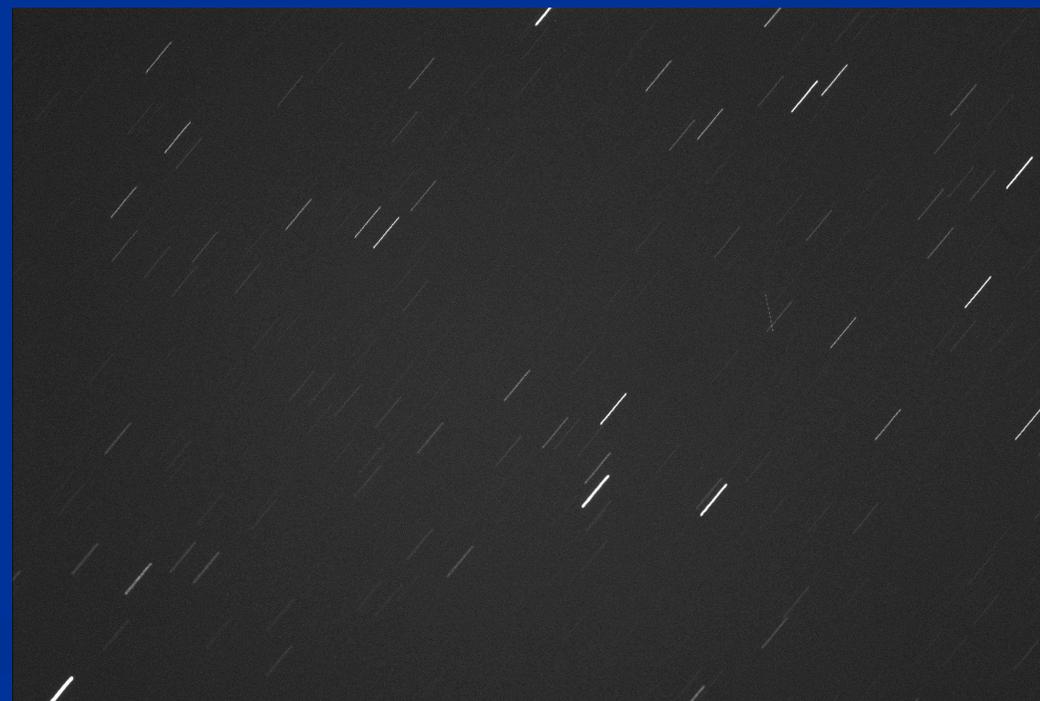
HA_RATE = 887.3647 / [arcsec/s]

DEC_RATE = 0.3227099 / [arcsec/s]

Рис 3. Сопровождение при считывании HA

HA_RATE = 0.2679634 / [arcsec/s]

DEC_RATE = -3.276261 / [arcsec/s]



- В результате проведенных на телескопе наблюдений в первом квартале 2011 года получено экваториальные координаты 4083 положений ГСО. Ночей - 12
- Во втором квартале 2011 года - 10356 положений. Ночей – 18
- В третьем квартале 2011 года – 10209. Ночей – 16.
- Думаю что при регулярных наблюдениях выйдем на уровень 20-25 ночей за квартал

Итоги

В данный момент успешно проводятся наблюдения ГСС

Есть ряд моментов которые требуют доработки и усовершенствования, такие как:

- Точное фокусирование телескопа (сейчас FWHM объектов = 5-6", нужно хотя бы 3"). Есть перекося вторичного зеркала что усложняет фокусировку.
- Пока что у нас нет возможности сопровождать движущиеся ГСО. ПО или система «A&I GOTO SYSTEM» не правильно интерпретируют скорость ведения
- Управление телескопом не всегда на 100% надежное, особенно при переходе через меридиан

Спасибо за внимание