

Некоторые особенности организации наблюдений объектов ГСО в СОН “Архыз”

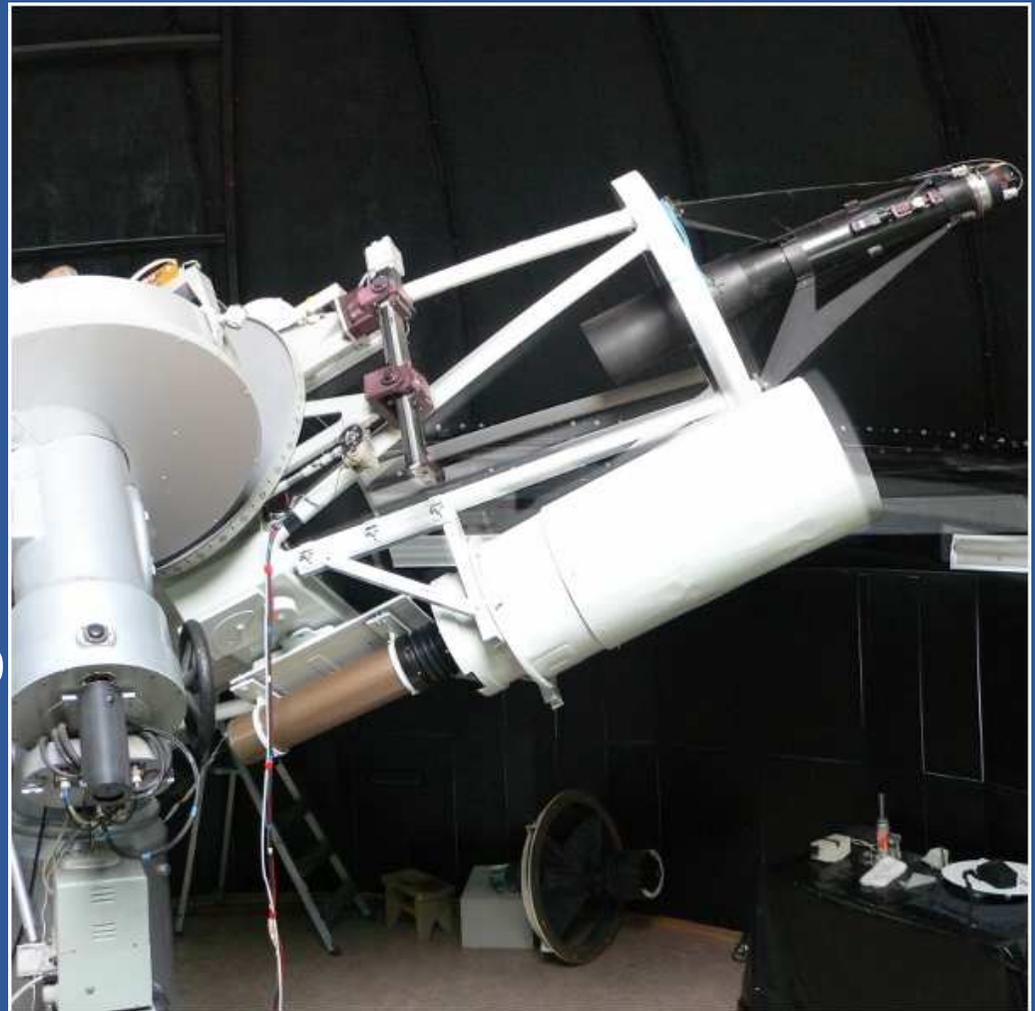
С.Ф.Бондарь, Е.В.Каткова, Д.А.Терентев

Долгота = $41^{\circ} 25' 53''$ Е
Широта = $43^{\circ} 38' 59''$ N
Высота = 2065 м.

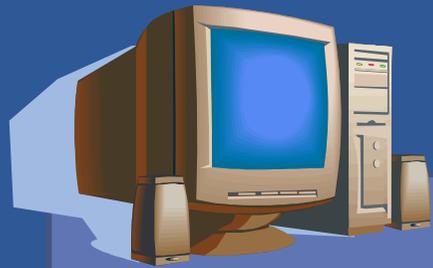
Станция оптических наблюдений “Архыз”.

Цейсс-600:

Диаметр зеркала: 600 мм.
Фокусное расстояние
(с корректором) : 2.4 м
Приемник: 2 ЭОПа + ПЗС
(Спецтелетехника, Sony ICX 285)
Формат изображения: 1380 x 1040
Поле зрения: $41' \times 31'$
Проницание: 17.5 mag



Управление Цейсс-600



1. Подготовка данных
2. Карта объектов
3. Идентификация объектов
4. Работа с каталогом

измерения



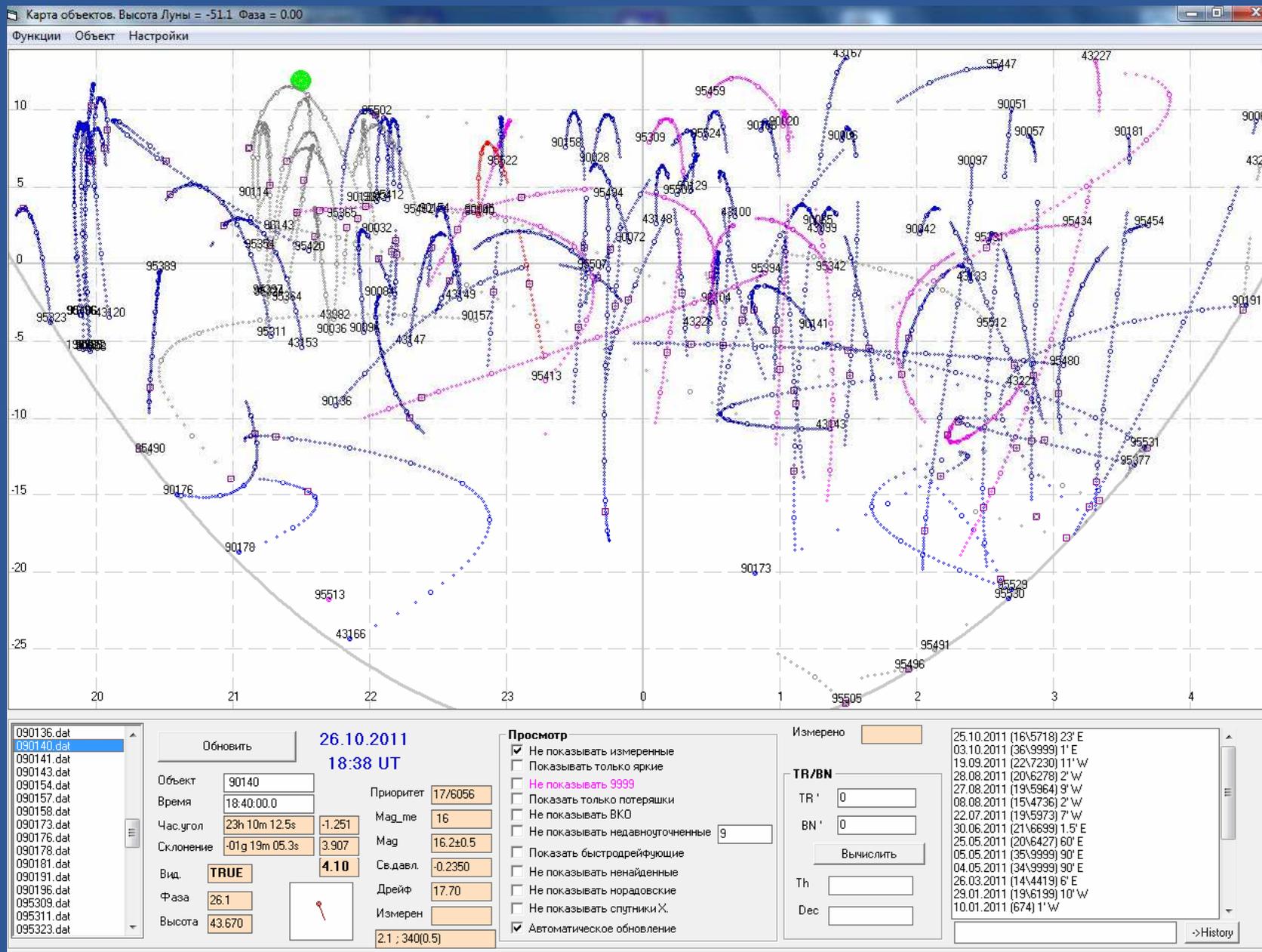
1. Получение видеопотока
2. Обнаружение и измерение

+ Управление приводами
+ Управление фокусировкой

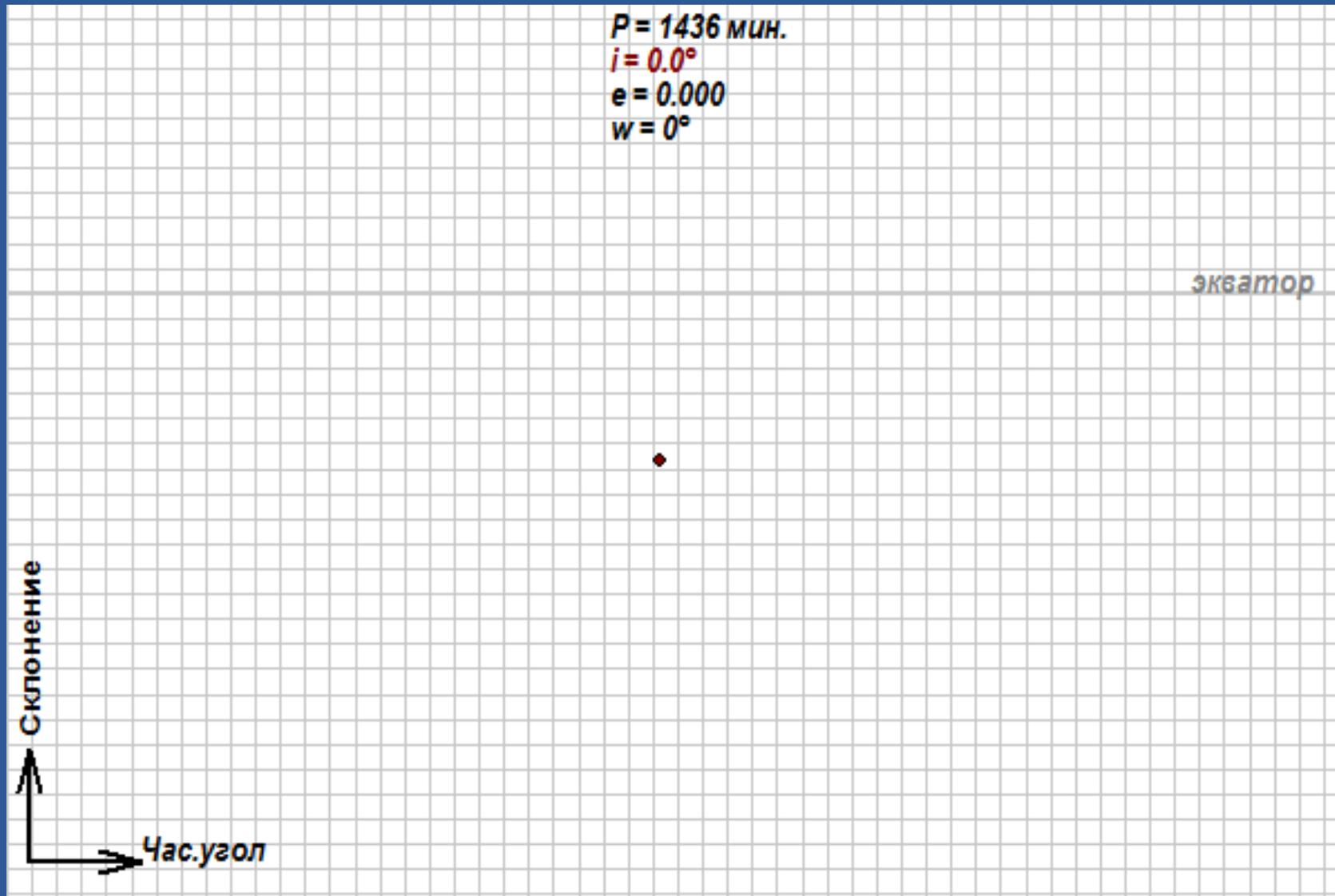
Оператор



Визуализация карты объектов



Видимые траектории объектов ГСО.



Поиск вдоль траектории

Способы вычисления положения объекта при гипотетической ошибке по времени dt в момент T :

Метод 1 : Арифметический

Часовой угол в момент T для ошибки dt

$$ha(T, dt) = ha(T) - \frac{dt}{\cos\{\delta(T + dt)\}} \approx ha(T) - dt$$

Склонение в момент T для ошибки dt

$$\delta(T, dt) = \delta(T + dt)$$

Метод 2 : Орбитальный

Топоцентрический вектор объекта в момент T для ошибки dt

$$\vec{\rho}(T, dt) = \vec{r}(T + dt) - \vec{R}_{obs}(T)$$

$\vec{r}(T + dt)$ – геоцентрический вектор объекта в момент $T + dt$

$\vec{R}_{obs}(T)$ – геоцентрический вектор наблюдателя в момент T

$$\vec{\rho}(T, dt) \rightarrow \alpha, \delta \rightarrow ha, \delta$$

Метод 3 : Проективный

\vec{r}, \vec{v} – геоцентрические вектора положения и скорости ИСЗ

\vec{R} – геоцентрический вектор пункта наблюдения

\vec{i} – измеренный единичный вектор

$$\vec{e}_1 = \vec{r} - \vec{R} \quad \vec{e}_1 = \frac{\vec{e}_1}{|\vec{e}_1|}$$

$$\vec{e}_2 = \vec{v} - (\vec{v} \cdot \vec{e}_1) * \vec{e}_1 \quad \vec{e}_2 = \frac{\vec{e}_2}{|\vec{e}_2|}$$

$$\vec{e}_3 = \vec{e}_1 \times \vec{e}_2 \quad \vec{e}_3 = \frac{\vec{e}_3}{|\vec{e}_3|}$$

$$TR = \vec{i} \cdot \vec{e}_2$$

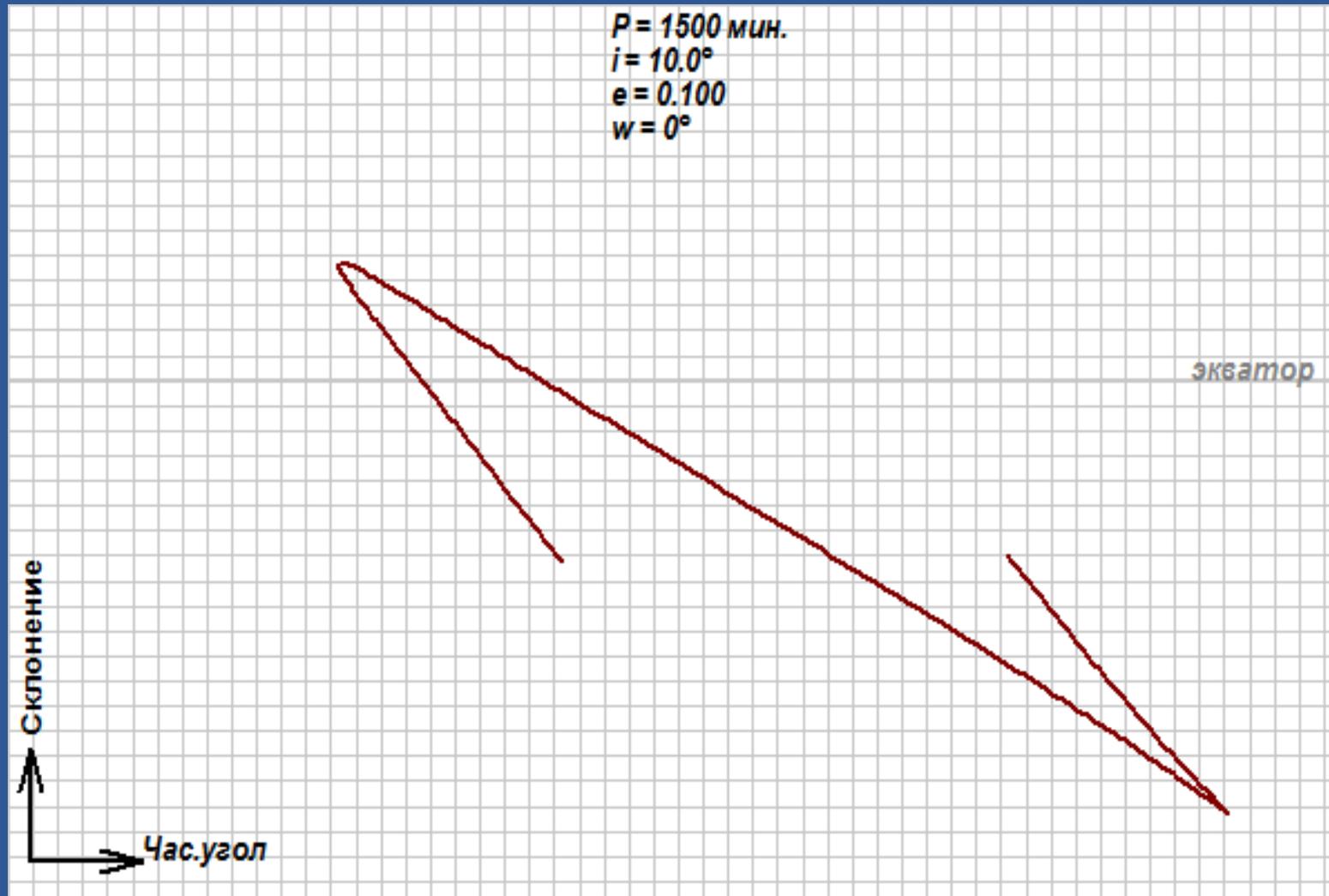
$$BN = \vec{i} \cdot \vec{e}_3$$

Обратная задача : вычисление \vec{i} по заданным TR и BN

$$\begin{pmatrix} e_{1X} & e_{1Y} & e_{1Z} \\ e_{2X} & e_{2Y} & e_{2Z} \\ e_{3X} & e_{3Y} & e_{3Z} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{1 - TR^2 - BN^2} \\ TR \\ BN \end{pmatrix}$$

$$(X, Y, Z) \rightarrow \alpha, \delta \rightarrow ha, \delta$$

Изменение положения объекта при ошибке по времени



История обнаружений.

Особенности слабых объектов ГСО, затрудняющие обнаружение:

1. Сильное изменение блеска.
2. Большие ошибки прогноза положений, обусловленные большой парусностью.

Ведение истории обнаружений полезно для осмысления ситуации

Фрагмент истории 90078

| | | |
|----------------------|--------|----------|
| 22.10.2011 (6\4733) | 14' W | |
| 03.10.2011 (19\9999) | 30' W | 13.5 mag |
| 24.08.2011 (17\9999) | 2' E | |
| 26.07.2011 (6\5961) | 20" | |
| 07.06.2011 (9\8728) | 3' W | |
| 06.06.2011 (8\7777) | 2' W | |
| 29.05.2011 (20\9999) | 20' W | |
| 27.05.2011 (18\9999) | 22' W | 16 mag |
| 09.05.2011 (10\9999) | 37' W | |
| 28.04.2011 (9\9043) | 180' W | 16.6 mag |
| 10.04.2011 (9\9212) | 1' E | |
| 10.03.2011 (7\6604) | 8' E | |
| 28.02.2011 (19\9999) | 8' E | |
| 08.02.2011 (8\8849) | 12' E | |
| 30.01.2011 (18\9999) | 5' E | |
| 29.01.2011 (17\9999) | 7' E | |

Определение первоначальной орбиты по часовой дуге измерений объекта №6 (3 октября 2011 г.)

Alerts List

6

Alert parameter

Npoints: 130

Duga [deg]: 12.31

Method

PVD

Gauss

Clear observations

Differential correction

Iteration limit condition

Start

Observation points [UT, Ra, Dec]

Alert# 6

| | | |
|-------------|-------------|--------------|
| 19:15:08.59 | 23:18:23.78 | -05:28:41.41 |
| 19:16:23.30 | 23:19:23.22 | -05:24:24.79 |
| 19:16:30.77 | 23:19:29.15 | -05:24:00.13 |
| 19:16:38.24 | 23:19:35.23 | -05:23:34.79 |
| 19:16:45.71 | 23:19:41.21 | -05:23:07.39 |
| 19:17:08.13 | 23:19:58.90 | -05:21:50.60 |
| 19:17:30.54 | 23:20:16.95 | -05:20:32.99 |
| 19:17:52.95 | 23:20:34.81 | -05:19:17.05 |
| 19:18:00.42 | 23:20:40.77 | -05:18:51.50 |
| 19:18:07.90 | 23:20:46.70 | -05:18:26.09 |
| 19:19:19.62 | 23:21:43.93 | -05:14:18.44 |
| 19:19:27.09 | 23:21:49.83 | -05:13:51.19 |
| 19:20:19.39 | 23:22:31.63 | -05:10:52.27 |
| 19:20:41.80 | 23:22:49.53 | -05:09:36.15 |
| 19:20:56.75 | 23:23:01.48 | -05:08:43.18 |
| 19:21:04.22 | 23:23:07.38 | -05:08:18.19 |
| 19:21:19.16 | 23:23:19.32 | -05:07:26.52 |
| 19:21:34.10 | 23:23:31.28 | -05:06:34.30 |
| 19:21:49.04 | 23:23:43.16 | -05:05:41.98 |
| 19:21:56.52 | 23:23:49.26 | -05:05:15.98 |

O-C [arc.sec]

| | |
|-------|-------|
| -1.28 | -0.82 |
| 0.39 | -0.30 |
| 0.80 | 0.76 |
| -1.02 | 1.14 |
| -1.35 | -0.54 |
| 1.42 | -0.16 |
| -1.14 | -0.60 |
| -0.81 | 0.63 |
| -0.92 | 0.81 |
| -0.40 | 1.13 |
| -0.24 | 0.50 |
| 0.82 | -1.01 |
| 0.14 | 0.23 |
| 0.23 | 1.33 |
| -0.04 | -0.15 |
| 0.97 | 0.60 |
| 1.04 | 0.42 |
| 0.73 | -0.31 |
| 1.63 | -1.14 |
| -0.28 | -1.39 |
| -0.95 | -1.58 |
| -0.58 | -0.16 |
| 1.79 | 0.48 |
| 0.35 | 1.36 |
| -1.18 | -0.85 |

dRA: 0.00 0.94
dDEC: 0.00 0.91

Circle orbit

a = 46957.567
i = 14.305953
Om = -12.652094
Per[min] = 1687.787036
MD = 55837.8225528

Elliptic orbit

ORBIT

a = 41772.891
e = 0.106233
i = 14.628645
Om = 346.764739
w = 157.516003
u = 8.400900
Per[min] = 1416.123281
MD = 55837.8225528

Sko for clear [asec]: 10.0

Eps for differential [km]: 0.001

Middle O-C minimal [asec]: 0.02

Maximal iteration: 200

Differential circle orbit

Изменение первоначальной орбиты при накоплении измерений объекта № 6 в течение ночи

| Дуга (часы) | Период (минуты) | Наклон (градусы) | Эксцентриситет | ДВУ (градусы) | Арг. пери г. |
|-------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| 1.0 | 1416.12 | 14.6286 | 0.106233 | 346.7647 | 157.5160 |
| 2.4 | 1423.91 | 14.6276 | 0.103898 | 346.7890 | 156.6124 |
| 3.3 | 1422.13 | 14.6281 | 0.104388 | 346.7837 | 156.8547 |
| 4.5 | 1422.27 | 14.6281 | 0.104357 | 346.7842 | 156.8331 |
| 5.5 | 1422.21 | 14.6281 | 0.104365 | 346.7840 | 156.8456 |

Впоследствии объект получил номер 95523

Часовой дуги, как правило, недостаточно.

Список литературы.

1. Частная переписка с З.Н.Хуторовским.
2. “Алгоритмы метода параметров видимого движения для определения орбит ИСЗ”, А.А.Киселев, О.П.Быков, Л.И.Ягудин.
3. Рабочая библиотека СОН “Архыз” (53 наименования).

Спасибо за внимание.

