

# Некоторые особенности организации наблюдений объектов ГСО в СОН “Архыз”

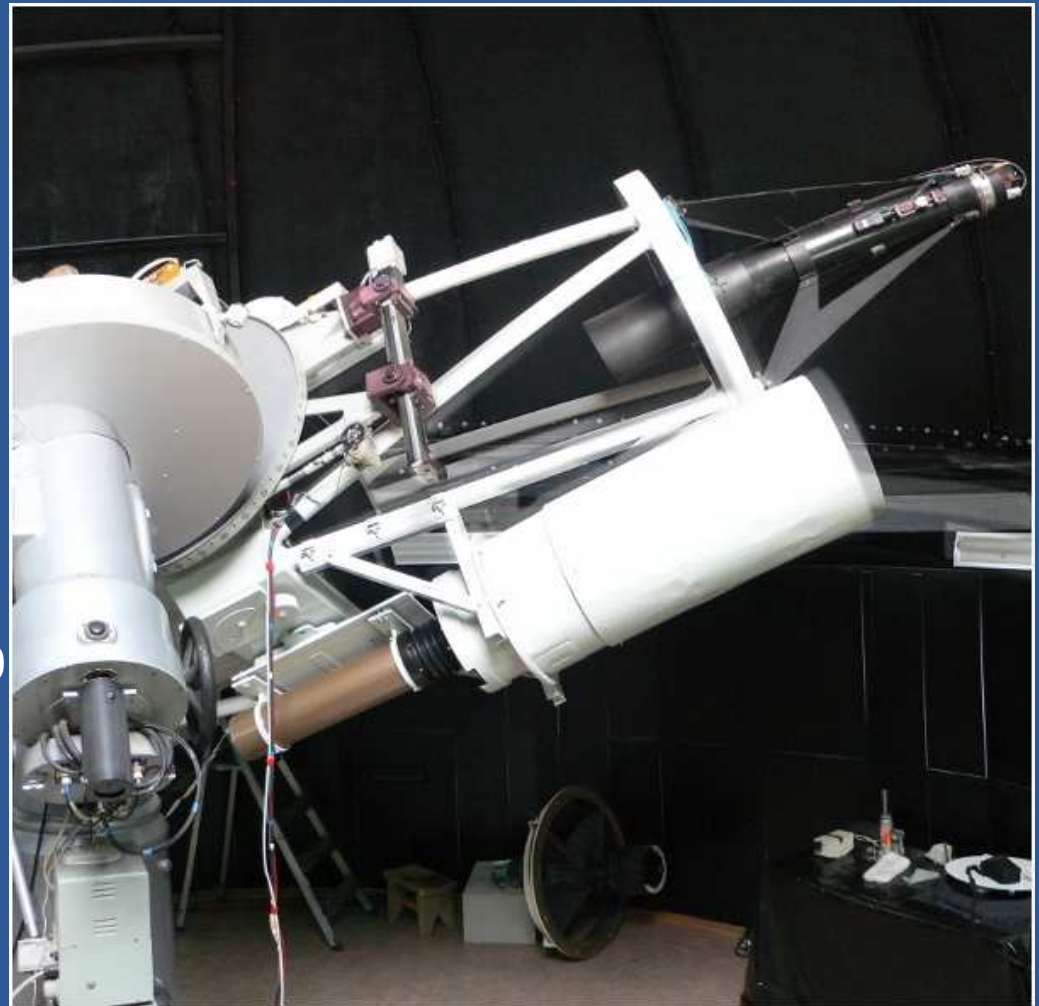
С.Ф.Бондарь, Е.В.Каткова, Д.А.Терентев

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

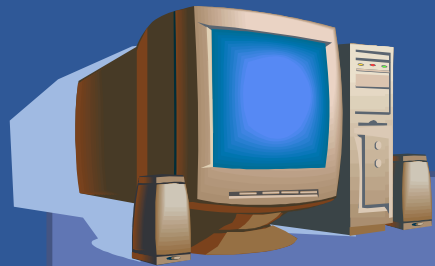
## Станция оптических наблюдений “Архыз”.

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



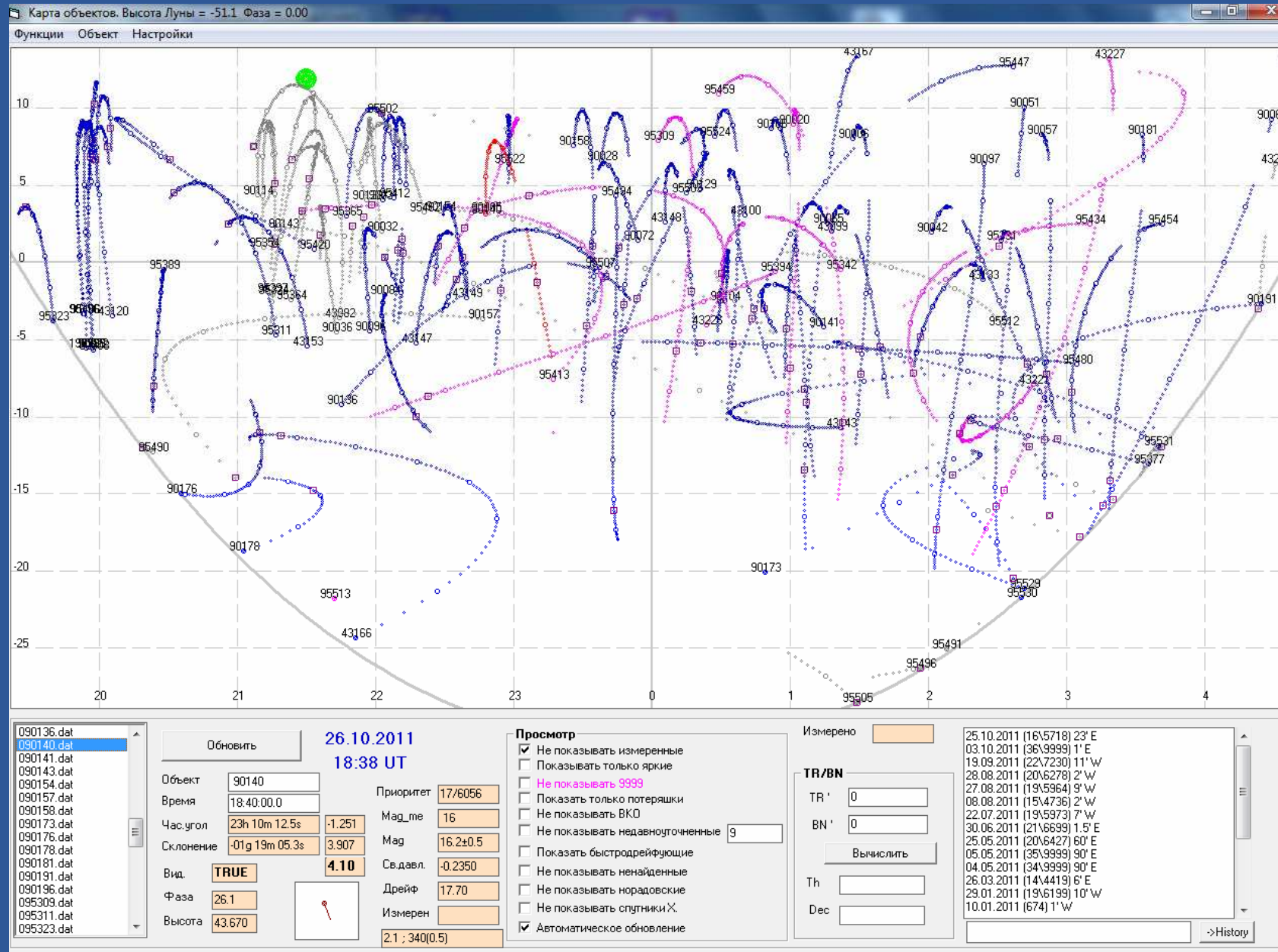
1. Получение видеопотока
2. Обнаружение и измерение

+ Управление приводами  
+ Управление фокусировкой

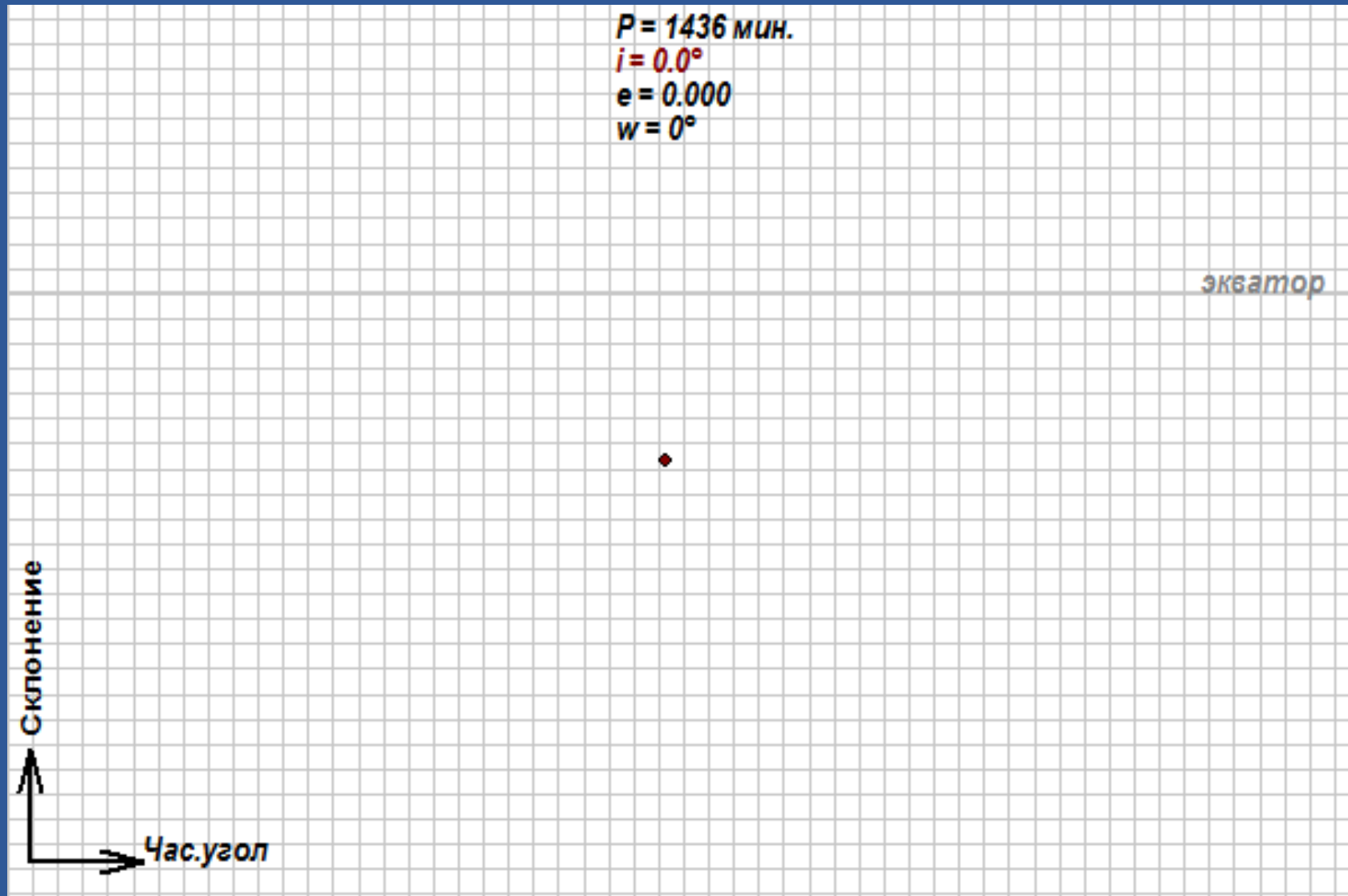
Оператор



# 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

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

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

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

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

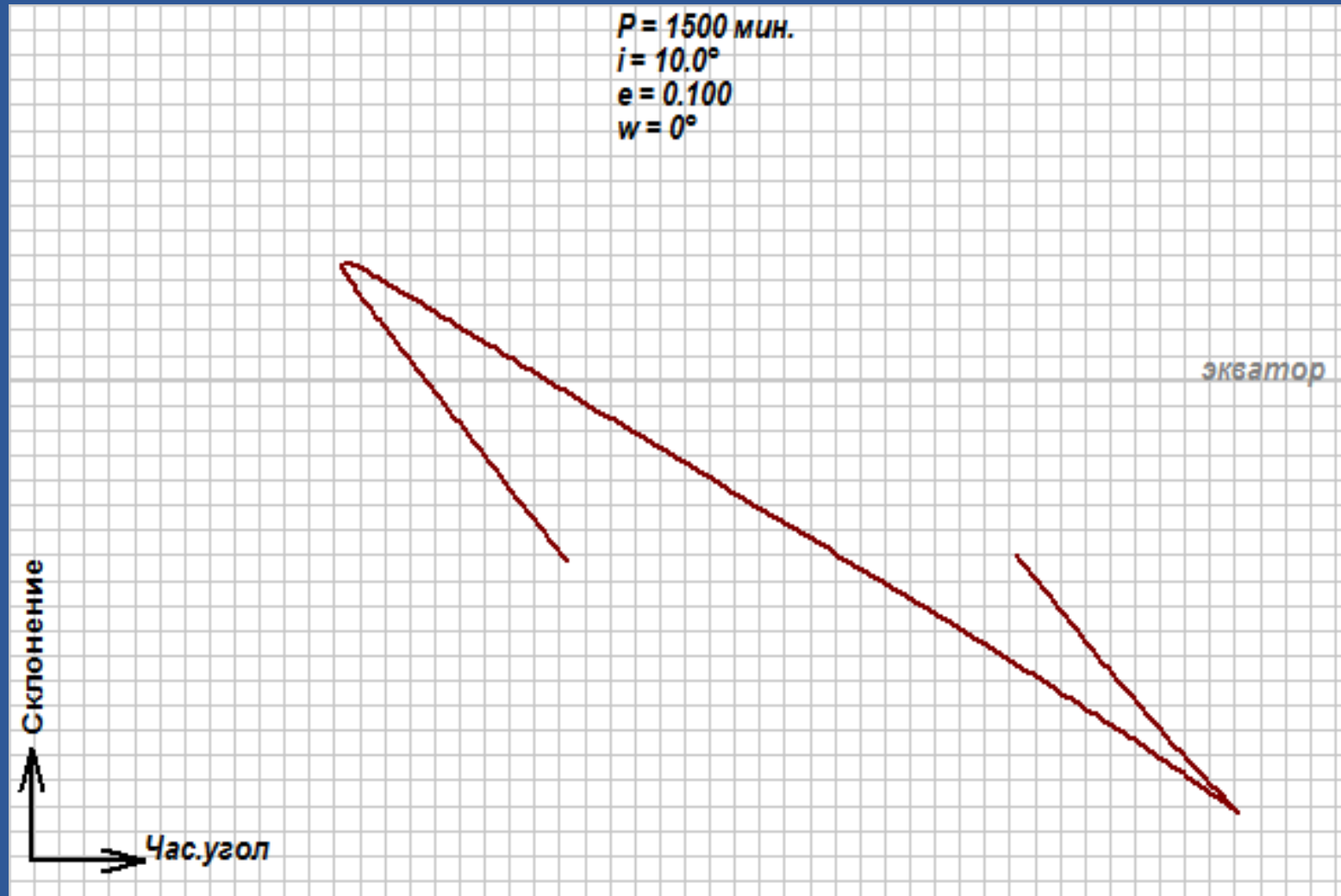
$$BN = \vec{i} \cdot \vec{e}_3$$

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.)

D:\First\okt3\part1.tc

File

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

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

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

## 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.

