

Дэлхий орчмын жижиг биетийн гэрлийн
муруйг загварчлах

ШУТИС-КТМС

Т.Баярбат (SE09E008)

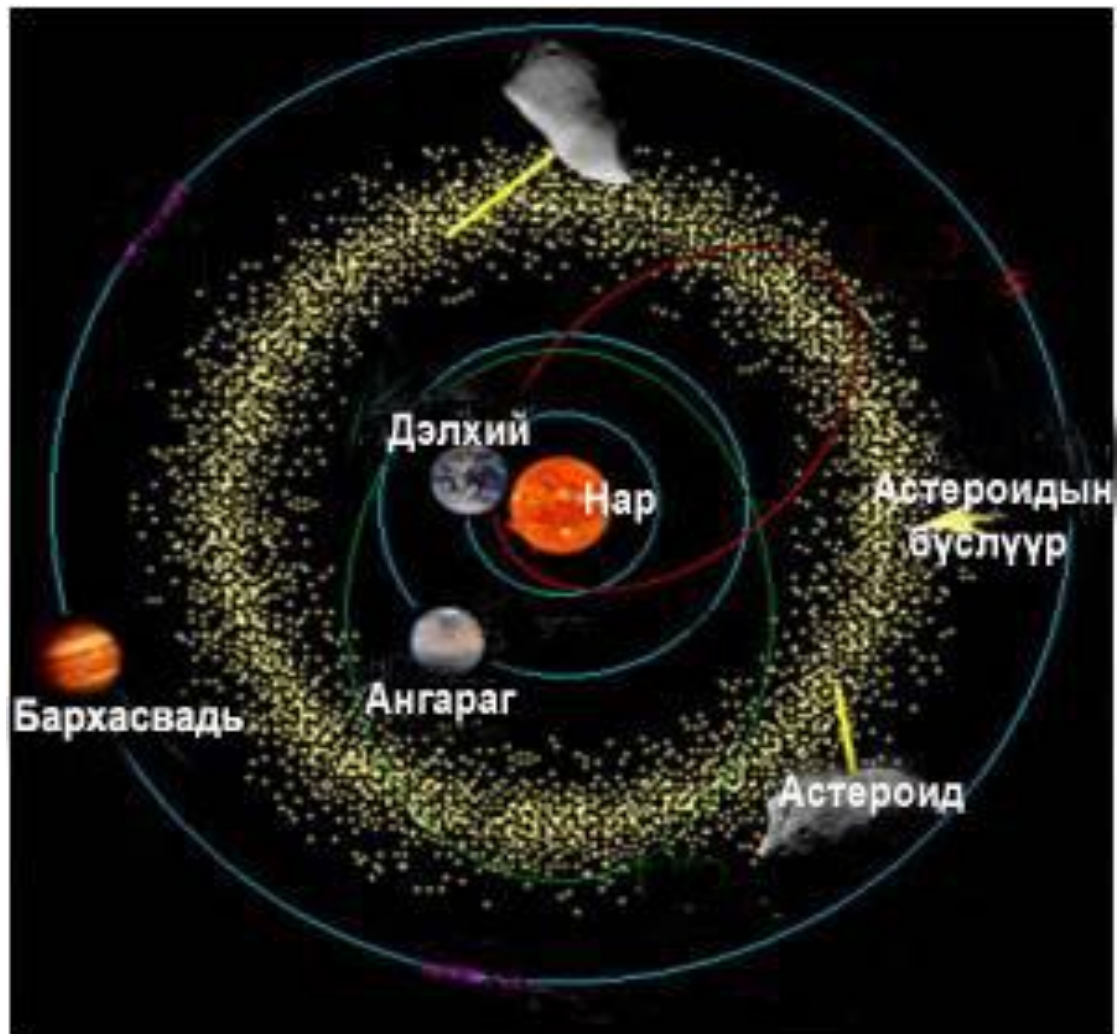
Удирдагч Ч. Эрдэнэбат

Улаанбаатар 2011

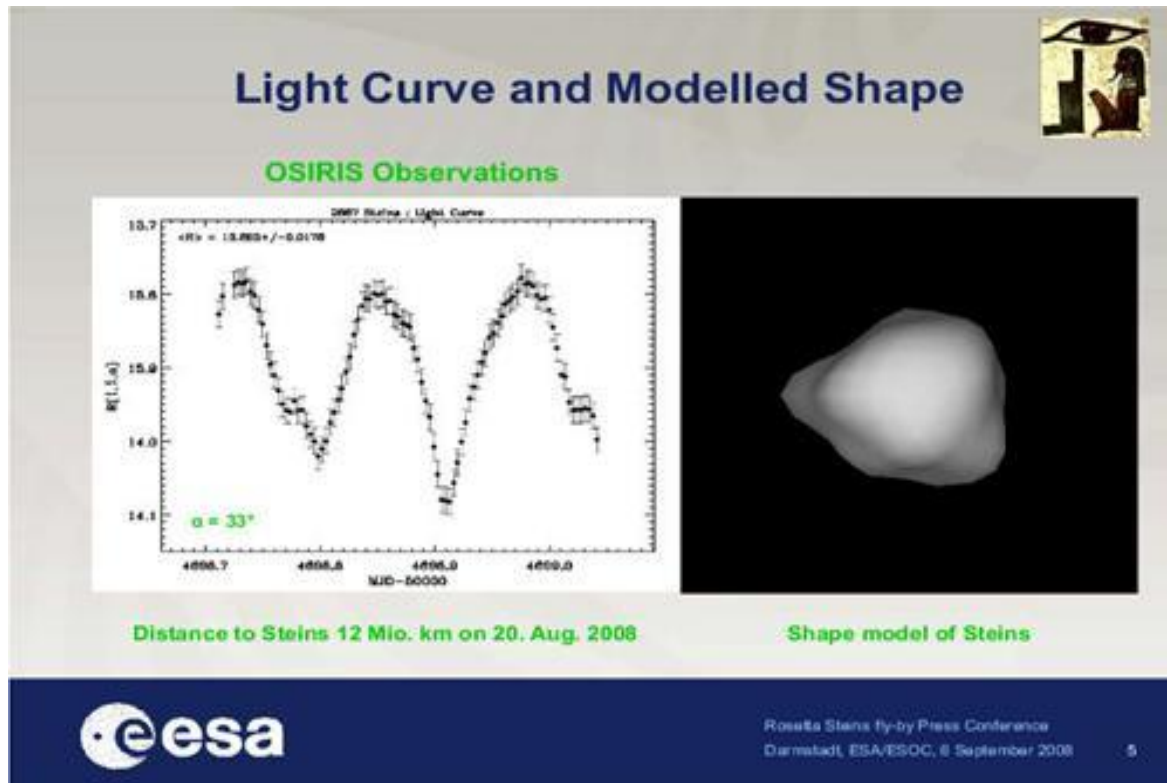
Агуулга

- Судалгааны ач холбогдол
- Гэрлийн муруйг загварчлах
- Судалгааны объектийн математик загвар
- Гэрлийн муруйг загварчлах арга алгоритм
- Програмын ерөнхий алгоритм
- Програмын дэлгэцийн зохиомж
- Үр дүн
- Дүгнэлт
- Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

Астероидын бүслүүрийн зураглал [1]



Гэрлийг муруйг загварчлах



Өгөгдсөн гэрлийн муруйн хэлбэрт анализ хийх замаар тухайн биетийн талаар чухал мэдээллүүдийг олж авах боломжтой . [2]

Сэдвийн олон улсад судлагдсан байдал

Сэдвийн олон улсад судлагдсан байдалуудыг ерөнхийд нь нэгтгээд авч үзвэл. Астероидын ердийн гэрлийн муруй эргэлтийн үедээ хоёр хос экстремумтай (хоёр максимум, хоёр минимум) байдаг чанарыг үндэслэн ихэнх астероидын хэлбэрийг ойролцоогоор гурван тэнхлэгт эллипсоидоор загварчилж болох юм гэж үздэг [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Судалгааны объектийн математик загвар

Аспектын өнцөг θ , астероидын эклиптик координат λ, β ба туйлын координат λ_0, β_0 –уудын харьцаа дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ. [5]

$$A(\theta) = 1,25 \lg \left[\frac{(b/c)^2 \cos^2 \theta + \sin^2 \theta}{(b/c)^2 \cos^2 \theta + (b/a)^2 \sin^2 \theta} \right] + \beta_A \alpha$$

β_A – фазын өнцгийн 1° -д өөрчлөгдөх амплитудын өөрчлөлт.

$$\cos \theta = \sin \beta \sin \beta_0 + \cos \beta \cos \beta_0 \cos(\lambda - \lambda_0)$$

Судалгааны объектийн математик загвар

$\theta=90^\circ$ (экваторийн аспект) үед амплитуд хамгийн их байх бөгөөд хоёр хагас тэнхлэгийн харьцаа b/a ийн анхны дөхөлтийг олно. $A(90^\circ) = A_{\max} = -2,5 \lg(b/a)$

Астероидын экваторын аспект ($\theta=90^\circ$) ба туйлын аспект ($\theta=0^\circ$) дахь гэрэлтэлтийн муруйн максимум одны хэмжигдхүүнүүдийн ялгавараас c/b ийн анхны дөхөлтийг олно. $V_0(90^\circ) - V_0(0^\circ) = -2,5 \lg(c/b)$

$$V_0(\theta_1) - V_0(\theta_2) = 1,25 \lg \left[\frac{b^2 \cos^2 \theta_2 + c^2 \sin^2 \theta_2}{b^2 \cos^2 \theta_1 + c^2 \sin^2 \theta_1} \right]$$

Гэрлийн муруйг загварчлах арга алгоритм

Хагас тэнхлэгүүдийн харьцаанууд ба туйлын координат тодорхойлох процедурын гол санаа нь дээрх тэгшитгэлүүдээс тооцоолж гаргасан амплитуд ба одны хэмжигдхүүнүүдийн ажиглалтынхаас хазайсан хазайлтыг хамгийн бага болгож, улмаар a , b , c ба λ_0 , β_0 –ийн зохих утгуудыг сонгож авахад оршино.

Сидерик үе тооцоход ашиглагдах параметрууд

λ – астероидын эклиптик координат (уртрагийн өнцөг)

β – астероидын эклиптик координат (өргөрөгийн өнцөг)

L_S – нар тусаж байгаа цэгийн тусгалийн тоон утга

r – Дэлхийгээс астероид хүртэлх зай

R – Дэлхийгээс нар хүртэлх зай

α – Фазын өнцөг

$\lambda_S = \lambda + \pi$ – нарны эклиптик уртраг

$\beta_S = -\beta$ – нарны эклиптик өргөрөг

λ_{SE}, β_{SE} – газарт тусах цэгийн эклиптик координат

λ_{SS}, β_{SS} – наранд тусах цэгийн эклиптик координат

λ_0, β_0 – астероидын туйлын координатууд

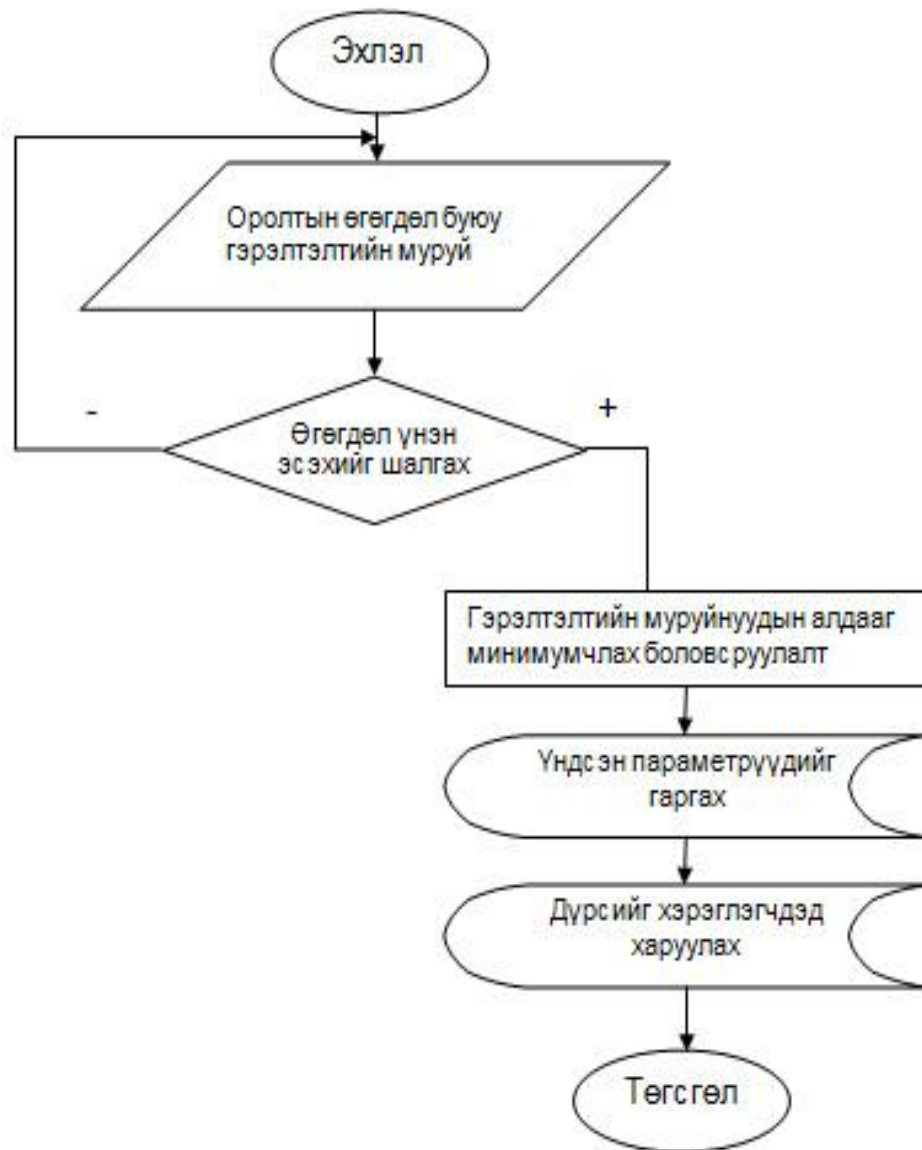
Сидерик үе олох алгоритмын псевдокодын хэсэг

```
 $\Delta_j \leftarrow |\Delta_j| \text{ endif}$   
 $per \leftarrow x_{\varepsilon}$   
 $\bar{\Delta}_j \leftarrow \text{round}(\Delta_j/per)$   
 $a\_const \leftarrow x(const)$   
 $T \leftarrow 365.25a\_const\sqrt{a\_const}$   
 $\bar{\Delta}_j \leftarrow [\Delta_j/T]$   
 $g_j \leftarrow \bar{\Delta}_j + \bar{\Delta}_j + \Delta_{SB_j}/2\pi$   
 $divf_j \leftarrow \Delta_j g_j$   
 $\text{end for}$   
 $P_{sid} \leftarrow \frac{1}{24} \sum_{j=1}^l divf_j / \sum_{j=1}^l g_j$   
 $\text{return}(P_{sid})$ 
```

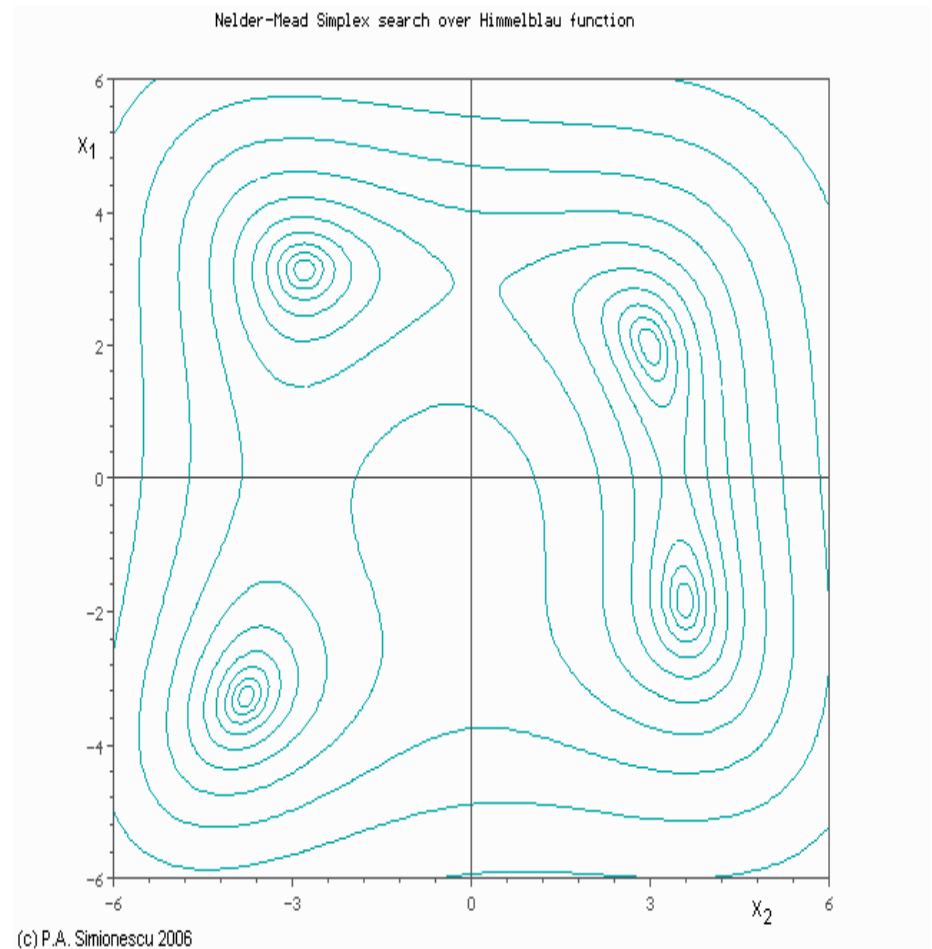
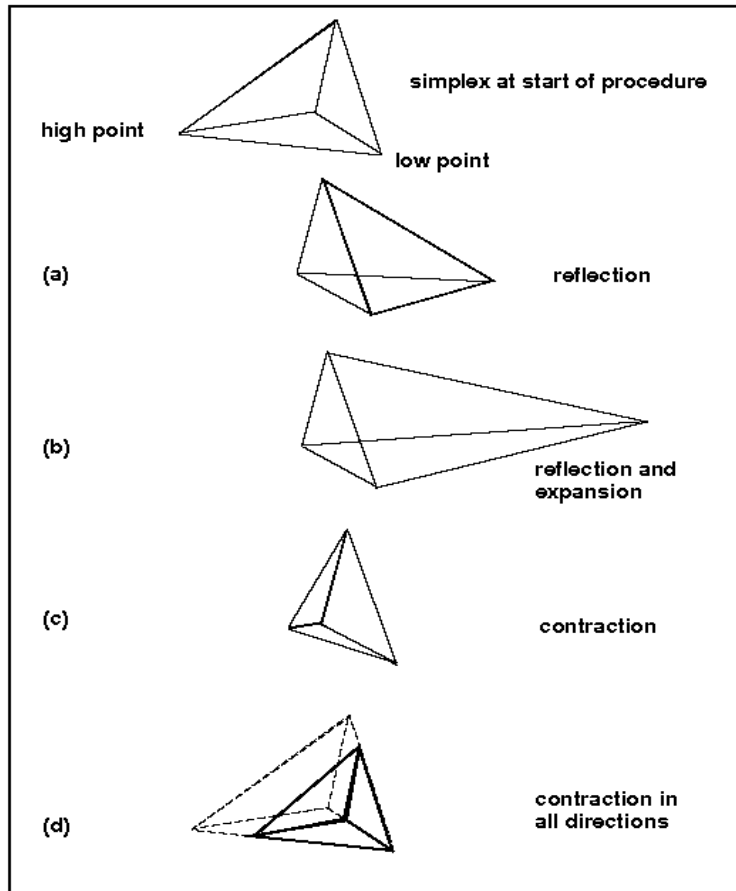
Өгөгдөл

3393.1617 342.0 -29.1 11.1 0.15 7.86 150.404 1.6297 1.0076511
4759.2044 247.8 5.2 2.3 0.24 7.75 171.942 2.2393 1.0137954
4785.0031 242.9 3.2 10.4 0.18 8.29 144.113 2.3313 1.0166803
5228.3687 335.7 -28.7 12.2 0.16 7.86 146.875 1.6461 1.0056601
5707.1333 105.5 12.40 4.40 0.21 8 167.602 1.8072 0.9832965
8870.0222 332.4 -28.4 11.3 0.10 8.19 150.181 1.6450 1.0084053
8897.1043 328.0 -26.8 16.8 0.18 8.35 132.786 1.7483 1.00103894
9799.0919 182.3 25.1 7.2 0.10 8.26 154.854 2.4280 0.9962648
3333.0708 303.1 2.2 4.7 0.24 9.43 1.7585 164.427 1.0139491
7561.2254 77.6 -2.4 17.8 0.33 9.94 2.4012 114.045 0.9857009
7944.2042 161.6 -0.3 3.6 0.33 9.39 1.9513 169.592 0.9889770
8897.1087 359.4 -0.7 3.9 0.3 9.49 1.8167 167.832 1.0010974
9303.6317 90.4 -2.6 14.7 0.39 9.86 2.1916 131.272 0.9900595

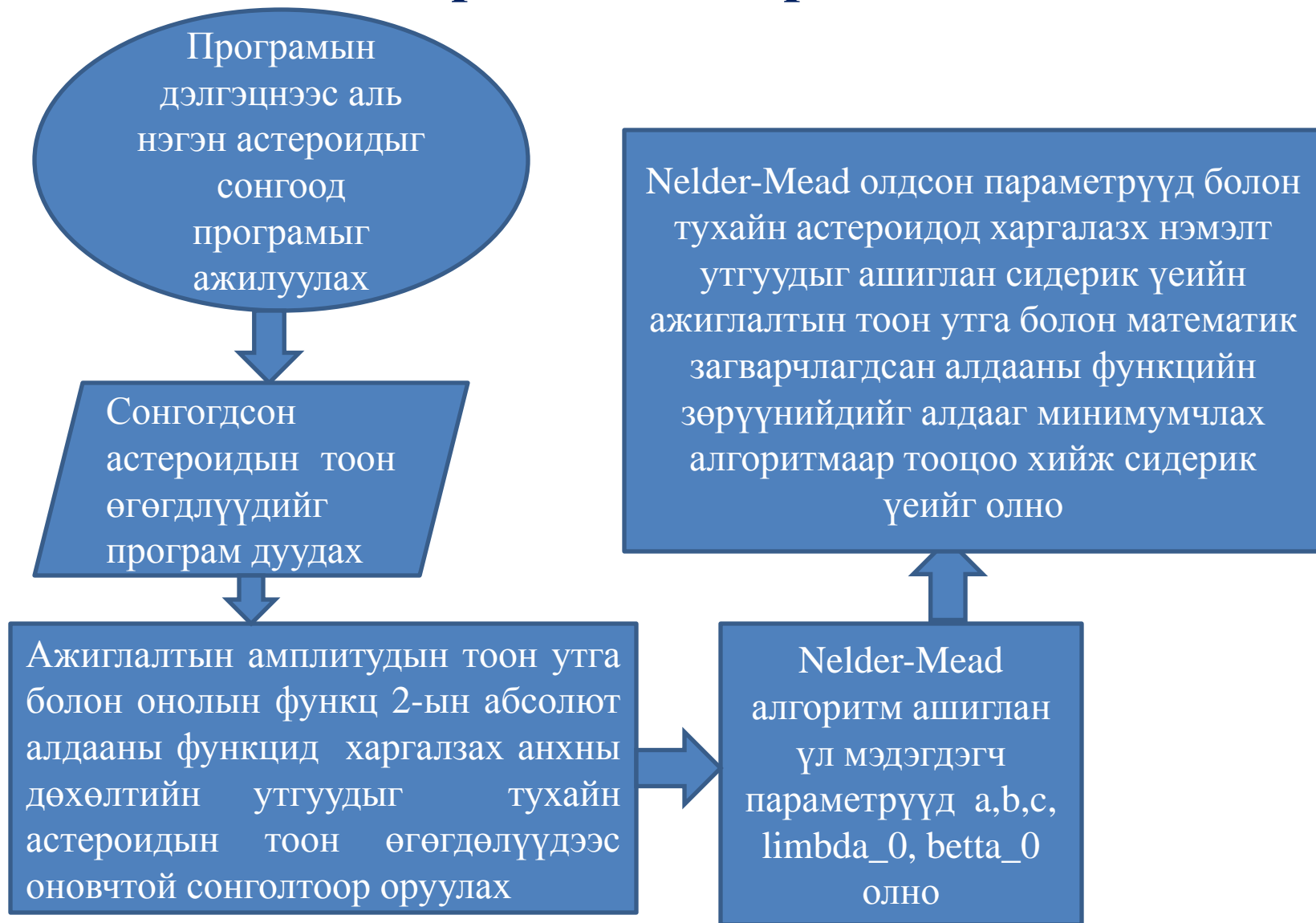
Программын ерөнхий алгоритм



Ажиглатын утгууд болон математик загварын абсолют алдааг минимумчилах алгоритм [9]



Програмын боловсруулалт хийх ажиллагааны ерөнхий алгоритм



Программын дэлгэцийн зохиомж

T.BAYARBAT (SE09E008)

Shape Determination of the Asteroid

groups

The three most important
GROUPS of near-Earth asteroids

ATEN ASTEROID GROUP

2062 Aten

APOLLO ASTEROID GROUP

1566 Icarus

AMOR ASTEROID GROUP

1122 Amor

OTHER ASTEROIDS

4954



types

The three main
TYPES of asteroids

C-TYPE ASTEROIDS

93 Minerva

S-TYPE ASTEROIDS

208 Lacrimosa

M-TYPE ASTEROIDS

75 Eurydike

OTHER-TYPES

122 Gerda

parameters

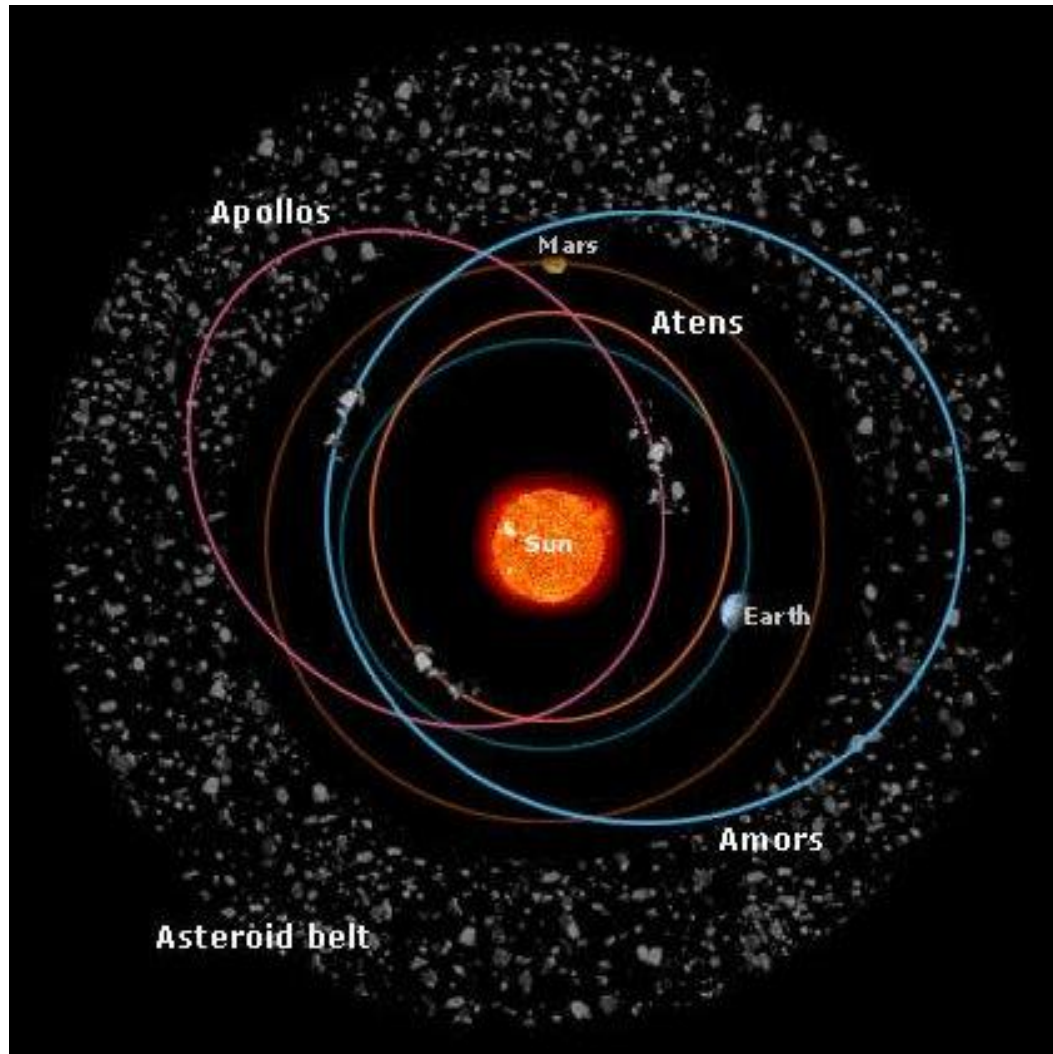
RUN

STOP

b/a= 0.85847 b/c= 8.2047 Lambda= 339.7189 gradus Beta= -3.6882 gradus

Siderial period= 0.00118908 Mean mass of asteroid= 76248e+008 kg

Asteroid-Earth distance= 51528e+008 km Asteroid-Sun distance= 9127e+008 km



Үр дүн [10,11]

нэр	a/b	b/c	L-0	B-0	P-sid	
Gerda	$1,12 \pm 0,02$	$1,45 \pm 0,02$	50 ± 15	12 ± 10	$0,445791 \pm 0,000001$	
221 Eos	$1,17 \pm 0,01$	$1,64 \pm 0,01$	170 ± 15	-20 ± 10	$0,4347473 \pm 0,0000008$	
700 Auravictrix	$1,33 \pm 0,01$	$1,34 \pm 0,01$	255 ± 30	70 ± 10	$0,249951 \pm 0,000001$	
22Kalliope	1.38 ± 0.03	1.18 ± 0.02	185 ± 6	6 ± 5	0.1728423 ± 0.0000005	

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлаараа бодож олсон үндсэн параметрүүдийг бусад судлаачдын судалгааны ажлын үр дүнтэй харьцуулахад хангалттай сайн таарч байсан. Иймээс тухайн боловсруулсан алгоритмаа Graphic User Interface (GUI) хэлбэрт оруулсан. Энэхүү програмдаа гэрлийн муруйн өгөгдлүүд нь тодорхой ажиглалтын үр дүнгээр баталгаажисан нийт 65 астероидуудыг судалж тэдгээрийг бусад судалсан судлаачдын судалгааны ажилуудтай [10, 11, 12] харьцуулсаны үндсэн дээрээс тэдгээрээс тухайн програмынхаа сонголтын категорт оруулсан.

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- 1) <http://www.cosmosmagazine.com/news/925/design-asteroid-tag-win-50000>
- 2) [http:// spacespin.org/article.php/ osiris-rosetta-light-curve-steins](http://spacespin.org/article.php/osiris-rosetta-light-curve-steins)
- 3) Barucci M.A., Fulchignoni M. Laboratory simulations of asteroid lightcurves: the effect of albedo markings and surface morphology variations // Har. Observ. Bull., (SFRJ). – 1982. – V. 6, No. 1. – P. 163–166.
- 4) Dunlap I.L. Laboratory work on the shapes of asteroids // Physical studies of minor planets / Eds. T. Gehrels. Washington: NASA, SP–267. – 1971. – P. 133–140.
- 5) Pospieszalska–Surdej A., Surdej J. Asteroid lightcurves simulated by the rotation of a three–axes ellipsoidal model // Astron. Astrophys. – 1978. – V. 66, No. 1. – P. 31–36.

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- 6) Pospieszalska–Surdej A., Surdej J. Determination of the pole orientation of an asteroid. The amplitude–aspect relation revisited // *Astron. Astrophys.* – 1985. – V. 149, No. 1. – P. 186–194
- 7) Karttunen H. Modelling asteroid brightness variations. II. The uninterpretability of light curves and phase curves // *Astron. Astrophys.* – 1989. – V. 208, No. 1. – P. 320–326.
- 8) Helfenstein P., Veverka J. Physical characterization of asteroid surfaces from photometric analysis // *Asteroids II* / Eds. R.P. Binzel, T. Gehrels, M.S. Matthews – Tuscon: Univ. Arizona Press. – 1989. – P. 557–593.
- 9) Lagarias, J.C., J. A. Reeds, M. H. Wright, and P. E. Wright, "Convergence Properties of the Nelder-Mead Simplex Method in Low Dimensions," *SIAM Journal of Optimization*, Vol. 9 Number 1, P. 112-147, 1998.

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- 10) De Angelis G, Asteroid spin, pole and shape determination, Planet, Space Sciences, 1995, V 43, No.5 pp 649-682
- 11) A. Kryszczyńska , A. La Spina, P. Paolicchi, A.W. Harris, S. Breiter, P. Pravec , New findings on asteroid spin-vector distributions, 2007
- 12) Johanna Torppa, Lightcurve inversion for asteroid spins and shapes, Department of Astronomy Faculty of Science University of Helsinki Finland, dissertation, 2007