

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Национальный исследовательский университет  
Московский энергетический институт"

**НИУ МЭИ**

---

Радиотехнический факультет  
каф. Радиотехнических систем

## **КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по дисциплине**

«Аппаратура потребителей СРНС»

**Тема курсовой работы:**

Разработка модуля расчёта координат спутника GPS

---

*(наименование темы)*

Студент группы ЭР-15-14

*Каримов Х.Р.*

Руководитель курсовой работы

*к.т.н., доцент Корогодин И.В.*

Работа представлена к защите

«Допущен к защите»

Москва 2019

## **1. Описание процесса использования RTKLIB:**

На первом этапе были получены RINEX файлы наблюдений .obs и RINEX файлы навигационных сообщений .nav. Операция конвертации из бинарного файла в текстовые файлы осуществлялась с помощью программы RTCCONV.

Далее бинарный файл эфемерид необходимо вывести в табличном виде с помощью программы RTKNAVI. В качестве входных данных (Input Streams) программы RTCNAVI подставлялись бинарные данные BINR\_morning.bin и BINR\_evening.bin (соответствующие таблицы представлены на [Рисунок 1](#) и [Рисунок 2](#)).

Так же получены графики постобработки в программе RTCPOST в режиме Static ([Рисунок 6](#) и [Рисунок 7](#)).

## 2. Эфемериды всех полученных спутников по данным RTKLIB

RTKNAV ver.2.4.2: RTK Monitor

Nav GPS

All

Current

SAT	PRN	Status	IDOE	IDOC	Acca	Hea	Toe	Toc	Ttrans	A (m)	e	iO (deg)	OMEGA(d	omega (deg	M0 (deg)	deltan (deg/s	OMEGAdot (d	IDOT (deg/s	afo (ns)	af1 (ns/s	af2 (ns/s	TGD (ns)	BGD5	BGD	Cuc(rad)	Cus(rad)	Crc(m)	Cic(rad)	Cis(rad)	Code	Flag	
G01	1	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G02	2	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G03	3	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G04	4	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G05	5	-	2133	83	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26559820.385	0.00555263	54.40784	-4.78780	40.89810	-154.3280C	2.9120E-07	-6.4929E-07	1.649E-08	1079.4	0.0001	0.0000	-11.2	0.0	0.0	-8.009E-07	7.4618E-06	2.303E+02	-1.2000E+01	3.3528E-08	-1.3970E-07	1	0
G06	6	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G07	7	-	1901	74	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26559749.945	0.01221954	54.77636	-117.51752	-142.0136S	1.78696	2.6668E-07	-4.7678E-07	-1.1889E-08	33313.9	-0.0072	0.0000	-11.2	0.0	0.0	3.876E-06	8.7786E-06	2.0591E+02	7.4312E+01	4.4703E-08	1.5087E-07	1	0
G08	8	-	1233	48	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560593.206	0.00427016	55.58161	-124.17322	-20.13571	-179.2747S	2.4588E-07	-4.6211E-07	-3.1719E-09	-132606.8	-0.0015	0.0000	5.1	0.0	0.0	-2.0713E-06	6.1411E-06	2.6525E+02	-4.1188E+01	-4.6566E-08	3.7253E-07	1	0
G09	9	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G10	10	-	771	3	0	00	2019/02/13 13:59:44	2019/02/13 13:59:44	2019/03/04 18:52:59	26560214.559	0.00432205	55.16236	-3.52008	-157.7484E	-79.35559	2.7059E-07	-5.6447E-07	1.7537E-08	117549.2	-0.0075	0.0000	1.9	0.0	0.0	-8.0280E-07	7.1134E-06	2.4128E+02	-1.4406E+01	4.4703E-08	1.676E-08	1	0
G11	11	-	1901	74	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560497.915	0.01655380	52.33738	-88.51920	-106.69050	-2.37283	3.2711E-07	-5.1417E-07	7.7762E-09	-660853.4	0.0059	0.0000	-12.1	0.0	0.0	-2.9616E-06	7.8622E-06	2.024E+02	-5.3906E+01	-2.4401E-07	-1.7881E-07	1	0
G12	12	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G13	13	-	1978	77	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560218.295	0.00372649	55.45549	63.59022	78.62098	98.59776	2.6281E-07	-4.5442E-07	-1.696E-08	-75068.3	0.0013	0.0000	-11.2	0.0	0.0	-1.1921E-07	9.2611E-06	2.0400E+02	-1.1250E+00	-2.4214E-08	-1.3039E-07	1	0
G14	14	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G15	15	-	6168	24	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26559933.663	0.01121171	53.17113	51.38077	43.73662	111.08682	3.2150E-07	-4.8607E-07	-1.4325E-08	-328027.6	0.0017	0.0000	-10.7	0.0	0.0	-9.8161E-07	8.2161E-06	2.0747E+02	-1.7781E+01	-2.7195E-07	-1.1362E-07	1	0
G16	16	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G17	17	-	1799	70	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560589.313	0.01299500	56.36564	-120.3856E	-98.70576	159.51923	2.1943E-07	-4.4144E-07	-7.0395E-09	9221.5	0.0055	0.0000	-11.2	0.0	0.0	-3.3230E-06	1.6765E-06	2.6916E+02	-6.6125E+01	1.3039E-07	-5.215E-08	1	0
G18	18	-	8995	35	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560990.866	0.01504780	54.58852	-66.09226	78.75439	24.62735	2.7016E-07	-4.8212E-07	1.0457E-08	25860.6	0.0039	0.0000	-6.1	0.0	0.0	-1.9539E-06	8.7433E-06	2.0950E+02	-3.4062E-08	-2.4028E-07	-3.7235E-08	1	0
G19	19	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G20	20	-	4626	18	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560316.632	0.00440825	53.30469	-10.10608	130.42969	-20.14717	3.1350E-07	-4.9051E-07	1.8008E-08	522163.2	0.0003	0.0000	-8.4	0.0	0.0	-6.5310E-07	7.0948E-06	2.2666E+02	-1.2250E+01	-6.1467E-08	-3.9116E-08	1	0
G21	21	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G22	22	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G23	23	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G24	24	-	1310	51	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560975.649	0.00816986	53.80837	113.83805	34.07619	54.53960	2.8610E-07	-4.7799E-07	-1.5757E-08	-62111.8	-0.0006	0.0000	2.8	0.0	0.0	3.4440E-06	9.7323E-06	1.7822E+02	6.2062E+01	-5.9605E-08	1.0431E-07	1	0
G25	25	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G26	26	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G27	27	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G28	28	-	1799	70	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26560630.402	0.01930994	56.35289	-178.26334	-84.46242	-149.9155S	2.2813E-07	-4.4183E-07	-4.0592E-10	764478.4	0.0008	0.0000	-11.2	0.0	0.0	2.4736E-06	4.3940E-06	3.0594E+02	4.7719E+01	1.7881E-07	3.9116E-08	1	0
G29	29	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G30	30	-	2338	91	0	00	2019/02/13 14:00:00	2019/02/13 14:00:00	2019/03/04 18:52:59	26559922.595	0.00366514	53.94616	119.22057	-173.2329E	5.54166	2.7951E-07	-4.7582E-07	-1.1419E-08	-52022.3	-0.0064	0.0000	3.7	0.0	0.0	3.6750E-06	8.9146E-06	1.9506E+02	7.4969E+01	3.5390E-08	2.4214E-08	1	0
G31	31	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0
G32	32	-	-	-	0	00	-	-	-	0.000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0	0

**Рисунок 1** Эфемериды, полученные из файла BINR evening.bin



### 3. Эфемериды собственного спутника в нав-файле RINEX

2.10							N: GPS NAV DATA		RINEX VERSION / TYPE	
RTKCONV 2.4.2							20190304 172235 UTC		PGM / RUN BY / DATE	
log: E:\Хайдар\Книги\Моя учеба\10 семестр\АП_СРНС\BINR_mor									COMMENT	
format: NVS BINR									COMMENT	
									END OF HEADER	
4	19	2	13	8	0	0.0	.112218782306E-03	.966338120634E-11	.000000000000E+00	
						-.113090000000E+05	-.125937500000E+02	.461269217267E-08	.298020318584E+01	
						-.692903995514E-06	.313590513542E-03	.883825123310E-05	.515357855988E+04	
						.288000000000E+06	-.540167093277E-07	.101878308024E+01	.111758708954E-07	
						.959801664072E+00	.207375000000E+03	-.151515041066E+01	-.800533345427E-08	
						-.299298181256E-09	.100000000000E+01	.204000000000E+04	.000000000000E+00	
						.240000000000E+01	.000000000000E+00	-.884756445885E-08	.467000000000E+03	
						.282919000000E+06	.000000000000E+00			



4. График угла места собственного спутника от времени по данным Trimble GNSS Planning Online на заданный интервал времени

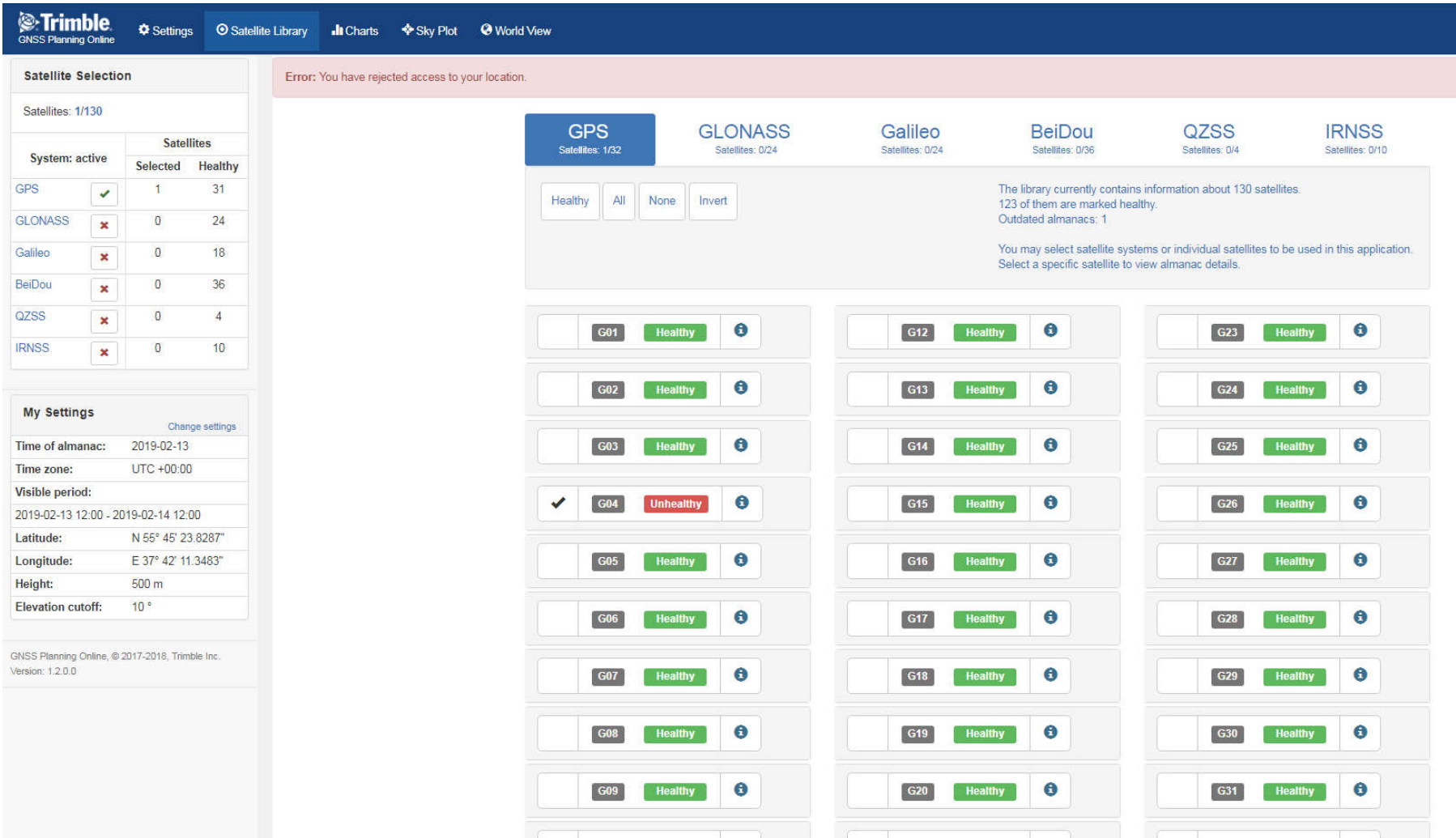


Рисунок 3 Выбор спутника согласно варианту курсового проекта (спутник №4)

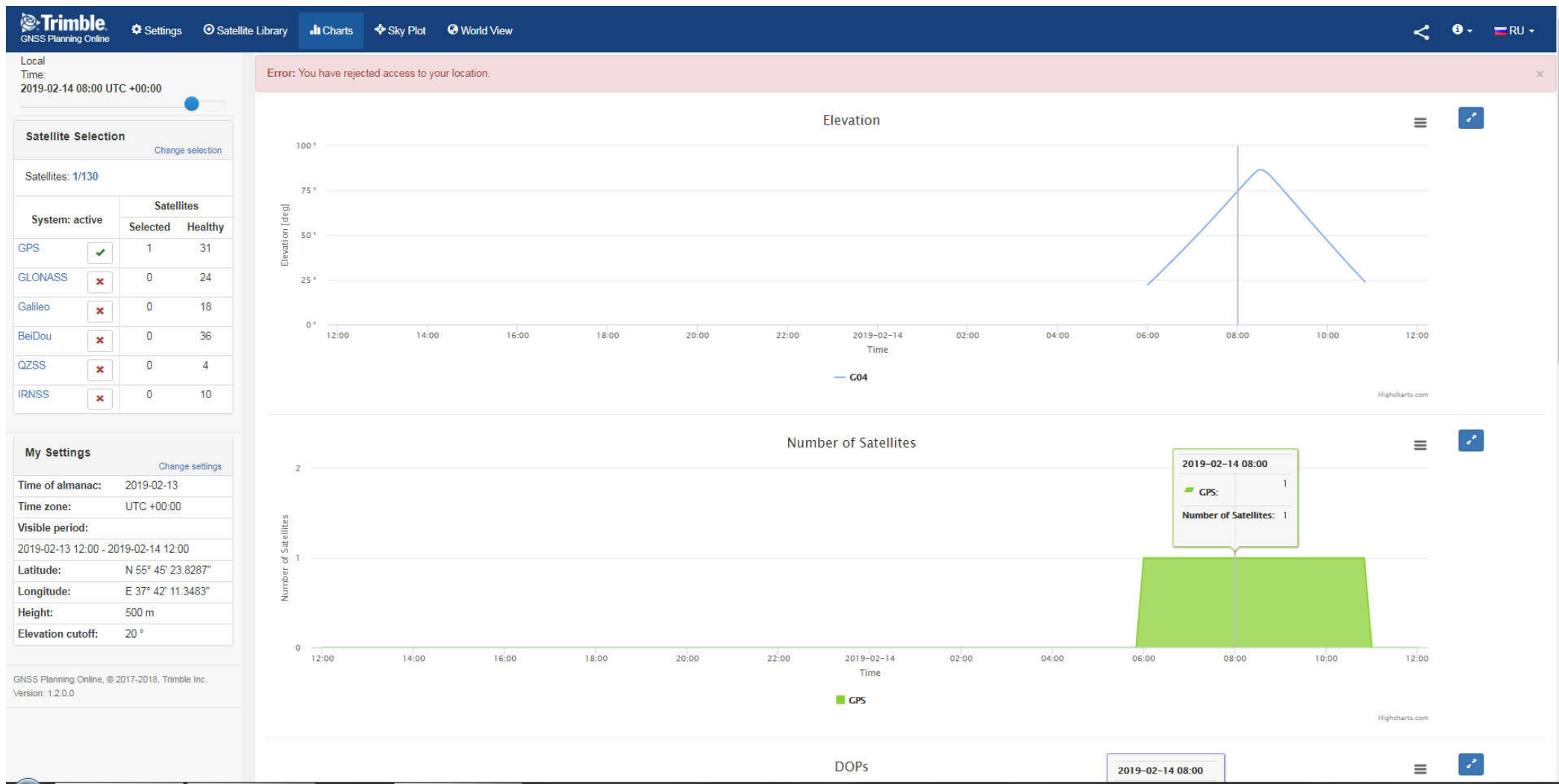


Рисунок 4 Угол места спутника №4 на заданный интервал

## 5. SkyView по данным Trimble GNSS Planning Online

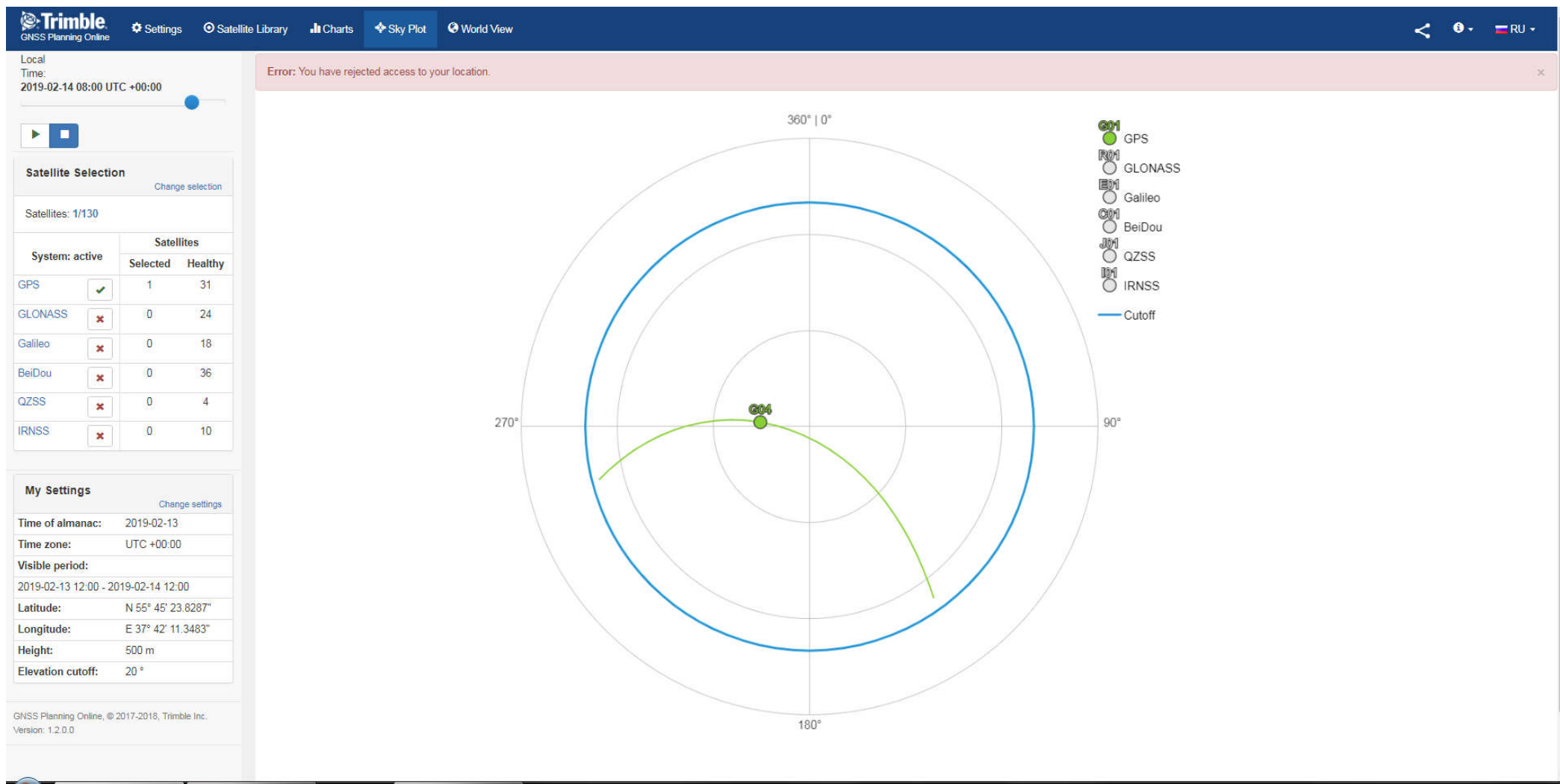
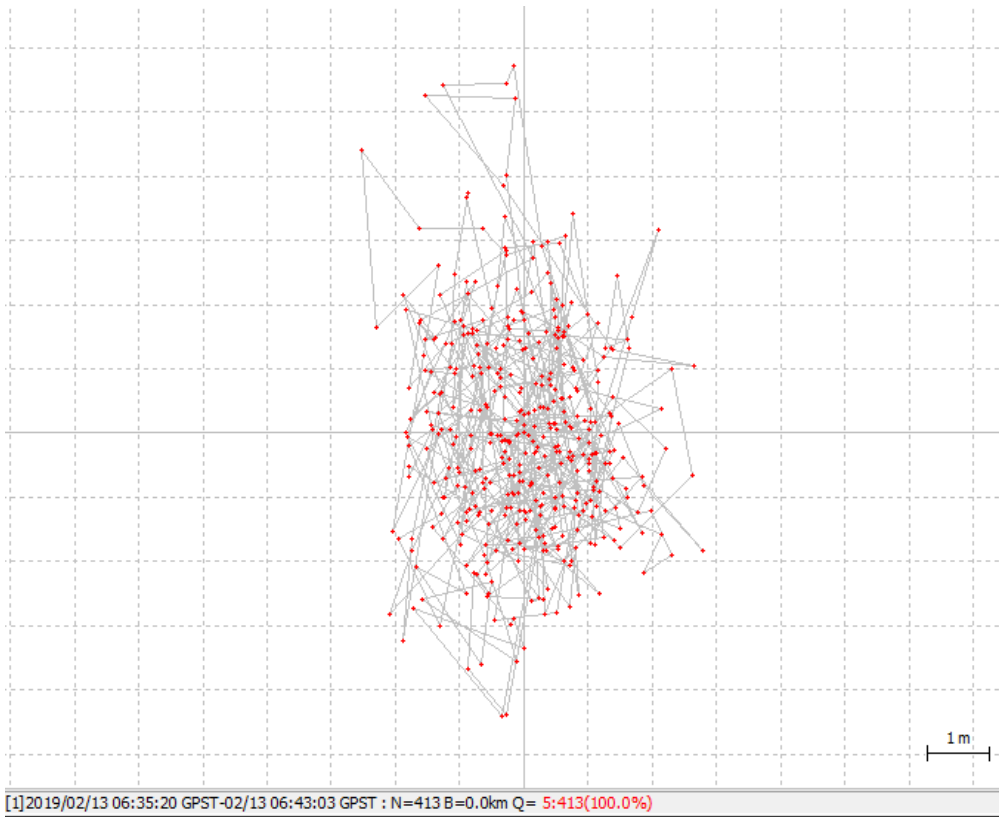


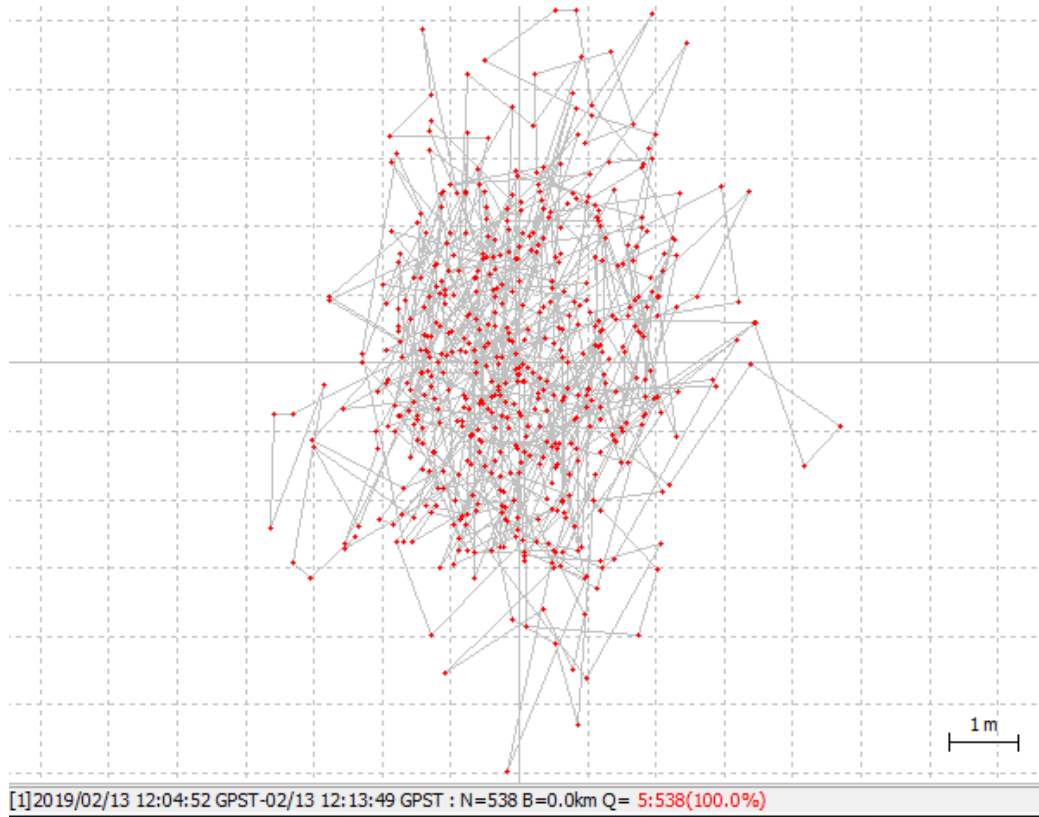
Рисунок 5 График траектории спутника



6. Приложение



*Рисунок 6 Постобработка BINR\_morning.bin*



*Рисунок 7 Постобработка BINR\_evening.bin*