

ПРИЛОЖЕНИЕ А

О работе глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в ходе выполнения летных исследований информационно-посадочной системы МИ-17

Район аэродрома «Северка», городской округ Коломна,
Московская область, 13 февраля 2024 года

При проведении экспериментов отмечено снижение мощности сигналов ГНСС вплоть до полного пропадания в большей части района проведения исследований. Отмечена взаимосвязь сбоев навигационного решения ГНСС с набором высоты 250-500 м над землей при вылете с аэродрома (рис. А.1). Далее в тексте используются нередактируемые данные специального геодезического программного обеспечения.

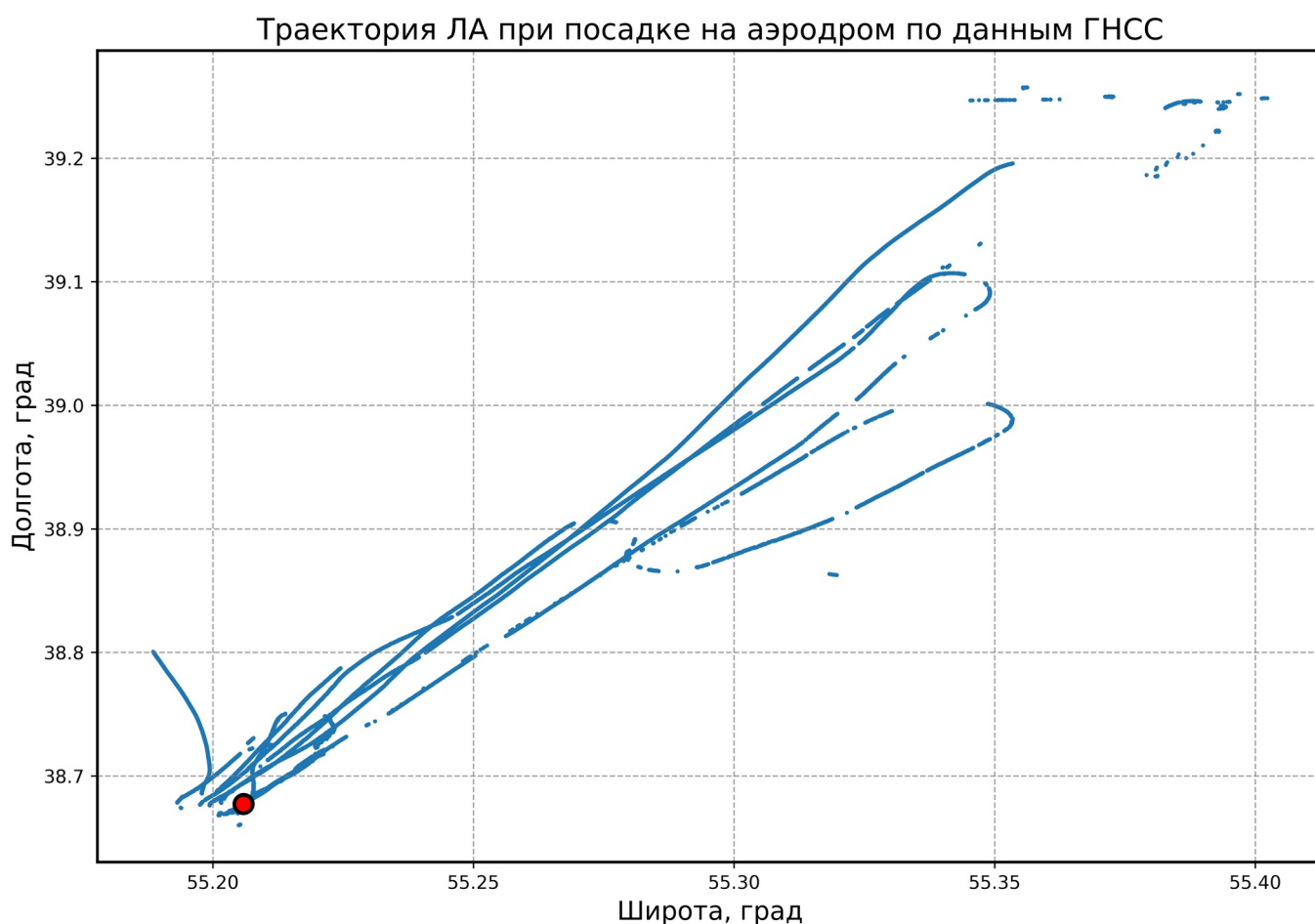


Рисунок А.1 – Траектория ЛА при вылете с аэродрома по данным ГНСС

В ходе полета по мере набора высоты (рис. А.2) снижалось количество спутников (GPS и ГЛОНАСС), сигналы которых доступны для получения навигационного решения (рис. А.3).

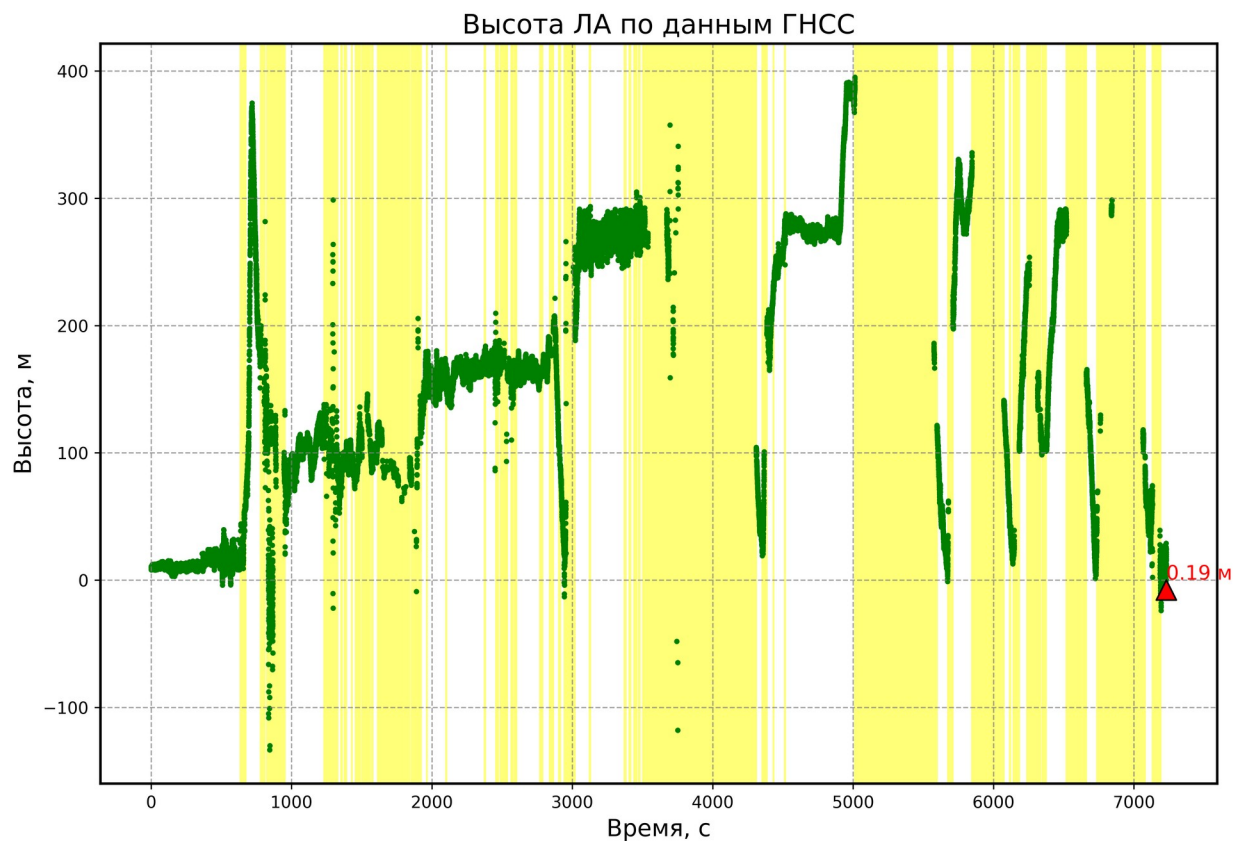


Рисунок А.2 – Высота ЛА по данным ГНСС

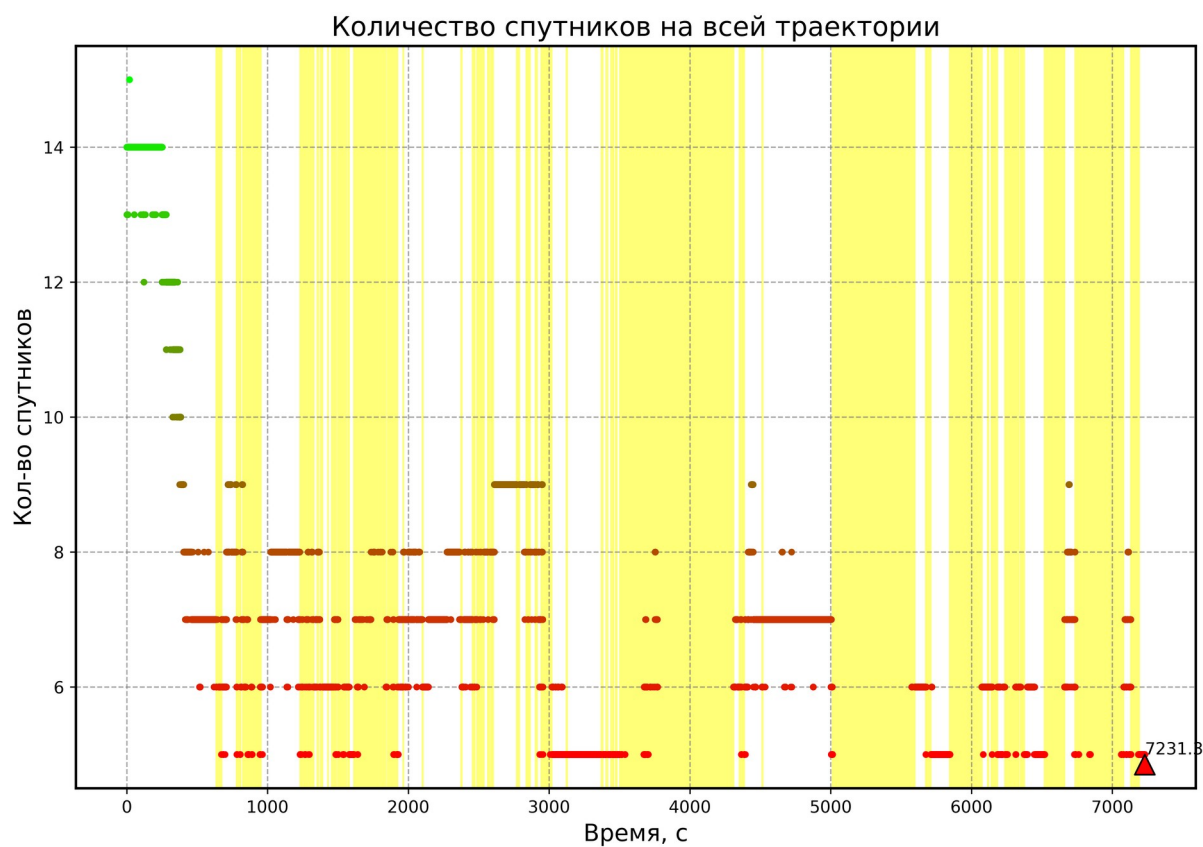


Рисунок А.3 – Количество спутников на всей траектории

Согласно иллюстрациям, в нескольких моментах времени высокоточное навигационное решение наименее точное, что связано со снижением числа спутников до 6х и менее.

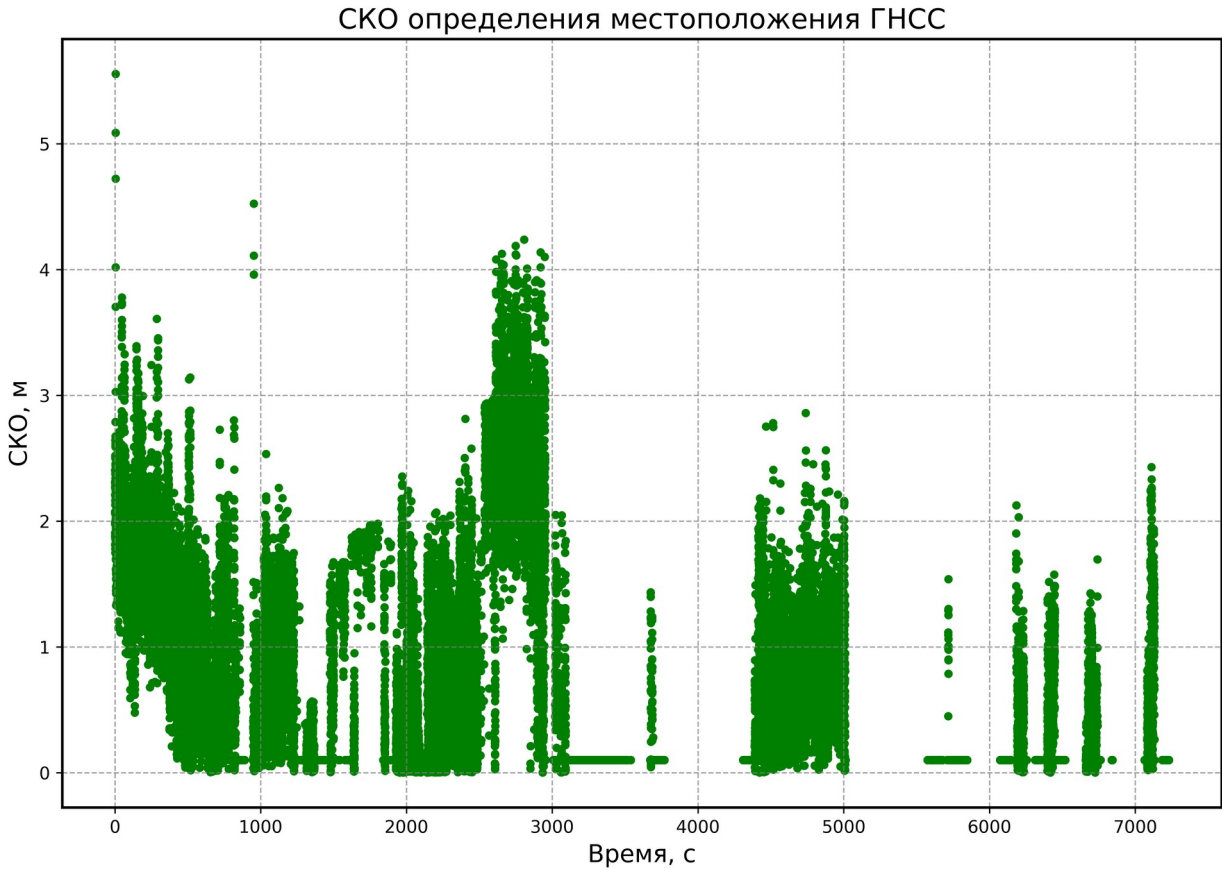


Рисунок А.4 – СКО определения местоположения ГНСС

Для сравнительного анализа качества данных ГНСС у земли и в полете выбраны 2 точки: точка взлета ЛА (ТВ, момент времени 9:37:02 — 0 с.) и контрольная точка (КТ, момент времени 10:35:24 — 3503 с.), в которой пропало навигационное решение

Согласно рис. А.5 в точке ТВ наблюдались 14 спутника, а для решения использовались 12.

	Time	NumSat	Longitude	Latitude	Height	TOffset	RMS	pdop	talt	Enabled	SatUsed
►	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,536459"	N 55° 12' 21,165192"	144,4741	125177,9	2,073815	1,524544	125188,9	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,552089"	N 55° 12' 21,164716"	144,7459	125176,8	2,208437	1,524527	125187,8	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,572713"	N 55° 12' 21,164986"	144,6031	125175,4	1,988869	1,524509	125186,9	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,586798"	N 55° 12' 21,156682"	145,3648	125174,4	2,069149	1,524492	125184,4	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,570385"	N 55° 12' 21,162510"	145,1675	125172,9	2,312845	1,524474	125182,7	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,609601"	N 55° 12' 21,164206"	144,6303	125171,2	2,404161	1,524457	125181,9	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,628952"	N 55° 12' 21,176857"	143,6093	125169,4	2,305621	1,524439	125179,8	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,651738"	N 55° 12' 21,174457"	143,7052	125168	2,063931	1,524422	125178	☑	12
	13.02.2024 09:37:02	14	E 38° 40' 38,667749"	N 55° 12' 21,195685"	144,2802	125166,7	2,267231	1,524404	125177,4	☑	12

Рисунок А.5 – Данные ГНСС в момент взлёта (ТВ)

Time	NumSat	Longitude	Latitude	Height	TOffset	RMS	pdop	talt	Enabled	SatUsed
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 03,027988"	N 55° 20' 14,443247"	404,7674	132251,8	0,1	19,35885	132258,5	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 04,050906"	N 55° 20' 14,723151"	414,1345	132268,7	0,1	19,35922	132273,8	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 04,256009"	N 55° 20' 14,867633"	414,5096	132269,2	0,1	19,35963	132272,2	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 03,679480"	N 55° 20' 14,804266"	404,9450	132251,9	0,1	19,36012	132256,8	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 03,433409"	N 55° 20' 14,784342"	399,6762	132241,8	0,1	19,36058	132248,6	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 04,082988"	N 55° 20' 14,950903"	404,0964	132250,1	0,1	19,36098	132256,1	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:24	5	E 39° 06' 04,631044"	N 55° 20' 15,022944"	406,7167	132255,3	0,1	19,3614	132260,9	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:25	5	E 39° 06' 05,551894"	N 55° 20' 15,231733"	412,8751	132268,1	0,1	19,36178	132271,4	<input checked="" type="checkbox"/>	5
13.02.2024 10:35:25	4				NAN	40	0	0	<input type="checkbox"/>	0
13.02.2024 10:35:25	4				NAN	40	0	0	<input type="checkbox"/>	0

Рисунок А.6 – Данные ГНСС в момент последнего определения местоположения (КТ)

Согласно рис. А.6 в точке КТ наблюдалось 5 спутников, из которых 5 использовались для получения навигационного решения.

В таблице А.1. приведены данные о наблюдаемых спутниках GPS и ГЛОНАСС в момент ТВ (21 спутник) и момент КТ (6 спутников).

Перечень наблюдаемых спутников в момент ТВ					Перечень наблюдаемых спутников в момент КТ				
	SatNum	SatCode	Elevation	Azimuth		SatNum	SatCode	Elevation	Azimuth
▶	2	GPS	9	11		17	GPS	27	28
	6	GPS	13	68	▶	19	GPS	53	34
	13	GPS	11	94		22	GPS	18	46
	14	GPS	18	41		16	GLONASS	38	55
	17	GPS	49	33		17	GLONASS	12	12
	19	GPS	64	59					
	22	GPS	40	40					
	32	GPS	9	167					
	8	GLONASS	26	164					
	15	GLONASS	13	49					
	16	GLONASS	65	39					
	17	GLONASS	36	20					
	18	GLONASS	50	55					
	26	GLONASS	27	0					

Таблица А.1 – Анализ параметров спутников ГНСС

На графике А.7 приведены данные о параметрах всех спутников, которые наблюдались и в момент ТВ и в момент КТ. Согласно приведённым параметрам уровень сигнала (SigStrength) каждого спутника снизился значительно на всех частотах.

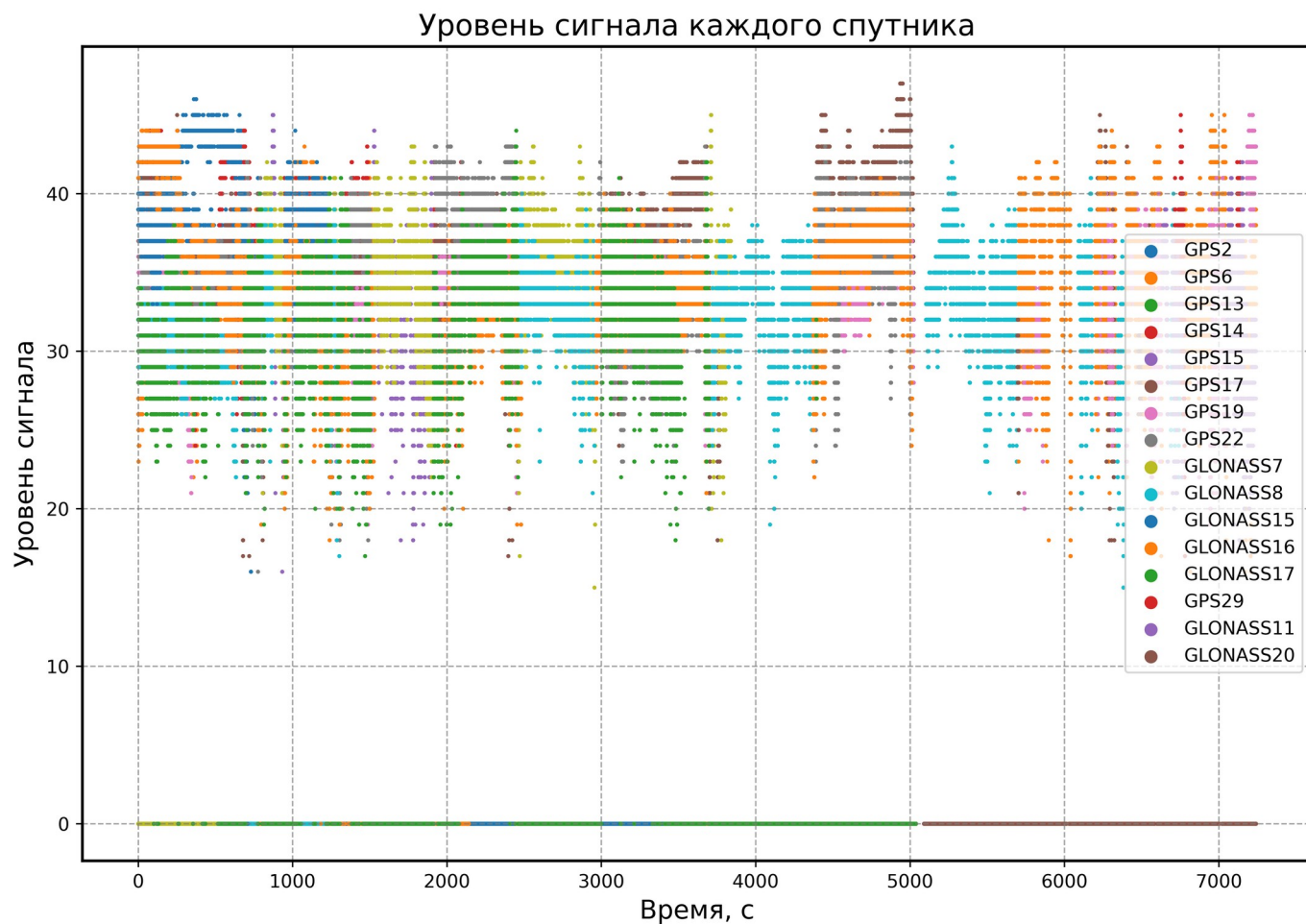


Рисунок А.7 – Уровень сигнала по всем спутникам