

**Брикова С.А., Кузовлев Н.А.**

**Сравнение погрешности определения координат по созвездиям ГЛОНАСС  
и GPS на февраль-апрель 2022г**

*Брикова С.А., специалист 4 года обучения (очное отделение) ФГБОУ ВО  
ГУЗ, drago\_owl@mail.ru*

*Кузовлев Н.А., специалист 4 года обучения (очное отделение) ФГБОУ ВО  
ГУЗ, nik.kuzovlev.2018@mail.ru*

*Научный руководитель: Тихонов А.Д., к.т.н., доцент кафедры  
информатики ФГБОУ ВО ГУЗ, tikhonov78@mail.ru*

УДК 332.3:332.54 528.065

Начиная с конца февраля 2022 года на нашу страну обрушился большой объем санкций, которые, в том числе, непосредственно коснулись и геодезии. Кроме запретов на импорт и экспорт продукции, многие зарубежные фирмы решили отказаться от сотрудничества, перестав поставлять не только геодезические приборы, но и программы для обработки данных измерений.

Целью исследования является проверка точности статических измерений длительностью 2 часа в Москве и Московской области, путём обработки данных в отечественном ПО - ETF post processing (далее - EFT), белорусском программном продукте - КРЕДО ГНСС (далее - КРЕДО) и американской программе - Trimble business center (далее - ТВС). Обработка данных произведена на несколько дат от начала февраля до начала апреля, чтобы имелась возможность проследить, было ли реализовано ухудшение точности GPS. Также обработка данных позволила проанализировать поведение ГНСС ГЛОНАСС в данной ситуации и сравнить полученные данные с точностью совместного использования ГЛОНАСС и GPS.

Ранее для общественных целей точность позиционирования снижалась посредством внесения корректировки в передаваемые данные, что давало погрешность определения координат в автономном режиме (при решении задач навигации) достигает 30-150 метров[1,2]. Можно предположить, что зашумление

или передача неверной поправки может использоваться наряду с санкциями против РФ.

Для исследования взяты файлы формата RINEX базовых станций с сайта EFT[4]. При регистрации также имелась возможность скачать эфемериды, однако EFT по неизвестным причинам перестал выкладывать в открытый доступ точные эфемериды ГЛОНАСС начала 2022 года, ссылаясь на то, что эфемериды доступны на официальном сайте ГЛОНАСС. На сайте ГЛОНАСС эфемериды представлены в виде таблицы, которую невозможно экспортировать в принимаемом программами формате [3]. В связи с этим было принято решение использовать только две точки базовых станций и одну - приёмника, в записях измерений которого имеются бортовые эфемериды, отсутствующие в файлах базовых станций.

Полученными данными образуются полигоны - из трёх точек каждый с длинами линий от 20 до 100 км - на следующие даты: 2.02.2022, 14.02.2022, 15.03.2022, 22.03.2022, 13.04.2022. Было решено обрабатывать каждый из полигонов тремя способами в каждой программе - отдельно по ГЛОНАСС, отдельно по GPS и совместно.

Проблем с обработкой данных в ПО КРЕДО ГНСС не было, получилось обработать все вектора. Аналогично и с EFT post processing. А вот ТВС на данный момент ушёл из РФ, и неизвестно, когда будет возможность приобрести лицензию. Удалось обработать вектора по GPS и совместно по ГЛОНАСС и GPS. Однако отдельно по ГЛОНАСС на этапе обработки векторов работа останавливалась даже при наличии эфемерид на имеющиеся данные (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты обработки данных ГНСС измерений

ПО	Дата	Незамыкание полигона, м		
		ГЛОНАСС	GPS	Совместно
КРЕДО ГНСС	02.02.2022	0,050	0,024	0,016
	14.02.2022	0,014	0,023	0,018
	15.03.2022	0,017	0,009	0,008

	22.03.2022	0,085	0,036	0,025
	13.04.2022	0,035	0,005	0,004
EFT	02.02.2022	0,008	0,025	0,026
	14.02.2022	0,005	0,083	0,018
	15.03.2022	0,025	0,012	0,013
	22.03.2022	0,055	0,022	0,022
	13.04.2022	0,022	0,026	0,018
	Trimble business center	02.02.2022	-	0,021
14.02.2022		-	0,037	0,021
15.03.2022		-	0,021	0,014
22.03.2022		-	0,051	0,025
13.04.2022		-	0,012	0,013

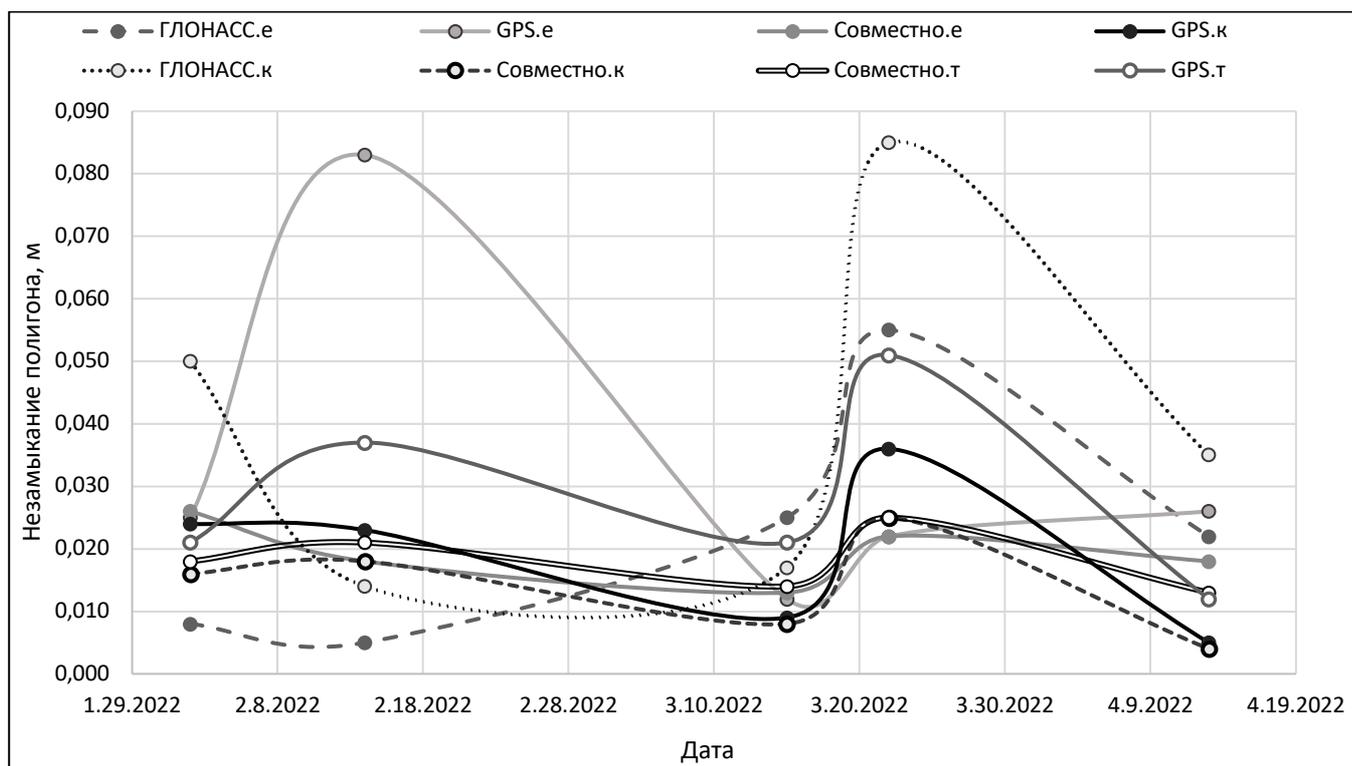


Рисунок 1 – график к таблице 1 (коэффициенты в названиях осей соответствуют программе, в которой были получены данные: .e – EFT, .k – КРЕДО, .т - ТВС)

Из проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

Систематического ухудшения точности навигационных систем выявить не удалось. На графике наблюдается скачок погрешности 15 марта - очень высоко находятся значения незамыкания полигонов как по ГЛОНАСС, так и по GPS. Далее точность вернулась в ту же область, что была в начале февраля. Также стоит обратить внимание, что несмотря на кажущиеся значительными скачки на графике, наибольшая ошибка составляет в районе 90 мм при значительных длинах линий.

Стоит обратить внимание, что совместная обработка двух систем давала стабильно точный результат даже в дни, когда наблюдались скачки точности одной из ГНСС.

Что касается рассмотренного ПО, КРЕДО ГНСС показала себя наилучшим образом. В программе EFT отсутствует отдельно обработка векторов и полигонов, также не везде прописаны величины, и программа не читает формат T02, из-за чего пришлось конвертировать файл в RINEX формат с помощью программы КРЕДО ГНСС. Trimble business center не выводит невязки по каждой координате, имея в арсенале результирующую и “в плане”/”по высоте”.

На данный момент ситуация такова: при желании мы можем полностью отказаться от системы GPS и любого стороннего ПО из вводящих санкции стран и воспользоваться сигналами нашей системы ГЛОНАСС без потери порядка точности. Обработку же результатов наблюдений быстро и успешно в белорусском ПО КРЕДО или менее функциональном, но бесплатном отечественном ПО EFT post processing.

Список использованных источников.

1. Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. Т. 1. / К. М. Антонович. – Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – 334 с. - ISBN: 5-86066-071-5. - Текст: непосредственный.
2. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. Т. 2. / К.М. Антонович. – Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. – 360 с. - ISBN: 5-86066-071-5. - Текст: непосредственный.

3. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения (оф. сайт) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.glonass-iac.ru/> (дата обращения 02.04.2022).

4. Федеральная сеть базовых станций EFT CORS (оф. сайт) [Электронный ресурс]. URL: <https://eft-cors.ru/> (дата обращения 02.04.2022).