



Особенности использования новых сигналов и систем GNSS в задачах дистанционного зондирования ионосферы

Ясюкевич Ю.В., Падохин А.М., Демьянов В.В., Веснин А.М.,
Ясюкевич А.С., Курбатов Г.А.

*XIX конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса»
Москва, ИКИ РАН, 15 - 19 ноября 2021 г.*

При поддержке



Проект №17-77-20005

SIMuRG

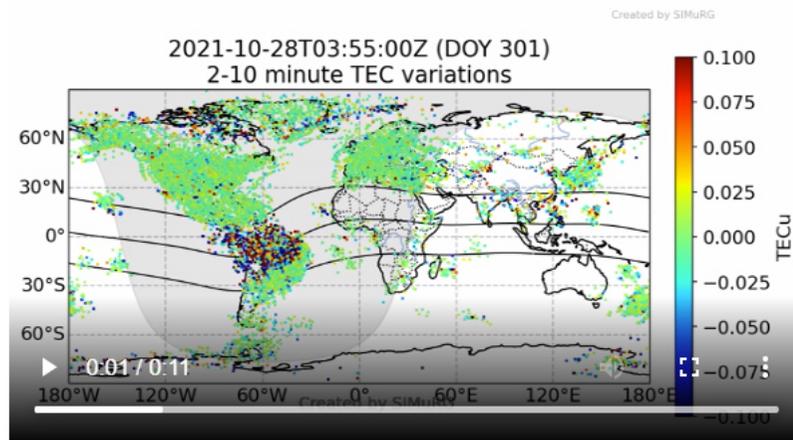


SIMuRG: System for Ionosphere Monitoring and Research from GNSS.

SIMuRG is the tool for collecting, processing, storage and presentation of GNSS total electron content data. The data product are TEC variations series, corrected TEC, TEC variations maps, Wtec and Iv indices, ionospheric disturbances parameters

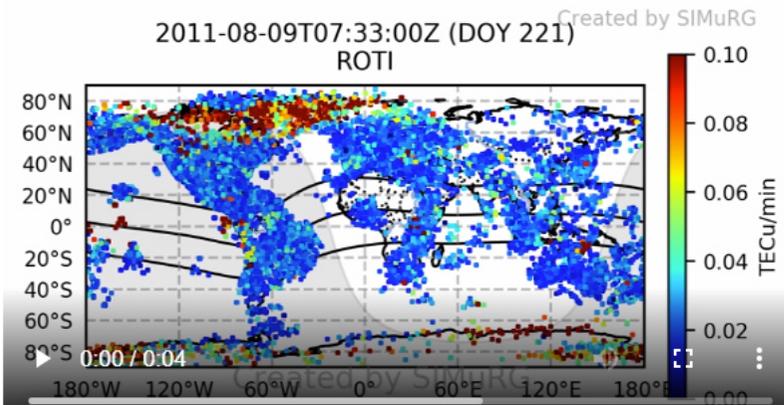
Developed under Russian Science Foundation support(project № 17-77-20005)

Latest maps



Interesting event

Flare. Characteristics: Type - X6.9, start - 2011-08-09 07:33, end - 2011-08-09 08:23, maximum - 2011-08-09 08:05.



Достижения в ГНСС-зондировании

1) Появление новых сигналов:

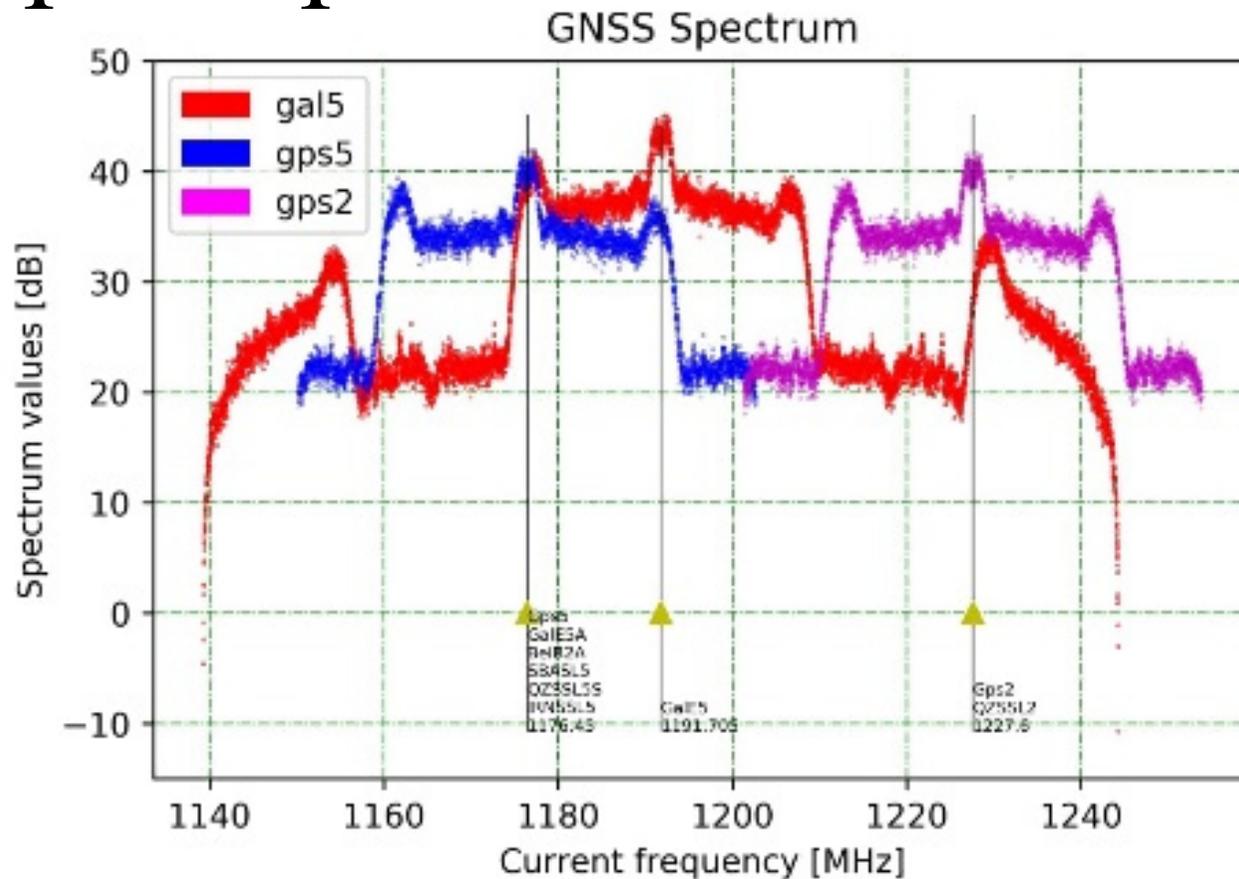
- Появление открытых сигнальных компонент
- Появление сверхширокополосных сигналов

2) Увеличение мощности на спутниках (GPS)

3) Появление геостационарных двухчастотных измерений

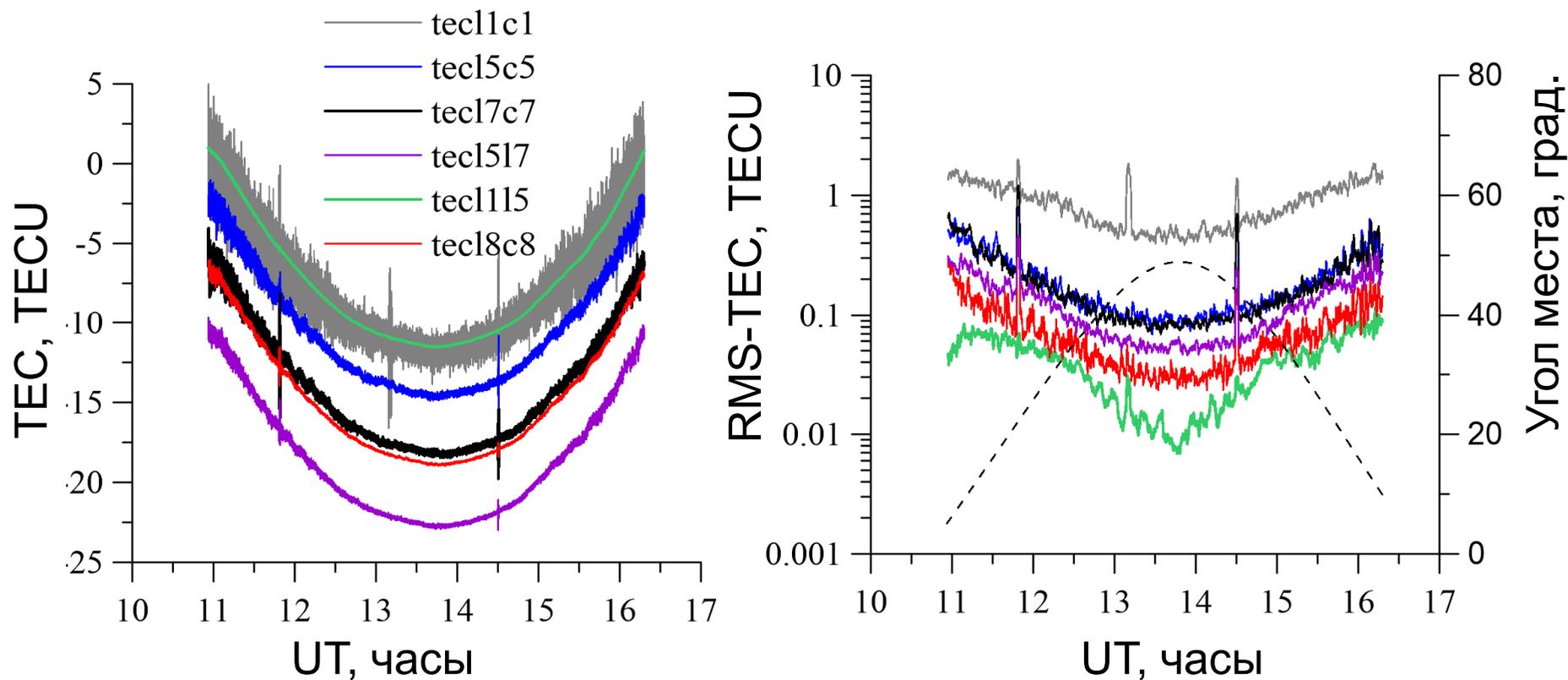
4) Модернизация приемного оборудования

Сверхширокополосные сигналы



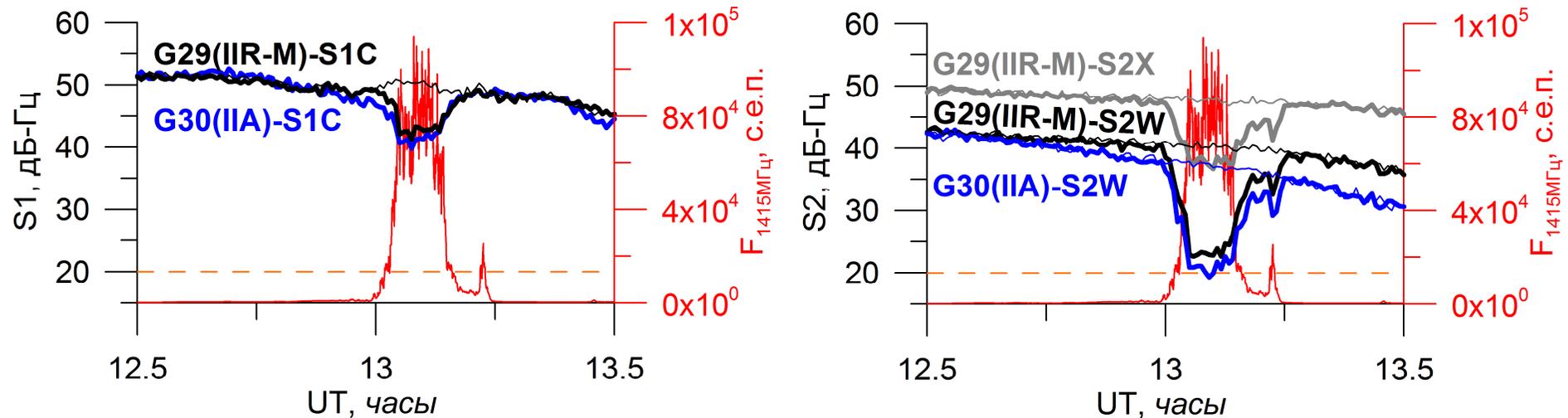
Спектр нового сигнала Galileo E5-AltBOC в два раза шире, чем спектр сигналов GPS и стандартных сигналов Galileo.

Сверхширокополосные сигналы



Сигналы Galileo E5-AltBOC дают хорошие характеристики при измерениях ПЭС.

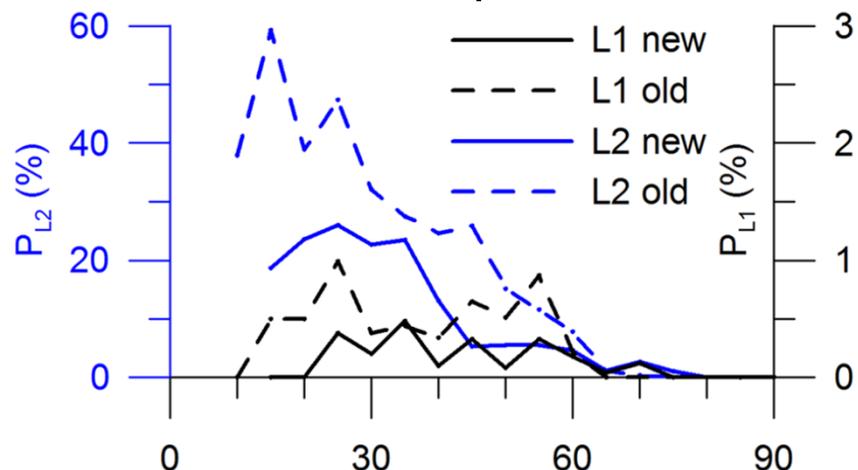
Повышение мощности сигнала GPS



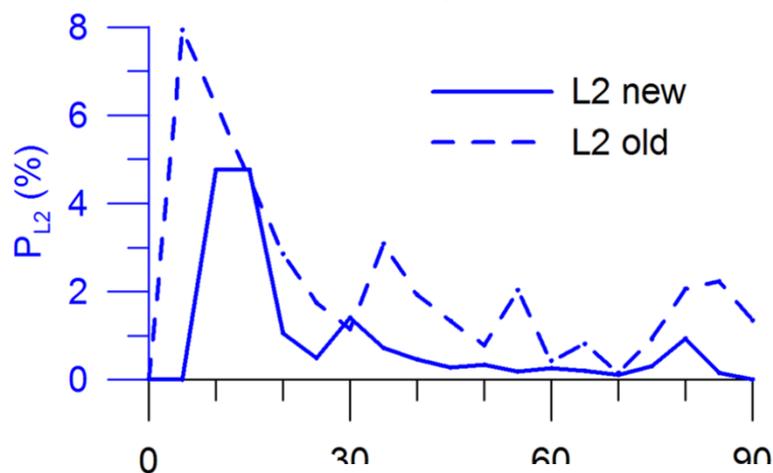
В блоках начиная с IIR-M GPS повышены требования на минимальную мощность. Нами зарегистрировано увеличение мощности в приемнике. Повышение мощности приводит к большей устойчивости в о время радиовспышек.

Повышение мощности сигнала GPS

24 сентября 2011 г.

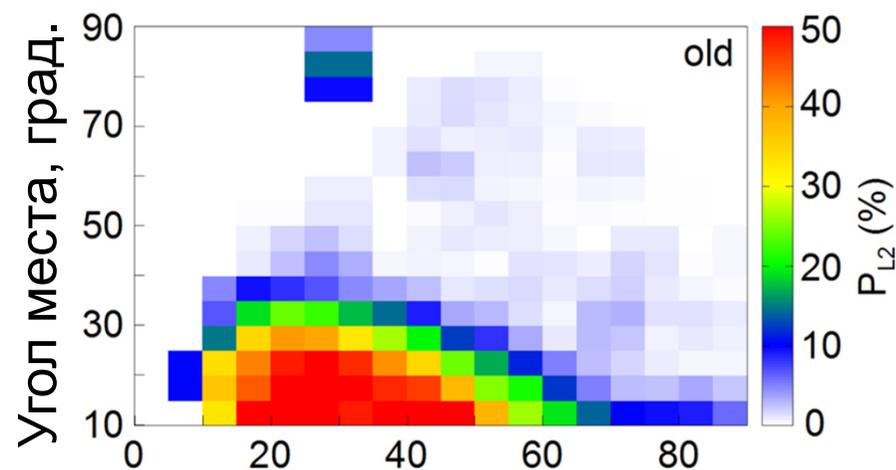


Зенитный угол Солнца
6 сентября 2017 г.



Зенитный угол Солнца

24 сентября 2011 г.



Зенитный угол Солнца

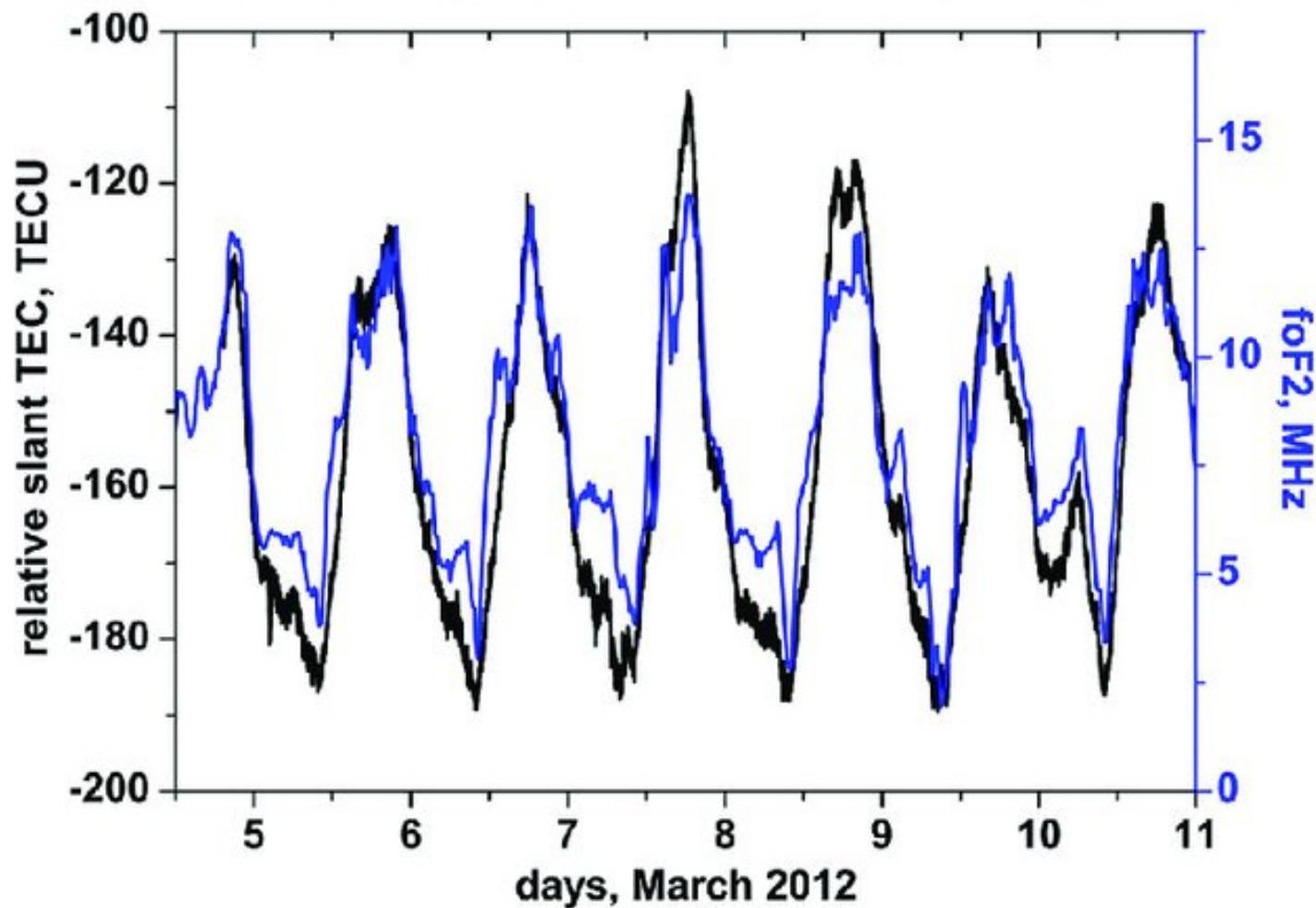
Двухчастотные геостационарные измерения

Отсутствие движения спутников:

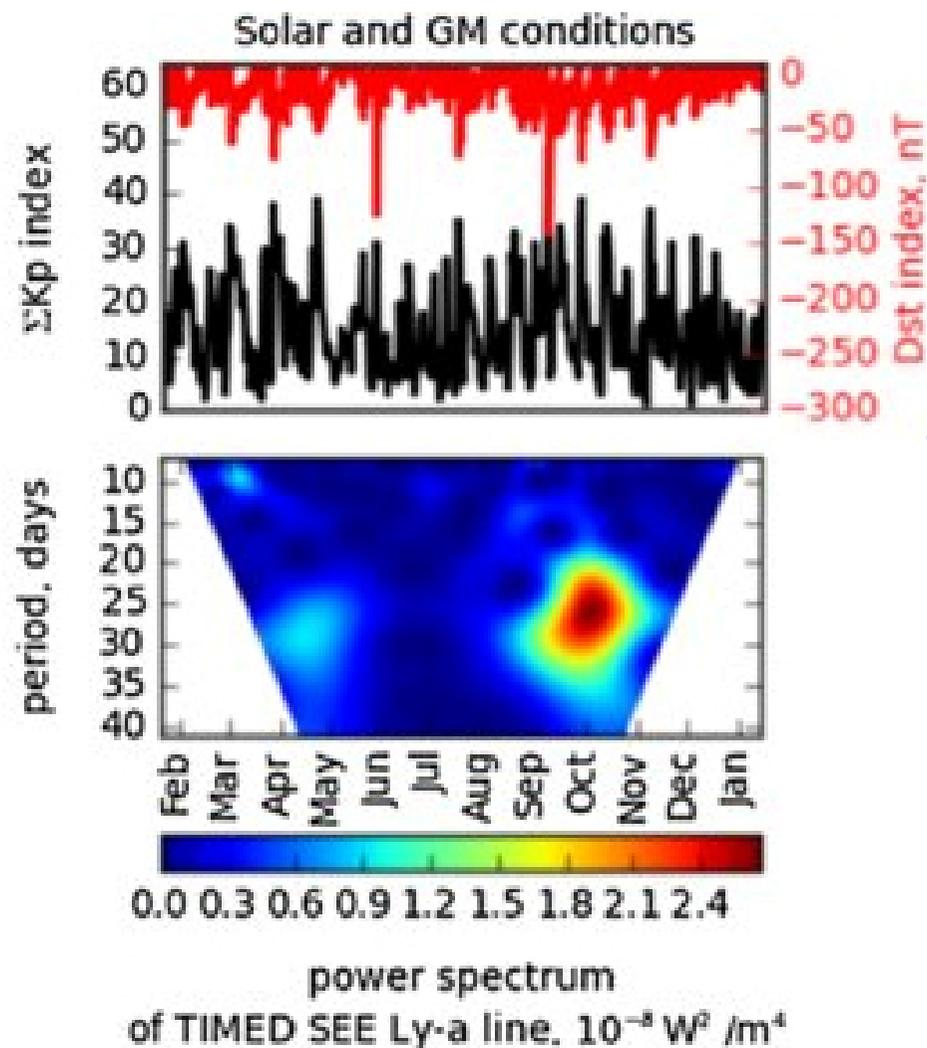
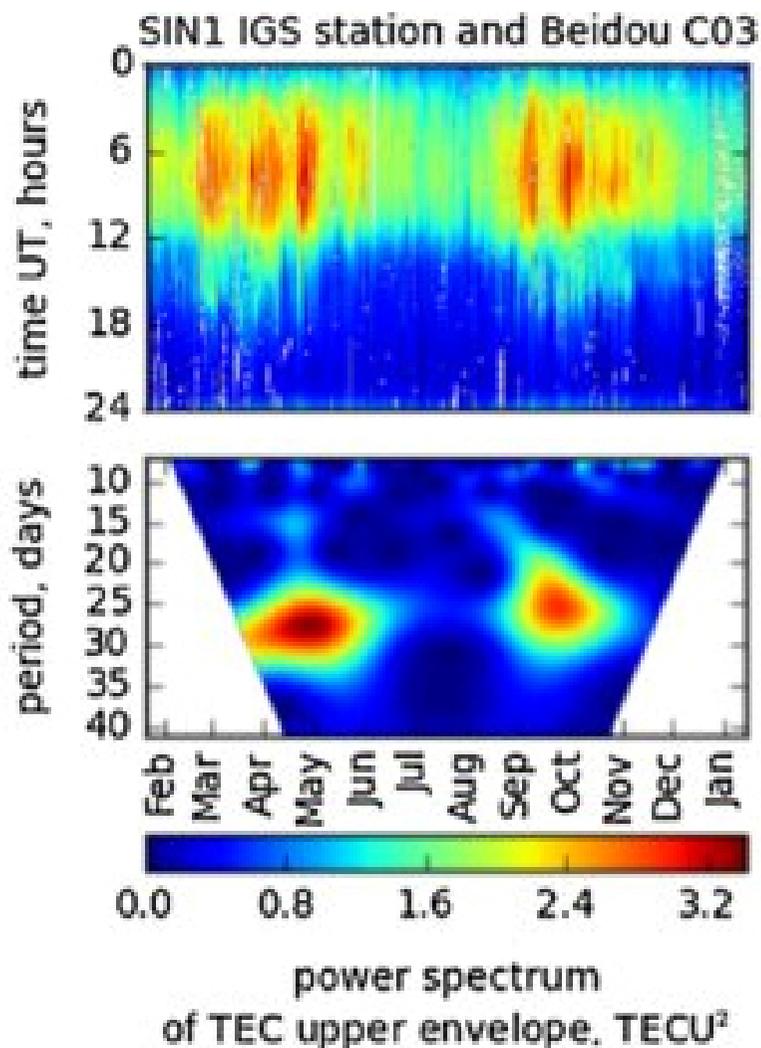
- Непрерывные длительные ряды;
- Упрощение фильтрации;
- Пространственные (отсутствуют) и временные вариации не смешиваются.

Двухчастотные геостационарные измерения

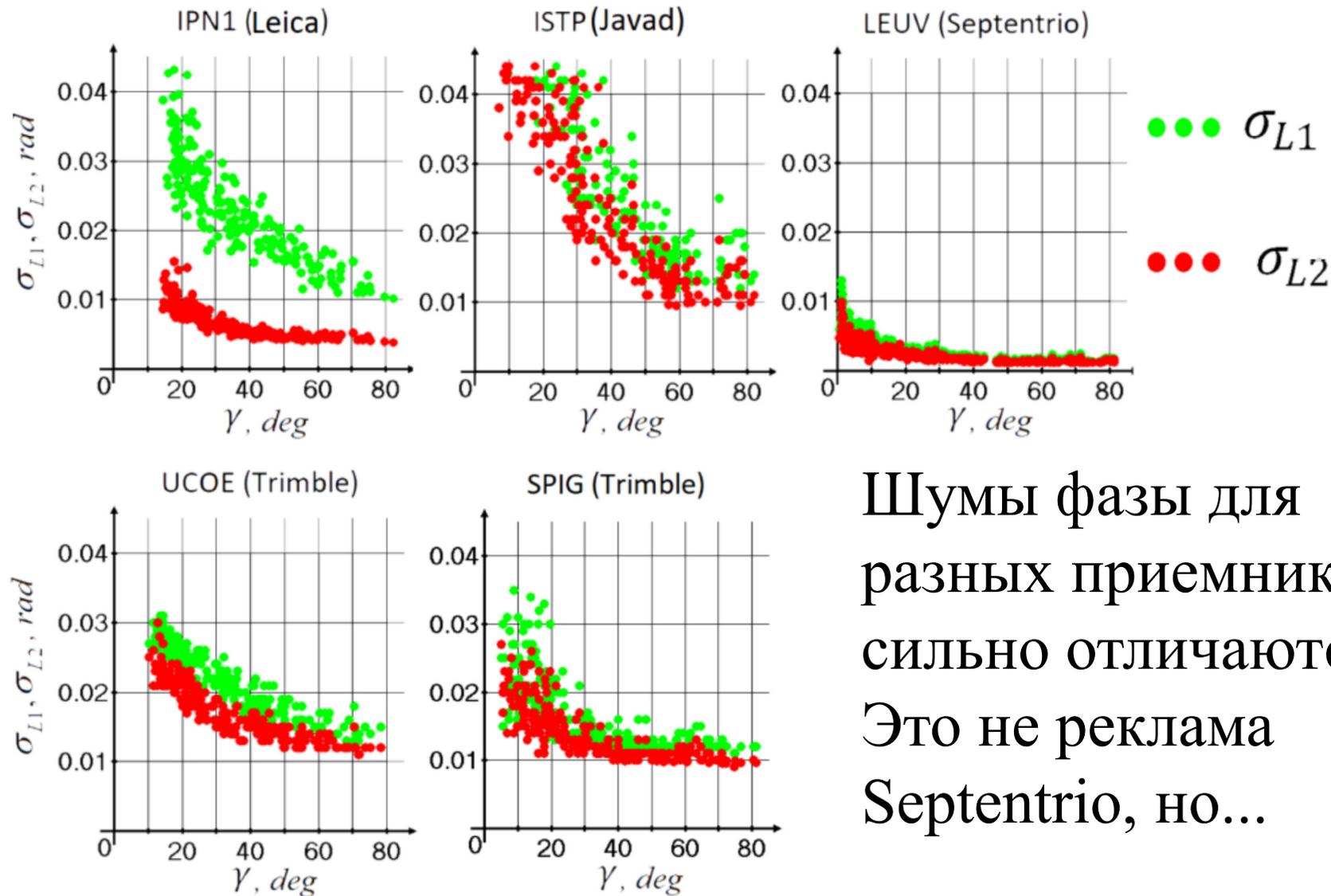
Comparison of LMMF geoTEC and Puerto Rico (PRJ18) Ionosonde



Двухчастотные геостационарные измерения

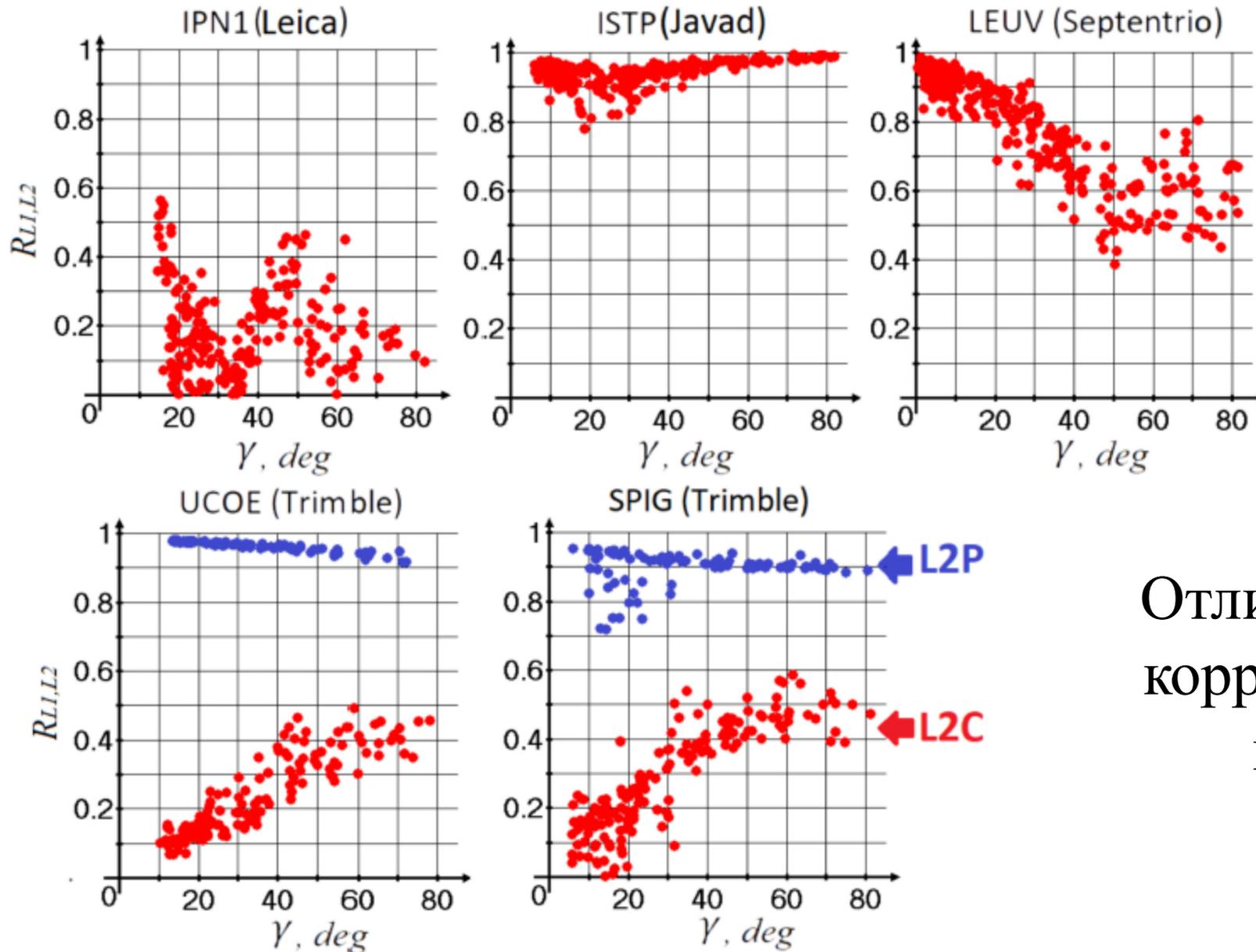


Модернизация приемного оборудования



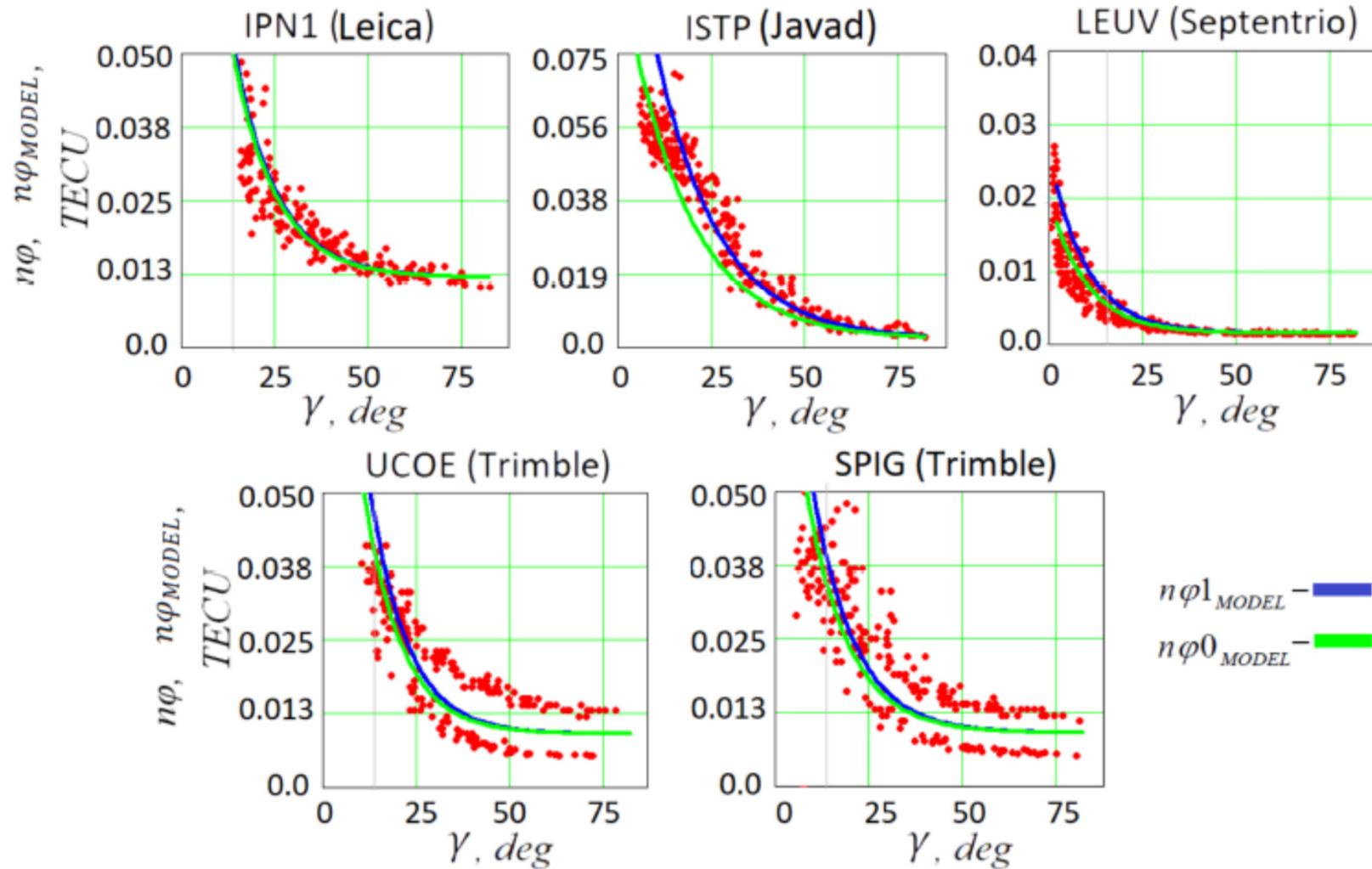
Шумы фазы для разных приемников сильно отличаются. Это не реклама Septentrio, но...

Модернизация приемного оборудования



Отличается
корреляция
шумов.

Модернизация приемного оборудования

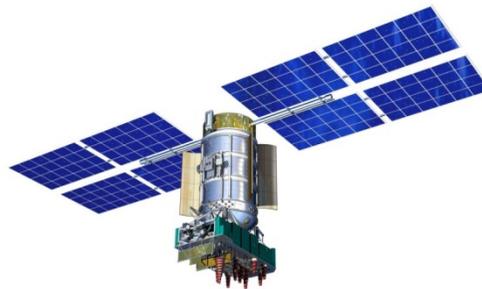


С ПЭС ситуация та же, что и по фазе.

Заключение

Новые сигналы ГНСС наряду с развитием приемного оборудования и расширением наблюдательных сетей позволяет значительно повысить качество мониторинга ионосферы.

Мы живем в эру ГНСС-мониторинга ионосферы.





Спасибо за внимание

yu.yasyukevich@gnss-lab.org

Более подробно в

- 1) Padokhin et al., Galileo E5 AltBOC Signals: Application for Single-Frequency Total Electron Content Estimations. *Remote Sens.* 2021, 13, 3973. DOI: 10.3390/rs13193973.
- 2) Yasyukevich et al. How modernized and strengthened GPS signals enhance the system performance during solar radio bursts. *GPS Solutions.* 2021. V. 25. 46. DOI: 10.1007/s10291-021-01091-5.
- 3) Demyanov et al. Comparison of TEC Calculations Based on Trimble, Javad, Leica, and Septentrio GNSS Receiver Data // *Remote Sensing.* 2020. V. 12. N 19. 3268. DOI: 10.3390/rs12193268.