

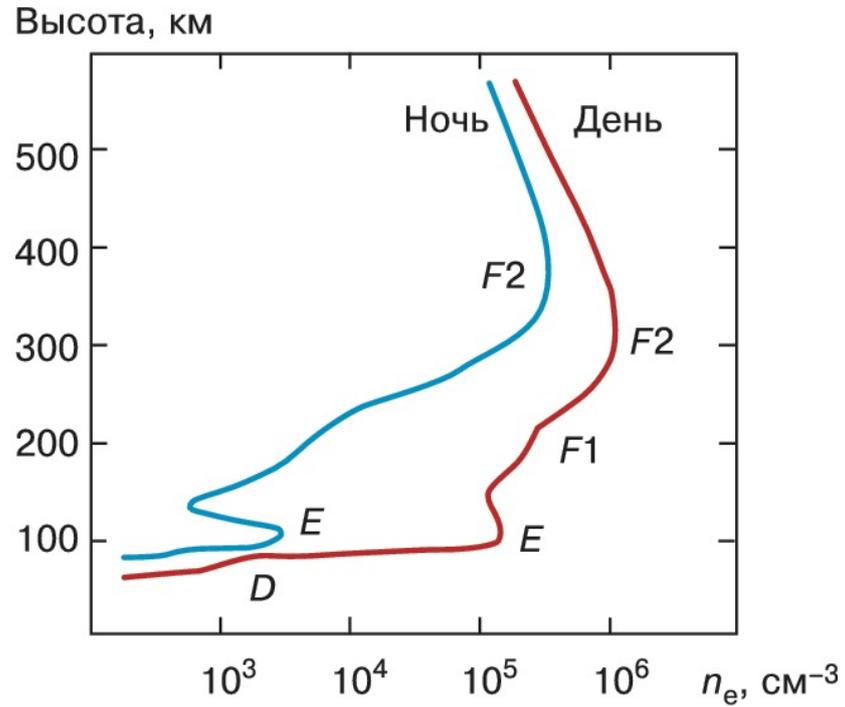
Д.А.Трофимов<sup>1</sup>, С.Д. Петров<sup>1</sup>, Ю.А. Серов<sup>2</sup>, И.В. Чекунов<sup>3</sup>,  
С.С. Смирнов<sup>1</sup>, О.А.Трошичев<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> — СПбГУ, <sup>2</sup> — ААНИИ, <sup>3</sup> — ФГУП «ЦЭНКИ»

# Определение полного электронного содержания ионосферы по ГНСС-измерениям на станции «Восток»

# Немного об ионосфере

- Ионосфера — слой атмосферы Земли, сильно ионизированный вследствие облучения Солнцем и космическими лучами.
- Диапазон высот от ~60 до ~ 1000 км.
- Максимальная концентрация заряженных частиц на высотах от 250 до 400 км
- От состояния ионосферы зависит радиосвязь

# Немного об ионосфере



# Полное электронное содержание

- Полное электронное содержание (ПЭС) — количество свободных электронов содержащихся в цилиндре с площадью поперечного сечения  $1 \text{ м}^2$  ориентированном вдоль луча зрения.

## Антарктическая станция «Восток»

- Одна из 4 внутриконтинентальных станций.
- Расположена вблизи южного геомагнитного полюса
- Экстремальные климатические условия

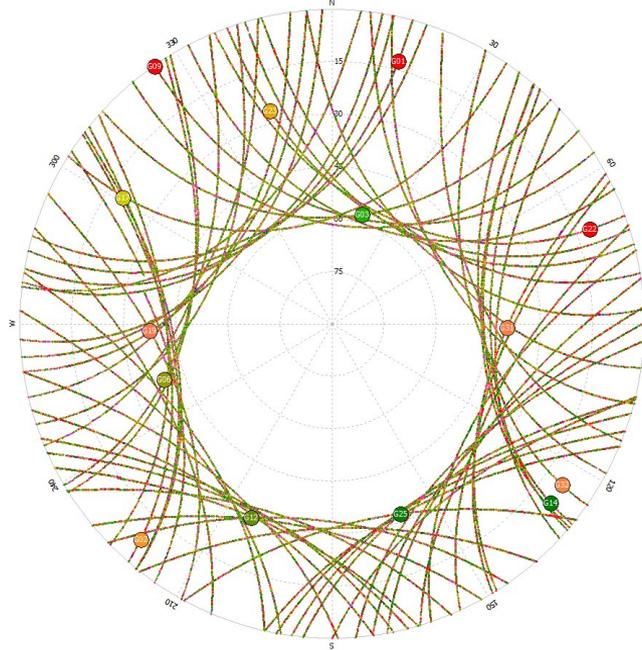
# Организация ГНСС-пункта на станции «Восток»

- Приемник — JAVAD Triumph-1
- Частота наблюдений — 30 сек (2880 измерений в сутки).
- Измерения двухчастотные, наблюдались спутники GPS и ГЛОНАСС
- Наблюдения начаты 7 февраля 2016 года и окончены 31 января 2017 года

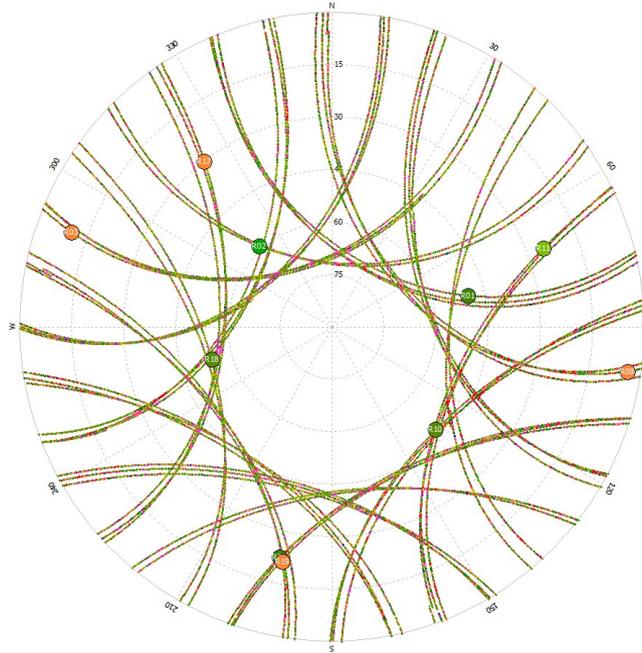
# Организация ГНСС-пункта на станции Восток



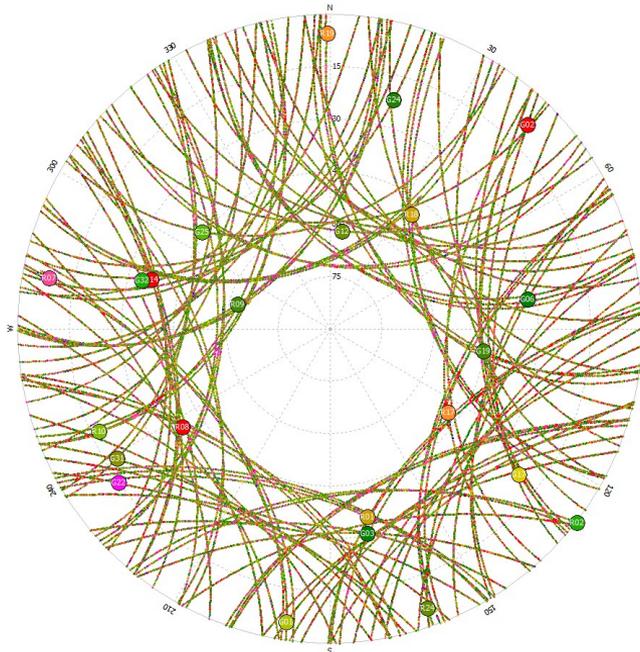
# Покрытие спутниками GPS небесной сферы



# Покрытие спутниками ГЛОНАСС небесной сферы



# Общее покрытие GPS и ГЛОНАСС



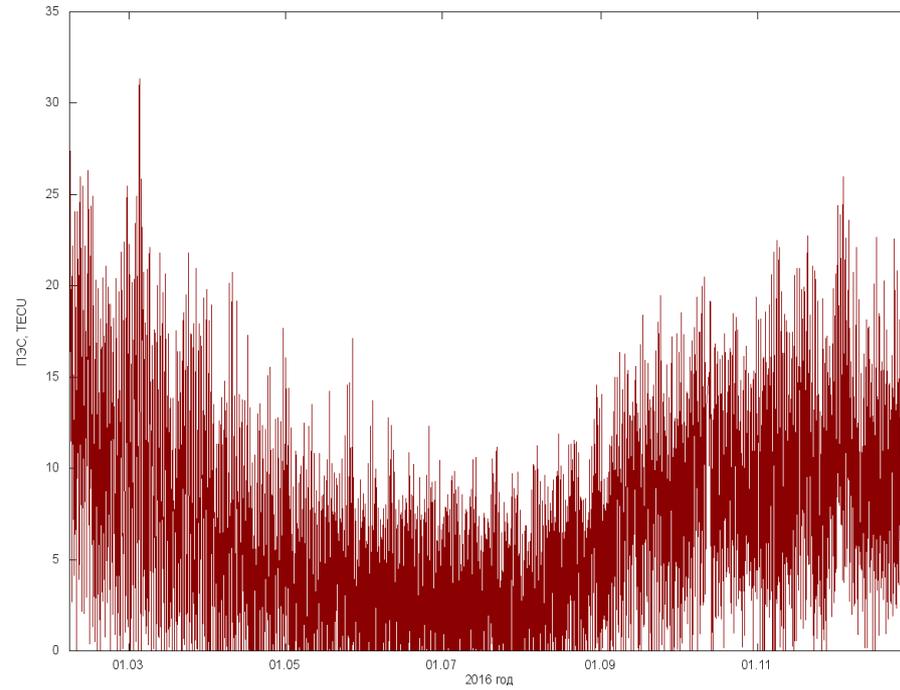
# ПЭС по кодовым измерениям

- Псевдодальности  $P_1$  и  $P_2$ , определенные по кодовым измерениям на двух частотах  $f_1$  и  $f_2$  связаны с ПЭС следующим соотношением

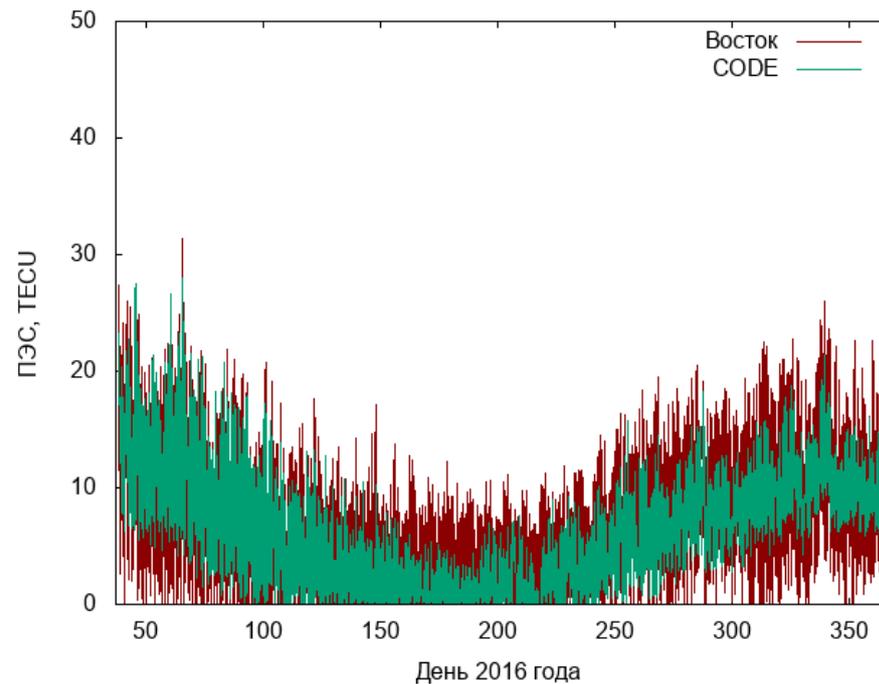
$$P_2 - P_1 = \frac{40.4 (f_1^2 - f_2^2)}{f_1^2 f_2^2} STEC + B^s + B_r + \varepsilon_p$$

- Картирующая функция  $F(z) = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R}{R+H}\right)^2 \sin^2 z}}$   $STEC = F(z) VTEC$

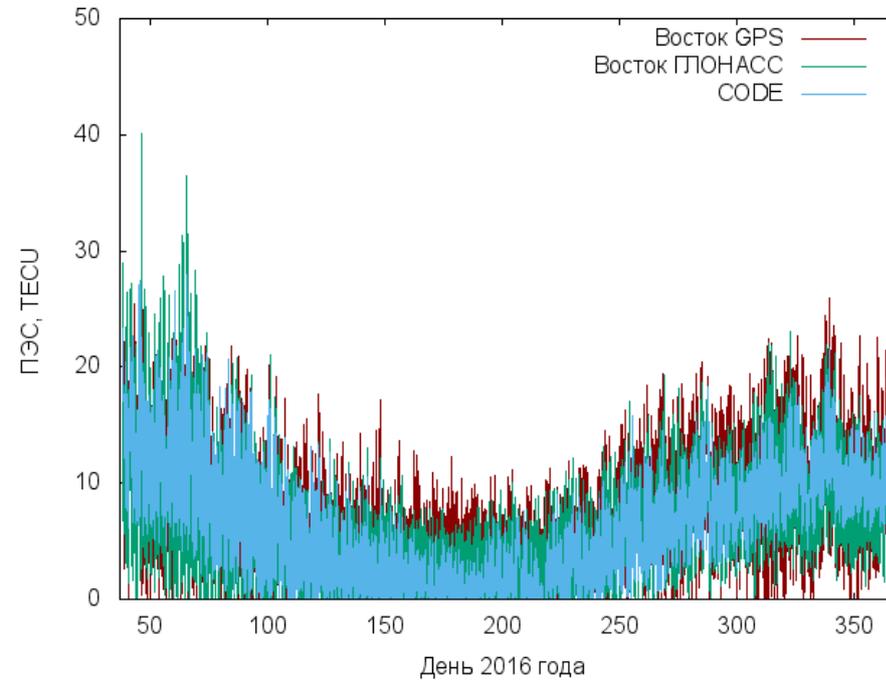
# Годичный ряд ПЭС за 2016 год



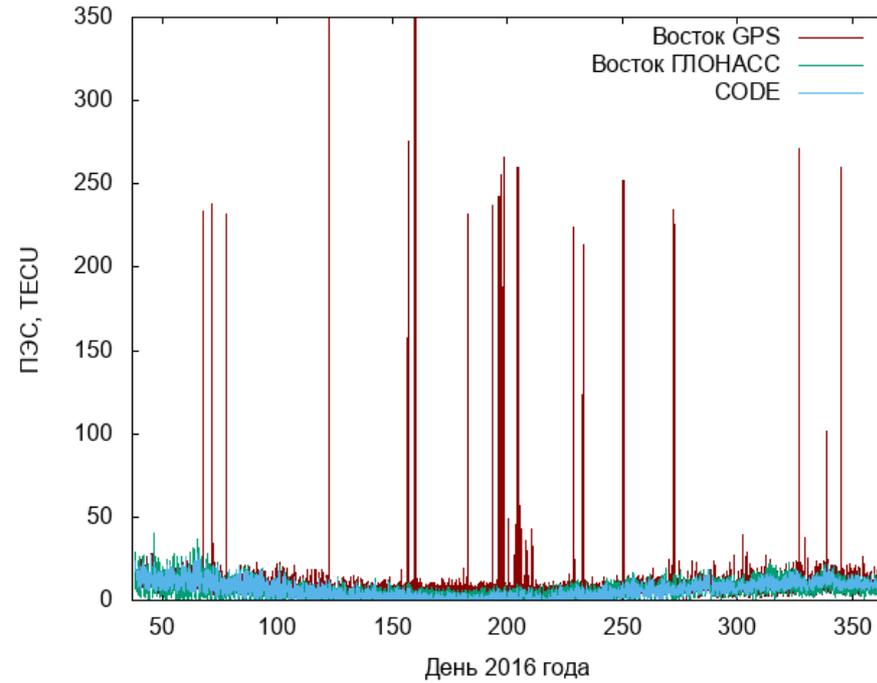
# Сопоставление наших данных и данных CODE (Global Ionosphere Maps)



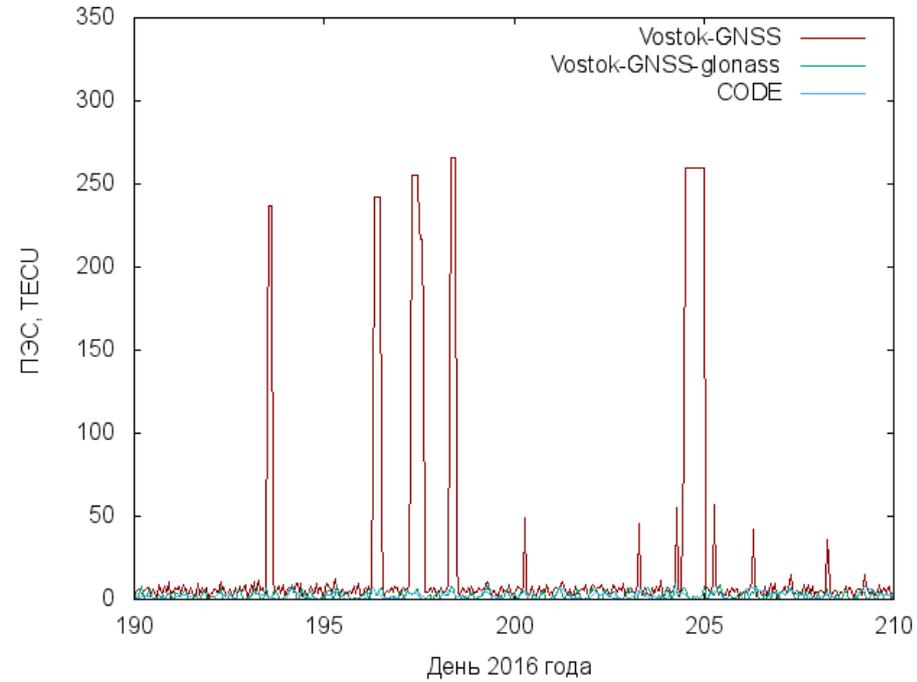
# Сравнение GPS и ГЛОНАСС



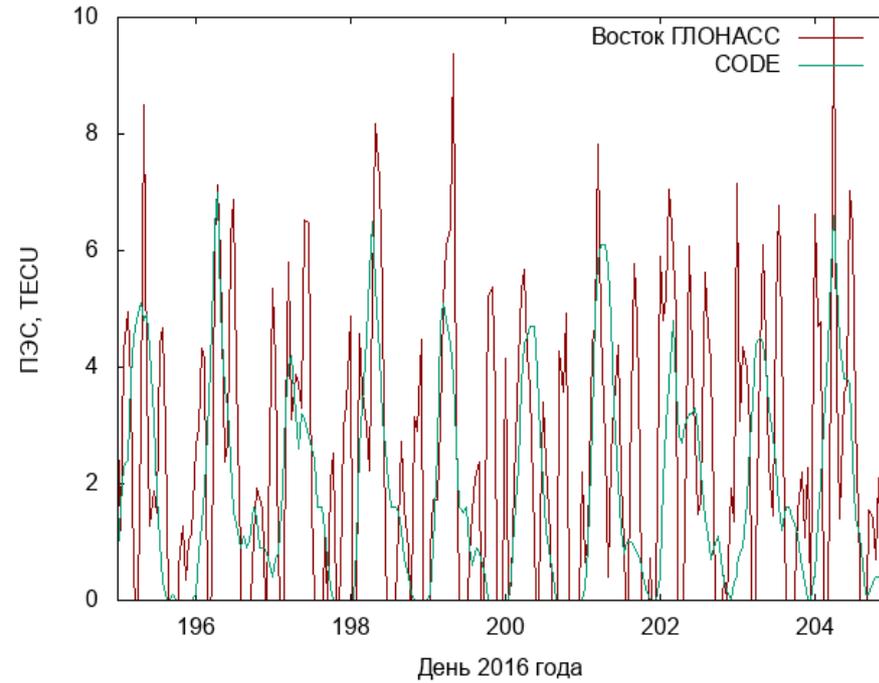
# Сравнение GPS и ГЛОНАСС



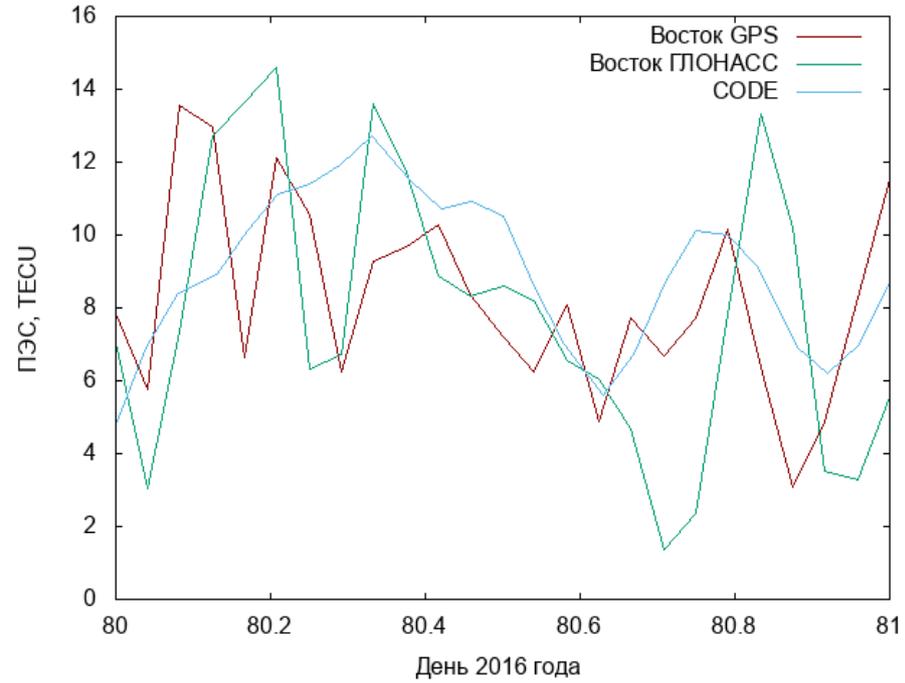
# Сравнение GPS и ГЛОНАСС



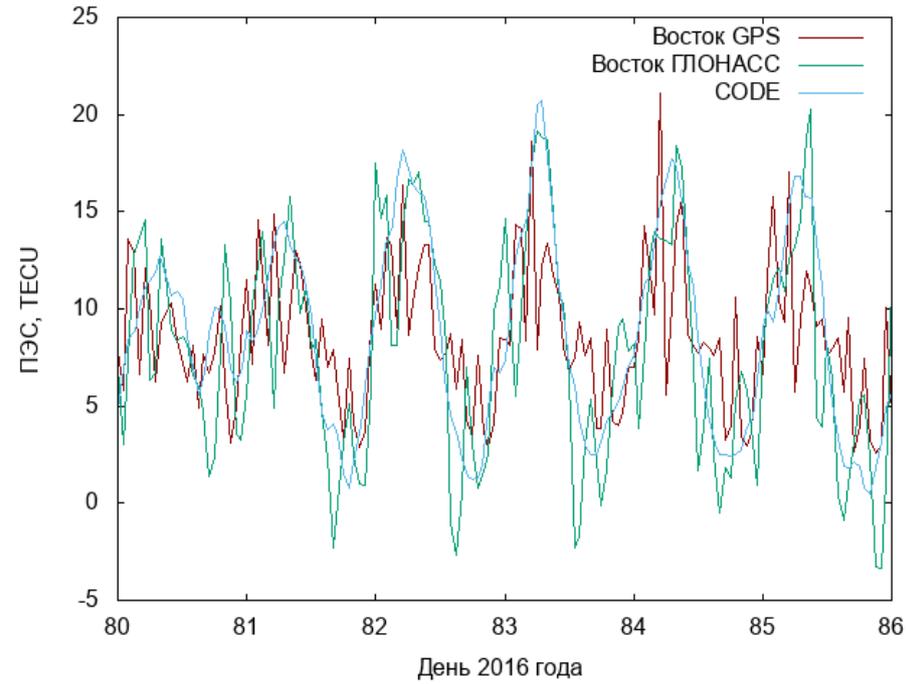
# Сравнение GPS и ГЛОНАСС



# Сравнение GPS и ГЛОНАСС



# Сравнение GPS и ГЛОНАСС



## Заключение

- Подтверждена эффективность ГНСС как средства определения ПЭС.
- Получен годичный ряд ПЭС в окрестности геомагнитного полюса.
- Проведено сравнение работы GPS и ГЛОНАСС в высоких широтах, продемонстрировано преимущество ГЛОНАСС как технологии определения ПЭС