

Одновременные наземные наблюдения всплесков аврорального хисса и фазовых сцинтиляций GPS-сигналов

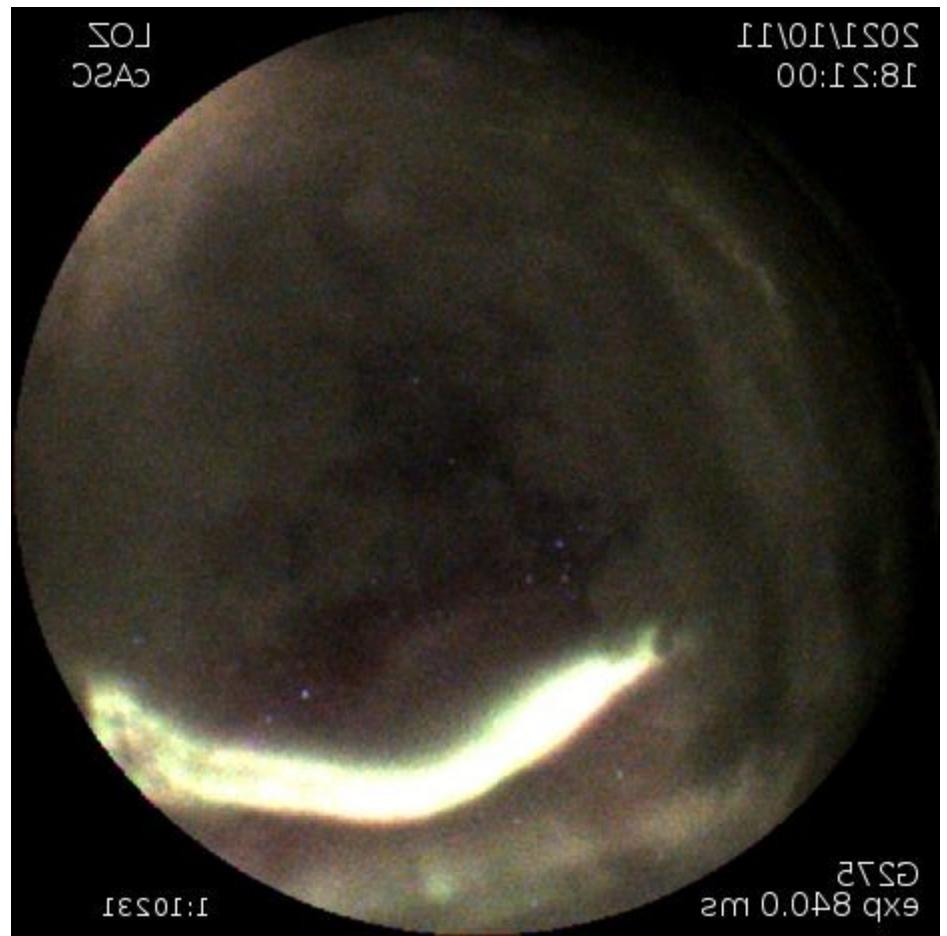
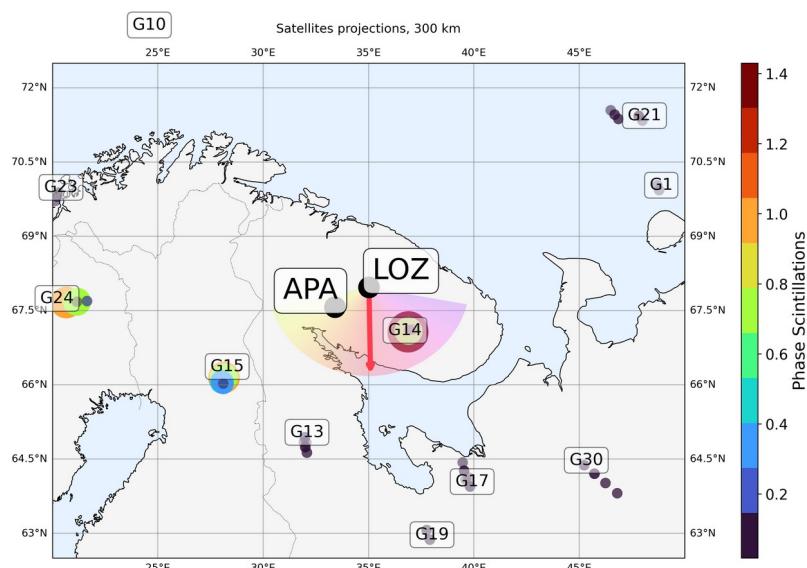
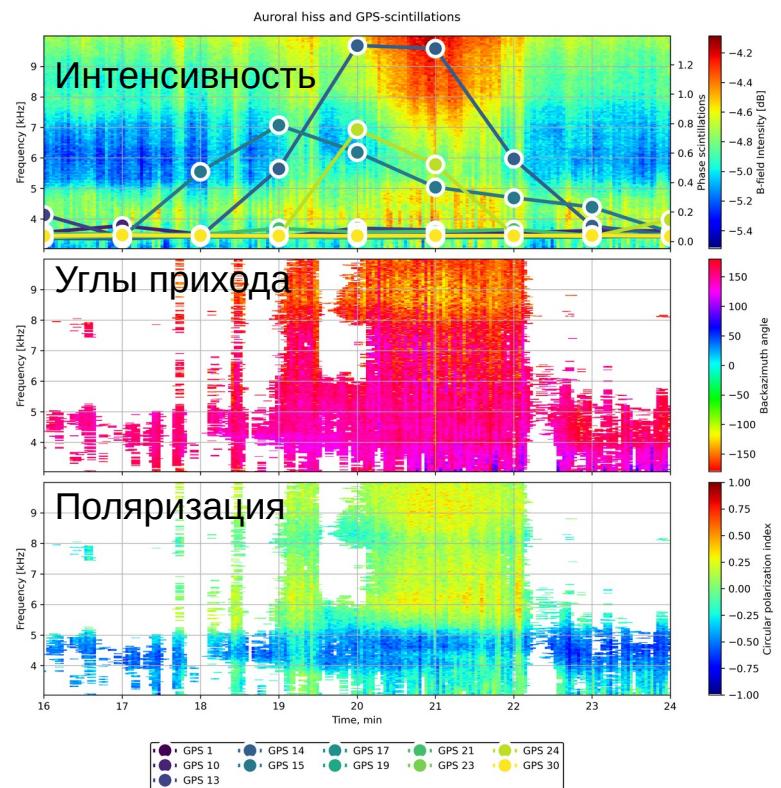
Никитенко АС, Федоренко ЮВ

Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия

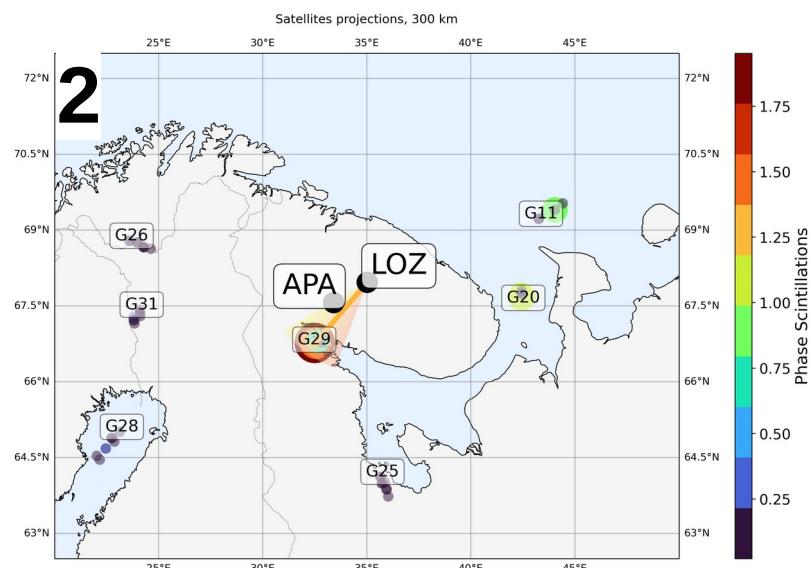
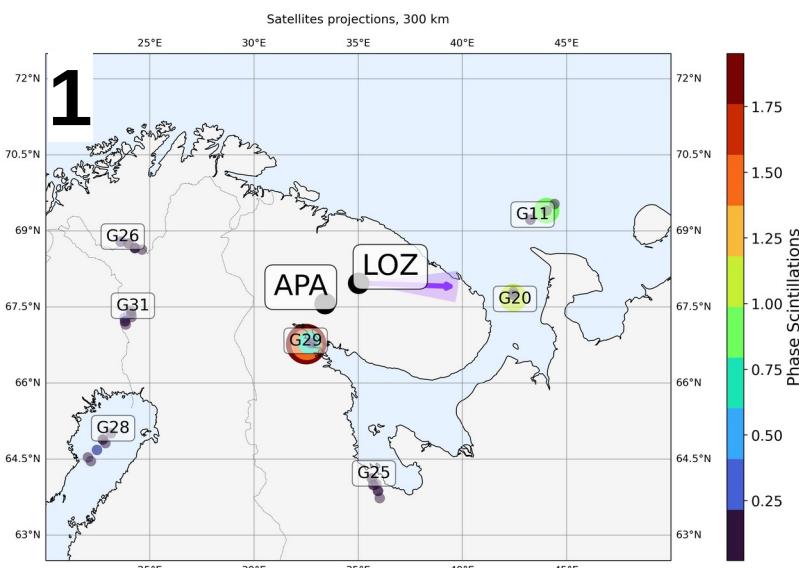
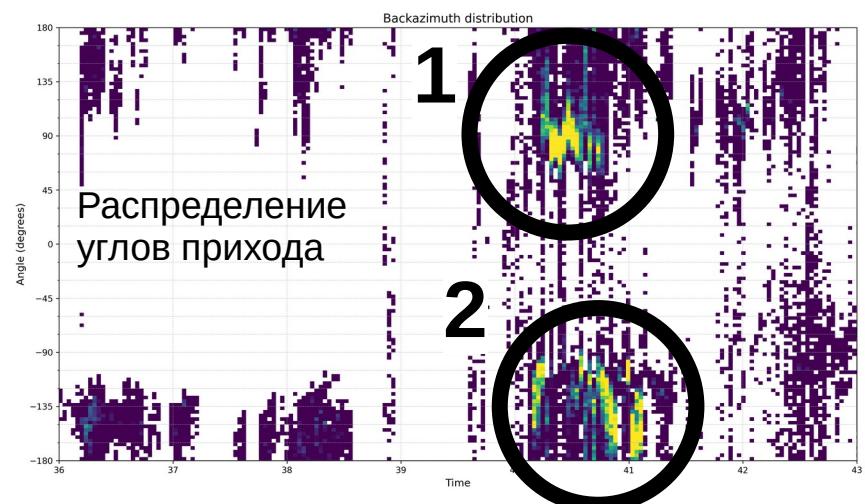
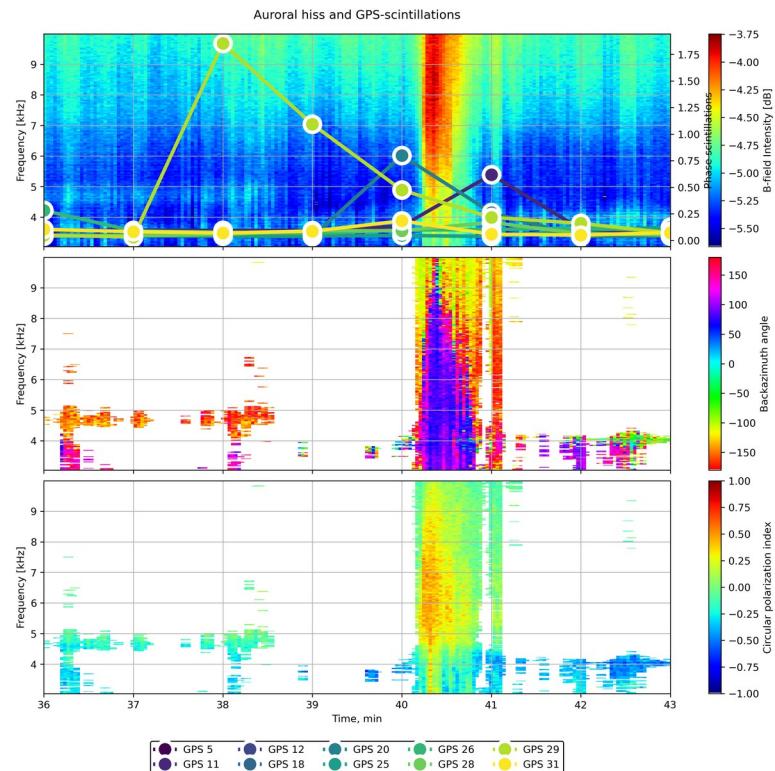
Одной из актуальных задач физики верхней атмосферы является исследование связи между различными типами волновых и плазменных процессов. В работе представлены результаты сопоставления зарегистрированных одновременно у земной поверхности всплесков аврорального хисса, и фазовых сцинтиляций сигналов GPS-спутников. Рассмотрены события регистрации аврорального хисса в обсерватории Ловозеро (Кольский полуостров) с октября 2021 года по декабрь 2023го. Измерение фазовых сцинтиляций проводилось с помощью GNSS-приёмника PolaRx5S в г. Апатиты (≈ 80 км к юго-западу от Ловозера). Выявлено 8 случаев чёткой связи между ростом интенсивности аврорального хисса и уровня фазовых сцинтиляций сигналов GPS спутников. Анализ азимутальных углов прихода и поляризации хисса показал, что область его «засветки» у земной поверхности находится в окрестности проекции на земную поверхность точки пересечения линии «Апатиты–спутник» плоскостью, расположенной на высоте 300 км. Согласно данным all-sky камеры в обс. Ловозеро в тех случаях, когда позволяли погодные условия, в области появления фазовых сцинтиляций наблюдались дуги полярных сияний. Установленное пространственное совпадение области генерации хисса и проекции траектории спутника свидетельствует о физической связи явлений. Для выхода аврорального хисса к земле необходимо его рассеяние на мелкомасштабных (порядка сотни метров) неоднородностях электронной концентрации в ионосфере. Неоднородности аналогичных масштабов являются причиной фазовых сцинтиляций GPS-сигналов. Полученные результаты позволяют утверждать, что одновременное возникновение аврорального хисса и сцинтиляций GPS-сигналов может быть обусловлено рассеянием сигналов на одних и тех же мелкомасштабных ионосферных неоднородностях.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-17-20038,
<https://www.rscf.ru/project/25-17-20038/> и гранта Министерства образования и науки Мурманской области».

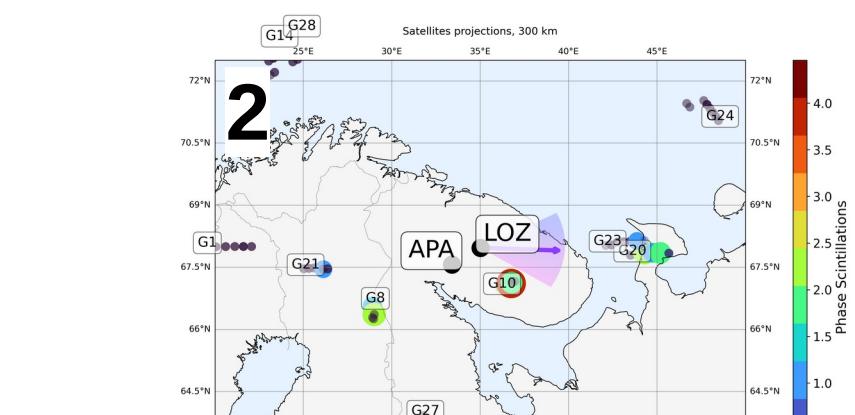
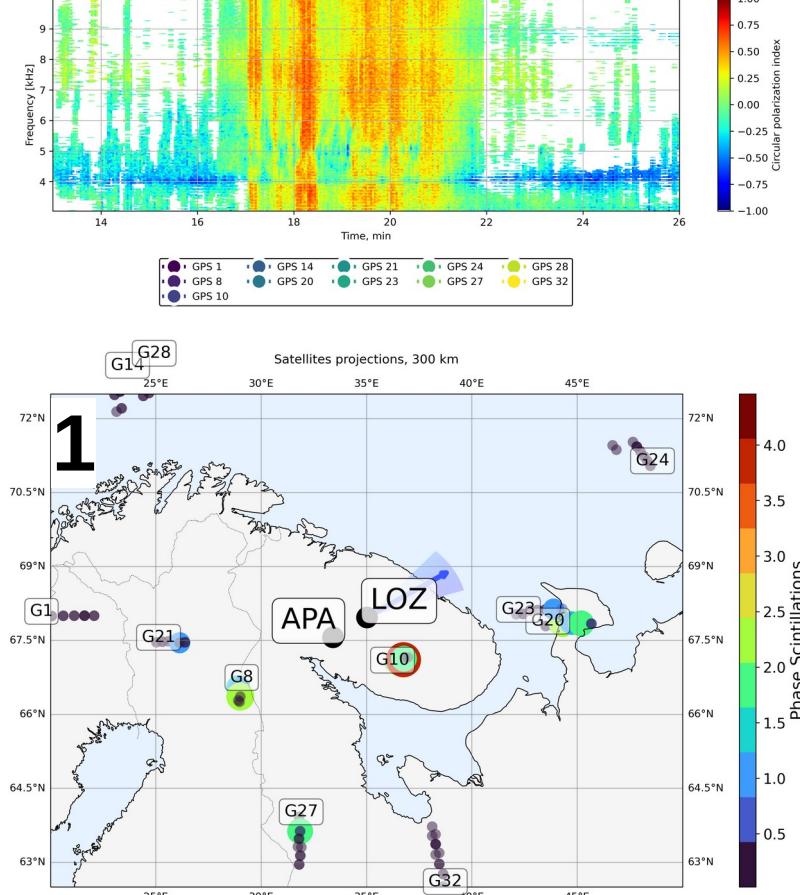
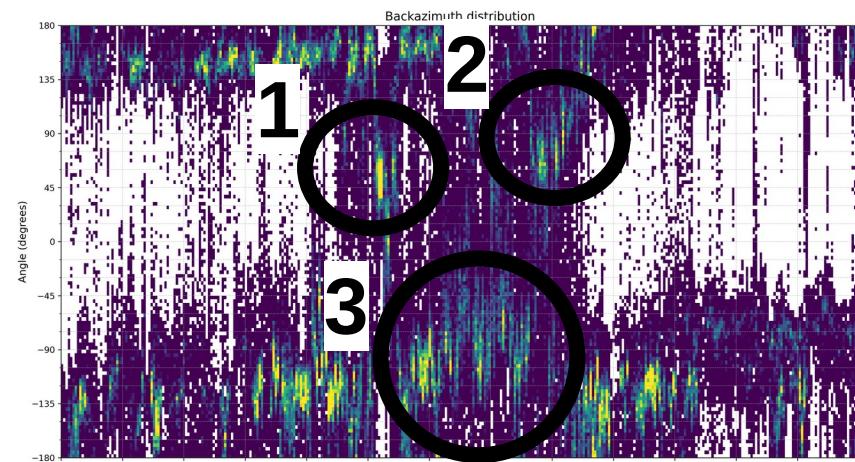
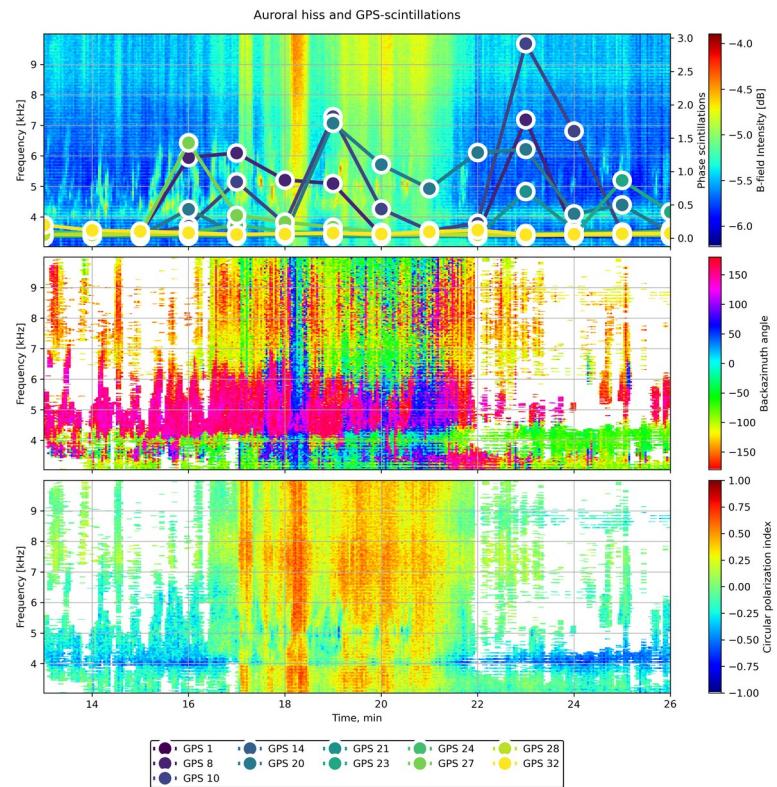
11 Oct 2021 18:16 - 18:24 UT



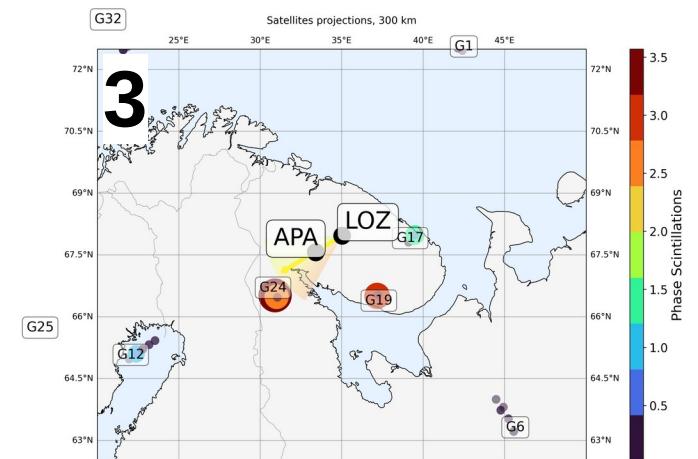
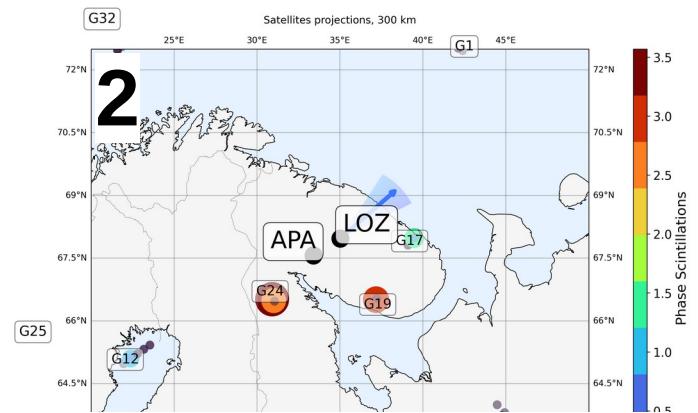
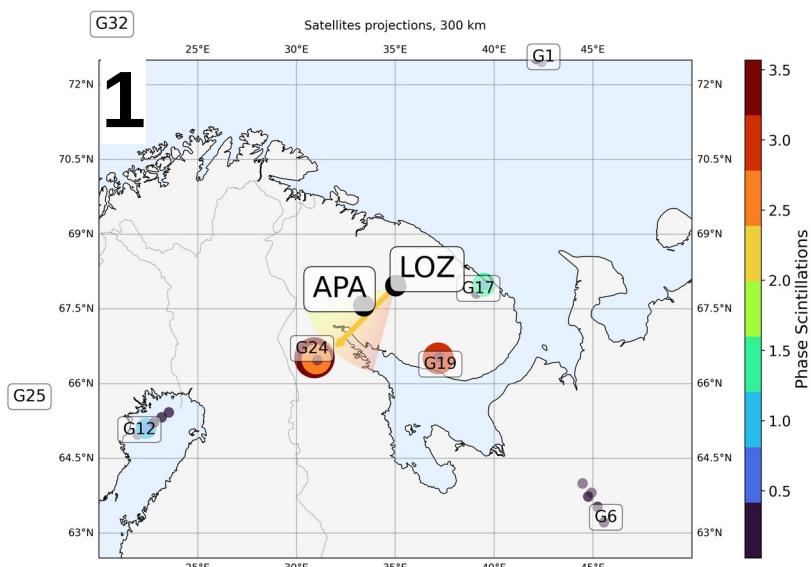
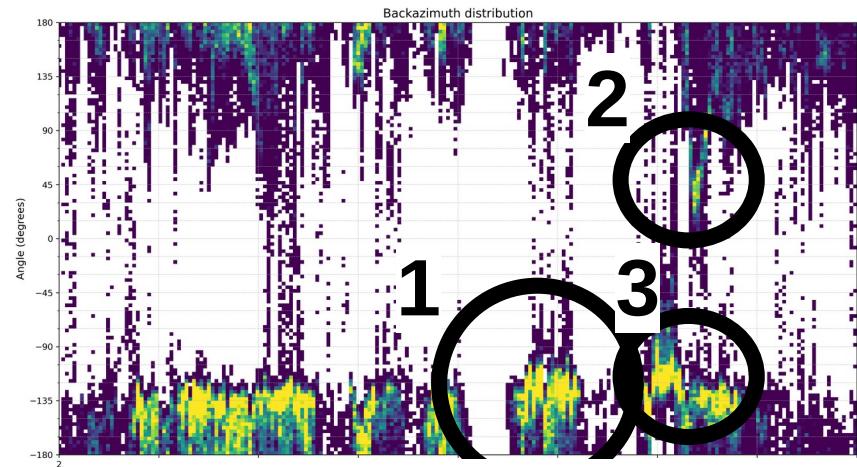
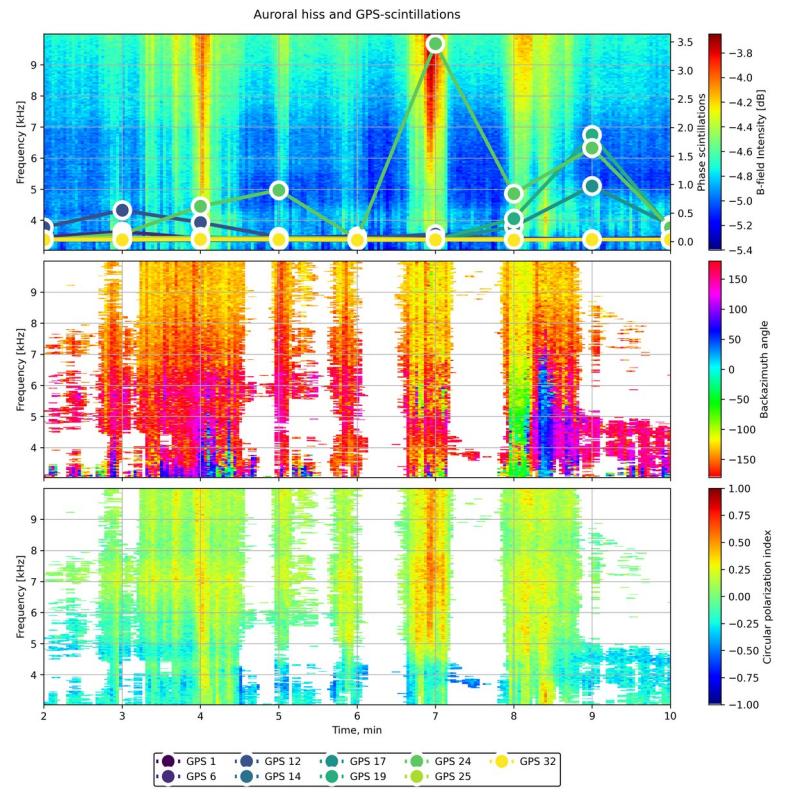
28 Oct 2023 21:36 - 21:43 UT



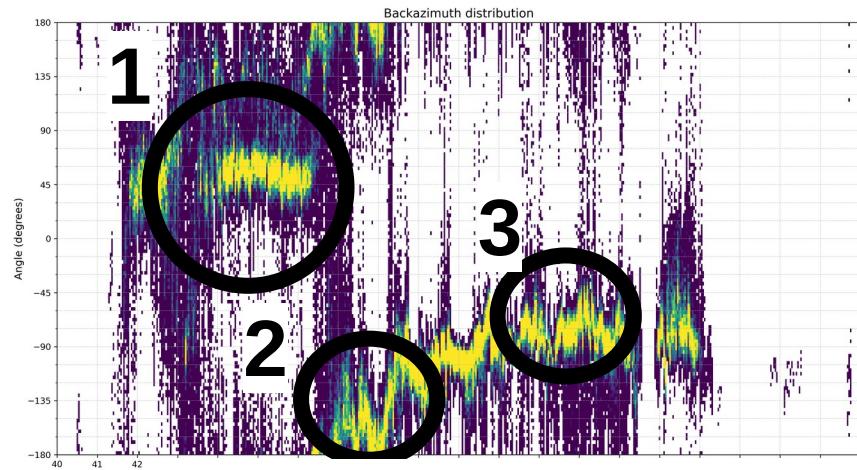
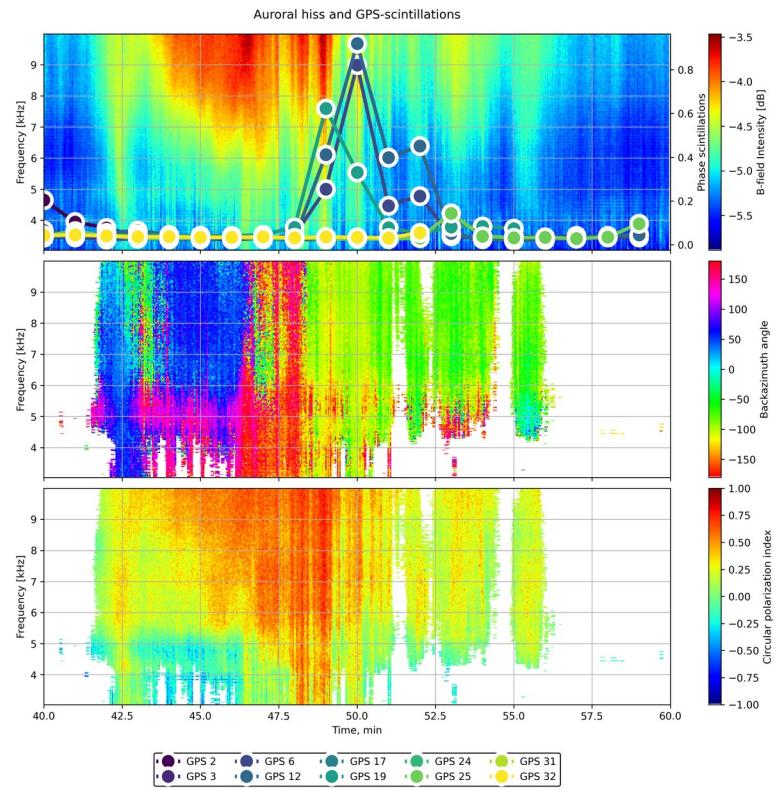
19 Feb 2021 22:13 - 22:36 UT



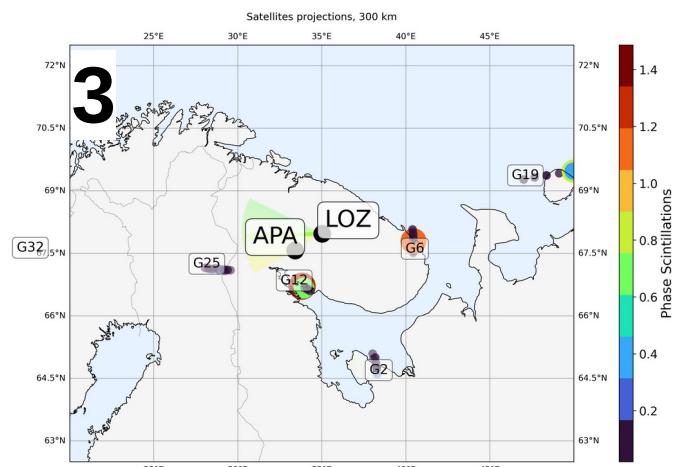
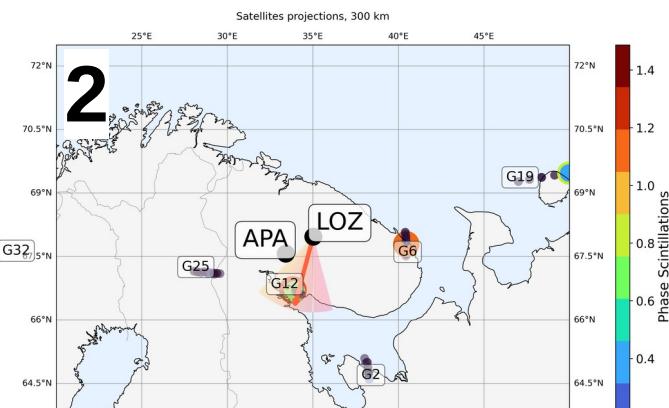
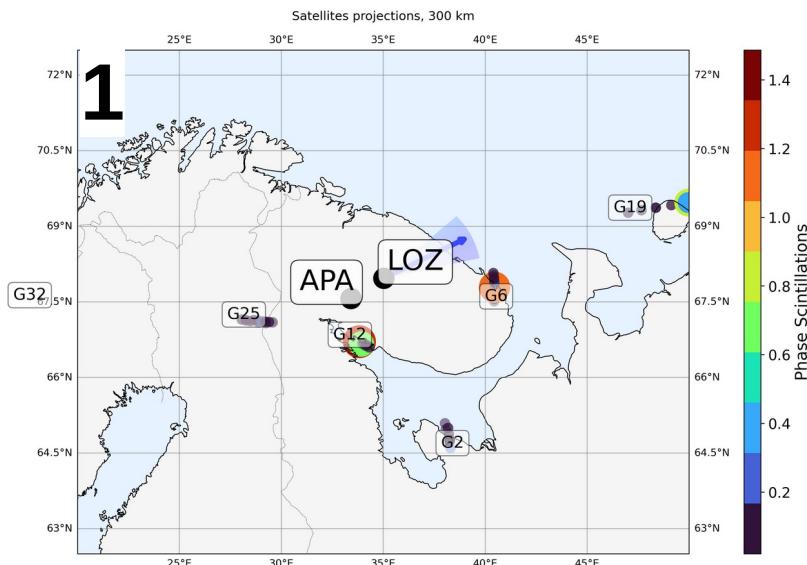
12 Oct 2021 20:02 — 20:10 UT



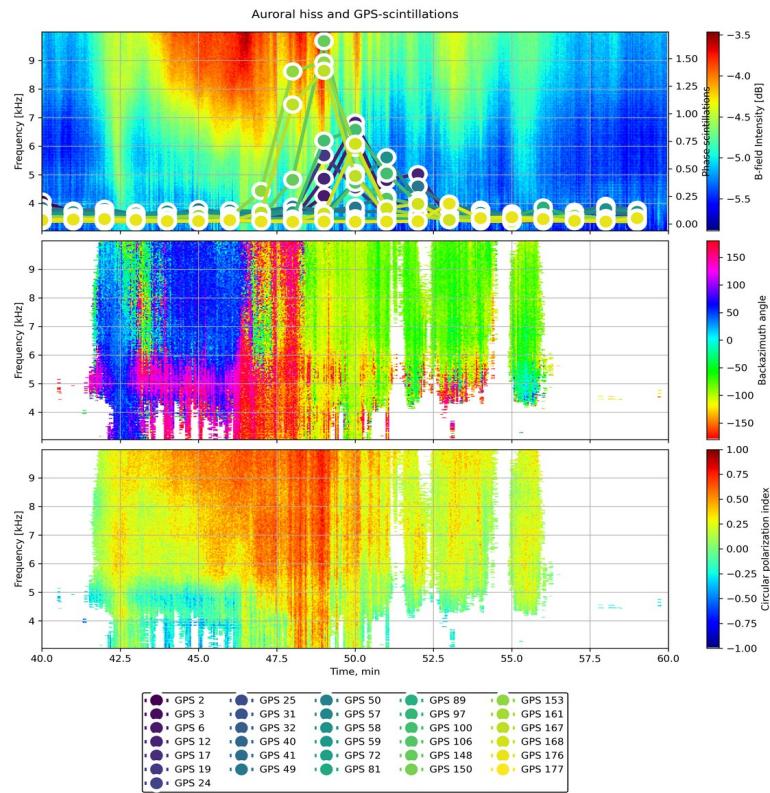
1 Dec 2021 18:40 — 19:00 UT



Тут направление прихода хисса:
1. с Востока
2. с Юга
3. с Запада

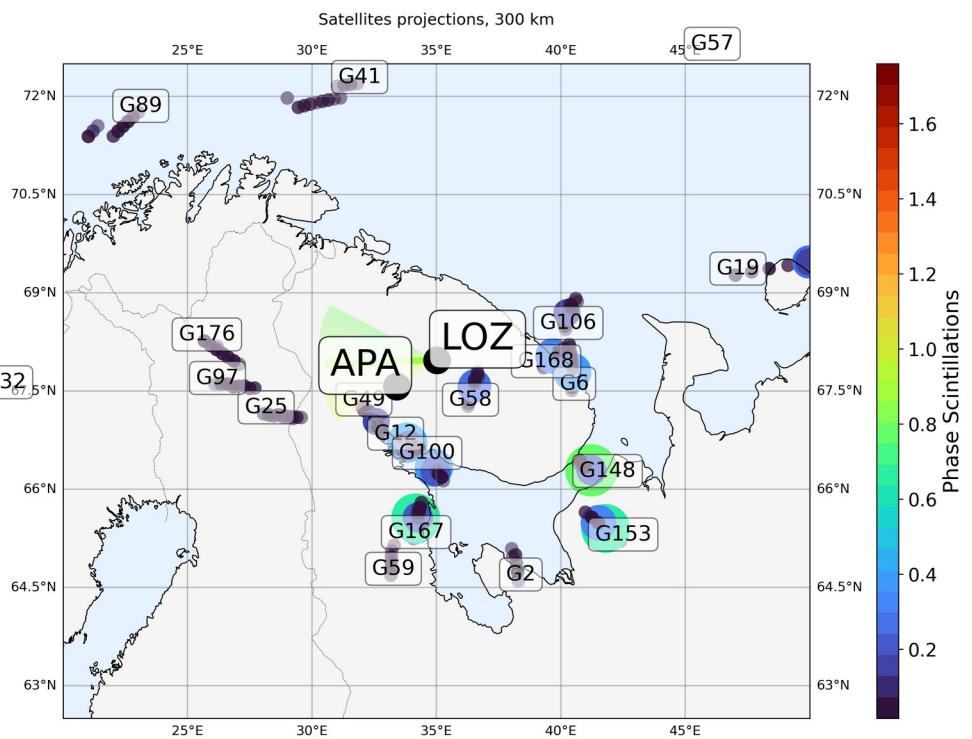


1 Dec 2021 18:40 — 19:00 UT

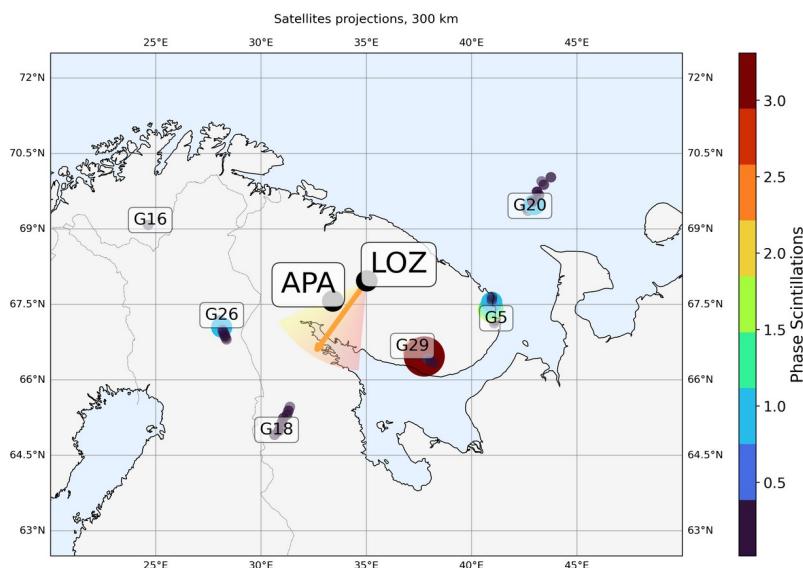
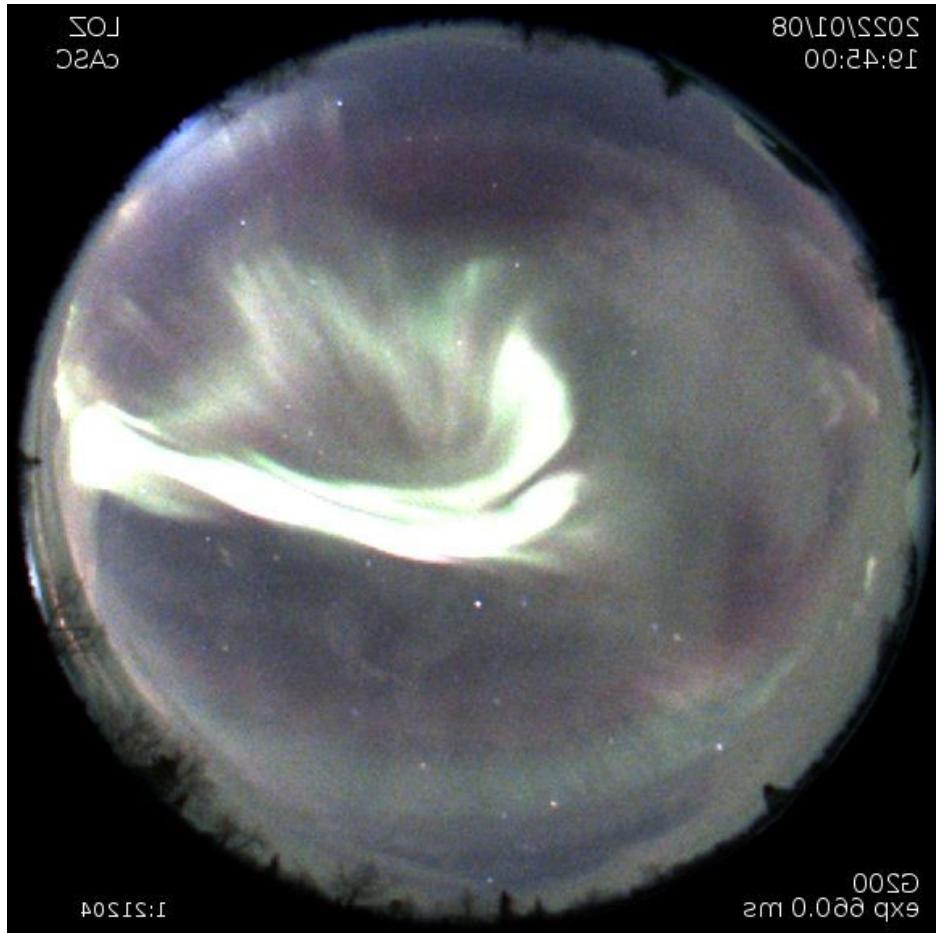
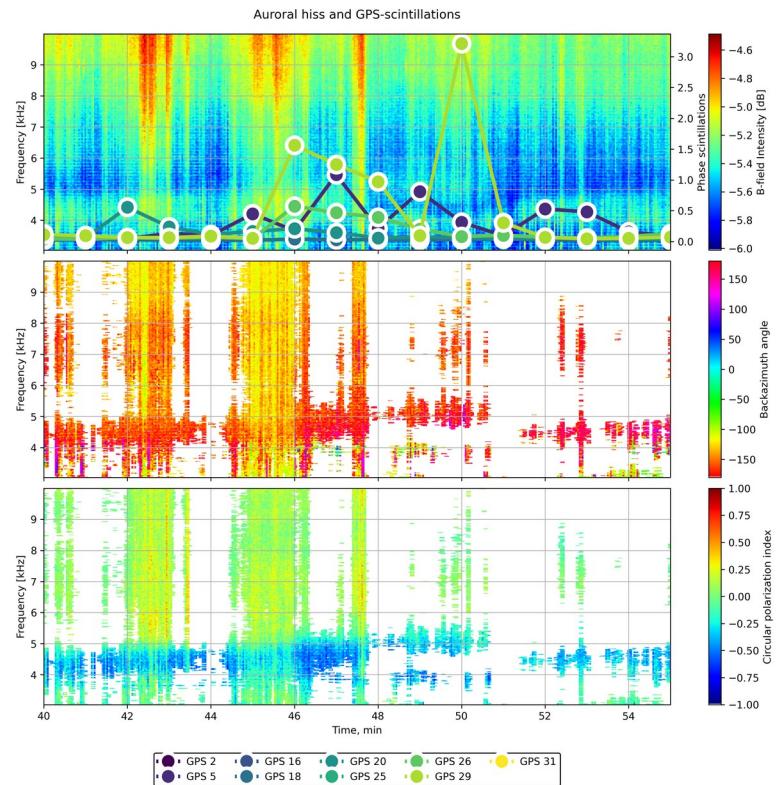


GPS, Glonass, Galileo, etc

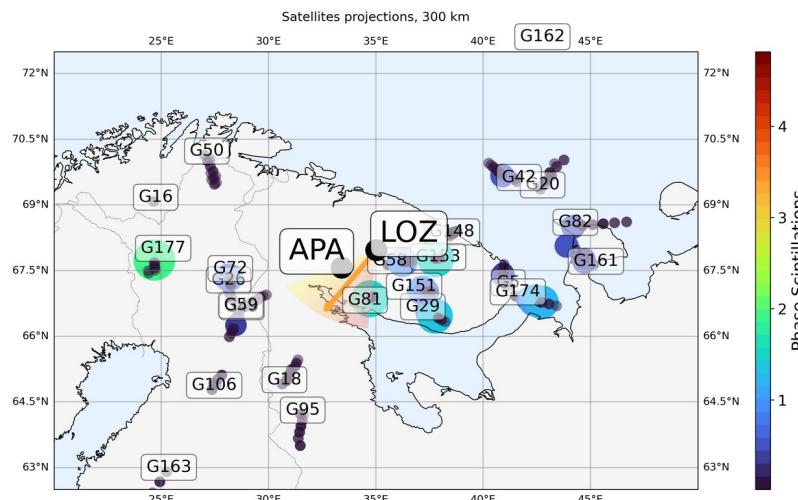
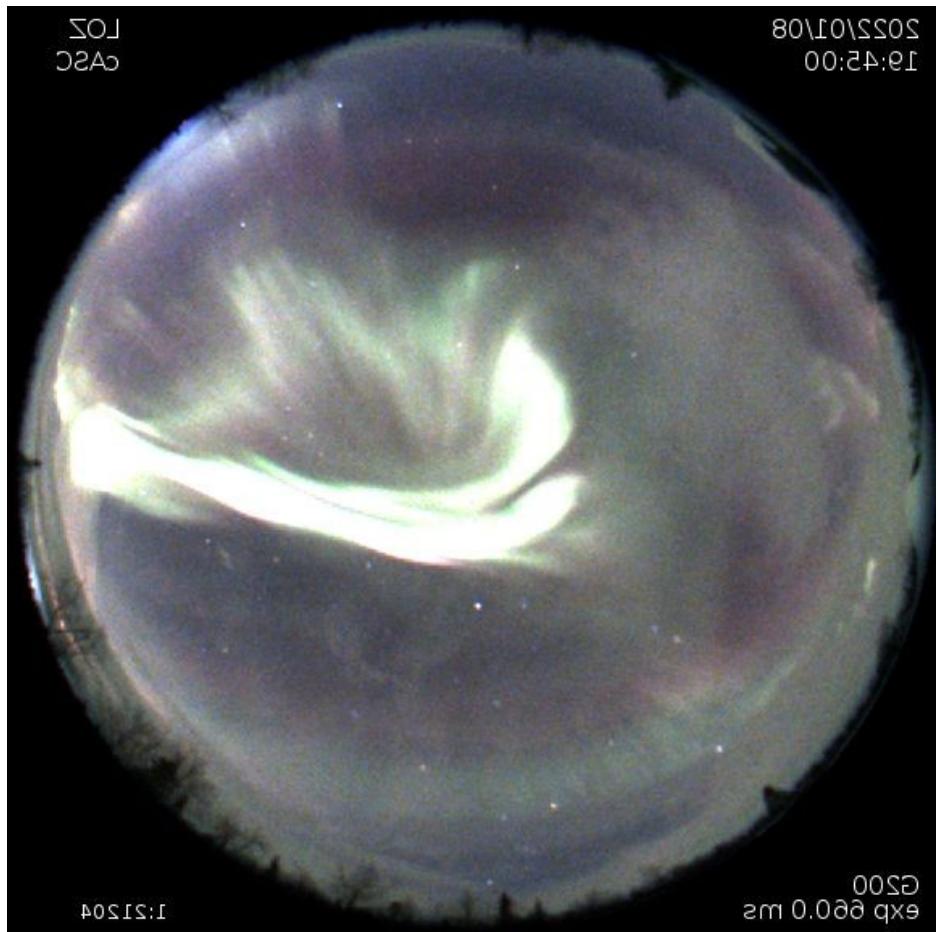
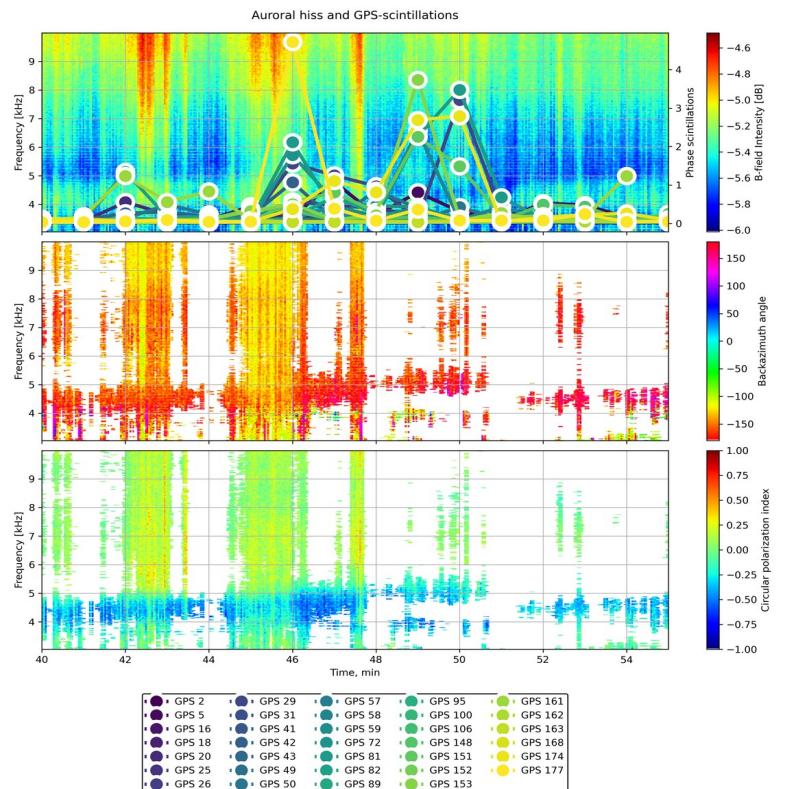
Много спутников
летало тогда,
когда хисс
приходил с
Запада



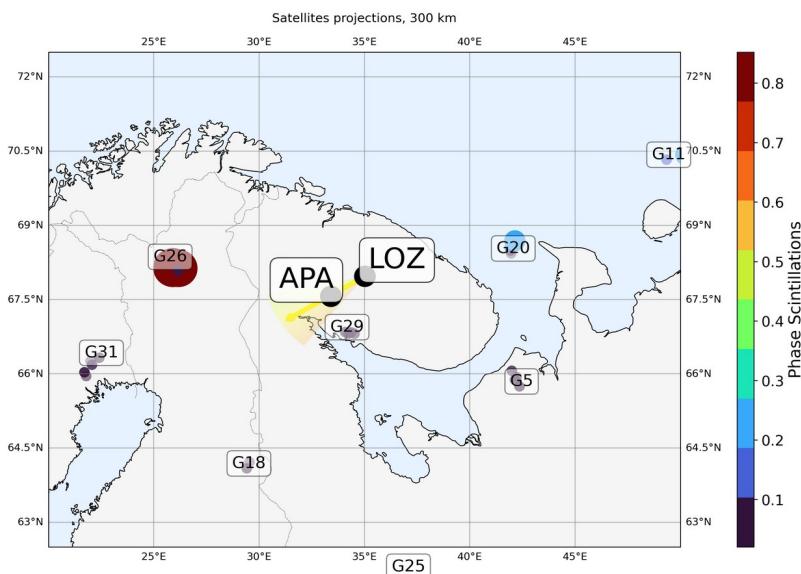
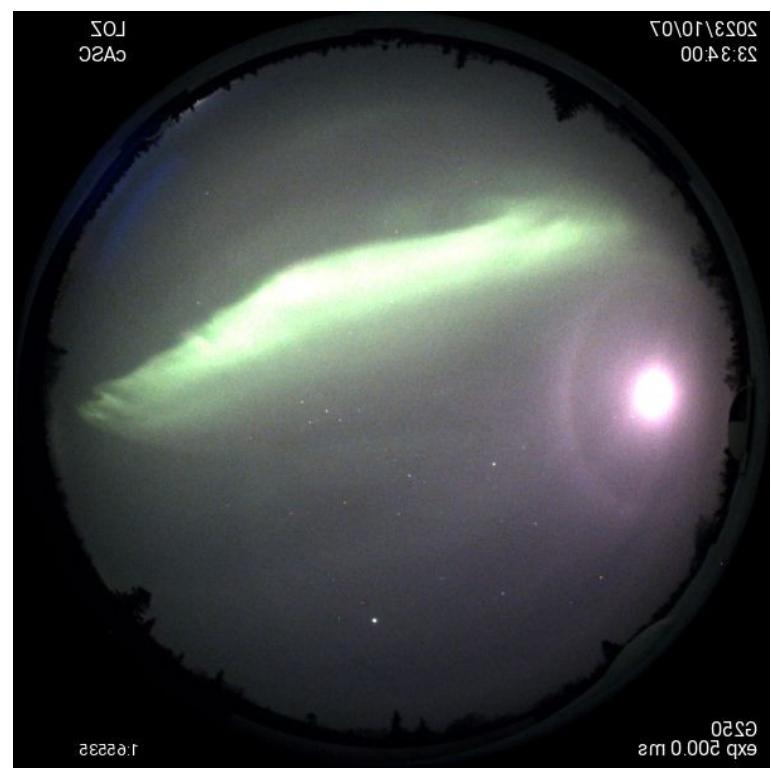
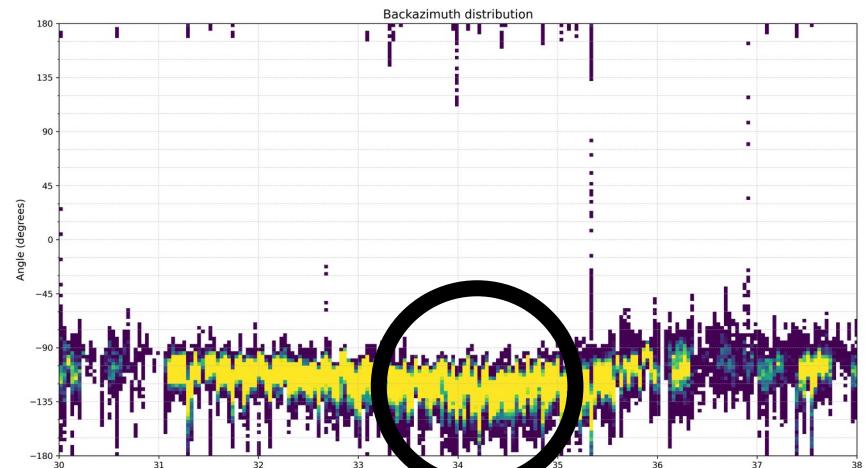
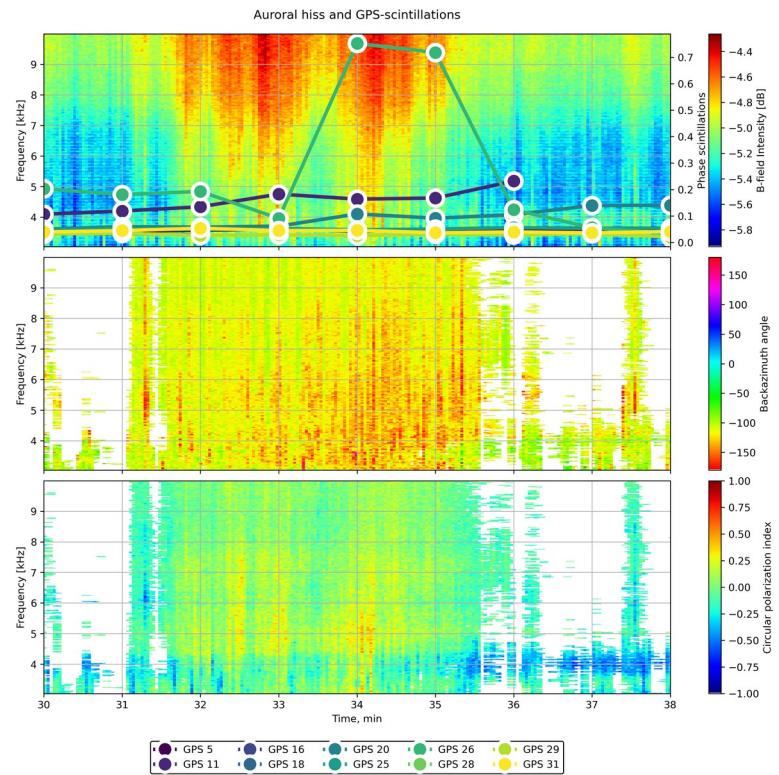
8 Jan 2022 19:40 - 19:55 UT



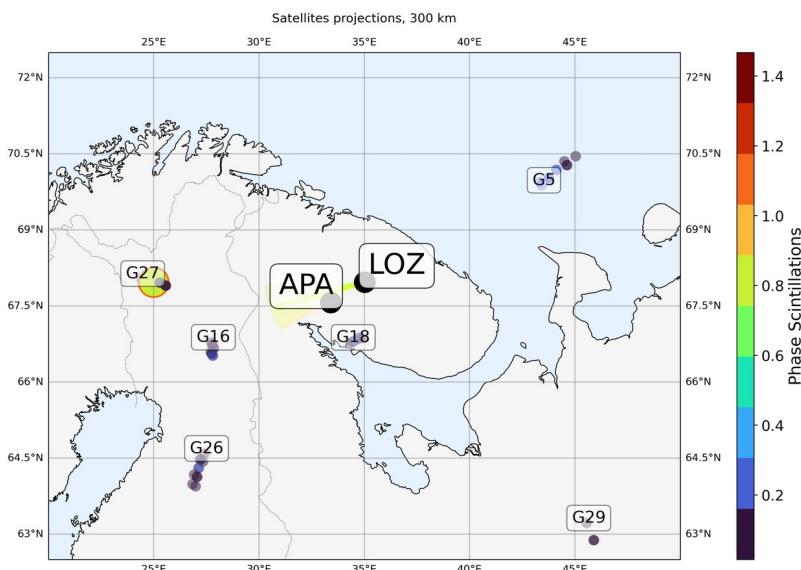
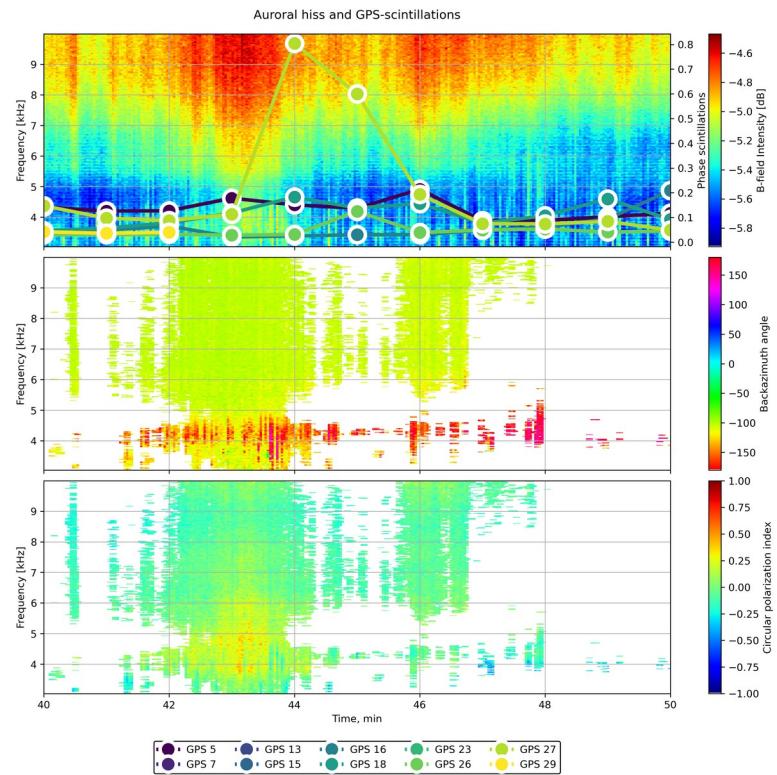
8 Jan 2022 19:40 - 19:55 UT



7 Oct 2023 23:30 - 23:38 UT



18 Dec 2023 20:40 - 20:50 UT



Выходы

На основании одновременных наземных наблюдений аврорального хисса и фазовых сцинтиляций GPS-сигналов, проведенных в 2021-2023 гг. на Кольском полуострове, можно сделать следующие выводы:

- 1) Корреляция явлений: Выявлено 8 случаев статистически значимой связи между ростом интенсивности аврорального хисса и увеличением уровня фазовых сцинтиляций, что указывает на их синхронное возникновение во время возмущений в ионосфере.
- 2) Локализация источника: Анализ азимутальных углов прихода и поляризации хисса показал, что его источник у земной поверхности локализован вблизи проекции на высоте 300 км точки пересечения линии «приемник–спутник». Эта же область, согласно данным all-sky камеры, совпадает с положением дуг полярных сияний, что подтверждает приуроченность обоих явлений к активным авроральным структурам.
- 3) Единый физический механизм: Установленное пространственное и временное совпадение, а также анализ масштабов неоднородностей позволяют сделать вывод о том, что оба наблюдаемых явления являются следствием одного процесса. А именно, рассеяния электромагнитных волн (как ОНЧ-излучения, так и сигналов GPS) на одних и тех же мелкомасштабных неоднородностях электронной плотности в ионосфере. Таким образом, авроральный хисс может достигать земной поверхности, а сигналы GPS — испытывать сцинтиляции из-за рассеивания на тех же неоднородностях.

Полученные результаты вносят вклад в понимание взаимосвязи волновых и плазменных процессов в высокоширотной ионосфере и имеют практическое значение для прогнозирования помех в спутниковой навигации.