

НАБЛЮДЕНИЯ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ В НОЧНОЙ МАГНИТОСФЕРЕ С ПОМОЩЬЮ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО КОГЕРЕНТНОГО СРЕДНЕШИРОТНОГО РАДАРА

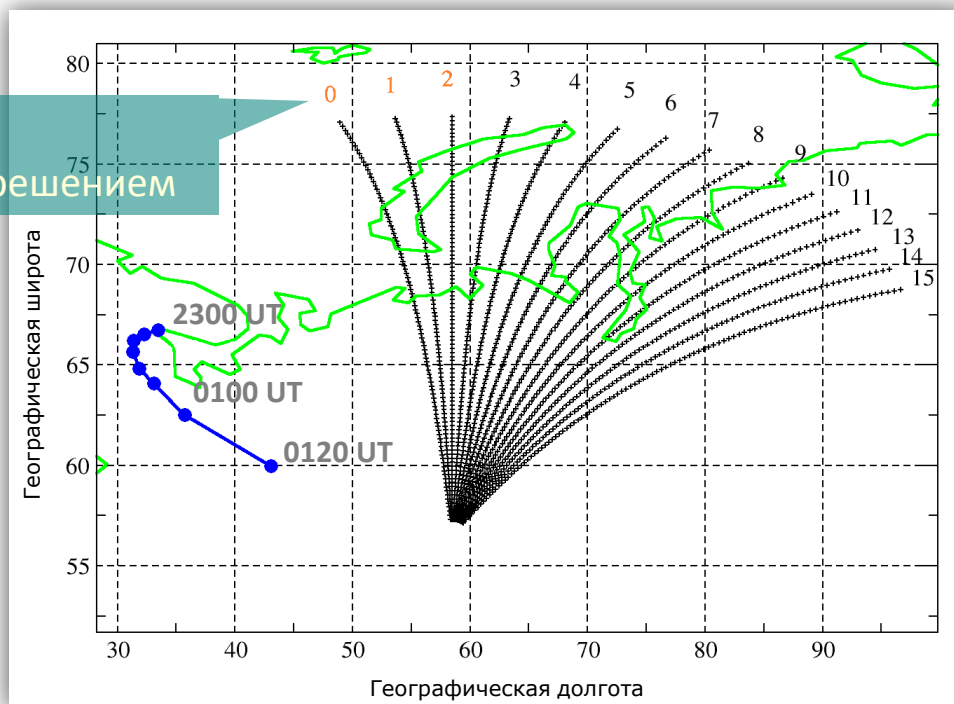
**М.А. Челпанов, О.В. Магер, П.Н. Магер,
Д.Ю. Климушкин и О.И. Бернгардт**

Институт солнечно земной физики, Иркутск

Toroidal waves are those in which the magnetic field oscillates azimuthally and are characterized by low azimuthal wave numbers (m), or equivalently a large azimuthal scale size. Poloidal waves oscillate in the meridional/radial direction with high m numbers (a smaller azimuthal scale size). In either case these waves represent **standing Alfvén waves** between two conjugate points on the Earth's ionosphere.

ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ РАДАР

Лучи с высоким
временным разрешением



Магнитосферные УНЧ-волны



ExB дрейф мелкомасштабных ионосферных неоднородностей

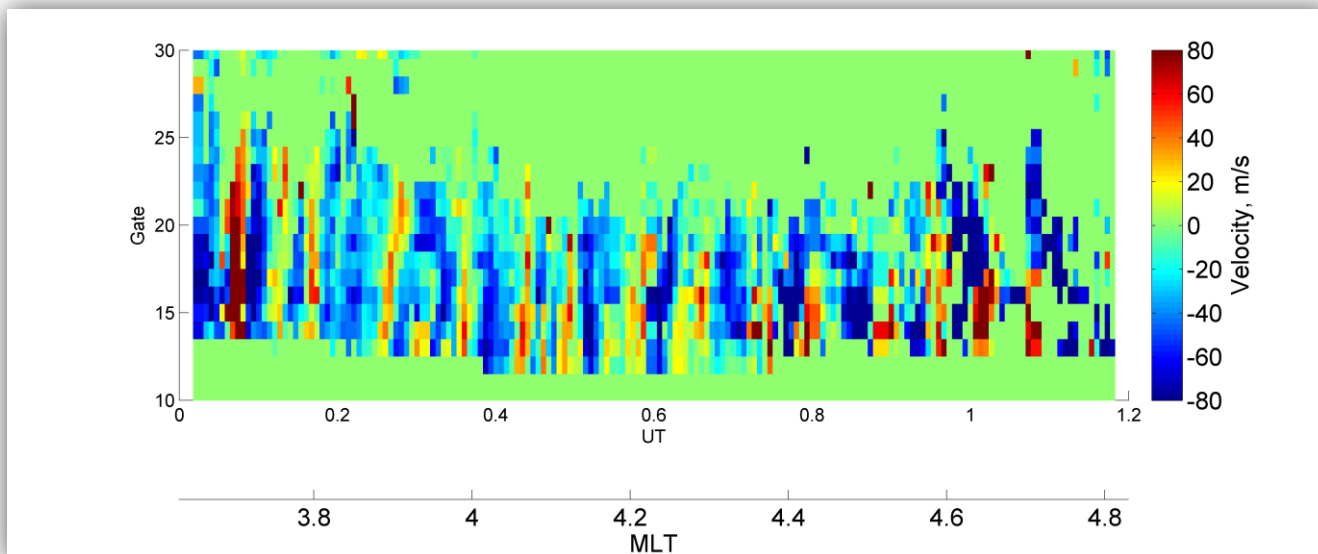


Колебания доплеровского сдвига

для лучей, направленных к полюсу, соответствуют радиальной компоненте магнитного возмущения

ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ РАДАР

25 декабря 2014 г.



Магнитосферные УНЧ-волны



$E \times B$ дрейф мелкомасштабных ионосферных неоднородностей

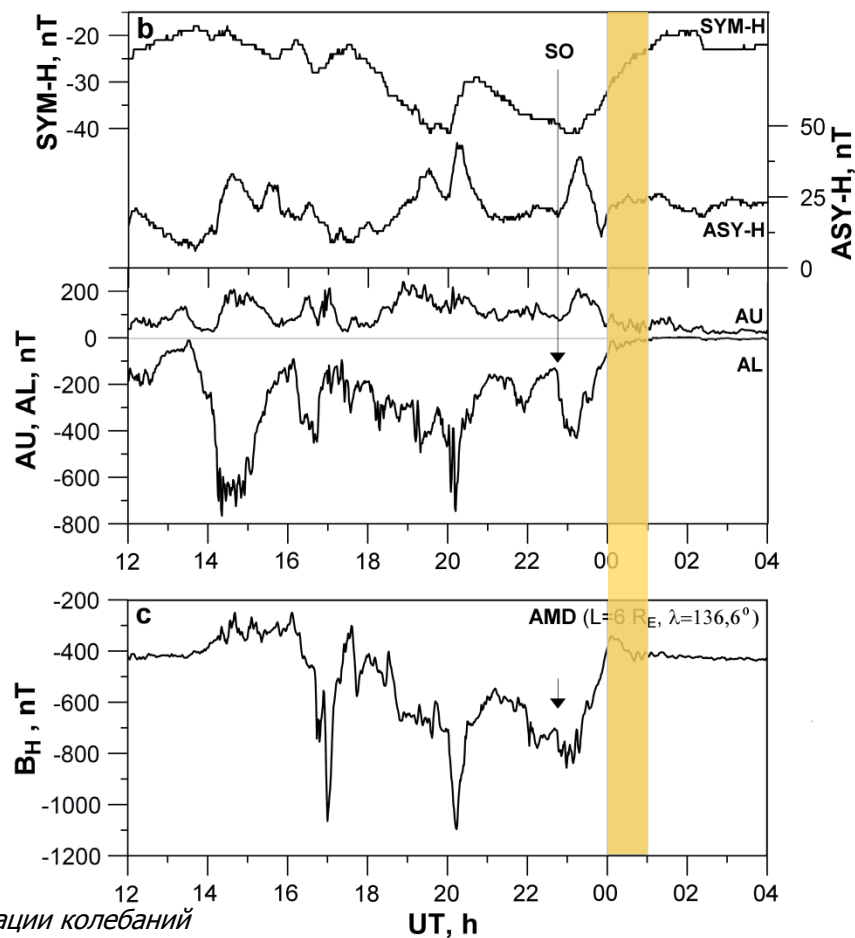
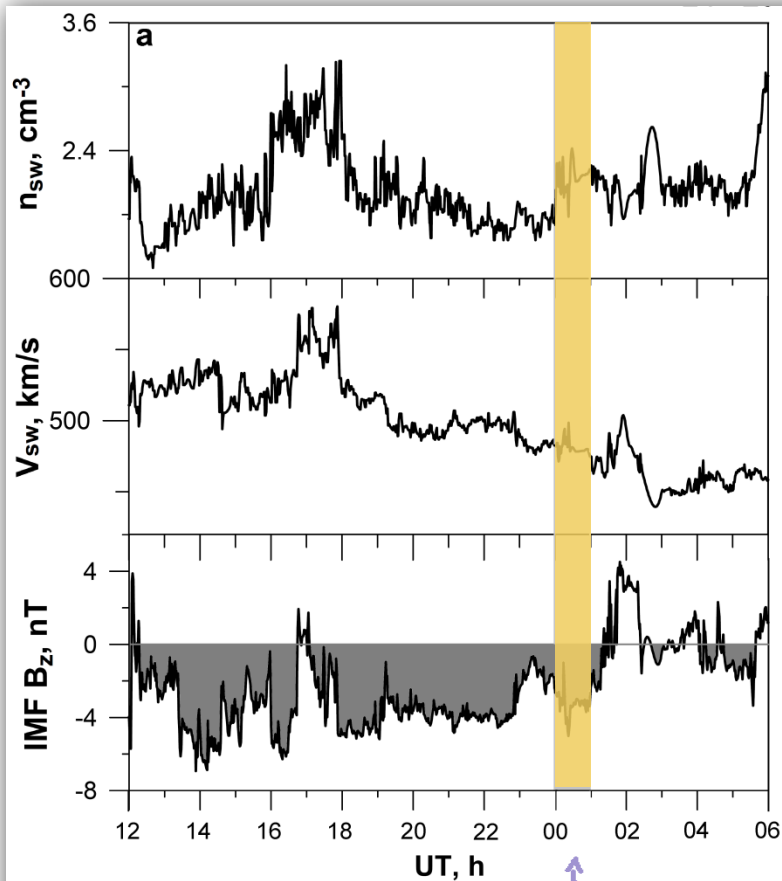


Колебания доплеровского сдвига

для лучей, направленных к полюсу, соответствуют радиальной компоненте магнитного возмущения

ГЕОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА

24–25 декабря 2014 г.

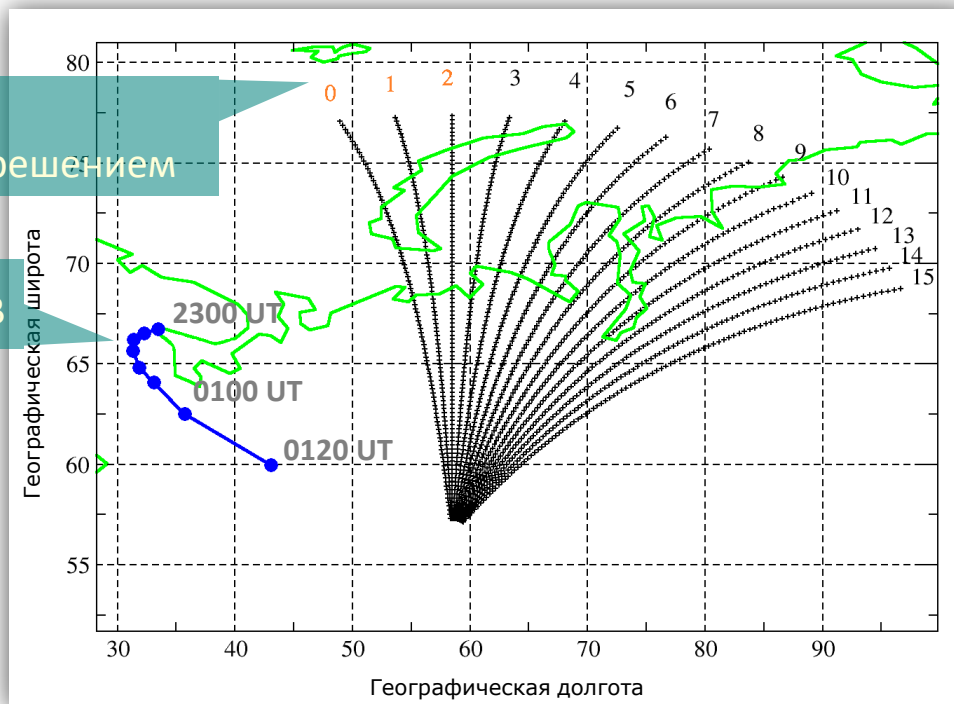


Период регистрации колебаний

ЛУЧИ РАДАРА И ПРОЕКЦИЯ ТРАЕКТОРИИ RBSP

Лучи с высоким
временным разрешением

Проекция RBSP-B

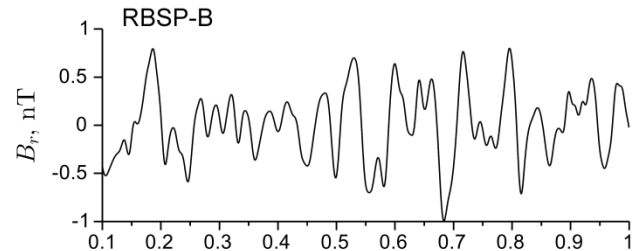
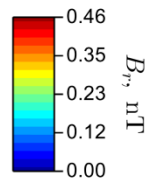
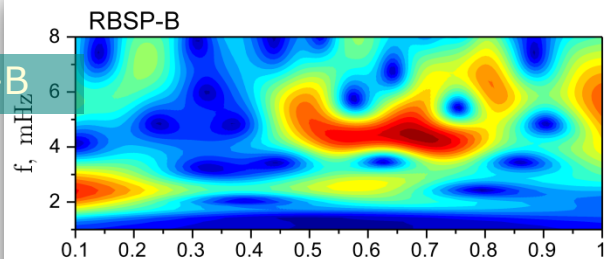


Поле обзора екатеринбургского радара в географических координатах.
Лучи 0–2 работают в режиме высокого разрешения.

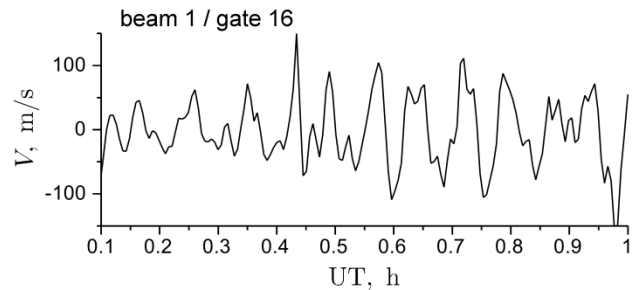
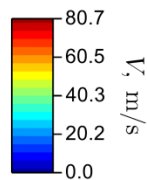
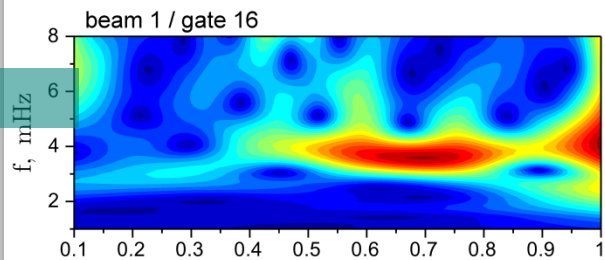
Синяя линия — проекция траектории спутника в период наблюдения колебаний.

СПЕКТРЫ КОЛЕБАНИЙ НА РАДАРЕ / СПУТНИКЕ

Спутник RSPB-B

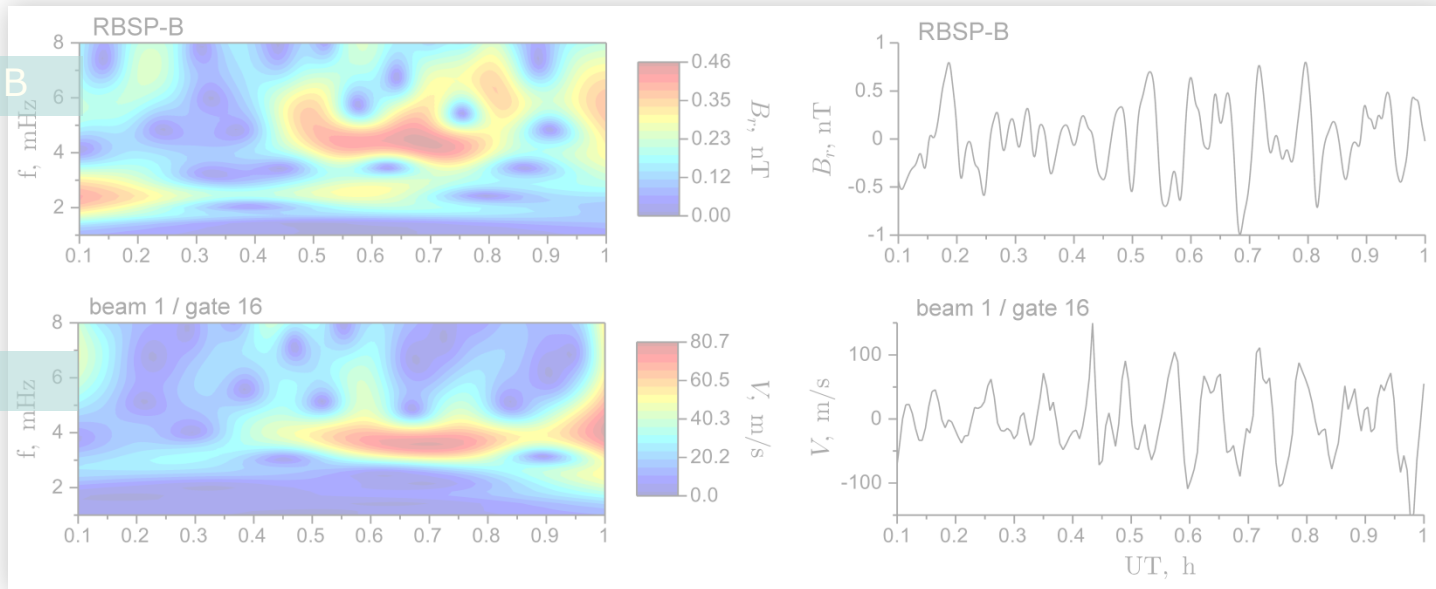


Радар



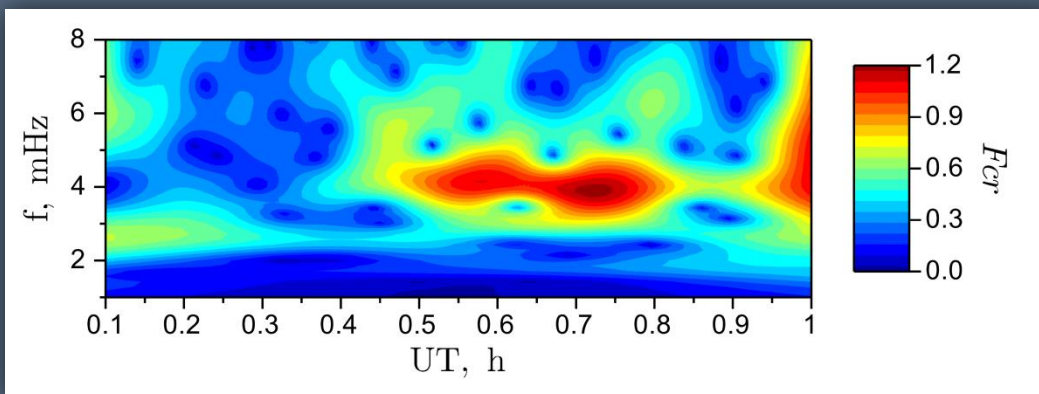
СПЕКТРЫ КОЛЕБАНИЙ НА РАДАРЕ / СПУТНИКЕ

Спутник RSPB-B



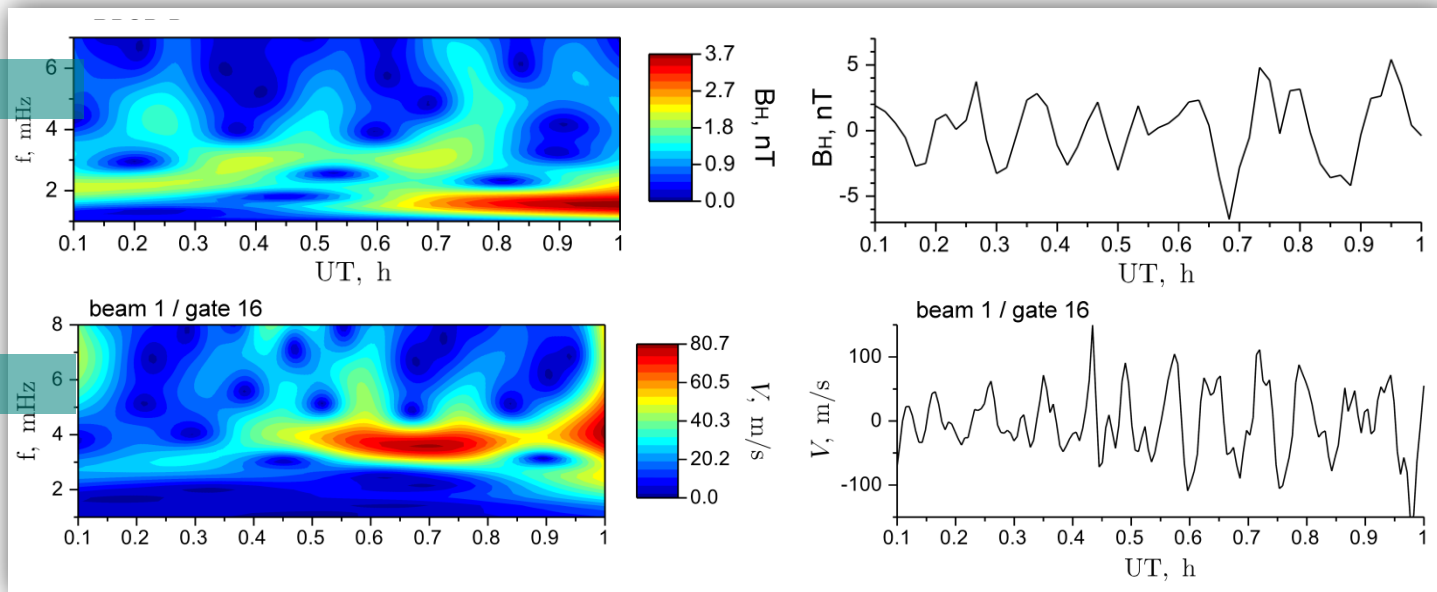
Радар

Кросспектр рядов данных по магнитному полю радара и спутника

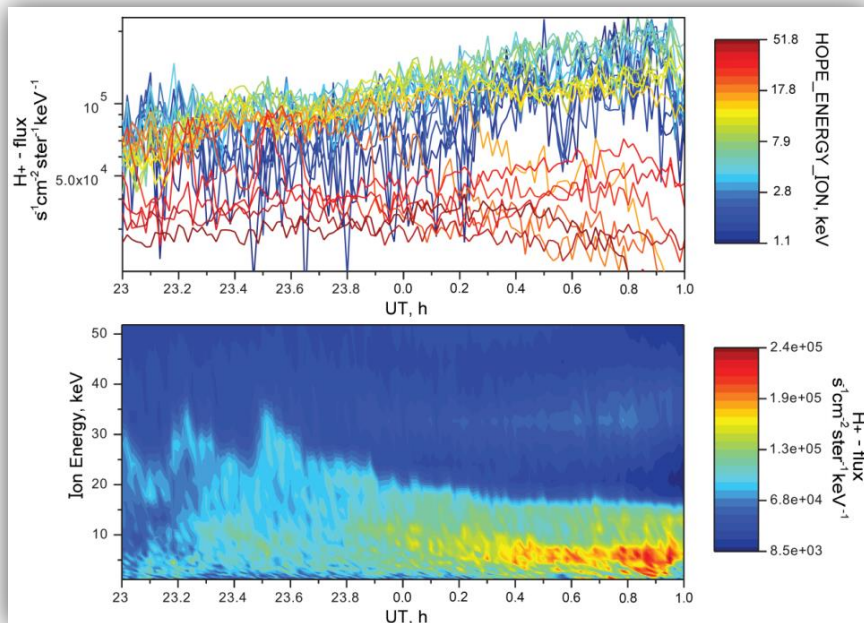


СПЕКТРЫ КОЛЕБАНИЙ НА СТАНЦИИ АМДЕРМА

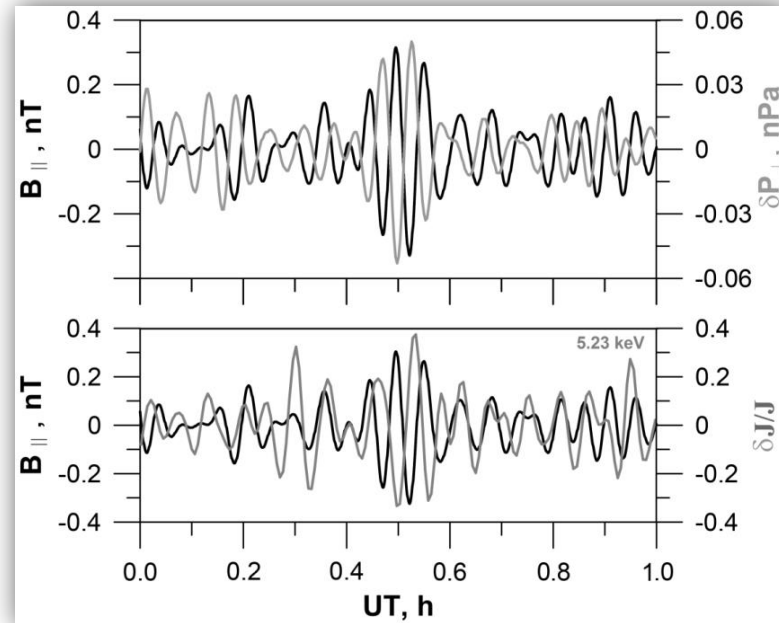
Станция AMD



СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ

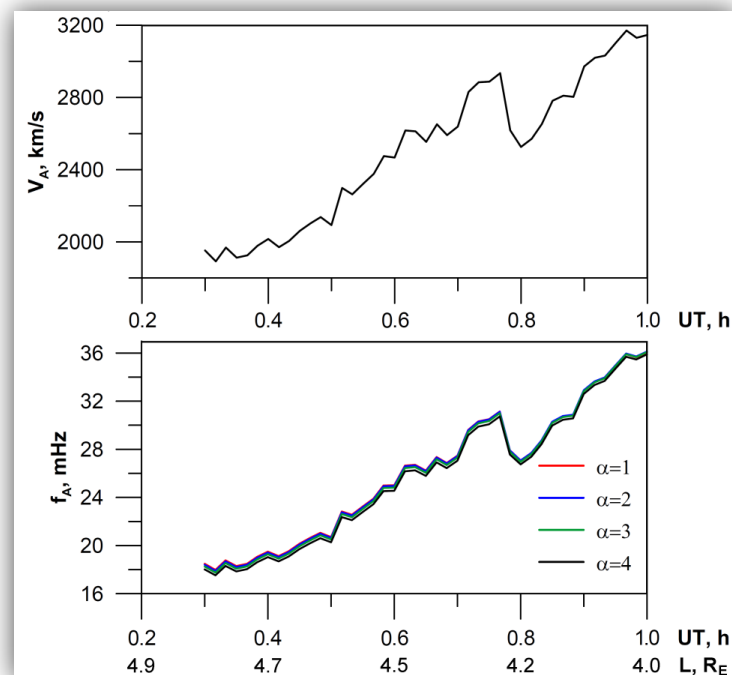
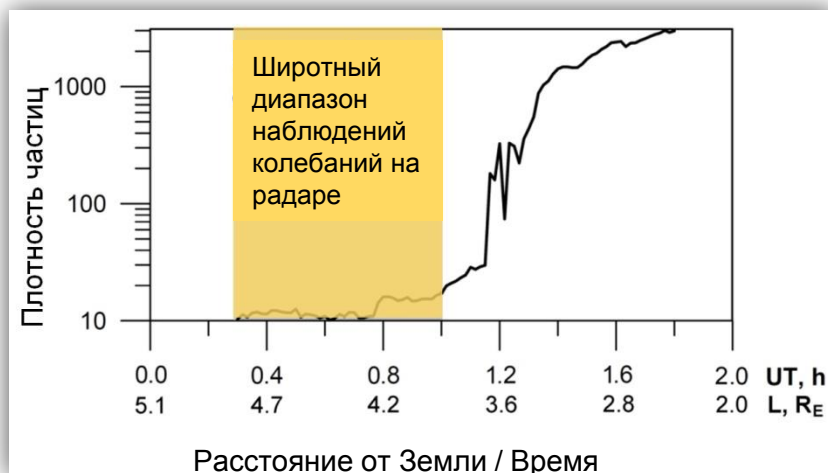


Потоки протонов с энергиями
1 – 51 кэВ.



Возмущение продольной компоненты
магнитного поля (черный).
Серый: возмущение давления (вверху)
и возмущение потока протонов 5.23 кэВ
(внизу).

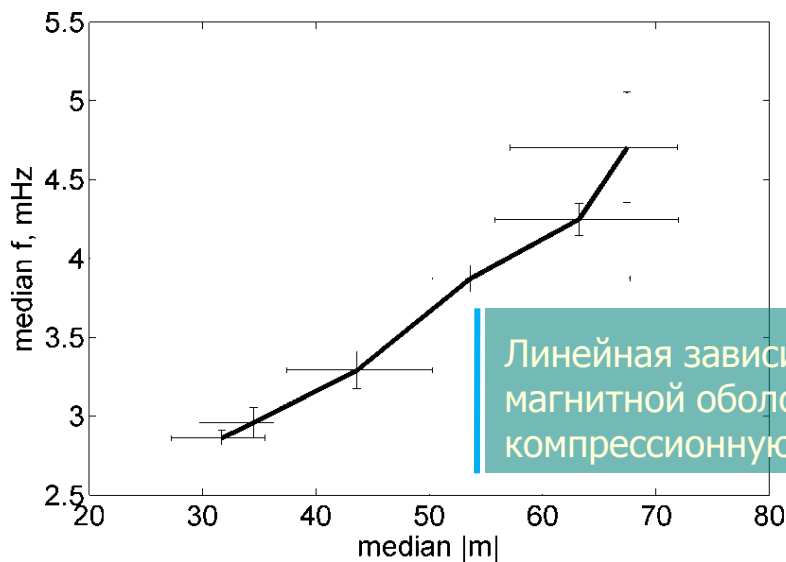
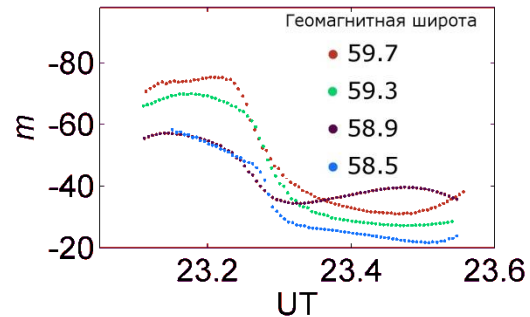
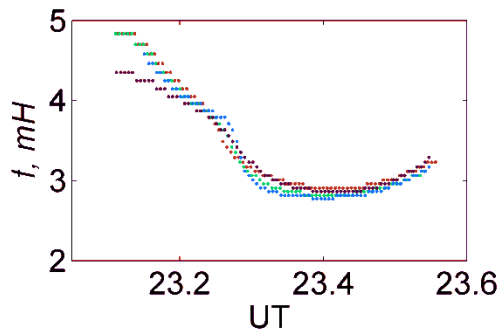
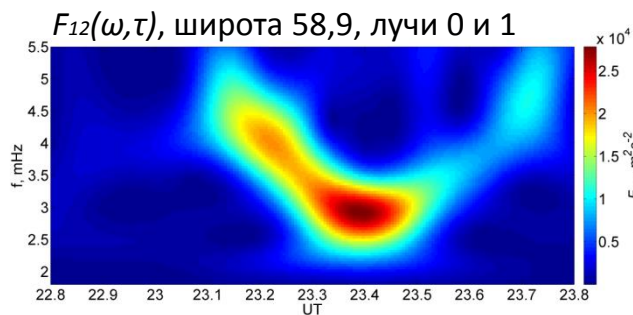
СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ



Данные о концентрации частиц и величине магнитного поля в магнитосфере, полученные спутником, использовались для моделирования собственной частоты колебания силовых линий для заданных широт и времени в долготном секторе наблюдений. Использовалось приближение дипольного магнитного поля и степенная зависимость распределения частиц вдоль силовой линии.

Наблюдаемые с помощью радара частоты оказались существенно ниже собственных частот колебаний силовых линий. Это также подтверждает предположение о дрейфово-компрессионной природе волн.

26 ДЕКАБРЯ 2014

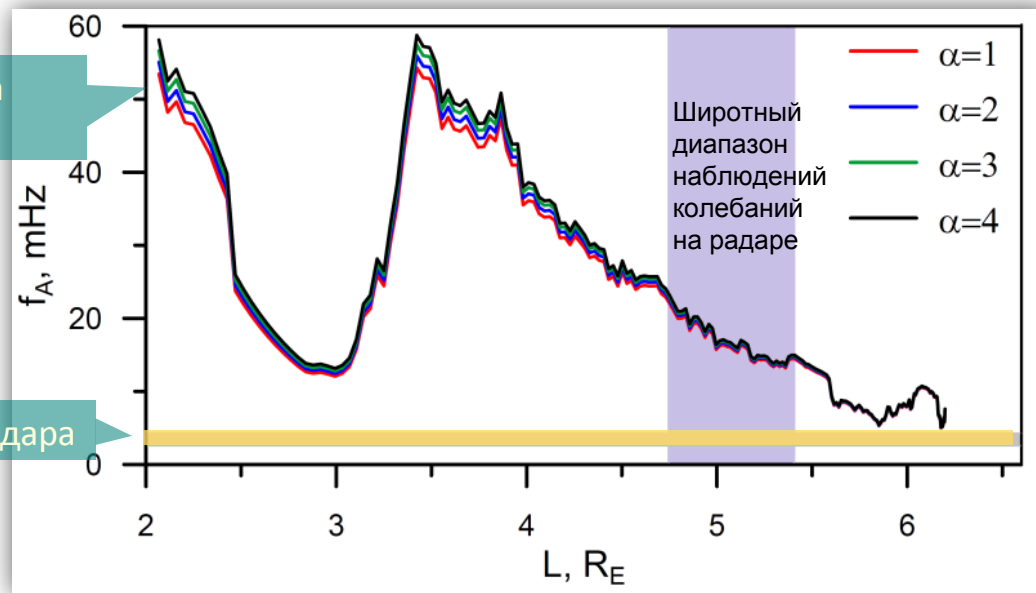


Линейная зависимость $f(m)$ для фиксированной магнитной оболочки указывает на дрейфово-компрессионную моду

26 ДЕКАБРЯ 2014

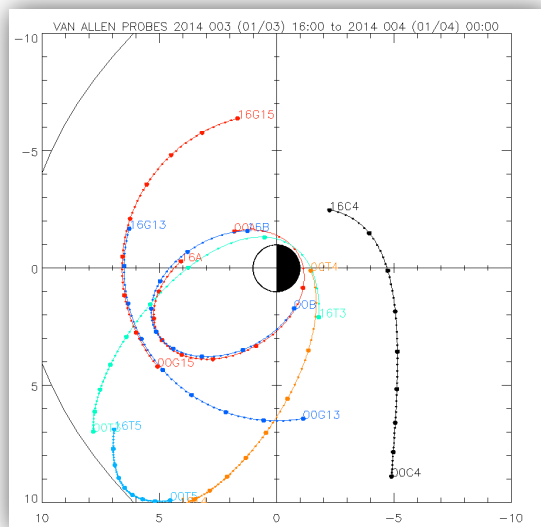
f_A по оценке, основанной на спутниковых данных

f по данным радара



Toroidal waves are those in which the magnetic field oscillates azimuthally and are characterized by low azimuthal wave numbers (m), or equivalently a large azimuthal scale size. Poloidal waves oscillate in the meridional/radial direction with high m numbers (a smaller azimuthal scale size). In either case these waves represent **standing Alfvén waves** between two conjugate points on the Earth's ionosphere.

АНАЛИЗ ДАННЫХ



Мы провели анализ 16 случаев наблюдения на радаре волн, в которых были доступны данные спутников для долгого сектора наблюдений и соответствующих магнитных оболочек и оценили альфвеновские частоты по параметрам плазмы и магнитного поля на орбите и сравнили их с радарными наблюдениями.

Satellites:

RBSP-A

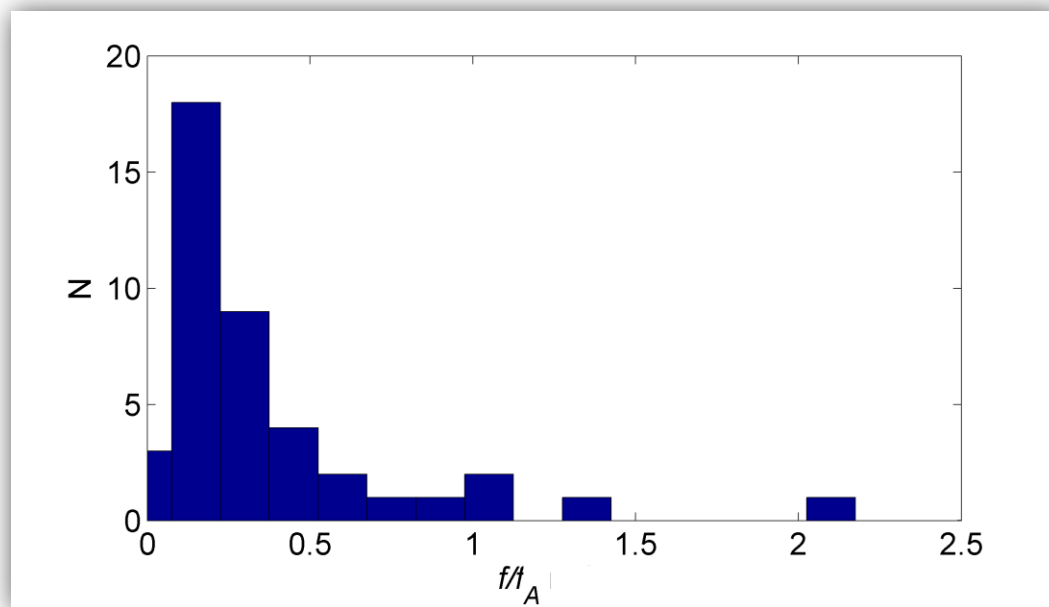
RBSP-B

THEMIS D

THEMIS E

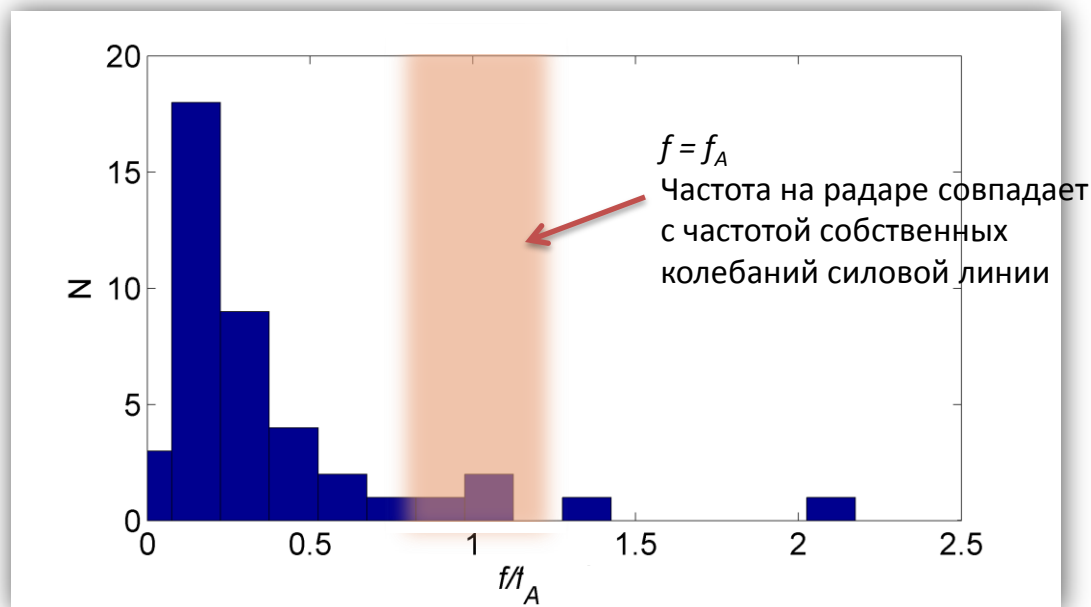
АНАЛИЗ ДАННЫХ

Распределение колебательных гармоник по соотношению f/f_A по всем рассмотренным случаям



АНАЛИЗ ДАННЫХ

Распределение колебательных гармоник по соотношению f/f_A по всем рассмотренным случаям



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен случай наблюдения дрейфово-компрессионной волны в магнитосфере как с помощью радара, так и в спутниковых данных. Направление колебаний, колебания давления и сравнение с альфвеновской частотой подтверждают предположение о ее природе.

Кроме того, зарегистрирован случай наблюдения колебаний только с помощью радара, в котором обнаружена линейная зависимость частоты от азимутального волнового числа, которая позволила отнести волну к дрейфово-компрессионной моде.

Изучено 16 случаев наблюдения колебаний с помощью радара. Частоты колебательных гармоник сопоставлены с соответствующими собственными альфвеновскими частотами силовых линий, величина которых оценена по параметрам магнитного поля и плазмы, полученным спутниками для соответствующей магнитной оболочки на долготе, близкой к долготе радара.

Сравнение со спутниковыми данными показало, что в большинстве случаев наблюдаемые на радаре волны имеют частоту ниже собственной частоты колебания силовых линий и, вероятно, имеют кинетическую природу.

Спасибо за внимание.