



Перспективная целевая работа по радиозондированию ионосферы на российской орбитальной станции

Котонаева Н.Г., Данилкин Н.П., Журавлев С.В.
ФГБУ «ИПГ»

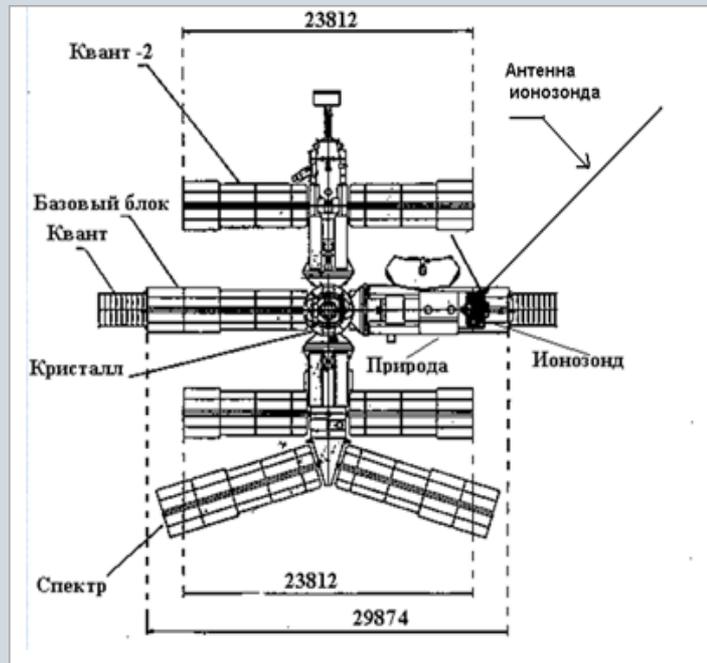


Цель работы - Экспериментальная отработка методов глобального контроля состояния ионосферы при расположении ионозонда вертикального зондирования на различных высотах орбит КА с отечественными образцами аппаратуры перспективного бортового ионозонда. Создание баз данных закономерностей и аномалий поведения ионосферной плазмы в различных регионах земного шара

Состав НА:

- НА – ионозонд внешнего радиозондирования - специализированный радиолокатор для определения высот отражения радиоволн различных частот от ионосферы, критических частот ионосферы и высотного распределения концентрации электронов.
- Состоит из передающего и приемного устройств и антенно-фидерной системы.

Радиозондирование ионосферы с орбитального комплекса «Мир» как предшественник целевой работы на РОС



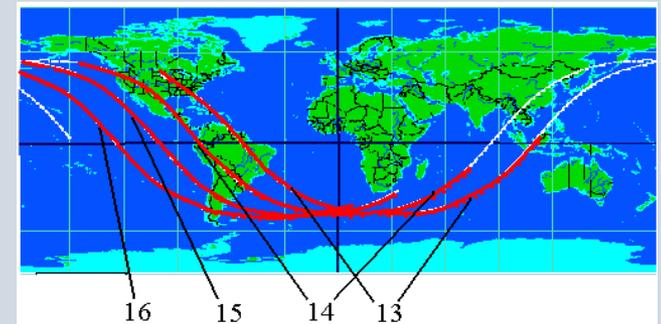
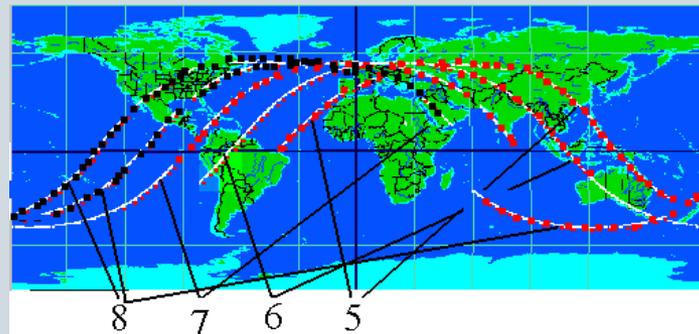
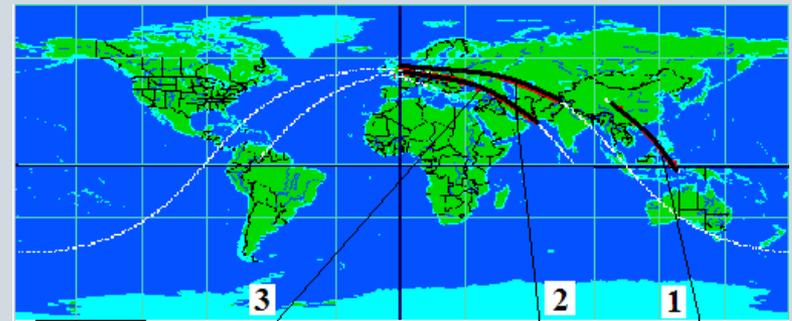
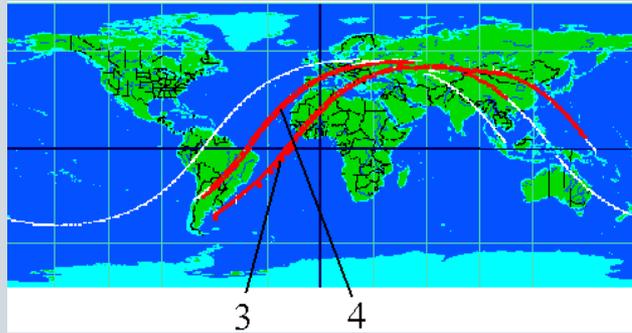
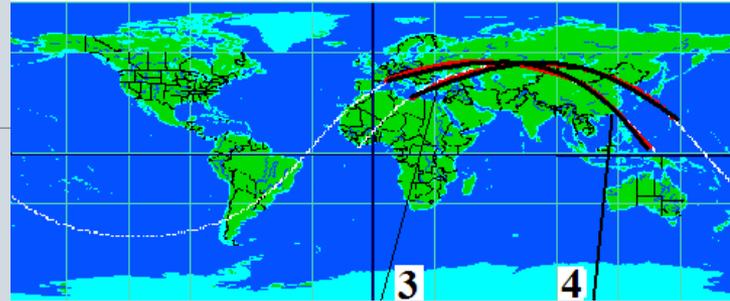
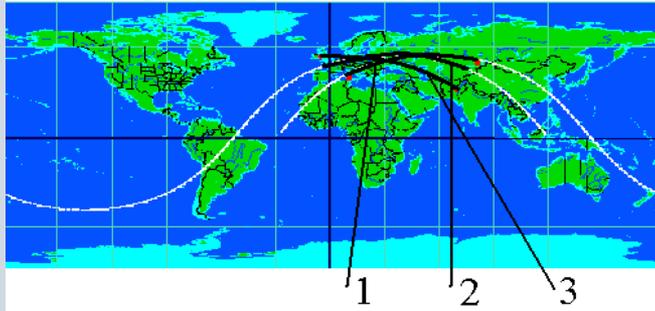
Схематическое изображение орбитальной пилотируемой космической станции «МИР» с указанием размеров отдельных блоков станции. Ионозонд расположен в блоке «Природа». На схеме показана антенная система ионозонда с приблизительным соблюдением размеров и угла раскрыва антенны.



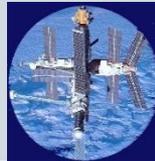
Рис. 3. Основание антенны ионозонда на внешней поверхности блока «Природа» перед выдвиганием и в окружении большого количества разнообразных технологических деталей блока, которые в этих условиях служат пассивными переизлучающими элементами антенны.

Ионозонд располагался в блоке «Природа». Постановка антенной системы в свернутом виде и расположение ионозонда внутри станции было осуществлено на Земле. Разворачивание антенной системы и управление работой ионозонда осуществлялось космонавтами, участниками 26 и 27 экспедиций на станцию «МИР»: С.В. Авдеев, Г.И. Падалка, Ю.М. Батулин, В.М. Афанасьев и Т.А. Мусабаев. Работы были начаты 12 августа 1998 года.

Эмпирическая база исследования



Расположение ионозонда внутри ионосферы

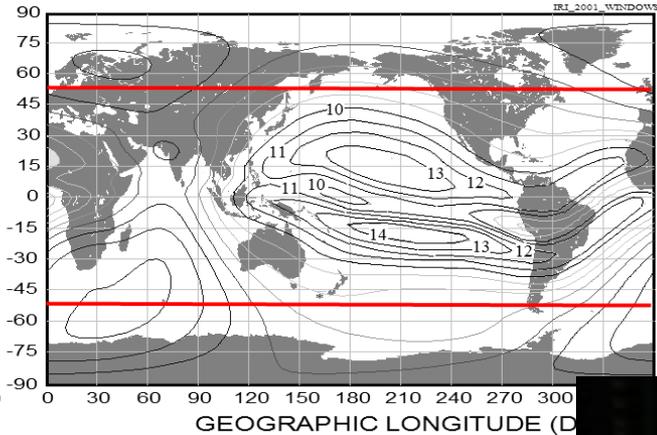
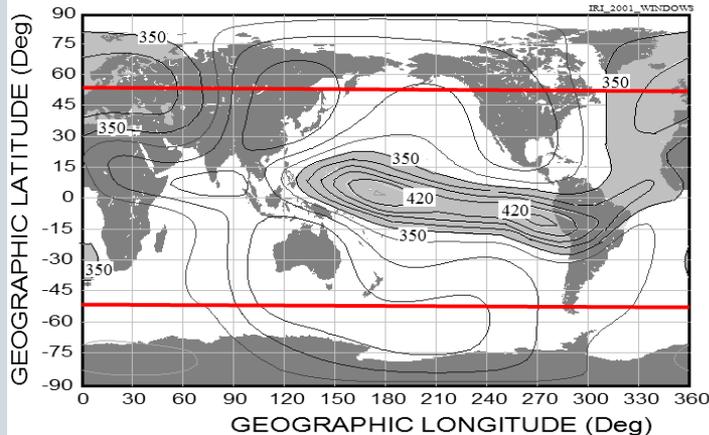


hmF2 (km) ~ LONGITUDE (Deg) and LATITUDE (Deg)

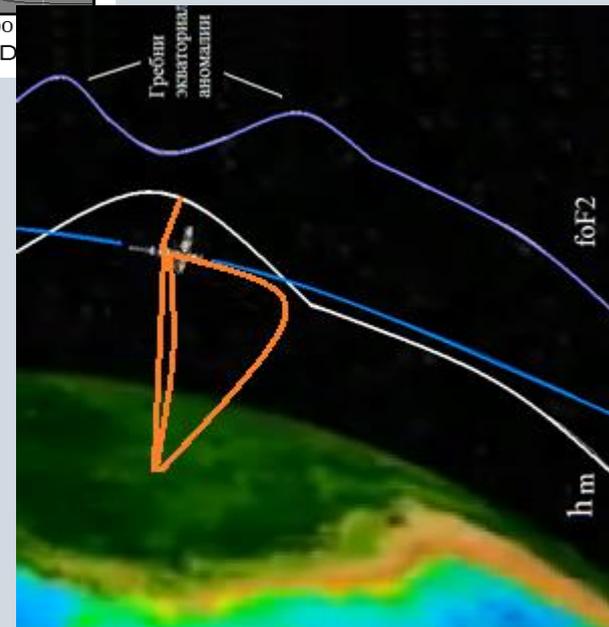
Altitude: 9999.0(km)
UT 23:59 Year: 1999 Month: 3 Day: 31 (90/Year)
SSN: 83.8 IG: 99.8 (OBSERVED for the month)

fN (MHz) ~ LONGITUDE (Deg) and LATITUDE (Deg)

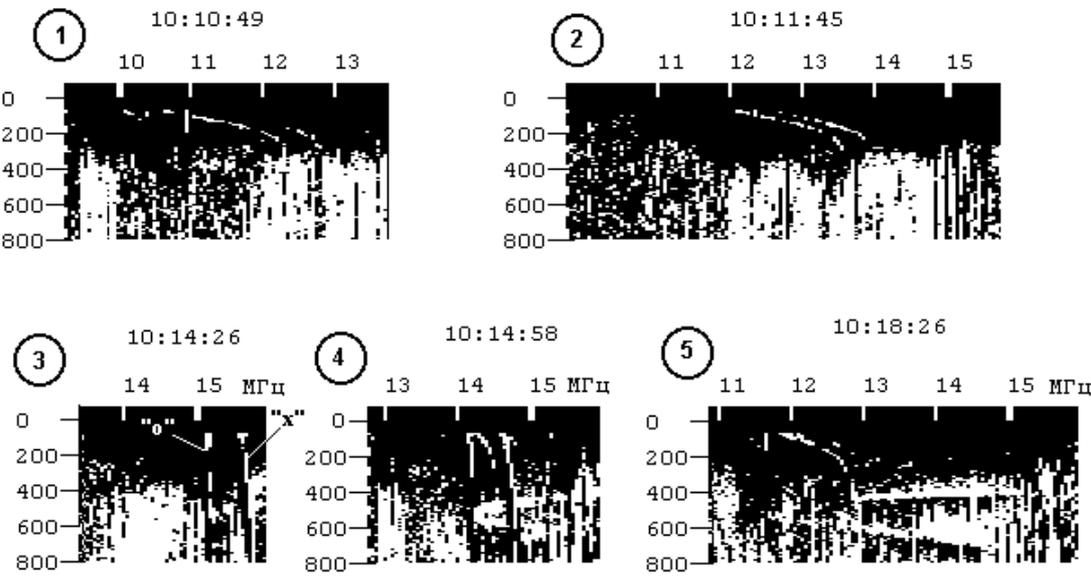
Altitude: 350.0(km)
UT 23:59 Year: 1999 Month: 3 Day: 31 (90/Year)
SSN: 83.8 IG: 99.8 (OBSERVED for the month)



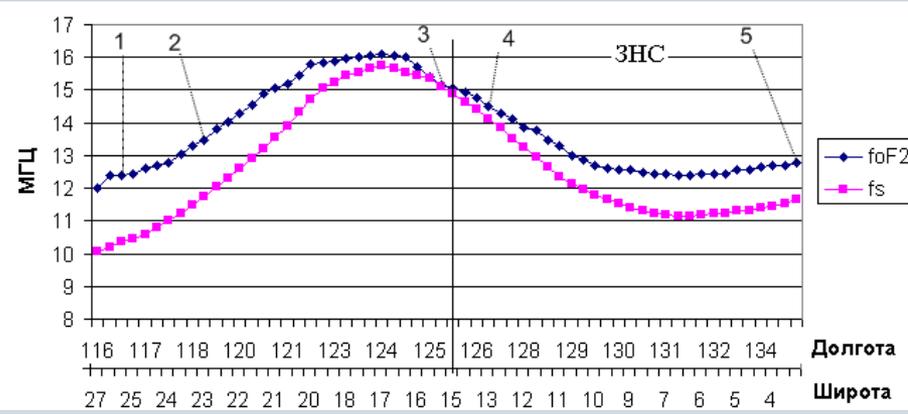
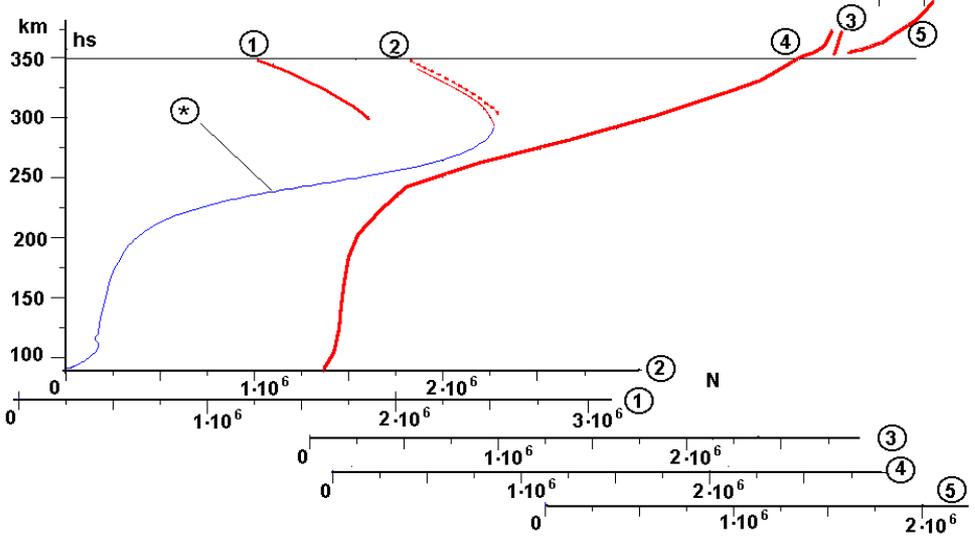
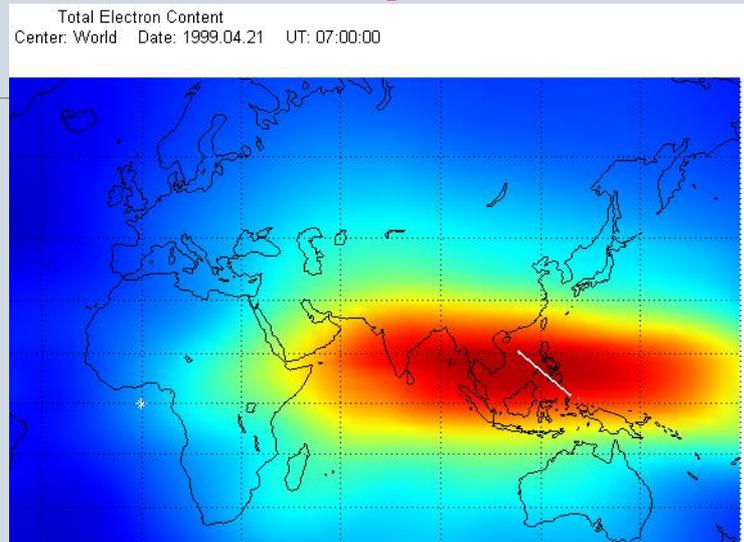
ПКС «МИР» опускался ниже высоты главного максимума электронной концентрации ионосферы. Это ярко выражается в районе экватора. Ионосфера в этой области имеет сложное строение, называемое экваториальной аномалией. В дневное время она характеризуется наличием двух гребней повышенной ионизации и областью с большими значениями высоты максимума электронной плотности.



Результаты спутникового радиозондирования с ОК «Мир»



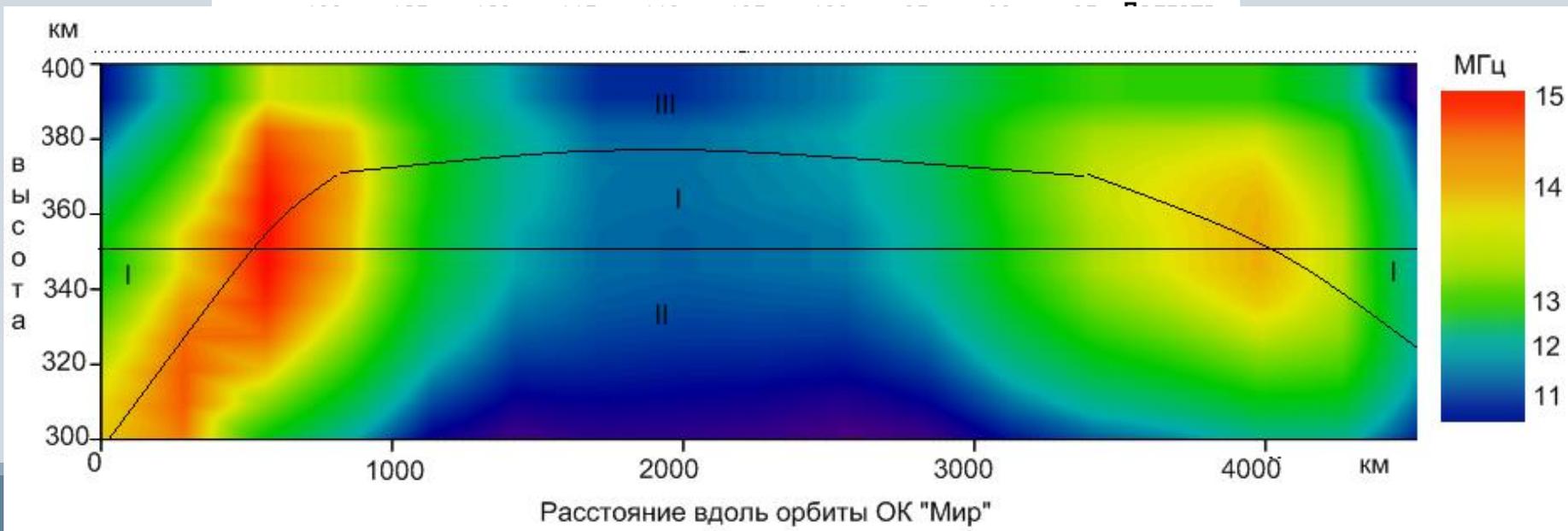
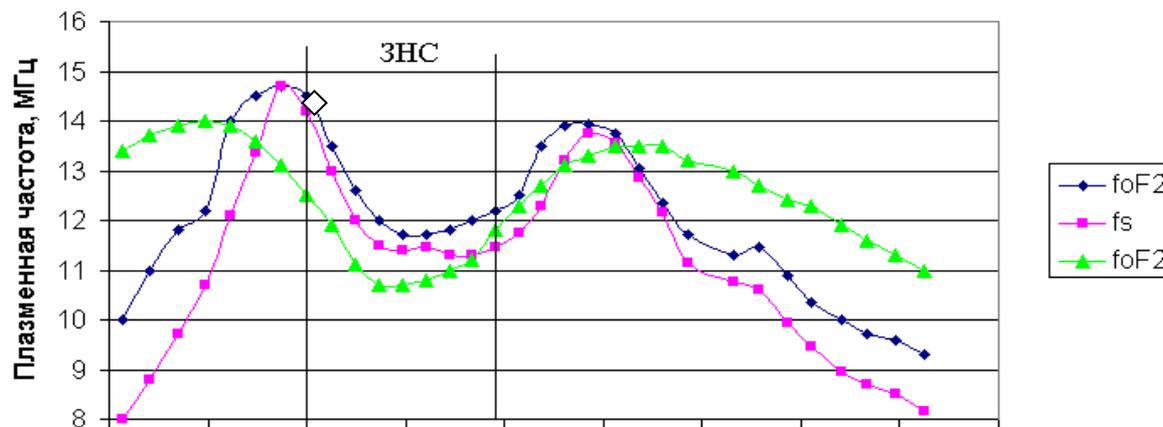
День 21 апреля 1999 г



Результаты спутникового радиозондирования с ОК «Мир»

31 марта 23:00-23:15 МВ, 11:45-14:15 LT
(виток 2923 № 800-831)

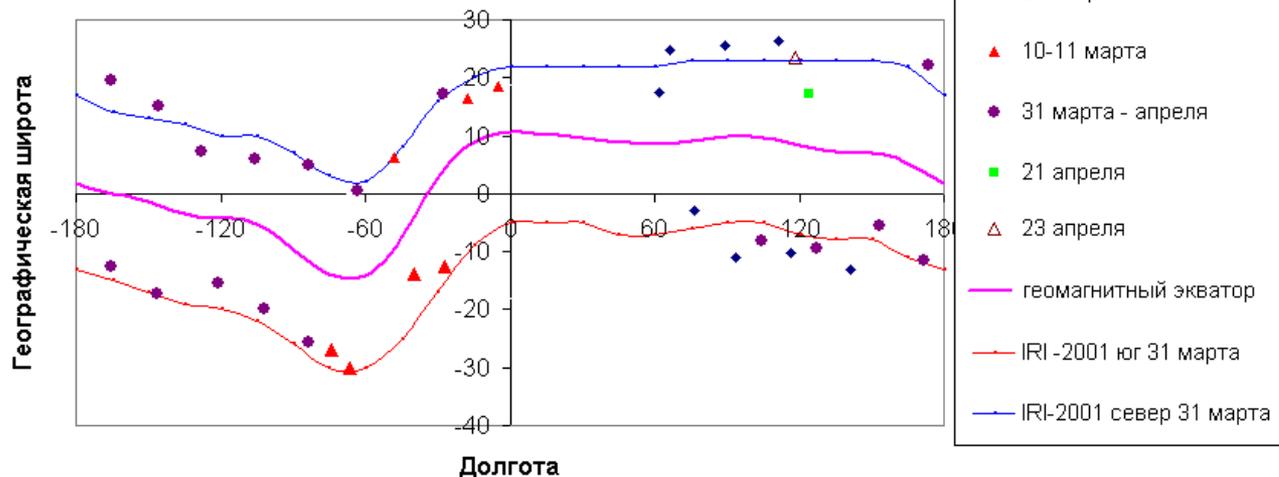
День



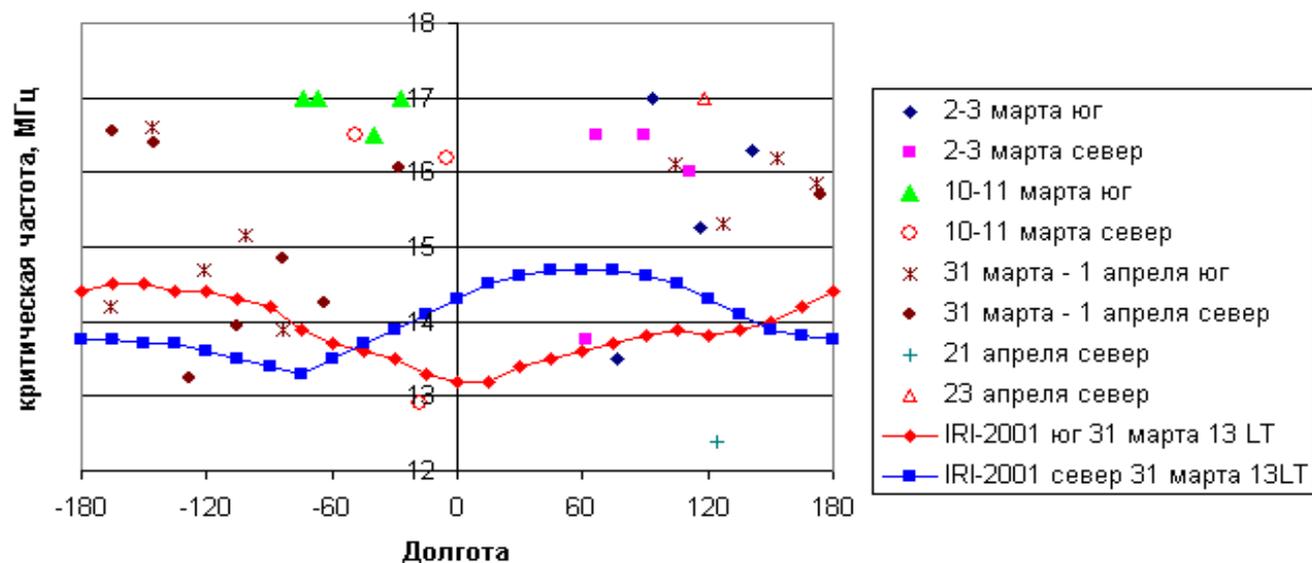
Пространственно-частотные характеристики максимумов «гребней» ЭА весной 1999 г.



Расположение максимумов foF2 на "гребнях" ЭА

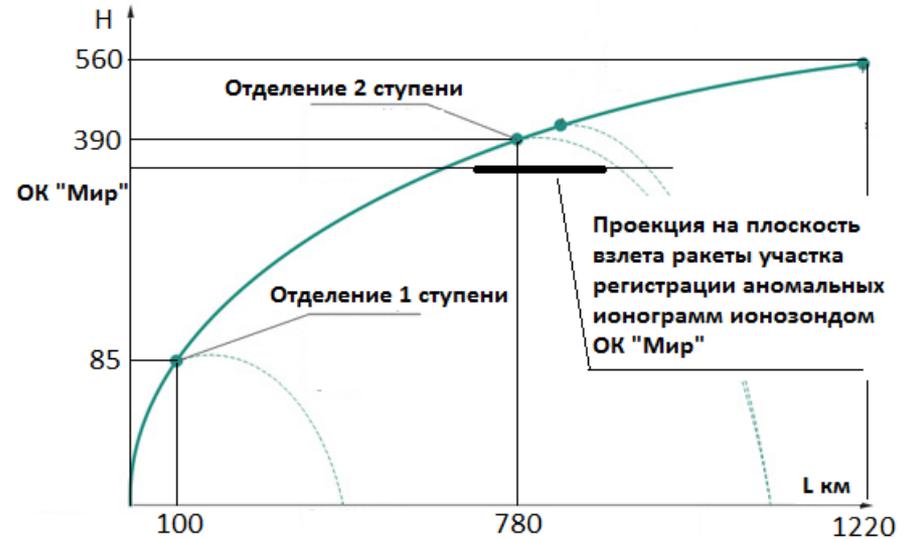
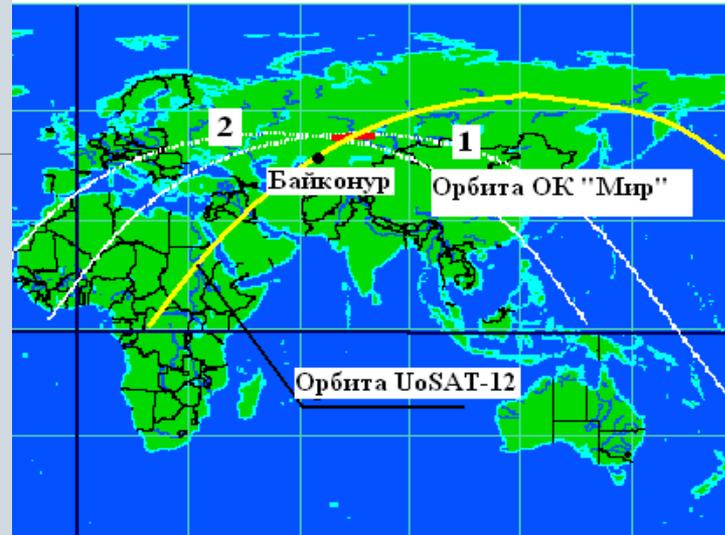


foF2 в максимумах "гребней" ЭА

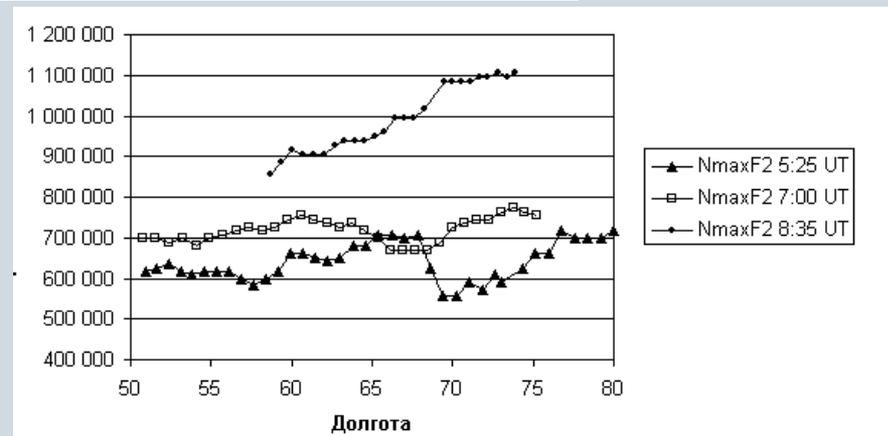
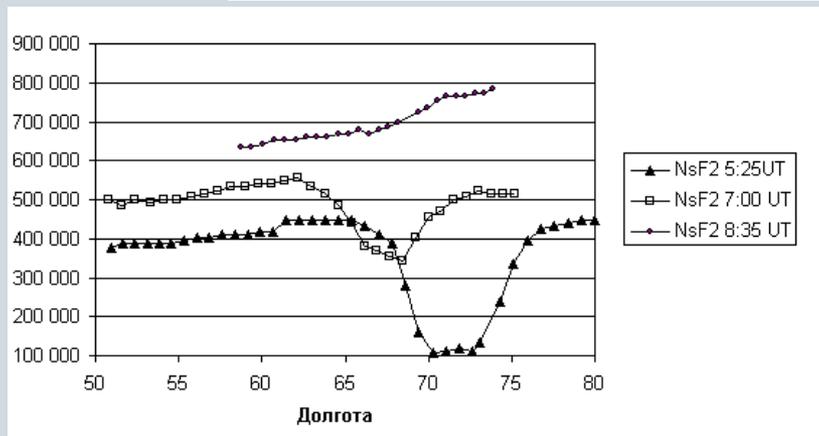
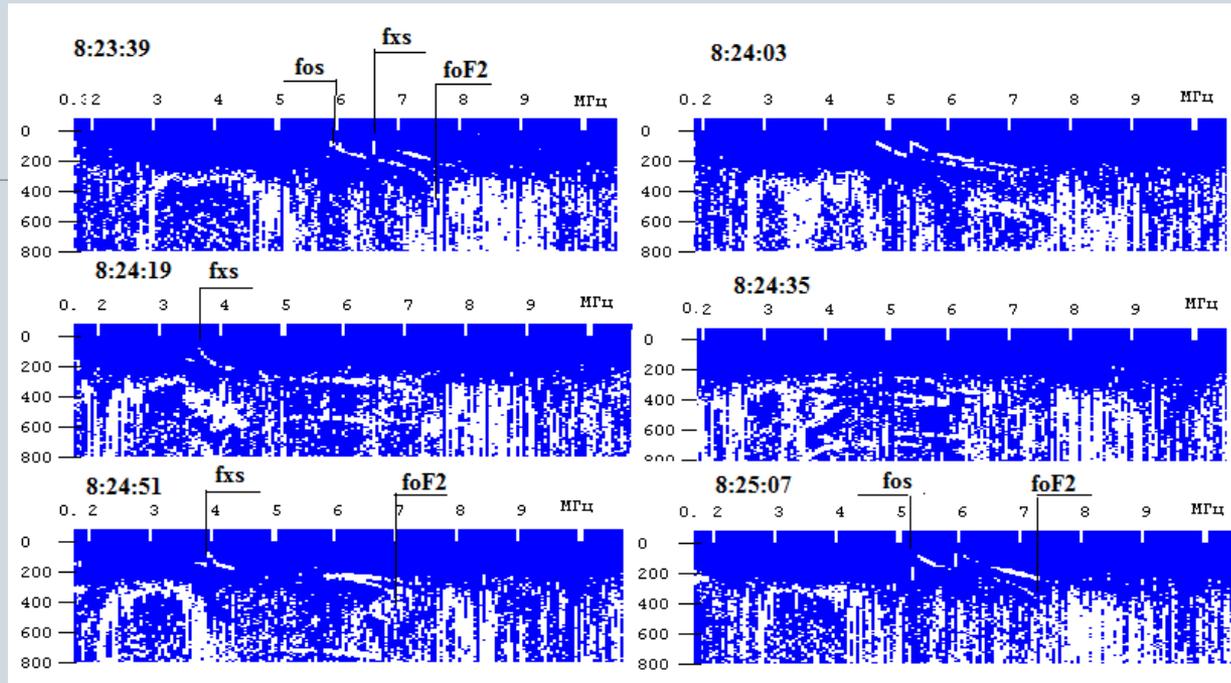


СПУТНИКОВОЕ РАДИОЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ ИЗ ОКРЕСТНОСТИ ГЛАВНОГО МАКСИМУМА КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

выявило способность метода радиозондирования с высот близких к 350 км регистрировать крупномасштабные неоднородности ионосферы Земли в окрестности орбиты



Изменение концентрации электронов в области выбросов продуктов сгорания ракеты-носителя



Концентрация электронов на высоте ОК «Мир» $1/cm^3$

Максимальная концентрация электронов слоя F2 $1/cm^3$

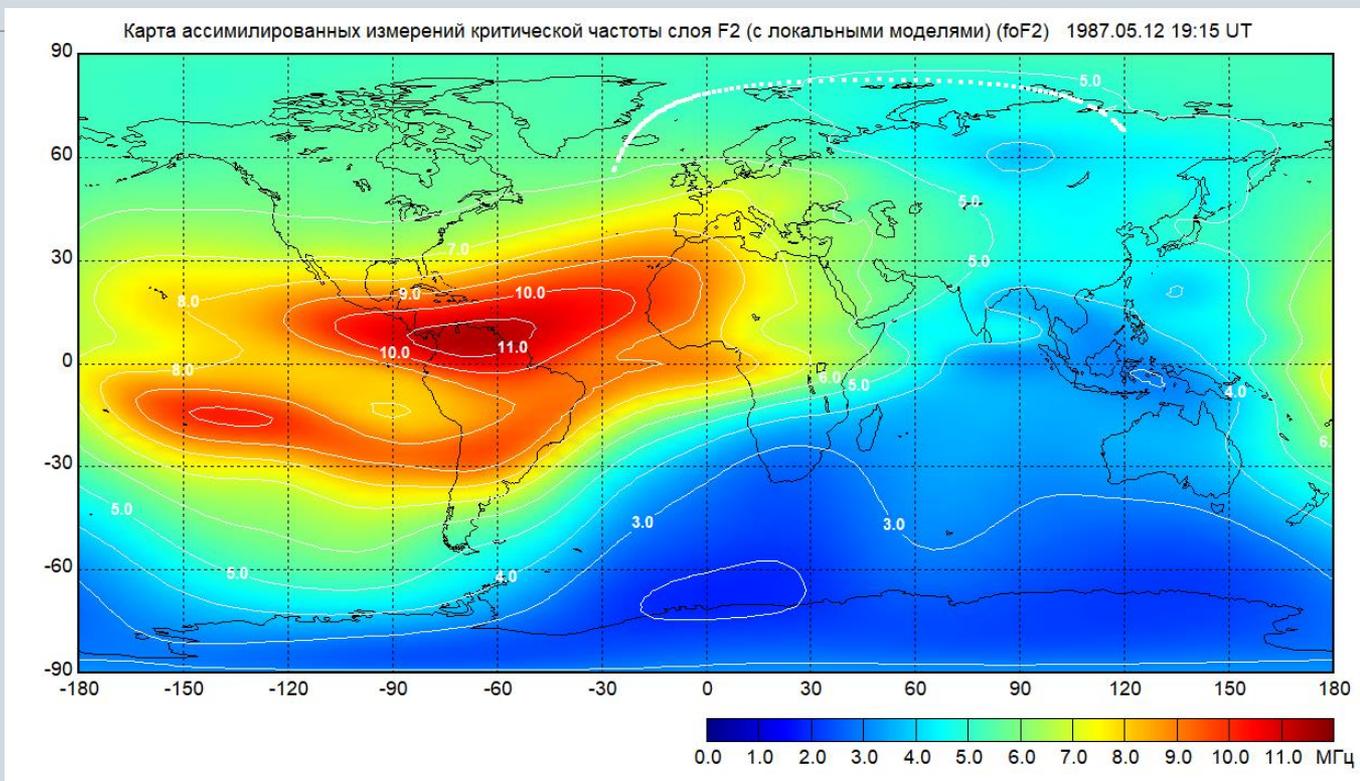
Продолжение исследований на РОСС



| | |
|------------------|------------|
| Наклонение | 97° |
| Период обращения | 90 мин |
| Высота орбиты | 300-350 км |
| Оборотов в день | 16 |

Проведение целевой работы на РОСС станет естественным результатом эксперимента на ОК «Мир», ввиду совпадения высоты орбит станций. Однако изменение наклона позволит получить новые научные и практические результаты в области полярных широт

Оперативная информация о состоянии ионосферы над различными регионами земного шара



Ассимиляция цепочки спутниковых измерений f_oF2 в северной полярной шапке, полученных 12 мая 1987 г. Места зондирования, для которых известны значения f_oF2 , отмечены белыми точками.

Параметры НА



| Название | Размещение | Габариты, мм, не более |
|---|------------|---|
| Блок электроники | РОСС | 150x192x166 |
| Блок широкополосного усилителя | РОСС | 190x246x75 |
| Антенные предусилители (4 шт.) | Вне РОСС | 95x52x28 |
| Блок управления и сброса научной информации | Вне РОСС | 200x150x100 |
| Дипольное АФУ | Вне РОСС | 1080x450x270 (в транспортном положении) 14450x14450x140(в рабочем положении) |
| Рамочное АФУ | Вне РОСС | 600x550x200 (в транспортном положении) 550x550x600(в рабочем положении) |
| Широкополосное согласующее устройство | Вне РОСС | 285x118x72 |
| Коммутатор приема-передачи | Вне РОСС | 246x190x50 |



- База данных закономерностей и аномалий поведения ионосферной плазмы в различных регионах земного шара.
- Оперативная информация о состоянии ионосферы над разными регионами земного шара.
- Методы исследования ионосферы Земли с помощью зондирования в диапазоне 1-20 МГц: внешнее, транзионосферное, в режиме спектрометра.
- Изучение структуры и формы максимума концентрации электронов в слое F2.
- Новые технические решения по использованию АФУ коротковолнового диапазона в условиях невесомости.

**спасибо
за внимание**