



ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**Национальный гелиогеофизический
комплекс РАН – уникальный инструмент для
решения актуальных задач исследования
атмосферы и ионосферы**

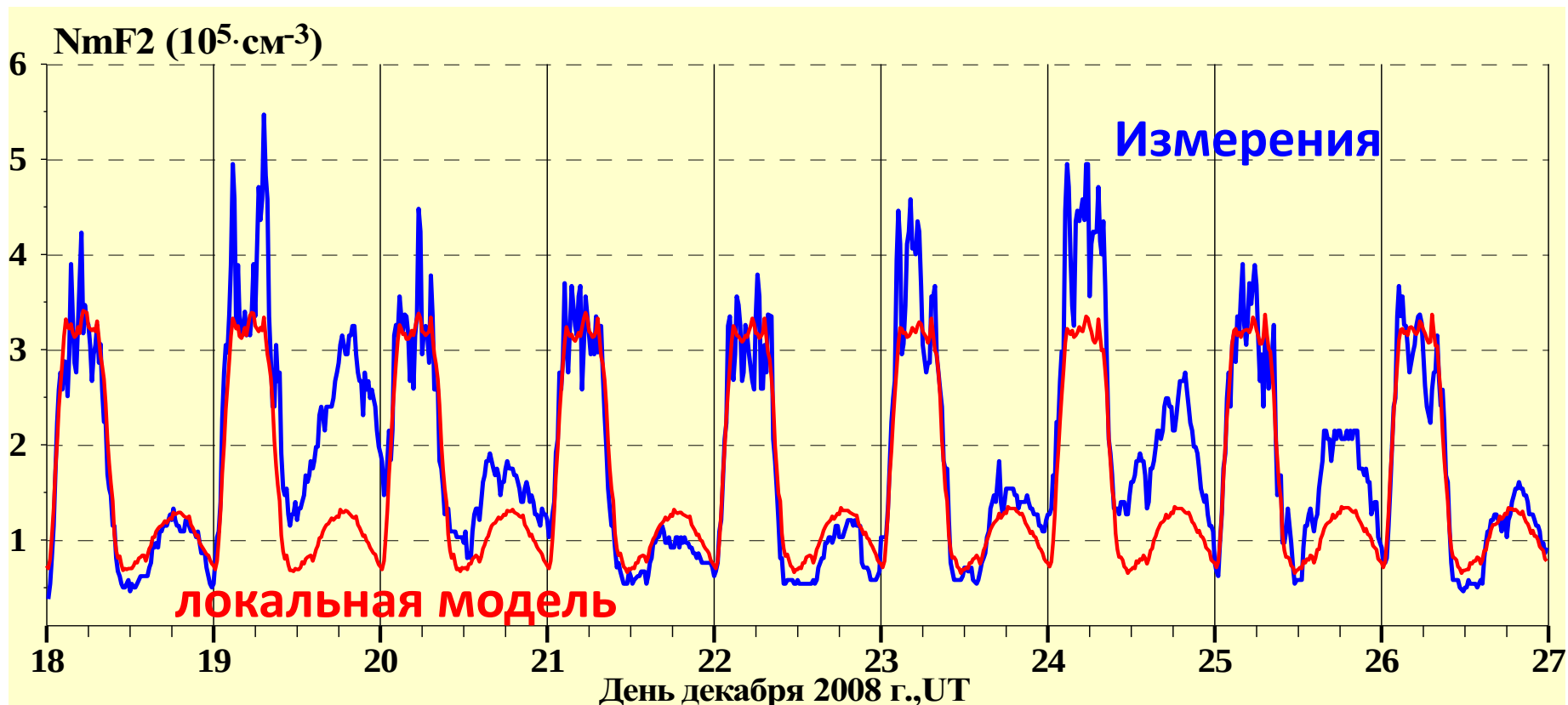
Юрий Владимирович Ясюкевич
зам.директора ИСЗФ СО РАН по НИР

VIII Всероссийский объединенный метеорологический и гидрологический съезд
Санкт-Петербург, 29-31 октября 2024 г.





Проблема изменчивости ионосферных параметров в спокойных геомагнитных условиях



Даже при низкой солнечной и геомагнитной активности (A_p -индекса < 5 нТл) вариации электронной концентрации колоссальная – до трех раз относительно модельных представлений.



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 26 декабря 2014 г. № 1504

МОСКВА

Об осуществлении бюджетных инвестиций в проектирование и строительство объектов капитального строительства "Укрупненный инвестиционный проект "Национальный гелиогеофизический комплекс Российской академии наук", 1 этап"

Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т :**

1. Осуществить в 2014 - 2017 годах бюджетные инвестиции за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета в проектирование и строительство объектов капитального строительства "Укрупненный инвестиционный проект "Национальный гелиогеофизический комплекс Российской академии наук", 1 этап" согласно приложению.

2. Установить, что государственным заказчиком в отношении указанных в пункте 1 настоящего постановления объектов является Федеральное агентство научных организаций, застройщиком (заказчиком) - федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

3. Федеральному агентству научных организаций - главному распорядителю средств федерального бюджета, Министерству образования и науки Российской Федерации, Министерству экономического развития Российской Федерации и Министерству финансов Российской Федерации обеспечить в 2014 - 2017 годах финансирование за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета работ по проектированию и строительству объектов, указанных в пункте 1 настоящего постановления, с распределением в соответствии с приложением к настоящему постановлению.

Председатель Правительства
Российской Федерации

Д.Медведев

Научный руководитель проекта Академик Г.А. Жеребцов

**Проект «Национальный
гелиогеофизический комплекс РАН»
состоит из взаимосвязанных субпроектов
(инструментов):**

В области физики Солнца:

Крупный солнечный телескоп-коронограф;
Многоволновый радиогелиограф;

В области физики околоземного космоса:

Радар НР-МСТ;
Арктическая сеть когерентных ВЧ-радаров;
Нагревный стенд;
Лидарно-оптический комплекс.

Информация от создаваемых инструментов
комплекса будет объединена в Центре
управления и обработки данных с
функционалом центра коллективного
пользования.



Поручение Президента



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «РОСТЕХ»

Гоголевский бульвар 21, Москва, 119991, Россия
тел.: (495) 287-2525 факс: (495) 987-6573, 987-6574

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

25.10.2021 № РТ16-10048

На



Пр-2086

Уважаемый Владимир Владимирович:

Во исполнение Вашего поручения № ВП-П8-8654 от 28.12.2011 и в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 26.12.2014 № 1504-ПП от 30.10.2020 № 1767 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук г. Иркутск (далее – ИСЗФ СО РАН) реализуется крупный инвестиционный проект «Национальный гелиогеофизический комплекс РАН» (далее – Комплекс), который предусматривает создание 7 взаимосвязанных уникальных научных инструментов и установок мирового класса для развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики Солнца и околоземного космического пространства (далее – ОКП) с целью разработки прогнозов солнечной активности, диагностики и прогноза состояния ОКП.

Комплекс позволит получать уникальные научные данные, необходимые для решения прикладных задач в интересах развития экономики и обеспечения безопасности страны, включая изучение состояния гелиогеофизической среды для обеспечения устойчивой работы наземной инфраструктуры, в том числе в Арктических районах, формирования условий упреждающих мероприятий по предотвращению техногенных и природных катастроф, повышения эффективности функционирования информационных средств обороны.

В рамках 1 этапа создаются «Комплекс оптических инструментов» и «Радиогелиограф» на удаленных территориях ИСЗФ СО РАН, расположенных в Иркутской области и Республике Бурятия.

Вместе с тем, при полном техническом содействии Государственной корпорации «Ростех», в

Комплекс создается для обеспечения мирового приоритета отечественной науки (с перспективой 20-25 лет) в области фундаментальных знаний о природе солнечной активности, о процессах в физической системе Солнце-Земля, о структуре обратных связей в системе литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера.

Комплекс направлен на опережающее развитие исследований в области физики Солнца и физики околоземного космического пространства, ориентированных на решение актуальных фундаментальных и прикладных задач в интересах безопасности государства и развития новых космических технологий в рамках Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.



Обсерватории ИСЗФ СО РАН

ВИДЫ НАБЛЮДЕНИЙ:

- Солнце в оптическом диапазоне
- Солнце в ИК-диапазоне
- Космические лучи
- Солнце в радиодиапазоне
- Ионосфера (метод некогерентного рассеяния)
- Космический мониторинг состояния окружающей среды (Иркутск, ИСЗФ СО РАН)
- Ионосфера (радиометоды)
- Магнитное поле Земли
- Свечение атмосферы
- Полярные сияния

7



2000 км



КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ,
г. Норильск

ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ

р. Ангара

4



100 км

5



25 км

г. Иркутск

65 км



6



260 км



оз. Байкал

1



240 км



2



150 км



3



95 км



ОБЪЕКТЫ КОМПЛЕКСА:

- 1 Саянская солнечная обсерватория
- 2 Радиоастрофизическая обсерватория
- 3 Геофизическая обсерватория
- 4 Обсерватория радиофизической диагностики атмосферы
- 5 Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук
- 6 Байкальская Комплексная магнитно-ионосферная обсерватория
- 7 Норильская комплексная магнитно-ионосферная станция

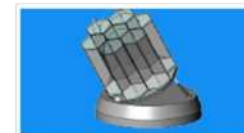
МОНГОЛИЯ

оз. Хубсугул

РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ



Объекты гелиогеофизического комплекса





1. Оптические инструменты (Республика Бурятия, Тункинский район, п. Торы).
2. Радиогелиограф (Республика Бурятия, Тункинский район, урочище Бадары).
3. *Солнечный телескоп-коронограф (Респ. Бурятия, Тункинский район, п. Монды).*



1 этап



ФЗ «О федеральном бюджете на **2023** год и на плановый период **2024** и **2025** годов» предусмотрен объектов **2-го этапа** НГК РАН: начало в **2023** году строительно-монтажных работ по объекту «Солнечный телескоп-коронограф» и проектно-изыскательских работ по объектам «Система радаров», «Лидар», «Нагревный стенд» и «Центр управления и обработки данных».

3. Солнечный телескоп-коронограф (Республика Бурятия, Тункинский район, п. Монды).
4. Система радаров (Иркутская область).
5. Нагревный стенд (Иркутская область).
6. Лидар (Иркутская область).
7. Центр Управления (Иркутская область).



2 этап



Комплекс оптических инструментов Республика Бурятия, введен в 2022 г., стоимость 250 млн. руб.



Фундаментальные задачи:

Исследование атмосферных и ионосферных процессов и явлений

Прикладные задачи:

Измерение профильных характеристик температуры, ветра, потоков энергии, аэрозолей, содержания атомов, молекул, ионов, электронов

в естественных условиях и при гелиогеофизических возмущениях различной природы.

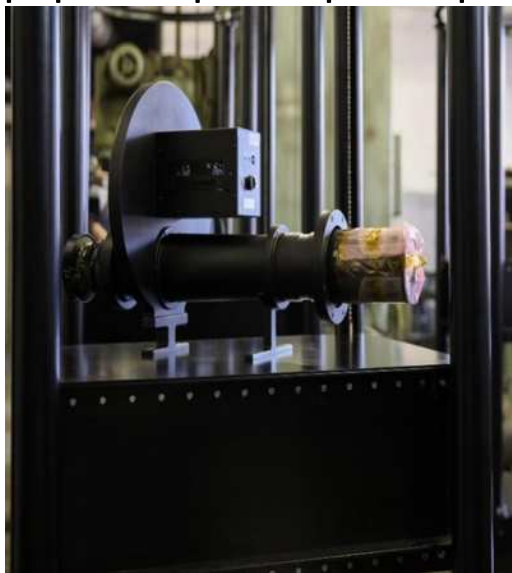




Интерферометр Фабри-Перо (2 шт.)



Быстрый фотометр (2 шт.)



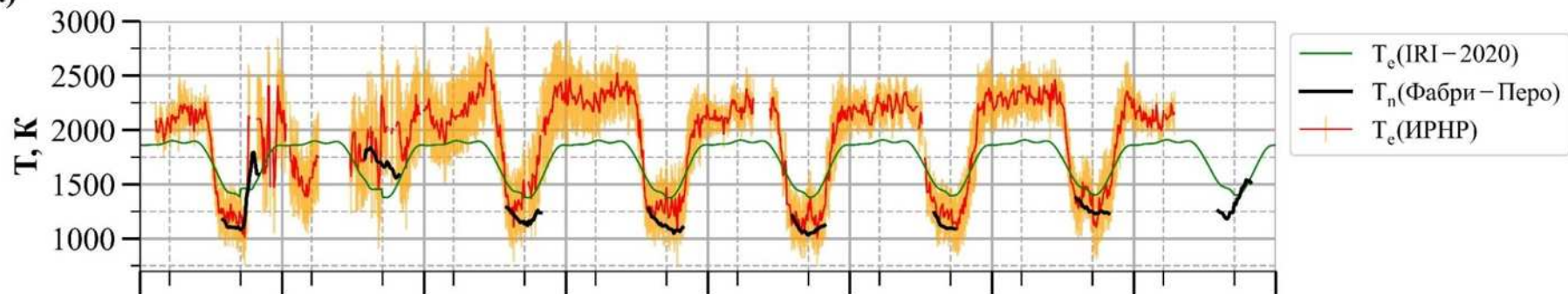
Камера полного неба (2 шт.)



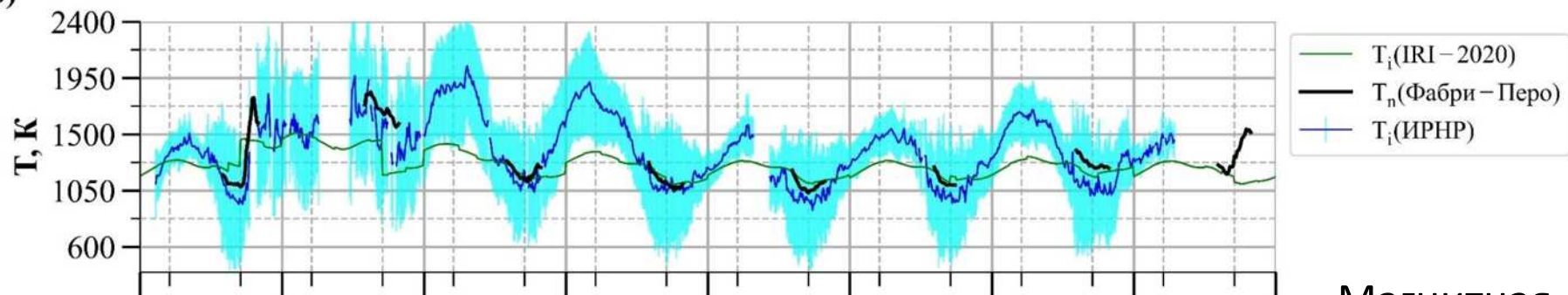
Спектрометры видимого и
инфракрасного диапазонов (2 шт.)



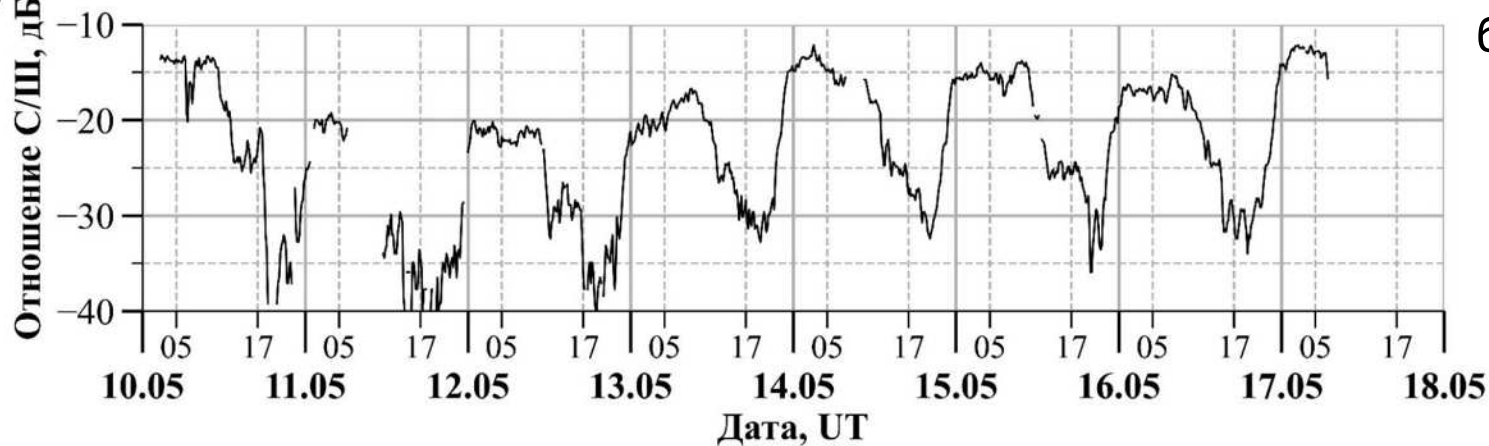
(а)



(б)



(в)



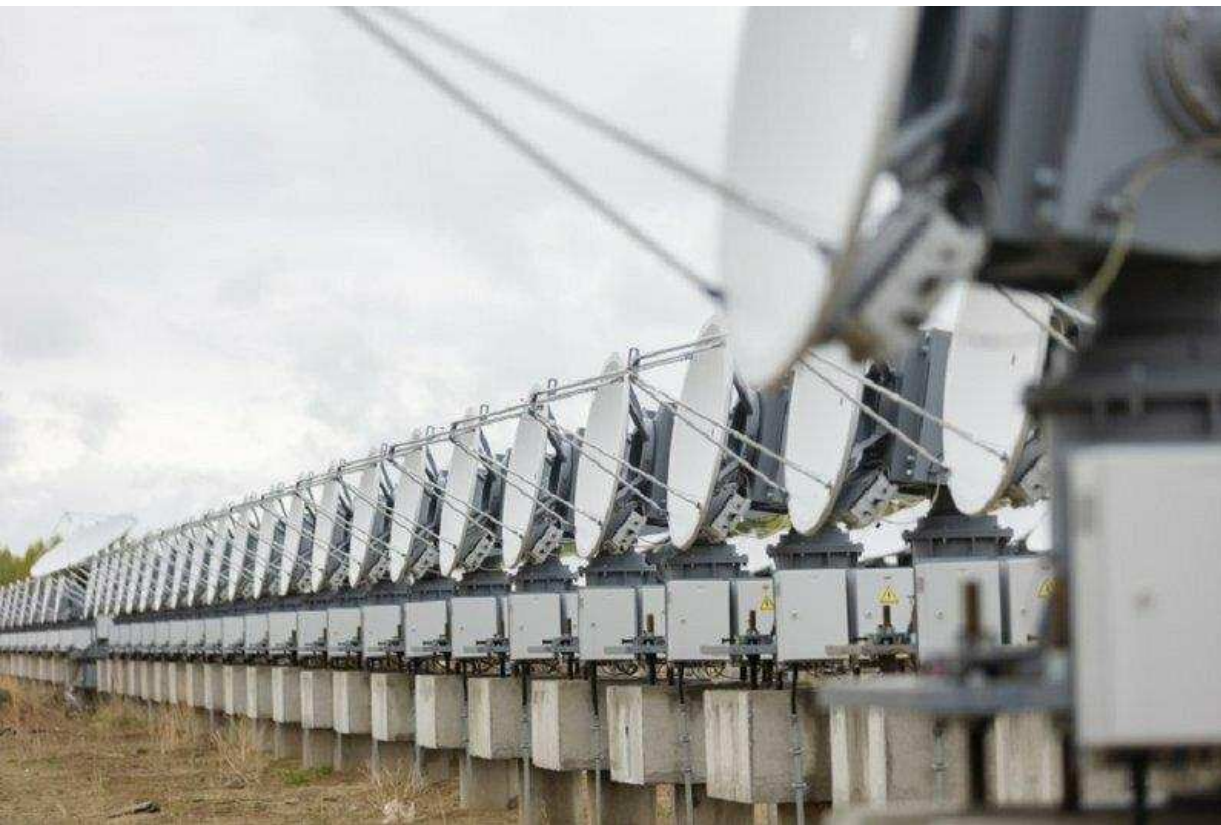
Магнитная
буря мая 2024

Научно-образовательный интенсив





Многоволновый радиогелиограф на диапазон частот 3–24 ГГц Республика Бурятия (2023г), стоимость 2.4 млрд. руб.

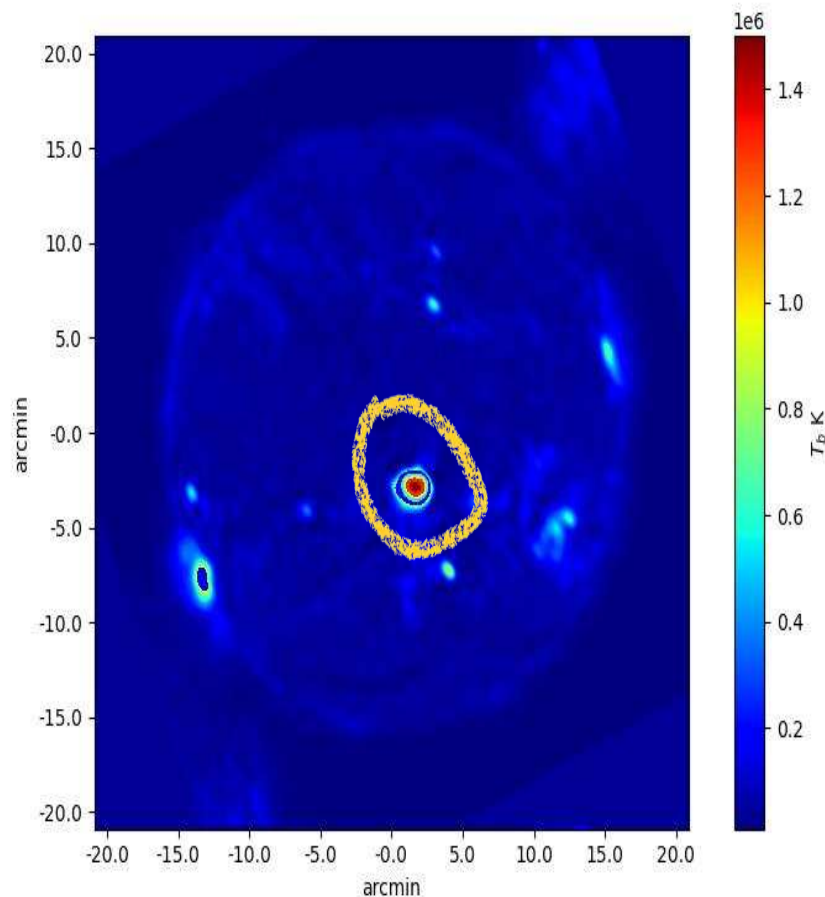


Три Т-образные решетки с
длиной луча до 1 км:
3–6 ГГц, диаметр антенн 3
м, 96 антенн
6–12 ГГц, диаметр 1.8 м,
192 антенны
8–24 ГГц, диаметр 1 м, 224
антенны

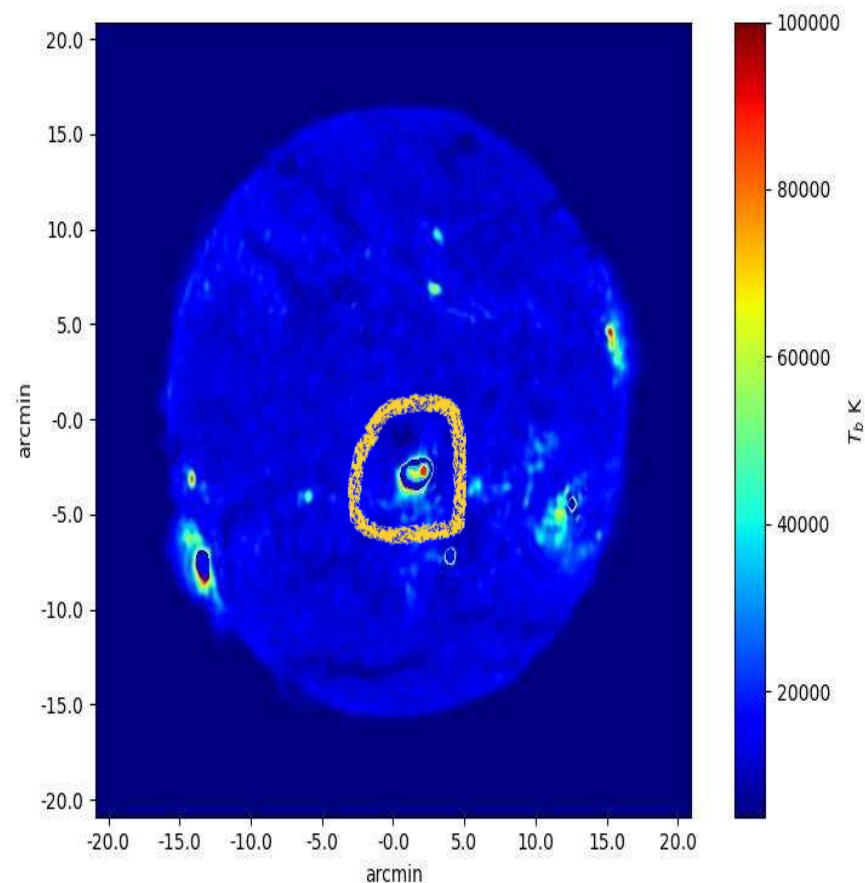
*Пространственное
разрешение –
до 5 угл. сек на 6 ГГц,
временное – 0.01 сек,
шумовая температура <
100 К*



20220504, 2800-3200 GHz



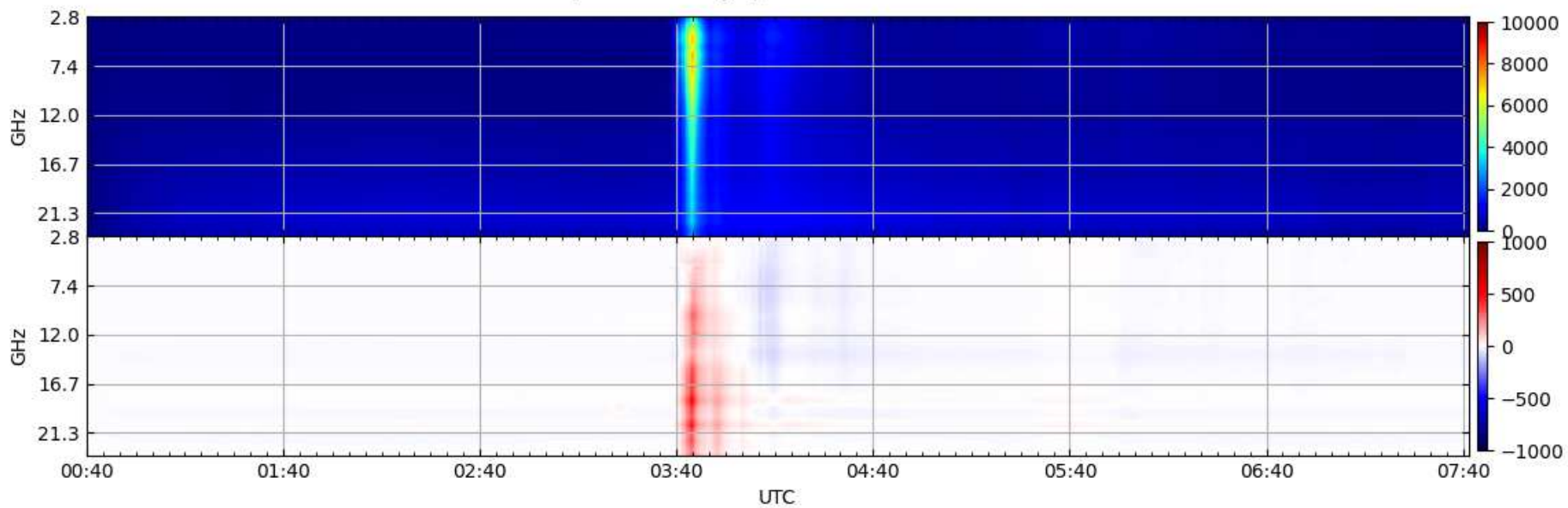
20220504, 5800-6600 GHz



Микроволновые спектры в каждой точке солнечного диска - микроволновая изображающая спектроскопия, единственный способ измерения корональных магнитных полей. Изображения Солнца в яркостных температурах, полученные на двух антенных решётках радиогелиографа (3—6 и 6-12 ГГц). Желтыми контурами выделены изображения активной области AR13003.



SRH power density spectrum 20241024





1. Оптические инструменты (Республика Бурятия, Тункинский район, п. Торы).
2. Радиогелиограф (Республика Бурятия, Тункинский район, урочище Бадары).
3. *Солнечный телескоп-коронограф (Респ. Бурятия, Тункинский район, п. Монды).*



1 этап



ФЗ «О федеральном бюджете на **2023** год и на плановый период **2024** и **2025** годов» предусмотрен объектов **2-го этапа** НГК РАН: начало в **2023** году строительно-монтажных работ по объекту «Солнечный телескоп-коронограф» и проектно-изыскательских работ по объектам «Система радаров», «Лидар», «Нагревный стенд» и «Центр управления и обработки данных».

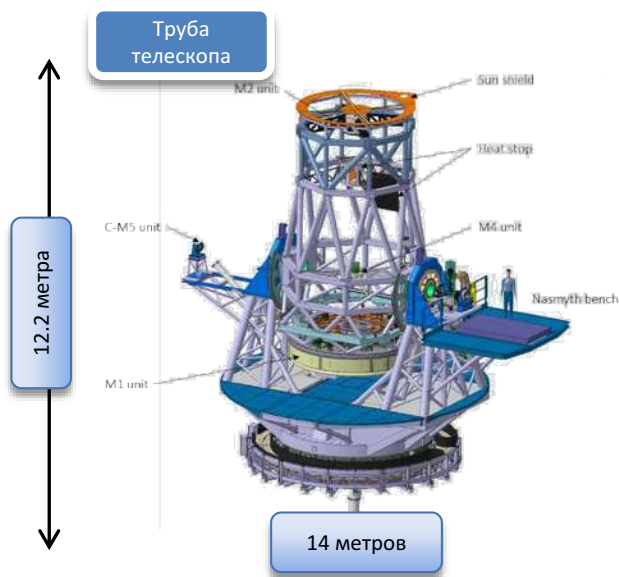
3. Солнечный телескоп-коронограф (Республика Бурятия, Тункинский район, п. Монды).
4. Система радаров (Иркутская область).
5. Нагревный стенд (Иркутская область).
6. Лидар (Иркутская область).
7. Центр Управления (Иркутская область).



2 этап



Саянская солнечная обсерватория





Объект система радаров (Иркутская область, 2029г.)
Всеатмосферный радар (НР-МСТ) =
Мезосферно-Стратосферно-Тропосферный радар +
радар Некогерентного Рассеяния

Рабочая частота ~ 160 МГц

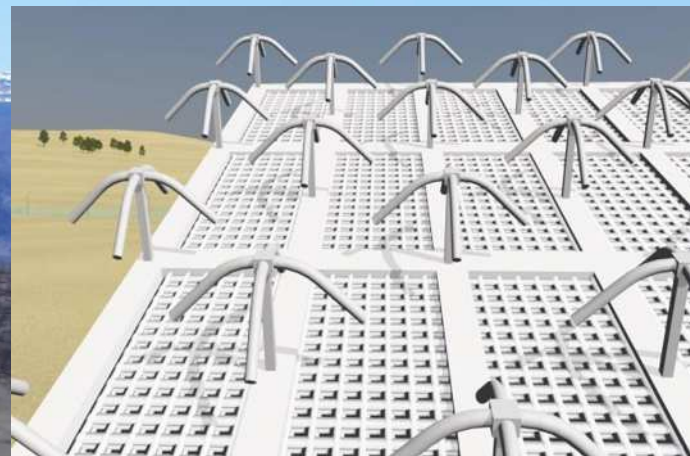
Пиковая мощность излучения – 4 МВт

Заполненность цикла излучения – 33 %

Ширина полосы приема – до 5 МГц

Длительность импульса – 10–5000 мкс.

Частота повторения – 75–2000 Гц



Радар НР-МСТ в районе озера Байкал



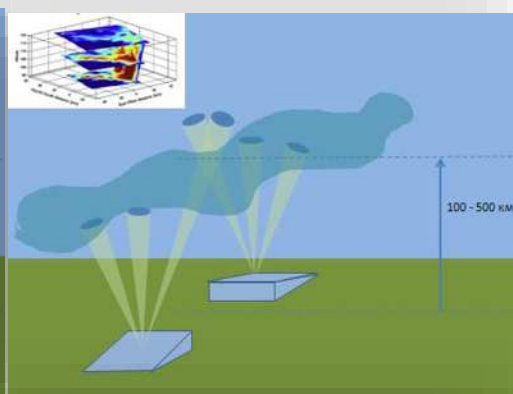
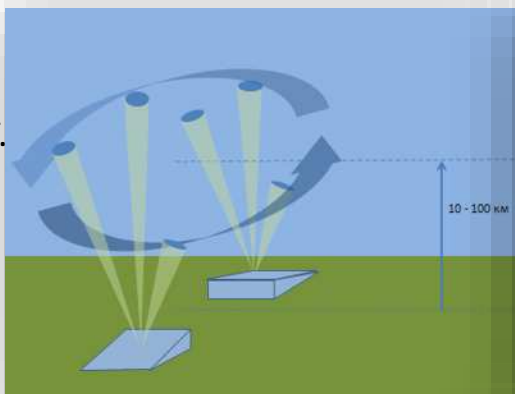
ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК





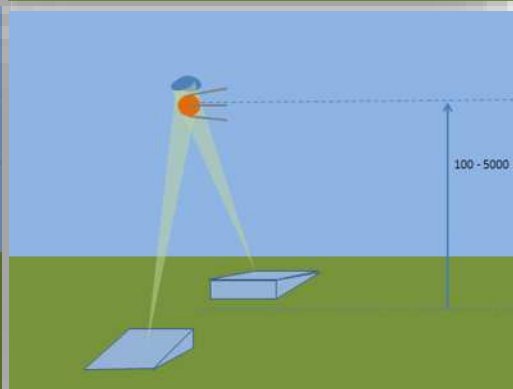
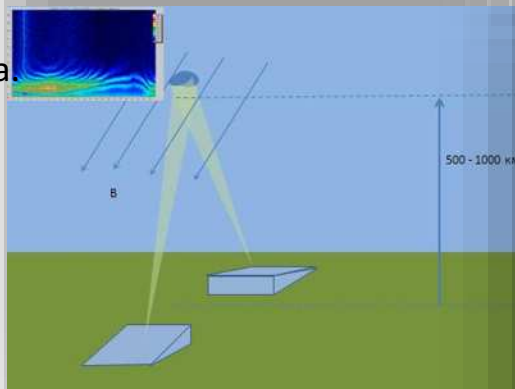
Основные режимы работы НР-МСТ радара

Диагностика динамики
в нижней и средней
атмосфере методом МСТ.
Экология оз. Байкал
Высоты 10–100 км.



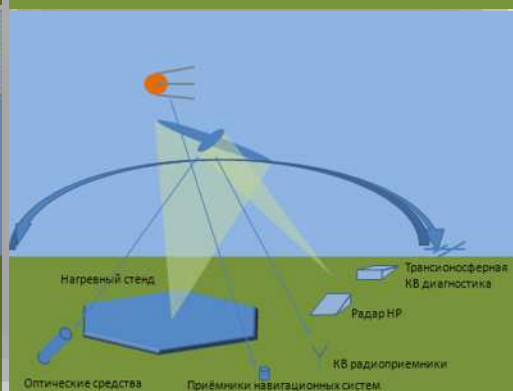
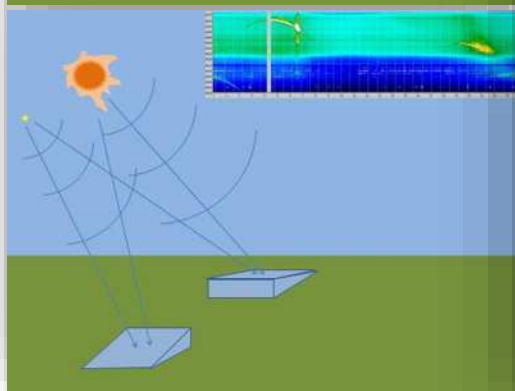
Изучение взаимодействий
в системе атмосфера–
ионосфера методом НР.
Многopараметрическая
диагностика ионосферной
плазмы.
Радио-интерферометрия
Высоты 100–500 км.

Изучение системы
ионосфера–плазмосфера
Определение вариаций
ионного состава и
направлений потоков
плазмы.
Высоты 500–2000 км.



Наблюдение космических
аппаратов и «космического
мусора».
Разработка методов
повышения точности и
информативности контроля
космического пространства
Высоты 100–5000 км.

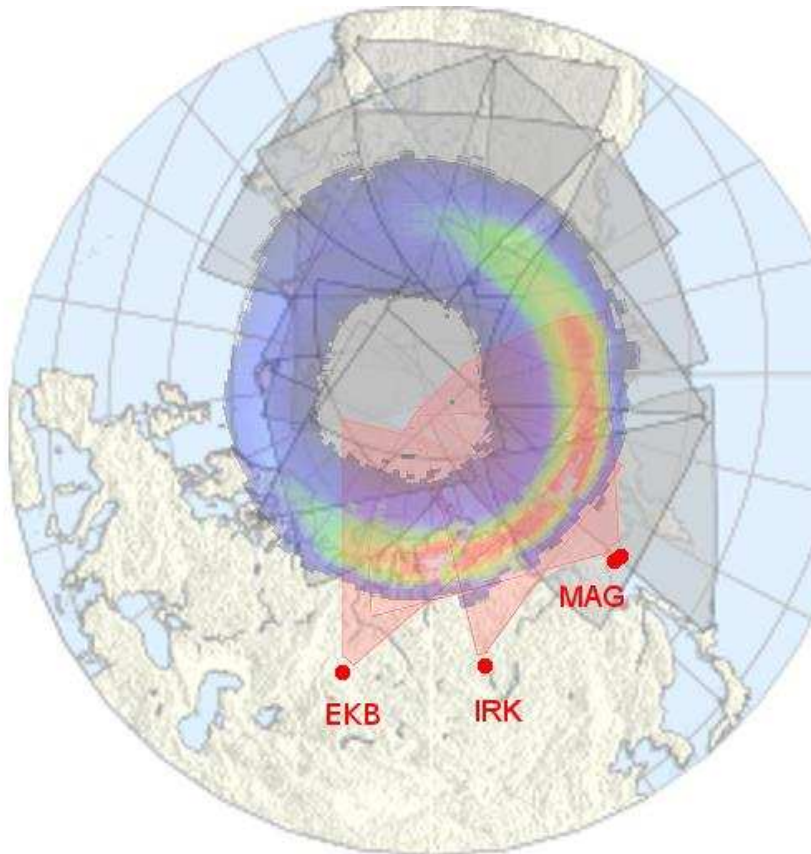
Радиоастрономические
наблюдения излучения
Солнца и космических
радиоисточников.
Изучение радиобурь
и мерцаний
радиосигналов.



Комплексная диагностика
явлений, возникающих
при мощном
высокочастотном
воздействии на ионосферу

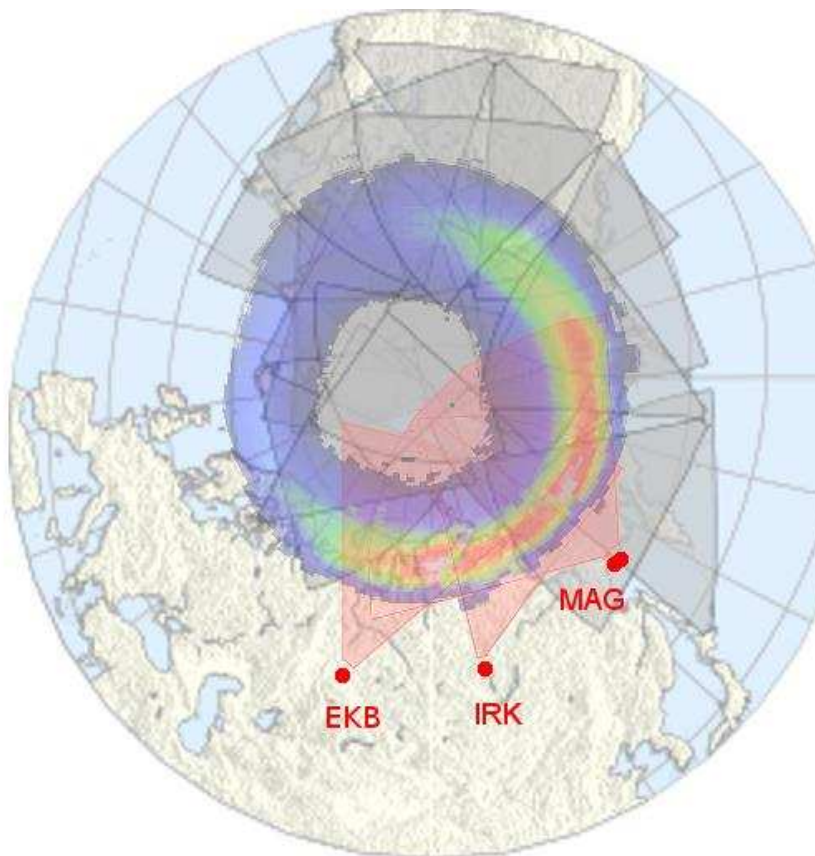


Когерентные радары



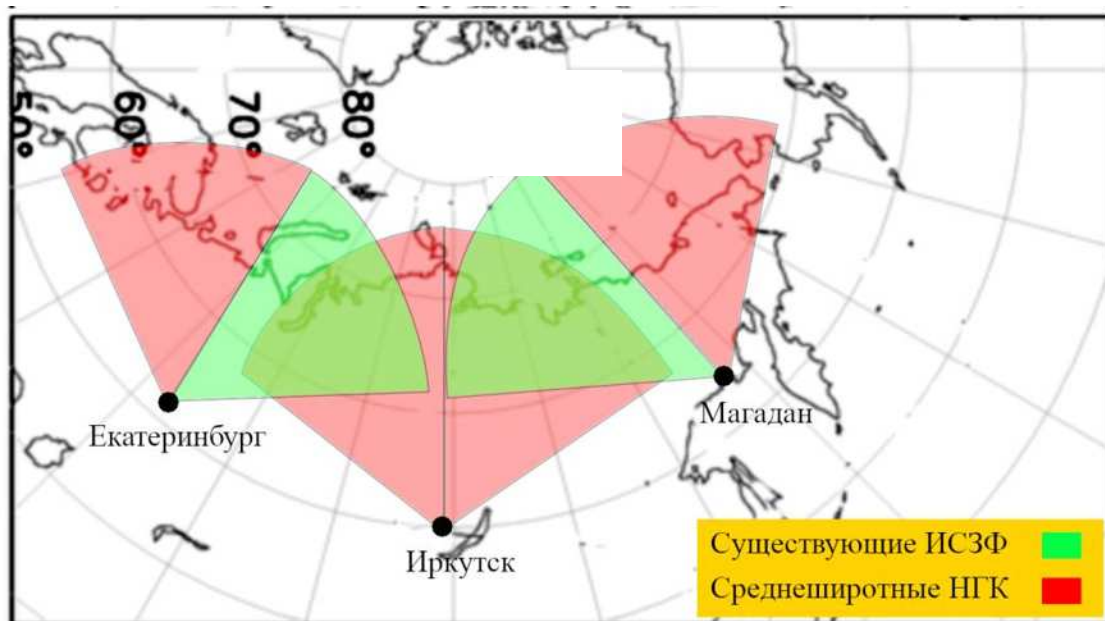
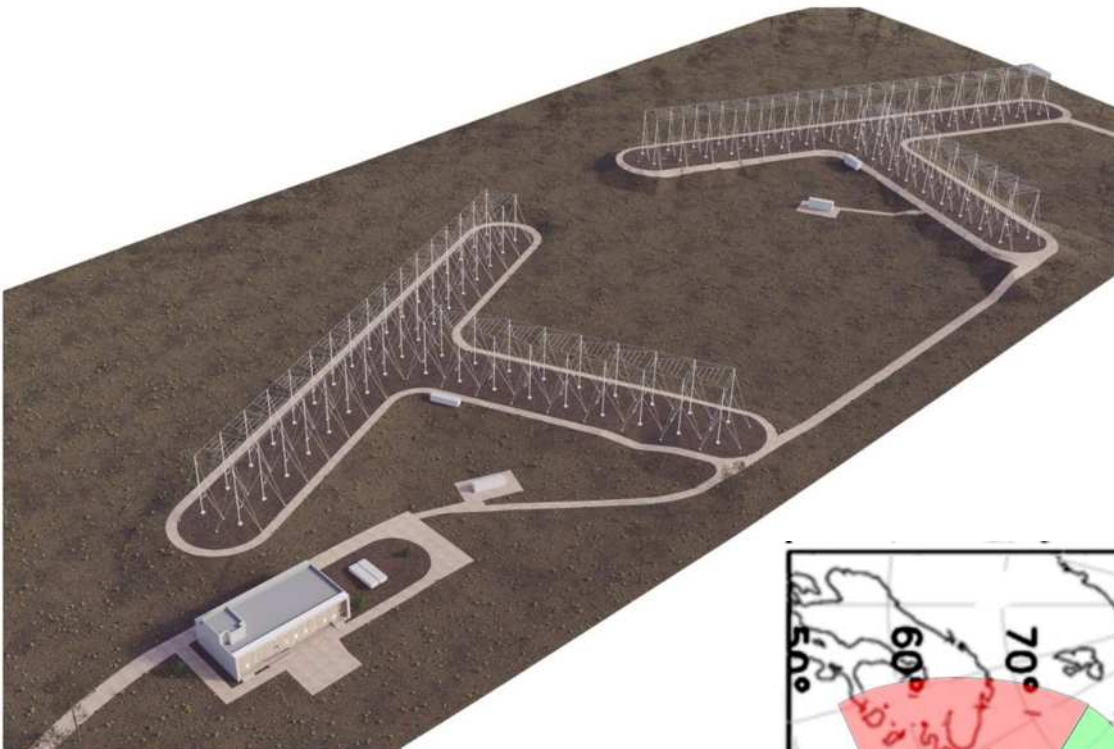


Когерентные радары





Когерентные радары





Мезосферно - стратосферный лидар Иркутская область, срок ввода 2028г.

Измеряемые параметры:

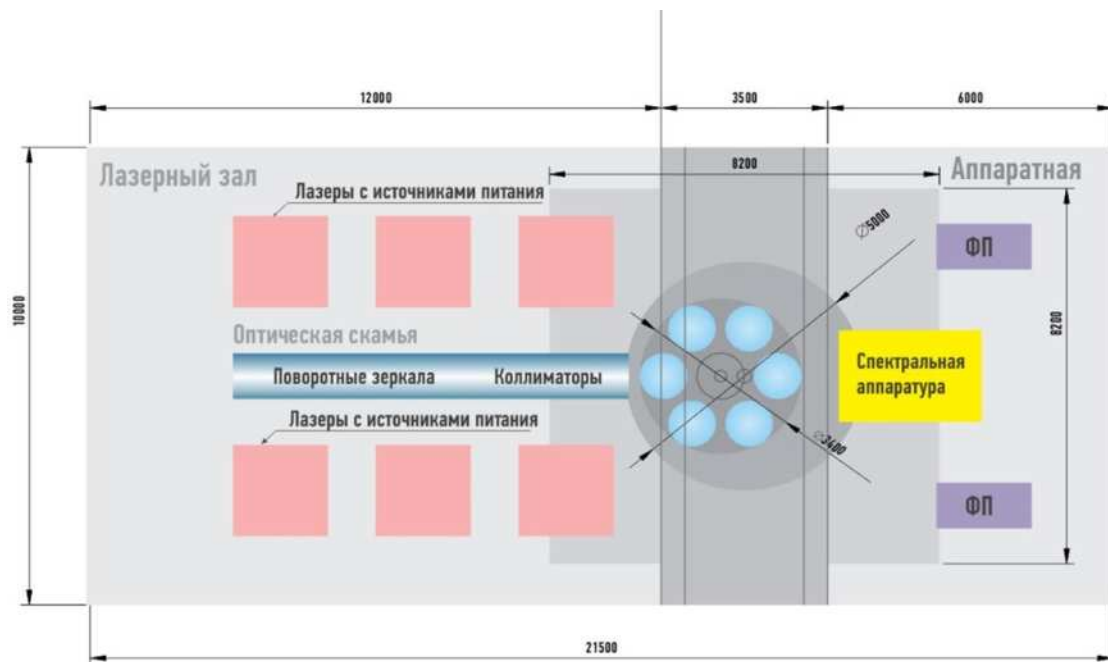
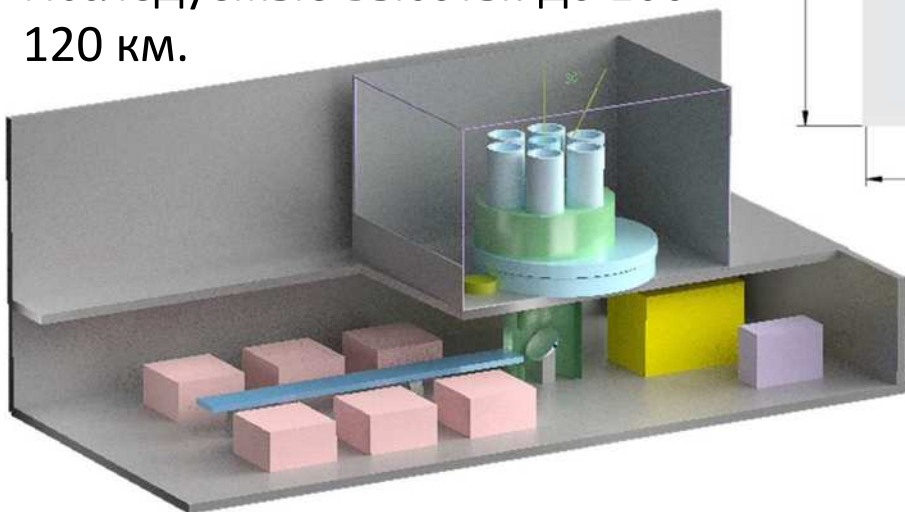
Температура, скорость и направление ветра;

Плотность, аэрозоли в страто- и мезосфере;

Оптические свойства слоя Na в мезосфере;

Озон в стратосфере.

Исследуемые высоты: до 100–120 км.



Площадь приемной антенны – 4.7 м²,
Энергия лазерного импульса – 1.6 Дж.



Нагревный стенд Иркутская область, срок ввода 2028г.

Рабочий частотный диапазон 2.6÷5.6 МГц, антенное поле $\sim 300 \times 300$ м²,
36 излучающих элементов. Суммарная мощность передатчиков 1–1.5 МВт
Эффективная излучаемая мощность ~ 100 МВт.



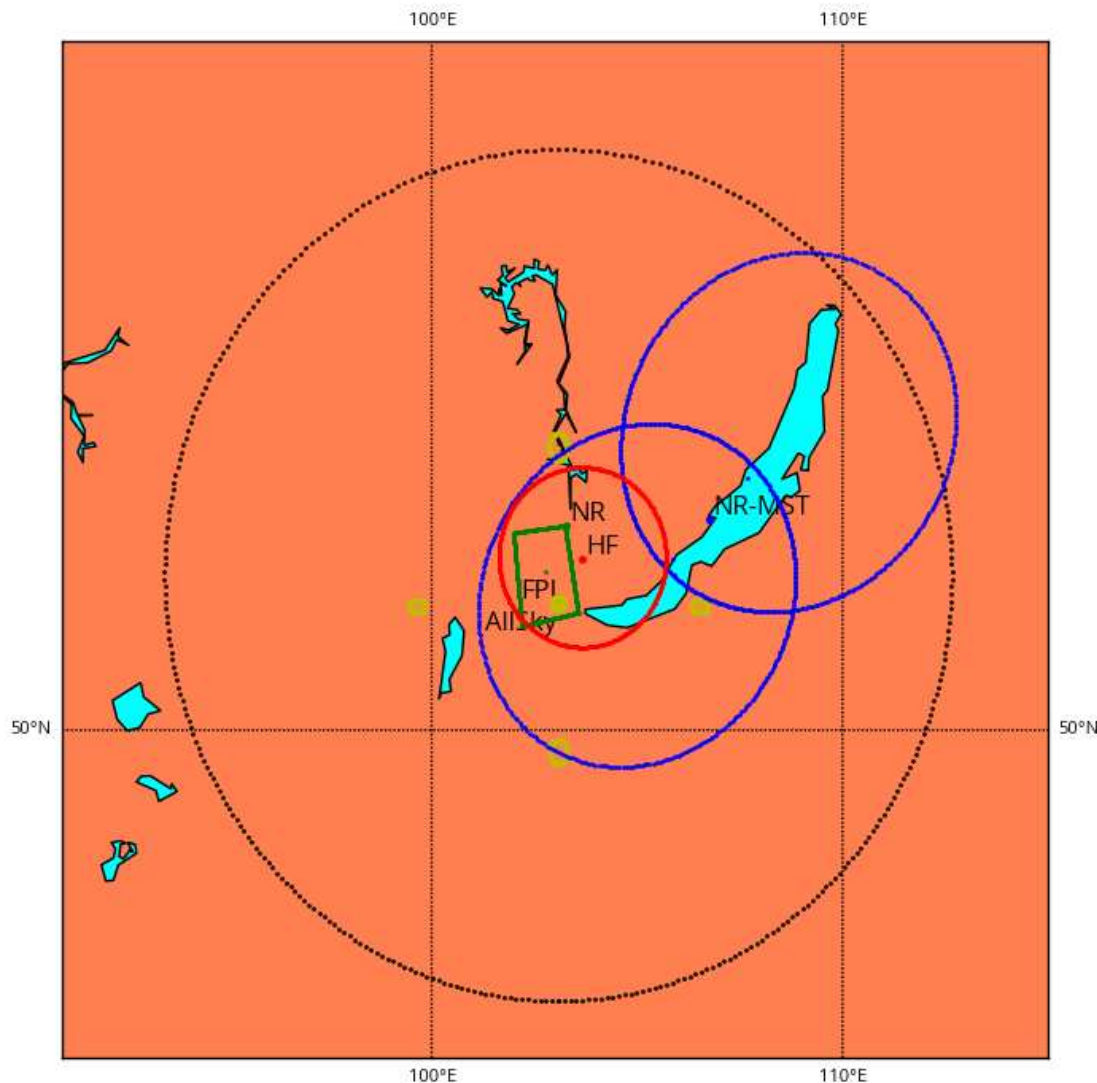


Красный – зона эффективного сканирования нагревного стенда.

Синий – область обзора всеатмосферного радара НР-МСТ.

Зеленый – область сканирования существующего Иркутского радара НР.

Черный – область контролируемая комплексом оптических инструментов.





Центр управления и обработки данных г. Иркутск, срок ввода 2029г.



Задачи:
Получение научного продукта
полного инновационного цикла –
мониторинг и прогноз состояния
околоземного космического
пространства (ОКП)

Хранение – 25 лет

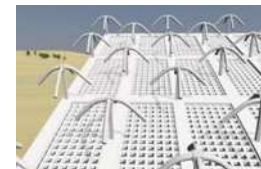
Радиогелиограф



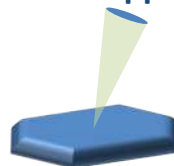
**Крупный солнечный
телескоп-коронаограф**



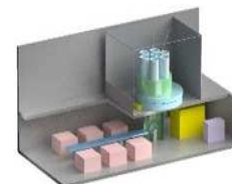
**Система
радаров**



**Нагревный
стенд**



МС лидар

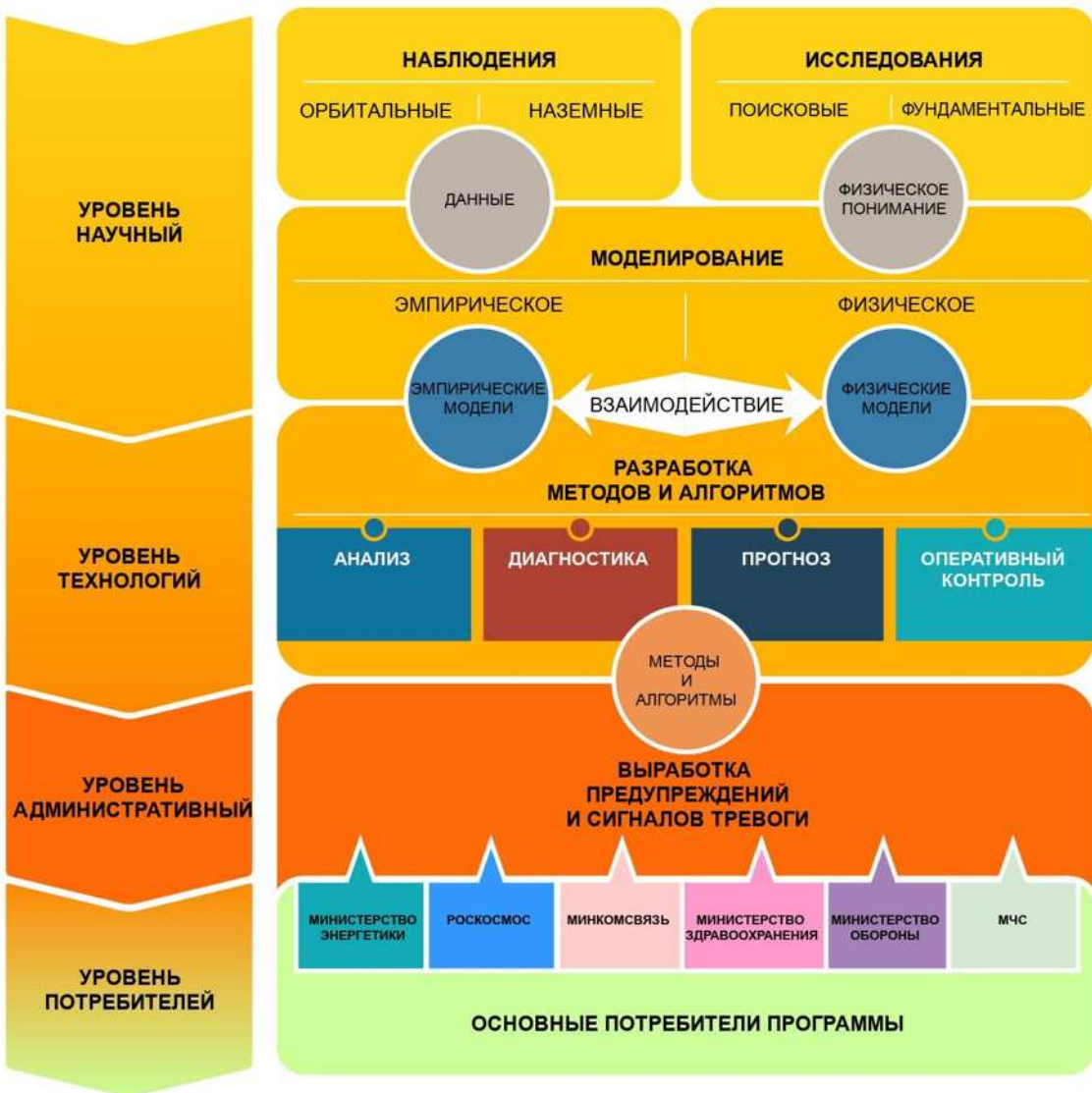


**Оптические
инструменты**





Значение комплекса в системе гелиогеофизической безопасности России



Комплекс создается для обеспечения мирового приоритета отечественной науки на 20-25 лет в области фундаментальных знаний о физической системе Солнце-Земля.



ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Наука должна быть ключевым драйвером прогресса,
а продвижение в науке без экспериментальных
средств **нового уровня не возможно!**



Юрий Владимирович Ясюкевич
E-mail: yasukevich@iszf.irk.ru