

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научно-производственное объединение «Тайфун»
(ФГБУ «НПО «Тайфун»)



VIII Всероссийский объединенный метеорологический и
гидрологический съезд

Состояние и перспективы мониторинга геофизической обстановки:
подсистема ракетного, радарно-лидарного зондирования и
регистрации УКВ и КВ сигналов

Юдаков Александр Александрович
(ФГБУ «НПО «Тайфун»)



ПОДСИСТЕМА ГФМ ФГБУ «НПО «ТАЙФУН» – «Ракетное, лидарно-радарное зондирование атмосферы, регистрация СДВ и КВ сигналов»

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА ПОДСИСТЕМЫ

Проведение наблюдений за состоянием атмосферы, ионосферы и околоземного космического пространства с использованием наземных (в том числе лидарных и радарных), ракетных и космических средств наблюдения и измерения физических и геофизических параметров с целью выявления фактов и оценки отклонения от средних значений, а также обеспечения заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций текущей, прогнозной и экстренной информацией о геофизической обстановке.

СОСТАВ ПОДСИСТЕМЫ

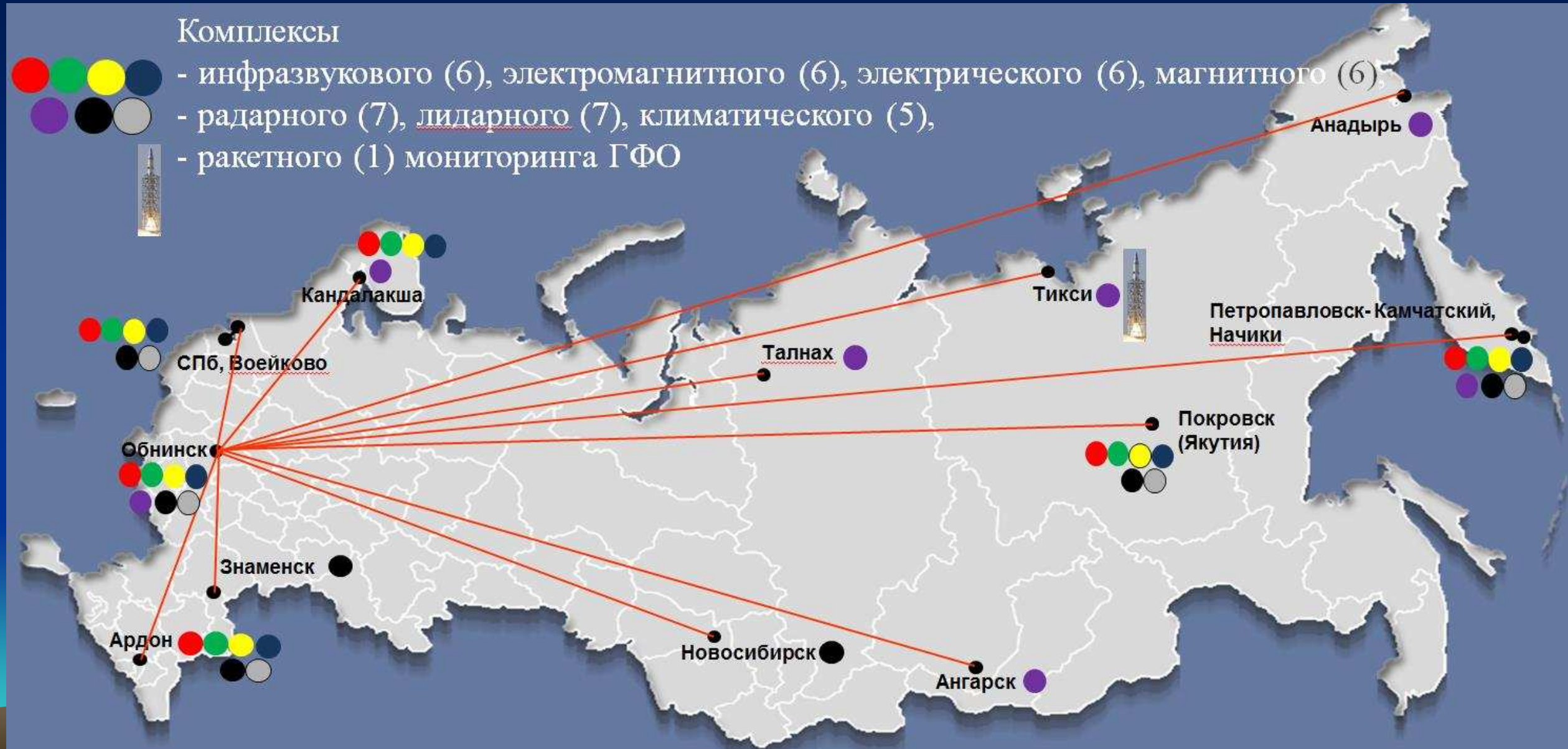
1. Сеть радиомониторинга – 6 станций;
2. Сеть инфразвукового мониторинга – 6 станций;
3. Сеть мониторинга вариаций магнитного поля Земли – 6 станций;
4. Сеть мониторинга вариаций электрического поля атмосферы Земли – 6 станций;
5. Сеть мониторинга динамических процессов в области МНТИ – 7 станций;
6. Сеть лидарного зондирования атмосферы АК-3 – 7 станций;
7. Сеть контроля климатообразующих факторов МР-32 – 5 станций;
8. Станция ракетного зондирования атмосферы «Тикси» МР-30;
9. Тематический информационно-аналитический центр «Верхняя атмосфера».

Всего: более 50 комплексов в составе уникальной Подсистемы ГФМ, не имеющей аналогов в мире.

Развернутые средства подсистемы геофизического мониторинга «Ракетное, лидарно-радарное зондирование атмосферы, регистрация СДВ и КВ сигналов»

Комплексы

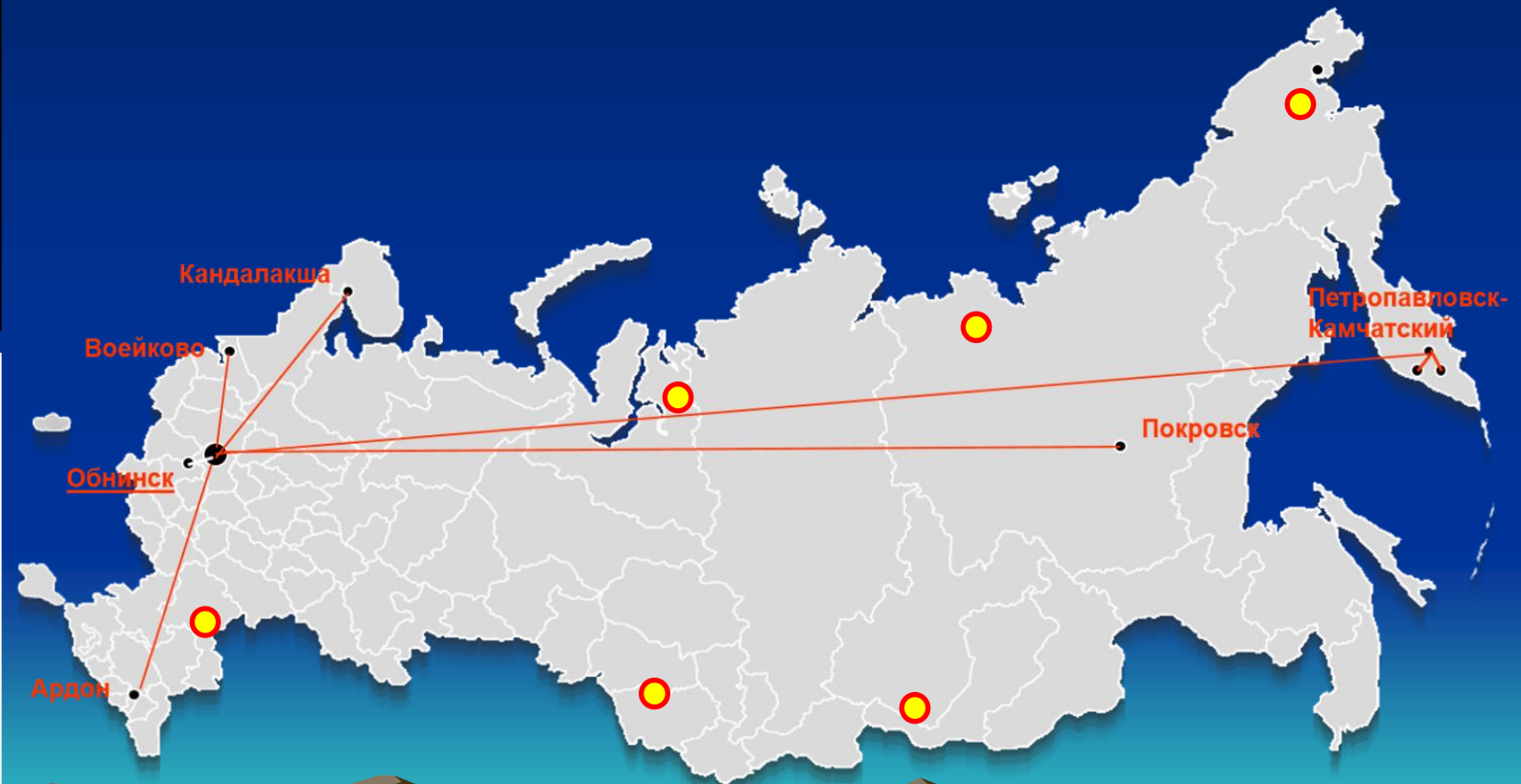
-     - инфразвукового (6), электромагнитного (6), электрического (6), магнитного (6)
-    - радарного (7), лидарного (7), климатического (5),
-  - ракетного (1) мониторинга ГФО



СЕТЬ СТАНЦИЙ РАДИОМОНИТОРИНГА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПЕРВИЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МОЩНЫХ РПУ И ВТОРИЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ИОНОСФЕРЫ



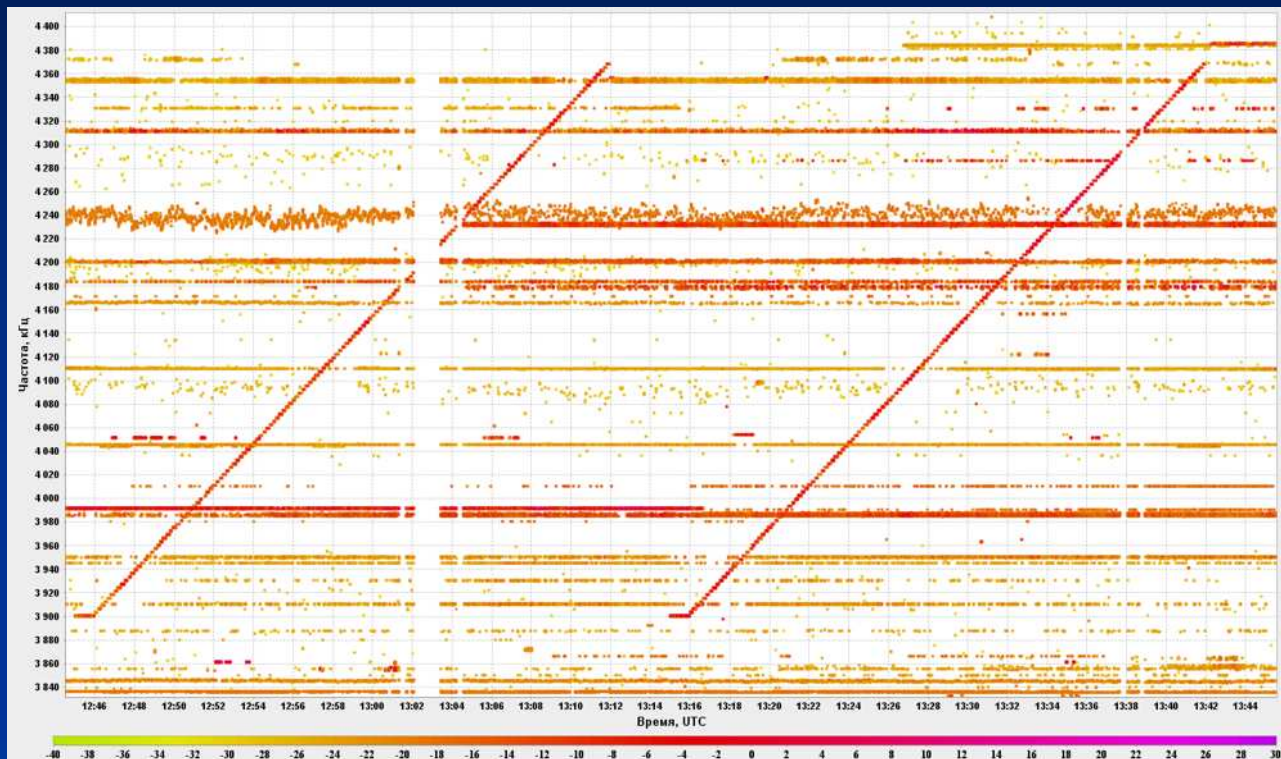
Комплекс электромагнитного мониторинга (КЭМ).
Диапазон рабочих частот – (1,8 – 50) МГц
Чувствительность – 4,4 фТл



- комплексы не установлены в связи с секвестром

СЕТЬ СТАНЦИЙ РАДИОМОНИТОРИНГА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПЕРВИЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МОЩНЫХ РПУ И ВТОРИЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ИОНОСФЕРЫ

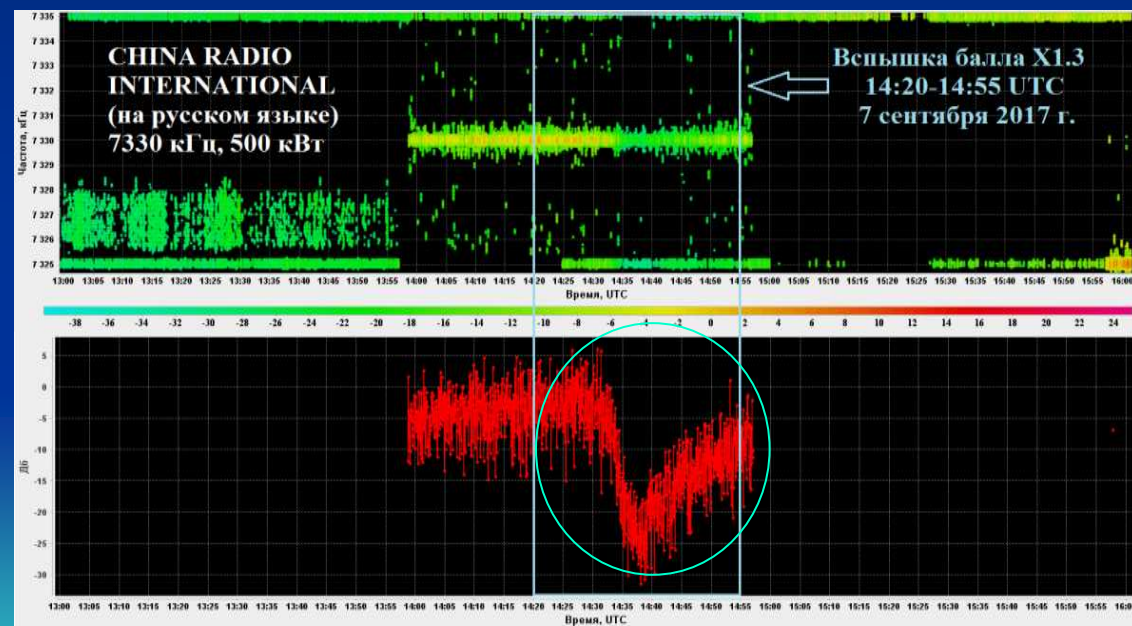
Скрининг частотного диапазона 3900-4368 кГц с шагом 3 кГц



Фрагмент динамического спектра ЭМИ в
диапазоне частот 3840-4400 кГц.
Станция ГФМ "Воейково", с 12:45 до 13:45 (UTC)
8 декабря 2022 г.

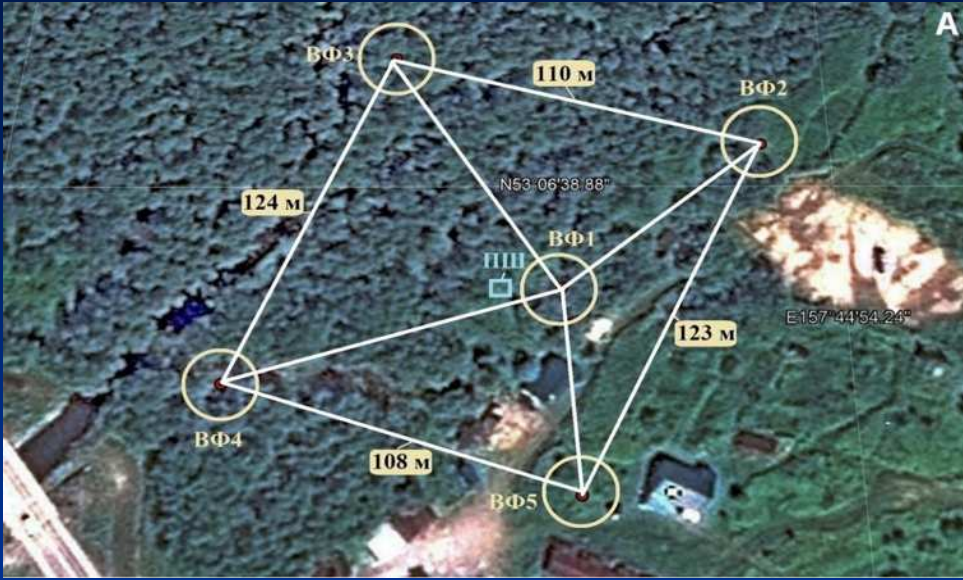
Активность на E:

- Швеция – 23
- Норвегия – 15
- КНР – 12
- Великобритания – 10
- Германия – 8



Влияние рентгеновского излучения Солнца на КВ
связь. Падение сигнала ~ 20 дБ

СЕТЬ ИНФРАЗВУКОВЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ – ПОСЛЕДСТВИЙ ИМС



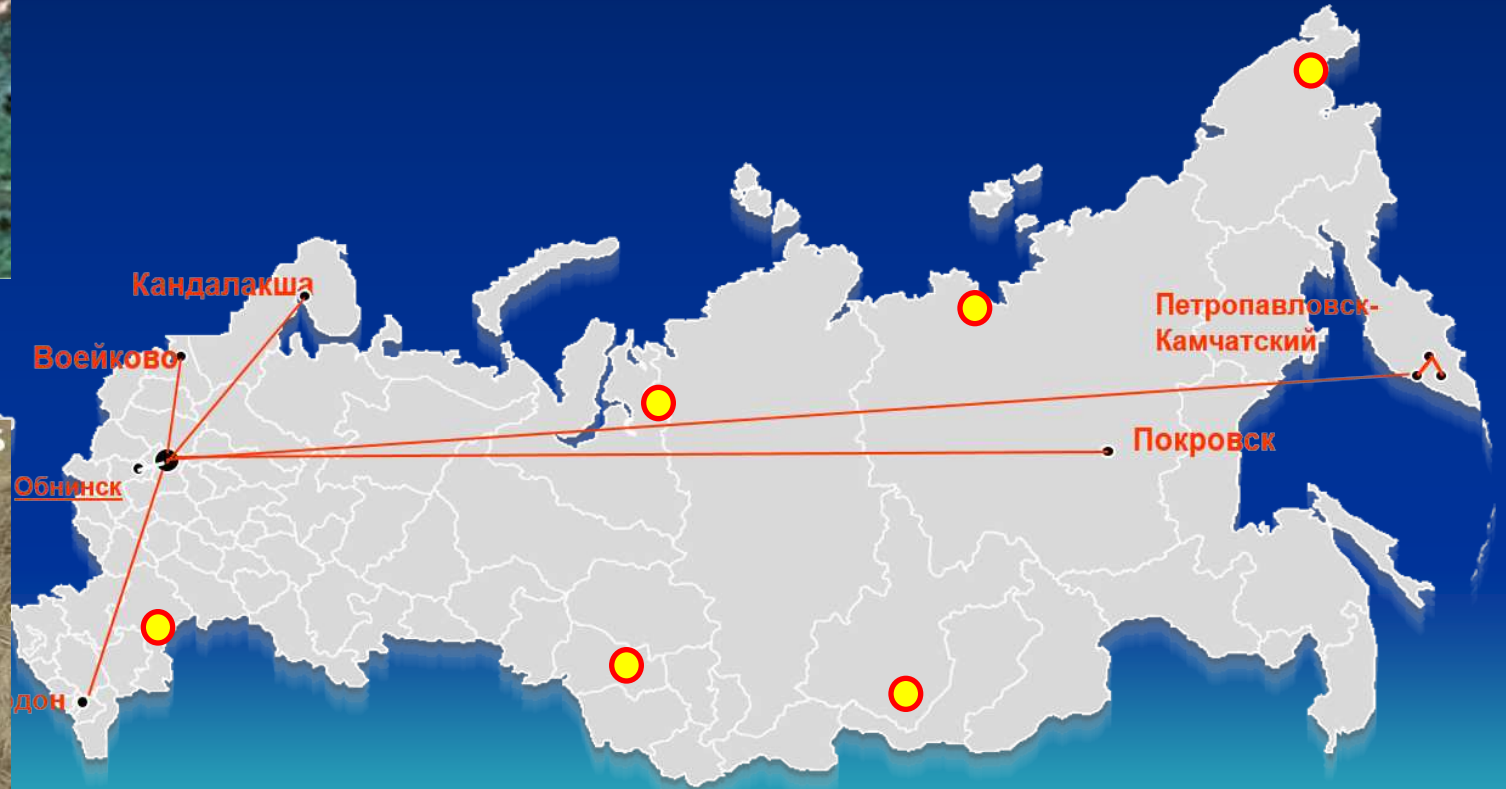
А – типовая геометрия инфразвуковой группы (п. Начики, Камчатка).



Б – типовой ветровой фильтр (п. Покровск, Якутия).

Объекты мониторинга: источники ИЗВ природного и антропогенного характера

Информационная продукция: параметры инфразвуковых волн на станции ГФМ и локализация источника ИЗ



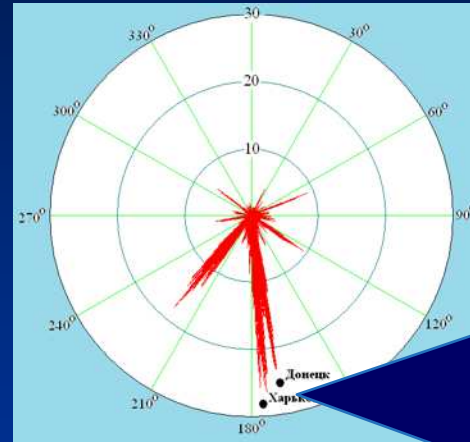
● - комплексы не установлены в связи с секвестром

СЕТЬ ИНФРАЗВУКОВЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ

Мониторинг
вхождения в
атмосферу
объектов
РКТ и
падения
космических
тел



Примеры мониторинга ИЗ-активности

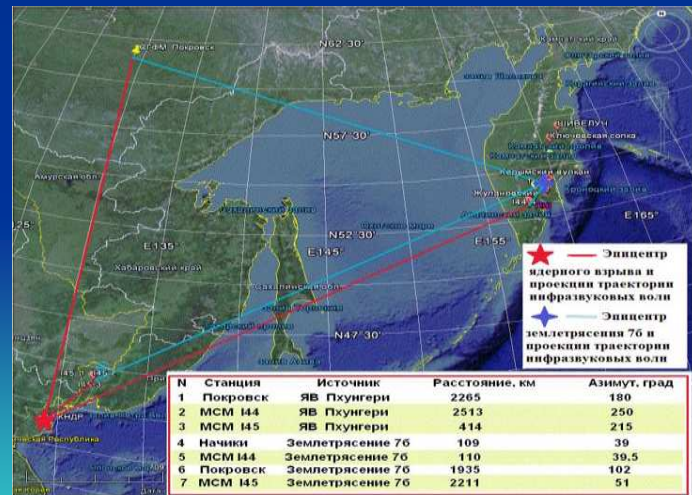


Гистограмма
инфразвуковых событий в
период проведения СВО на
Украине с 24.02.2022 г. по
31.10.2022 г. по данным
СМГФО «Вашутино».

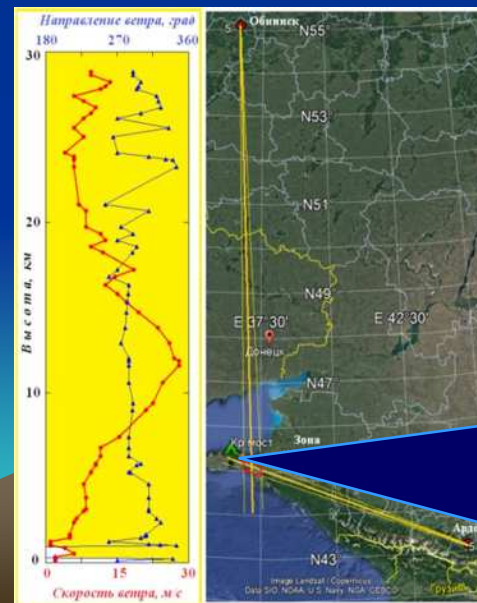
С начала проведения СВО
среднесуточное число
регистрируемых в г.
Обнинске и д. Вашутино
инфразвуковых событий
примерно удвоилось



Пуск ракеты
ракеты с
космодрома
«Плесецк», её
пеленг и
локализация по
данным трёх
станций ГФМ.
Дальности до
2000 км



Комплексный мониторинг
ПЯВ и стартов БР КНДР



Инфразвуковая
локализация
взрыва
Крымского
моста

ИНФРАЗВУКОВОЙ МОНИТОРИНГ

Развитие Подсистемы МГФО

Проведены работы по импортозамещению в части обеспечения программным обеспечением подсистемы МГФО (комплексы, РИАЦ (ПО локализации источников)).

Завершена разработка усовершенствованного ПО для автоматической обработки и контроля данных инфразвуковых наблюдений.

Получены два свидетельства о госрегистрации программ для ЭВМ:



Основные ТТХ средств инфразвуковых наблюдений на СГФМ по данным 2020 – 2024 г.

Характеристики	Диапазон	Медиана
Частота автоматической регистрации ИС, 1/сутки в том числе сильных ИС, 1/сутки	2,6 - 17,8 0,15 - 1,3	10,8 0,7
Повторяемость регистрации и пеленга микробаром, %	36 - 62	50,8
Среднеквадратичное значение (СКЗ) амплитуды инфразвуковой волны (ИВ), Па	0,001 – 2,9	0,017
Основной период колебаний ИВ, сек	0,13 – 9,9	0,56
Среднеквадратичное отклонение оценок пеленга сильных ИС, град	1,0 - 1,8	1,3
Предельная точность оценки азимута прихода ИВ, град	0,08 – 0,15	0,12
Вероятность при обработке в реальном времени: пропуска сильного ИС (СКЗ > 0,1 Па), % «ложной» тревоги, %	- 0,9 – 2,8	<0,1 2,2

СЕТЬ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ (ФЛЮКСМЕТРОВ) ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОСЛЕДСТВИЙ ИМС

Объекты мониторинга: источники возмущения электрического поля атмосферы Земли

Информационная продукция: вариации вертикальной компоненты напряженности электрического поля атмосферы в диапазоне частот от 0 до 25 Гц

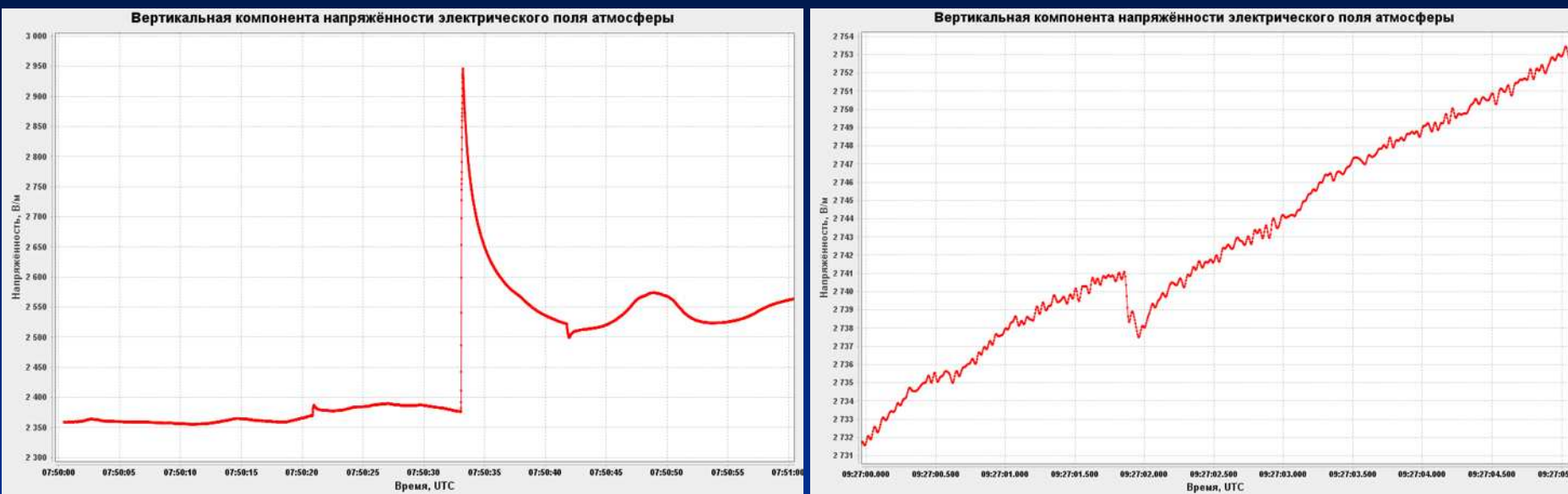


Высококчувствительный комплекс мониторинга электрического поля атмосферы Земли

● - комплексы не установлены в связи с секвестром

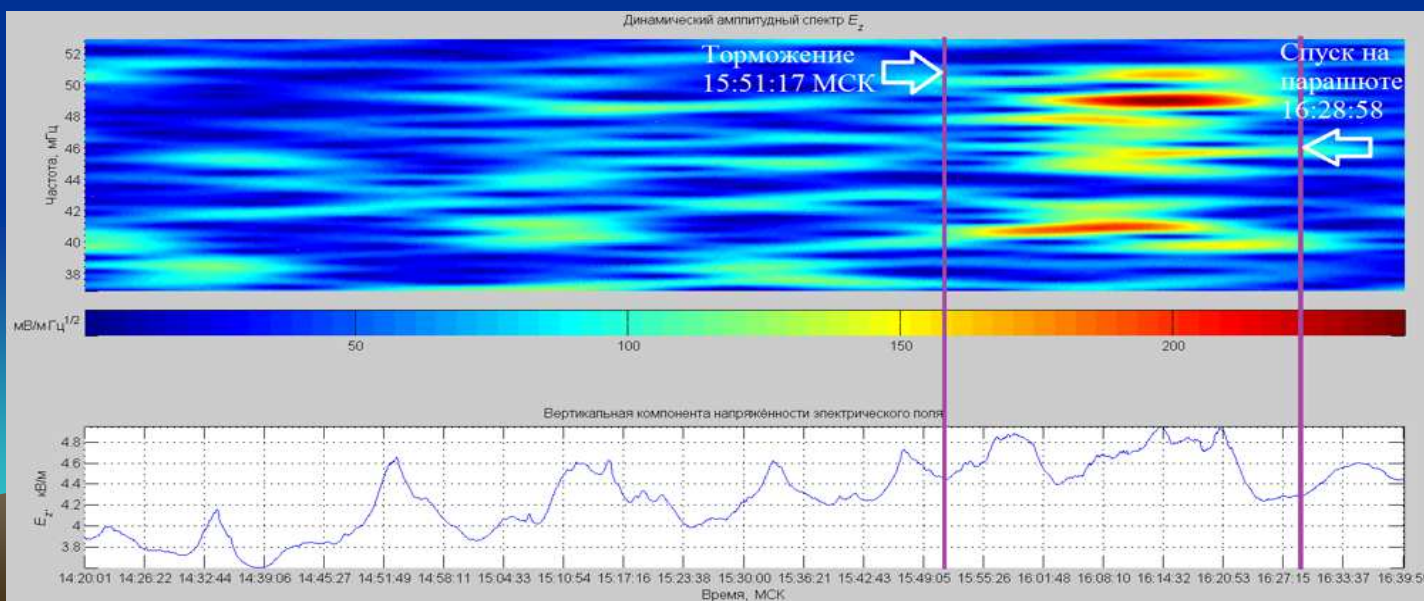
СЕТЬ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ (ФЛЮКСМЕТРОВ) ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОСЛЕДСТВИЙ ИМС

Флюксметр позволяет фиксировать грозовые разряды на расстояниях до **90** км.



Импульсные возмущения напряжённости ЭПА, вызванные разрядами на расстояниях **38** км (слева) и **85** км (справа). Для более близкого разряда импульсное возмущение существенно сильнее и более, чем на порядок, больше время релаксации.

Мониторинг вхождения в атмосферу и падения космических объектов

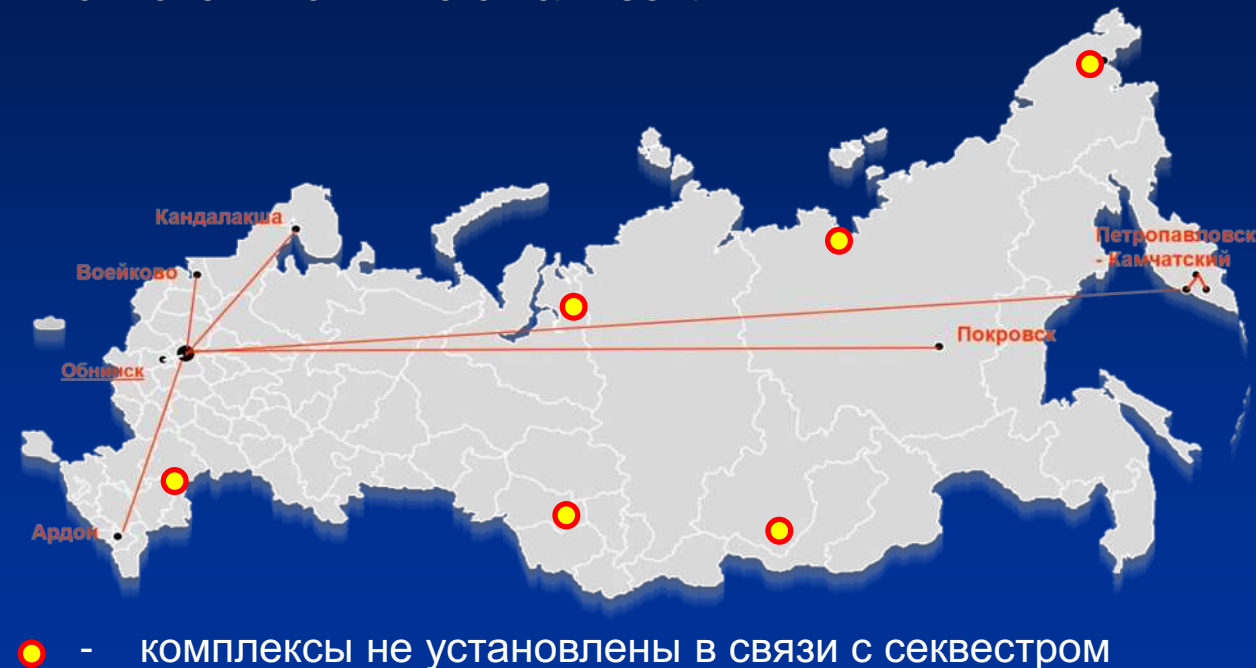


В ходе океанского похода на судне «Маршалл Геловани», организованном ГМС ВС РФ, по измерениям в полярной области получен важный результат: выявлено ранее неизвестное явление – диссипация ионосферного Альвеновского резонатора под действием высыпающих из радиационных поясов высокоэнергичных частиц.

СЕТЬ ИНДУКЦИОННЫХ МАГНИТОМЕТРОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОСЛЕДСТВИЙ ИМС

Объекты мониторинга: источники возмущения магнитного поля Земли природного и антропогенного характера

Информационная продукция: вариации магнитной индукции 3-х компонент магнитного поля Земли в диапазоне частот от 0,001 Гц до 100 000 Гц



Объекты мониторинга

Искусственные ОНЧ излучения

Контроль эффектов ОНЧ излучений

Ионосферно-магнитосферные резонаторы (накопители энергии):

- глобальные электромагнитные резонансы Шумана
- ионосферный Альвеновский резонатор и др.

Разряды молний

Магнитные бури, в том числе суббури

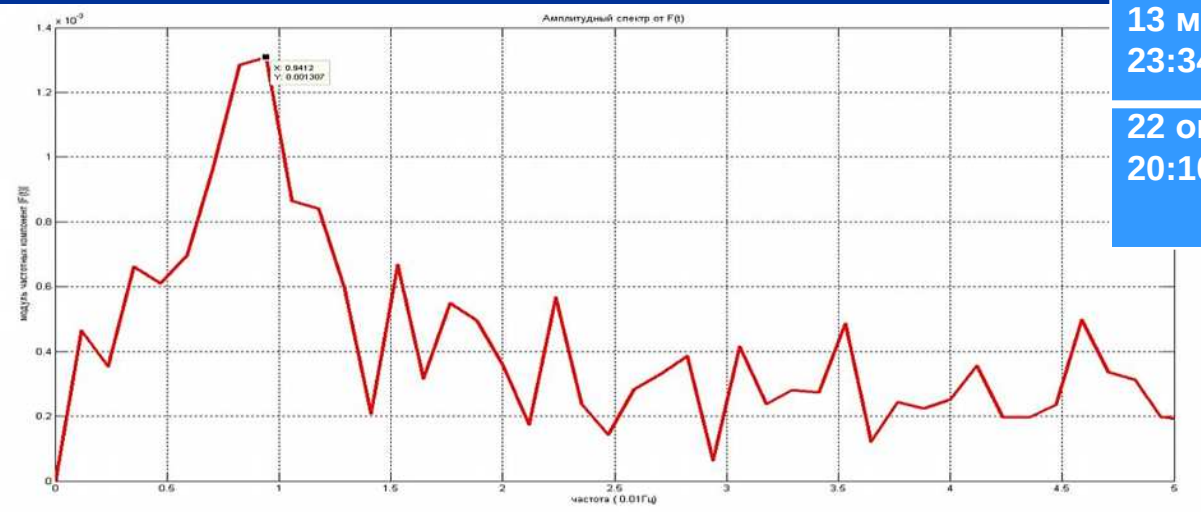
В рамках реализации Соглашения между ГК «Роскосмос», МО РФ, МИД России, Минприроды России, МЧС России, Росавиацией, ФМБА, Росгидрометом было осуществляется геофизическое обеспечение пусков РКН с космодромов «Байконур» и «Восточный». Зарегистрированы по данным комплексного мониторинга ПЯВ, проведенные КНДР.

Некоторые результаты НИТР по комплексу геомагнитного мониторинга:

В 2022 году по результатам мониторинга обнаружено ряд геофизических событий, которые сопровождались геомагнитными пульсациями. Спектральные характеристики и амплитуды иррегулярных пульсаций геомагнитного поля типа Pi2, наряду с другими наблюдениями, могут быть использованы для прогноза интенсивности и продолжительности магнитных суббурь.

В 2022 – 2024 г. ежегодно в рамках реализации Соглашения между ГК «Роскосмос», МО РФ, МИД России, Минприроды России, МЧС России, Росавиацией, ФМБА, Росгидрометом подготовлены более чем по 10 прогнозов ГФО для момента запуска РКН. При их составлении использовались наблюдения геомагнитных пульсаций типа Pi2.

Пункты магнитометрических измерений	«Воейково»	«Вашутино»	«Воейково»	«Вашутино»
Дата Время	Амплитуда (нТ)	Амплитуда (нТ)	Период (с) Частота (Гц)	Период (с) Частота (Гц)
08 января 2022 г 19:59 – 20:08 UT.	2,8	1,8	132 (0,008)	132 (0,008)
08 января 2022 г 20:19 – 20:26 UT	2,8	1,3	122 (0,0082)	106 (0,0094)
08 января 2022 г 22:18 – 22:24 UT	6,8	2,3	112 (0,009)	125 (0,0081)
16 января 2022 г 20:02 – 20:08 UT.	4,3	3,1	106 (0,0094)	71 (0,014)
13 марта 2022 г 23:34 – 23:37 UT	21,6	10,1	105 (0,0095)	61 (0,016)
22 октября 2022 г 20:10 – 20:20 UT	15,2	8,2	90 (0,011)	70 (0,014)

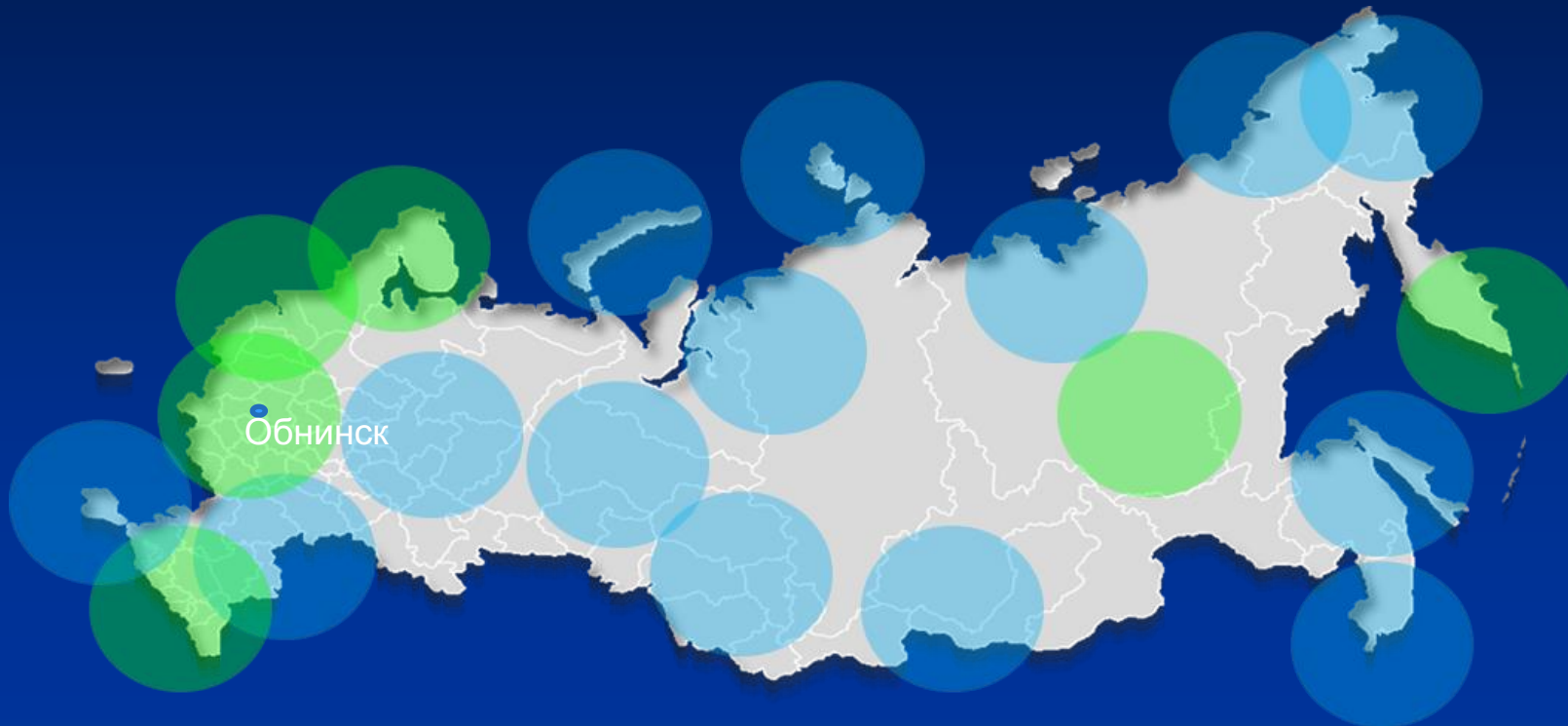


Геофизические события 2022 г., которые сопровождались геомагнитными пульсациями типа Pi2

Амплитудный спектр низкочастотные пульсации геомагнитного поля. Пункт наблюдения «Вашутино». 08 января 2022 г. Время 20:19-20:26 UT

Перспективы развития сети мониторинга инфразвуковых и электромагнитных волн, вариаций электрического и магнитного полей

Существующие (выделены зеленым цветом) комплексы ИРЭМ-О и перспективные (выделены синим цветом) комплексы ИРЭМ-Н



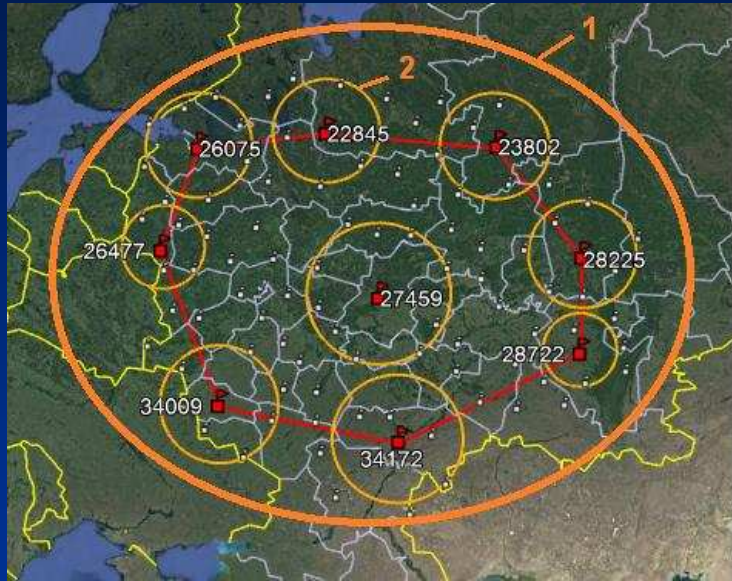
Задачи модернизации комплекса ИРЭМ-О и развития сети ГФМ в рамках ОКР :

- перевод на отечественную элементную базу;
- полная автоматизации процедур мониторинга, обработки, анализа данных наблюдений, подготовки и доставки информационной продукции;
- создание комплекса ИРЭМ-Н нового поколения;
- повышение точности пеленгации и локализации источников возмущения ГФО в 2 раза;
- полный охват территории Российской Федерации, в том числе АЗ РФ;
- новые параметры спокойной и возмущенной атмосферы и ионосферы;
- возможность размещения комплекс ИРЭМ-Н на территории сопредельных дружественных государствах (Куба, Иран, КНДР, КНР и др.) с целью повышения вероятности обнаружения и идентификации источников возмущения ГФО.

Приборы	Текущее количество	Перспективное количество	% прироста
Комплекс ИРЭМ	6	20	233

Расширение потребителей информационной продукции: Минобороны России, МЧС, Роскосмос, Росгидромет, Росатом, ФМБА, Минприроды, ФСТЭК и др.

Предложения по развитию инфразвуковой наблюдательной сети мониторинга (томография средней атмосферы)



Обозначения: 1 – область восстановления полей ветра и температуры; 2 – области взаимного подбора огибающей инфразвукового сигнала.

27459 - инфразвуковые станции КИЗ-2022. ■ - метеостанции с микробарометрами АЭП.

ПРОЕКТ КОНФИГУРАЦИИ И ОСНАЩЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ЕТР

Среднее расстояние между инфразвуковыми станциями (станциями зондирования) – 600 км; между пунктами мониторинга пульсаций давления (метеостанциями) – 200 км.

Акустические волны гораздо чувствительнее электромагнитных к неоднородностям скорости ветра и температуры. Дальность распространения инфразвуковых волн сопоставима с региональными и глобальными масштабами.

Проблема: 1) сложность решения обратной задачи и не до конца разработанной физики распространения инфразвука в неоднородной движущейся среде; 2) отсутствие мощного регулярного точечного источника инфразвука; 3) разреженность международной сети инфразвуковых станций.

Преимущества РФ в практической реализации инфразвуковой томографии:

- экономичная автономная надёжная отечественная инфразвуковая станция;
- оригинальная высокоточная онлайн обработка инфразвукового сигнала;
- протяжённость территории РФ для создания обширной сети;
- высокий потенциал создания экономичных взрывных источников инфразвука.

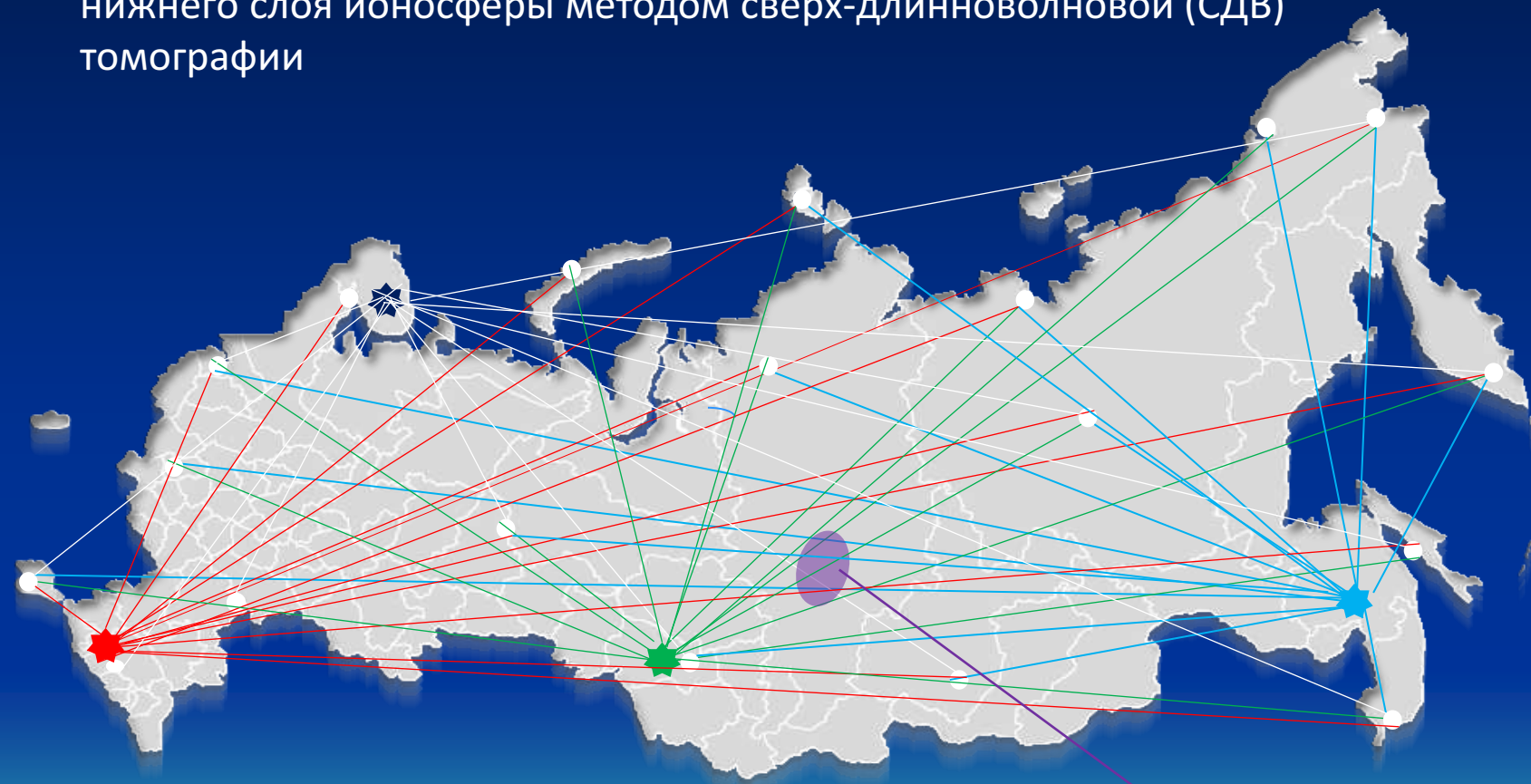


Фото средне апертурной инфразвуковой станции (для станций радиозондирования) и инфразвукового поста (для метеостанций)



Предложения по созданию и развитию системы мониторинга нижнего слоя ионосферы методом сверх длинноволновой томографии

Пример конфигурации и оснащения системы мониторинга нижнего слоя ионосферы методом сверх-длинноволновой (СДВ) томографии



СДВ система позволит контролировать:

- выбросы высокоэнергичных частиц естественного и искусственного происхождения из радиационных поясов Земли;
- запуски и спуски космических аппаратов;
- извержения вулканов и землетрясения;
- молниевые разряды, в том числе высотные (джеты, спрайты, эльфы);
- подземные камуфлетные взрывы
- цунами (в случае использования источников СДВ излучения, расположенных на сопредельных территориях)

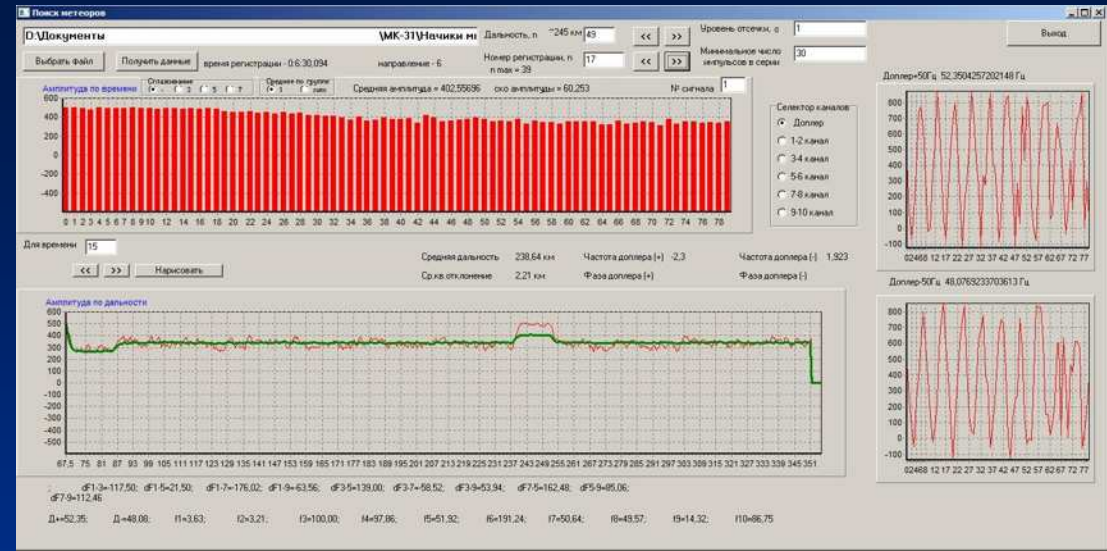
• - СДВ приемники
★ ★ ★ - СДВ передатчики
_____ - трассы радиоволн СДВ диапазона

Область
возмущения
ионосферы

СЕТЬ МЕТЕОРНЫХ РЛС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРА В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ И ИОНОСФЕРЕ



Антенное поле и аппаратный бокс метеорной РЛС



Визуализация регистрации отражения от метеора



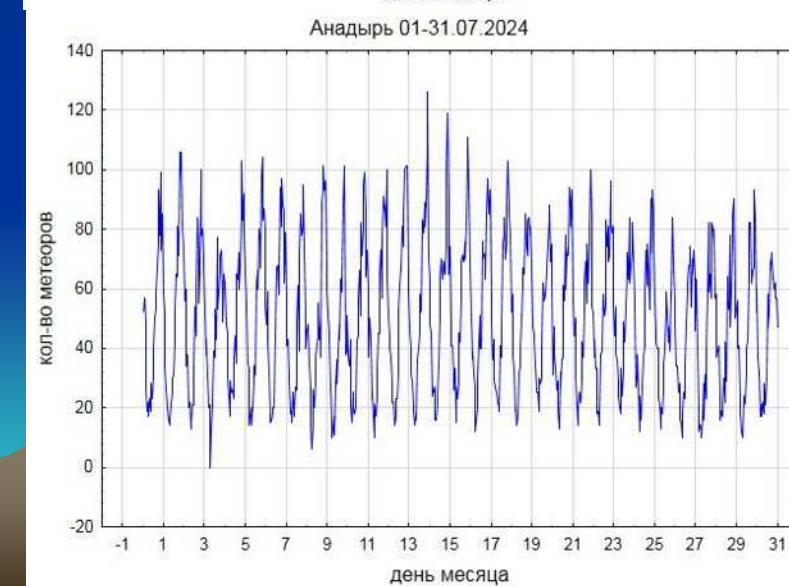
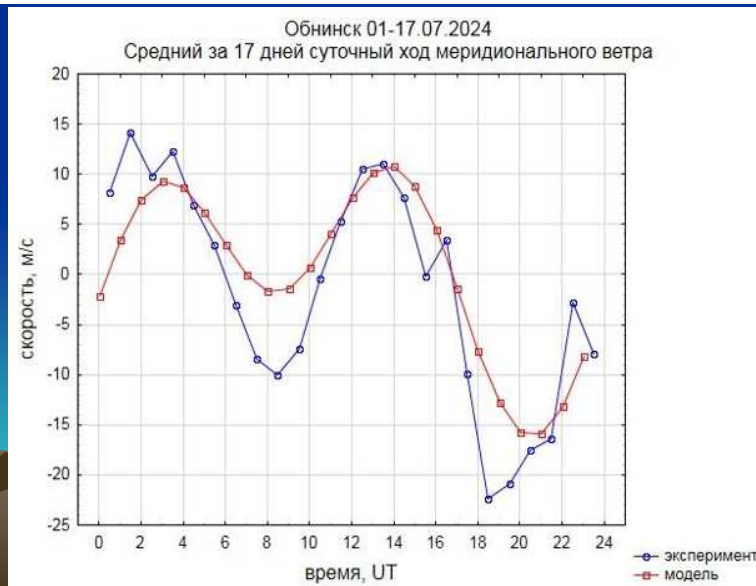
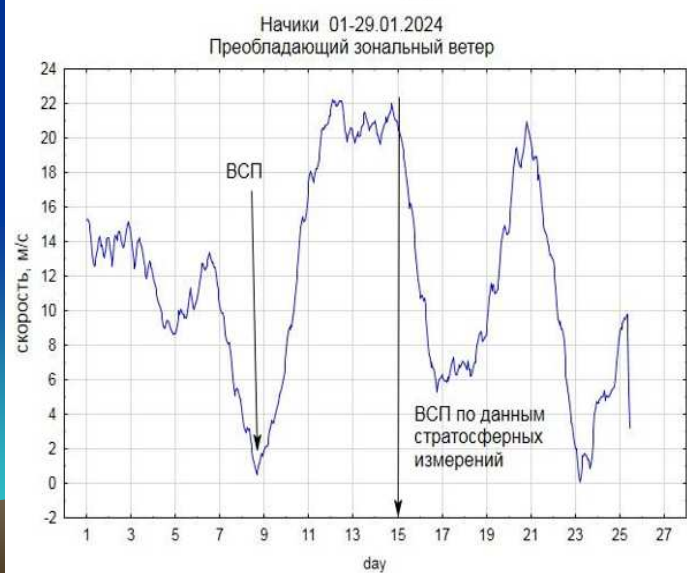
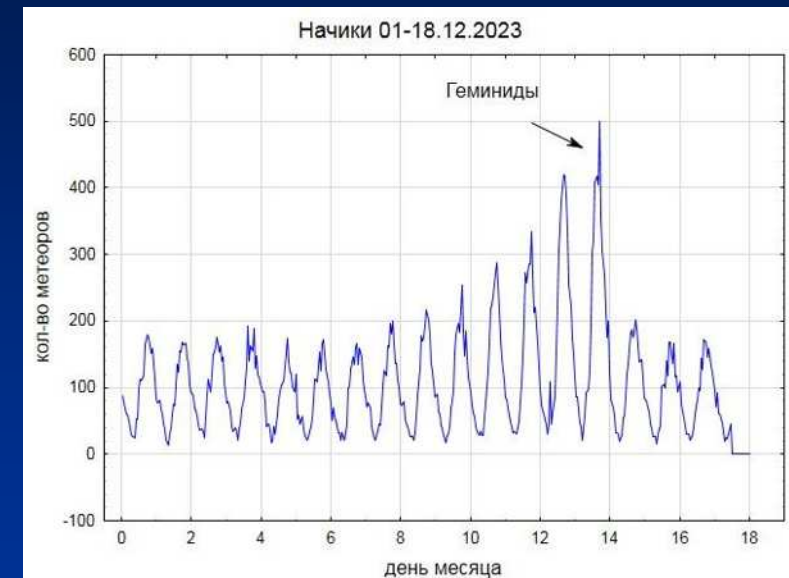
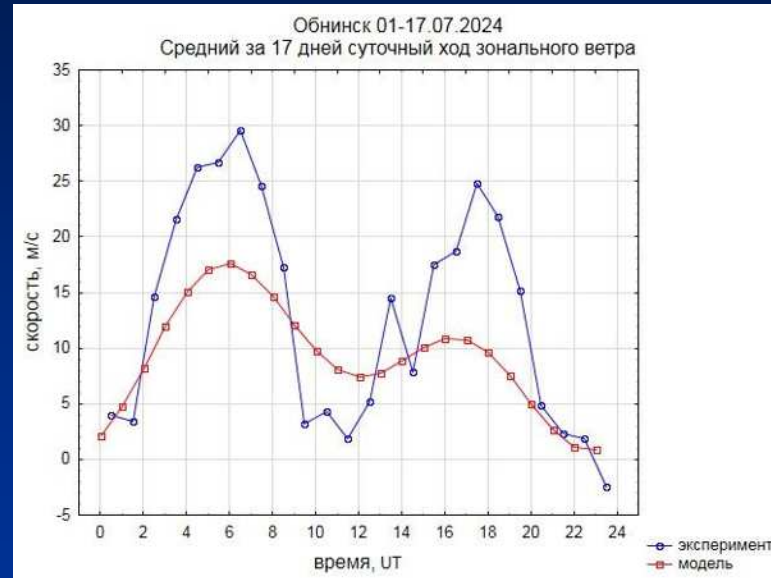
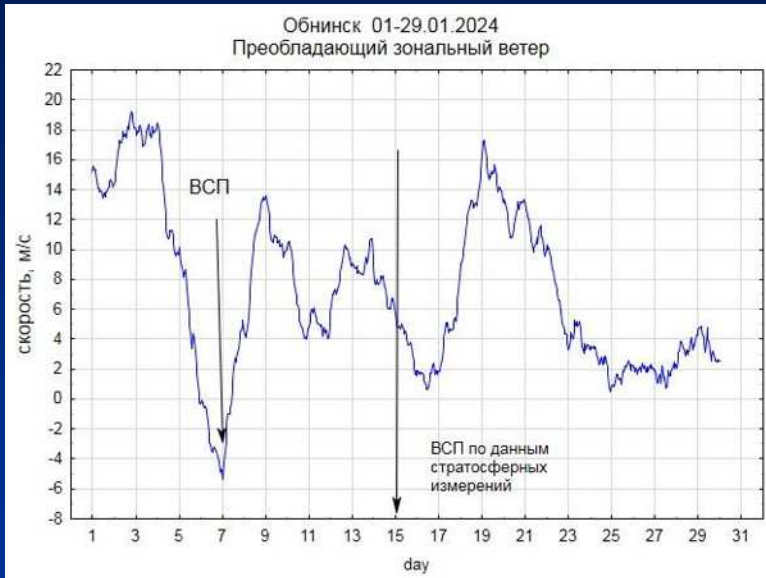
Приемопередающая и управляющая аппаратура метеорной РЛС внутри аппаратного бокса



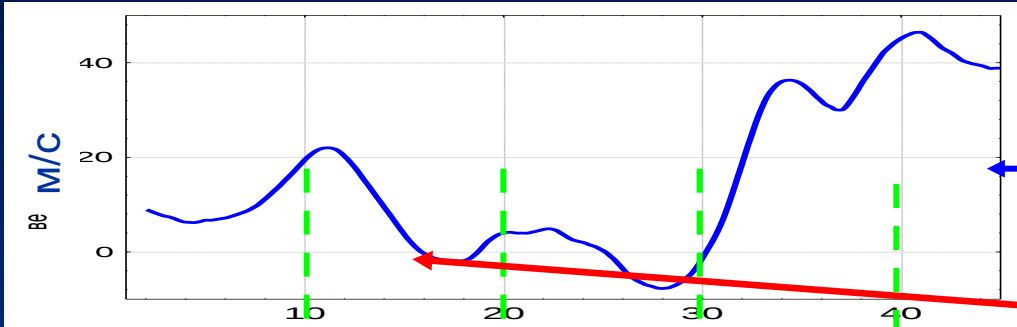
Мониторинг динамических событий в области МНТИ

Данные для построения и корректировки моделей СА, ВА, ионосферы

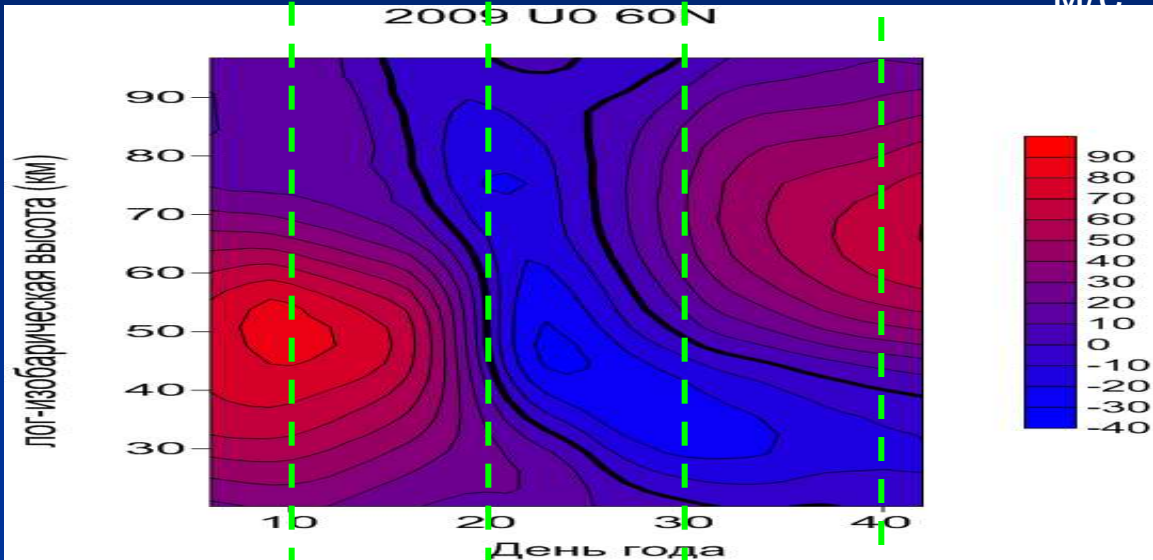
Вариации метеорных потоков в околоземном пространстве



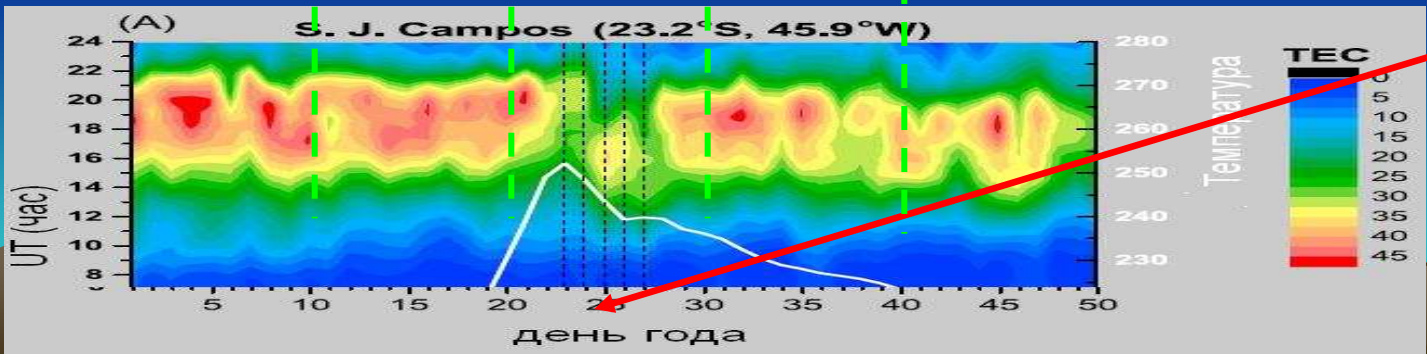
Дыры в распределении электронов в ионосфере в результате внезапного стратосферного потепления (ВСП), на примере 2009 г.



Обнинск, данные радара
МК-31 для высоты 90 км. Признак ВСП
проявляется на несколько дней ранее
метеоданных
Момент изменения циркуляции в ВА по
данным МК-31 за неделю до начала
потепления



Изменение направления скорости
зонального ветра на высотах всей
средней атмосферы и широте
Обнинска по данным прибора MLS
(IC3 Aura).

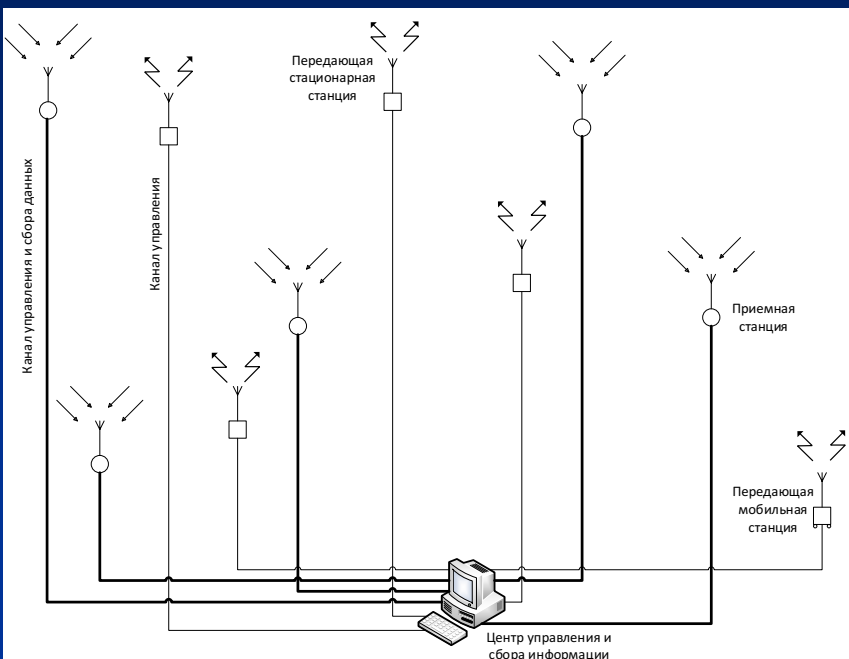


Начало формирования электронной дыры

Изменение полного
электронного содержания (TEC)

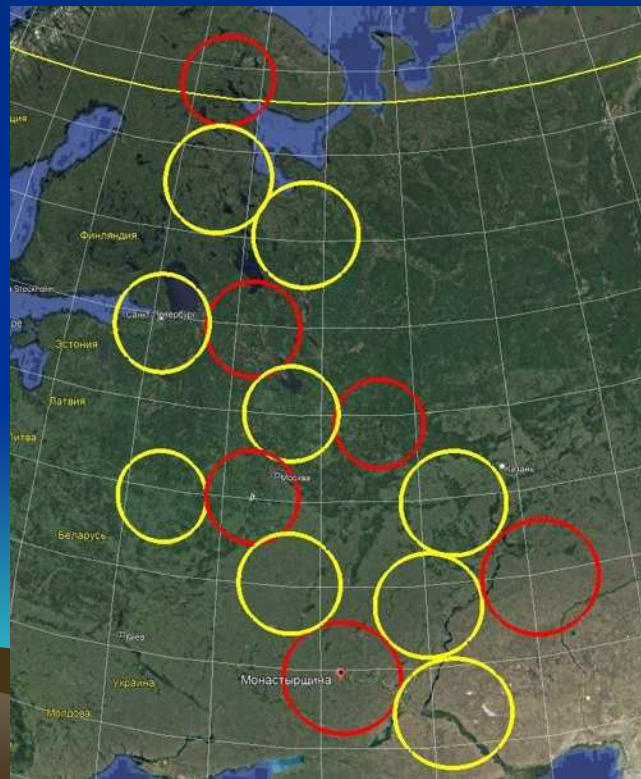
**Предложения по развитию системы УКВ радарного мониторинга ионизированных структур
естественного и искусственного происхождения на высотах 80÷150 км**

Принципиальная схема распределенной модульной сети УКВ радарного мониторинга



В качестве УКВ радаров используются типовые элементы, включающие модуль/модули передатчика с всенаправленной передающей антенной, модуль/модули приемника с всенаправленными приемными антеннами. Общее управление, синхронизацию и сбор данных осуществляет единый региональный Центр управления и сбора информации.

Пример конфигурации размещения приемопередающих модулей (центры красных окружностей) и приемных модулей (желтые) в результате пилотного этапа выполнения работ по развитию и модернизации сети радарного МГФО к 2035 г.



Новые параметры динамики атмосферы по сравнению со стандартными метеорными радарными для высот 70-110 км:

- вертикальные градиенты скоростей горизонтального ветра;
- завихренность поля ветра;
- скорость вертикального ветра;
- параметры внутренних гравитационных волн с горизонтальными масштабами 50-200 км;
- параметры мезосферной турбулентности.

Применение модульных УКВ радаров расширит область и возможности гидрометеорологического прогноза средней атмосферы в целях запусков и свода с орбиты КА.

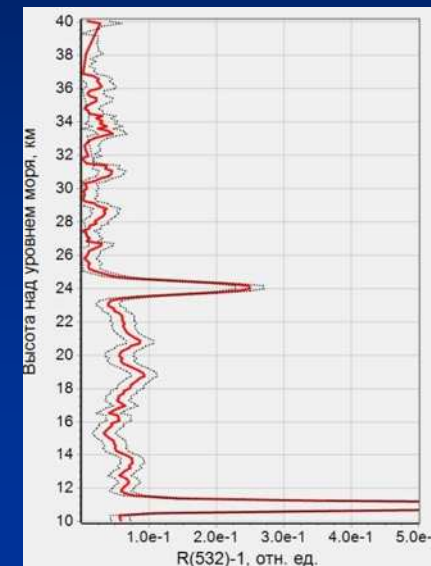
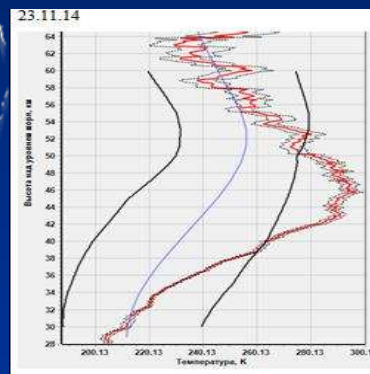
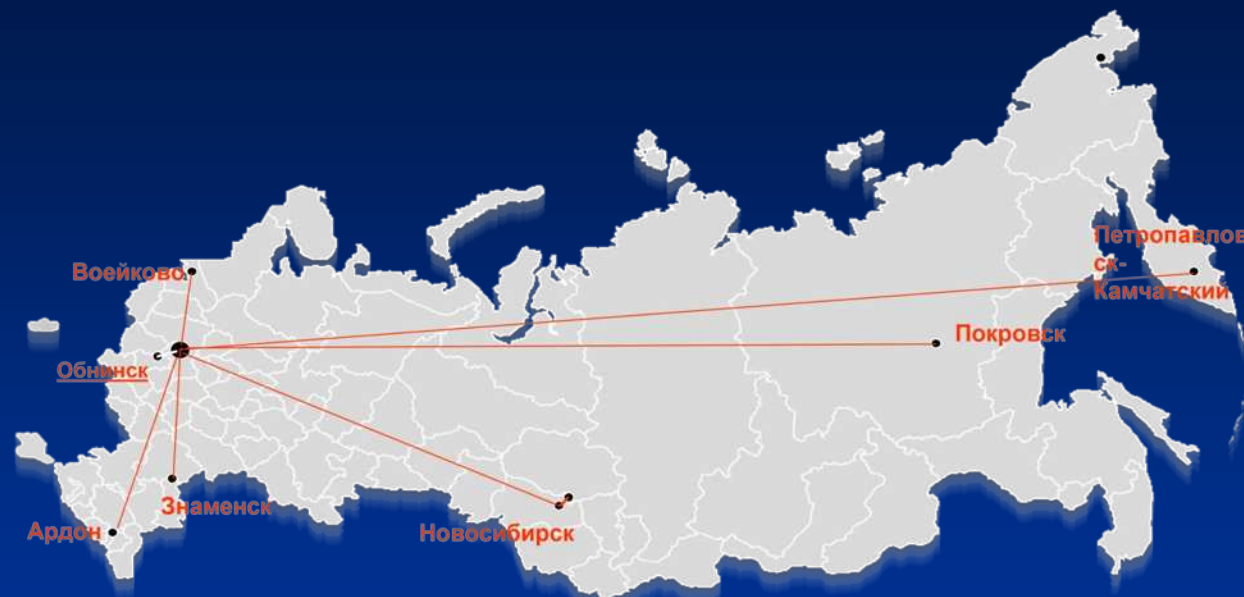
Поведение нейтральной атмосферы на высотах 80÷200 км тесно связано с состоянием ионизированной атмосферы (ионосферы), что может представлять значительный интерес для уточнения моделей и прогноза состояния нижней ионосферы и прохождения радиоволн.

Приборы	Текущее количество	Перспективное количество
Станции МК-31	7	4
Модульные РЛС	0	Приемо-передающие – 5-6 приемные – 9-10

СЕТЬ СТАНЦИЙ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СРЕДНЕЙ АТМОСФЕРЫ

Объект мониторинга – средняя атмосфера:

- профиль температуры в диапазоне высот 30-70 км,
- концентрация озона в диапазоне высот 15-35 км;
- микрофизические параметры аэрозоля в диапазоне высот 10-50 км



Температура средней атмосферы



Стратосферный озон

Непреднамеренное ИМС:

- высотные самолеты;
- аэрозольный слой глобального характера (С.-Петербург, Обнинск, Капустин ЯР, Новосибирск (Хунга-Тонга))

Предложения по развитию системы лидарного зондирования спокойной и возмущенной средней атмосферы

Пример конфигурации размещения лидаров



Новый лидарный комплекс создается на основе глубокой модернизации в рамках ОКР существующего сетевого лидара АК-3.

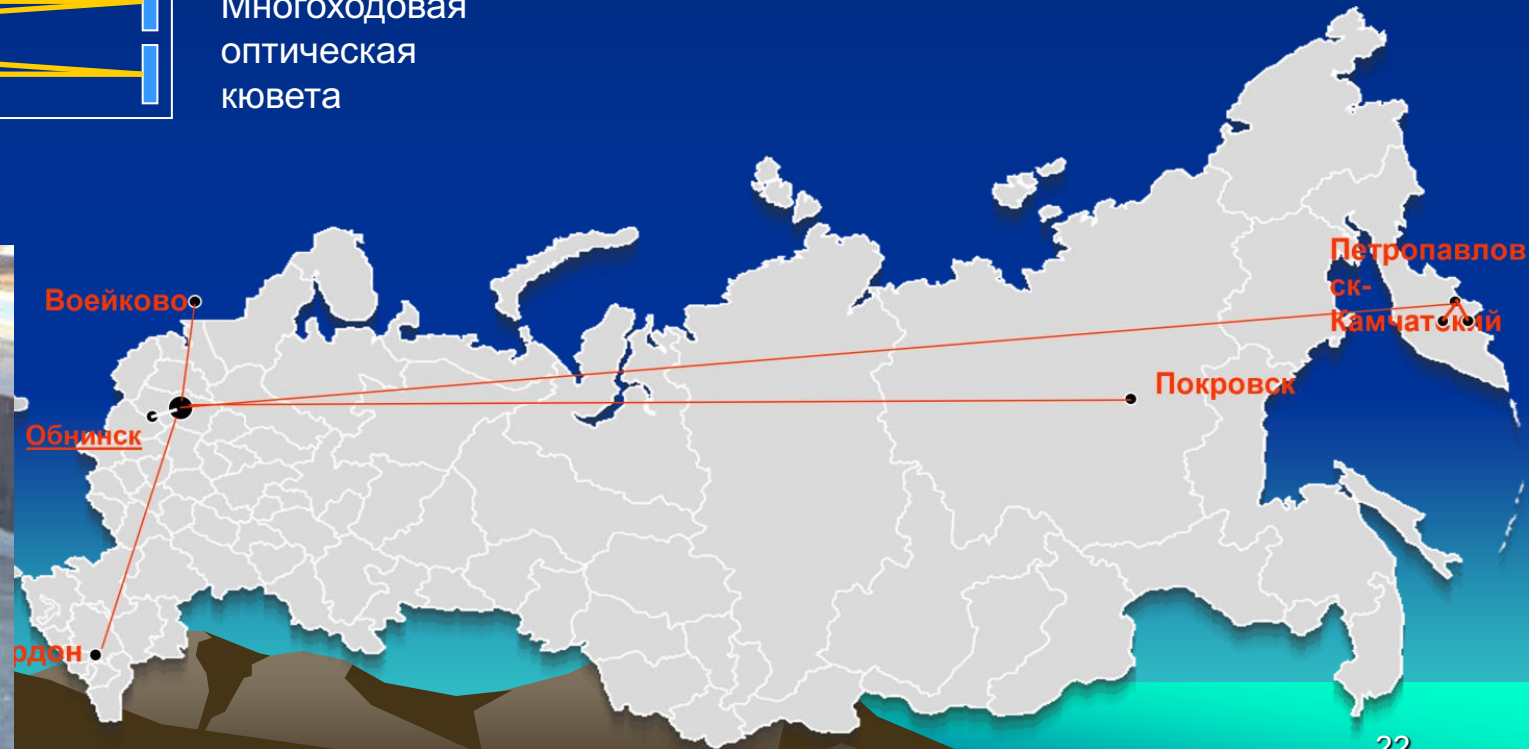
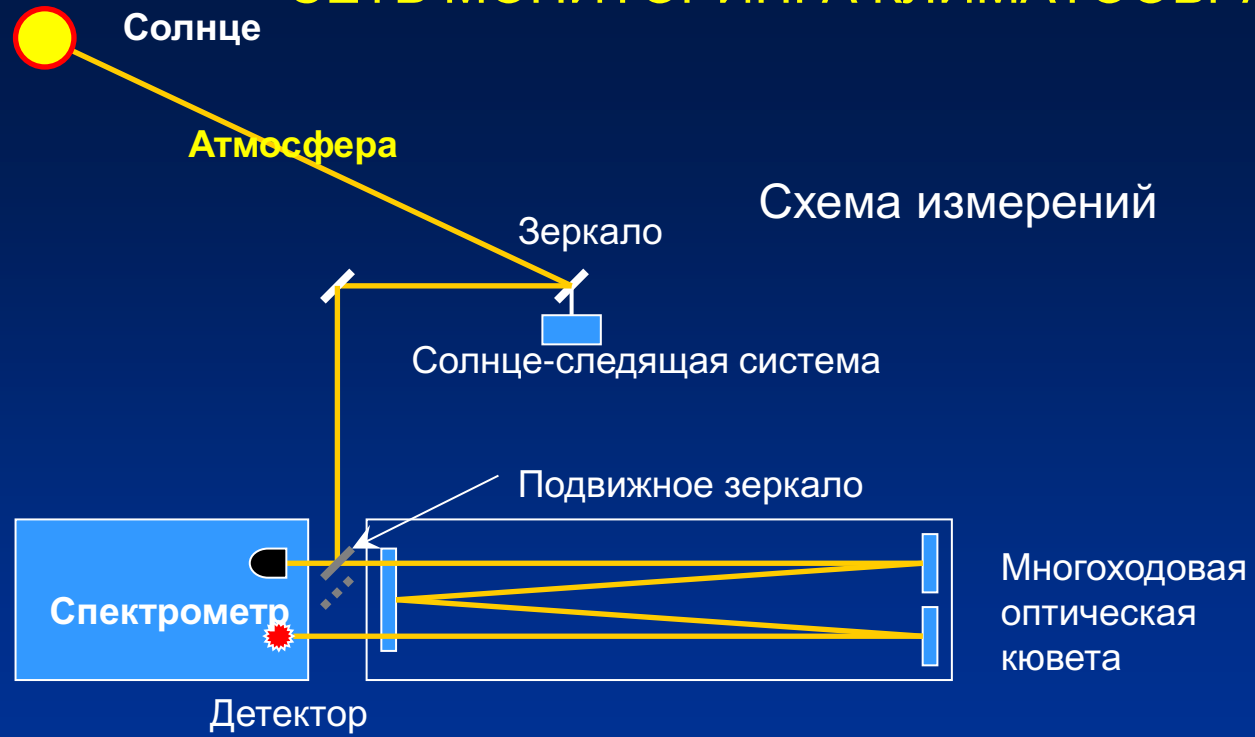
Цель выполнения ОКР:

Разработка автоматизированного дневного лидара измерения аэрозоля и температуры средней атмосферы на высотах 10-50 км (днем), 10-70 (ночью)

В результате модернизации обеспечиваются следующие новые возможности:

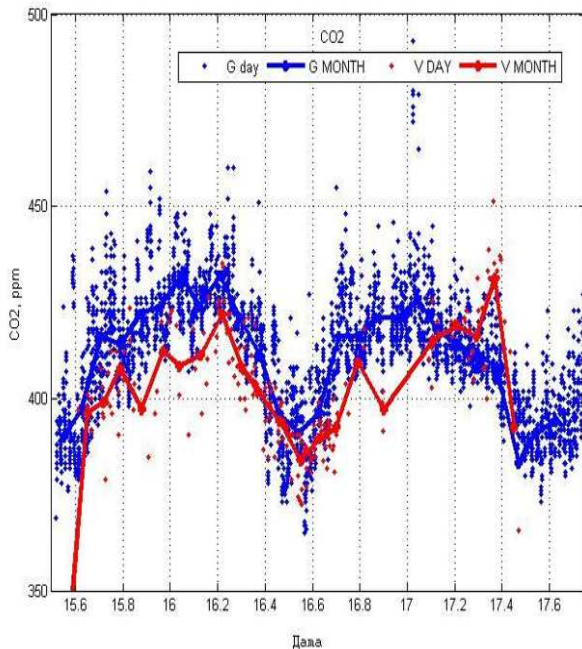
- 1) Работа в дневных условиях, в том числе круглогодичное проведение измерений в высоких широтах
- 2) Автоматическое проведение измерений в удаленном режиме – либо по расписанию, либо по команде оператора.
- 3) Обеспечение автоматической подстройки – совмещения поля зрения и зондирующих лучей перед проведением измерений.
- 4) Оснащение лидара системой контроля осадков и облачности над лидаром.
- 5) Обеспечение авиационной безопасности – отключение лидара при появлении движущегося объекта в определенной окрестности зондирующего луча лидара .

СЕТЬ МОНИТОРИНГА КЛИМАТООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ



МОНИТОРИНГА ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И АЭРОЗОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ АТМОСФЕРЫ

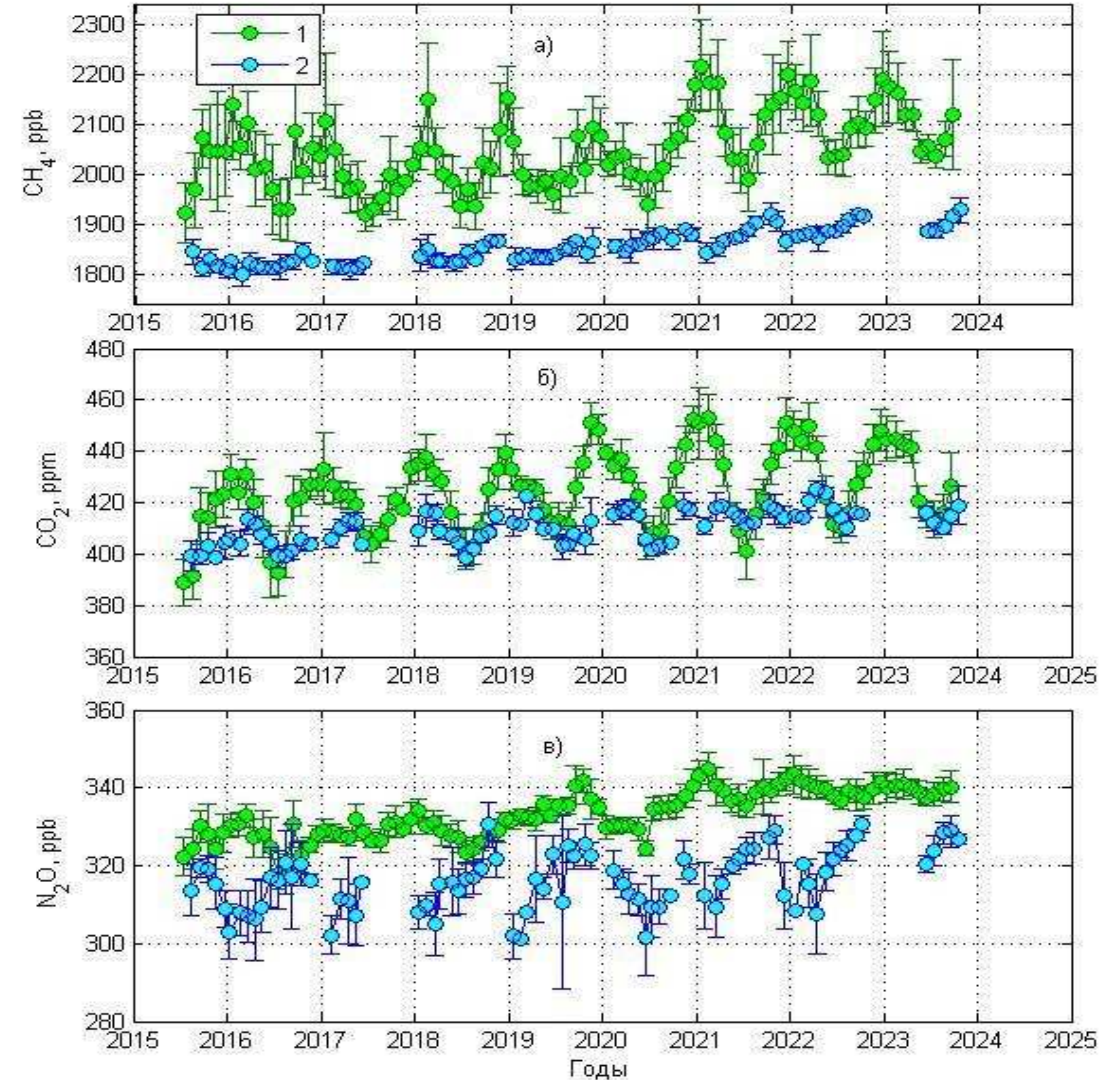
Мониторинг углекислого газа



Объект мониторинга – климатообразующие факторы:

- водяной пар;
- углекислый газ;
- метан;
- закись азота;
- озон;
- угарный газ;
- аэрозоль

Вариации
среднемесячных
концентраций CO_2 ,
 CH_4 и N_2O за 2015 –
2023 гг. в приземном
слое (1) и в толще
атмосферы (2) на ст.
Обнинск



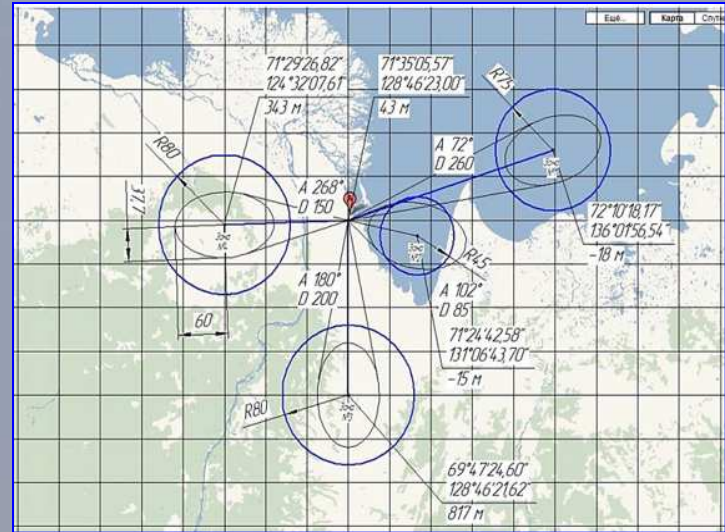
A vertical photograph of a rocket launching from a launch pad. The rocket is white with a black nose cone and is surrounded by a complex metal lattice structure. A large plume of fire and smoke is visible at the base. A blue arrow points from the right towards the nozzle area of the rocket.

Масса полезной нагрузки, кг
.....150
Высота подъема ракеты,
макс., км 300

Информационная продукция:

- Состав атмосферы;
- Электронная температура;
- Концентрация электронов;
- Вариации геомагнитного поля;
- Вариации электрического поля;
- Наличие космозолей и др.

- Состав атмосферы;
- Электронная температура;
- Концентрация электронов;
- Вариации геомагнитного поля;
- Вариации электрического поля;
- Наличие космозолей и др.



Назначение:

- контроль спокойной и возмущенной геофизической обстановки;
- калибровка дистанционных средств геофизического мониторинга;
- мониторинг состояния верхней атмосферы (ВА) в слое от 60 до 300 км методом активных ракетных экспериментов

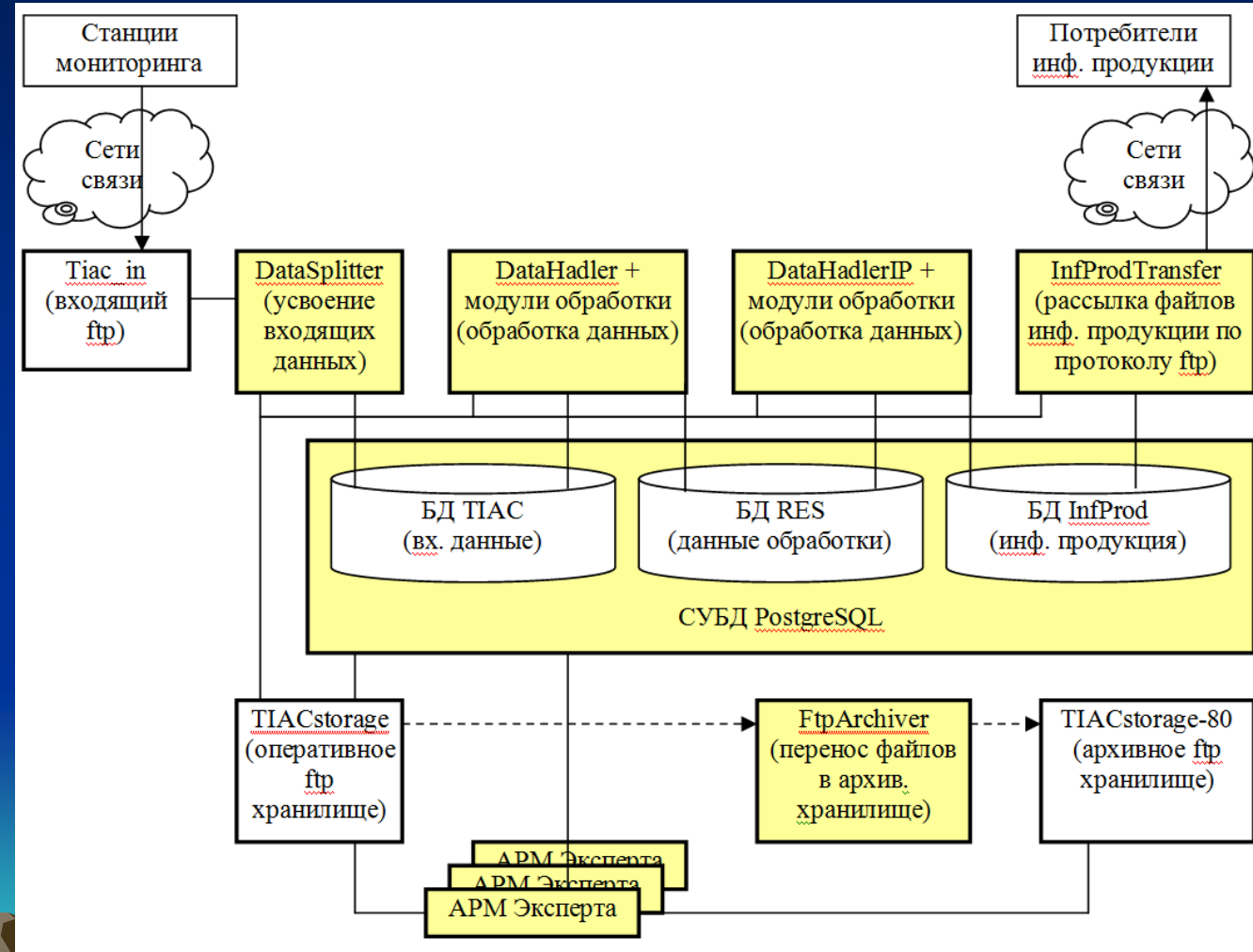
- ## Назначение:
- контроль спокойной и возмущенной геофизической обстановки;
 - калибровка дистанционных средств геофизического мониторинга;
 - мониторинг состояния верхней атмосферы (ВА) в слое от 60 до 300 км методом активных ракетных экспериментов

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ВЕРХНЯЯ АТМОСФЕРА»

Центр сбора, обработки, хранения и передачи данных наблюдений и информационной продукции



Схема организации ПО РИАЦ на платформе ОС Linux



ТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ВЕРХНЯЯ АТМОСФЕРА»

В 2015-2024 гг. ТИАЦ «Верхняя атмосфера» успешно выполнял свои функции по сбору, обработке, хранению и представлению данных геофизического мониторинга, полученных с применением комплексов МК-31, ИРЭМ-О, МР-32, АК-3.

В 2020-2024 гг. проведена модернизация ряда программных средства геофизического мониторинга термодинамических, оптических, микрофизических и геофизических параметров, а также общего содержания малых газовых составляющих и аэрозольной оптической толщи атмосферы.

В настоящее время внедряются программные модули, разрабатываемые для моделирования геофизических процессов и явлений, наблюдаемых в средней и верхней атмосфере:

Планируется разработка и испытания программных компонентов основы технологии прогноза состояния нейтральной атмосферы на высотах 30÷200 км. Такая методика прогноза атмосферы позволит «сшить» уже существующие области прогноза, обеспечиваемые сегодня Росгидромет в единый прогноз погоды.

Модернизированная подсистема мониторинга геофизической обстановки будет служить основой для решения следующих научных задач:

1. Выявление физических механизмов и связей между процессами в верхней атмосфере и ионосфере.
2. Определению климатических трендов в межгодовой изменчивости динамических параметров верхней (средней) атмосферы.
3. Влияние солнечной активности на динамические и термодинамические параметры ВА.
4. Установление связей между процессами в верхней и нижней атмосфере.

Необходимо отметить, что за 10 лет непрерывной эксплуатации технические средства ТИАЦ в значительной мере устарели и выработали свой ресурс. Ряд сервисных компонентов ТИАЦ сохранили ресурс не более чем на 5-10% (система кондиционирования, система обеспечения непрерывного энергопитания). Только 50% носителей данных полностью работоспособны.

Предложения по развитию тематического информационно-аналитического центра «Верхняя атмосфера»

Направление развития: автоматизация и комплексная обработка данных наблюдений

Задачи модернизации и развития ТИАЦ «Верхняя атмосфера»:

- довести объем автоматической комплексной обработки данных геофизических наблюдений до 80%;
- развить аналитические возможности ТИАЦ на основе применения нейросетевых технологий и искусственного интеллекта;
- довести оперативность обработки и выдачи информации заинтересованным федеральным органам исполнительной власти и организациям до 40 мин.

Производственные возможности системы	Производительность	Оперативная память	Система хранения данных	Скорость канала обмена данными ТИАЦ с наблюдательными платформами и другими ИАЦ	Кол-во АРМ по отдельным полям	Кол-во моделей оперативного прогноза
	Tflops (не менее)	Тб (не менее)	Тб (не менее)	Гб/с., (не менее)	шт., (не менее)	шт., (не менее)
ТИАЦ «Верхняя атмосфера»	13,8	10	200×2	1,5	7	3

Будут дополнительно внедрены в ТИАЦ:

1. Модель глобальной динамики нейтральной СА и ВА
2. Статистические модели средней атмосферы по данным лидарного зондирования (температуры, аэрозоля и озона).
3. Модель прогноз возмущений геомагнитного поля и др.
4. Модель распространения инфразвука. Решение задачи определения параметров средней атмосферы.

Предложения по развитию ГеоИТС сбора, передачи данных наблюдений в информационный центр и представления информационной продукции потребителям

Требования к ГеоИТС:

- пропускная способность каналов сбора геофизических данных с наблюдательных платформ (НП) – не менее 2 Гб/с до каждого НП;
- пропускная способность каналов обмена геофизическими данными с ИАЦ федерального и регионального уровня – не менее 1 Гб/с.

В рамках НИОКР по модернизации ГеоИТС необходимо:

- разработать усовершенствованный вариант ЦСДН сбора и доставки в ТИАЦ «Верхняя атмосфера» данных геофизических наблюдений с наблюдательных платформ;
- разработать перспективный вариант ЦСДП доставки информационной продукции ТИАЦ «Верхняя атмосфера» до потребителей;
- усовершенствовать каналы передачи данных с наблюдательных платформ (последняя миля) для обеспечения требуемой пропускной способности;
- развить магистральные каналы передачи данных геофизических наблюдений для обеспечения требуемой пропускной способности;
- развить спутниковые каналы передачи геофизических данных с ТДС в ТИАЦ «Верхняя атмосфера» для обеспечения требуемой пропускной способности.

В ходе выполнения работ определить единого оператора сбора, передачи геофизических данных наблюдений и информационной продукции!



СТРАТЕГИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И СМЕЖНЫХ С НЕЙ ОБЛАСТЯХ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА (С УЧЕТОМ АСПЕКТОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА)

Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2010 г. N 1458-р
(в ред. Постановления Правительства РФ от 13.10.2022 N 1817)

Система гелиогеофизических наблюдений

Развитие системы гелиогеофизических наблюдений предусматривает следующие основные мероприятия:

- модернизация и расширение сети пунктов ракетного зондирования атмосферы;
- модернизация и расширение сети пунктов радиометеорной аппаратуры для получения, обработки, хранения и передачи геофизической информации о состоянии верхней атмосферы и ионосферы различным потребителям;
- модернизация и расширение сети пунктов дистанционного зондирования с земли состояния облачности в тропосфере и верхней атмосфере;
- создание сети пунктов наблюдений за аэрозольным и электрическим компонентами приземной атмосферы - среды обитания человека;
- создание сети пунктов получения метеорологических данных с помощью высотных мачт и башен.

Работоспособность комплексов мониторинга ГФО

Комплекс	Канд	Воей.	Ард.	Обн.	Покр.	Знам.	Новос.	Камч.	Нор.	Анг.	Тик.	Анад.
КЭМ	выкл.		выкл.		выкл.			выкл.				
КГМ	выкл.		выкл.		выкл.			выкл.				
КЭС	выкл.		выкл.		выкл.			выкл.			нет связи	выкл.
КИЗ			выкл.		выкл.			выкл.				
АК-3		выкл. Т, РМ нет О ₃	выкл. Т, РМ нет О ₃	Т, РМ нет О ₃	выкл. Т, РМ нет О ₃	Т, РМ нет О ₃	выкл. Т, РМ нет О ₃	выкл. Т, РМ нет О ₃				
МК-31	выкл.							нет связи			нет связи	выкл.
МР-32		РМ МГС выкл.	выкл.		МГС РМ нет			МГС РМ нет				
МР-30											хранение	
ТИАЦ ВА												

	- работоспособно, данные поступают в ТИАЦ
	- работоспособно, наблюдения не проводятся/ данные не передаются в ТИАЦ
	- неработоспособно

ИРЭМ-О – составной комплекс мониторинга, включает:

- а) КЭМ - комплекс радиомониторинга;
- б) КИЗ - инфразвуковой комплекс;
- в) КЭС - электростатический комплекс;
- г) КГМ - комплекс мониторинга вариаций геомагнитного поля.

АК-3 – комплекс лидарного зондирования;
 МР-32 – комплекс мониторинга малых газовых составляющих (парниковых газов) и аэрозольной оптической толщи атмосферы;
 МК-31 – комплекс зондирования верхней атмосферы и ионосферы;

МР-30 – метеорологический ракетный комплекс зондирования радиофизических и термодинамических параметров верхней атмосферы и ионосферы;

ТИАЦ ВА – тематический информационно-аналитический центр «Верхняя атмосфера».

За 9-10 лет ЗИП полностью израсходован

Необходимые эксплуатационные расходы для поддержания полноценного функционирования подсистемы ГФМ (2025 г.)

Объект	Эксплуатационные расходы на 2025 г. (тыс. руб.)
ФГБУ "ГГО" (комплексы ИРЭМ-О, МР-32, АК-3)	6668,209
ФГБУ "Иркутское УГМС" (комплекс МК-31)	1509,241
ФГБУ "Камчатское УГМС" (комплексы МК-31, ИРЭМ-О, МР-32, АК-3)	8856,076
ФГБУ "Мурманское УГМС" (комплексы МК-31, ИРЭМ-О)	4604,007
ФГБУ "Западно-Сибирское УГМС" (комплекс АК-3)	1458,947
ФГБУ "Среднесибирское УГМС" (комплекс МК-31)	6438,050
ФГБУ "СКВС" (комплексы ИРЭМ-О, МР-32, АК-3)	6994,816
ФГБУ "ЦАО" (комплекс АК-3)	2094,716
ФГБУ "Чукотское УГМС" (комплекс МК-31)	2834,148
ФГБУ "Якутское УГМС" (комплексы МК-31, ИРЭМ-О, МР-32, АК-3)	9335,848
Станция ракетного зондирования атмосферы Тикси, СРЗА	12102,504
ФГБУ "Тайфун" (комплексы МК-31, ИРЭМ-О, МР-32, АК-3)	14500,650
Лабораторная и полевая экспериментальные базы	17444,588
Региональный информационно-аналитический центр (РИАЦ) и БУКРЭ	38879,473
Всего	133721,277

Запланированные в НИТР задачи:

Создание модели глобальной циркуляции атмосферы, воспроизводящей экспериментально наблюдаемый сезонный ход параметров ветрового режима в области мезосферы и нижней термосферы. Формирование базы для описания механизмов влияния нижележащих слоев атмосферы на ионосферу.

Разработка основ нового метода инфразвукового дистанционного зондирования атмосферы, обеспечивающего получение текущей информации об изменчивости полей ветра и температуры над обширными регионами и всей территорией РФ до высот около 100 км.

Разработка физико-математической модели возмущений электрического поля атмосферы под воздействием метеорологических факторов.

Исследование магнитосферно-ионосферных возмущений по данным мульти-инструментальных наблюдений в полярных областях земного шара.

Интересанты:

Минобороны России, Роскосмос, МЧС России, РАН.

Ожидаемые результаты на 2029 г.:

Результаты комплексного мониторинга и совместного анализа данных геофизических наблюдений на сети станций геофизического мониторинга.

Экспериментальные данные, физико-математические модели и результаты расчетов возмущений геофизических полей под воздействием метеорологических факторов.

Научно-методические основы технологии мониторинга ионосферно-магнитосферных резонаторов в условиях спокойной и возмущенной геофизической обстановки.

Научно-методическое обоснование технологии мониторинга температурной и ветровой структуры атмосферы до высоты 100 км.

Статистические модели средней атмосферы по данным лидарного зондирования температуры, аэрозоля и озона.

Численная модель глобальной циркуляции средней и верхней атмосферы до высоты 200 км.

ВЫВОДЫ:

- анализ полноты выполнения задач, возложенных на Подсистему мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации «Верхняя атмосфера», показал, что основные функции реализуются;
- созданное оборудование уникально и необходимо при мониторинге геофизической обстановки над территорией Российской Федерации;
- функционирование и продукция Подсистемы оказывает существенное влияние на информативность Системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации;
- для принятия решений компетентными органами необходимо обеспечить работу всех комплексов геофизического мониторинга Подсистемы;
- целесообразно, для повышения информативности и улучшения покрытия территории Российской Федерации и сопредельных государств, дооснастить Подсистему комплексами ИРЭМ-О, особенно в Арктической зоне РФ;
- для поддержания в работоспособном состоянии созданной Подсистемы требуется целевое финансирование эксплуатационных расходов;
- для расширения возможностей системы мониторинга геофизической обстановки необходима постановка НИОКР по модернизации геофизического оборудования и ГеоИТС .

Спасибо за внимание!