



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН
ЛАБОРАТОРИЯ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ

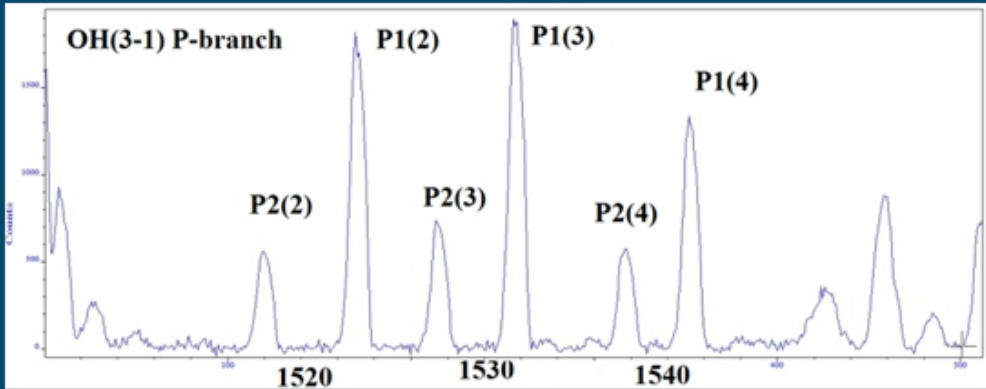
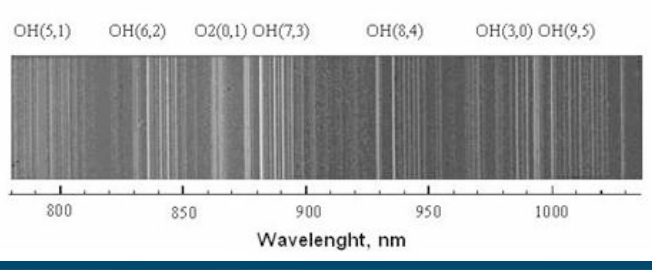
Направления исследований:

- комплексное исследование температурной стратификации и волновых процессов в высокоширотной средней и верхней атмосфере по сети станций оптического мониторинга;
- динамические явления в диффузном сиянии и субавроральных красных дугах с целью диагностики магнитосферно-ионосферных процессов в окрестности плазмоспаузы и околоземной области плазменного слоя во время суббурь и бурь;
- спутниковый мониторинг пространственно-временного распределения пирогенных событий, облачного покрова, аэрозольных полей и озонового слоя в Восточной Сибири, а также вариаций характеристик подстилающей поверхности (динамика обводненности местности, состояния вегетационного слоя и пр.) в зависимости от изменения климата и солнечной активности.

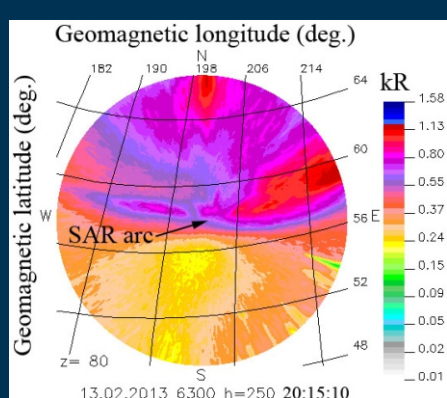
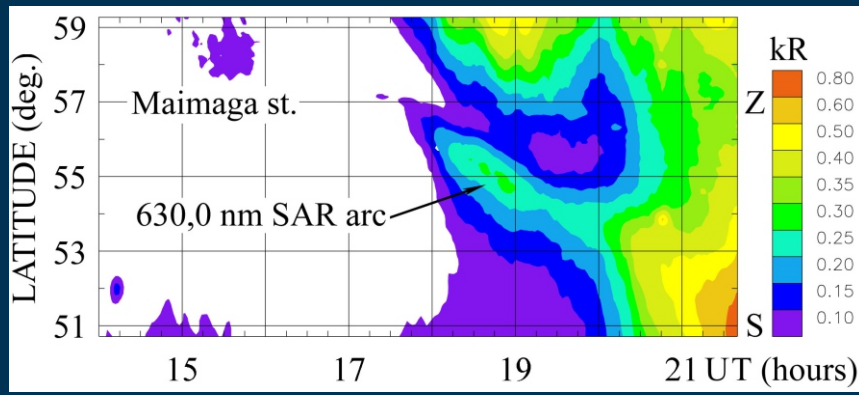
Измерения температуры мезопаузы. Вариации вращательной температуры излучения молекул гидроксидов в области мезопаузы характеризуют волновые процессы различного масштаба (ВГВ, АГВ, приливные волны). Метод оценки вращательной температуры молекулярных эмиссий основан на подгонке модельных спектров, построенных с учетом аппаратной функции прибора для различных заранее заданных температур, к реально измеренному спектру методом наименьших квадратов. При оценке вращательной температуры по полюсу гидроксидов были использованы вероятности перехода, рассчитанные в работе Mies F. H., 1974.

1. Спектрограф SP-50
Инфракрасный цифровой спектрограф (ИИС) состоит из дифракционного спектрографа СП-50 и цифровых ПЗС-камер. ИИС регистрирует полосу гидроксидов ОН(6-2), излучающего в ближней инфракрасной области ~840 нм. ПЗС камера охлаждается до -50 С. Угол зрения спектрографа составляет 6°, ширина входной щели 0,6 мм и соответствует аппаратной функции 0,8 нм. Длительность экспозиции 10 минут.

2. Спектрограф Shamrock SR-303i
Прибор состоит из монохроматора Shamrock SR-303i, оснащенного высокочувствительным инфракрасным InGaAs фотодиодным детектором DU 490A-1.7 производства фирмы ANDOR. Рабочий диапазон длин волн 1490 - 1544 нм. Спектры молекулы гидроксидов ОН (3+1), излучающиеся на высоте около 87 км, регистрируются в автоматическом режиме при угле погружения Солнца > 7° каждые 15 секунд и передаются ежесекундно через интернет на сервер Института. Временное разрешение спектрографа вместе с его высоким уровнем отношения сигнал-шум делает его эффективным инструментом для исследования внутренних гравитационных и инфразвуковых волн.



Спектрофотометрические наблюдения эмиссий ночного неба, среднеширотных красных дуг (SAR-дуг) и сияний с целью исследования закономерностей проявления магнитосферной активности в окрестности плазмоспаузы



1. Цифровой сканирующий вдоль меридиана фотометр с двумя каналами параллельной регистрации интенсивности эмиссий 557,7 и 630,0 нм [OI].

- Полупроводниковые интерференционные светофильтры 2 нм
- Интервал между циклами сканирования 60 или 30 секунд
- Угловое разрешение 1,5 градуса
- Диапазон регистрации интенсивности эмиссий 10-50000 Релей
- Контроль чувствительности стабильным источником света
- Программное управление началом и окончанием регистрации в течение ночи

2. Цифровой четырехканальный фотометр для измерений интенсивности эмиссий 427,8 и 630,0 нм в магнитном зените.

- Полупроводниковые интерференционные светофильтры 2 нм
- Диапазон регистрации интенсивности эмиссий 2-10000 Релей
- Временное разрешение регистрации 1 с
- Контроль чувствительности стабильным источником света
- Программное управление началом и окончанием регистрации в течение ночи

3. Цифровые фотометры для исследования пульсаций интенсивности молекулярных полюсов N2+ 391,4 и 427,8 нм в широтном интервале 4 градуса, обусловленных пульсирующими высокими энергетическими частицами кольцевого тока.

- Спектральная область максимальной чувствительности 390,430 нм
- Частота регистрации (дискретизации) 20 или 100 Гц
- Амплитудное разрешение вариаций интенсивности 0,5% от фонового уровня ночного неба

4. Цифровой фотометр со сканированием по спирали Архимеда для регистрации распределения интенсивности эмиссий 557,7 и 630,0 нм [OI] по всему небу.

- Полупроводниковые интерференционные светофильтры 2 нм
- Время цикла сканирования всего неба 180 с
- Угловое разрешение 3 градуса
- Диапазон регистрации интенсивности эмиссий 20-50000 Релей
- Контроль чувствительности стабильным источником света
- Программное управление началом и окончанием регистрации в течение ночи

5. CCD камера всего неба фирмы «Keo Scientific Ltd.» (Канада) для наблюдений субаврорального свечения и сияний в эмиссиях 630,0 и 557,7 нм [OI], 486,1 нм (H-Beta), 479,9 нм (H-alpha).

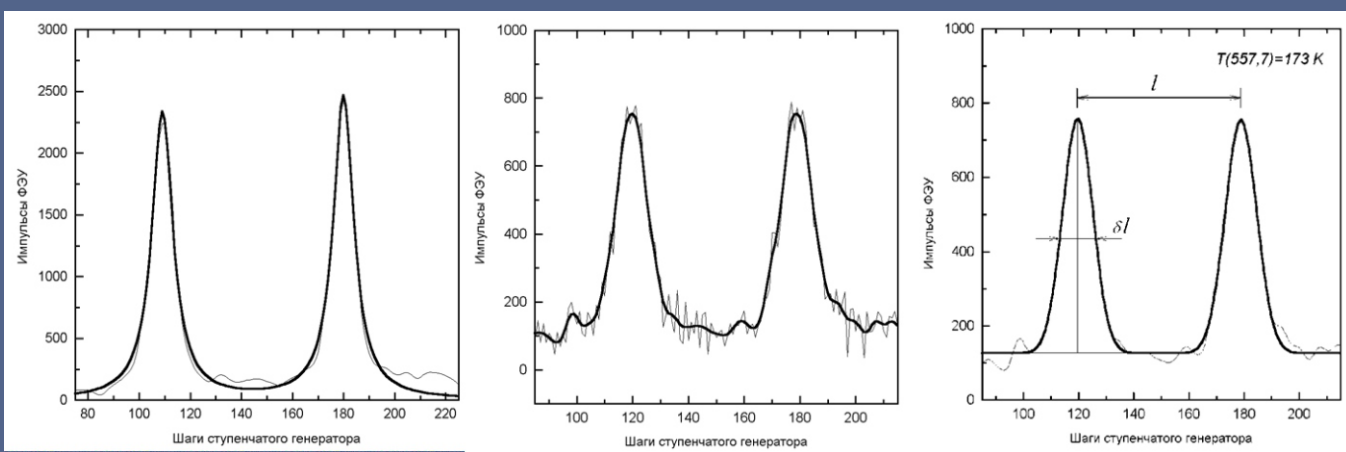
- Полупроводниковые интерференционные светофильтры 2 нм
- Угловое разрешение 0,2 градуса
- Диапазон регистрации интенсивности эмиссий 100-100000 Релей
- При времени экспозиции 1 с 10-10000 Релей
- Программное управление началом и окончанием регистрации в течение ночи по заданным углам высоты солнца и луны с учетом фазы луны

Данные этой камеры с большим пространственным разрешением дают возможность детально исследовать широтную и долготную динамику формирования SAR-дуг а также электронных и протонных высыпаний.

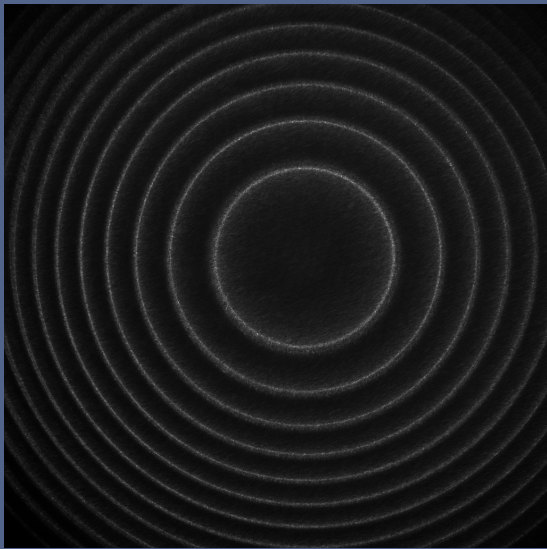
Интерферометр Фабри-Перо. Предназначен для измерения температуры и нейтрального ветра по тепловым уширениям и доплеровским сдвигам контуров кислородных эмиссий 557,7 и 630,0 нм, излучаемых на высотах нижней (97 км) и верхней (250 км) термосферы, соответственно. Данные интерферометрических наблюдений за тепловым режимом и циркуляцией термосферы необходимы для создания совершенных численных моделей динамики верхней атмосферы, а также для решения проблемы передачи энергии крупномасштабных метеорологических возмущений из нижних в верхние слои атмосферы, которые в свою очередь должны служить основой для долгосрочного прогноза погоды и климата.

Конструктивно прибор выполнен в виде отдельных функциональных блоков, состоящих из: термостатированной интерферометрической головки; несущей стойки с телескопом, блоком фильтров и фотометром; калибровочной и наводящей систем. Блочный вариант конструкции оптико-механической системы прибора допускает его быструю сборку и настройку в полевых условиях работы и удобную транспортировку в дальние северные районы.

- 1. Характеристики пластин:
 - Диаметр интерференционных пластин – 150 мм
 - Коэффициент отражения пластин для 630,0 нм – 85%
 - Расстояние между пластинами, t – 15 мм
 - Отражательная тонкость, 19
 - Инструментальная ширина для 557,7 нм – 0,0015 мм
 - Реальная разрешающая способность – 3,7·10⁵
 - Свободный спектральный интервал для 557,7 нм – 0,01037 нм
- 2. Телескоп:
 - Фокусное расстояние – 1200 мм
 - Диаметр линзы – 200 мм



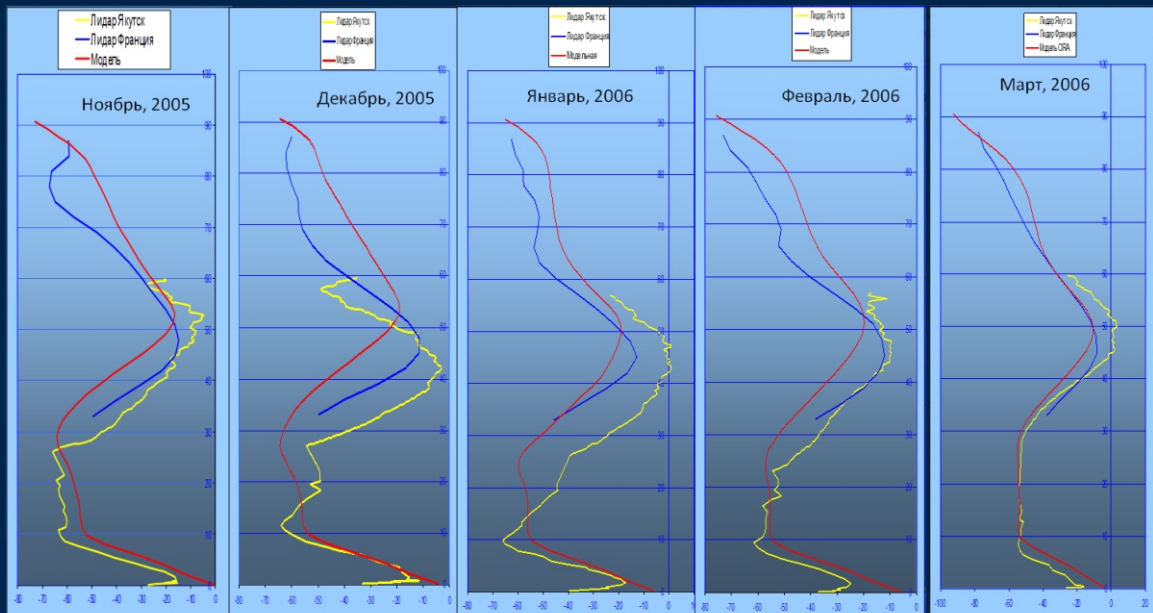
Сглаживание наблюдаемых контуров при помощи Фурье-фильтра с пятью первыми членами (а) – лазер 632,8 нм, б – излучение ночного неба 557,7 нм



Алгоритмизация интерференционных контуров гауссовыми. Г – расстояние между контурами (поддержка интерференции) и полуширина наблюдаемого контура, соответственно, выраженные в единицах шага ступенчатого генератора сканирования. Соответствующий этим контурам температур равен 173 К.

Стратосферный Релевский ЛИДАР предназначен для измерения вертикального температурного профиля и аэрозольного рассеяния в диапазоне высот до 60 км. Время накопления сигнала за один сеанс составляет 20 мин. Вертикальное пространственное разрешение 75 метров.

Температура восстанавливается с использованием лидарного уравнения по упругому молекулярному рассеянию света в атмосфере. Лидар установлен на полигоне ШАЛИКФИА в 50 км южнее Якутска



Температурный профиль атмосферы в зимний период по данным лидара и аэрологического радиозонда в Якутске, лидара во Франции и по модели атмосферы CIRA.

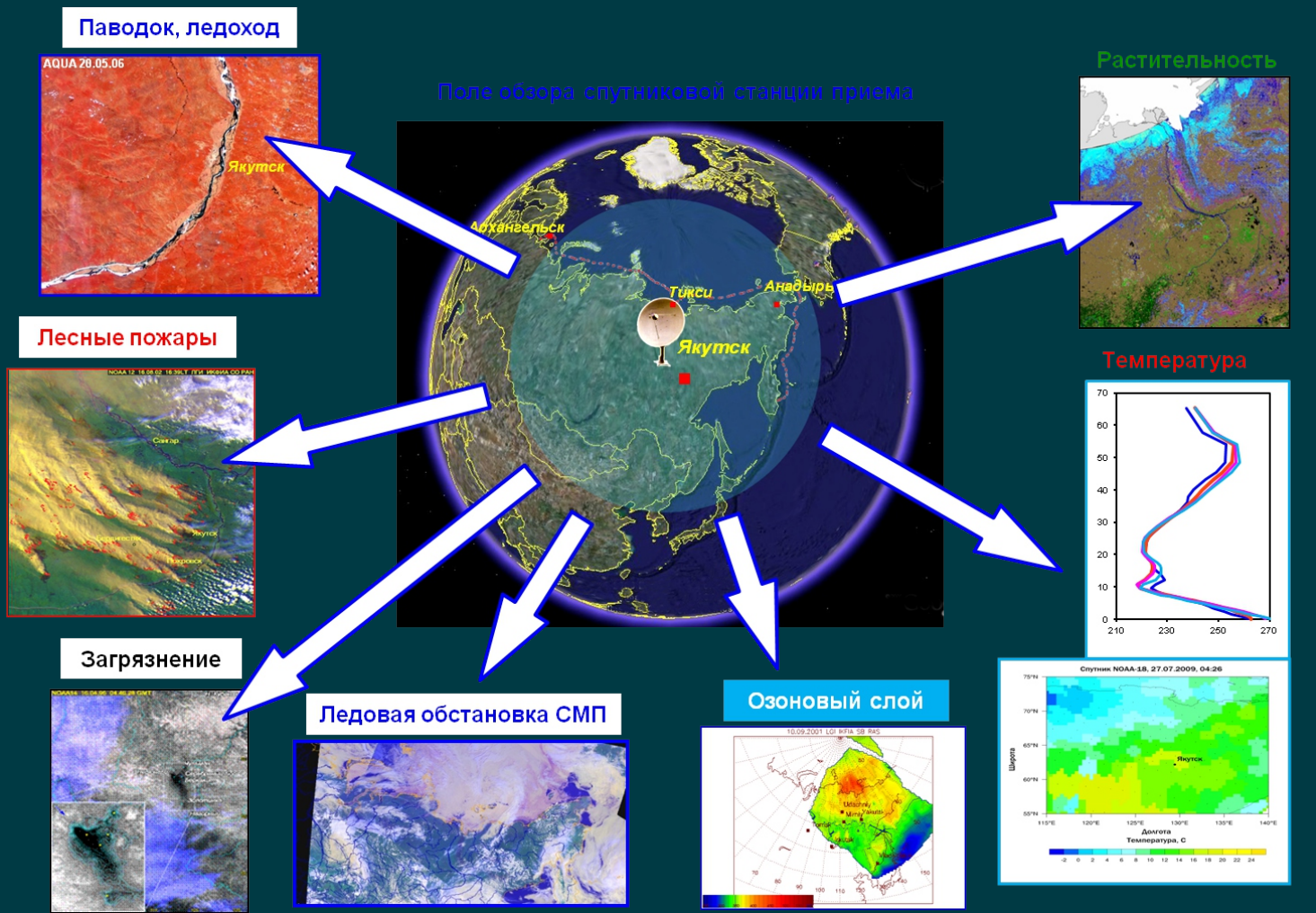
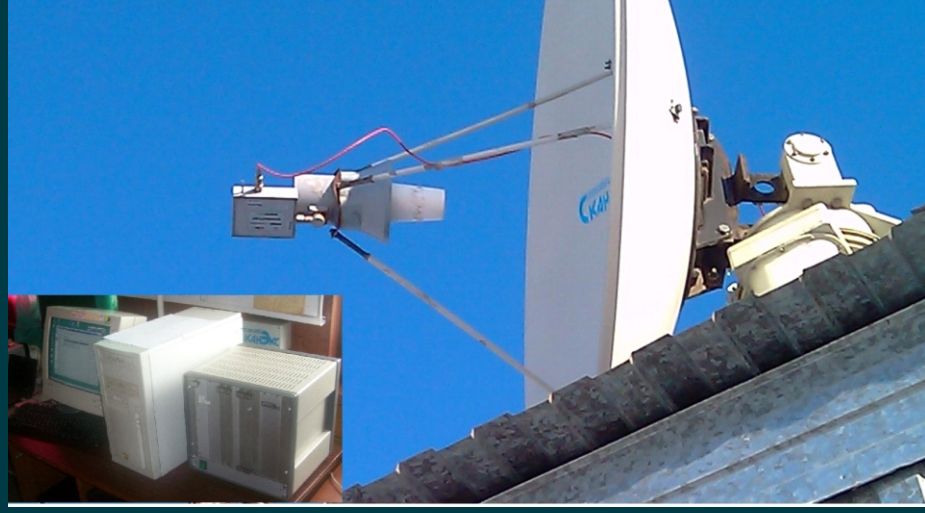
Laser type	Nd:YAG
Pulse frequency, Hz	20
Beam wavelength, nm	532
Output energy, mJ	195
Pulse duration, ns	10-12
Beam diameter/after collimator, mm	6/60
Divergence of beam, 2rad	~40
Telescope	Newton reflector system
Mirror diameter, m	0,6
Focal length, m	2
Field of view, mrad	0,2
Photon counting system	Hamamatsu H8259-01
Maximal sounding height, km	up to 60
Vertical spatial resolution, m	from 75 and more

Станция приема спутниковой связи. Станция СКАНЭКС (HRPT) предназначена для приема информации, передаваемой с метеорологических ИСЗ серии NOAA в формате HRPT. Станция базируется на IBM – совместимых ПЭВМ и управляется программно. SX Receiver – приложение Windows 95, предназначенное для управления станцией СКАНЭКС, а также распаковки, отображения и записи принимаемых станцией данных.

- 1. Спектр решаемых задач: Оперативный мониторинг подстилающей поверхности Земли на предмет паводкового разлива рек, облачного покрова, лесопожарной обстановки, техногенных загрязнений и др.
- 2. Диапазон применения: Порядка 2500 км.
- 3. Область применения: Экология, метеорология, сельское и лесное хозяйство, океанология и т.д.
- 4. Анализ получаемых материалов (количественный и качественный):
 - а) Количественный: Система дает возможность регулярного бесплатного (согласно концепции "Открытого неба" ВМО) получения спутниковой цифровой информации в режиме реального времени.
 - б) Качественный: 5-канальный радиометр AVHRR/NOAA дает возможность получать изображения с пространственным разрешением 1,1 км в полосу захвата приблизительно порядка 2500 км.

Технические характеристики:

- тип антенны - параболическое зеркало; диаметр зеркала антенны - 1,2 м;
- диапазон рабочих частот - 1670... 1710 МГц;
- шумовая температура МШПР - 60 К;
- рабочая скорость ветра - до 20 м/с;
- диапазон рабочих температур - -50...+50°С;
- потребляемая мощность по первичной сети напряжения 220 В/50 Гц - не более 350 Вт.



Солнечные фотометры: 1. AERONET (AErosol RObotic NETwork) – это международная сеть под эгидой НАСА для проведения наблюдений за основными свойствами аэрозоля при помощи одинаковых, стандартизованных приборов. Основоположающим принципом данной сети является единообразие методов и средств измерений, калибровка приборов, первичная обработка данных на одном месте и их доступность в сети Интернет. Принцип работы прибора заключается в измерении интенсивности солнечной радиации в 8 участках спектра (от УФ до ИК) на диске Солнца и на различных углах по вертикали и горизонтали от его положения. Измерения на различных участках спектра дают информацию о распределении частиц по размерам, концентрации влаги, показателе преломления, альбедо однократного рассеяния и аэрозольной оптической толщине (АОТ) в атмосфере. Атмосферная аэрозольная оптическая толщина (АОТ) определяется как коэффициент поглощения и рассеяния солнечного света по всей толще атмосферы на той или иной длине волны оптического спектра, которая отражает размер рассеивающих частиц и характеризует интегральную концентрацию аэрозоля.



2. Фотометр SP-9 предназначен для измерений спектральной прозрачности атмосферы с целью последующего определения аэрозольных оптических толщ (АОТ) и влагосодержания атмосферы. Процесс измерений полностью автоматизирован и выполняется без участия оператора. Результаты измерений спектральной солнечной радиации (вместе с координатами и временем замеров) накапливаются в цифровом виде во flash-памяти прибора и затем передаются на персональный компьютер для обработки и анализа.

Определение искомым характеристик атмосферы основывается на методе "прозрачности" – фотометрировании прямого солнечного излучения, прошедшего через атмосферу, и дифференциальной методике. При нормальных условиях эксплуатации и калибровочных данных, погрешность определения АОТ составляет 0,01-0,02, влагосодержания атмосферы – 0,1 г/см².

