

УДК 539.1

К.Ш. Ашымканов, М.М. Кидибаев, Т. Орозобаков

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕТОДАМИ СВЧ-РАДИОМЕТРИИ

В данной работе рассматривались диапазон радиофизических исследований окружающей среды и возможности приложения их результатов к экологическим задачам, в частности в изучение состояния ледников методами пассивной локации на ММ волнах.

Диапазон радиофизических исследований окружающей среды все более расширяется ввиду их информативности, оперативности и возможности приложения их результатов к экологическим задачам, в частности, в изучение состояния лед-

ников методами пассивной локации на ММ волнах. В настоящей работе обсуждаются возможности дистанционного контроля ледников Тянь-Шаня, мониторинга чистоты воды и приводятся результаты исследований радио-яркостной температуры (РЯТ) атмосферы Северного Кыргызстана предыдущих лет, проведенных в Институте физики НАН КР на базе радиометрической аппаратуры ММ диапазона.

Оперативные наблюдения ледников бассейна р. Нарын, проводимые традиционными (контактными) методами в Госагенстве по метеорологии и охране окружающей среды, КР не дают полного представления о состоянии ледников Тянь-Шаня. Кроме того, эти методы достаточно трудоемки и их практически невозможно автоматизировать. Предлагаемый СВЧ-радиометрический метод исследования ледников Верхнего Нарына позволяет дистанционно (до 10 км) определять состояние ледников на основе измерений их РЯТ в миллиметровом диапазоне. Сам процесс регистрации радио-яркостной температуры конкретного ледника, наблюдение за его сезонными изменениями, обработку полученных результатов можно полностью автоматизировать при сопряжении аппаратуры наблюдения с персональными компьютерами типа IBM.

Радиофизические дистанционные методы исследования ледников были начаты в странах, имеющих северные судоперевозки грузов. Для проводки судов в северных морях в настоящее время используется СВЧ-радиометрическая аппаратура, размещенная на борту судна или на самолетах. С помощью такой аппаратуры определяются возраст, толщина и площадь ледников по трассе судоходства. Исследования пресноводных ледников, в том числе горных, проводятся в основном контактными и частично космическими методами. Наблюдение ледников из космоса, хотя и имеет большие перспективы и большие возможности по площади и оперативности, но требует больших финансовых средств и по этой причине невозможно их осуществление в ближайшие годы. Кроме того, СВЧ-радиометры могут дать информацию больше и лучше (в смысле разрешающей способности) по конкретному участку ледника. Для измерений РЯТ ледников используются СВЧ-радиометры, состоящие из антенной части с поворотным механизмом, супергетеродинного радиометра модуляционного типа и низкочастотных усилителей (по количеству каналов) с регистрирующими приборами. Схема натуральных измерений достаточно проста: антенна радиометра наводится на конкретный участок ледника и регистрируется радио-яркостная температура этого участка. При постановке долговременных наблюдений возможно построение карт или диаграмм изменений нижней границы ледника.

Необходимость таких работ очевидна в связи с оценкой запасов пресной воды и регулированием стока бассейна р. Нарын. Наиболее эффективными и дешевыми методами экологического контроля за окружающей средой являются применение радиометрии на ММ волнах [1]. Ниже приводятся результаты систематических исследований излучения атмосферы Северного Кыргызстана на волне 3 мм. При исследовании нисходящего излучения атмосферы наиболее информативным параметром является индикатриса этого излучения. Метод поворотного отражателя [2], применяемый для снятия такой индикатрисы, показал свои преимущества, которые заключаются в следующем:

- возможность регистрации амплитуды сигнала с любым угловым шагом от 0 до 360 °С угла наблюдения;
- исключение систематических ошибок, вносимых боковыми лепестками антенны радиометра;
- возможность полной автоматизации снятия индикатрисы, обработки результатов и документирования.

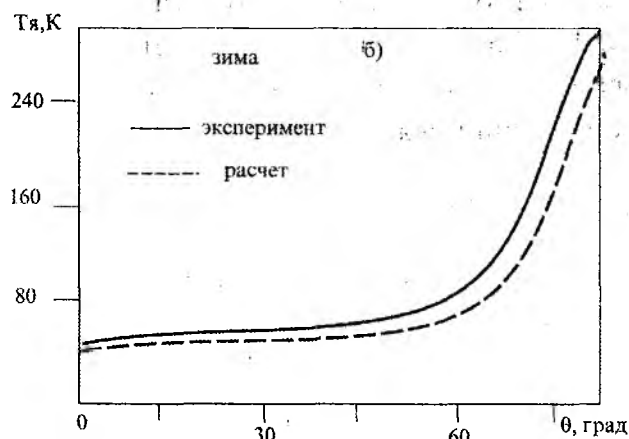
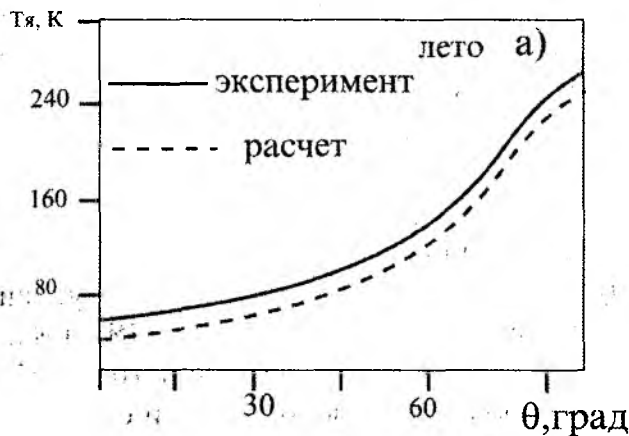


Рис.1. Индикатрисы РЯТ неба на высоте 1,60 км

Измерения были проведены в полевых условиях близ с. Корумду Иссык-Кульского района. Измерительный комплекс включает в себя: антенную систему с поворотным отражателем и кюветами для калибровки по жидкому азоту, супергетеродинный радиометр модуляционного типа [3] и устройства регистрации сигнала и хранения его на магнитной ленте магнитографа НО-68. Чувствительность радиометра изменялась в пределах 0,4-4,8 К, погрешность измерений составила 4%. В качестве примера на рис.1 показана индикатриса нисходящего излучения безоблачного неба (сплошная линия) для лета (а) и зимы (б). Экспериментальные графики угловой зависимости получены по результатам усреднения всех данных за соответствующий сезон. Как видно из рисунка, угловая зависимость РЯТ неба изменяется в пределах от 53К до 296К летом и до 278К зимой. Сезонная зависимость РЯТ неба выражается

в уменьшении яркостной температуры при переходе от лета к зиме. Разность этих температур (для зенитного угла эта цифра равна 21К) и составляет диапазон временных вариаций нисходящего излучения атмосферы на волне 3 мм. Для сравнения на этих же рисунках показаны расчетные (пунктирные линии) индикатрисы РЯТ неба. Расчет проводился по данным аэрологической станции «Бишкек», расположенной на расстоянии 250 км от пункта измерений, по методике предложенной в [4]. Алгоритм вычислений позволял задавать высоту над уровнем моря (для с. Корумду высота равна 1660 м), количество влаги для лета и зимы. Как видно из графиков эксперимент превышает расчетные данные (например, для зенитного угла летом на 16 К, зимой – на 10 К). Такое несогласие теории и эксперимента, по-видимому, можно объяснить следующим образом: во-первых, на таких расстояниях вертикальные распределения метеопараметров (температура, давление и влажность) различаются, во-вторых, наличие в непосредственной близости большого водного бассейна, которое существенно влияет на распределение влаги в атмосфере.

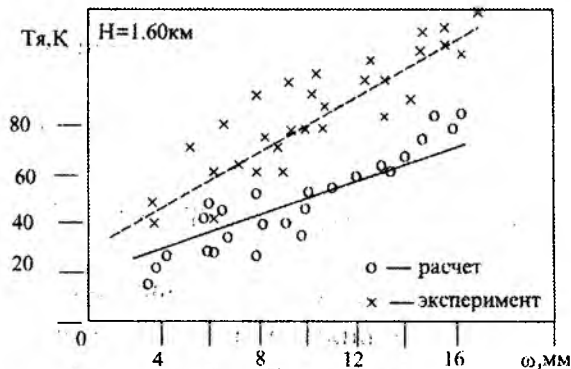


Рис.2. Зависимость РЯТ неба от влаго- содержания

Исследование корреляционных связей между РЯТ неба и его влагозапасом позволили разработать и предложить для практики инженерную формулу дистанционного определения влагосодержания атмосферы для конкретного региона, результаты которого для с. Корумду показаны на рис.2. Параметр ω (количество осажженной воды) получен из радиозондовых данных аэрологической станции «Бишкек», путем пересчета

относительной влажности в абсолютную и суммирования в соответствующих пределах высот. Наблюдается более тесная корреляция для расчетных РЯТ неба с осажженной водой. Здесь прямые линии – результат аппроксимации точек. Как видно из рис.2, у экспериментальных данных большой разброс точек и соответственно меньшая корреляция. Инженерная формула для этого пункта измерений представляется следующим выражением: $Тя = 2.3\omega + 26.1$, где Тя – яркостная температура неба в зените в градусах Кельвина. ω – высота слоя осажженной воды в мм. Экспериментальный коэффициент корреляции между Тя и ω составил 0,69.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степаненко В.Д., Шукин Г.Г. Радиотеплолокация в метеорологии. –Л.: Гидрометиздат, 1987. –284с.
2. Ашымканов К.Ш. и др. //Известия АН Кирг. ССР. Физмат. –1988. -№2. – С.42-47.
3. Розанов Б.А., Розанов С.Б. Приемники Миллиметровых волн. –М.: Радио и связь. –1989. –229с.
4. Аганбекян К.А., Зражевский А.Ю. и др. //Препринт ИРЭ АН СССР. –М.: ИРЭ АН СССР. -№4.