

Особенности теплового излучения растущего ледяного покрова на частоте 34 ГГц при малых углах наблюдения

Гурулев А.А., Козлов А.К., Казанцев В.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

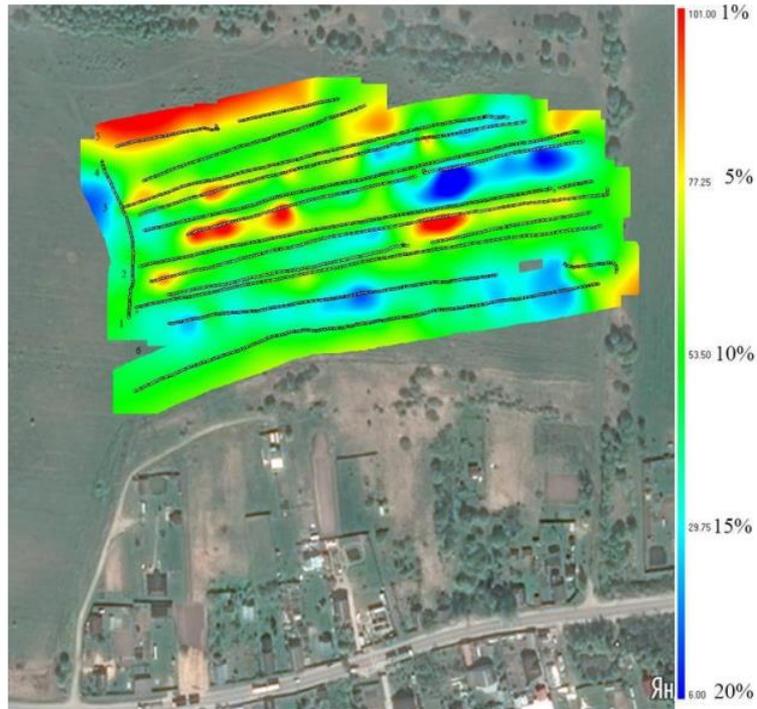
[e-mail:lgc255@mail.ru](mailto:lgc255@mail.ru)

Ледяной покров во время его становления



*Выход на тонкий лед
опасен для жизни!
По этой причине
требуется для
хозяйственных нужд
его мониторинг.*

Использование БПЛА для мониторинга сред в микроволновом диапазоне



Карта влажности поля



Внешний вид СВЧ-радиометра, размещенного на квадрокоптере

Основные параметры СВЧ-радиометрической системы.

Параметр	Значение
Центральная частота, МГц	1420
Ширина полосы приема, МГц	50
Количество приемных каналов	2
Вертикальная и горизонтальная поляризации	
Способ обзора	трассовый
Ширина обзора, разрешаемый элемент, Н-высота полета	1.0xH
Чувствительность, К	1.0
Тип регистратора	SD-Card
Время записи, не менее Час	3
Ширина главного лепестка диаграммы направленности антенны, град	±30
Коэффициент рассеяния антенны, %	73
Напряжение питания, В	12
Потребляемая мощность, Вт	5.8
Масса, кг	2,8
Габаритные размеры, мм	360X360X40

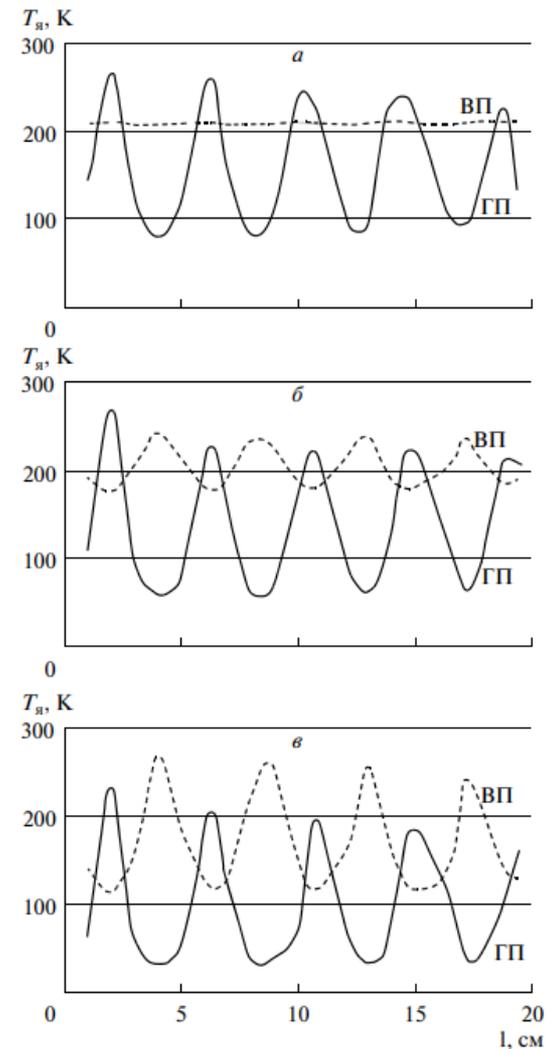
Новичихин Е.П., Хохлов Н.Ф., Болотов А.Г., Сидоров И.А., Гудков А.Г., Порохов И.О., Чижиков С.В.

Эвристический и прикладной потенциал совмещения микроволнового влажностно-температурного зондирования почвы и фотосъемки в фацциально-дифференцированных агрогеосистемах // Журнал радиоэлектроники. 2022. № 11.

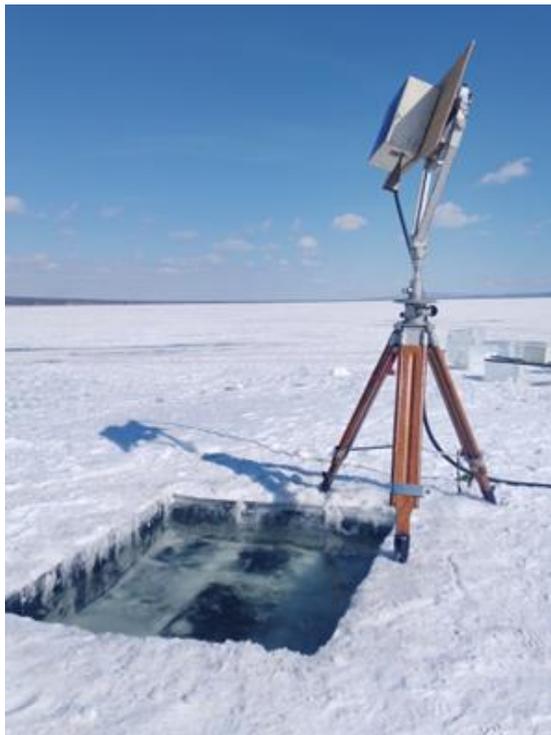
Зависимость радиояркостной температуры на вертикальной (ВП) (пунктирная линия) и горизонтальной (ГП) (сплошная линия) поляризациях для ледяного покрова от его толщины на длине волны 0.88 см при углах наблюдений: а – 60°, б – 70°, в – 80°.

Существуют вариации $T_{я}$ от толщины ледяного покрова, что может вносить существенные ошибки при изменении углов при радиозондировании криосферных образований малой толщины

Гурулев А.А., Орлов А.О., Цыренжапов С.В. Тепловое излучение трехслойной среды с тонким промежуточным слоем // Исследование Земли из космоса. 2011. № 4. С. 5-11.

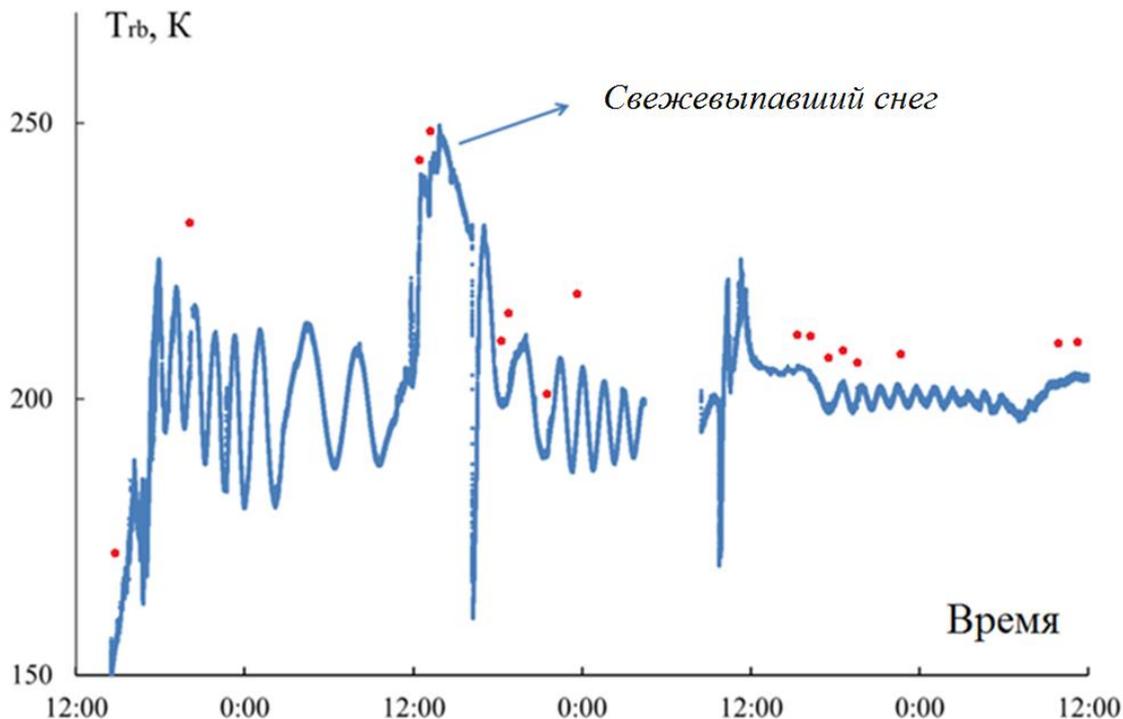


Методика эксперимента для проверки влияния внешних факторов (снежный покров, угол наблюдения) на мощность радиотеплового излучения ($\lambda=0,88$ см) растущего ледяного покрова



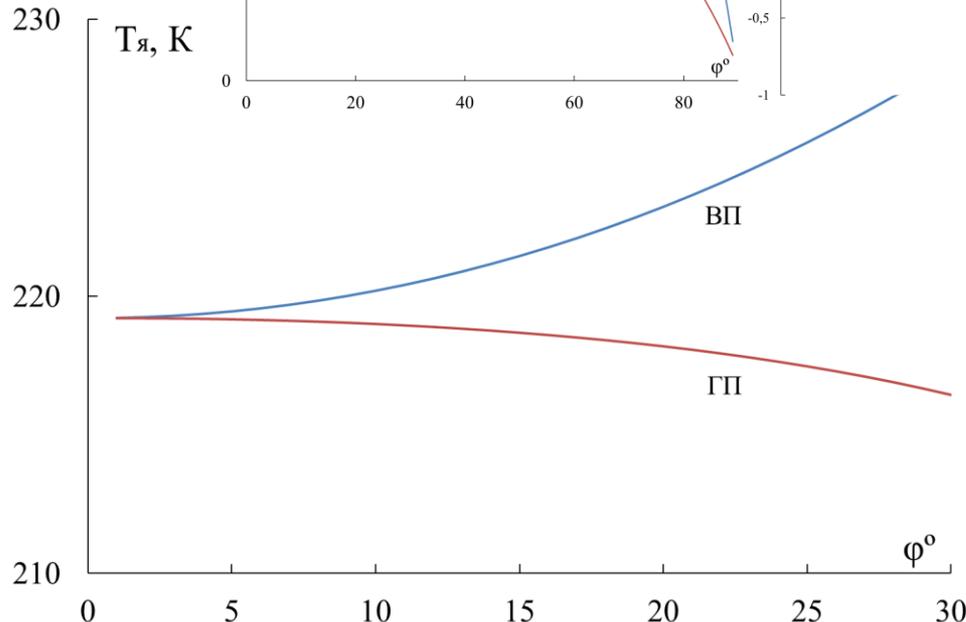
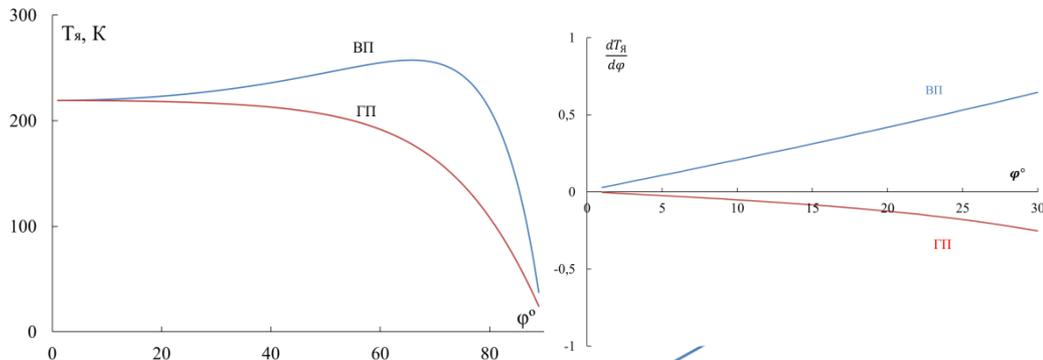
В пресном ледяном покрове озера было изготовлено углубление в 40 см с линейными размерами 110 см×120 см, в которое была залита вода с минерализацией ~100 мг/л. Под действием холодного воздуха происходил рост льда на водной поверхности. На высоте 210 см от водной поверхности был размещен радиометр на длину волны 0,88 см. Угол наблюдения составлял 20°. Периодически угол изменяли до 15°. Измерения осуществлялись на горизонтальной поляризации.

Радиояркостная температура растущего пресного ледяного покрова на частоте 34 ГГц. Угол наблюдения 20°. 12-14 марта 2024 г.



*Красными точками на графике выделены участки времени, когда происходили измерения при угле наблюдения 15°. Значение радиояркостной температуры существенно отличается от T_{α} при наблюдении под углом 20°
 $\Delta T_{rb} = T(20) - T(15) \approx 10\text{K}$*

Угловая зависимость $T_{я}$ для пресного ледяного покрова, толщиной 50 см. Длина волны 0,8 см.



При малых углах зондирования, отклонение значения $T_{я}$ при его изменении будет небольшим. По этой причине радиометрические измерения с использованием БПЛА необходимо осуществлять при углах близкими к надирному углу.

Выводы

- При увеличении толщины ледяного покрова наблюдаются вариации радиояркостной температуры в микроволновом диапазоне, связанные с интерференцией электромагнитного излучения.
- На значение разности T_{α} для двух углов ледяного покрова в период его становления влияют параметры радиометров, а именно, ширина полосы принимаемых частот, ширина диаграммы направленности антенны.
- Для растущего ледяного покрова разница значений радиояркостных температур для двух углов близких к надиру при $\Delta\alpha \approx 5^{\circ}$ достигает десяти Кельвина.
- Свежевыпавший снег, находящийся на ледяном покрове, уменьшает разность значений радиояркостных температур для двух углов близких к надирному углу.
- При измерении радиояркостной температуры слоистых образований в микроволновом диапазоне с использованием БПЛА для углов более 1° необходимо осуществлять измерения углов тангажа и крена.

Работа выполнена при поддержке
гранта **РНФ № 24-27-00278**

«Разработка методики радиометрического
исследования криосферных образований с
использованием беспилотных летательных
средств в миллиметровом диапазоне»

Благодарю за внимание!

