

Тепловое излучение пресного  
ледяного покрова береговой зоны  
в микроволновом диапазоне

*Козлов А.К., Казанцев В.А.*

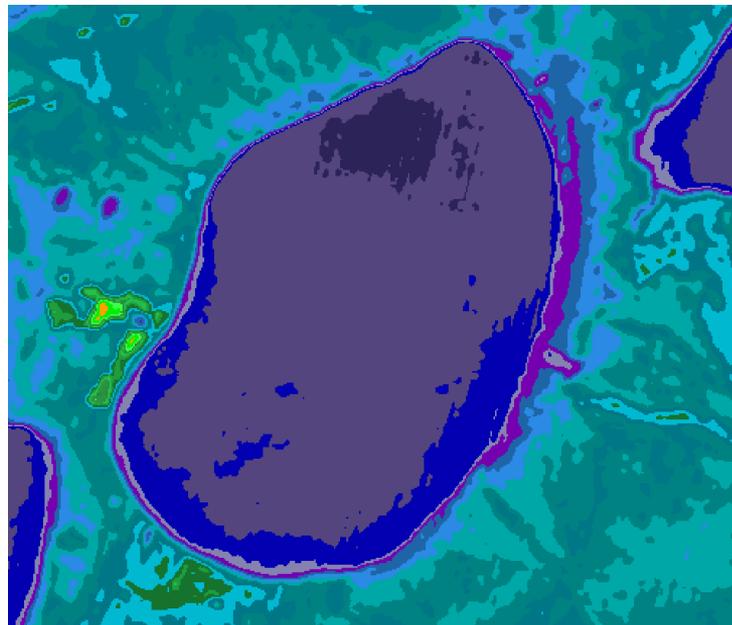
Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

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

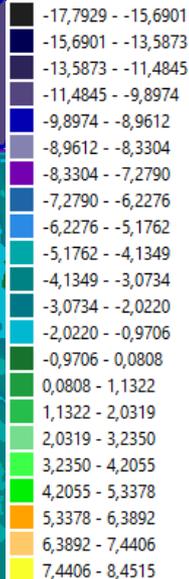
# Космоснимок оз. Арахлей (Забайкальский край) со спутника Landsat-8 (10 марта 2024)



Видимый диапазон

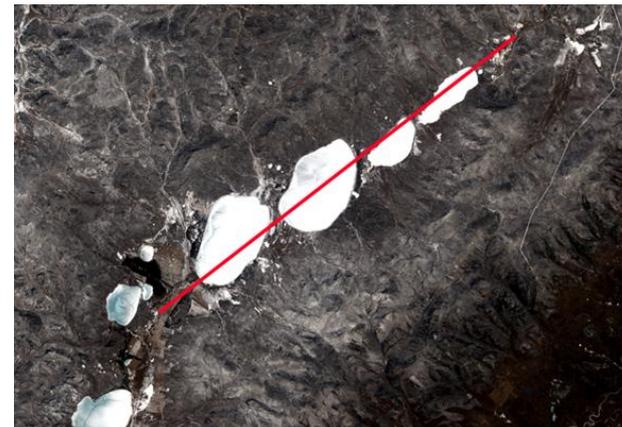
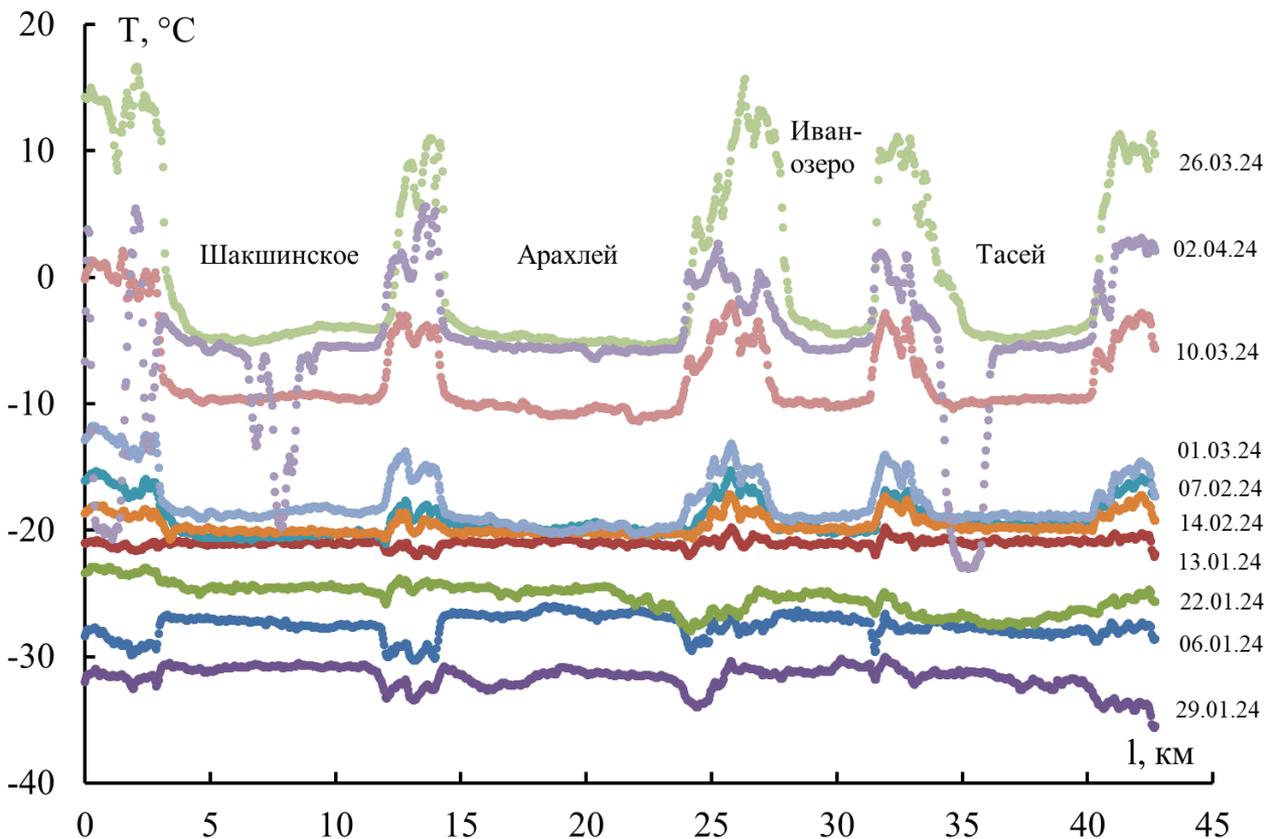


T, °C



ИК диапазон  
(10.6 – 11.19 мкм )

# Изменения температуры поверхности по данным спутника Landsat-8



Ивано-Арахлейские озера  
(Забайкальский край)

# Использование БПЛА для мониторинга сред в микроволновом диапазоне



Размещение радиометра на БПЛА

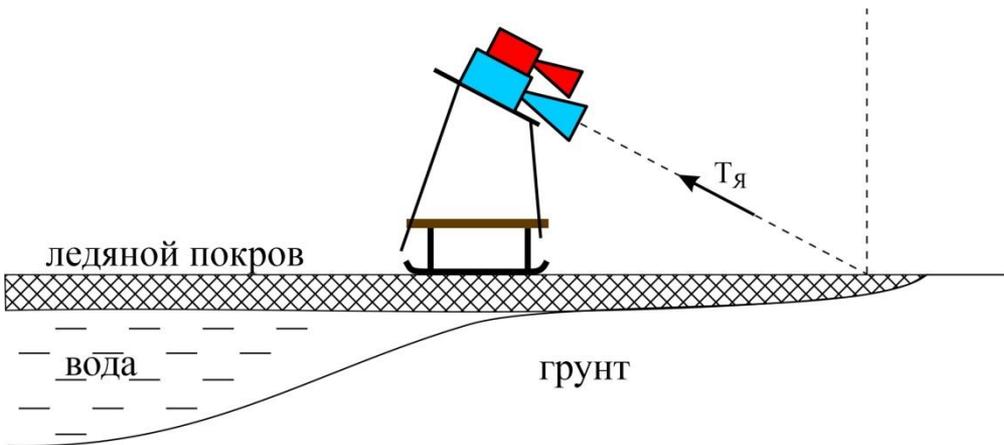
Center Frequency	18.7 ± 0.4 GHz	IF Bandwidth	400 MHz
Sensitivity	≤0.2 K	Stability	1 K
RF Switch Rate	200 ms	Weight	8 Kg
Power Consumption	30 W	Size (cm × cm × cm)	37 × 27 × 12
Front End Gain	50 dB	IF Gain	45 dB
Variable Attenuation	0-30 dB	Switch Insertion Loss	3.2 dB
Antenna Gain	20 dB	3 dB Beam Width	15°



Мониторинг сред с использованием радиометра на БПЛА

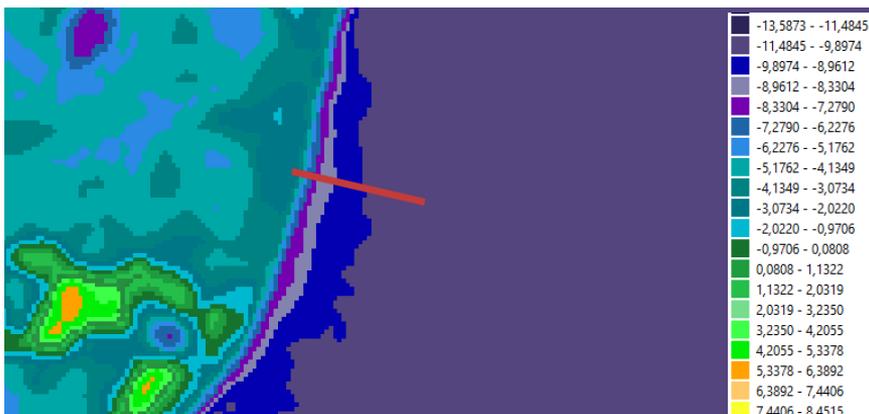
# Методика эксперимента

Схема установки

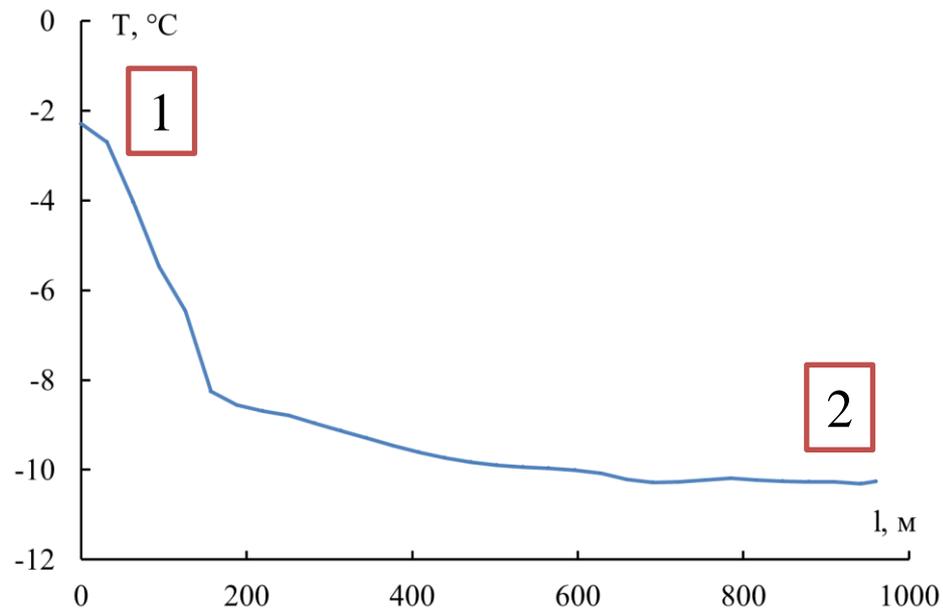


Фотография радиометров,  
установленных на сани

# Методика эксперимента

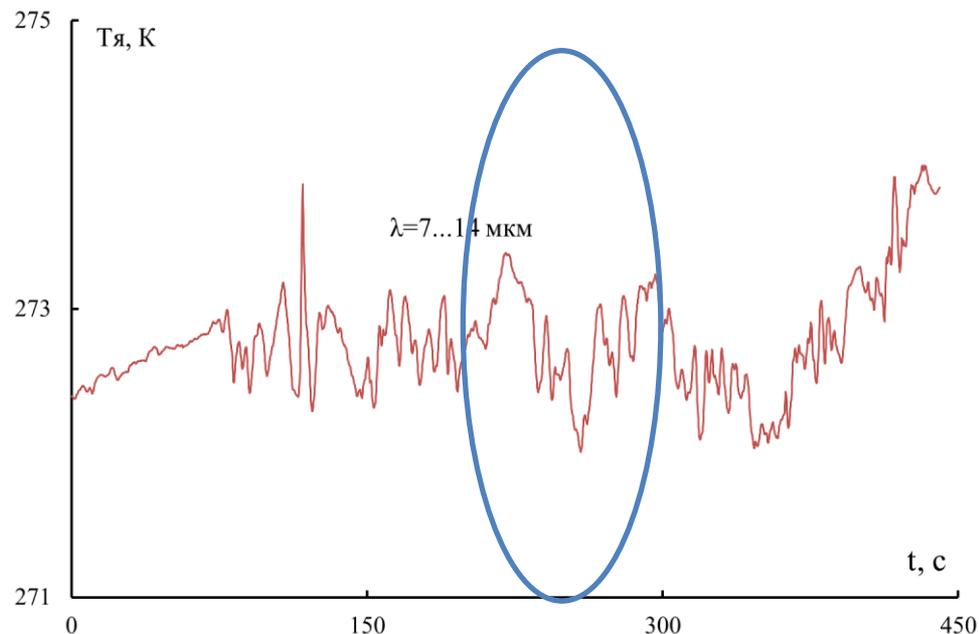
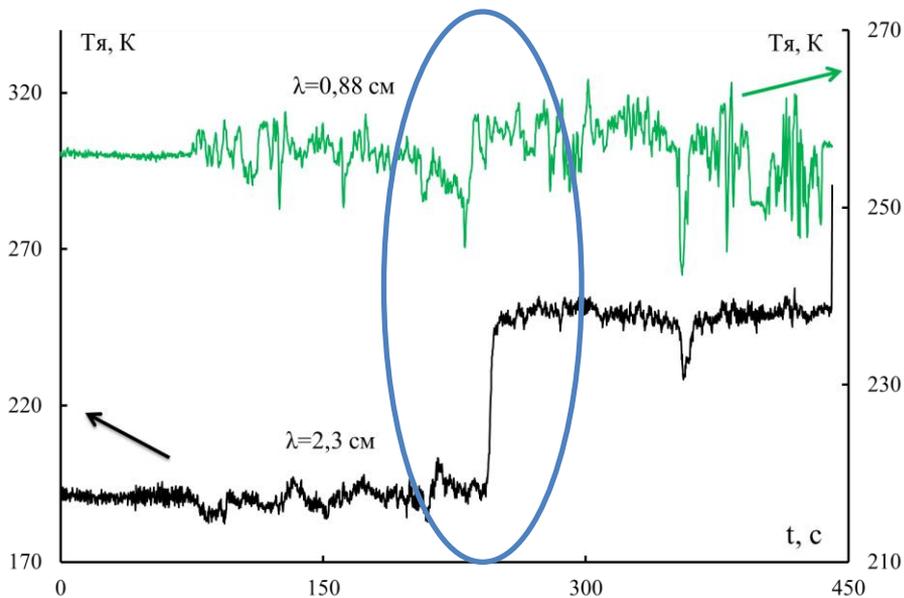


Видимый и ИК диапазоны



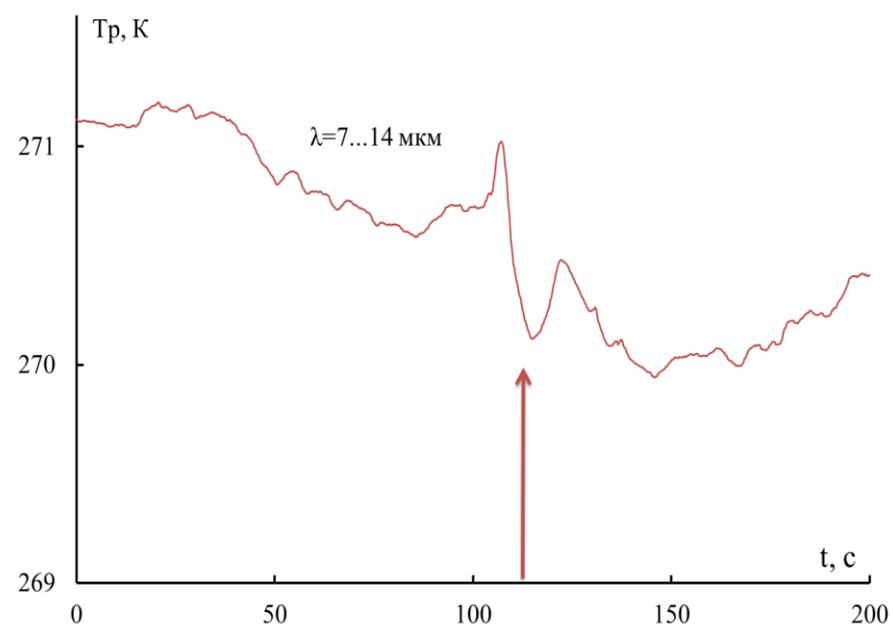
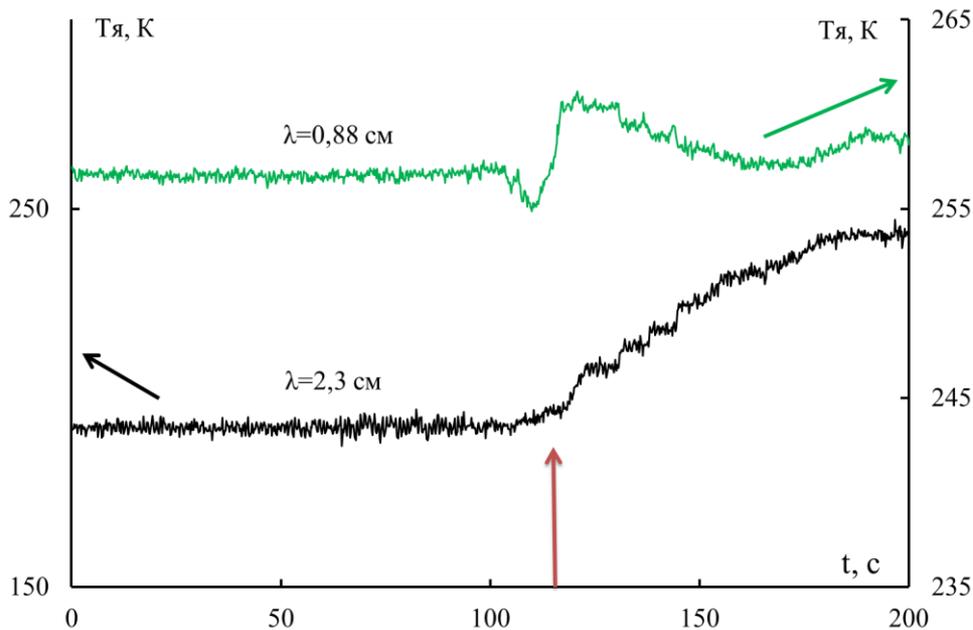
Изменение температуры  
поверхности на протяжении трека  
по данным спутника Landsat-8  
(10.03.24)

Радиотепловое излучение пресного ледяного покрова. (14 марта 2024 г.)  
ГП. Скорость движения  $\sim 0,5\text{ м/с}$  .



# Радиотепловое излучение пресного ледяного покрова (14 марта 2024 г.).

ГП. Скорость движения  $\sim 5$  см/с .



# Фотография проведения полевых измерений радиотеплового излучения пресного ледяного покрова



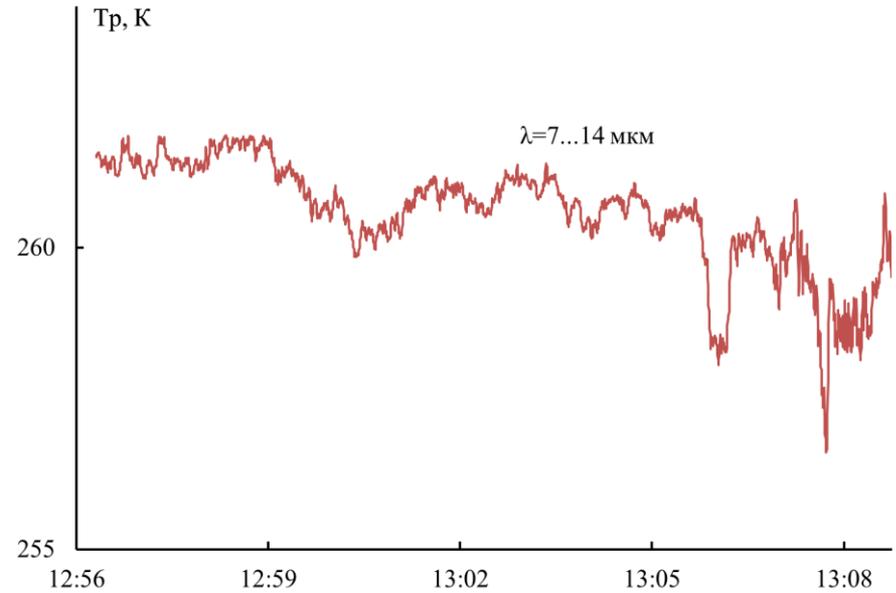
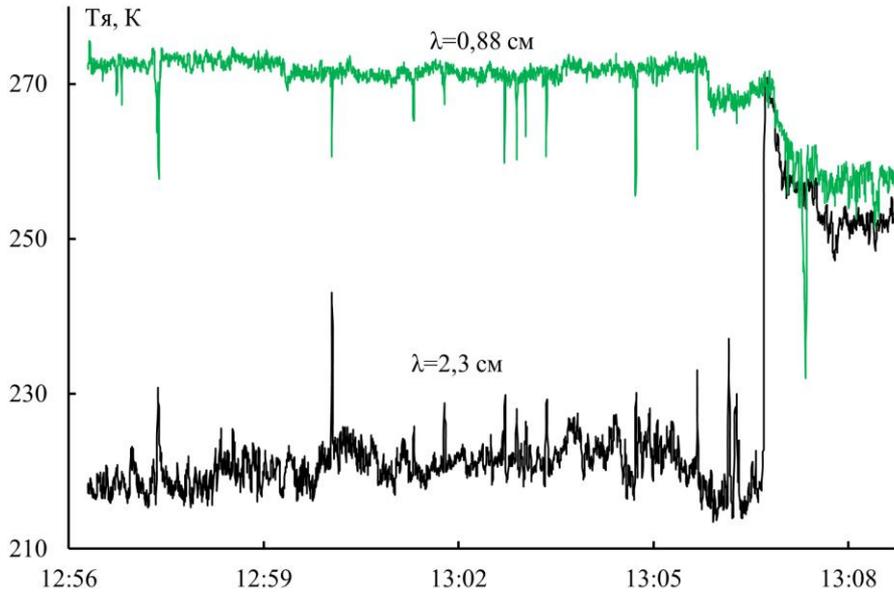
Радиометрический комплекс:

$\lambda=0,88$  см;

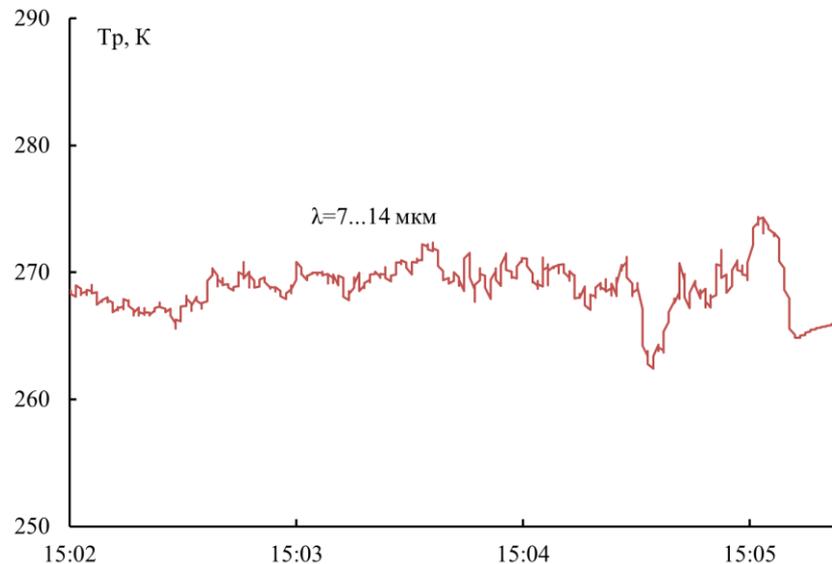
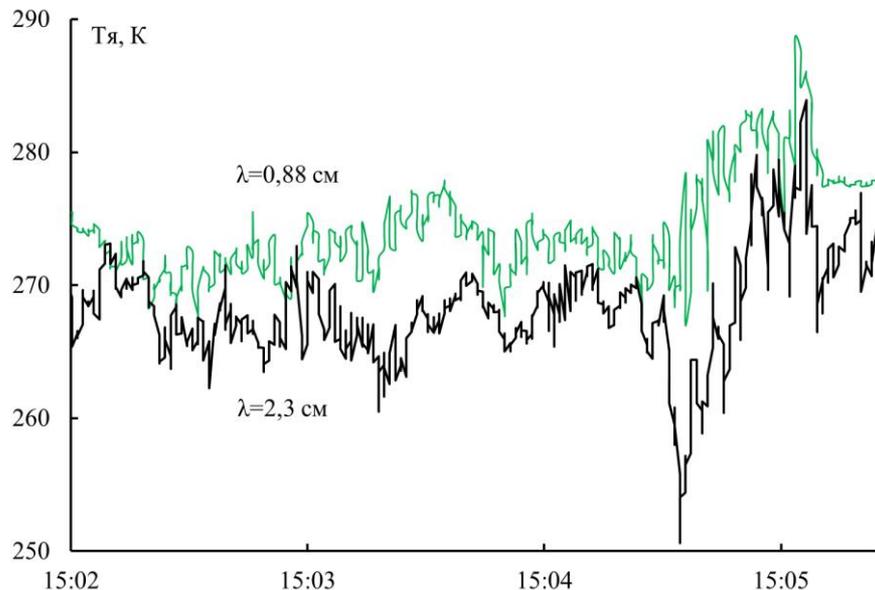
$\lambda=2,3$  см;

$\lambda=7...14$  мкм;

Радиотепловое излучение пресного ледяного покрова (05 февраля 2021).  
ВП. Скорость движения  $\sim 15$  км/ч .



Радиотепловое излучение пресного ледяного покрова (07 апреля 2021).  
ВП. Скорость движения ~15 км/ч .



# Выводы

- «Переход» в сантиметровом диапазоне от льда лежащего на водной поверхности ко льду, лежащему на грунте, происходит в «резкой» форме и обусловлен диаграммой направленности антенны.
- При активном росте ледяного покрова поверхность снежного покрова, расположенного на льду, имеет повышенное значение термодинамической температуры, что обусловлено теплотой выделяемой при фазовом переходе вода-лед и наоборот при начале деструкции льда, ввиду поглощения тепла температуры поверхности ниже, чем температура снежного покрова, расположенного на грунте.
- Комплексное исследование прибрежной зоны в зимний период времени может служить вспомогательным элементом при исследовании состояния ледяного покрова и начале его деструкции.
- Использование радиометров установленных на БПЛА, позволит оперативно решать ряд научно-практических задач.

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!

