

# Многолетняя динамика радиотеплового излучения тундры в восточном и западном полушариях по данным радиометра AMSR-E

А.А. Мильшин, А.Г. Гранков, Н.К. Шелобанова,  
Е.А. Ямпольская

ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

[www.ire-ras-lab208.narod.ru](http://www.ire-ras-lab208.narod.ru)



## Исследователи в России

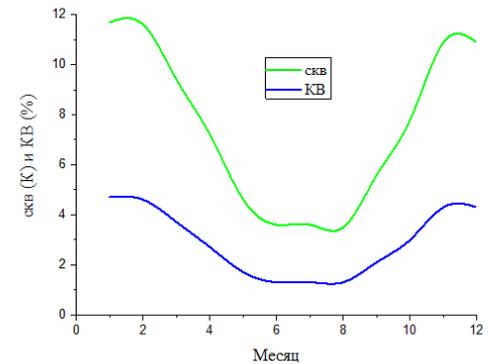
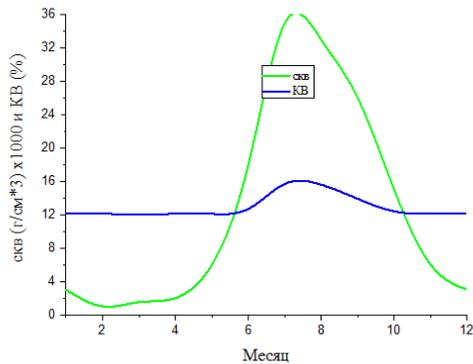
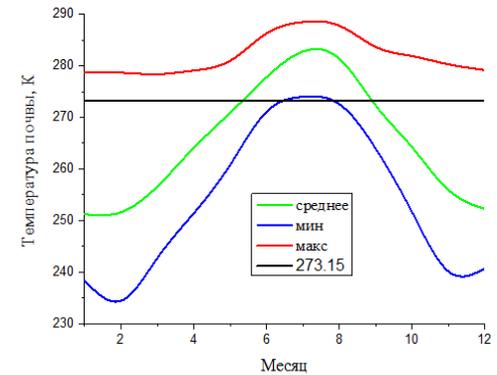
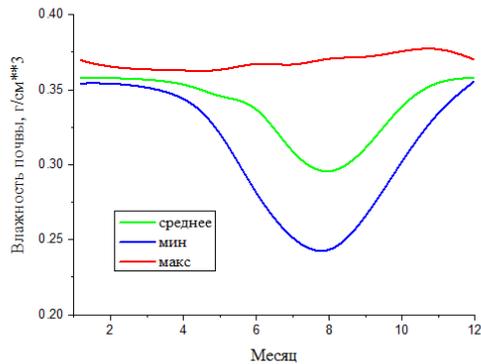
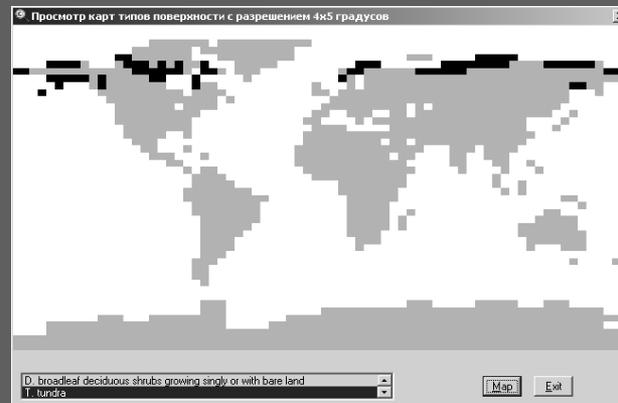
- В.Л. Миронов, П.П. Бобров, А.П. Бобров, Л.П. Бобылева, В.Н. Мандрыгина, С.В. Кривальцевич, П.В. Жирова (диэлектрическая модель и измерения диэлектрических параметров талой и мерзлой органической почвы, моделирование и измерение радиояркостной температуры различных почв в процессах промерзания и оттаивания, суточная динамика радиояркостной температуры почв в процессе замерзания и оттаивания, временная динамика коэффициента радиотеплового излучения почв в процессах испарения, промерзания и оттаивания).
- А.Д. Фролов (электрические и упругие свойства мерзлых пород и льдов).
- Д.А. Боярский, В.В. Тихонов (диэлектрическая проницаемость влажных и мёрзлых почв).
- В.В. Мелентьев, И.В. Мателенок (мониторинг мерзлых грунтов Арктики спутниковым СВЧ радиометрическим методом).
- Е.Г. Старостин, М.П. Лебедев (Диэлектрические свойства связанной воды в дисперсных породах)

## Исследователи за рубежом

- Nallikainen M. (диэлектрические и излучательные характеристики снега).
- Matzler C., Wegmuller U. (диэлектрические свойства связанной воды льдов).
- Y.-A Liou, and A.W. England (радиотепловое излучение почв в процессе таяния и замерзания).
- M. Tedesco, E.J. Kim, A.W. England, R.D. Roo, and J.P. Hardy (моделирование и экспериментальное наблюдение радиоизлучения снега в процессе таяния и замерзания).
- Lixin Zhang, Jiancheng Shi, Zhongjun Zhang, Kaiguang Zhao (Диэлектрические свойства мерзлых почв и спутниковый мониторинг таяния и замерзания почв).
- Ulaby, F. T., Moore, R. K., and Fung, A. K. (Дистанционное зондирование в СВЧ диапазоне).
- D.L. Toll, M. Owe, J. Forest and E. Levine (Сезонная динамика радиотеплового излучения мерзлых почв).



## Зона тундры в модели



### Изменчивость влажности почвы тундры

### Изменчивость температуры поверхности тундры

«Архив параметров земной и водной поверхности и атмосферы NCEP/NCAR с разрешением 2.5°x2.5°»



## Технические характеристики радиометр – сканер AMSR-E

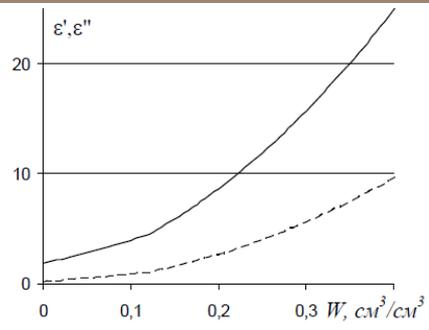
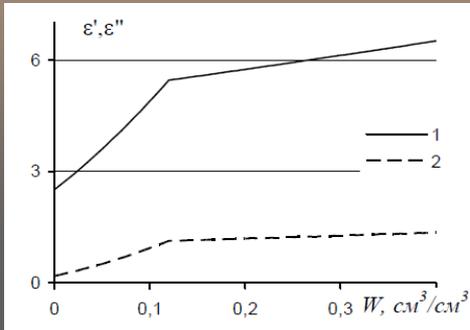


Частота (ГГц)	<b>6,9</b>	10,65	<b>18,7</b>	23,8	<b>36,5</b>	89
Поляризация (В/Г)	<b>В, Г</b>	В, Г	<b>В, Г</b>	В, Г	<b>В, Г</b>	В, Г
Чувствительность (К)	<b>0,3</b>	0,6	<b>0,6</b>	0,6	<b>0,6</b>	1,1
ШИРИНА ДН АНТЕННЫ (ГРАД.)	<b>2,2</b>	1,4	<b>0,8</b>	0,9	<b>0,4</b>	0,18
ЭФФЕКТИВНОСТЬ Антенны, %	<b>95,3</b>	95	<b>96,3</b>	96,4	<b>95,3</b>	96,0
Пространственное Разрешение (км)	<b>76 x 43</b>	49 x 28	<b>88 x 16</b>	31 x 18	<b>14 x 8</b>	6 x 4
Угол зондирования (град.)	55					
Ширина полосы Обзора (км)	1455					
Диаметр антенны, м	1,6					
Вес (кг)	324					
Мощность Потребления (Вт)	350					
Поток данных (Кбит/сек)	87,4					



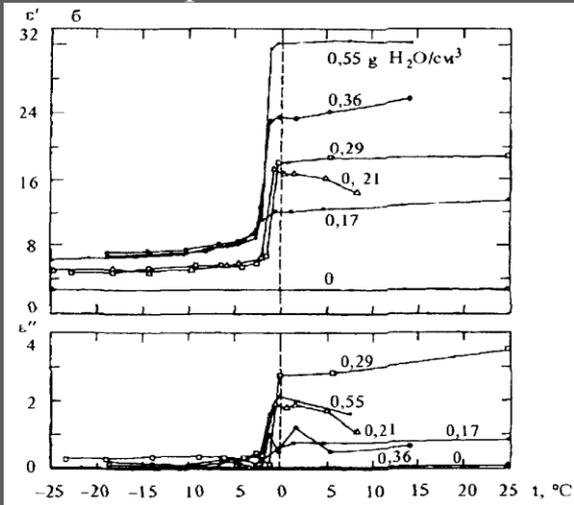
Спутник EOS-Aqua





# Диэлектрические свойства и радиотепловое излучение мерзлых почв

Замерзшая почва Волна 3.6 см Незамерзшая почва

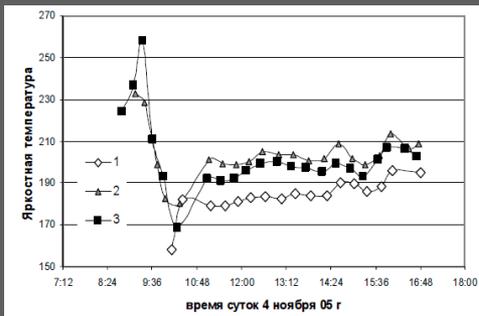
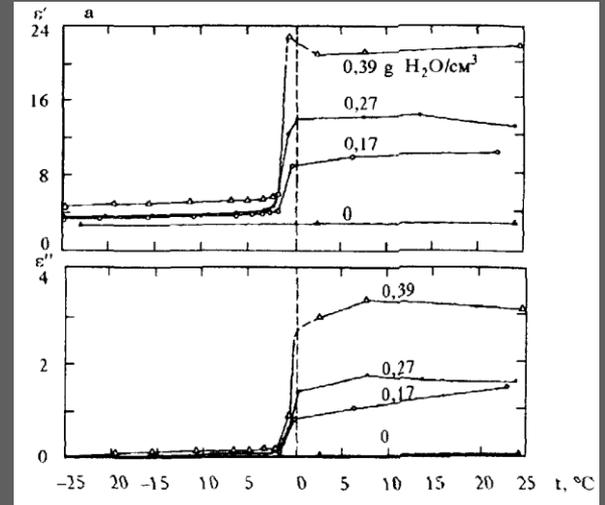


Эловый песок.  
Волна 60 см

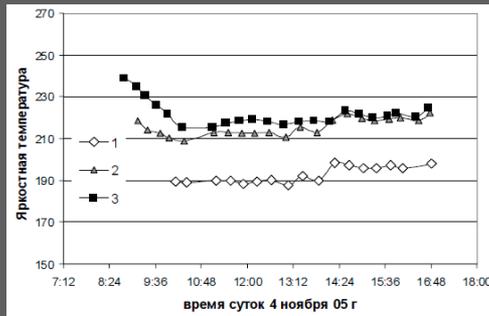
Лесс.  
Волна 60 см

Дневные вариации  
яркостной температуры

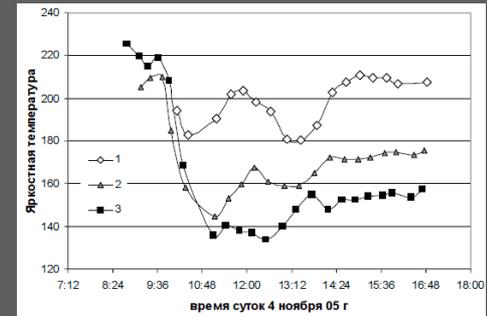
ПОЧВ



Длина волны 3.6 см



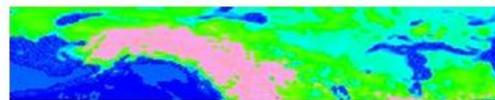
Длина волны 5 см



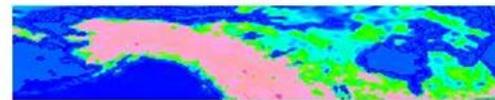
Длина волны 11 см



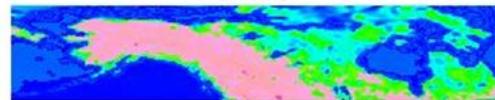
# Вариации радиотеплового излучения тундры в сантиметровом диапазоне



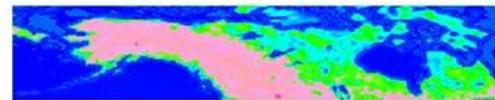
Май



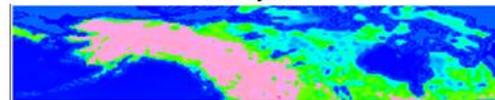
Июнь



Июль



Август



Сентябрь

165 295

Шкала в градусах Кельвина

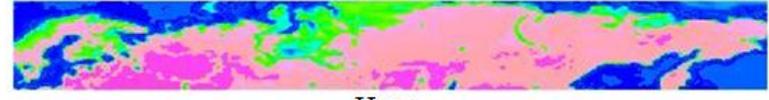
Сезонные вариации ЯТ тундры в западном полушарии по данным радиометра AMSR-E на частоте 6.9 ГГц на ГП в 2010 г.



Май



Июнь



Июль



Август



Сентябрь

165 295

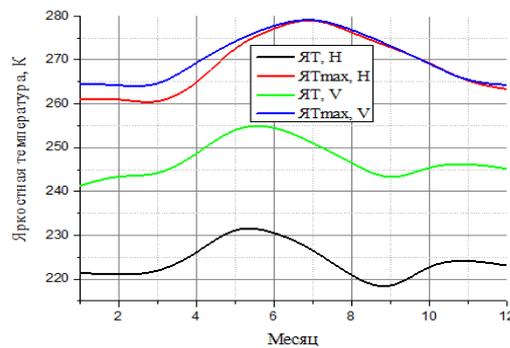
Шкала в градусах Кельвина

Сезонные вариации ЯТ тундры в восточном полушарии по данным радиометра AMSR-E на частоте 6.9 ГГц на ГП в 2010 г.

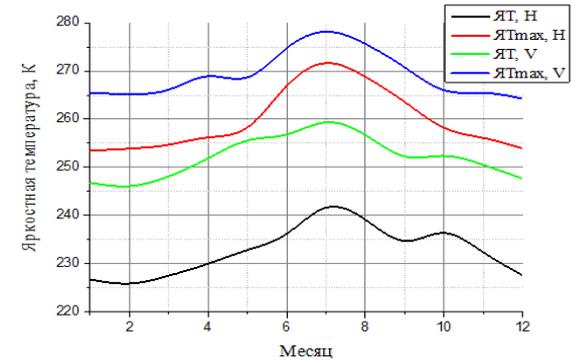


Внутригодовая  
зависимость  
радиотеплового  
излучения тундры на  
частотах 6.9 (а, б), 18.7 (в,  
г) и 36.5 (д, е) ГГц  
Графики средних и  
максимальных значений  
ЯТ на горизонтальной (Н)  
и вертикальной (V)  
поляризациях

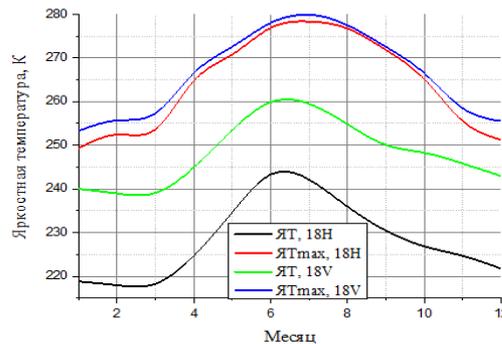
Данные за 2002 – 2011 гг.



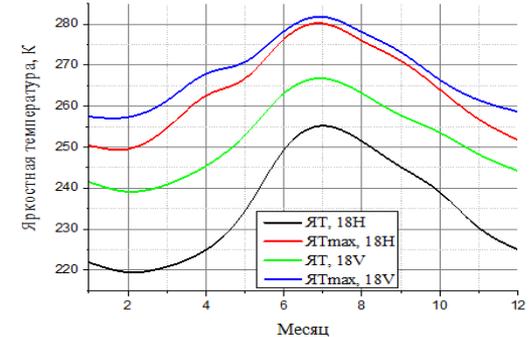
а)



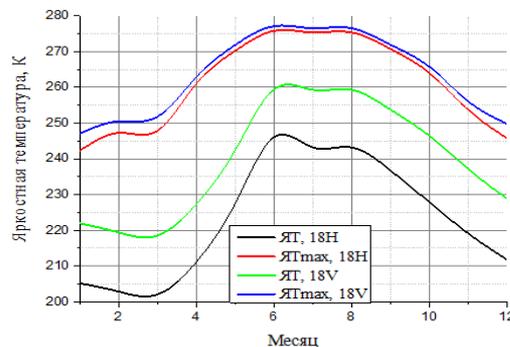
б)



в)

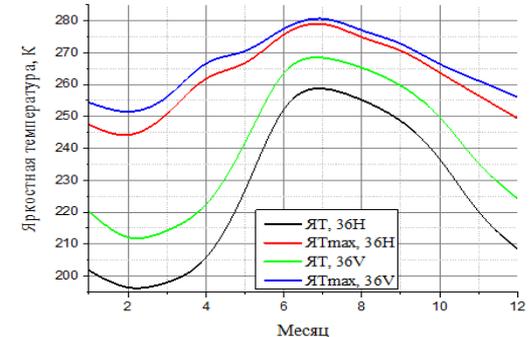


г)



д)

Западная тундра



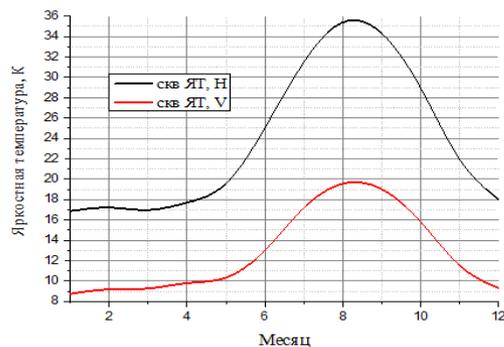
е)

Восточная тундра

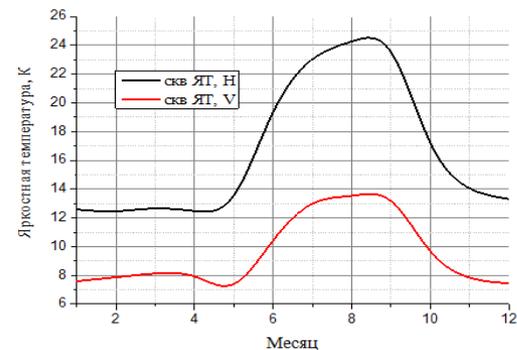


Внутригодовая  
зависимость  
радиотеплового  
излучения тундры на  
частотах 6.9 (а, б), 18.7 (в,  
г) и 36.5 (д, е) ГГц  
Графики скв значений ЯТ  
на горизонтальной (Н) и  
вертикальной (V)  
поляризациях

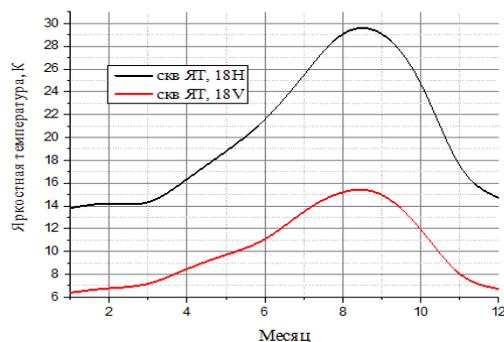
Данные за 2002 – 2011 гг.



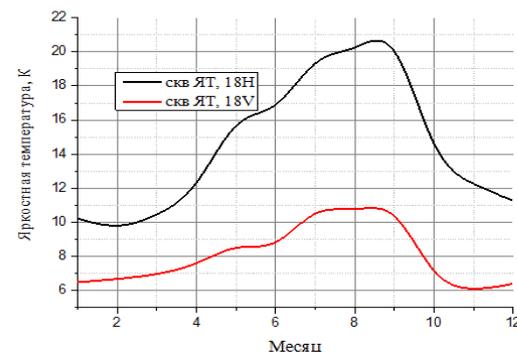
а)



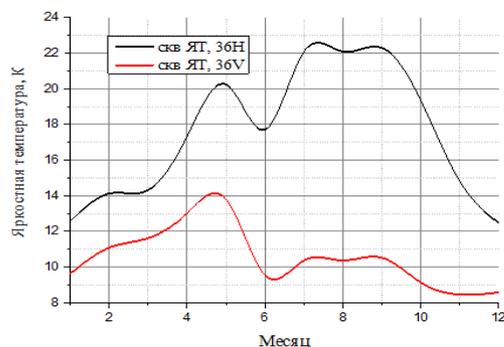
б)



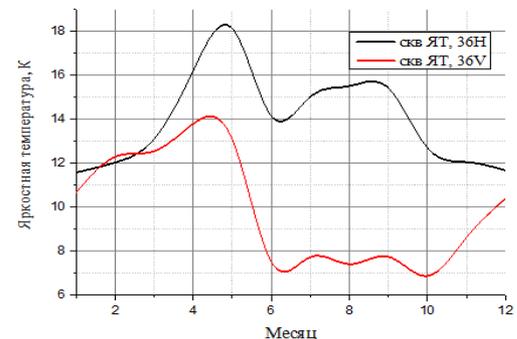
в)



г)



д)



е)

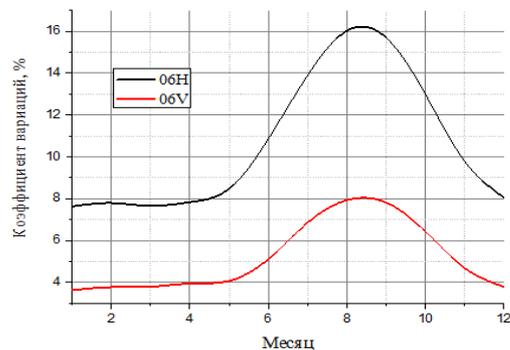
Западная тундра

Восточная тундра

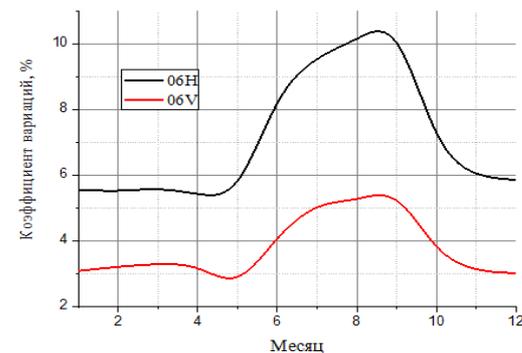


Внутригодовая  
зависимость  
радиотеплового  
излучения тундры на  
частотах 6.9 (а, б), 18.7 (в,  
г) и 36.5 (д, е) ГГц  
Графики коэффициента  
вариаций ЯТ на  
горизонтальной (Н) и  
вертикальной (V)  
поляризациях

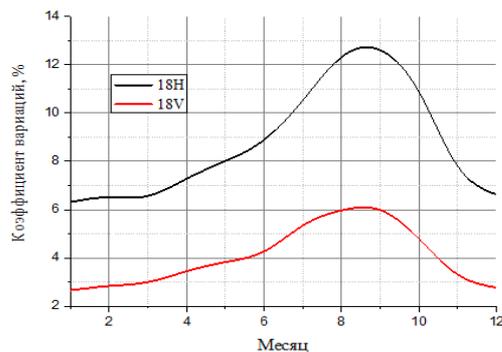
Данные за 2002 – 2011 гг.



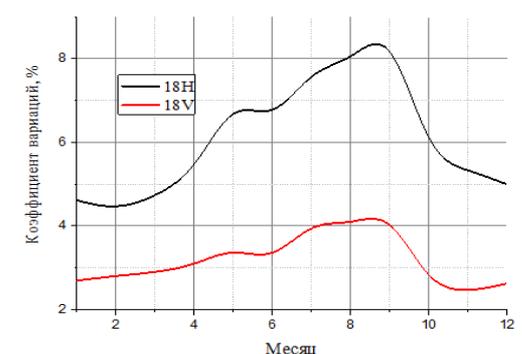
а)



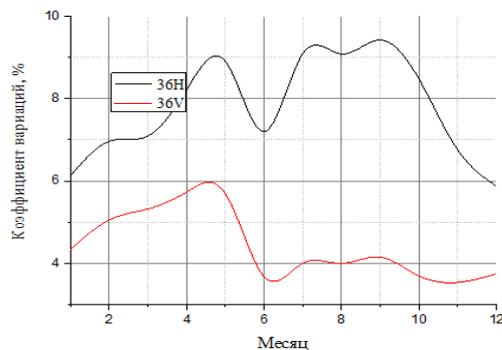
б)



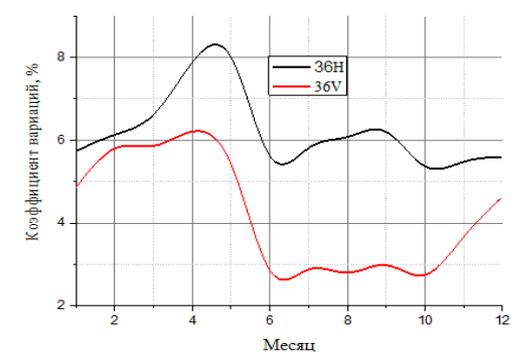
в)



г)



д)



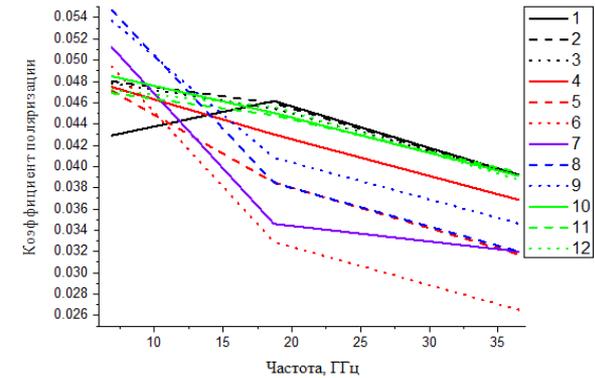
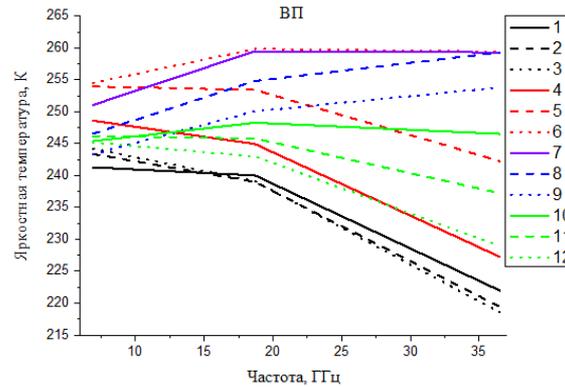
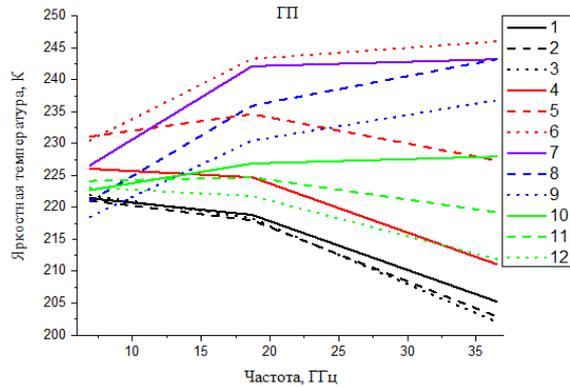
е)

Западная тундра

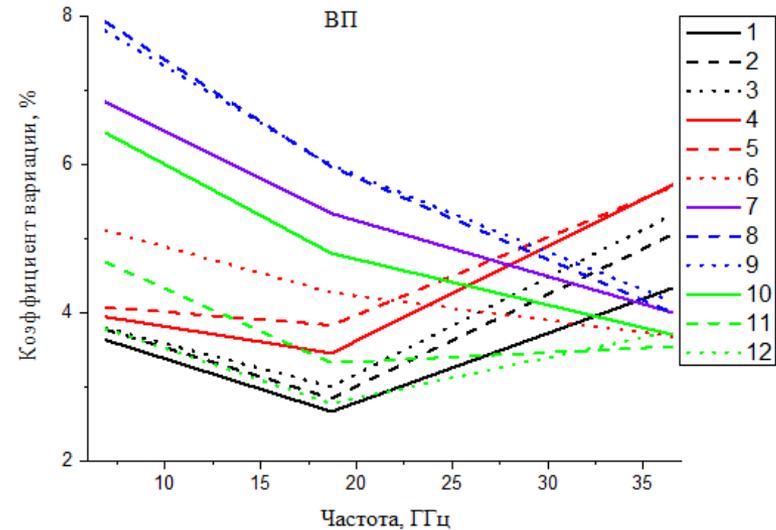
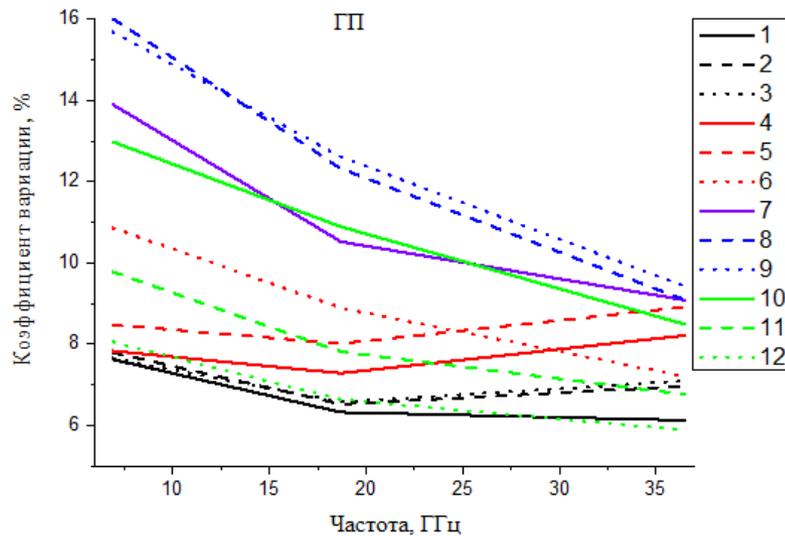
Восточная тундра



# Тундра западного полушария



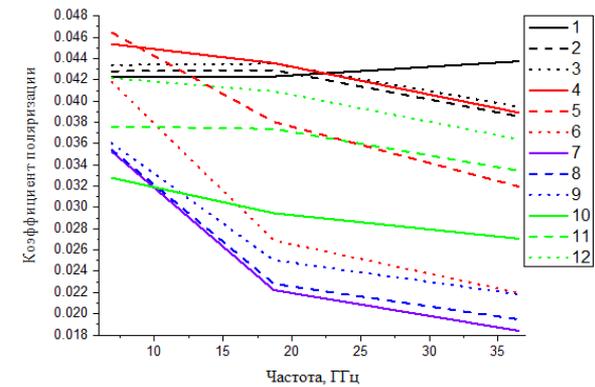
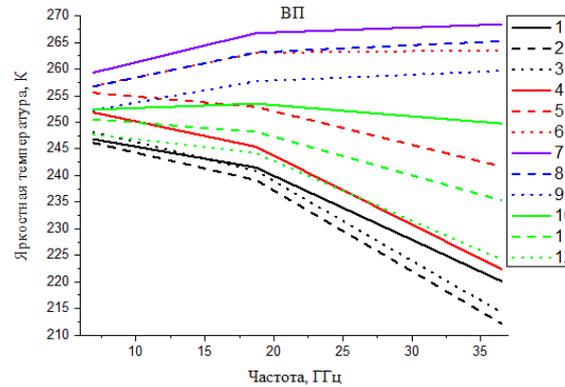
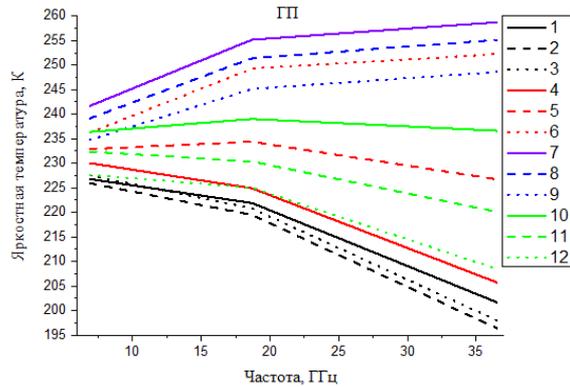
## Спектры яркостных температур и коэффициента поляризации тундры



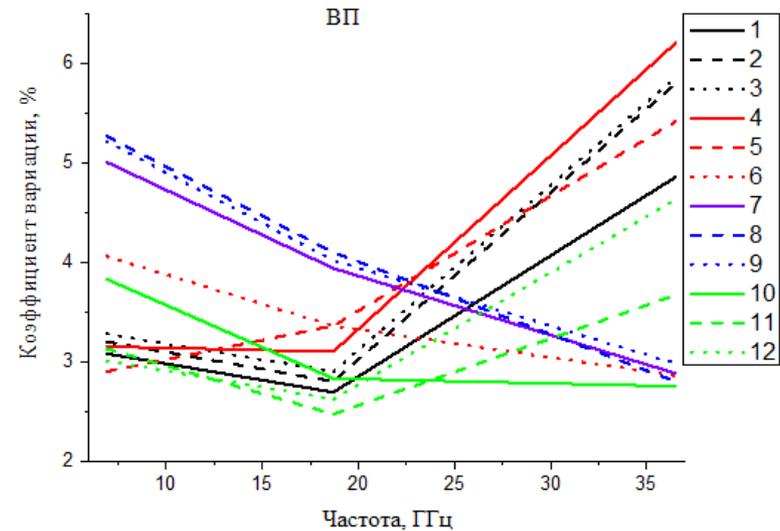
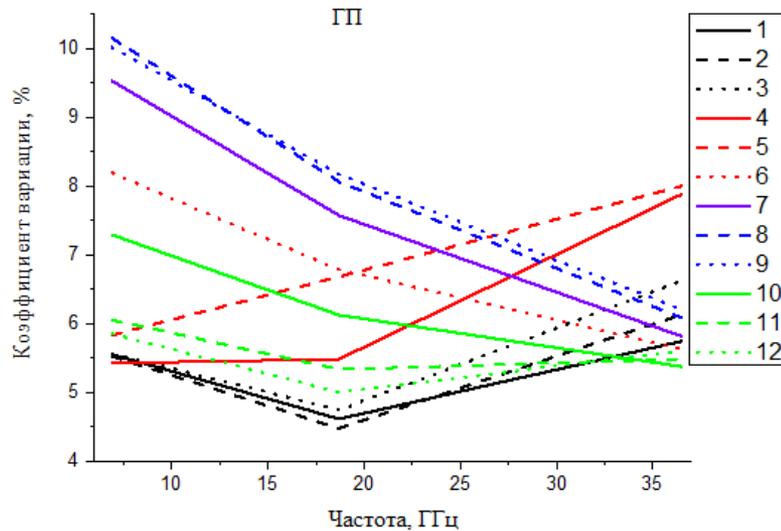
## Спектры коэффициента вариации ЯТ тундры



# Тундра восточного полушария



## Спектры яркостных температур и коэффициента поляризации тундры



## Спектры коэффициента вариации ЯТ тундры



# Выводы

Сравнение сезонного хода, спектральных и поляризационных характеристик радиотепловых полей указывает на различия в механизме формирования излучения тундры в западном и восточном полушариях

Для интерпретации ряда экспериментальных данных необходимы модельные исследования



**Благодарим за внимание !**

