

# **Влияние сезонной изменчивости диэлектрических характеристик почвы арктического региона на направленные характеристики элементарного излучателя**

Инженер ИРФЭ ОНЦ СО РАН  
Немчанов К.В.  
Научный руководитель: к.ф.-м.н.  
Кривальцевич С.В.

26 сентября 2020 г.

# Введение

Антенные системы являются важной частью систем радиосвязи, радиолокации, радионавигации, радиомониторинга и т.д. При организации дальней радиосвязи активно используются системы, работающие в КВ диапазоне.

Антенные устройства КВ связи располагаются, как правило, на небольшой, относительно длины волны высоте, над поверхностью земли, а некоторые конструкции антенн размещаются непосредственно на поверхности.

## Цель работы:

Исследование влияния подстилающей поверхности на направленные свойства элементарного излучателя.

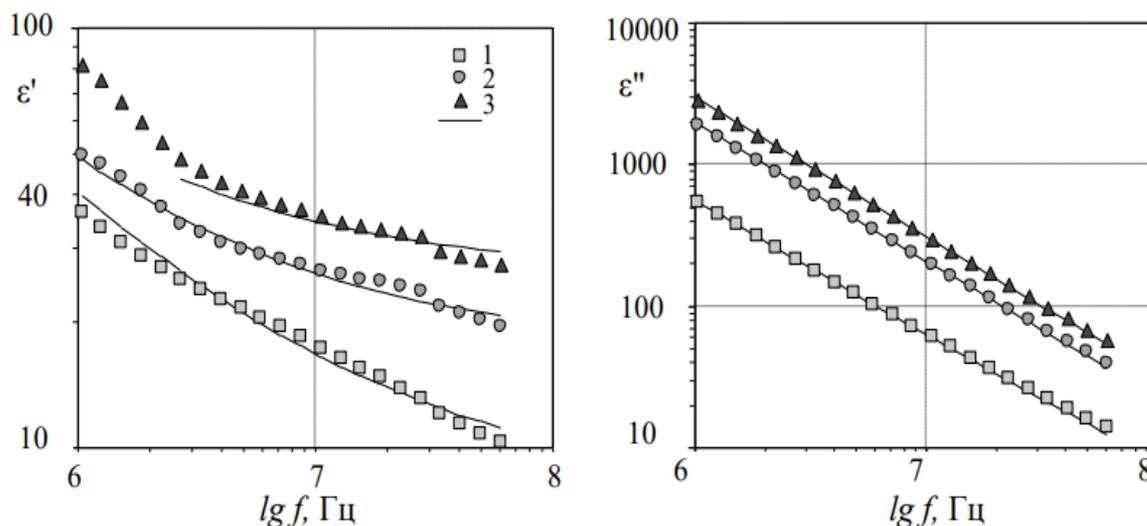
## Задачи:

- Выполнить моделирование антенны в ПО.
- Провести оценку влияния на направленные свойства антенны при различных параметрах земной поверхности.

# Подстилающая поверхность и ее свойства

На рисунке 1 приведены экспериментальные данные и результаты расчета по модели для суглинка.

Песок содержит около 2 % физической глины (частиц размером менее 0,01 мм), суглинок – 40 % и глина – 72 %.

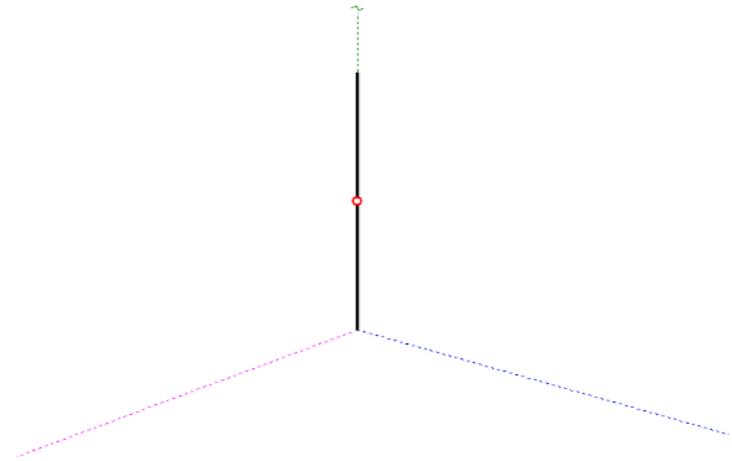


**Рис.1.** Частотные зависимости  $\epsilon'$  и  $\epsilon''$  суглинка. Значение объемной влажности  $W = 0,10$  (1);  $W = 0,257$  (2);  $W = 0,328$  (3); аппроксимация - сплошная линия.

Ссылка: Бобров П.П., Кривальцевич С.В., Крошка Е.С., журнал Техника радиосвязи, 2015г., номер 4.

# Диполь Герца

Диполь Герца — простейшее антенное устройство, предназначенное для излучения и приема электромагнитных волн. Представляет собой тонкий прямолинейный электрический проводник малой длины



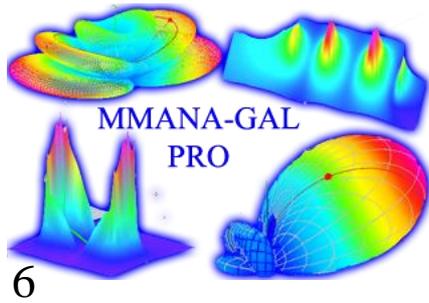
**Рис.2.** *Изображение вертикального диполя Герца.*

Габаритные размеры излучателя составляют: длина плеча  $l = 0,01\lambda$ , общая длина соответственно  $L = 0,02\lambda$ . Материал проводника: медь толщиной  $0,0008\lambda$ . Высота подвеса  $h_1 = 0\lambda$  (расположен на земле),  $h_2 = 0,25\lambda$  (приподнят над землей) относительно нижней точки.

# О программе MMANA-GAL

MMANA-GAL – это программа для расчета и анализа антенн. Любых антенн, которые можно представить, как произвольный набор тонких проводов. Расчет производится методом моментов.

MMANA-GAL является одной из программ, позволяющей комфортно подготавливать данные для расчетов в модифицированном MININEC3 и анализировать полученный результат.



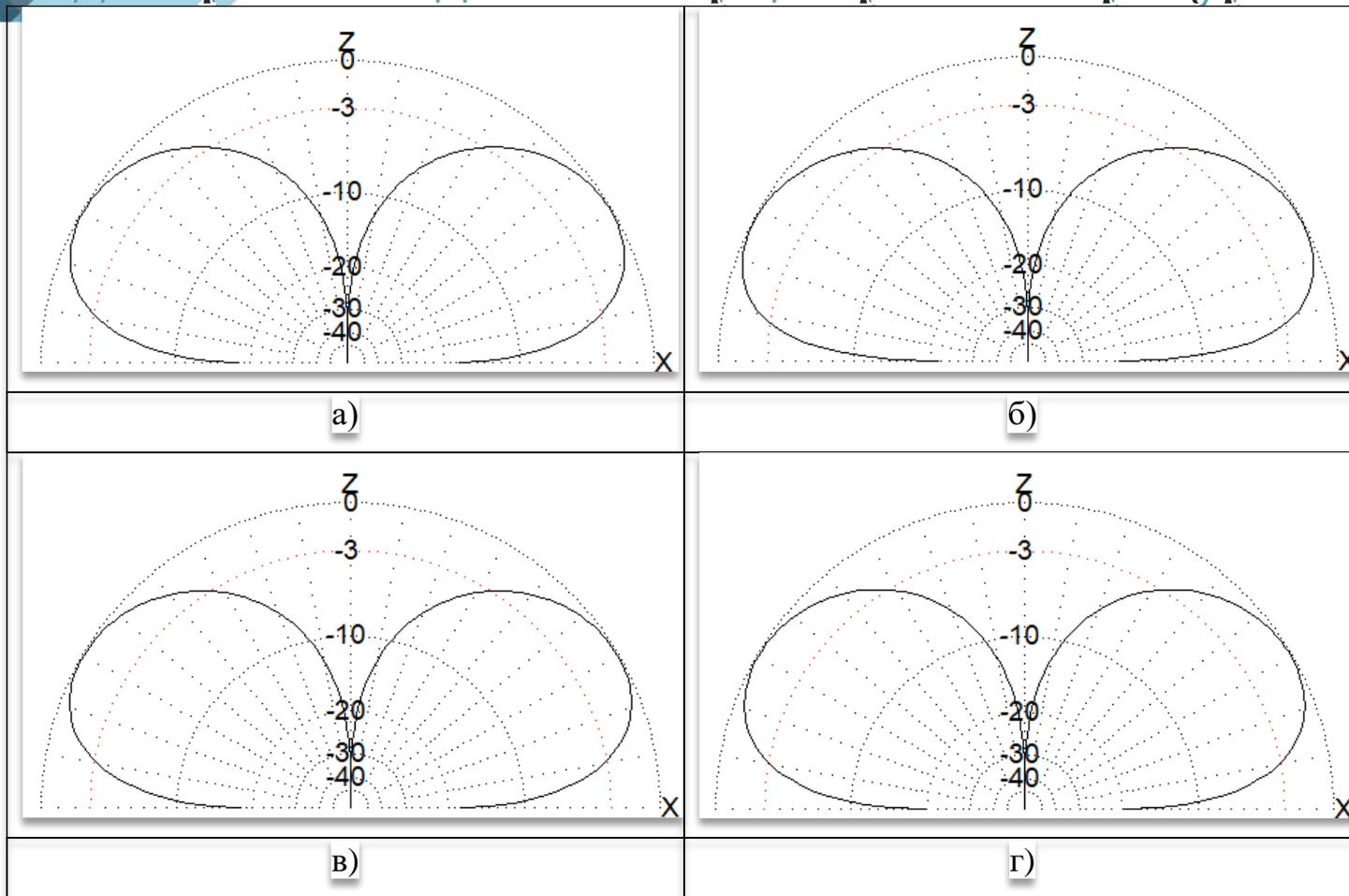
# Параметрами почвы

Данные о КДП на частотах 3 МГц и 30 МГц, объёмной влажности 3,6% и 90%, при термодинамической температуре минус 10 и плюс 25 градусов Цельсия, полученные в результате лабораторных измерений.

Температура: 25 °С				
Частота, МГц	Действительная часть КДП		Мнимая часть КДП	
	Влажность 3,6 %	Влажность 90 %	Влажность 3,6 %	Влажность 90 %
3	1,7287	81,9581	0,0444	239,7952
30	1,6719	59,9175	0,0458	31,0556
Температура: -10 °С				
Частота, МГц	Действительная часть КДП		Мнимая часть КДП	
	Влажность 3,6 %	Влажность 90 %	Влажность 3,6 %	Влажность 90 %
3	1,6660	9,4745	0,0465	3,5681
30	1,6005	8,0233	0,0507	1,0129

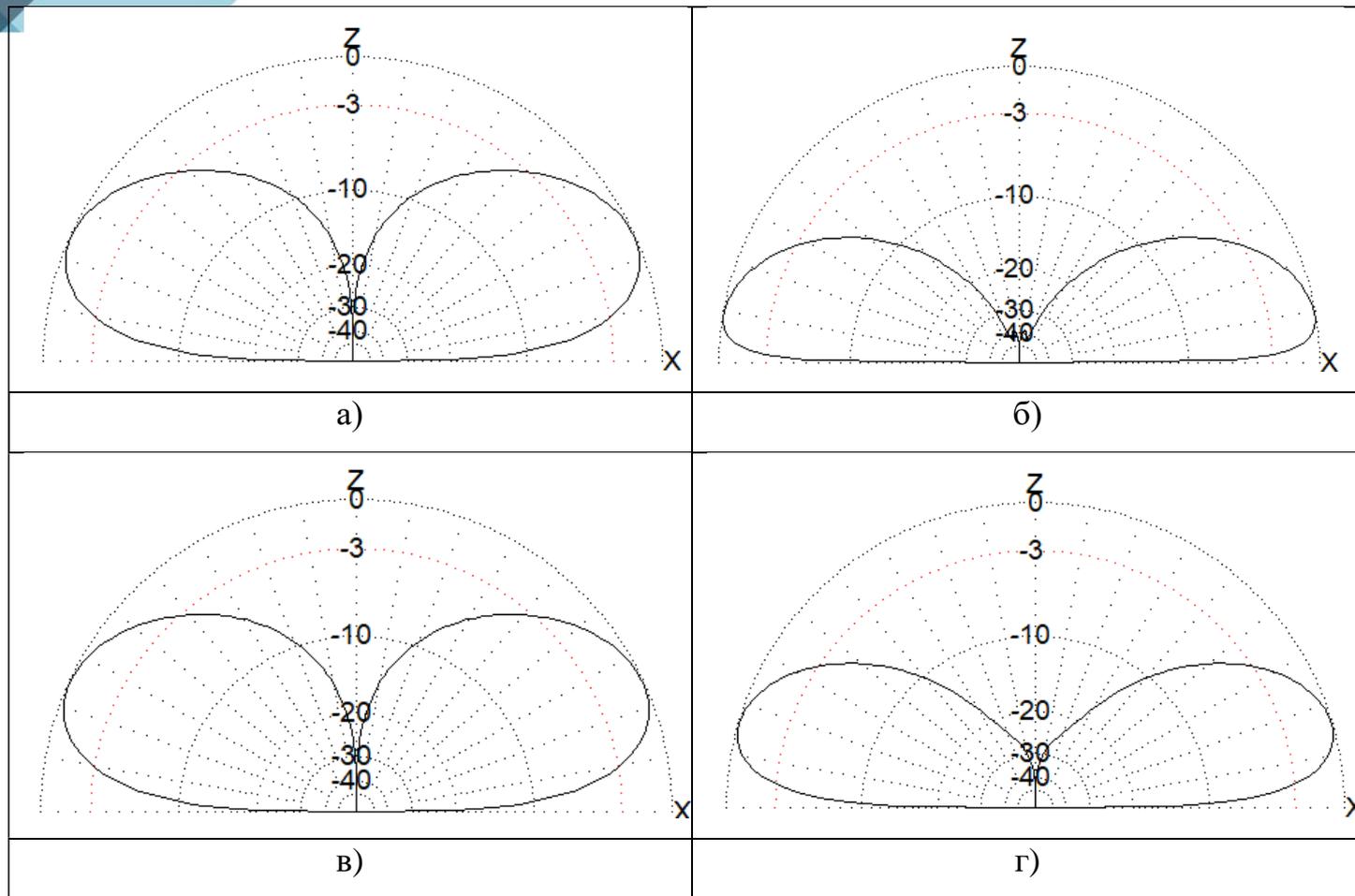


# Моделирование диполя Герца при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$



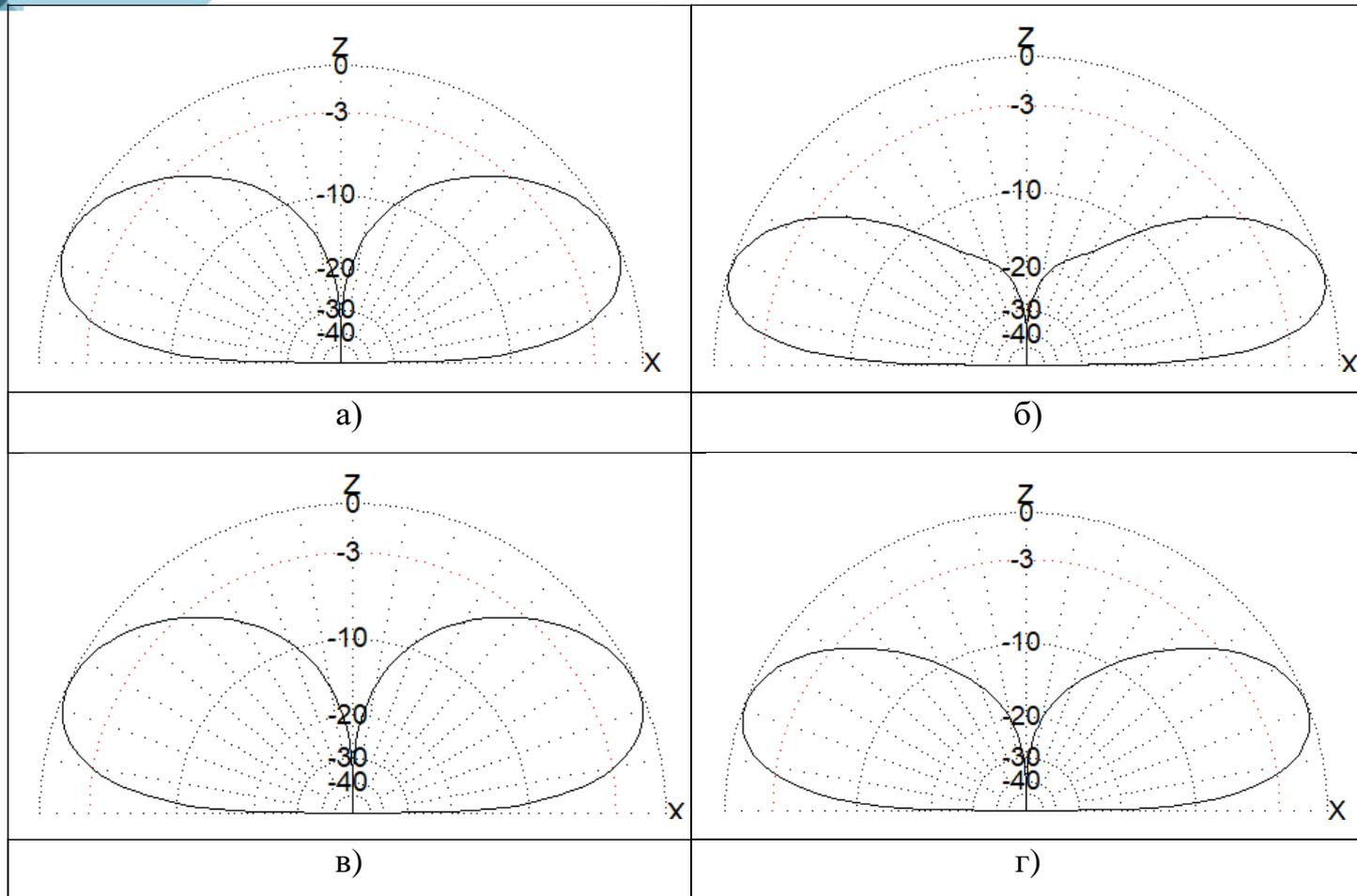
**Рис. 4.** Результаты моделирования ДН диполя Герца, расположенного на земле, частота 3 и 30 МГц, при различном процентном содержании влаги а) 3 МГц – 3,6 %. б) 3 МГц -90 %. в) 30 МГц – 3,6 %. г) 30 МГц -90 %.

# Моделирование диполя Герца при температуре +25 °С



**Рис. 5.** Результаты моделирования ДН диполя Герца, с высотой подвеса  $0.25\lambda$ , частота 3 и 30 МГц, при различном процентном содержании влаги а) 3 МГц – 3,6 %. б) 3 МГц -90 %. в) 30 МГц – 3,6 %. г) 30 МГц -90 %.

# Моделирование диполя Герца при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$



*Рис. 6. Результаты моделирования ДН диполя Герца, с высотой подвеса  $0.25\lambda$ , частота 3 и 30 МГц, при различном процентном содержании влаги а) 3 МГц – 3,6 %. б) 3 МГц -90 %. в) 30 МГц – 3,6 %. г) 30 МГц -90 %.*

# Заключение

1. Выполнено моделирование антенны с учетом влияния подстилающей поверхности.

3. Проведена оценка влияния на направленные свойства антенны при различных параметрах земной поверхности.

Результаты моделирования показывают заметное влияние подстилающей поверхности на ДН антенн и необходимость учета изменений радиофизических характеристик при моделировании антенн КВ диапазона.

В результате проведенного численного моделирования обнаружено, что ДН элементарного излучателя заметно изменяется при сезонных вариациях КДП почв арктического региона.

*Работа выполнена по государственному заданию Омского научного центра СО РАН в соответствии с Программой ФНИ ГАН на 2013-2020 годы (номер госрегистрации проекта в системе ЕГИСУ НИОКТР АААА-А19-119052890058-2).*

# Литература

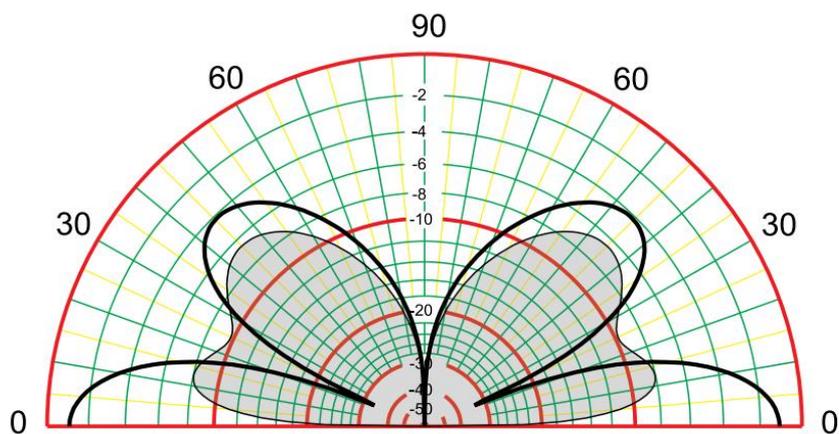
- 1. Березовский, В.А. Современная декаметровая радиосвязь: оборудование, системы и комплексы / В.А. Березовский, И.В. Дулькейт, О.К. Савицкий. – М.: Радиотехника, 2011. – 444 с.
- 2. Бобров П.П., Кривальцевич С.В., Крошка Е.С. Учет частотной зависимости диэлектрической проницаемости грунтов при проектировании и моделировании приземных антенн // Техника радиосвязи. 2015. №4. - С. 72-79.
- 3. R. Dean Straw, N6BV, «The ARRL Antenna book»: The American Radio Relay League, April, USA, 1997, 700 p., (3-16 Chapter 3, The Effects of Ground).
- 4. Гончаренко И.В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA, ИП РадиоСофт, Журнал «Радио»: 2002 – 80 с.



**Спасибо за внимание**

# Дополнительная проверка

Теоретические данные :



Результаты моделирования :

