

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА
НАПРАВЛЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
АНТЕННЫ КВ ДИАПАЗОНА
МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Докладчик:
Хмельницкий К.Е.

Цель:

Провести оценку влияния подстилающей поверхности на направленные характеристики антенны КВ диапазона

Задачи:

- Построить модель широкополосного вертикального излучателя с помощью пакета программ, использующую метод конечных элементов;
- Рассчитать диаграммы направленности и определить коэффициент усиления антенны с учетом подстилающей поверхности в виде суглинка разной влажности.

Метод конечных элементов

- Метод конечных элементов основывается на разбиении пространства на множество простейших элементов, форма которых представляет собой тетраэдр (рис. 1). Размеры тетраэдра малы настолько, что в его пределах электромагнитное поле можно описать с помощью простой функции или системы из нескольких функций с неизвестными коэффициентами.
- Нахождение неизвестных коэффициентов осуществляется из уравнений Максвелла с учетом граничных условий.
- В конечном итоге исходная задача электродинамики сводится к решению обычной системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), которая подходит для решения поставленных задач.

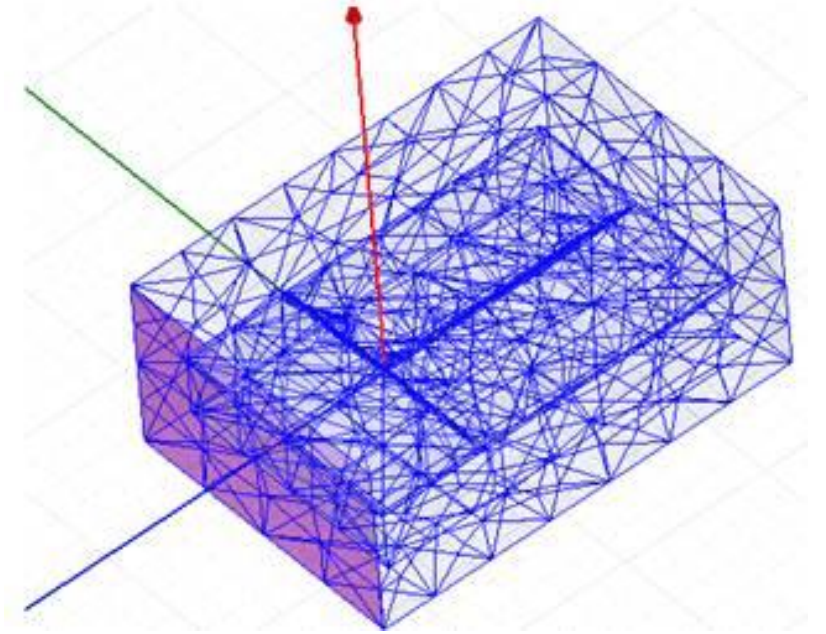


Рис. 1. Разбиение пространства на элементы

Моделирование

- В процессе выполнения работ оценивалась характеристика направленности широкополосного вертикального излучателя (ШВИ) при различных значениях комплексной диэлектрической проницаемости суглинка.
- Выбор такой антенны обусловлен необходимостью оценки общего характера влияния подстилающей поверхности на вертикально поляризованные волны.

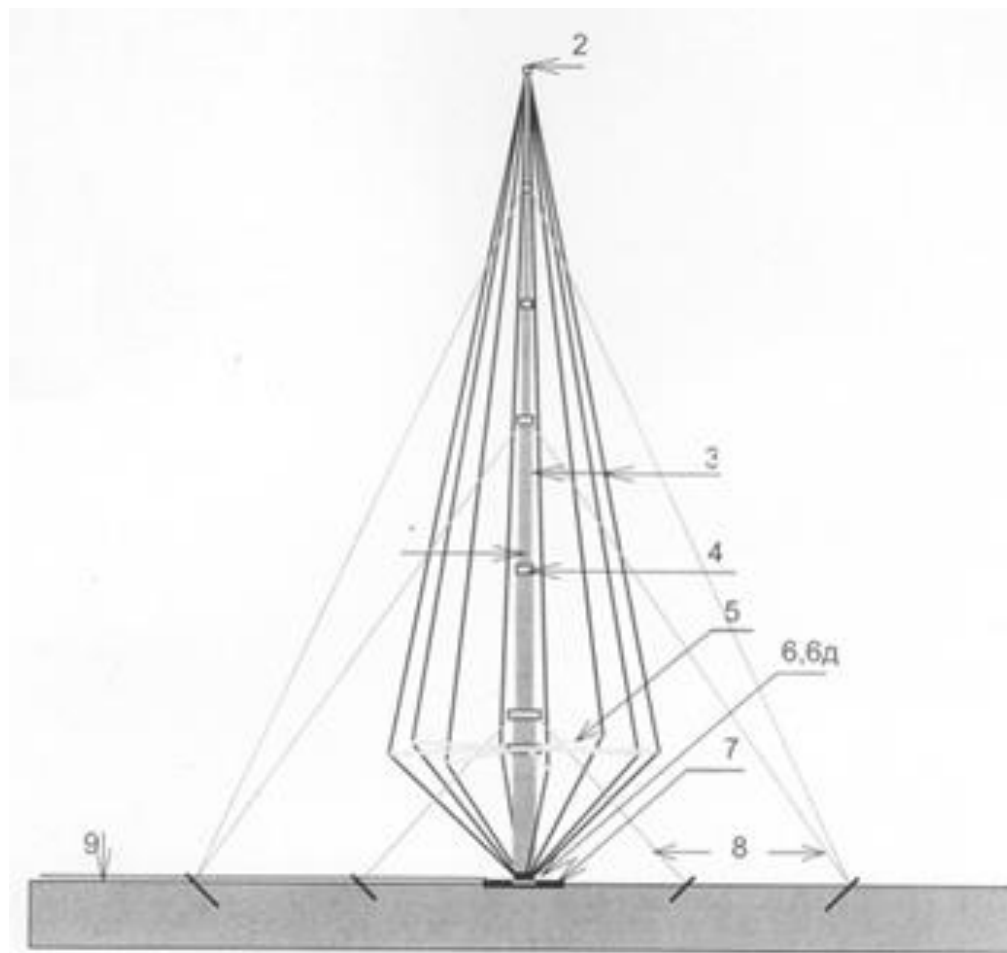


Рис. 2. Схематический вид антенны ШВИ

1 - мачта; 2 – верхнее собирающее кольцо; 3 – излучатели; 4 – фиксирующий замок;
5 – диэлектрические распорки; 6 – нижнее собирающее кольцо; 6д –
дополнительное собирающее кольцо; 7 – основание антенны; 8 – оттяжки;
9 – радиальные противовесы.

Электродинамическое моделирование

Модель антенны ШВИ
Габариты: 10x10x10 м

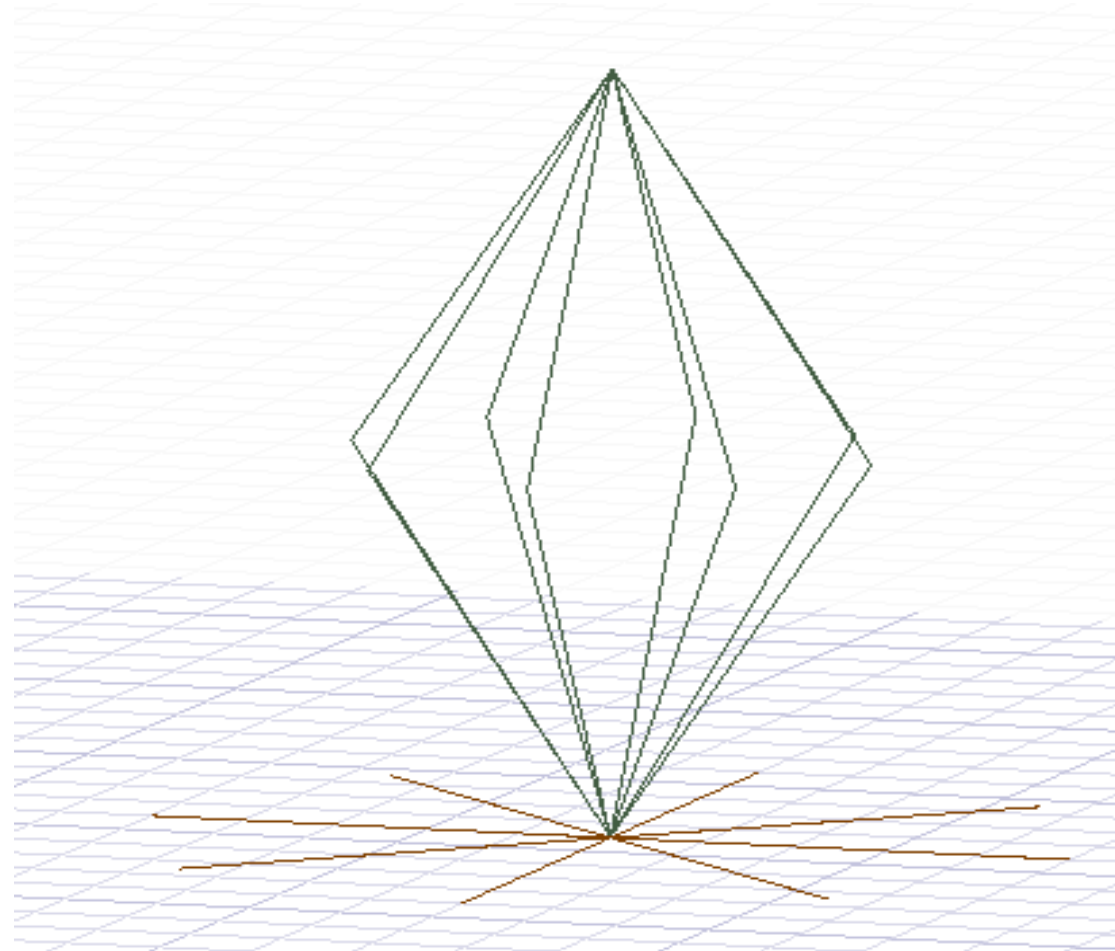


Рисунок 3. Модель антенны ШВИ

Электродинамическое моделирование

Антенна размещалась на границе раздела двух сред (верхняя граница - воздух, нижняя граница - почва, со значениями КДП суглинка)

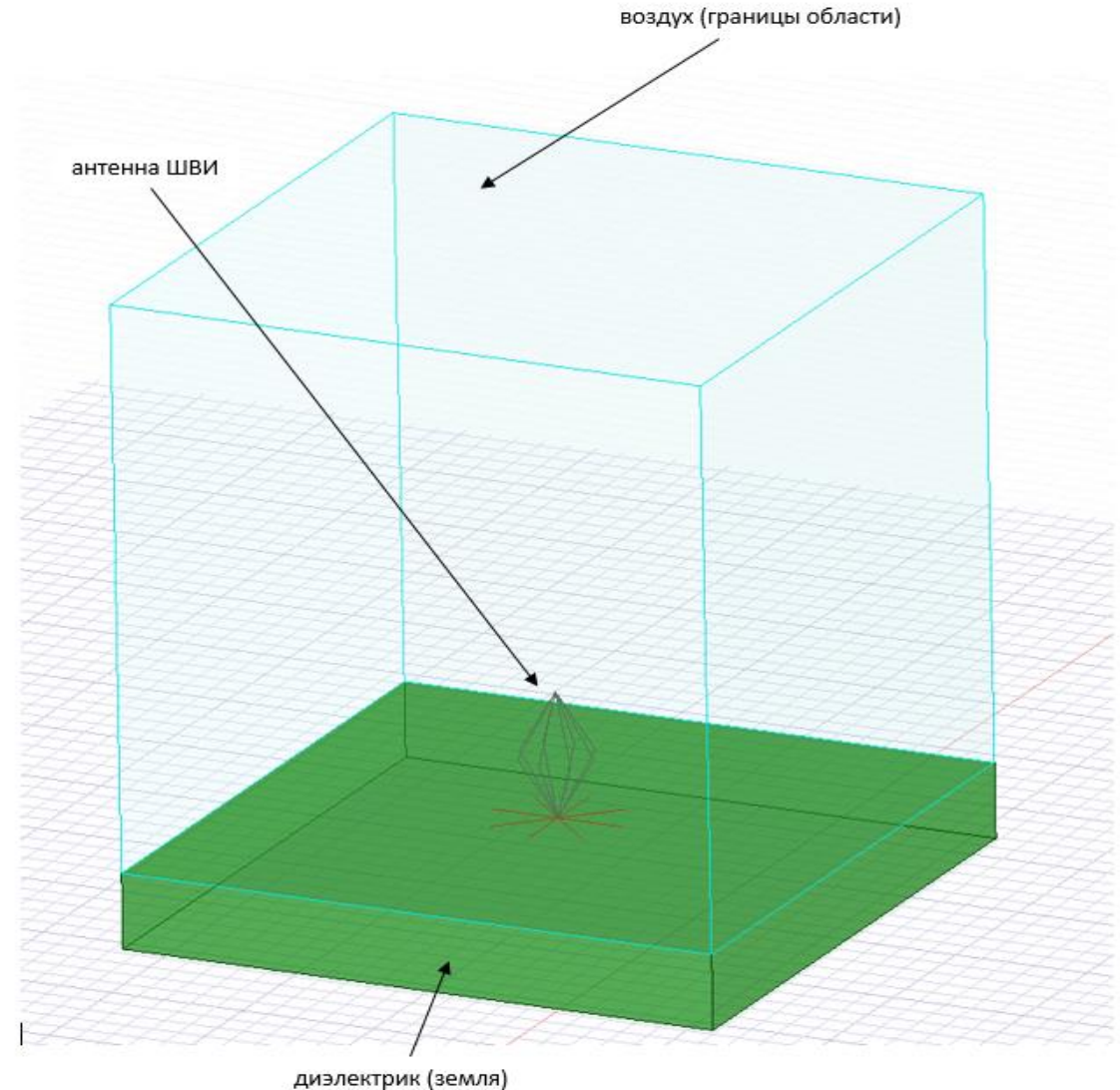


Рис. 4. Антенна ШВИ на разделе двух сред

Значение КДП

Моделирование антенны проводилось для двух типов подстилающей поверхности – суглинок и суглинок илистый. Значения комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) приведены в таблице 1 [1]

Таблица 1

Тип почвы	Частота, МГц	Действительная часть КДП			Проводимость, мСм/м		
		Влажность			Влажность		
		10%	26%	33%	10%	26%	33%
Илистый суглинок	5	4,8	12,4	16,7	12,7	25,9	30,9
	20				12,8		
Суглинок	5	21,5	29,6	41,0	32	113	171
	20	14,5	23,9	33,2	39	119	178

[1] Кривальцевич Сергей Викторович, Яценко Александр Сергеевич, Майненгер Ксения Алексеевна, Кудрин Олег Иванович, Зубков Михаил Павлович Влияние подстилающей поверхности на направленные характеристики антенн ДКМВ диапазона, АПР 2019 Физика радиоволн: излучение, прием и использование

Диаграмма направленности модели ШВИ

- При моделировании изменялись параметры нижнего полупространства и фиксировались на частотах 5 и 20 МГц значения коэффициентов усиление.
- В качестве примера на рисунке 5 приведен вид диаграммы направленности антенны на частоте 5 МГц.

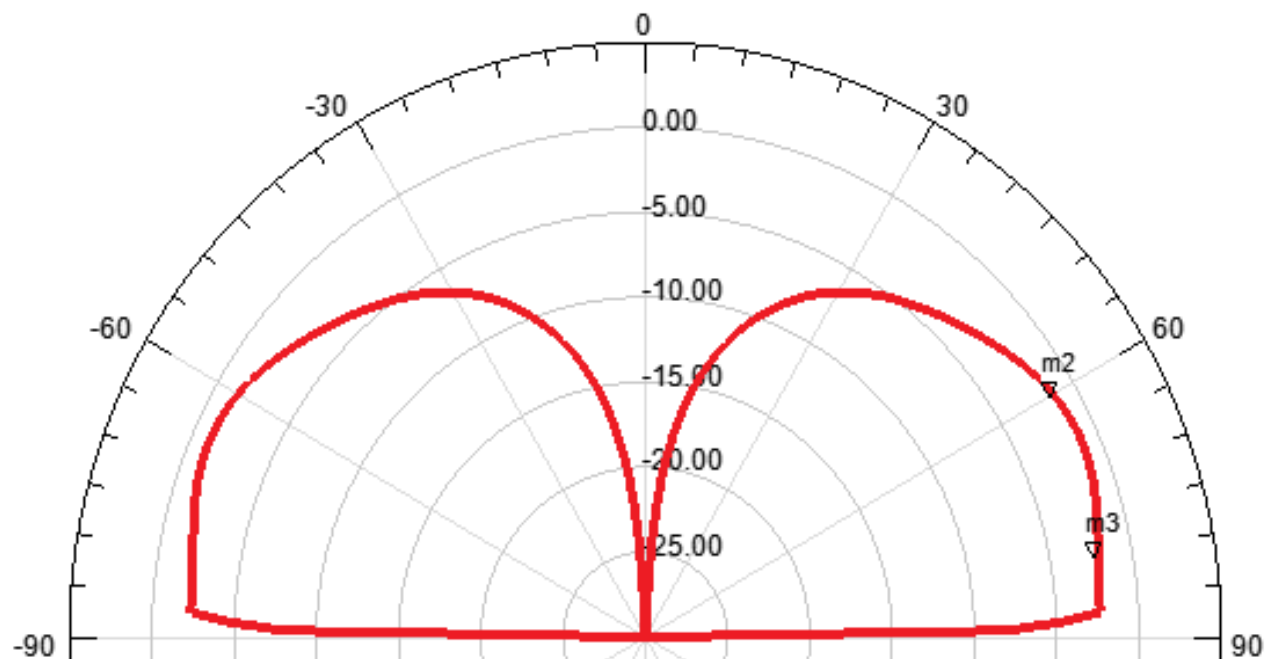


Рис. 5. Диаграмма направленности на частоте 5 МГц

Значение коэффициентов усиления для разных значений КДП модели антенны

Далее для остальных значений илистого суглинка и суглинка был произведен расчет диаграмм направленности (по которым определялось усиление) для трех типов влажностей. Полученные результаты были сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Тип почвы	Зенитный угол, град	Частота, МГц	G, дБ		
			Влажность		
			10%	26%	33%
Илистый суглинок	60	5	-2,9	-2,3	-1,4
Суглинок			-2,2	-1,6	-1,3
Илистый суглинок		20	1,8	0,9	1,6
Суглинок			1,4	1,6	1,6
Илистый суглинок	80	5	-7,7	-6,0	-2,7
Суглинок			-5,5	-3,3	-2,0
Илистый суглинок		20	-4,8	-5,1	-4,0
Суглинок			-2,9	-4,2	-3,8

Заключение

- В результате проведенной работы создана электродинамическая модель антенны;
- Проведена оценка влияния подстилающей поверхности на направленные характеристики антенны КВ диапазона;
- Выявлено, что с ростом проводимости, то есть с увеличением влажности, происходит увеличение коэффициента усиления;
- Рассмотренные в предыдущем семестре методы моделирования, не позволяют использовать программу для точной оценки неоднородных сред сложной или объемной формы.

Список литературы

1. *Кривальцевич Сергей Викторович, Яценко Александр Сергеевич, Майненгер Ксения Алексеевна, Кудрин Олег Иванович, Зубков Михаил Павлович Влияние подстилающей поверхности на направленные характеристики антенн ДКМВ диапазона, АПР 2019 Физика радиоволн: излучение, прием и использование*
2. *Маренко В.Ф. широкополосных вертикальный излучатель : пат. на изобр. 2289180 Рос. Федерация. Заявл. 31.01.2005, опубл. 10.12.2006. Бюл. №34*
3. *ANSYS : офиц. сайт. URL: <https://www.ansys.com> [дата обращения 24.05.2023]*
4. *Банков С.Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР, - М.: Солон-Пресс, 2008 – 276с.*
5. *Метод конечных элементов в технике – М.:Мир, 1975.*

Спасибо за внимание