

Применение метода FDTD для оценки направленных характеристик излучающих систем

Никитин Максим Олегович
ОмГУ, ФРБ-702

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме

$$\mathit{rot}\vec{E} = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\mathit{div}B = 0$$

$$\mathit{rot}\vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial D}{\partial t}$$

$$\mathit{div}D = p$$

Разностные схемы

Первая производная

$$x = \frac{dy}{dt} \Rightarrow \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_i - y_{i-1}}{t}$$

Вторая производная

$$\begin{aligned} x &= \frac{d^2 y}{dt^2} \Rightarrow \frac{\Delta^2 y}{\Delta t^2} = \\ &= \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{2\Delta t} = \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\Delta t^2} \end{aligned}$$

Разностные соотношения для уравнений Максвелла для двумерного случая

$$E_x^n(i, k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} \cdot E_x^{n-1}(i, k) - \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon + \sigma\Delta t)\Delta z} \left[H_y^{n-1/2}(i, k) - H_y^{n-1/2}(i, k-1) \right]; \quad (1)$$

$$H_y^{n+\frac{1}{2}}(i, k) = H_y^{n-\frac{1}{2}}(i, k) + \frac{\Delta t}{\mu_0\Delta x} [E_z^n(i, k) - E_z^n(i-1, k)] - \frac{\Delta t}{\mu_0\Delta z} [E_z^n(i, k) - E_z^n(i, k-1)]; \quad (2)$$

$$E_z^n(i, k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} \cdot E_z^{n-1}(i, k) + \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon + \sigma\Delta t)\Delta x} \left[H_y^{n-1/2}(i, k) - H_y^{n-1/2}(i-1, k) \right]; \quad (3)$$

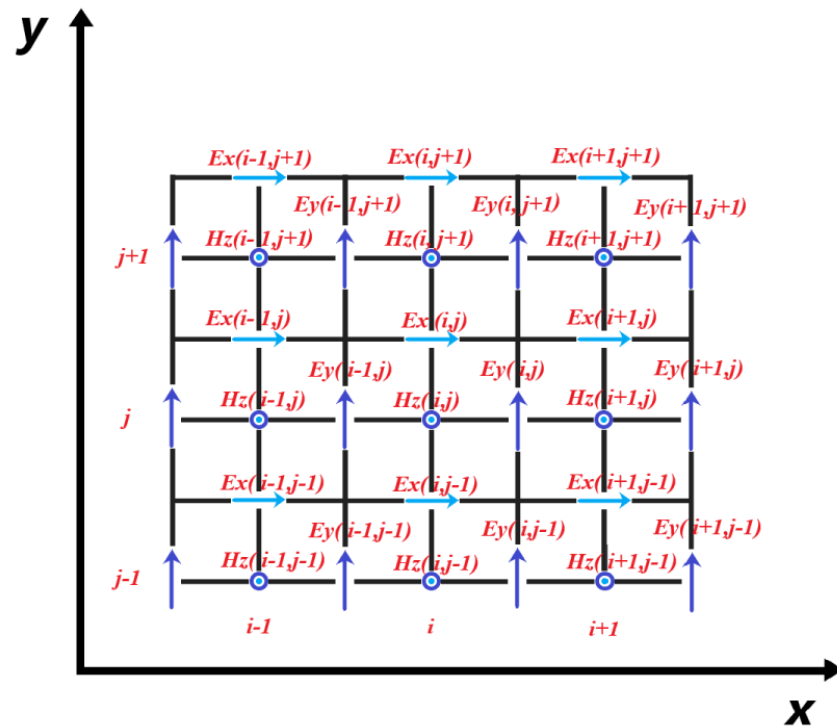
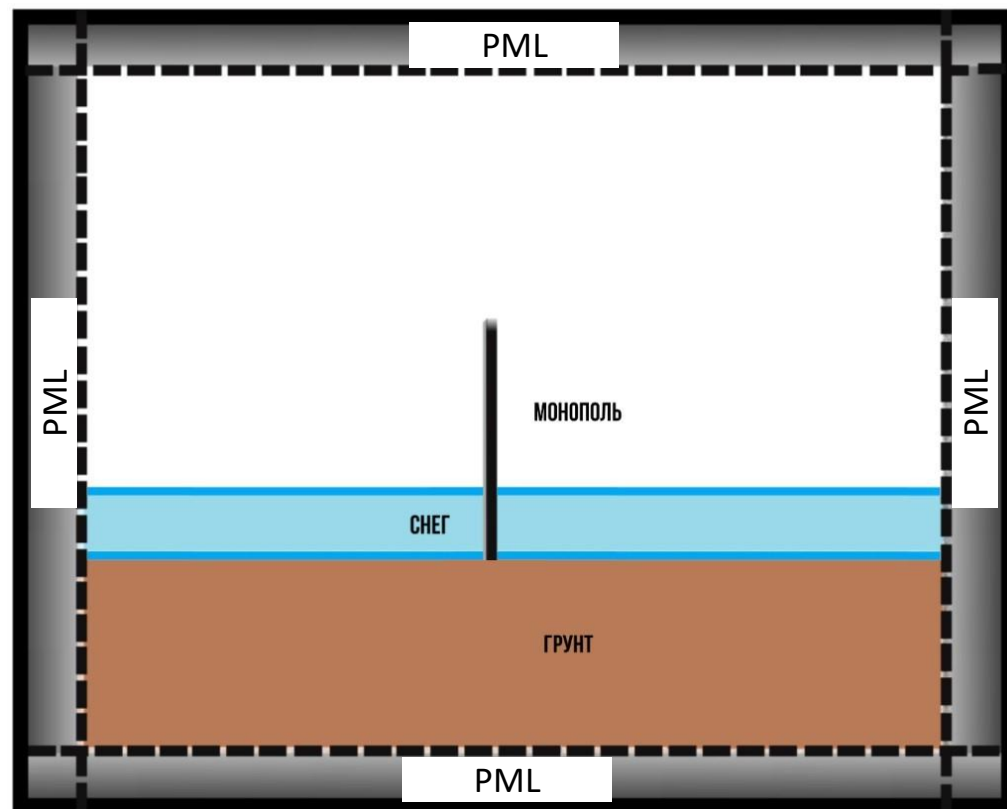
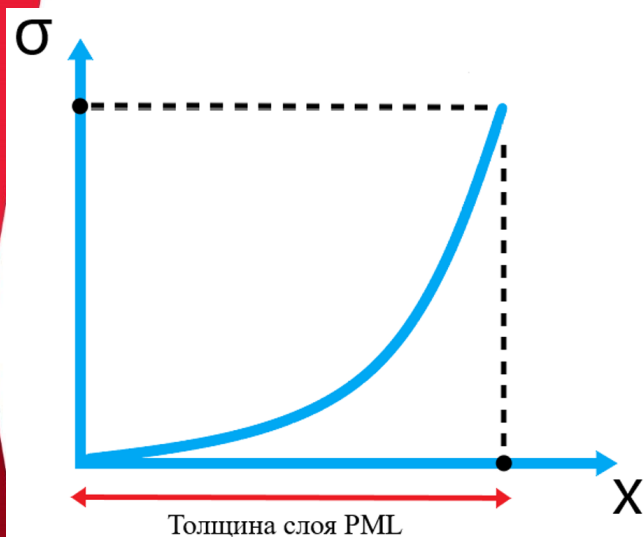
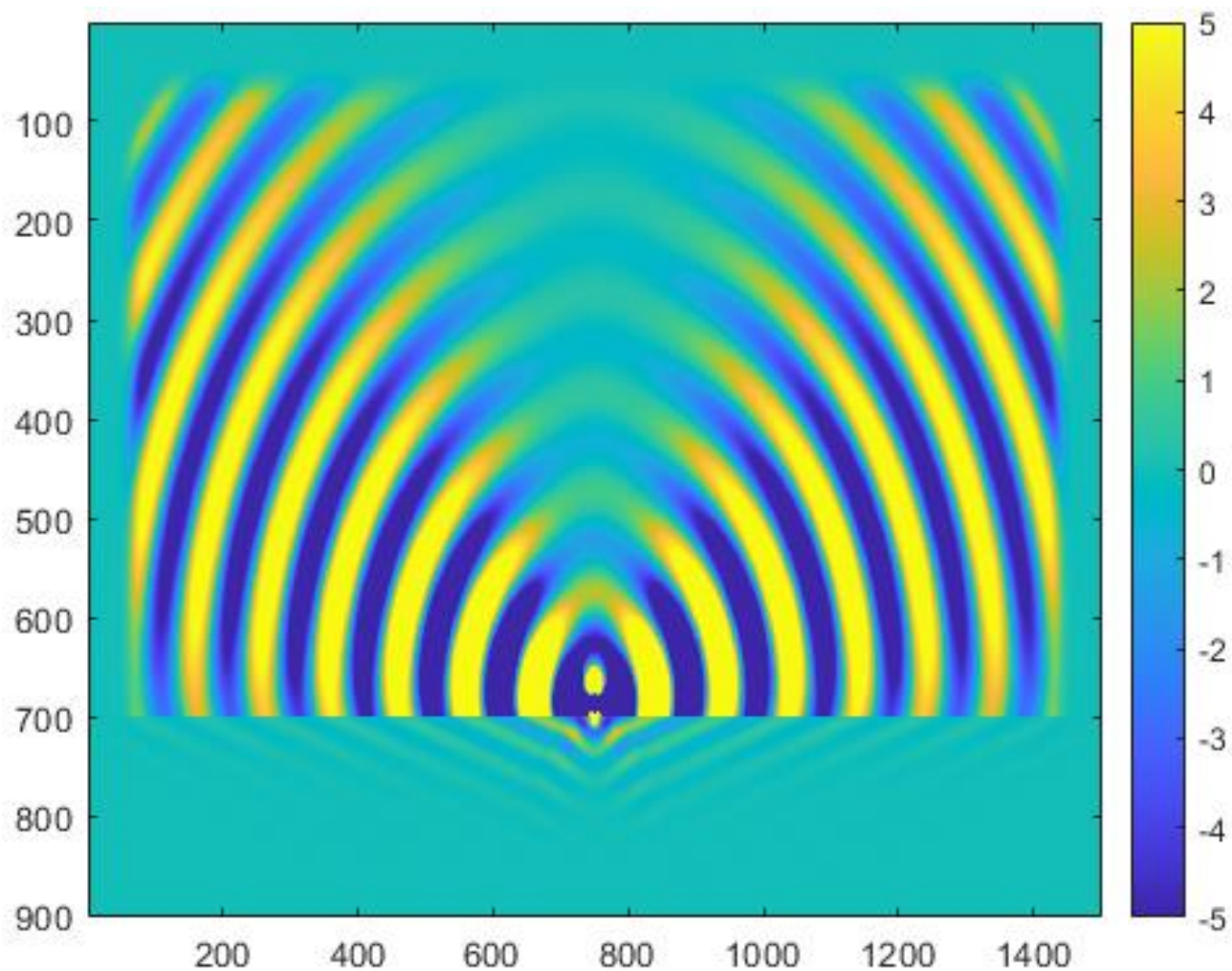


Схема моделирования

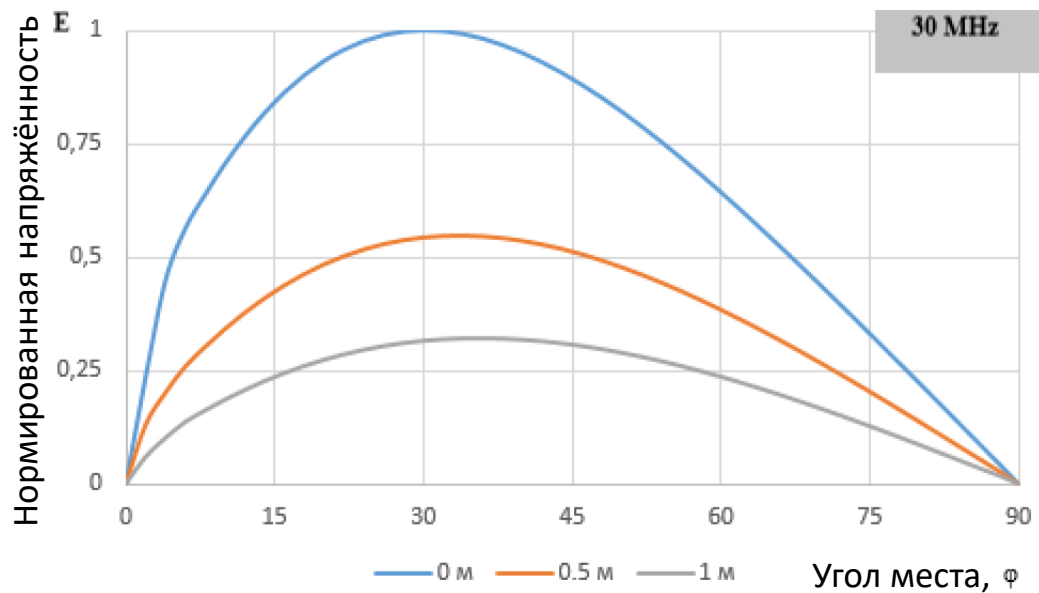
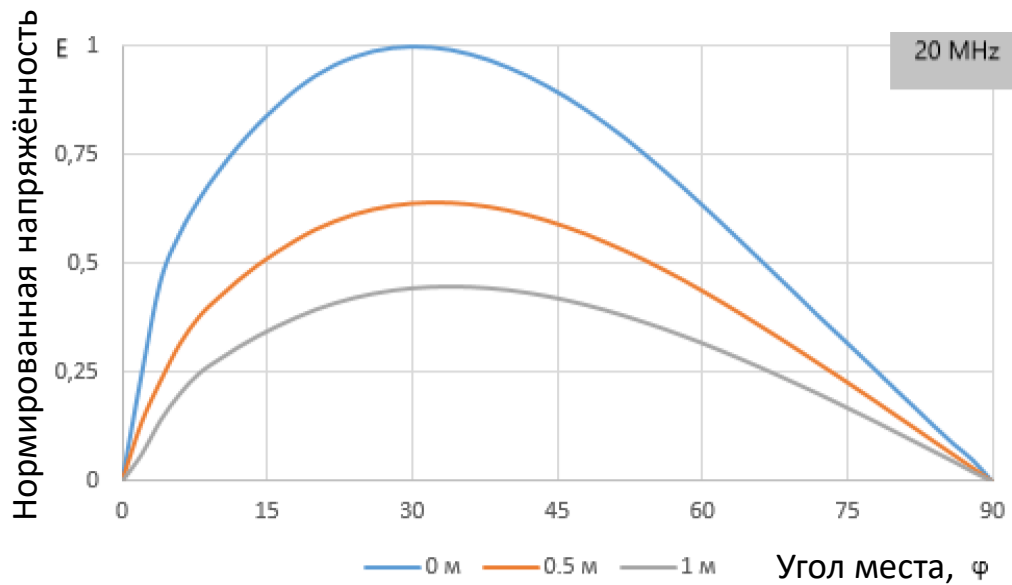


$$\sigma \approx x^n, \text{ где } n = 2 \dots 4$$

Картина поля вблизи монополя



Нормированные направленные характеристики монополя



Выводы:

1. Изучен и программно реализован метод конечных разностей (FDTD) во временной области для двумерного случая.
2. Произведено численное моделирование процесса излучения радиоволн элементарным излучателем.
3. Произведена оценка влияния снежного покрова различной толщины на вид направленных характеристик монополя.



Спасибо за Внимание!

Список литературы:

1. А.Ю Гринёв, А.И Гиголо «Математические основы и методы решения задач электродинамики» Москва «Радиотехника» 2015. 216 с.
2. А.Д. Григорьев «Методы Вычислительной Электродинамики» Москва «Физмалит» 2012. 432 с.
3. А.А. Самарский, А.В Гулин. «Численные методы» Издательство «Наука» Главная редакция физико-математической литературы. 1989 г. 430 с.
4. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Н.М. Кобельков. «Численные методы». БИНОМ Лаборатория знаний, 2008. -646 с.
5. Н.Н. Калиткин. Под редакцией А. А. Самарского. «Численные методы» Главная редакция физико-математической литературы «Наука», М., 1978. 512 с.
6. J. P. Berenger, JOURNAL OF COMPUTATIONAL PHYSICS. 114, 185 (1994)

Контакты:



<https://vk.com/nikitinm1999>



nikitinm1999@mail.ru