

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ДИПОЛЬНОЙ АНТЕННОЙ

Исходя из того, что мобильный телефон является устройством излучающим электромагнитные волны, а точнее излучает антенна мобильного телефона, смоделируем дипольную антенну и взаимодействие электромагнитного излучения сотового телефона с телом человека, как с экранирующими материалами, так и без них.

### Построение геометрической модели дипольной антенны

Для создания геометрической модели дипольной антенны в XFDTD необходимо выбрать окно редактирования геометрии. По умолчанию Geometry/View. Далее нажимаем кнопку Cylinder на панели окна Geometry/View.

В появившемся окне (рисунок 1) вводим данные о геометрических характеристиках цилиндра. Указывать значения выбираем в сантиметрах.

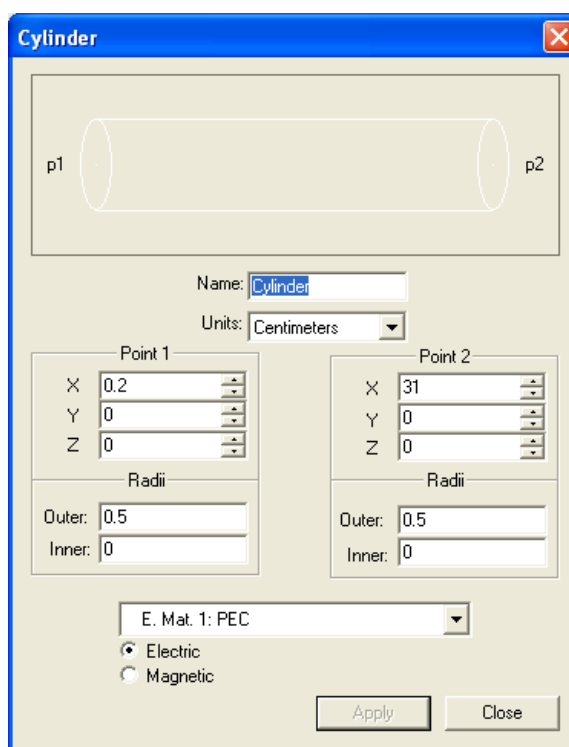


Рисунок 1 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

Затем в этом же окне левой кнопкой мыши жмем на блок выбора материала (рисунок 2). Материалом антенны выбираем PEC (материал обладающих хорошими электрическими свойствами).

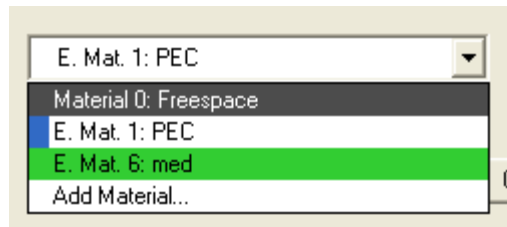


Рисунок 2 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

Далее жмем кнопку Apply для создания заданного цилиндра.

Затем цилиндр необходимо копировать и вставить левее существующего. Это делается с помощью команды Edit/Copy and Paste в левой части окна (рисунок 3).

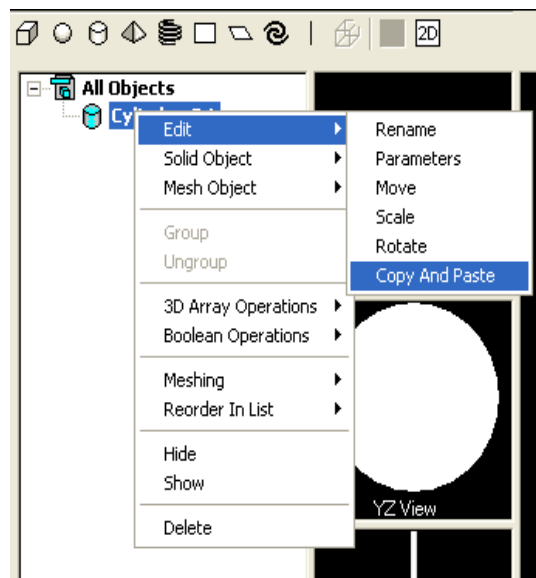


Рисунок 3 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В появившемся окне (рисунок 4) вводим необходимые параметры копирования.

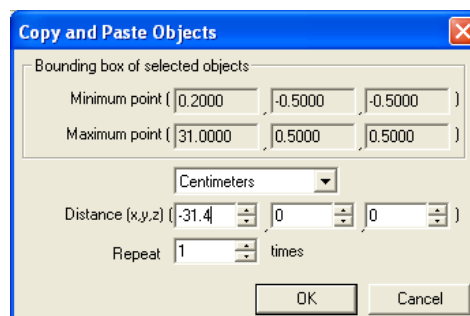


Рисунок 4 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В окне редактирования геометрии (рисунок 5) появляется второй цилиндр



Рисунок 5 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В окне геометрии ждем на кнопку Mesh. С левой части окна в разделе New mesh parameters вводим следующие параметры: размерность сетки в сантиметрах, размер ячейки 0.588 см в каждом направлении, отступ вокруг модели 25 ячеек (рисунок 6). Ждем кнопку Generate Mesh.

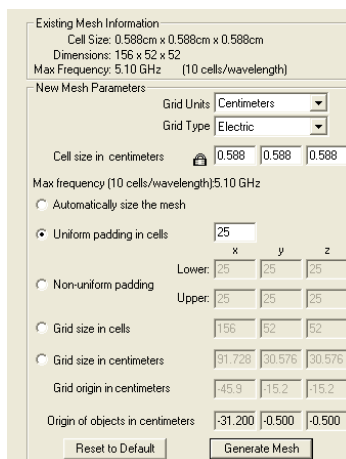


Рисунок 6 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В правой части окна визуально показана область, в которой программы будет производить расчеты (рисунок. 7).

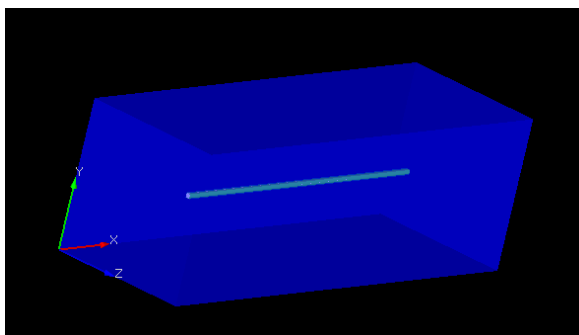


Рисунок. 7 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны (произведенный расчет)

Процесс размещения компонентов необходимо начинать с окна Geometry/View в режиме Mesh Mode. Для создания нагрузки будет использоваться простой резистор 50 Ом. Его необходимо разместить в центре антенны. Для этого в геометрическом центре цилиндров жмем правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбираем Edit Port (рисунок 8).

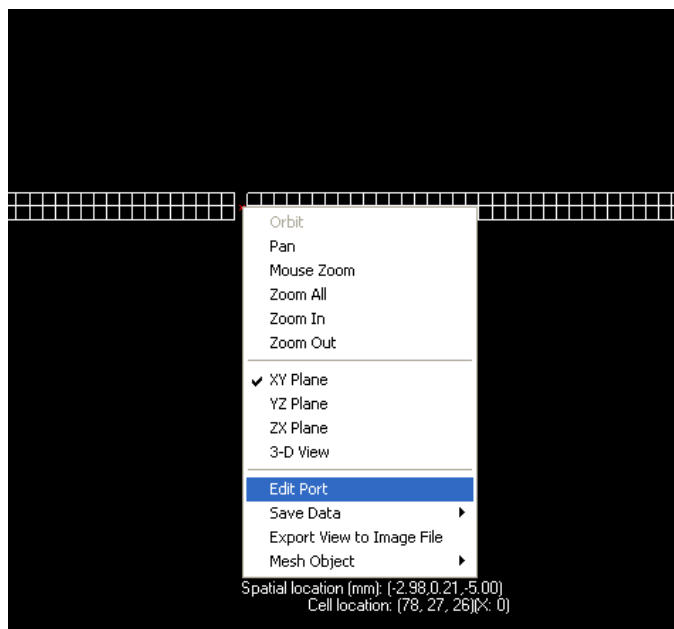


Рисунок 8 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

После этого у нас откроется окно Run Parameters>Components/Ports в котором необходимо ввести значения компонента как показано на рисунке 9 и нажать кнопку Add Component.

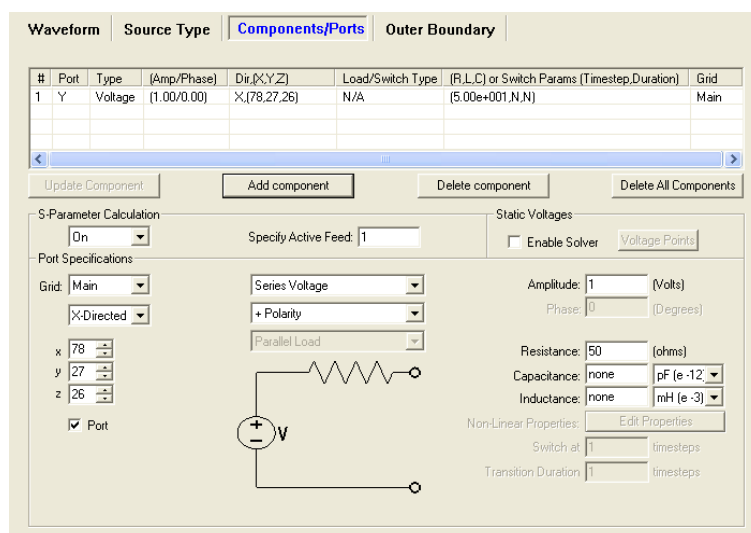


Рисунок 9 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В окне Geometry/View можно увидеть размещенный нами компонент обозначенный зеленым цветом (рисунок 10).

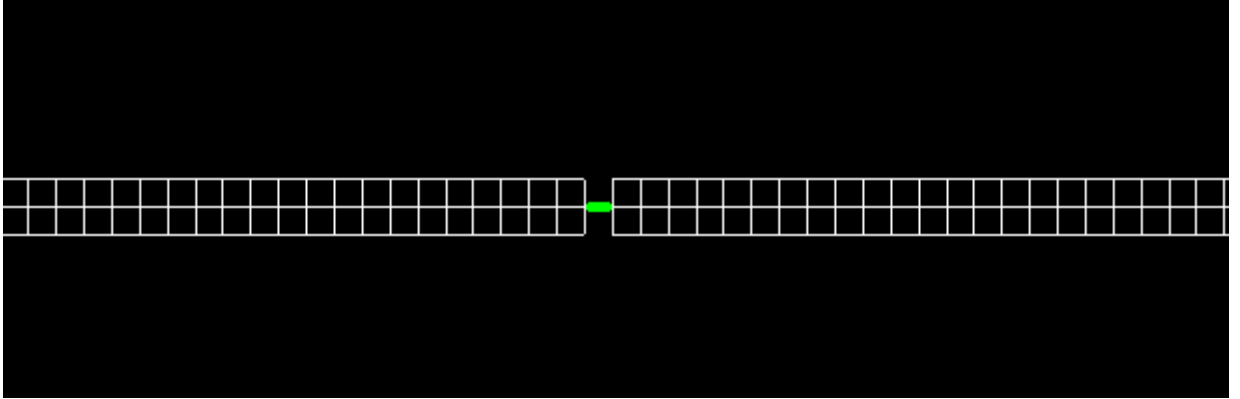


Рисунок 10 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

### Задание параметров дипольной антенны

В ходе исследований было решено выбрать сигнал со следующими характеристиками:

Форма сигнала: Синусоидальный

Частота: 0.47 GHz

Количество временных отрезков: 2000

Данные параметры необходимо ввести окне Run Parameters>Waveform (рисунок 11).

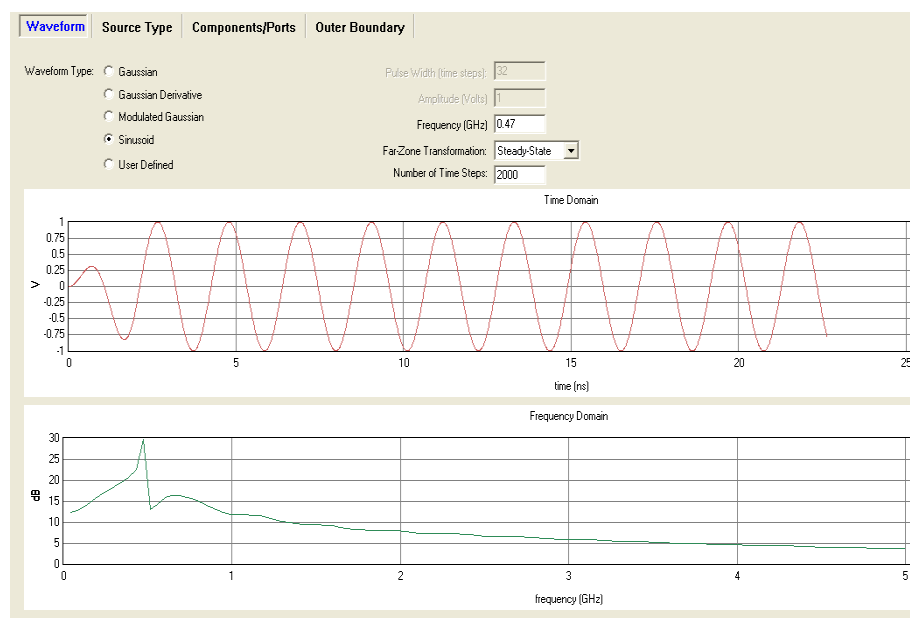


Рисунок 11 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

Затем для создания визуализации распространения электромагнитного излучения необходимо задать области, в которых будет происходить сохранение. Для этого возвращаемся к окну Geometry/View нажимаем в любом месте

геометрического образа антенны правой мышкой и в появившемся меню выбираем Save Data>Transient Fields (рисунок 12).

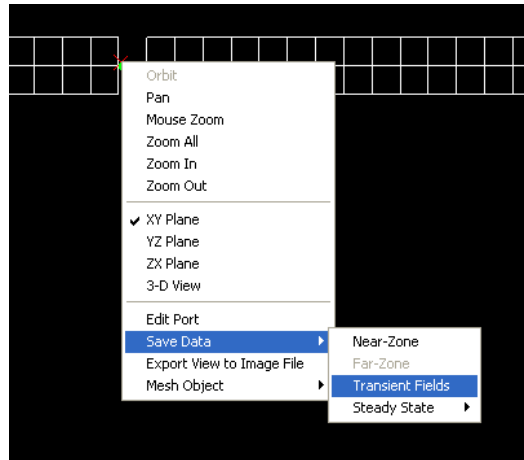


Рисунок 12 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В ячейке Ending Time Step вводим 800, остальные значения оставляем без изменений и нажимаем кнопку Add Sequence. Затем в окне Geometry/View в любом месте геометрической модели антенны нажимаем правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбираем Save Data> Near-Zone (рисунок 13).

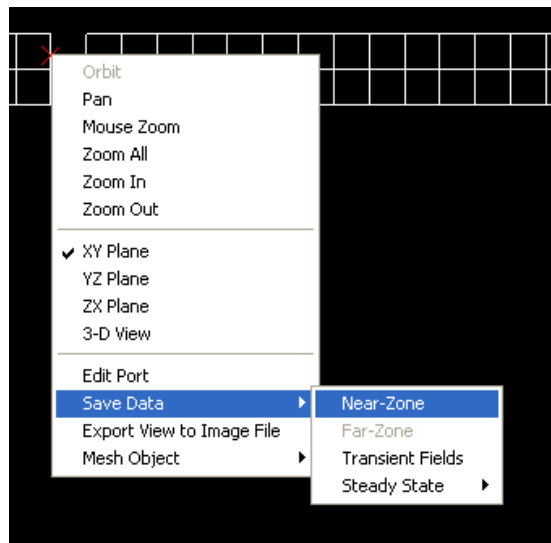


Рисунок 13 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

В окне Save Near-Zone Data необходимо установить флажок для параметра Ez Total и нажать кнопку Add Point, затем установить флажок для параметра Jz и нажать кнопку Add Point (рисунок 14).

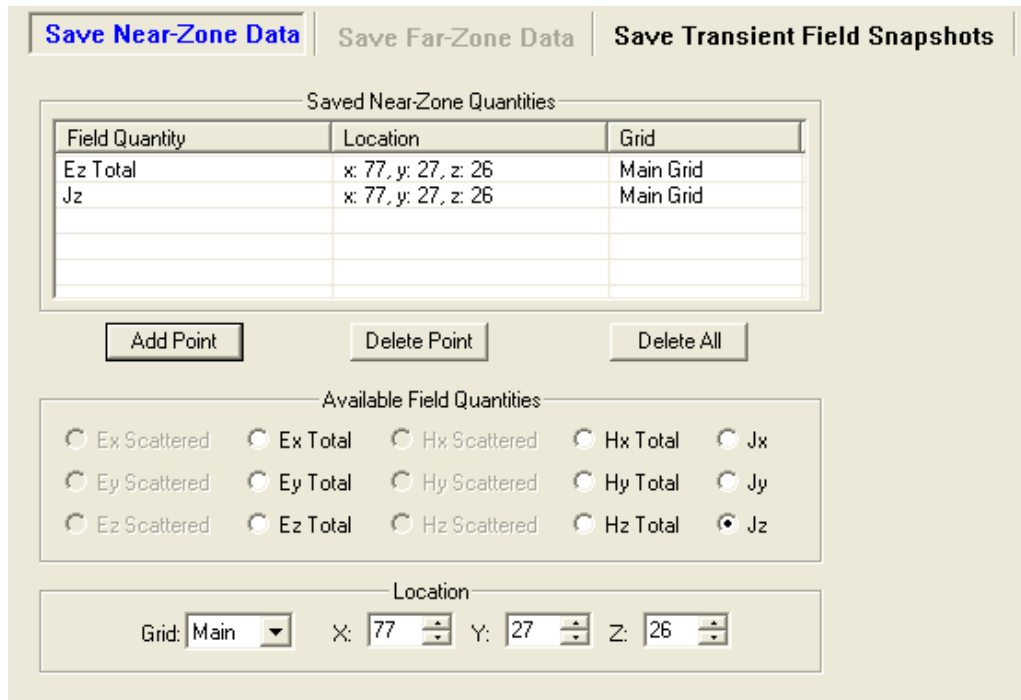


Рисунок 14 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

После этого геометрию антенны и отдельно сам проект необходимо сохранить. Это делается с помощью меню File>Geometry>Save и меню File>Project>Save (рисунок 15).

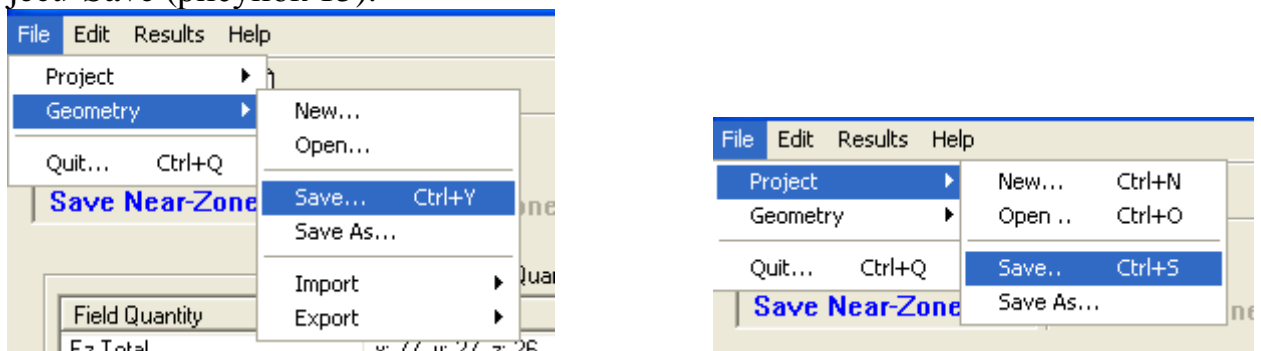


Рисунок 15 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

Затем можно приступить к расчету. Для этого в окне Results>Run Calculation необходимо нажать на кнопку Calculate (рисунок 16).

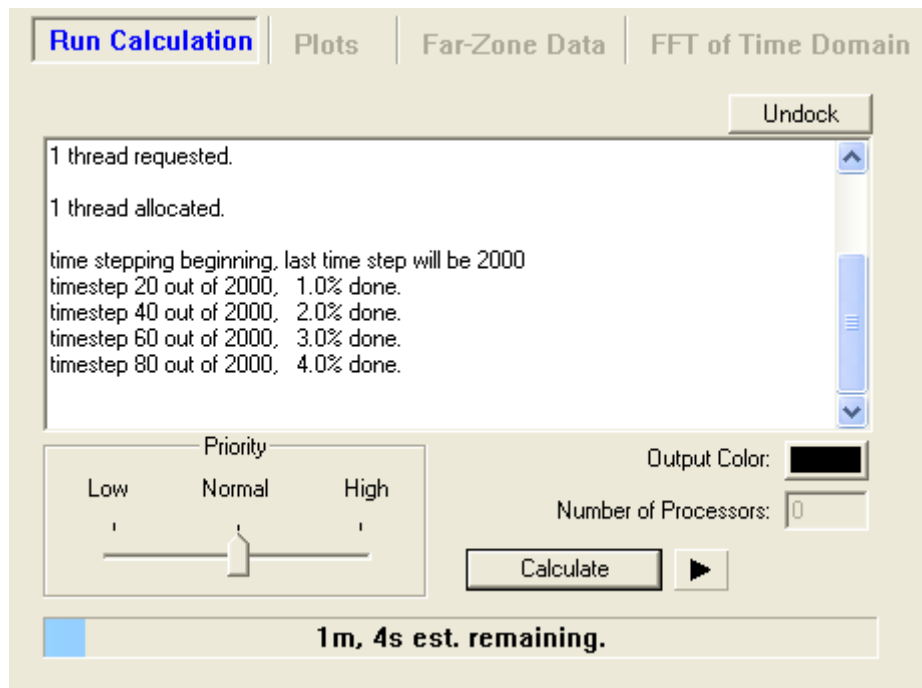



Рисунок 16 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны

После окончания расчетов нужно заняться изучением результатов. Для этого в меню окна Geometry/View (рисунок 3.21) необходимо нажать на кнопку . В появившемся окне в строке Transient Fields Sequence нажимаем на знак «+» делаем двойной щелчок мышью по открывшейся строчке. Затем кнопками с условными обозначениями можно управлять просмотром видеоизображения распространения электромагнитного излучения.

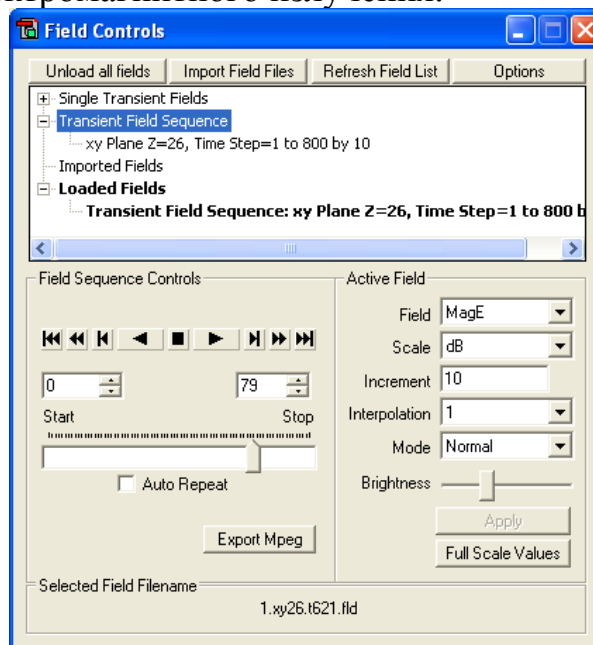


Рисунок 17 - Вид рабочего окна при моделировании дипольной антенны



Полученное видеоизображение можно сохранить как видеофайл, или каждый кадр как отдельный рисунок (рисунок 18-21). Для этого в окне Field Controls жмем кнопку Export Mpeg и в появившемся окне вводим в ячейке framerate 30 и ставим флажки на значениях Automatically Grab Snapshots и Save JPEG of Each Snapshot а также указываем путь к папке в которой будет сохраняться видеофайл. Затем возвращаемся к окну Field Controls и нажимаем кнопку Play. После окончания расчетов в окне MPEG Exporter убираем флажок с значения Automatically Grab Snapshots и жмем кнопку Encode.

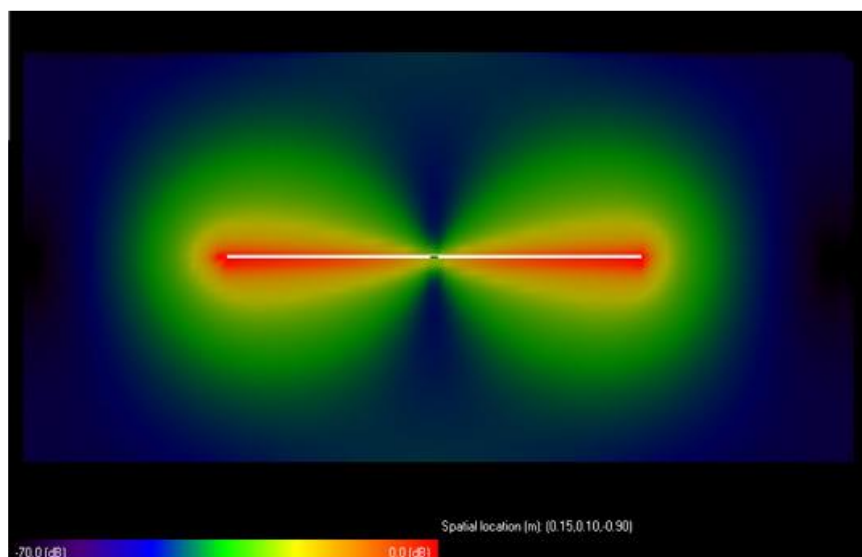


Рисунок 18 - Результат моделирования дипольной антенны

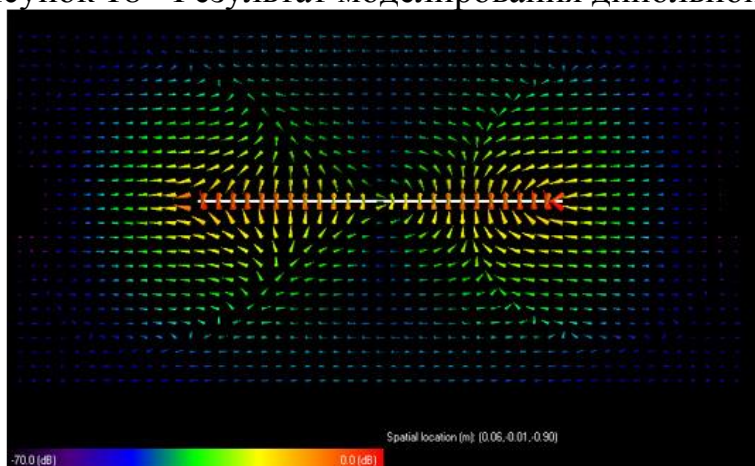


Рисунок 19 - Результат моделирования дипольной антенны (сохраненный отдельными рисунками)

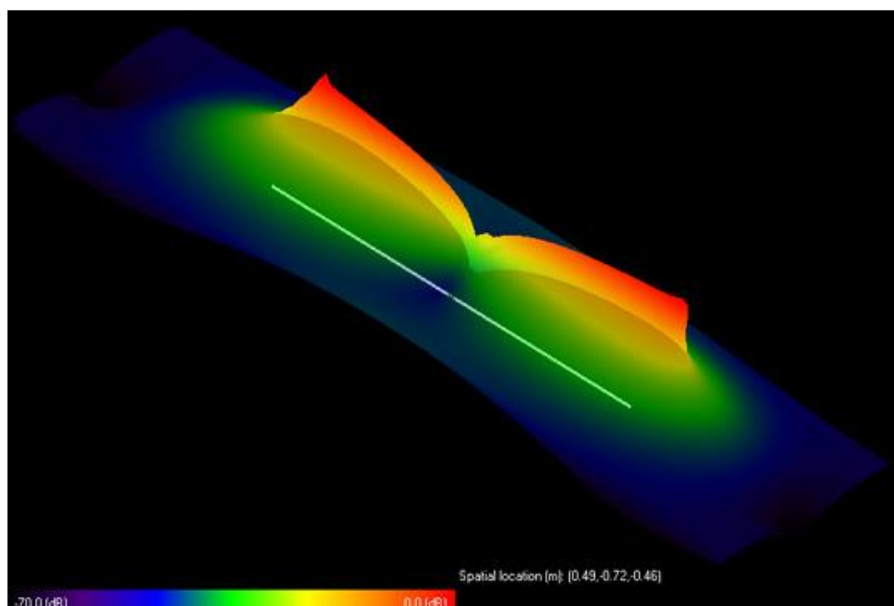


Рисунок 20 - Результат моделирования дипольной антенны (сохраненный отдельными рисунками)

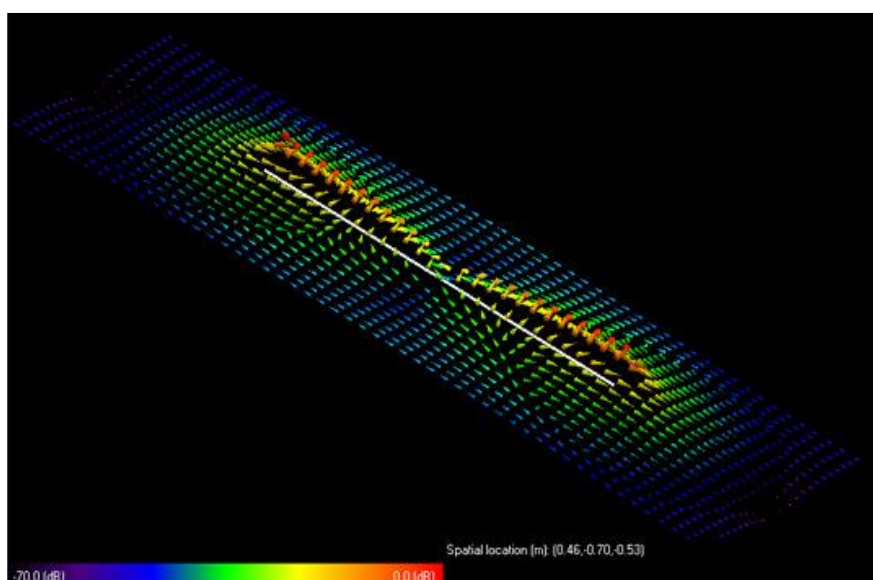


Рисунок 21 - Результат моделирования дипольной антенны (сохраненный отдельными рисунками)

Для получения результатов в виде графических зависимостей необходимо перейти к окну Results>Plots. В разделе окна Available Data Of Selected Type выделяем третью строчку и ждем на кнопку Add Selected Plot. Затем нажимаем на кнопку Edit Plot Parameters и в появившемся окне подписываем оси Time (ns) и Voltage. Ждем кнопку Apply и в окне Results>Plots кнопку Plot. Получаем график (рисунок 22).

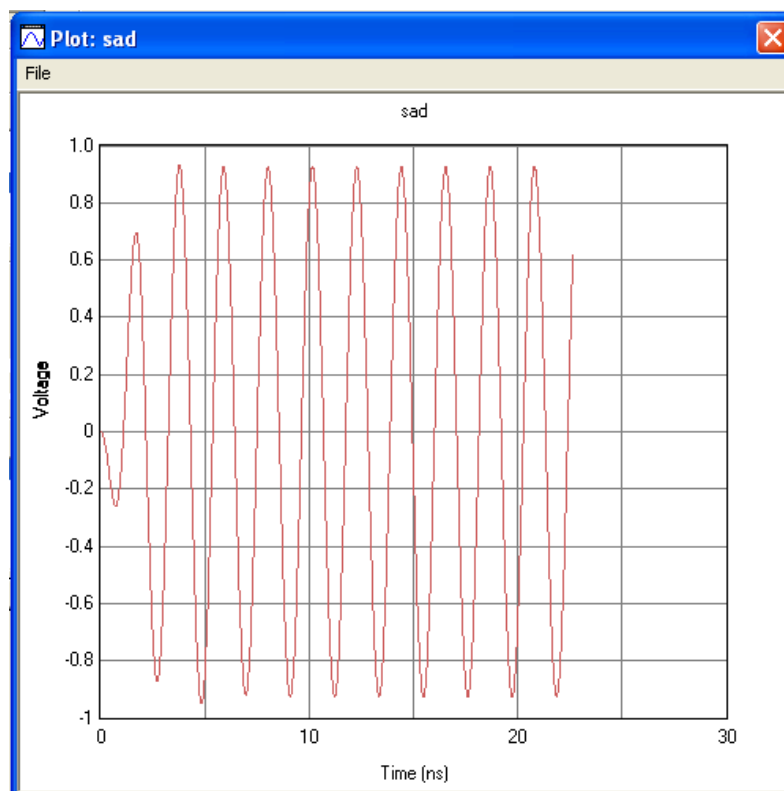


Рисунок 22 - Результаты моделирования представленные графической зависимостью

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Предельно допустимые уровни электромагнитного излучения радиосредств сотовых систем подвижной связи / А.Л. Бузов, Ю.И. Кольчугин, К.В. Никонова и др. // Электросвязь. – 1997. – N 10. – С.24-25.

2. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой связи: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.8 / 2.2.4.019-94. - М.: Информ.-издат. центр Госкомсанэпиднадзора России, 1995. – 7 с.

3. Антенно-фидерные устройства базовых станций подвижной связи: экологическая безопасность / А.Л. Бузов, Л.С. Казанский, В.А. Романов, Сподобаев Ю.М. // Мобильные системы. - 1998. - N 2. - С. 15-18.

5. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Оценка риска от воздействия ЭМП комплексов телекоммуникационных технических средств // Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 2-й Междунар. конф. "Пробл. электромагн. безопасности человека. Фундамент. и прикл. исслед. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация". 1999 г., Москва. – М., 1999. – С. 105-106.