

СЛАЙД 1

При подаче на вход антенны кратковременного импульса возникает возбуждение, сосредоточенное на одном или нескольких локальных участках антенны. Положение этих возбужденных участков изменяется во времени, по мере их движения вдоль проводников. Такие перемещающиеся в пространстве участки малых размеров можно считать движущимися сосредоточенными зарядами. А полем излучения антенны можно считать сумму полей, создаваемых этими зарядами.

Сформулированные выше положения можно описать исходя из **рисунка на слайде**. На левом **рисунке** показано условное расположение силовых линий вокруг провода в некоторый момент времени. Электрическое поле отлично от нуля на небольшом участке проводника. По нормальной составляющей поля можно подсчитать поверхностную плотность заряда

Поверхностную плотность заряда также можно подсчитать через уравнение непрерывности, при условии, что известен ток в проводнике.

Зависимость поверхностной плотности заряда от поперечных координат может не учитываться при рассмотрении тонких проводников. Зависимость линейной плотности заряда от продольной координаты изображена на центральном **рисунке**. На правом **рисунке** показан сосредоточенный заряд, движущийся вдоль проводника с некоторой скоростью, зависящей от времени. Полагается, что поле излучения этого сосредоточенного заряда близко к истинному полю **на левом рисунке**.

Представление излучения проволочных антенн полями сосредоточенных движущихся зарядов составляет суть зарядовой модели. Ввиду того, что ток по определению представляет движение зарядов, переход при расчетах от токов к зарядам погрешности не вносит.

Погрешность возникает при переходе от реальных движений к упрощенным а, следовательно, замене распределенных зарядов сосредоточенными.

СЛАЙД 2

Согласно теории, заряд вносит вклад в создаваемое поле только при изменении своей скорости. Таким образом, производить расчёты нужно при каждом изменении траектории заряда, что в свою очередь гарантирует малое количество требуемых вычислений для создаваемого поля.

СЛАЙД 3

Формула расчёта электрического поля, полученная первыми исследователями этой теории, а позже подтверждённая в данной работе указывает на относительную простоту вычислений в случае движения заряда по проволочной антенне.

Здесь, β — скорость перемещения заряда β с точкой, соответственно, производная от данной скорости по времени. Вектор \mathbf{n} — вектор нормали от точки наблюдения к излучающей поверхности.

Однако, что произойдёт, если мы пожелаем рассчитать поле антенны более сложной формы, чем проволочная?

СЛАЙД 4

На представленном сейчас слайде демонстрируется распространение сгустка заряда от геометрического центра некоторой проводящей площадки в двумерной плоскости. Как можем наблюдать, сам заряд распространяется по квадратичному закону и, в целом, на всей площади данного проводника будет постоянным. Однако, на её краях результирующий заряд никогда не будет равен изначальному заряду, положенному в центре. Таким образом, мы наблюдаем не постоянство заряда, а значит, предлагаемая выше формула здесь не имеет силы, в виду того что в ней заряд не изменяем.

СЛАЙД 5

Во всех найденных источниках, проблема одномерности формулы не раскрывалась, а выводы ограничивались лишь наиболее простым частным случаем.

Для того что бы это исправить, была получена новая формула, на сей раз учитывающая переменный заряд. За основу, были взяты уравнения Максвелла, представленные на текущем слайде.

СЛАЙД 6

На наш взгляд, наиболее простой способ решения обозначенной проблемы, можно получить исходя из потенциалов Лиенара — Вихерта, представленных здесь. Взяв интеграл от плотности заряда по объёму получаем уравнение для скалярного потенциала, а решив интеграл от тока по объёму получаем векторный потенциал.

Сразу стоит отметить то, что эти функции, по своей сути — дельта функции, так как интересующее нас излучение берётся в моменты изменения скорости.

СЛАЙД 7

Решив представленные системы, получаем следующую формулу. Теперь можно отчётливо увидеть переменные компоненты заряда антенны.

При желании, из неё можно получить частную форму для случая распространения заряда по проволочной антенне и мы получим выражение представленное ещё в начале презентации.

Как мы видим, полученная формула не является чем-то сверх сложным, а её новый вид позволяет рассматривать задачи связанные с излучением заряда в случае конструирования антенны в эн - мерных плоскостях, что наглядно демонстрируется на следующем слайде.

СЛАЙД 8

Вернувшись к представленному ранее рисунку, для случая проволочной антенны и сравнив модель распространения с треугольной антенной можем наглядно увидеть разницу между одномерным и многомерным случаями.

Сгусток заряда, сформированный на проволочной антенне, в силу геометрии антенны не может расплыться по её форме. Однако, если возьмём равнобедренную треугольную антенну, то здесь становится очевидным, что заряд, сформированный в точке запитки, по мере приближения к её основанию будет рассредотачиваться на некотором увеличивающемся участке, в следствии чего, единичная площадка излучающей поверхности даст меньший вклад в формирование поля, чем это было в случае проволочной антенны.

СЛАЙД 9

Приведённый в данной работе метод так же сравнили с одним очень популярным методом предложенным Кейном Йи для расчёта полей, создаваемых антеннами во временной области.

Он, пользуясь тем фактом, что согласно уравнениям Максвелла, изменение электрического и магнитного полей зависит от их взаимного изменения на предыдущих шагах, предложил сеточную модель, в которой электрическая и магнитная составляющая смещены по отношению друг к другу на половину шага дискретизации времени и по каждой из пространственных переменных. Вычисление полей на определённом временном шаге требует наличие значений на предыдущем

Метод Йи был выбран в качестве сравнения прежде всего из-за большого доверия конструкторов к программам, основанным на его основе.

СЛАЙД 10

Не смотря на все достоинства конечно-разностной сетки, у неё есть заметные недостатки. Так, к примеру, для просчета поля даже не сложной антенны требуются большие объёмы памяти под хранение временных результатов. Так же, из-за такой цепочки вычислений требуется большое количество времени работы программы. Так, к примеру, расчёт по данному методу антенны типа «Бабочка» занял по времени 4 часа против 3 секунд импульсного метода, описанного в данной работе. При этом параметры антенны а так же расстояние на котором определялось поле были одинаковы.