

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ FEKO ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА СУДАХ

Кузнецов М.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И.Л.

Севастопольский национальный технический университет, Украина

E-mail: max_kuznetsov@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены законы и уравнения, применяемые в программе FEKO® используемой для анализа электромагнитной обстановки на судах и их влиянии на человека.

1. Введение

Для того чтобы провести строгий анализ электромагнитной обстановки и оценить ее влияние на человека необходимо знание не только судового оборудования и принципов его функционирования, но и фундаментальные законы электродинамики; уравнения Максвелла; скалярные и векторные потенциалы; вектор — функцию Герца; уравнения Даламбера и Гельмгольца; переменные магнитные и электрические диполи; распространение электромагнитных волн в проводящих и непроводящих средах; глубину проникновения волн; отражение электромагнитных волн от различных сред; естественные электромагнитные поля судов; источники переменных магнитных и электрических полей судов с внешней и внутренней модуляций; электрооборудование и прочие размагничивающие устройства, качку судна. Все эти явления и многое другое встречается на судне, а, следовательно, должно быть рассчитано при проектировании конструкции и при эксплуатации судна.

2. Основная часть

Программа FEKO предназначена для решения широкого круга задач, связанных с проектированием СВЧ устройств и антенн, рассеянием электромагнитных волн на сложных объектах, распространением радиоволн в различных условиях и т.д. Главной особенностью программы FEKO, отличающей ее от других коммерческих программ электромагнитного проектирования, является удачное сочетание базового метода моментов (MOM) с приближенными аналитическими методами:

- методом физической оптики (МФО);
- геометрической теории дифракции (ГТД).

Такое сочетание позволяет преодолеть главный недостаток программ компьютерного моделирования высокочастотных структур: большие затраты ресурсов при моделировании объектов с размерами много большими длины волны. В результате появляется возможность решения с хорошей точностью таких задач, как рассеяние радиоволн на самолете или корабле и распространение радиоволн в городских условиях. Расчет ближних полей для оценки электромагнитной совместимости может встретить ряд трудностей. Если сравнивать размеры антенн, которые расположены на пеленгаторной станции, то все они имеют различную структуру, параметры и характеристики. Кроме этого каждая несоизмерима с длиной волны.

Применительно для данной программы задается только очертание судна, его размеры, и характеристики оборудования. Не тратится время на расчет следующих уравнений:

— одномерное волновое уравнение

$$u(x, t) = \frac{\gamma(x+at) + \gamma(x-at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(a) da + \frac{1}{2a} \int_0^t \int_{x-a(t-\tau)}^{x+a(t-\tau)} f(s, \tau) ds d\tau;$$

— закон Гаусса $\nabla \cdot D = 4\pi\rho$;

— закон Гаусса для магнитного поля $\nabla \cdot B = 0$;

— закон функции Фарадея $\nabla \times E = -\frac{\partial D}{\partial t}$;

— теорема о циркуляции магнитного поля

$$\nabla \times H = j + \frac{\partial D}{\partial t},$$

где A — фазовая скорость; E — напряженность электрического поля; H — напряженность магнитного поля; D — электрическая индукция; B — магнитная индукция; ∇ — дифференциальный оператор набла

После построений в программе получаем следующий вид электромагнитной обстановки на балкере (рис. 1).

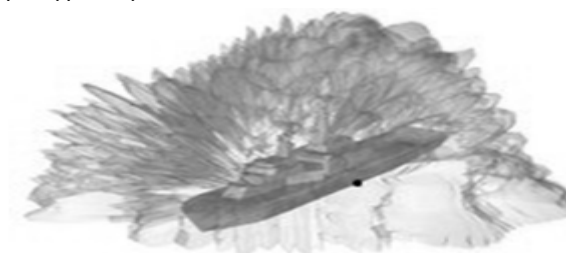


Рис. 1

3. Заключение

Рассмотренная модель была построена для балкера дедвейтом 75000 т, так как данный тип судов очень популярен в современном торговом флоте.

4. Список литературы

- [1] Фок В.А. Законы отражения Френеля и законы дифракции / В.А. Фок // Успехи физических наук. — 1948. — Т. 36, №3. — С. 308 — 327.
- [2] Банков С.Е. Анализ и оптимизация СВЧ структур с помощью HFSS / С.Е. Банков, А.А. Курушин, В.Д. Разевиг. — М.: Солон-Пресс, 2004. — 240 с.

USING THE FEKO SOFTWARE FOR MONITORING THE ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT ON SHIPS

Kuznetsov M.S.

Scientific adviser: Afonin I.L.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

Abstract — The laws and equations used in the program FEKO® for the analysis of the electromagnetic environment on board ships and their effects on humans are considered.