4. Шнейдер П. Инженерные проблемы теплопроводности /П. Шнейдер. – М.: 1980. – 478 с.

**Koneva S.A.**

**Construction of mathematical model of management process of heat exchange in loop of electric a machine**

*Construction of mathematical model solution of process dynamics of heat exchange in a loop of electric machine is observed.*

***Key words**: electric machine, heat exchange, temperature of loop, differential equation.*

**Конєва С.А.**

**Побудова математичної моделі процесу управління теплообміном в обмотці електричної машини**

*Розглядається побудова вирішення математичної моделі динаміки процесу теплообміну в обмотці електричної машин.*

***Ключові слова:** електрична машина, теплообмін, температура обмотки, диференціальне рівняння.*

*УДК 656.61.052*

***Кузнецов М.С., Малышев И.С., Афонин И.Л.***

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА СУДНЕ – ОСНОВА ЖИЗНИ МОРЯКА

*Современный морской флот увеличивается а с ним и количество грузов перевозимых данным видом транспорта, причем с увеличением объёмов перевозок увеличиваются и сами суда в разы и, следовательно, все более новые и ужесточенные требования применяются к этой области грузоперевозок. Международная конвенция SOLAS-74/88 сформулировала новые требования к радиооборудованию и к электромагнитной совместимости судового электро и радиооборудования.*

***Ключевые слова:** радиооборудование, ГМССБ, FECO, электромагнитная обстановка.*

В современной обстановке любой из нас интуитивно понимает, что нас окружает огромное количество радиооборудования, а следовательно, мы имеем огромное количество сигналов различных диапазонов длин волн, влияющих на нас и на используемую аппаратуру. Если на берегу сбой в работе аппаратуры может быть быстро устранен, то в море это чревато тяжелыми последствиями, а иногда на карту может быть поставлена и жизнь моряков. Поэтому тратится огромное количество времени, сил и средств при проектировании оборудования и при его технической эксплуатации на анализ функционирования, взаимовлияния и воздействия на организм человека, как на своем ходовом мостике, так и на палубе судна.

Современно морское судно – это воплощение новейших технологий, а это, как правило, огромный комплекс средств безопасности мореплавания, радиооборудование Глобальной морской системы связи и для обеспечения безопасности мореплавания – ГМССБ и навигационное оборудование, интегрированные системы управления судном, а также средства телекоммуникаций, как правило, спутниковые телефоны, *INTERNET*, телевидение, системы позиционирования (*GPS* стандарта, системы ГЛОНАСС или ГАЛИЛЕО) и многое другое.

Все перечисленное оборудование имеет антенны, работающие в различных частотных диапазонах.

В соответствии с международной Конвенцией *SOLAS*–74/88 минимальный состав аппаратуры ГМССБ и навигационного оборудования включает: две радиолокационные станции (РЛС): *S*–диапазона и *x*–диапазона, спутниковый компас, радиостанции ультракоротковолнового (УКВ) диапазона, радиостанции диапазонов промежуточных (ПВ) и коротких (КВ) волн, навигационный телекс – приемник *NAVNEX*, систему *INMARSAT* (один или два из одобренных стандартов), *GPS* и *DGPS*, автоматическую идентификационную систему – *AIS*. При этом излучение этих средств резко разнится по мощности и по частотному диапазону. Размещение оборудования, в частности, антенн средств радиосвязи, радиолокации и радионавигации должно выполняться в соответствии с Правилами Регистра и другими нормативными документами [1–10]. Приведенные в них инженерные методики расчета позволяют получить представление об электромагнитной обстановке.

Для того чтобы провести строгий анализ электромагнитной обстановки необходимо знание не только судового оборудования и принципы 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 – внешней и внутренней модуляций; электрооборудование и прочее размагничивающие устройства, качку судна. Все эти явления и многое другое встречается на судне, а, следовательно, и должно быть рассчитано при проектировании конструкции и при эксплуатации судна. Палуба любого судна сильно перегружена металлоконструкциями сложной формы, а методика оценки их влияния в указанных документах не приводится. Поэтому схему расположения антенн приходится корректировать по результатам инструментальных измерений, которые могут быть проведены только после постройки. Как следствие, резко возрастает стоимость проводимых работ, а иногда выполнение требований нормативных документов становится возможным только после существенных изменений в конструкции. В работе приведены результаты расчетов, выполненных по руководящим документам. При этом на первом этапе проведен анализ размеров опасных зон и выработки исходного варианта расположения антенн. На втором этапе было выполнено компьютерное моделирование электромагнитной обстановки при помощи программы *FECO*. Поскольку палуба и основные конструкции на ней имеют большие массогабаритные показатели, электромагнитная обстановка моделировалась методом геометрической теории дифракции. Для этого на основании судовой документации разработаны трехмерные модели излучения используемых антенн и их лучевая модель (рис.1).

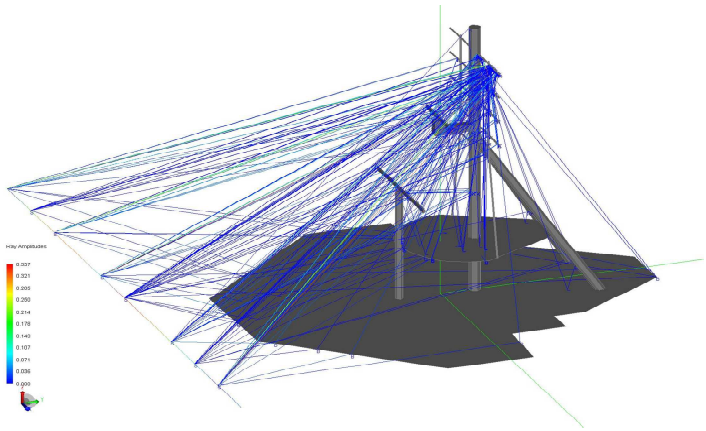

*Рис.1.* Лучевая модель палубы судна

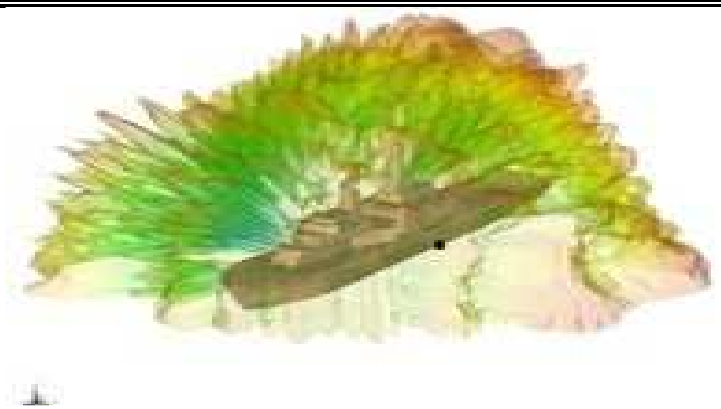

*Рис. 2.* Распределение напряженности электрического поля вокруг судна

Применение метода геометрической теории дифракции позволило кардинально снизить требования к производительности компьютера, и свести временные затраты на проектирование к минимуму.

В результате расчетов построены эпюры распределения электрической напряженности поля для антенн аппаратуры радиосвязи и плотности потока мощности для антенн аппаратуры радиолокации в местах возможного сосредоточения персонала. А также смоделировано влияние судового радиооборудования, находящегося на палубе судна, на пассажиров и членов экипажа судна, то есть проведен экологический мониторинг электромагнитной обстановки. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

На рис.3 показаны результаты расчета электромагнитной обстановки на палубе судна.

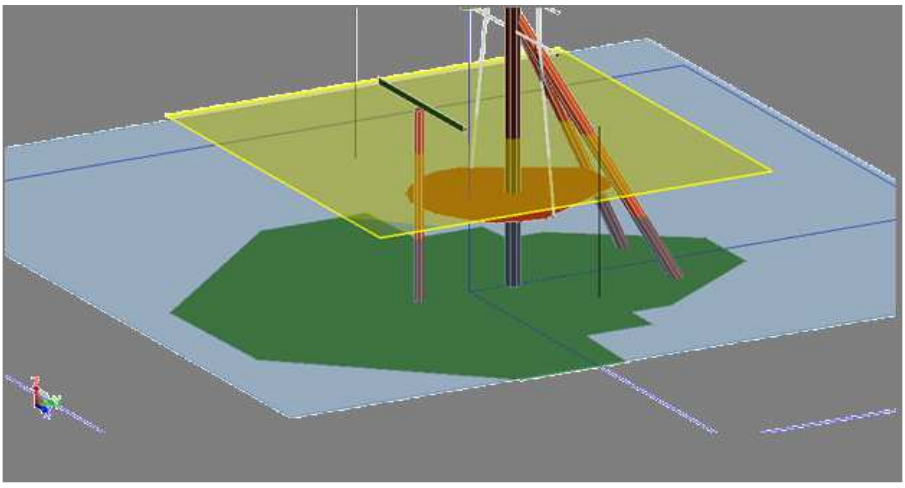

*Рис.3.* Модель электромагнитной обстановки на палубе судна

В настоящее время разрабатываются методики оценки экологической обстановки на различных типах морских судов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фок В.А. Успехи физических наук / В.А. Фок // Дифракция. – 1948. – Т. XXX. – VI. – Вып. 3, – 327 с.
2. *Shckorbatov Y.G. He-Ne laser light induced changes in the state of chromatin in human cells / Y.G. Shckorbatov // Naturwissenschaften.* – 1999. – *V.* 86. – № 9. – *P.* 452–453. НД № 2–020101–053. Правила по оборудованию морских судов. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. Правила о грузовой марке морских судов. – Введ. 2008-10-01. – СПб.: Российский морской регистр , 2008. – 412 с.

3. Рекомендация МСЭ-*R M*.1172. Различные сокращении и сигналы, используемые для радиосвязи в морской подвижной службе, 1995-10-1. – СПб.: Ассамблея радиосвязи МСЭ, 1995. – 251 с.
4. РД 31.54.26-00.Нормы и правила обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) на морских подвижных объектах и методы комплексной оценки ЭМС. – Введ. 1999-02-04 – СПб.: ЦНИИМФ, 2000, – 100 с.
5. 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.
6. РД5Р.8713-93. Аппаратура радиосвязи и радиолокации. – Введ. 97-02-03. – СПб.: ГМП Звезда, 1997. – 38 с.
7. *Comrod Modular Antennas* / *Comrod*. – Б. М., *Comrod*, Б. Г. – 6 с.
8. *FURUNO*. Руководство оператора. УКВ радиотелефон / *Furuno*, – *Furuno EURUS*. – 130 с.
9. *AIS* 200 Руководство пользователя / *Kongsberg*. – М.: Саит-Москва, 2007. – 85 с.
10. *Arpa marine radar with full arpa and AIS function* / *Furuno*. – *Furuno*. – 8 с.

*A modern navy increases and with him and amount of loads transported by this type of transport, thus with the increase of volumes of transportations increase and ships in times and, consequently, more new and toughened requirements are used to this area of грузоперевозок. International convention of SOLAS - 74/88 set forth new requirements to the radio equipment and to electromagnetic compatibility ship electro- and radio equipments.*
***Keywords:*** *radio equipment, ГМССБ, FECO, electromagnetic situation.*

*Сучасний морський флот збільшується а з ним і кількість вантажів що перевозяться цим видом транспорту, причому зі збільшенням об'ємів перевезень збільшуються і самі судна в рази і, отже, усе більш нові і посилені вимоги застосовуються до цієї області вантажоперевезень. Міжнародна конвенція SOLAS - 74/88 сформулювала нові вимоги до радіоустаткування і до електромагнітної сумісності суднового електро і радіоустаткування.*
***Ключові слова:*** *радіоустаткування, ГМССБ, FECO, електромагнітна обстановка.*

*УДК 621.12*

***Кузнецов В.В., Польский Е.В.***

## КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*На основе опыта создания и использования в учебном процессе компьютерных тренажеров представлены основные критерии их эффективности и пути их повышения.*
***Ключевые слова:*** *компьютерный тренажер, имитационная модель, критерий эффективности*

Одним из важных факторов, определяющих эффективность эксплуатации судовых энергетических установок, является степень подготовленности судовых механиков. Относительно высокая сложность и стоимость современных судов, дороговизна углеводородных источников энергии делает проблематичным обучение водителей, основанное на управлении реальными объектами в естественных условиях. Сокращение сроков и повышение качества подготовки операторов возможно при их обучении с применением современных тренажерных комплексов, обеспечивающих имитацию различных штатных и нештатных ситуаций, возникающих в процессе эксплуатации реальной техники. Указанная методика обучения является