

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

В.И. Ярмоленко, А.Л. Приоров

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ**

Учебное пособие

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по специальности
Радиофизика и электроника*

Ярославль 2005

УДК 621.396.6: 621,391,827
ББК 3 841-017я73
Я 75

Рекомендовано
редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2005 года.

Рецензенты:
научно-производственное предприятие
«Ярославское конструкторское бюро радиоприборов»;
кандидат физико-математических наук, доцент А.И. Чегодаев

Ярмоленко, В.И., Приоров, А.Л. Электромагнитная совместимость радиотехнических и телекоммуникационных систем: Учебное пособие / В.И. Ярмоленко, А.Л. Приоров; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – 173.

ISBN 5-8397-0423-7

Рассматриваются вопросы электромагнитной совместимости (ЭМС) радиотехнических и телекоммуникационных систем (РТС). Дана общая характеристика проблемы, приведены анализ электромагнитной обстановки (ЭМО) таких систем и ее статистическая модель, пути решения проблемы ЭМС. Подробно изложены характеристики и модели непреднамеренных помех с учетом направленности антенн и затухания при распространении в задачах ЭМС. Изложены характеристики восприимчивости рецепторов и их модели.

Часть материала, использованного в пособии, включая критерий оценки ЭМС радиотехнических и телекоммуникационных систем, методику оценки ЭМС РТС и оптимизацию модулирующей функции ЧМн сигналов с учетом уровня внеполосных излучений и помехоустойчивости, является оригинальной, имеющей научный и практический интерес.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности Радиофизика и электроника (дисциплина «Электромагнитная совместимость РТС», блок СД), очной и заочной форм обучения.

ISBN 5-8397-0423-7

© Ярославский
государственный
университет, 2005
© Ярмоленко В.И.,
Приоров А.Л., 2005

ВВЕДЕНИЕ

Электромагнитной совместимостью (ЭМС) радиотехнических и телекоммуникационных систем (РТС) можно назвать способность РТС одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при действии на них непреднамеренных радиопомех и не создавать недопустимых радиопомех другим РТС.

Проблема ЭМС возникла вследствие широкого использования радиотехники и электроники во многих областях человеческой деятельности. Она очень важна, поскольку улучшение качества работы РТС зависит во многих случаях не только от новых системных и схематических решений, но и от организации совместной работы средств, излучающих и воспринимающих электромагнитную энергию.

Решение проблемы ЭМС путем освоения новых частотных диапазонов не потеряло своей актуальности в настоящее время. Вместе с тем возросла роль интенсификации использования хорошо освоенных и удобных для эксплуатации участков спектра. Но частотный диапазон не бесконечен. Появилась задача разработки методов и создания технических средств защиты от помех в месте приема или снижения их уровня в месте излучения.

Технические методы применяются на отдельных РТС. При анализе и проектировании РТС, как единой сложной системы, применяется сложный подход, целью которого является эффективное использование выделенного участка спектра. Здесь анализируется существующая организационная структура совокупности РТС для определения рекомендаций по улучшению совместимости и создания прогрессивных систем управления совокупности РТС, обеспечивающих возможность доступа в заданный участок спектра максимального числа пользователей.

В настоящее время довольно мало выходит научно-технической литературы по ЭМС РТС. Известные монографии и учебные пособия, вышедшие в свет в 70-е и 80-е годы прошлого столетия, имели небольшой тираж. К тому же они отсутствуют в наших библиотеках.

В основу данного учебного пособия положен материал учебного пособия Е.М. Виноградова, В.И. Винокурова, И.П. Харченко «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» (Л., 1986); книги А.Ф. Аповича «Статистическая теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств» (М., 1984), материал лекций, в течение ряда лет читавшихся авторами студентам физического факультета Ярославского университета, обучающимся по специальности «Радиофизика и электроника», публикации авторов пособия.

Из-за ограниченного объема в пособие не включены материалы по выбору модуляторов для получения амплитудно-манипулированных, частотно-манипулированных, фазо-манипулированных сигналов с ограниченным уровнем внеполосных излучений и удовлетворяющих заданной помехоустойчивости.

Часть материала из программы курса «Электромагнитная совместимость радиотехнических и телекоммуникационных систем» вынесена на лабораторные работы. Разработанные авторами пособия описания лабораторных работ, программы позволяют выбрать любую модулирующую функцию и на экране монитора увидеть спектр и вероятность ошибочного приема такого сигнала.

1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА В СОВОКУПНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

При разработке современных радиоэлектронных средств (РЭС) необходимо учитывать условия их эксплуатации, включая электромагнитную обстановку, в которой надлежит работать РЭС. Электромагнитная обстановка (ЭМО) - это совокупность электромагнитных излучений в точке или районе, где размещается (или предполагается разместить) РЭС. Электромагнитные излучения могут серьезно нарушить качество работы РЭС, вплоть до полной невозможности выполнить им свою основную функцию. В то же время появление нового РЭС меняет ЭМО в точках, где уже расположены работающие средства. Это изменение может ухудшить качество функционирования некоторых из них. Решение задач обеспечения удовлетворительного функционирования РЭС в окружающей ЭМО, без оказания недопустимого воздействия на нее и другие средства, составляет существо проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС).

1.1. История и причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости

Менее 100 лет прошло с тех пор, как человечество начало использовать электромагнитные волны для своих потребностей. Радиовещание, телевидение, радиосвязь, радиолокация, радионавигация, судовождение, радиоуправление летательными аппаратами и подвижными средствами - наиболее широко известные области применения электромагнитных волн.

Использование электромагнитных колебаний находит все новые и новые применения в самых различных областях промышленности, науки и техники. Медицина, химия, геология, метеорология и многие другие области человеческой деятельности все шире внедряют для своих нужд достижения современной радиотехники и электроники. Освоение Мирового океана и использование искусственных спутников Земли (ИСЗ) открыли новые возможности радиоэлектроники.

Достижения в технологии производства элементной базы основных компонентов радиоаппаратуры, теоретические исследования новых возможностей ее построения, широкое