

На правах рукописи

Сподобаев Михаил Юрьевич

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТОПОЛОГИИ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ ПО КРИТЕРИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Специальность:

05.13.13 - Телекоммуникационные системы и компьютерные сети

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Самара – 2002

Работа выполнена на Федеральном Государственном унитарном предприятии Самарский отраслевой научно-исследовательский институт радио (ФГУП СОНИИР) Министерства Российской Федерации по связи и информатизации.

Научный руководитель:

- доктор технических наук, профессор **Кораблин М.А.**

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор **Орлов С.П.**

- кандидат технических наук, доцент **Шаталов В.Г.**

Ведущее предприятие – **Институт проблем управления сложными системами РАН (г. Самара)**

Защита диссертации состоится **5 июля 2002 г. в 13:00** на заседании диссертационного совета Д 219.003.002 в Поволжской государственной академии телекоммуникаций и информатики по адресу: г. Самара, ул. Льва Толстого, 23.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим высылать по адресу: 443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, 23, ПГАТИ.

С диссертацией соискателя можно ознакомиться в библиотеке Поволжской государственной академии телекоммуникаций и информатики.

Автореферат разослан «___» _____ 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 219.003.002,
доктор технических наук, профессор

Николаев Б.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и состояние вопроса.

В последние десятилетия бурное развитие получили различные технологии, прямо или косвенно связанные с излучением электромагнитной энергии в окружающую среду. Основными источниками техногенных электромагнитных полей являются многие технические средства отрасли «Связь». Освоение частотных диапазонов, развитие ЧМ радиовещания, увеличение каналов телевизионного вещания, развитие систем подвижной и спутниковой связи резко обострило проблемы электромагнитной экологии. Существует устойчивая тенденция наращивания количества излучающих технических средств, увеличения их энергетических потенциалов и территориальной концентрации. Такие «горячие точки» – скопления излучающих технических средств - повсеместно возникают в городах.

Дальнейшее развитие телекоммуникационных систем приводит к необходимости рассмотрения ряда новых проблем в теории и практике проектирования и размещения излучающих технических средств. Одна из них – поиск рациональной топологии комплексов технических средств с учетом экологических или санитарно-гигиенических критериев.

Обеспечение безопасной с точки зрения электромагнитной экологии топологии излучающих технических средств как на отдельной площадке, мачте или башне, так и в пределах города - это актуальная и важная народнохозяйственная проблема. От правильных подходов к этой проблеме зачастую зависят решения ответственных хозяйственных, финансовых, инвестиционных и коммерческих задач отрасли. При этом экологическая безопасность должна обеспечиваться при безусловном внедрении новых технологий, связанных, во-первых, с общим развитием телекоммуникационных технических систем и появлением принципиально новых технологий, и, во-вторых, со значительным расширением предоставляемых услуг. Обеспечение электромагнитной безопасности стало актуальной проблемой и фактором, определяющим дальнейшее развитие телекоммуникационных систем.

Разработка методов оптимального размещения технических средств на определенной территории связана, во-первых, с методами расчета и прогнозирования электромагнитной обстановки вблизи технических средств телекоммуникаций, во-вторых, с решением соответствующих оптимизационных задач, в-третьих, с критериями оценки окружающей среды по электромагнитному фактору. Поэтому состояние обсуждаемых проблем целесообразно рассматривать по этим направлениям.

Проблемы планирования размещения, проектирования излучающих объектов и решение соответствующих оптимизационных задач. Задача проектирования излучающих объектов – определение структуры, топологии и параметров некоторого комплекса технических средств, реализующих свои технологические функции в соответствии с тактико-техническими требованиями.

Одним из основных требований, предъявляемых к комплексам излучающих технических средств, является электромагнитная безопасность, которая характеризуется размером и формой санитарных зон, превышением предельно допустимых уровней поля, направленностью излучения, излучаемой мощностью, эффективностью антенн и т. д. До последнего времени в арсенале проектировщика единственным методом, с помощью которого решались проблемы электромагнитной безопасности, был метод анализа электромагнитной обстановки излучающих объектов.

Впервые задачи учета фактора электромагнитной безопасности при проектировании излучающих объектов были поставлены и частично решены для антенн ОВЧ и УВЧ диапазонов в работах Бузова А.Л.

При проектировании излучающих объектов необходима математическая формализация проектирования каждой составной части. Математическая постановка задачи проектирования излучающих объектов по существу является задачей синтеза (структурного и параметрического) параметров электромагнитной безопасности отдельных технических средств и объекта в целом.

Методы решения подобных задач синтеза в полном объеме в настоящее время не разработаны. Поэтому этап структурного синтеза излучающих объектов, как правило, носит эвристический характер. Параметрический синтез (обеспечение наименьших уровней электромагнитного поля, оптимизация санитарных зон) можно полностью автоматизировать или осуществлять в интерактивном режиме (диалог «пользователь – компьютер»).

Основу параметрического синтеза составляют методы оптимизации, а также прямые методы анализа соответствующих электродинамических задач. В настоящее время предложен ряд эффективных численных методов – метод интегральных уравнений, прямые проекционные методы, конечно-разностные методы и т.д.

Прогнозирование электромагнитной обстановки вблизи технических средств телекоммуникаций. Возникшие проблемы в связи с резким увеличением энергетических потенциалов излучающих технических средств и появлением новых телекоммуникационных технологий привели к необходимости расчетного прогнозирования электромагнитной обстановки на этапах планирования размещения, проектирования, модернизации и строительства излучающих технических средств.

Первые попытки оценить электромагнитную обстановку вблизи излучающих объектов инженерными методами были сделаны ведущими гигиенистами страны электромагнитобиологического направления М.Г. Шандалой, Б.М. Савиным, Ю.Д. Думанским. Вскоре стало ясно, что простейшие методические расчеты, основанные на расчетных соотношениях дальней зоны, не обеспечивают желаемой точности прогноза. В работах Б.А. Минина была сделана попытка перехода на строгие методы расчета электромагнитной обстановки вблизи антенн СВЧ диапазона. Эти материалы имели частный характер и их

применение было ограничено сравнительно небольшими размерами апертур – до 5...10 длин волн.

В работе В.А. Крылова и Т.В. Юченковой реализован комплексный подход к проблеме электромагнитной безопасности в СВЧ диапазоне.

Впервые целевая методика и алгоритм прогнозирования электромагнитной обстановки для технических средств телевидения и ОВЧ ЧМ вещания был разработан Е.Ю. Шередько. С этого времени практически все разрабатываемые методики расчетного прогнозирования были ориентированы на использование вычислительной техники и создание автоматизированных систем.

В конечном счете, работами А.Л. Бузова, В.П. Кубанова, В.А. Романова и Ю.М. Сподобаева в России была создана методическая база электромагнитного мониторинга, ориентированная на строгие решения соответствующих электродинамических задач и широкое использование современной вычислительной техники.

Отечественные исследования в области электромагнитного мониторинга (расчетных методов) соответствуют мировым тенденциям в этой области. За рубежом электромагнитное прогнозирование вблизи излучающих объектов для целей санитарно-гигиенической экспертизы проводят с помощью пакетов электродинамического анализа и синтеза излучающих систем.

Критерии оценки окружающей среды по электромагнитному фактору. В зависимости от характера воздействия электромагнитных полей в качестве такого критерия может выступать либо предельно допустимый уровень (ПДУ) электромагнитного поля (для изолированного и сочетанного характера воздействий), либо суммарная величина нормированных к ПДУ уровней воздействий (для смешанного характера воздействия), которую в санитарно-гигиенической практике обычно называют критерием безопасности.

Разработка единых подходов к нормированию электромагнитных полей весьма актуальная задача, что подчеркивается проведением Всемирной организацией здравоохранения научно-исследовательских работ по нормированию и гармонизации нормативов в рамках Международного проекта по изучению электромагнитных полей (International EMF Project).

В качестве критерия оптимальности размещения излучающих технических средств должны выступать параметры, характеризующие интегральную оценку приемлемости выбранного варианта размещения. Это может быть, например, размеры санитарных зон, их конфигурация или площадь.

В Самарском отраслевом НИИ радио (СОНИИР) с 1979 года проводятся комплексные теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных научно-технических проблем электромагнитной безопасности. Некоторые исследования стали основой настоящей диссертационной работы, автор которой с 1997 года работал над этими проблемами в Поволжской государственной академии телекоммуникаций и информатики, а с 1999 года - в СОНИИР.

Цель работы - разработка методов и программных средств проектирования топологии комплексов технических средств телекоммуникаций, обеспечивающих решение задач электромагнитной безопасности.

Объектом исследований является топология комплекса излучающих технических средств телекоммуникаций.

В работе решаются следующие задачи:

1. Разрабатываются методы и алгоритмы анализа электромагнитной обстановки излучающих объектов телекоммуникаций.
2. Разрабатываются структуры хранения и интерпретации топологии излучающих объектов.
3. Разрабатываются эвристические модели управления процессом поиска эффективных вариантов топологии излучающих объектов.
4. Разрабатывается информационная компьютерная среда для анализа и проектирования топологии излучающих объектов.
5. Разрабатываются графические модели интерпретации суперпозиции полей излучающих объектов.
6. Осуществляется апробация разработанных методов и средств путем решения практических задач.

Методы исследования – системный анализ, сеточные модели, численные методы расчета, эвристические алгоритмы оптимизации, организация структур и баз данных, объектно-ориентированное программирование.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

- разработаны модели и алгоритмы прогнозирования электромагнитной обстановки для излучающих комплексов телекоммуникационных систем;
- разработаны структуры хранения моделей излучающих технических средств и алгоритмы интерпретации этих структур;
- разработаны алгоритмы управления поиском эффективных вариантов топологии излучающих объектов;
- разработано методическое обеспечение процесса проектирования топологии излучающих объектов;
- разработана информационная технология учета электромагнитной безопасности при проектировании топологии излучающих комплексов телекоммуникационных систем.

Совокупность научных результатов диссертации выносятся на защиту в качестве научно обоснованного решения важной задачи проектирования топологии излучающих телекоммуникационных систем, обеспечивающей электромагнитную безопасность.

Достоверность основных результатов работы обеспечивается использованием адекватных моделей излучающих объектов, результатами экспериментальных исследований, а также опытом успешной эксплуатации разработанной информационной технологии в организациях различного профиля.

Практическая значимость определяется созданием программной системы проектирования топологии излучающих телекоммуникационных объектов по критерию электромагнитной безопасности.

Реализация результатов работы. Разработанный при непосредственном участии автора программный комплекс анализа электромагнитной обстановки (ПК АЭМО), как средство анализа и проектирования излучающих технических средств телекоммуникационных систем, рекомендован Советом по экспертизе программных продуктов департамента государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения Российской Федерации к использованию в системе государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (Разрешение № 14 от 27 апреля 2001 года). ПК АЭМО принят в эксплуатацию более чем в 170 организациях различных ведомств России.

Материалы диссертации по разработке фрагментов методик расчета полей вблизи антенн различных диапазонов были использованы в проекте государственного методического документа, подготовленного к изданию - «Определение плотности потока излучения электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 700 МГц – 300 ГГц».

Апробация результатов работы и публикации. Основные результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и были одобрены на 9-ой Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'99, Севастополь, Крым, Украина, 1999 г.), на Международном конгрессе НАТ «Прогресс технологий телерадиовещания» (Москва, 2000 г.), на четвертой Международной экологической конференции студентов и молодых ученых «Роль науки и образования на пороге третьего тысячелетия» (Москва, МГТУ, 2000 г.), на 55 Научной сессии, посвященной Дню радио «Радиотехника, электроника и связь на рубеже тысячелетия» (Москва, 2000 г.), на научно-практических семинарах «Новое в телерадиовещании и радиосвязи» (Великие Луки, 2000 и Пушкинские Горы, 2001), на Всероссийской научно-практической конференции «Экологическая безопасность городов: проблемы и решения на муниципальном уровне» (Самара, 2000 г.), на 1-ой научно-технической конференции «Проблемы электромагнитной экологии и охрана окружающей среды» (Ульяновск, 1997), на V, VII, VIII, IX Российских научных конференциях профессорско-преподавательского состава ПГАТИ (Самара, 1998-2002 гг.).

По материалам диссертационных исследований опубликовано 30 работ, среди которых одна монография (в соавторстве), 3 раздела в другой монографии, 8 статей в периодических научных изданиях, 17 публикаций в виде тезисов докладов из них 4 на Международных конференциях и программа, зарегистрированная в РОСПАТЕНТе.

На защиту выносятся:

1. Методическое и алгоритмическое обеспечение процесса проектирования топологии излучающих объектов.

2. Организация информационных структур хранения и интерпретации топологических объектов.
3. Алгоритмы управления процессом поиска эффективных вариантов топологии излучающих объектов.
4. Информационная технология проектирования топологии излучающих комплексов телекоммуникационных систем по критерию электромагнитной безопасности.

Объем и структура работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы и приложений. Основная часть работы содержит 165 страниц текста, включая 61 рисунок и 5 таблиц. Список литературы содержит 107 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, приведен обзор работ по теме диссертации, сформулированы цель и основные задачи исследования, описаны состав и структура работы, определены ее новизна и практическая ценность.

В первом разделе диссертации «Системный анализ комплексов излучающих технических средств телекоммуникаций» проводится систематизация источников электромагнитных полей по критерию управляемости электромагнитной обстановкой и выявляются основные характеристики, которые могут варьироваться в процессе проектирования топологии телекоммуникационных систем. Здесь же анализируется топология комплексов излучающих объектов, проводится их классификация по различным признакам и определяются базовые виды топологии и качественные характеристики пространственно-временной устойчивости картины поля и степени электромагнитной опасности.

С точки зрения электромагнитной безопасности, излучающие технические средства телекоммуникаций можно подразделить на две группы. Это, во-первых, технические средства массового предоставления населению услуг телекоммуникаций – программ радиовещания и эфирного телевидения, индивидуальной связи. Главный лепесток характеристик направленности антенн для этих источников направляется на селитебную территорию. Естественно, что улучшение качественных показателей для технических средств этой категории, таких как расширение зоны обслуживания, увеличение устойчивости и надежности связи, связано с увеличением напряженности поля в местах пребывания людей. Налицо противоречие между требованиями обеспечения качества связи или вещания и требованиями обеспечения электромагнитной безопасности. Это противоречие разрешается на этапах проектирования топологии.

Для второй категории излучающих технических средств, а к ним относятся РРСП ПВ, ТРРСП и ССП, характерно излучение электромагнитной энергии в направлении на соседнюю станцию или спутник. Обеспечение электромагнитной безопасности для этих средств связано с излучением электромагнитной

энергии в боковые лепестки либо с рассмотрением ближних полей антенн. К этой категории относятся и технические средства ВЧ связи и радиовещания, технология которых предполагает работу ионосферным лучом – антенны направляются под углом к горизонту на ионосферу.

Таким образом, выделяется основной управляемый при проектировании параметр электромагнитной безопасности комплексов излучающих технических средств – *характеристика излучения*, под которой будем понимать все, что касается направленности антенн, их уровня бокового излучения и ближних полей (рис.1).



Рис.1.

Другой не менее важный управляемый параметр электромагнитной безопасности – *энергетический потенциал* технических средств (рис.1), под которым обычно понимают произведение излучаемой мощности на коэффициент усиления антенны.

В качестве еще одного управляемого параметра при проектировании комплексов технических средств выступает *расстояние* от излучающих элементов (антенн) до точки или границы зоны безопасности. Это один из основных параметров, который варьируется в процессе проектирования топологии путем изменения соответствующих пространственных координат излучающих технических средств. Конечной целью проектирования является получение или выявление такой топологической структуры комплекса, которая обеспечивает выполнение норм и критериев электромагнитной безопасности.

Анализ критериев оценки электромагнитной обстановки излучающих объектов показывает, что они определяют замкнутые пространственные области, ограниченные сложными поверхностями (табл.1).

Таблица 1

Характер воздействия	Критерий оценки электромагнитной безопасности
Изолированный	$E[P, G, R, f(\alpha), f(\varphi)] = E_{\Pi ДУ} = const$ $ППЭ[P, G, R, f(\alpha), f(\varphi)] = ППЭ_{\Pi ДУ} = const$
Сочетанный	$E_{\Sigma} = E_{\Pi ДУ} = const$ $ППЭ_{\Sigma} = ППЭ_{\Pi ДУ} = const$
Смешанный	$KB = 1$

Эти области определяют полигон возможных решений по топологическому размещению излучающих объектов. Сложности задачи поиска вариантов размещения технических средств на объекте определяются возможными ограничениями по угловым секторам или отдельным направлениям, в которых на определенных расстояниях недопустим высокий уровень поля, и размерностью задачи поиска решения в целом. При этом может ставиться задача минимизации санитарных зон в целом. Электромагнитная безопасность в этом случае определяется как ограничения на пространственное распределение поля вблизи излучающего объекта.

Определены понятия суперлокального, локального и субглобального проектирования излучающих объектов с учетом электромагнитной безопасности. Показана возможность для проектировщика оптимизировать и управлять электромагнитной обстановкой путем наблюдения взаимосвязанных сечений топологического пространства, определяемого интегральной картиной распределения поля.

Второй раздел диссертации «Автоматизированное проектирование комплексов излучающих технических средств» посвящен разработке концепции и принципов построения проблемно ориентированных программных продуктов, обеспечивающих анализ и проектирование топологии излучающих технических комплексов телекоммуникаций.

В этом разделе проведен анализ и сравнение современных программных комплексов электродинамического моделирования. За рубежом электромагнитное прогнозирование проводят с помощью пакетов электродинамического анализа и синтеза излучающих систем: Numeric Electromagnetic Code (NEC), ANSYS, High-Frequency Structure Simulation (HFSS). Математическое обеспечение этих программных продуктов основано либо на решения интегродифференциальных уравнений для излучающих систем (NEC), либо на методе конечно-разностных элементов (ANSYS, HFSS). Проведенный анализ не выявил программные продукты, обеспечивающие многофакторное проектирование топологии излучающих комплексов с учетом множества разнотипных ограничений (геометрических, электромагнитных, волновых и селитебных).

Разработанный алгоритм эвристического проектирования топологии комплексов технических средств основан на общефизических представлениях и закономерностях формирования суперпозиционной картины поля, а также на опыте, накопленном специалистами в области электромагнитной безопасности (рис.2).

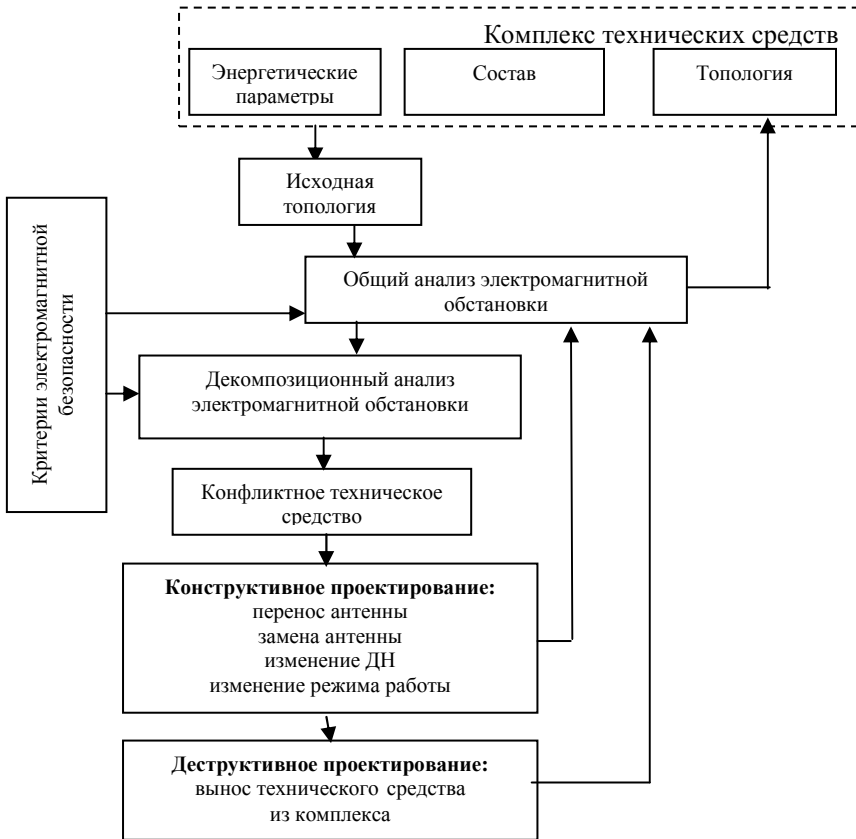


Рис.2.

Описанный алгоритм основан на принципе совместного решения прямой и обратной задачи проектирования (суперпозиция - декомпозиция) и реализует метод конструктивно-деструктивного пошагового поиска рациональных топологических структур.

Сформирована общая структура разрабатываемого программного комплекса, в который входят три основных программных модуля: модуль, реализующий интерфейс пользователя (рис.3) и осуществляющий управление базами данных, а также основными функциями программного комплекса; модуль

математического моделирования; модуль графической интерпретации результатов проектирования.

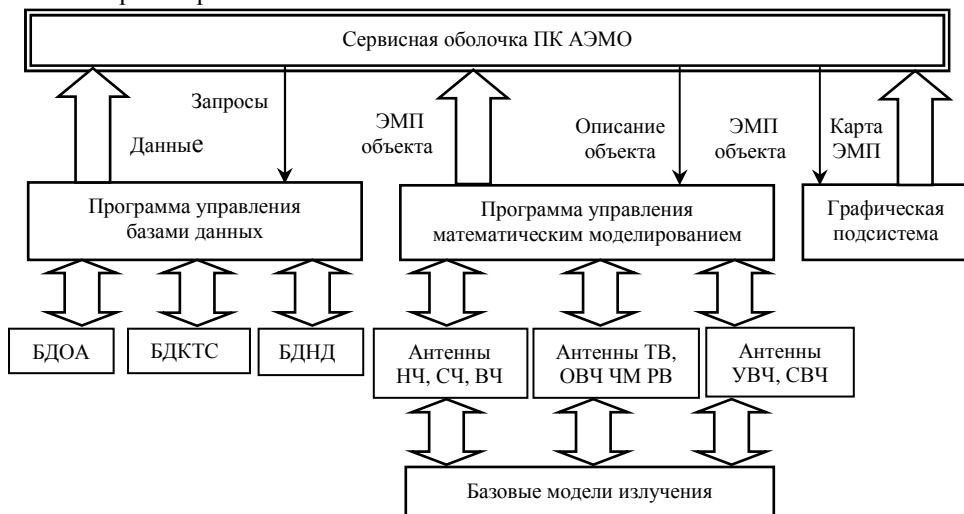


Рис.3.

Сервисная оболочка, наряду с общесистемными функциями, реализующими информационную технологию топологического проектирования, содержит алгоритмы навигации по схеме эвристического алгоритма поиска.

Материалы **третьего раздела** «Разработка фрагментов методик расчета электромагнитной обстановки вблизи антенн различных диапазонов» связаны с разработкой частных методик и алгоритмов, входящих в методическую базу математического моделирования.

В приближении геометрической оптики разработан алгоритм определения положения точки наблюдения относительно плоской поверхности (например, крыши).

Для определения границ зоны подстилающей поверхности, существенно влияющей на распределение тока по линейному симметричному вибратору с заданной погрешностью, разработана методика, основанная на решении соответствующей электродинамической задачи в тонкопроволочном приближении.

Разработана методика расчета полей в области заднего полупространства апертурных антенн.

Все алгоритмы математического моделирования хранятся в двух базовых формах:

- программы численных расчетов (и сеточных моделей);
- стандартные цифровые файлы с оцифрованными характеристиками излучающих объектов.

В четвертом разделе «Разработка программного обеспечения для проектирования комплексов излучающих технических средств телекоммуникаций»

приведены результаты создания программного обеспечения для проектирования комплексов излучающих технических средств телекоммуникаций.

1. Разработаны многоуровневые структуры и системы управления для баз данных излучающих источников и телекоммуникационных комплексов.

2. Разработаны интерфейсы и программы навигации, обеспечивающие проектирование комплексов технических средств (рис.4).

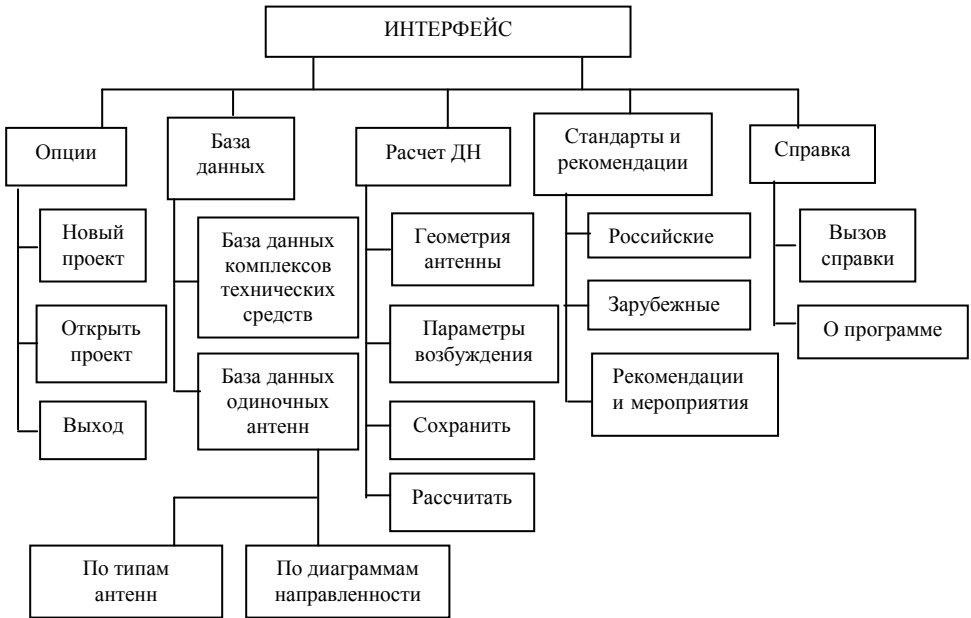


Рис.4.

3. Разработаны режимы и оконные формы моделирования комплексов излучающих телекоммуникационных средств.

4. Разработаны программные средства визуализации электромагнитной обстановки, создаваемой комплексами телекоммуникационных средств.

5. Разработана эффективная программная среда, реализующая математическое обеспечение ПК АЭМО, основанная на использовании методов объектно-ориентированного программирования.

В пятом разделе «Примеры проектирования и внедрение результатов исследований» на конкретных радиопередающих телекоммуникационных системах реального ОРТПЦ показана эффективность использования разработанных методов и средств проектирования для анализа и оптимизации размещения телекоммуникационных технических средств.

Проиллюстрированы объемы внедрения диссертационных материалов в виде реализации ПК АЭМО на ведомственных компьютерных сетях и телекоммуникационных системах регионов России (рис.5).

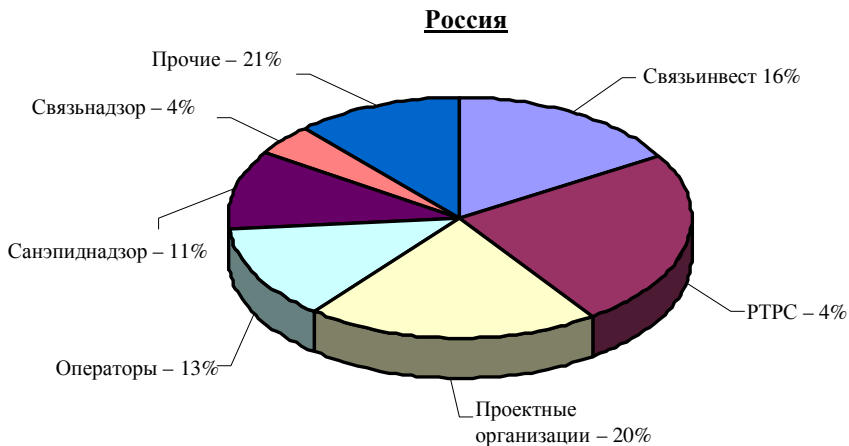


Рис.5.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты работы, которые сводятся к следующим положениям:

1. Проведен системный анализ и классификация по различным признакам комплексов излучающих технических средств телекоммуникаций.
2. Разработаны структура, методическое и программное обеспечение математического моделирования излучающих объектов и анализа электромагнитных полей в окружающей среде.
3. Разработан алгоритм эвристического проектирования топологии излучающих комплексов телекоммуникационных систем.
4. Разработаны структура и программное обеспечение информационной системы, включающей набор различных баз данных.
5. Создана и апробирована информационная технология проектирования топологии излучающих комплексов телекоммуникационных систем.
6. На примере реального излучающего комплекса телекоммуникаций продемонстрировано использование ПК АЭМО для анализа электромагнитной обстановки и оптимизации топологии проектируемого объекта.

В приложениях приведены исходные тексты управляющих программ ПК АЭМО, состав технических средств анализируемого ОРТПЦ, разрешение на использование программного продукта в системе государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации №14 от 27 апреля 2001 года и акты внедрения диссертационных материалов.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Сподобаев М.Ю., Антипова С.Е., Бузов А.Л. и др. Электромагнитная безопасность и функционирование отрасли «Связь». - М.: Радио и связь, 2000. - 77 с.
2. Сподобаев М.Ю. Расчетное прогнозирование и визуализация электромагнитных полей технических средств телекоммуникаций//Метрология и измерительная техника в связи. 2000. — №5, - С.9-10.
3. Маслов Ю.М., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М., Филиппов Д.В. Комплексное моделирование электромагнитных полей в промышленных и жилых помещениях// Радиотехника (журнал в журнале). - 2001. - №11. – С.90-93
4. Кольчугин Ю.И., Сподобаев М.Ю. Санитарная паспортизация базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи на основе программного комплекса анализа электромагнитной обстановки (ПК АЭМО)// Метрология и измерительная техника в связи. – 2001. – №3. – С.22-23
5. Романов В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Концепция создания автоматизированных систем для анализа электромагнитных полей в окружающей среде//Труды НИИР: Сб. статей. – М., 2000. – С.69-72.
6. Сподобаев М.Ю. Кораблин М.А. Характеристика топологии излучающих комплексов телекоммуникаций с точки зрения проблем электромагнитной безопасности. Вестник СНИИР, №1, 2002. –С.57-60.
7. Кубанов В.П., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Зоны электромагнитной безопасности вблизи апертурных антенн//Информатика, радиотехника, связь. Сб. трудов ученых Поволжья Вып. № 3. - Самара, 1998. - С72-76.
8. Сподобаев М.Ю., Филиппов Д.В. Численное моделирование электромагнитных полей антенн ОВЧ и УВЧ диапазонов, расположенных над поверхностью конечных размеров// Информатика, радиотехника, связь. Сб. трудов ученых Поволжья. Вып.5. – Самара, 2000. – С45-49.
9. Кубанов В.П., Кукулев В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Компьютеризованный учебник «Основы электромагнитной экологии» / РОСПАТЕНТ, № 2001610202. – 23.02.2001 г.
10. Сподобаев М.Ю., Филиппов Д.В. Электромагнитная обстановка вблизи технических средств НЧ и СЧ диапазонов. В кн.: Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. – С 85-90.
11. Сподобаев М.Ю., Филиппов Д.В. Электромагнитная обстановка вблизи технических средств ВЧ диапазона. В кн.: Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. – С116-132.
12. Сподобаев М.Ю. Концепция учета в расчетах ближних полей подстилающей поверхности или крыши. В кн.: Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. – С149-155.
13. Сподобаев М.Ю. Автоматизированное рабочее место проектировщика радиотехнических объектов по разделу «Охрана окружающей среды» (электромагнитный фактор)//Прогресс технологий телерадиовещания: Материалы Международного конгресса НАТ (Москва, 17-20 октября 2000 г, TRBE'99). – М: НАТ, 2001. – С256-257.
14. Бузов А.Л., Казанский Л.С., Минкин М.А., Сподобаев М.Ю., Шаров С.П., Юдин В.В. Согласование вибраторных излучателей в нескольких узких частотных полосах. // 9-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'99). Материалы конференции. Севастополь, Крым, Украина, 13-16 сентября 1999г. – С188-189.
15. Сподобаев М.Ю. Загрязнение мегаполисов электромагнитными полями // Роль науки и образования на пороге третьего тысячелетия. Сб. тезисов докладов / IV международная экологическая конференция студентов и молодых ученых. – Москва, МГТУ. 16-18 апреля 2000 г. – Том 1. – Смоленск: Ойкумена, 2000. – С238-240.
16. Сподобаев М.Ю., Филиппов Д.В. Программный комплекс анализа электромагнитной обстановки вблизи объектов телерадиовещания // Новое в телерадиовещании и радиосвязи: Тезисы докл. научн.-практич. семинаров (Великие Луки, 2000 и Пушкинские Горы, 2001). – М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, 2001. – С35-38.
17. Сподобаев М.Ю., Филиппов Д.В. Совершенствование ПК АЭМО – как адекватное решение по соответствию новым методическим документам // Новое в телерадиовещании и радио-

связи: Тезисы докл. научн.-практич. семинаров (Великие Луки, 2000 и Пушкинские Горы, 2001). – М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, 2001. – С84-85.

18. Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М., Филиппов Д.В. Исследование влияния идеально проводящей подстилающей поверхности на распределение тока по линейному симметричному вибратору // 55 Научная сессия, посвященная Дню радио «Радиотехника, электроника и связь на рубеже тысячелетия» (17-19 мая 2000 г., г. Москва): Труды. – М.: НТО РЭС им. А.С. Попова, 2000. – С 57.

19. Сподобаев М.Ю. Расчетное прогнозирование и визуализация электромагнитных полей технических средств телекоммуникаций // Научно-технический калейдоскоп. Сер. Экология и производственная безопасность. – Ульяновск, 2001. - №1. - С.95-99

20. Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М., Филиппов Д.В. Нормативно-методическая база и программное обеспечение электромагнитного мониторинга передающих радиотехнических объектов // Экологическая безопасность регионов России: Сборник материалов межрегионального постоянно действующего научно-технического семинара. – Пенза, 2000. – С116-118

21. Бузов А.Л., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М., Юдин В.В. Автоматизированные системы прогнозирования электромагнитной обстановки вблизи радиотехнических объектов// Тезисы докл. 1-ой НТК «Проблемы электромагнитной экологии и охрана окружающей среды». - Ульяновск. - 1997. – С10-12.

22. Сподобаев М.Ю. Автоматизированные системы электромагнитной экологии в градостроительстве // Экологическая безопасность городов: проблемы и решения на муниципальном уровне: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 16-19 мая 2000 г. – Самара, 2000. – С.33-34.

23. Кубанов В.П., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Принципы прогнозирования электромагнитной обстановки вблизи технических средств УВЧ и ОВЧ диапазонов // Тезисы докладов V Российской научной конференции ПГАТИ. - Самара, 1998. - С144.

24. Кубанов В.П., Сподобаев М.Ю. Расчет ППЭ вблизи круглых осесимметричных зеркальных антенн в области заднего полупространства // Тезисы докл. VII Российской научно-технической конференции ПГАТИ – Самара, 2000. – С112.

25. Бузов А.Л., Сподобаев М.Ю. Концепция разработки программного комплекса для анализа электромагнитных полей в окружающей среде // Тезисы докл. VII Российской научно-технической конференции ПГАТИ – Самара, 2000. – С118.

26. Сподобаев М.Ю. Применение современных компьютерных систем проектирования АФУ к задачам электромагнитной экологии. // Тезисы докл. VII Российской научно-технической конференции ПГАТИ. – Самара, 2000. – С121.

27. Сподобаев М.Ю. Разработка схемы реализации программного комплекса анализа электромагнитной обстановки. // Тезисы докл. VIII Российской научно-технической конференции ПГАТИ. – Часть I. – Самара, 2001. – С161.

28. Сподобаев М.Ю. Способы реализации картографирования электромагнитной обстановки с использованием ПК АЭМО. Тезисы докл. VIII Российской научно-технической конференции ПГАТИ. – Часть I. – Самара, 2001. – С162.

29. Сподобаев М.Ю. ПК АЭМО - средство автоматизированного проектирования топологии сложных радиопередающих комплексов с точки зрения электромагнитной безопасности. // Тезисы докл. IX Российской научной конференции ПГАТИ. – Самара, 2002. – С100.

30. Сподобаев М.Ю. Кораблин М.А. Поиск оптимальных решений размещения излучающих объектов по критерию электромагнитной безопасности // Тезисы докл. IX Российской научной конференции ПГАТИ. – Самара, 2002. – С122.

Подписано в печать 21.05.2002 г.

Формат 60x84/16. Печать оперативная. Бумага офсетная.

Объем 1 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 296

Типография ООО "ИНСОМА-ПРЕСС",
443011, г. Самара, ул. Советской Армии, 217