

УДК 621.396

А.А. Головин, Я.А.Мишин, Э.С.Зацепин

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ПОДСИСТЕМ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

*Воронежский институт высоких технологий*

*В работе даются предложения по структуре подсистем, которые могут быть использованы при проектировании элементов систем радиосвязи. В качестве основ математического обеспечения подсистем приведены соответствующие методы.*

**Ключевые слова:** система радиосвязи, проектирование, методика, САПР.

Развитие средств радиосвязи определяет необходимость построения инструментов, позволяющих проводить их эффективную разработку и проектирование. Важно при этом осуществлять подготовку высококвалифицированных кадров [1-3]. При совершенствовании средств вычислительной техники все большую роль отводят системам, позволяющим проводить анализ и синтез сложных радиотехнических устройств на основе САПР [4, 5].

В таких системах одними из ключевых элементов являются используемые модели и методики – математическое обеспечение [6-11].

На рис.1 приведена структура подсистемы 1 анализа элементов антенных систем [12-14]. Эти элементы могут иметь сложную форму, их размеры часто попадают в резонансную область. В этой связи целесообразно при анализе использовать метод интегральных уравнений [5, 15]. Если на поверхности элемента находятся магнито-диэлектрические включения, то используют импедансные граничные условия [16, 17]. Лучевые методы дают возможность анализа больших гладких объектов, а также того, как распространяются волны в беспроводных системах связи [18-22].

После проведения предварительного анализа, применяют методы искусственного интеллекта и методы оптимизации, позволяющие проводить синтез элементов с требуемыми характеристиками (по уровню электромагнитного поля в заданных направлениях) [23-27].

Можно подтвердить то, насколько достоверны и надежны получаемые результаты путем проведения сравнений с данными экспериментов. В силу того, что лабораторное пространство ограничено, изготовление моделей объектов, имеющих сложную геометрическую форму, является достаточно дорогостоящим. Поэтому компьютерное моделирование, использование САПР во многих случаях является единственно возможным выходом из ситуации.

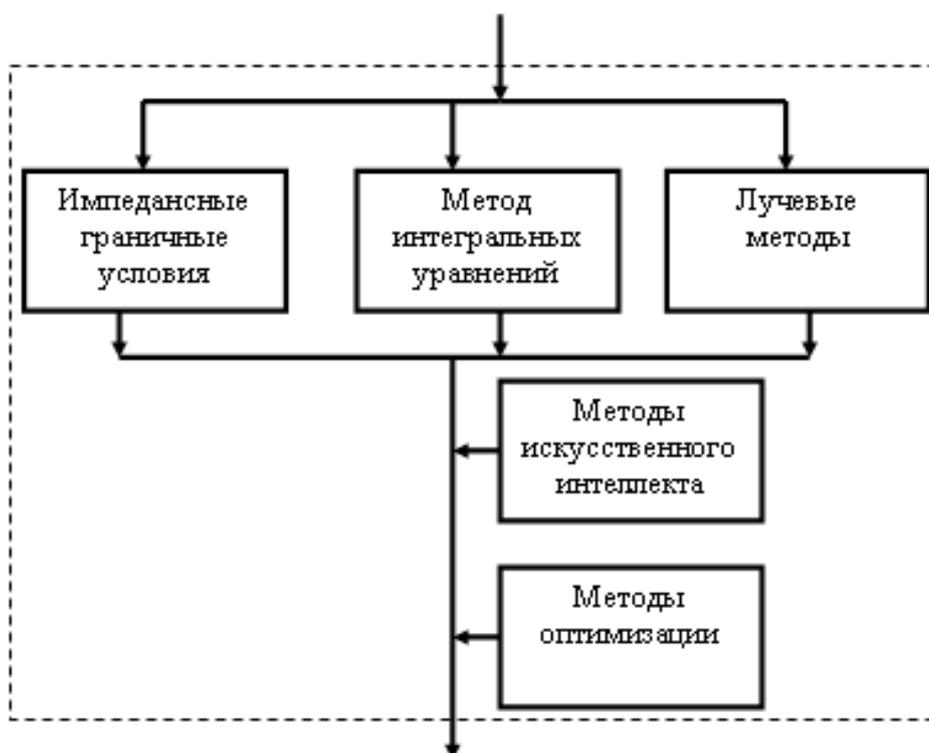


Рис.1. Структура подсистемы анализа элементов антенной системы

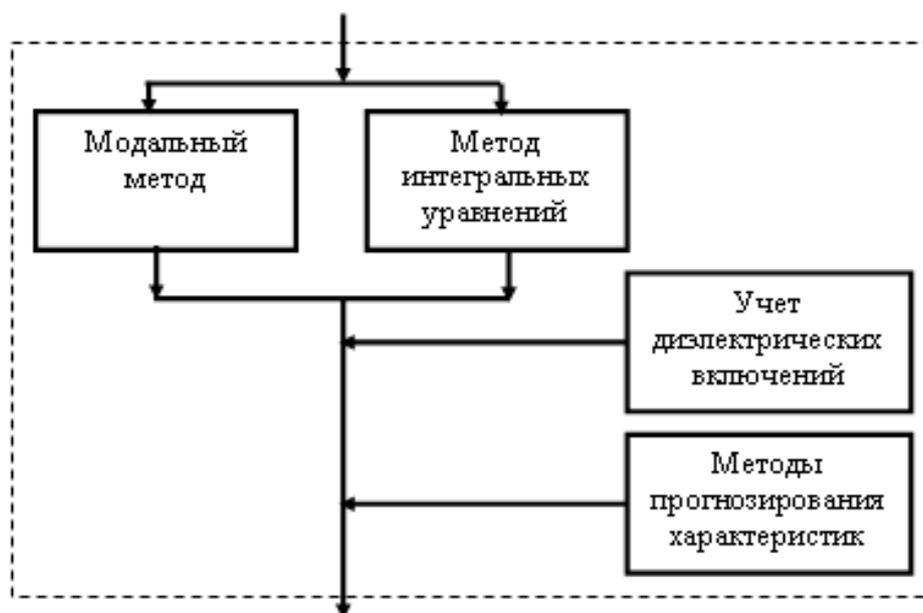


Рис.2. Структура подсистемы анализа полых структур

На рис.2 дана структура подсистемы, дающей возможности проводить анализ характеристик полых структур, поскольку они часто входят в состав антенных систем [5]. Анализ может проводиться на основе модального метода или метода интегральных уравнений. При синтезе

таких объектов может потребоваться учет диэлектрических включений и методы прогнозирования характеристик [28-30].

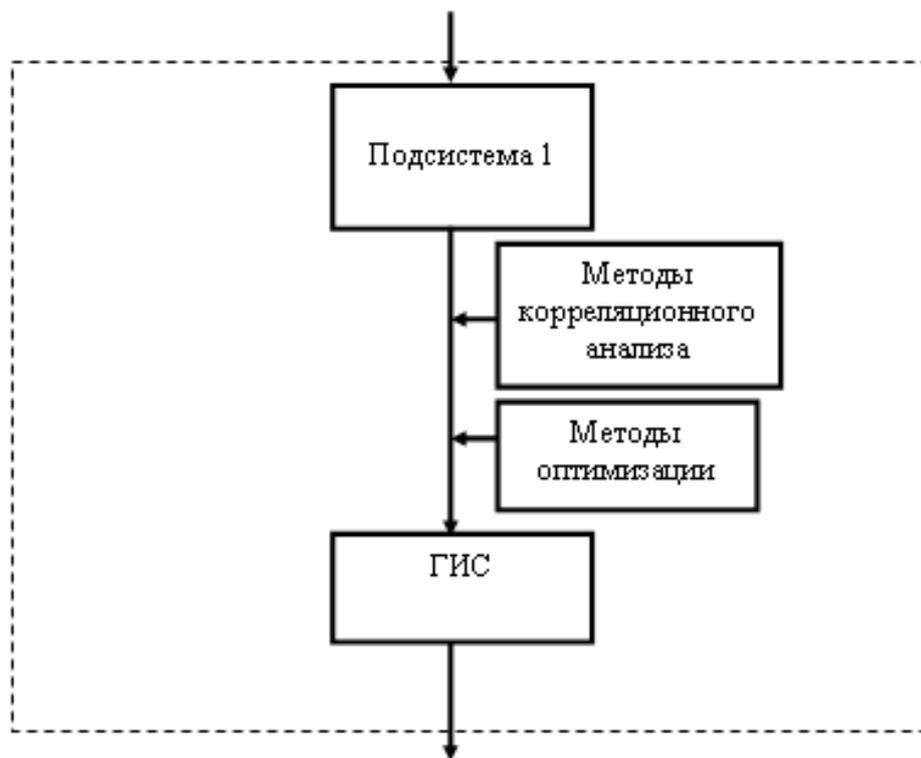


Рис.3. Структура подсистемы анализа и синтеза антенной системы

На рис 3 приведена структура подсистемы, позволяющей проводить анализ и синтез антенной системы на основе рассмотрения входящих в нее элементов.

При этом используют методы корреляционного анализа и методы оптимизации [22, 23].

При анализе реальных сетей может быть воздействие внешних шумов [31, 32].

Информация идет в ГИС, то есть мы можем планировать размещение, например системы беспроводной связи.

Предложенные подсистемы позволяют проводить анализ характеристик широкого класса объектов, используемых в системах связи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Львович Я.Е., Кострова В.Н. Подход к процессу подготовки специалистов на основе средств автоматизированного обучения / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 3. С. 5-8.
2. Кострова В.Н. Создание наукоемких образовательных технологий на основе моделирования организационной системы высшего профессионального образования / Успехи современного естествознания. 2004. № 4. С. 87.
3. Жданова М.М., Преображенский А.П. Вопросы формирования профессионально важных качеств инженера / Вестник Таджикского технического университета. 2011. Т. 4. № -4. С. 122-124.
4. Преображенский А.П., Юров Р.П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 3. С. 35-37.
5. Преображенский А.П. Моделирование и алгоритмизация анализа дифракционных структур в САПР радиолокационных антенн / Воронеж, Научная книга, 2007, 248 с.
6. Булдыгин Е.М. Рассеяние электромагнитных волн на полой структуре коаксиального поперечного сечения // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 93-97.
7. Пронских Н.И. Свойства метода конечных разностей в электродинамических задачах / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 28-31.
8. Преображенский А.П. О возможностях ускорения вычислений при решении задач // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 67-68.
9. Преображенский А.П. О применении комбинированных подходов для оценки характеристик рассеяния объектов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 69-70.
10. Булдыгин Е.М. Использование метода интегральных уравнений для расчета характеристик рассеяния объектов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 98-101.
11. Преображенский А.П., Хухрянский Ю.П. Аппроксимация характеристик рассеяния электромагнитных волн элементов, входящих в состав объектов сложной формы / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 15-16.

12. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П. Решение задач оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн на дифракционных структурах при их проектировании / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 255-256
13. Блохина Т.В., Ружицки Е. Исследование рассеяния электромагнитных волн на объекте при условии помех // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 47-50.
14. Т.В. Блохина, Дэвид Андерсон Прогнозирование характеристик рассеяния электромагнитных волн для тетраэдра/ Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 43-46.
15. Косилов А.Т., Преображенский А.П. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 68-71.
16. Преображенский А.П. Импедансные граничные условия в задаче рассеяния электромагнитных волн на полости с радиопоглощающими покрытиями / Электромагнитные волны и электронные системы. 2006. Т. 11. № 2-3. С. 61-63.
17. Григорьев А.В., Горбенко О.Н. Исследование возможности применения импедансных условий на цилиндре сложной формы с радиопоглощающим покрытием / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 11. С. 27-29.
18. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Информационные технологии. 2011. № 8. С. 40-42.
19. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование методов оптимизации при проектировании систем радиосвязи / Теория и техника радиосвязи. 2011. № 1. С. 5-9.
20. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей для проектирования беспроводных систем связи / Электромагнитные волны и электронные системы. 2012. Т. 17. № 1. С. 32-35.
21. Головинов С.О., Преображенский А.П., Львович И.Я. Моделирование распространения миллиметровых волн в городской застройке на основе комбинированного алгоритма / Телекоммуникации. 2010. № 7. С. 20-23.
22. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.
23. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Воронеж, 2006, Издательство "Кварта", 415 с.

24. Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 5. С. 99-102.
25. Львович Я.Е., Львович И.Я. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / под редакцией Львовича Я.Е.//Воронеж, 2010, Издательство "Научная книга", 139 с.
26. Моргунов В.С. Современные методы расчета распространения радиосигналов в помещениях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 136-139.
27. Пронских Н.И. Применение эвристических методов при решении задач рассеяния электромагнитных волн // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 51-53.
28. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / Телекоммуникации. 2004. № 5. С. 32-35.
29. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн / Телекоммуникации. 2003. № 4. С. 21-24.
30. Львович И.Я., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Построение алгоритма оценки средних характеристик рассеяния полых структур / Телекоммуникации. 2014. № 6. С. 2-5.
31. Сапрыкин А.А. Характеристики высокочастотных Mesh-сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 116-118.
32. Жулябин Д.Ю. Оценка и подавление импульсного шума в OFDM // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 73-80.

A.A.Golovin, Y.A.Mishin, E.S.Zatsepin

**THE PROPOSALS FOR THE DEVELOPMENT OF SUBSYSTEMS OF  
ANALYSIS AND SYNTHESIS OF THE ELEMENTS OF  
RADIOCOMMUNICATION SYSTEMS**

*Voronezh Institute of high technologies*

*In the paper the suggestions are given for the structure of subsystems that can be used for designing elements of radiocommunication systems. As a basis of mathematical support subsystems appropriate methods are shown.*

**Keywords:** system of radio communication, design, methodology, CAD.