

свою очередь, возможность планировать результаты обучения, уровень подготовки студентов в зависимости от возможностей каждой группы.

**Князев С.Т., Шабунин С.Н.**

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ РАДИОТЕХНИКИ

*DeanREI@ya.ru*

*ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ имени первого Президента России*

*Б.Н.Ельцина"*

*г. Екатеринбург*

*Сообщается о новых программных средствах проектирования высокочастотных устройств, контрольно-измерительной аппаратуре, полученных в рамках инновационного проекта и внедренных в учебный процесс радиотехнического института-РТФ.*

*New soft for microwave circuits design and innovative test equipment for signal and vector network analysis that Radio Engineering Institute has bought by innovative program is described. New test equipment and microwave design soft using in radio engineering studies is shown.*

Современное развитие средств связи, локации, навигации, а также высокоскоростных вычислительных устройств ставят задачи совершенствования и развития новых технологий высокочастотной радиотехники. Задачей высшей школы, занимающейся подготовкой специалистов в области радиотехники, является формирование навыков и компетенций, позволяющих применять как теоретические знания, так и современное программное обеспечение и контрольно-измерительную аппаратуру для разработки, конструкторской и технологической реализации, технического обслуживания средств высокочастотной радиоэлектроники. Процесс получения теоретических знаний, закрепление материала в ходе лабораторных практикумов, контроль полученных знаний на экзаменах и в ходе курсового проектирования достаточно хорошо налажен. Однако в результате отставания в перевооружении лабораторного парка изучение современной радиоэлектронной аппаратуры обеспечить стало затруднительно. Особенно это касается современных средств связи, широко использующих цифровые методы формирования и обработки сигналов.

В ходе выполнения инновационной программы в УГТУ-УПИ парк современной техники и программного обеспечения существенно расширился. На кафедре высокочастотных средств радиосвязи и телевидения появились четырехпортовый векторный анализатор цепей ZVA24 известной фирмы «Rohde&Schwarz», позволяющий исследовать характеристики устройств сверхвысоких частот и антенн в диапазоне от 10 МГц до 24 ГГц. Для исследования сигналов, формируемых устройствами различного назначения, предназначены анализаторы сигналов FSUP8, работающий в полосе частот от 20 Гц до 8 ГГц, и FSQ26, работающий в диапазоне частот от

20 Гц до 26 ГГц. Для задач проектирования микроволновых устройств и исследования их характеристик предназначены генератор сигналов SMR20 и цифровой осциллограф LeCroy. Комплекс фирмы National Instruments, состоящий из векторного анализатора сигналов, сигнального генератора и усилителя позволяет исследовать формирование и обработку сигналов до частоты 2,7 ГГц.

В рамках инновационного проекта радиотехнический институт приобрел современный программный продукт: HFSS, FEKO, CST Microwave Studio, AWR Design Environment, которые успешно внедряются в учебный процесс. Программы HFSS, FEKO, CST Microwave Studio позволяют выполнить трехмерное электродинамическое моделирование волноводных, коаксиальных и полосковых фильтров, переходов типов волн и типов линий, других устройств, а также антенн и антенных решеток в различном исполнении. Среда проектирования AWR Design Environment наряду с возможностью электродинамического моделирования полосковых устройств позволяет конструировать активные и пассивные устройства с применением результатов электродинамического моделирования, создавать цифровые устройства, моделировать системы целиком.

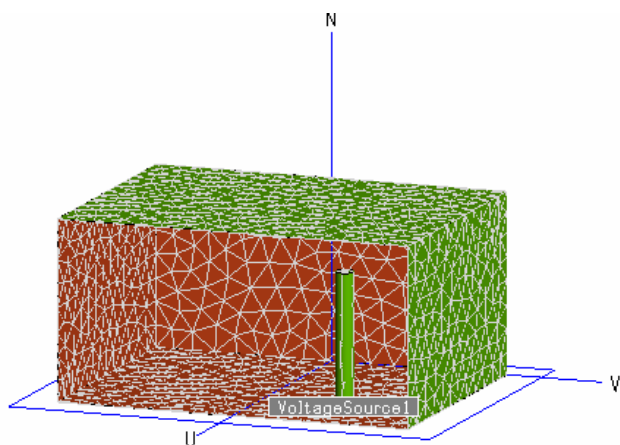
Все современные программные средства обладают великолепными графическими возможностями интерпретации результатов расчетов, картин поля, трехмерных диаграмм направленности, наблюдения исследуемых устройств, в том числе с разрезами. Существенно упростился процесс моделирования. В принципе отсутствуют ограничения на сложность конструируемого объекта. Все упирается в возможности вычислительной техники. Все программные продукты используют алгоритмы, базирующиеся на численных методах решения задач с разбиением области конструкции на элементарные ячейки, например, на методе конечных элементов, методу конечных разностей и т.п. Число неизвестных сопоставимо с числом элементарных ячеек и может достигать сотен тысяч и более. Такого же порядка будут матрицы эквивалентных алгебраических уравнений. Таким образом, сложность конструкции или число элементов в антенной решетке ограничивается оперативной памятью компьютера, а время счета еще и тактовой частотой процессора.

Решение задач оптимального конструирования образцов новой техники возможно при триедином подходе – использовании современного программного обеспечения, применении новых материалов и использовании современной контрольно-измерительной аппаратуры.

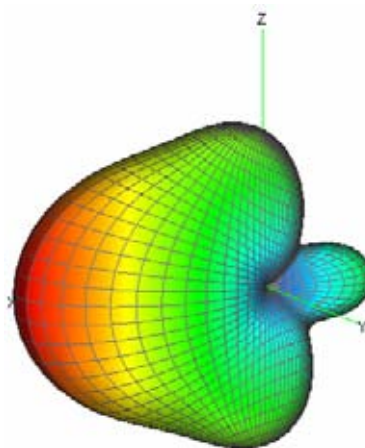
Главной особенностью среды электродинамического моделирования FEKO, отличающей ее от аналогичных продуктов, например, HFSS является удачное сочетание численных методов решения трехмерных электродинамических задач (в данном случае метод моментов) с приближенными аналитическими методами: методом физической оптики и методом однородной теории дифракции. 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 таких задач, как рассеяние радиоволн на самолете или корабле, расчет распространения радиоволн в городских условиях с хорошей точностью и т.п.

В качестве примера работы программы FEKO приведен расчет волноводного излучателя с возбуждением от коаксиальной линии при помощи штыря. Сеточная модель волноводного излучателя показана на рис.1. На рис.3 приведена диаграмма направленности синтезированной антенны, а зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) от частоты показана на рис.3.

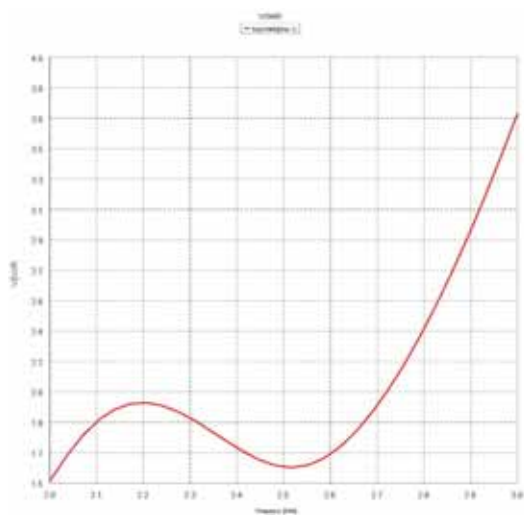


*Рис. 1. Прямоугольный волновод с возбуждением штырем, моделируемый в пакете FEKO*

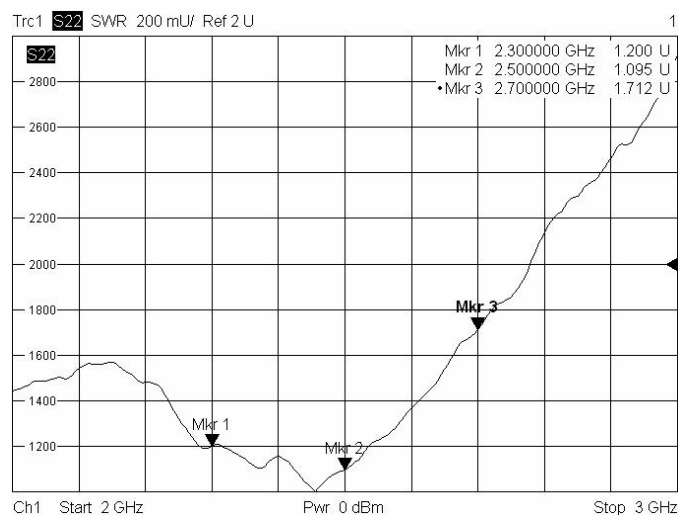


*Рис. 2. Объемная диаграмма направленности*

В качестве доказательства хорошего качества моделирования в среде FEKO на рис.4 показана зависимость коэффициента стоячей волны, снятая на макете волноводного излучателя, приведенного на рис.1. Рациональное использование современных программ компьютерного проектирования и современной измерительной техники позволяет существенно снизить затраты и уменьшить время на создание микроволновой техники.



*Рис. 3. Расчетный график зависимости КСВ волноводного излучателя от частоты*



*Рис. 4. График зависимости значения КСВ от частоты макета волноводного излучателя*

Анализатор ZVA24 может управляться дистанционно через интерфейсы GPIB или LAN. Передача данных в компьютер и из компьютера в прибор осуществляется через USB, GPIB или LAN порты. Интуитивно понятный графический интерфейс позволяет работать с прибором даже малоопытному пользователю. Возможность управлять прибором дистанционно позволяет широко использовать его в учебном процессе без опасности порчи дорогостоящей аппаратуры.

Новые технологии изучения принципов формирования и обработки сигналов в цифровых и аналоговых системах связи появились в радиотехническом институте после приобретения аппаратуры фирмы National Instruments. Интегрированные аппаратные и программные средства среды LABVIEW позволяют продуктивно и наглядно изучать методы амплитудной, частотной и фазовой модуляции, квадратурные модуляторы, методы расширения спектра и формирования сигналов в системах с шумоподобными сигналами. Элементы схем могут быть как эмулированными на экране программными средствами, так и быть натурными в лабораторных стендах. В настоящее время разрабатывается методическое обеспечение по использованию аппаратуры фирмы National Instruments и программы LABVIEW при изучении дисциплины «Устройства генерирования и формирование сигналов».

Активно студенты РИ-РТФ изучают технологии высокочастотного проектирования устройств и антенн в курсе «Учебная исследовательская работа студентов». Приобретаются навыки конструирования элементов и устройств современной микроволновой аппаратуры, например, полосковых антенн и антенных решеток, фильтров СВЧ, цепей деления мощности, фазовращателей на р-і-п диодах, микроволновых усилителей. Полученные знания используются при выполнении курсовых проектов, например, в дисциплине «Фазированные антенные решетки».

Наличие современной измерительной аппаратуры, современного программного обеспечения, стажировки преподавателей позволяют сделать вывод о наличии в радиотехническом институте УГТУ-УПИ всех возможностей для обеспечения обучения студентов на мировом уровне.

**Коберниченко В.Г.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ  
В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ  
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

*kobern@rtf.ustu.ru*

*ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ имени первого Президента России*

*Б.Н.Ельцина"*

*г. Екатеринбург*

*Изложена методология применения специализированного программного обеспечения при подготовке студентов, магистров и аспирантов в учебно-исследовательской лаборатории геоинформационных технологий и обработки данных дистанционного зондирования Земли.*

*The methodology of application of the specialized software is stated by preparation of the students and post-graduate students in laboratory of technologies of geographical information systems and remote sensing data processing.*

Научно-технические достижения конца XX – начала XXI века в области создания и развития космических систем, технологий получения, обработки и интерпретации получаемых данных многократно расширили круг задач, решаемых с помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Данные космических съемок стали доступны широкому кругу пользователей и активно применяются не только в научных, но и производственных целях. Решение информационных проблем природопользования на основе интеграции геоинформационных и космических технологий относится к одной из наиболее успешно и динамично развивающихся сфер информационно-телекоммуникационных технологий.

В этих условиях возникла проблема обеспечения рынка квалифицированными специалистами, знакомыми со всеми этапами технологии обработки и применения данных ДЗЗ.

При реализации инновационной образовательной программы УГТУ-УПИ в 2007-2008 г.г. в рамках научно-образовательного центра информационно-телекоммуникационных систем и технологий Радиотехнического института - РТФ создана межкафедральная учебно-исследовательская лаборатория геоинформационных технологий и обработки данных дистанционного зондирования Земли. Лаборатория обеспечивает учебный процесс по специализации «Радиоэлектронные системы