

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ТРУДЫ
XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ**

Томск, 17–18 мая 2016 г.

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2016

Электронный ресурс «Основы проектирования СВЧ устройств в CST Microwave Studio»

А.А. Сутулин

*Научный консультант – канд. физ.-мат. наук **А.А. Жуков**,
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия*

Sutulin.a@inbox.ru

На радиофизическом факультете Томского государственного университета для повышения уровня подготовки студентов в области проектирования СВЧ аппаратуры подготовлен электронный курс «Основы проектирования СВЧ устройств в CST Microwave Studio». Ресурс предназначен для студентов и аспирантов, обучающихся по направлению «Радиофизика» и специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы».

Сложность проектирования практически всех СВЧ устройств заключается в сопоставимости длины электромагнитной волны с размерами самого устройства. САПР позволяет на стадии проектирования приближённо оценивать различные характеристики устройства, используя для моделирования ресурс компьютера.

Сложность современных радиосистем приводит к необходимости разработки новых методов синтеза и проектирования не только всей системы целиком, но и каждого ее элемента в отдельности. В настоящий момент темпы производства и конкуренция настолько высоки, что разработчик должен получить своевременный ответ на вопрос, каким методом необходимо воспользоваться для решения конкретной задачи с заданной точностью. Необходимый темп разработки подавляющего большинства СВЧ систем практически невозможен без использования новых компьютерных технологий проектирования.

К настоящему времени имеется целый ряд статей и методических пособий, посвященных основам компьютерного проектирования СВЧ структур [1, 2]. При этом особое внимание уделяется мощной программе трехмерного моделирования электромагнитного поля – CST Microwave Studio [3, 4].

Для обобщения информации по компьютерным технологиям проектирования СВЧ устройств и разработан рассматриваемый электронный ресурс.

Электронный ресурс реализован в системе дистанционного обучения Moodle и размещён на образовательном сервере радиофизического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета (<http://info.rff.tsu.ru/>).

Система Moodle широко используется для создания онлайн-курсов. Она позволяет размещать различные материалы по изучаемым дисциплинам для самостоятельного изучения и контроля знаний (официальный сайт системы: www.moodle.org). Система также может быть дополнена различными модулями, расширяющими ее функциональные возможности [5].

На радиофизическом факультете ТГУ в системе Moodle подготовлен целый ряд электронных курсов для самостоятельного изучения и информационной поддержки практикумов и лабораторных работ по общеобразовательным [6, 7] и специальным курсам [8, 9].

Все студенты факультета зарегистрированы в СДО Moodle и регулярно обращаются к разработанным электронным ресурсам.

На рис. 1 изображен фрагмент страницы курса.

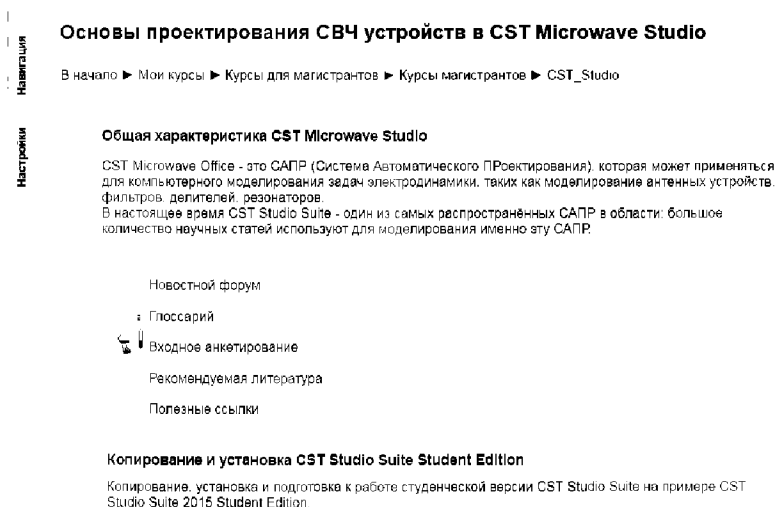


Рис. 1. Фрагмент страницы курса

Электронный ресурс содержит краткую справку по истории развития САПР СВЧ устройств [1], описание программы CST Microwave Studio, её

возможностей, а также краткие руководства к моделированию различных СВЧ устройств. Электронный ресурс включает следующие разделы:

- Копирование и установка студенческой версии CST Microwave Studio.
- Основы работы в CST Microwave Studio (порты, граничные условия, методы).
- Основы построения конструкций и подготовка к моделированию и расчёту.

Также в курсе рассматриваются примеры моделирования различных СВЧ элементов и устройств с пошаговым описанием:

- микрополосковые линии и элементы (несимметричная линия, трансформатор, делитель мощности);
- волноводы (круглый, прямоугольный);
- дипольная антенна и антенна «волновой канал».

Например, на рис. 2 изображены результаты моделирования антенны «волновой канал» (диаграмма направленности в 3D) и некоторые части интерфейса программы.

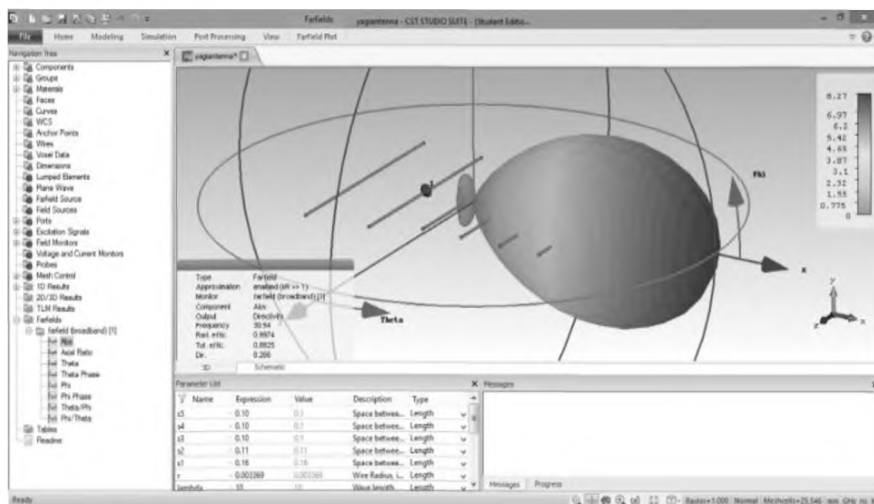


Рис. 2. Диаграмма направленности антенны «волновой канал»

На рис. 3 изображен результат моделирования волноводного фильтра (Y-компонента электрического поля).

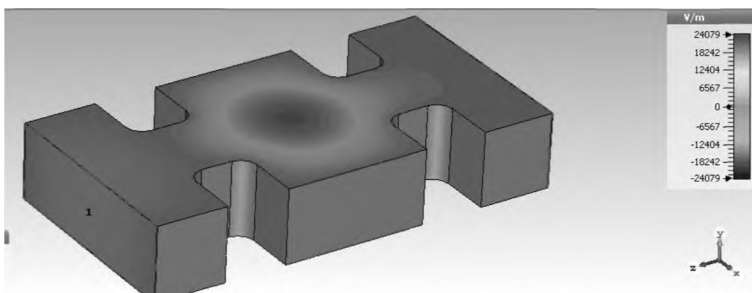


Рис. 3. Y-компонента электрического поля в фильтре

Изучение данного курса позволит студентам освоить основные навыки работы с пакетом CST Studio Suite.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банков С.Е., Курушин А.А. История САПР СВЧ (1950–2010). – М., 2016. – 90 с.
2. Банков С.Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР // Журнал радиоэлектроники. – 2009. – № 1. – С. 4.
3. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio. – М. : Изд-во МЭИ, 2011. – 155 с.
4. Курушин А.А. Школа проектирования СВЧ устройств в CST Studio Suite // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8-2. – С. 238–241.
5. Булахов Н.Г. Организация видеоконференций для образовательного процесса // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т. 56, № 10/3. – С. 133–135.
6. Жуков А.А., Коротаев А.Г. Методическое и информационное обеспечение курса «Основы работы в СДО MOODLE» // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2015. – Т. 1. – С. 46–49.
7. Дорофеев И.О., Доценко О.А., Кочеткова Т.Д., Кулешов Г.Е., Новиков С.С., Павлова А.А. Опыт организации лабораторных работ по курсу «Основы радиоэлектроники» с использованием системы дистанционного образования MOODLE // Известия вузов. Физика. – 2015. – Т. 58, № 10/3. – С. 183–187.
8. Доценко О.А., Павлова А.А. Информационные технологии в проведении практических и лабораторных занятий по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты» в условиях внедрения ФГОС третьего поколения // Известия вузов. Физика. – 2012. – Т. 55, № 8/3. – С. 229–230.
9. Жуков А.А. Информационное и техническое обеспечение практикума по радиоэлектронике // Компьютерные измерительные технологии : материалы I Международного симпозиума. – М. : ДМК Пресс, 2015. – С. 179–182.