

# ANSYS: ПЯТЬ СОСТАВЛЯЮЩИХ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Д.Фролов, А.Круглов, К.Мещерякова,  
ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" dmitry.frolov@cadfem-cis.ru

Сегодня мир немыслим без использования электроники. Электронные устройства окружают нас дома и на работе, обеспечивают производство товаров потребления и помогают защищать наши границы. А совсем скоро так называемый Интернет вещей начнет проникать в окружающий нас мир. Практически каждое устройство сможет самостоятельно принимать и отправлять информацию в глобальную паутину. Перед разработчиками электронных устройств постоянно возникают новые инженерные задачи. Устройства должны отвечать непрерывно возрастающим требованиям, причем как к производительности, так и к функциональным возможностям. Для решения поставленных задач необходим простой в использовании инструмент, позволяющий в короткие сроки реализовать задуманное и учесть при этом все сложные внутренние и внешние связи, которые влияют на стабильность работы будущего изделия. К таким инструментам относится программный комплекс ANSYS, который обладает широкими возможностями для проведения многодисциплинарного анализа, в том числе для расчета параметров электромеханических, радиоэлектронных, аналоговых и цифровых устройств как гражданского, так и военного назначения. В статье рассматриваются возможности программного комплекса ANSYS для решения различных типов задач, связанных с разработкой электронных устройств. Для удобства они разделены на пять наиболее важных составляющих.

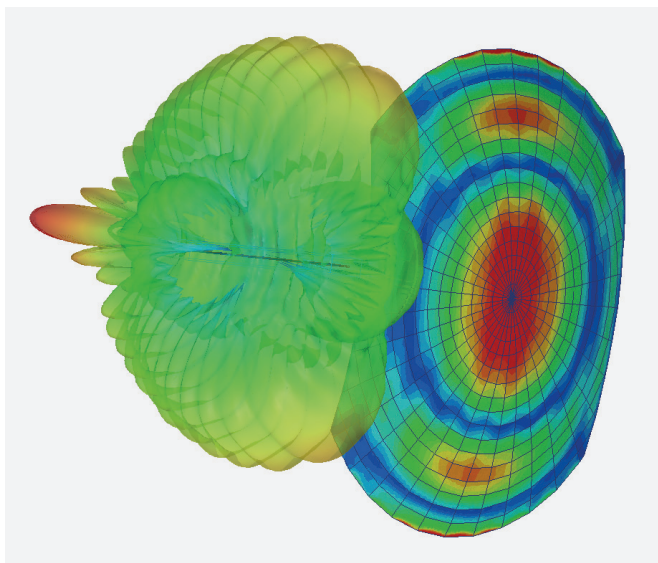
## ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Инженерам, работающим над созданием ВЧ/СВЧ-электроники, будет интересна новая платформа ANSYS Electronics Desktop, в которую вошли известные многим пользователям программные продукты HFSS, Designer RF и Q3D Extractor. Данная платформа позволяет моделировать электронные устройства, выполненные из сложных материалов, с заданием комплексных граничных условий и способов

возбуждения, рассчитывать и анализировать различные характеристики, например:

- S-, Y- и Z-параметры;
- распределение полей и токов внутри устройств;
- поля в ближней и дальней зонах и др.

Пользователям доступен целый арсенал высокопроизводительных и точных численных методов для работы во временной и частотной областях, в том числе и метод моментов. Полученные



**Рис.1.** Диаграмма направленности и распределение токов по зеркалу многолучевой рефлекторной антенны в ANSYS HFSS

результаты можно применить во встроенном модуле расчета схем, использующем технологии Nexxim, и собрать собственную цепь, включив в нее модели линейных и нелинейных электронных компонентов,

например SPICE-модель или X-параметры транзистора. При необходимости можно объединить несколько схем в одну цепь и провести анализ на системном уровне в программном продукте ANSYS Simplorer.

Платформа ANSYS Electronics Desktop подходит для создания антенн (рис.1), фильтров, усилителей мощности, смесителей, для расчета эффективной площади рассеяния и решения других задач высокочастотной электроники.

Подробнее: [www.cadfem-cis.ru/hfss](http://www.cadfem-cis.ru/hfss).

### ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Один из наиболее динамично развивающихся классов электроники – цифровые устройства, которые стали популярными благодаря точности и помехоустойчивости (в сравнении с аналоговыми). Однако по мере развития технологий, повышения скоростей передачи и, как следствие, расширения спектров передаваемых сигналов у разработчиков появляются задачи, связанные с обеспечением целостности сигналов и систем питания таких устройств.

Для решения подобных задач наиболее эффективно применение связки ANSYS Siwave и ANSYS Electronics Desktop, с помощью которых возможен анализ и оценка:

- работы печатных плат, соединителей и упаковок интегральных схем в частотной и временной областях;
- электромагнитной совместимости;
- перекрестных помех;
- ошибок битовых последовательностей;
- целостности сигнала при помощи глазковых диаграмм (рис.2).

Для задания в расчетах интегральных схем можно воспользоваться IBIS и IBIS-AMI-моделями, а также задействовать специализированный продукт ANSYS Aраche.

Подробнее: [www.cadфem-cis.ru/siwave](http://www.cadфem-cis.ru/siwave).

## НИЗКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

К другому крупному классу электроники относятся различные электромагнитные и электромеханические устройства. Расчет их надежности и эффективности проводится с помощью программного продукта ANSYS Maxwell. Данный программный продукт позволяет получить картину электромагнитного поля при проектировании и исследовании двумерных и трехмерных моделей датчиков, реле,

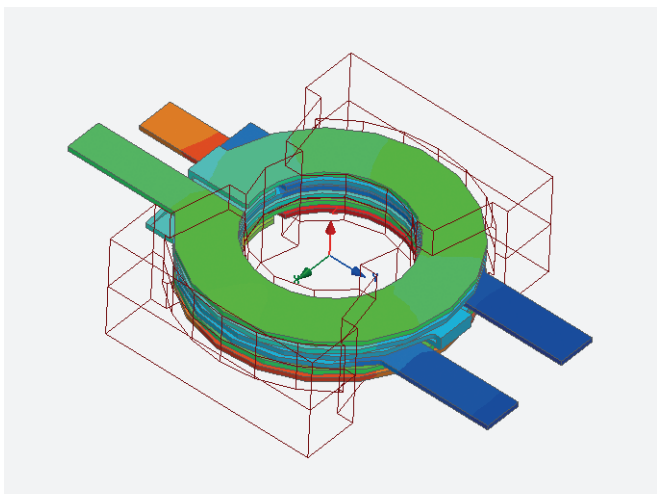


Рис.3. Моделирование потерь мощности трансформатора в ANSYS Maxwell

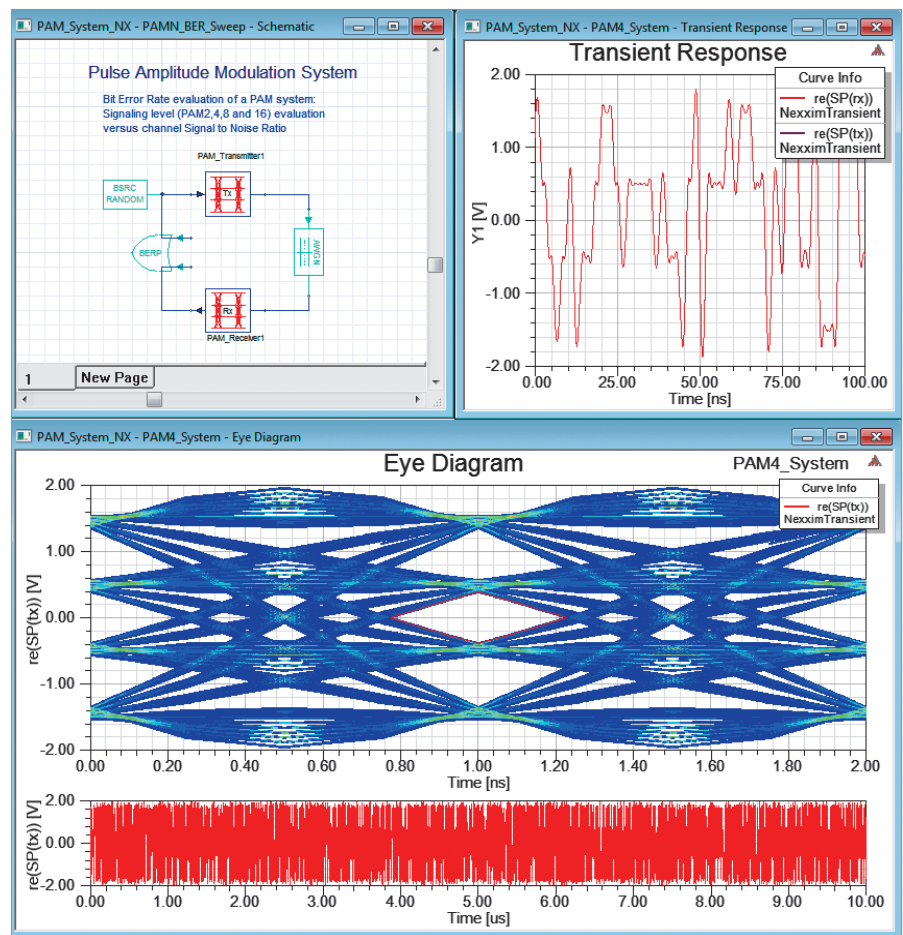


Рис.2. Временная характеристика и глазковая диаграмма цифрового устройства в ANSYS Electronics Desktop

трансформаторов, двигателей и других электромеханических устройств (рис.3).

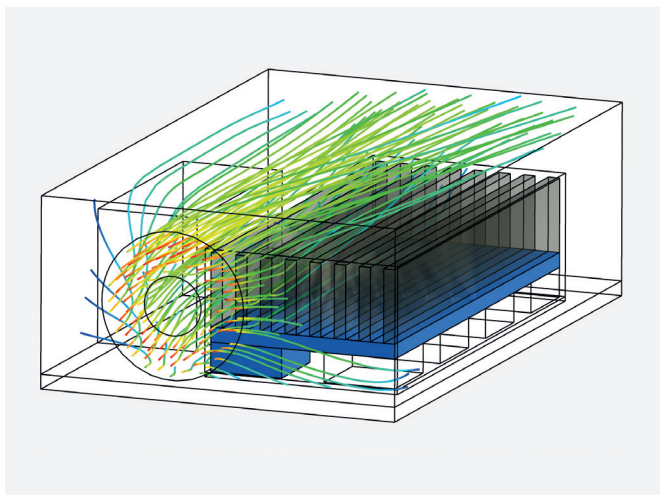
ANSYS Maxwell основан на методе конечных элементов и точно рассчитывает статические и гармонические электромагнитные поля, а также переходные процессы в полевых задачах. Автоматическая адаптивная сетка упрощает процесс моделирования, автоматизируя численный анализ на всех его этапах.

ANSYS Maxwell нашел применение при разработке автомобильных, оборонных, авиакосмических и промышленных устройств.

Подробнее: [www.cadфem-cis.ru/maxwell](http://www.cadфem-cis.ru/maxwell).

## ОХЛАЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ

Правильно подобранный тепловой режим – важнейшее условие обеспечения работоспособности электронных устройств. Тепловой расчет на ранних стадиях проектирования позволяет повысить качество устройства и вывести готовый продукт на рынок в более короткие сроки. Программный



**Рис.4.** Тепловое моделирование электронных устройств и оценка распространения воздушных потоков в ANSYS Icepak

пакет ANSYS Icepak дает возможность выполнить оценку теплового режима микросхем, печатных плат и электронных блоков, а также принять решение о необходимости принудительного охлаждения, выбрать варианты размещения радиаторов и вентиляторов еще до проведения физических испытаний устройства.

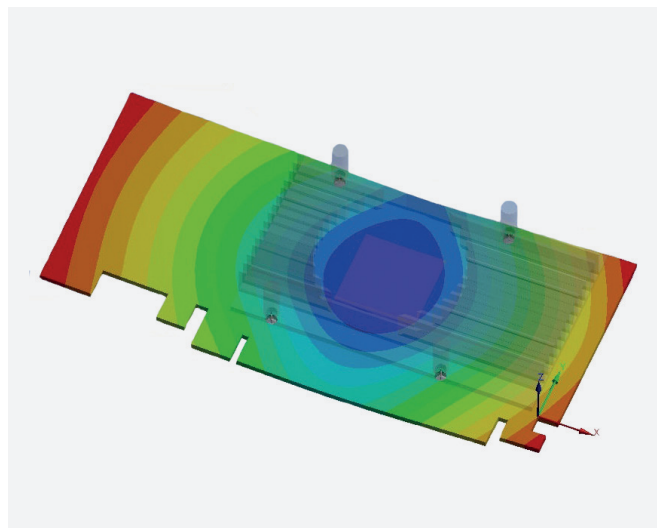
ANSYS Icepak сочетает в себе решатель с широкими возможностями, автоматическую адаптивную сетку, библиотеки материалов и электронных компонентов. Дружественный интерфейс программного продукта позволяет быстро моделировать теплопередачу, движение жидкостей и газов (рис.4) для обеспечения оптимального охлаждения различной электронной техники, в частности, компьютеров, телекоммуникационного оборудования и полупроводниковых приборов, а также аппаратуры для авиакосмической и автомобильной отраслей.

Подробнее: [www.cadfem-cis.ru/icepak](http://www.cadfem-cis.ru/icepak).

## МЕХАНИКА

Значительное внимание при проектировании электроники следует уделять и прочностным характеристикам, поскольку работа изделий может значительно изменяться под воздействием следующих внутренних и внешних механических факторов:

- высокая мощность работы и солнечный нагрев могут привести к температурным деформациям антенн и радиопрозрачных укрытий, а также к дрейфу параметров элементов фидерного тракта;
- следствием ветровой нагрузки могут стать прогибы и отклонения антенн и радиопередающих устройств;



**Рис.5.** Моделирование температурных деформаций печатной платы в ANSYS Mechanical

- печатные платы разрушаются от высоких уровней вибрации при работе или неравномерном движении устройств.

Все эти и многие другие эффекты можно моделировать в программном продукте ANSYS Mechanical, который обладает широкими возможностями для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплопроводности и акустики (рис.5).

Подробнее: [www.cadfem-cis.ru/mechanical](http://www.cadfem-cis.ru/mechanical).

\*\*\*

Благодаря ANSYS численное моделирование и многодисциплинарный анализ сегодня становятся доступными широкому кругу специалистов, которые, взаимодействуя в единой расчетной среде, могут реализовывать смелые инженерные идеи и создавать современные изделия, отвечающие мировым стандартам качества и высоким запросам потребителей. ●