



СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

САПР «GAMMA Lite» Студенческая версия Обзор возможностей



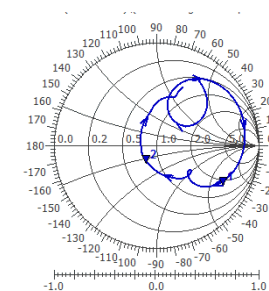
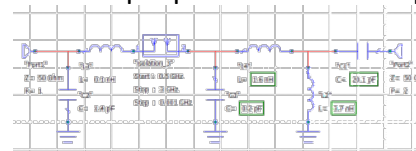
- **GAMMA** — это программный комплекс автоматизированного проектирования и моделирования сложных высокочастотных радиоэлектронных систем, таких как:
 - Антенно-фидерные устройства, включая фазированные антенные решетки,
 - ВЧ и СВЧ печатные платы,
 - Элементы СВЧ цепей: линии передач, делители, фильтры и т.п.,
 - Резонаторы.
- **GAMMA** сочетает в себе удобный пользовательский интерфейс, мощный 3-х мерный редактор, набор решателей, для моделирования разнообразных проблем, и набор инструментов для анализа результатов.
- Точность моделирования сопоставима с коммерческими программами (ANSYS HFSS, SPEAG SEMCAD, CST Studio) и хорошо согласуется с данными измерений.
- Успешно применяется для разработки различных конструкций антенн: UWB антенны, антенные решетки миллиметрового диапазона, антенны LTE MIMO, 5G для мобильных телефонов и т. д.

Основные режимы

- **3-х мерное Электромагнитное (ЭМ) Моделирование**
- Метод Конечных-элементов в частотной области (FEM) и Конечных разностей во временной области (FDTD)
- Влияние на организм человека и анализ безопасности
- Режим анализа антенных решеток
- Поддержка расчетов на высокопроизводительных системах (HPC) и ускорения на видеокартах (GPU)



- **Анализатор радиочастотных цепей**
 - Анализ цепей в частотной области
 - Автоматическая оптимизация и настройка
 - Работа с импортированными S-матрицами



■ Современный интерфейс с панелями быстрого доступа

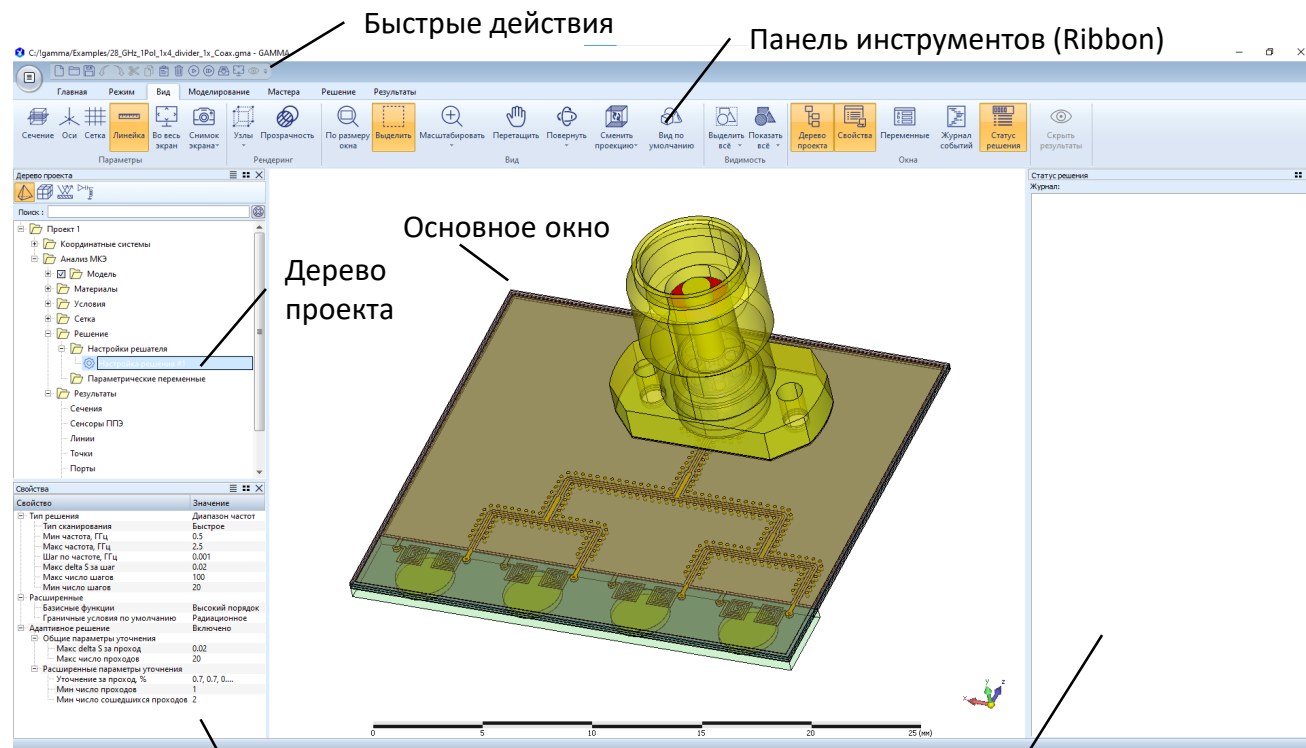
- Главная
- Режим
- Вид
- Моделирование
- Мастера
- Решение
- Результаты
- и т.д.

■ Основное окно

- Сечения
- Контроль прозрачности
- Настраиваемые: фон, толщина линий и т.д.
- Фронтальная, боковая и т.д. проекции

■ Иерархическое дерево проекта, Адаптивный редактор свойств и т.д.

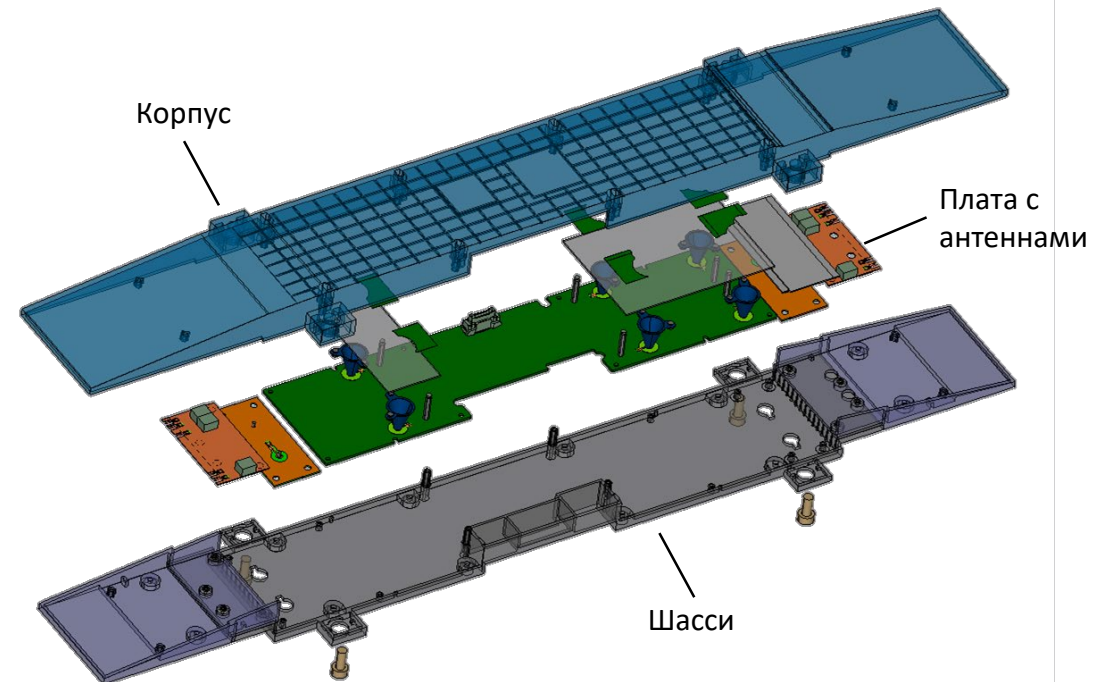
Пользовательский интерфейс программы



Вспомогательные окна
(сообщения о событиях,
статус моделирования и
т.д.)

- **Импорт/Экспорт из всех основных САПР**
 - 2D/3D форматы: Pro-E / PTC Creo, ACIS SAT, STEP, IGES, STL, DXF
 - Импорт ODB++ PCB files
- **Широкий набор инструментов для создания и редактирования геометрических объектов**
 - 1D/2D/3D примитивы
 - Логические операции
 - Инструменты для локального редактирования (смещение поверхности, скругление граней и т.д.)
 - Преобразование 2-х мерных примитивов в 3-х мерные
 - Инструменты для упрощения сложных форм
- **Инструменты для измерения: объем, площадь, длина**
- **Расширенный набор точек привязки: вершины, ребра, центр поверхности, пересечение ребер, проекции и т.д.**
- **Редактируемая история операций**
- **Поддержка переменных и параметризация объектов (для параметрического анализа)**
- **Помощники: создание массива антенн, фантом головы и руки, и т.д.**

Модель антенного модуля, спроектированного в GAMMA
(шасси и детали корпуса импортированы из PTC Creo)



■ Конечно-Элементный решатель:

- Векторные конечные элементы (КЭ) высокого порядка в частотной области
- Автоматическое построение тетраэдральных КЭ сеток
- Адаптивное улучшение КЭ сеток

■ Поддержка высокопроизводительных систем (HPC):

- Параллельные расчёты на MPI и SMP системах
- Удаленный расчёт (Windows и Linux)

■ Типы анализа:

- С источником (S-параметры)
- Собственные частоты
- Электромагнитная совместимость/интерференция (ЭМС/ЭМИ)

■ Типы источников:

- Сосредоточенный порт
- Прямоугольный волновод и коаксиальный порт
- Электрический и магнитный диполь (ЭМС/ЭМИ)

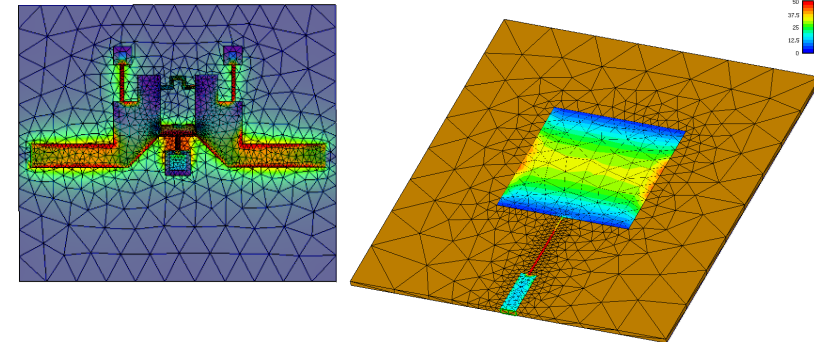
■ Материалы:

- Линейные не дисперсионные диэлектрики
- Частотно зависимые ткани человека
- Металлы (учет конечной проводимости)

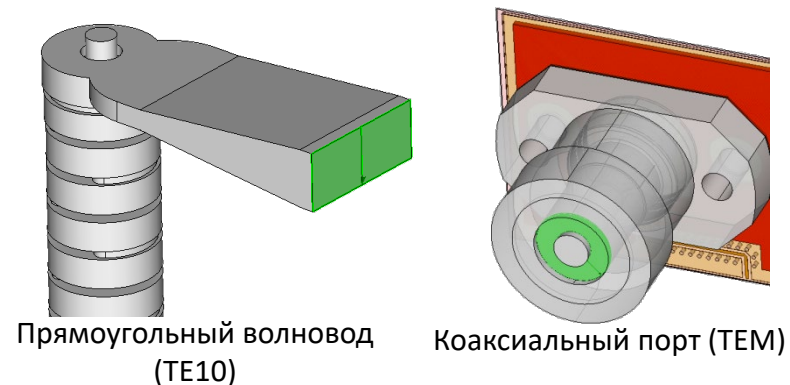
■ Граничные условия:

- Электрическая/магнитная стенка
- Конечная проводимость
- Сосредоточенные элементы (R/L/C)
- Поглощающие граничные условия

Автоматическое построение КЭ сетки с адаптивным улучшением

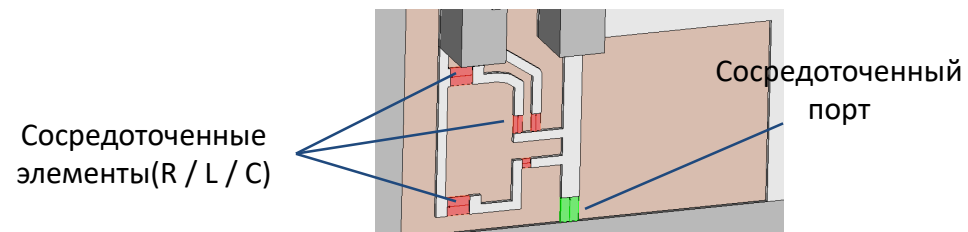


Поддерживаемые порты и элементы цепей



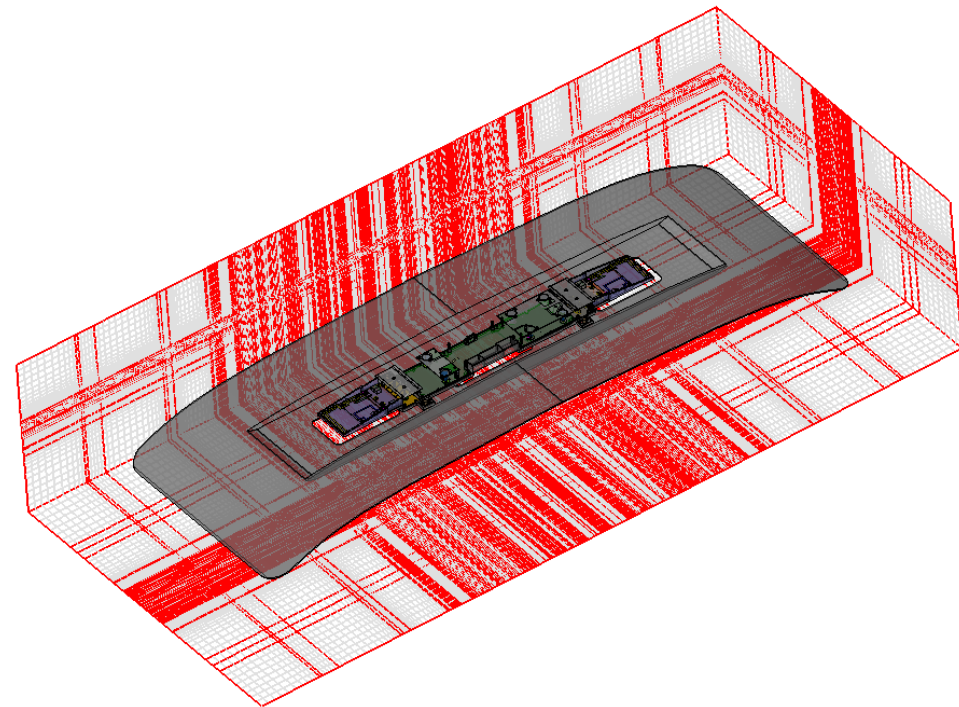
Прямоугольный волновод
(TE₁₀)

Коаксиальный порт (TEM)



- **Конечно-разностный решатель во временной области:**
 - Быстрый широкополосный анализ
 - Быстрое и удобное построение регулярных сеток
 - Ускорение на видеокартах (NVIDIA GPU с поддержкой CUDA)
- **Типы анализа:**
 - Широкополосный с источником (S-параметры)
- **Сосредоточенные порты и элементы цепей**
- **Материалы:**
 - Линейные недисперсионные диэлектрики
 - Идеальный металл
- **Граничные условия:**
 - Поглощающие (на границе расчетной области)

Набор широкополосных антенн, встроенных в крышу автомобиля (1,5 метра)



■ Сетевые параметры:

- S, Y, Z матрицы, KCB
- Диаграмма Смита
- Экспорт Touchstone SnP Text files

■ Ближнее поле:

- Поверхностные токи
- Объемное/поверхностное распределение электрического и магнитного поля

■ Безопасность:

- Certification SAR
- RF Exposure

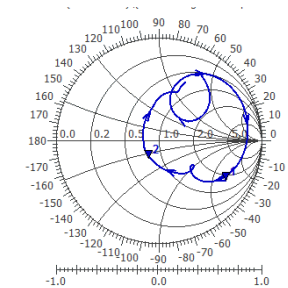
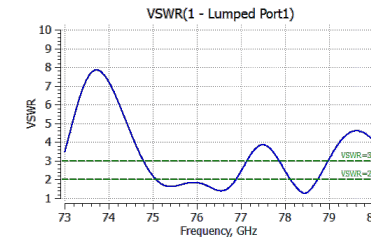
■ Параметры антенн:

- Частотные зависимости (графики) усиления антенны, КПД, полной излучаемой мощности и т.д.
- Envelope Cross-Correlation for MIMO
- Диаграмма излучения с контролем положения луча в реальном времени и инструментами анализа формирования луча для антенных решеток

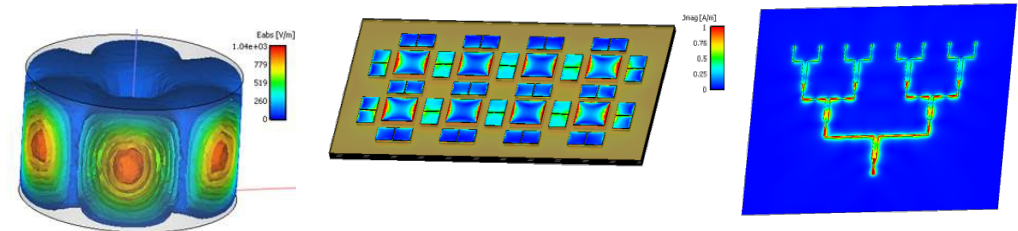
■ Дополнительно:

- Анимация полей и токов
- Графики: Маркеры, настройка шрифтов, линий и т.д.
- Экспорт: Снимки экрана, Графики в текстовые и CSV файлы

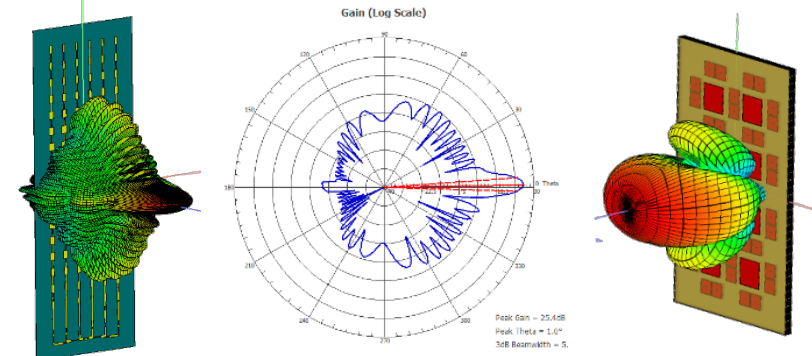
• Графики



• Ближнее поле



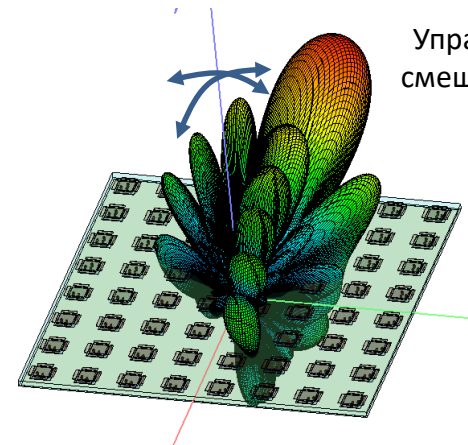
• Дальнее поле



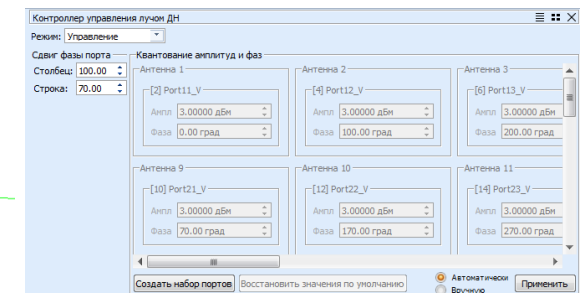
- Помощник создания Антенных решеток позволяет создавать прямоугольные решетки из одного излучателя
- Во время анализа результатов можно задавать распределение фазы и амплитуды для прямоугольных антенных решеток:
 - Анализ любых результатов в ближней и дальней зоне для любой комбинации портов и распределения амплитуд / фаз
- Усовершенствованный анализ диаграммы направленности для прямоугольных антенных решеток:
 - Управления лучом в реальном времени путем изменения смещения фазы для строк и столбцов
 - Генерация многолучевого шаблона для анализа покрытия: генерация лучей по количеству углов с использованием генетической оптимизации
 - Срез диаграммы направленности под любым углом Φ / Θ
 - Суммарная функция распределения (CDF)
 - Суммарный охват для нескольких антенных решеток

Диаграмма направленности антенной решетки 8x8 в миллиметровом диапазоне

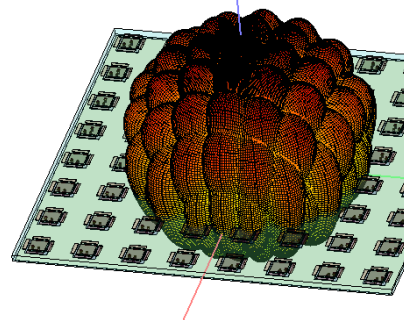
- Режим управления лучом



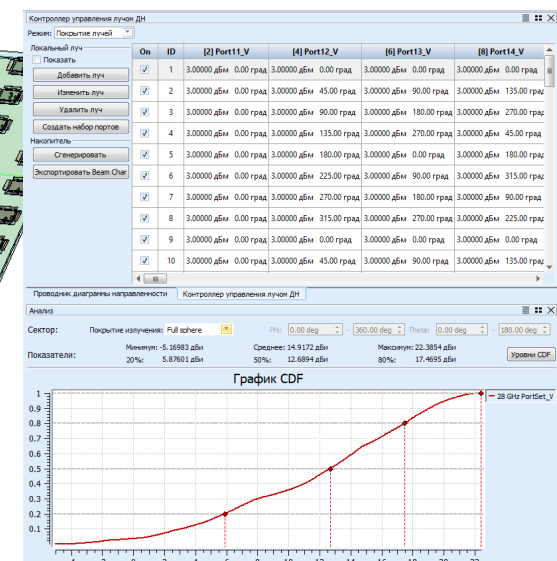
Управление в реальном времени смещением фазы столбца и строки



- Режим анализа покрытия (многолучевой)



- Автоматическая генерация лучей по углам
- Контроль Амплитуды/Фазы по портам
- Статистический анализ – график CDF



■ Режим для быстрого создания и анализа пассивных цепей:

- Согласующие цепи
- Фильтры
- Комбинированные характеристики антенных решеток
- Т.д.

■ Импорт/Экспорт Touchstone SnP файлов:

■ Компоненты цепей:

- R, L, C
- Делители мощности
- Линии задержки
- Сдвиг фазы

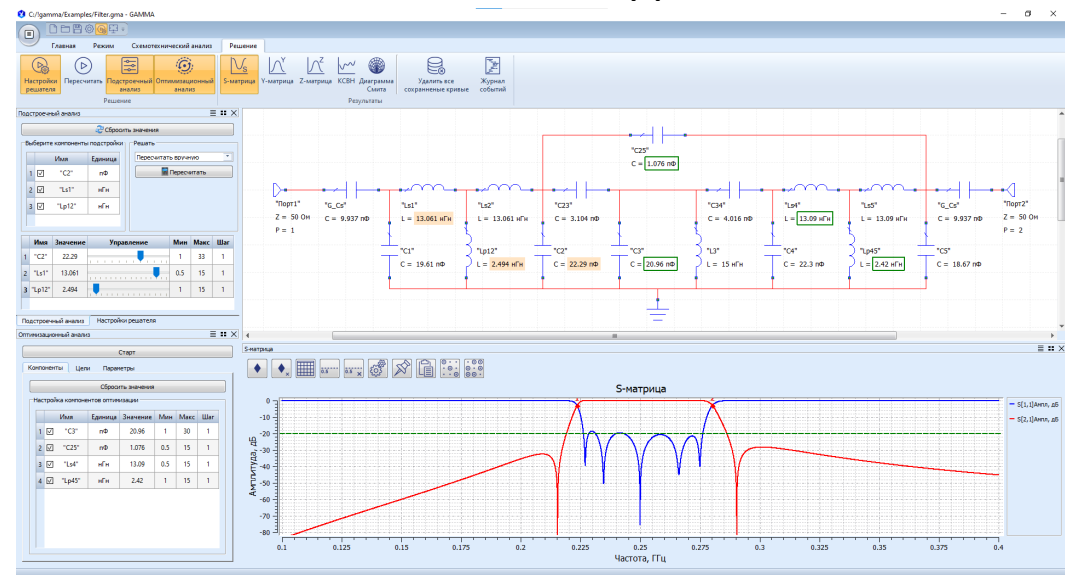
■ Моделирование:

- Анализ и настройка в режиме реального времени
- Автоматическая оптимизация (Генетический алгоритм)

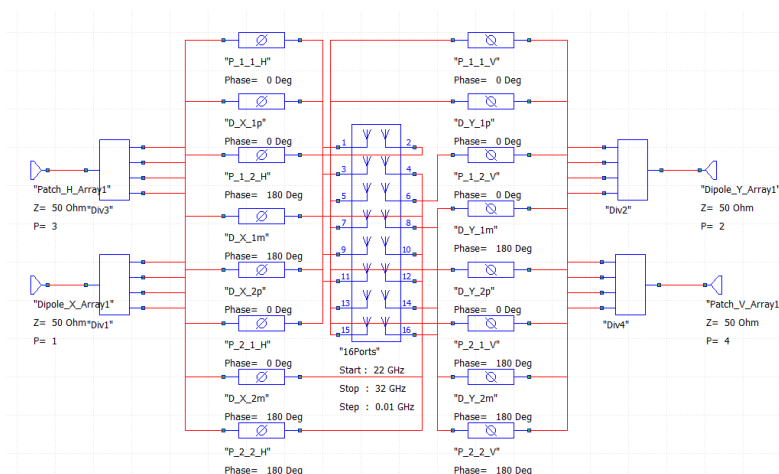
■ Результаты:

- S-, Y-, Z- матрица, KСВ, Диаграмма Смита

Пользовательский интерфейс



Импорт N-port SnP файла (измерение или моделирование)

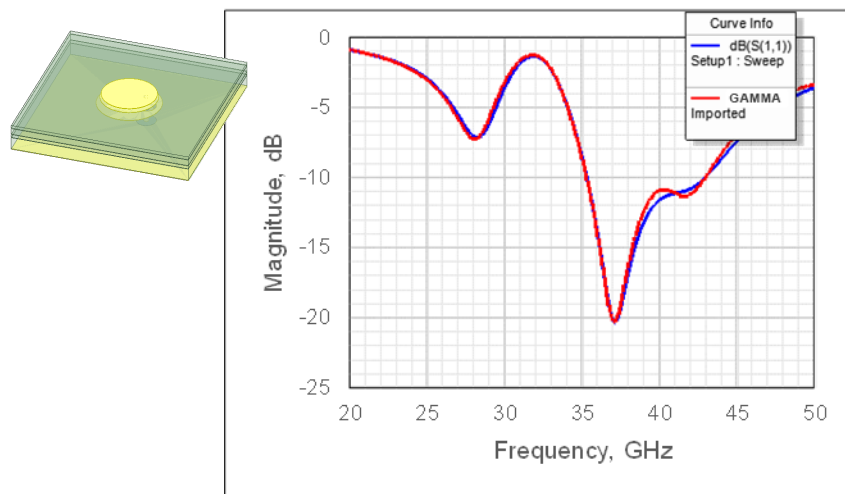


- **GAMMA поддерживает удаленный расчет на высокопроизводительных кластерах (HPC):**
 - Связь по сетевому протоколу (TCP), собственная реализация клиент/сервер
 - Запуск удаленного решателя на кластерах под управление ОС Microsoft Windows и Linux
 - Возможность адаптации под конкретный менеджер задач и тип кластера (по запросу)
- **Методы ускорение расчета:**

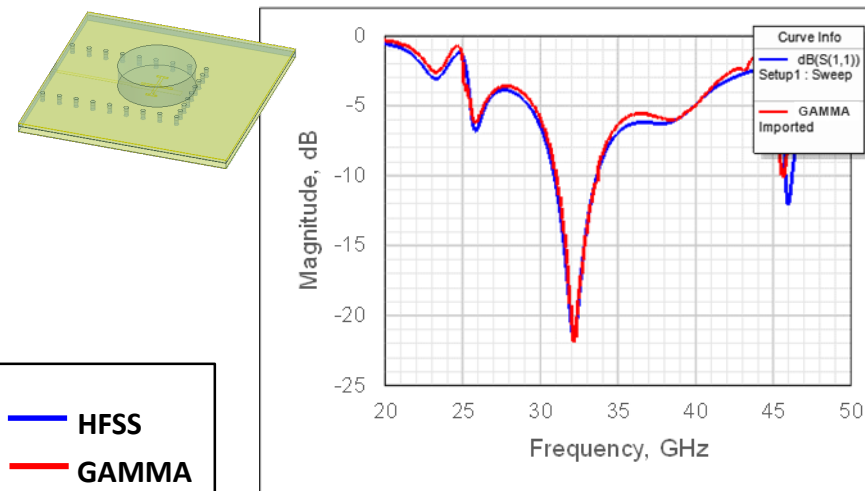
Тип	FEM	FDTD
Удаленный расчет на HPC	Да	Нет (планируется в следующей версии)
Параллельные вычисления (SMP)	Да	Нет (планируется в следующей версии)
Распределенные вычисления (MPI)	Да	Нет
Вычисления с применением графического сопроцессора (видеокарты)	Нет	Да

- Сравнение результатов моделирования антенн миллиметрового диапазона: GAMMA и ANSYS HFSS

Circular Patch Antenna

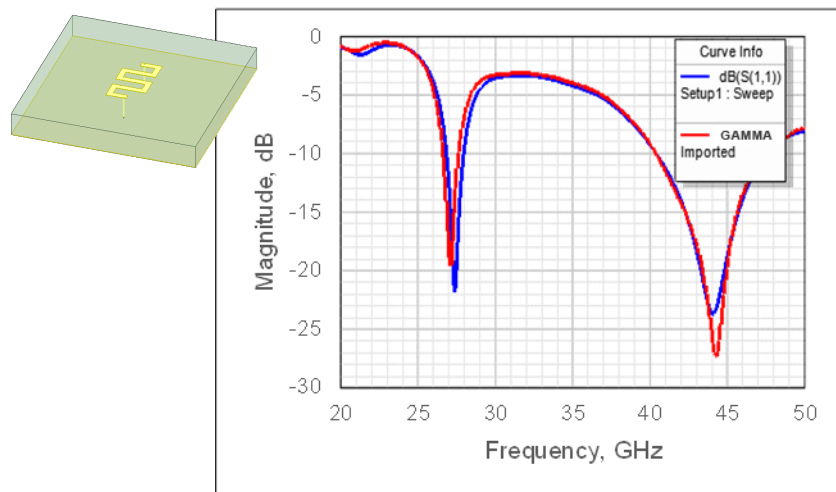


Dielectric Resonator Antenna

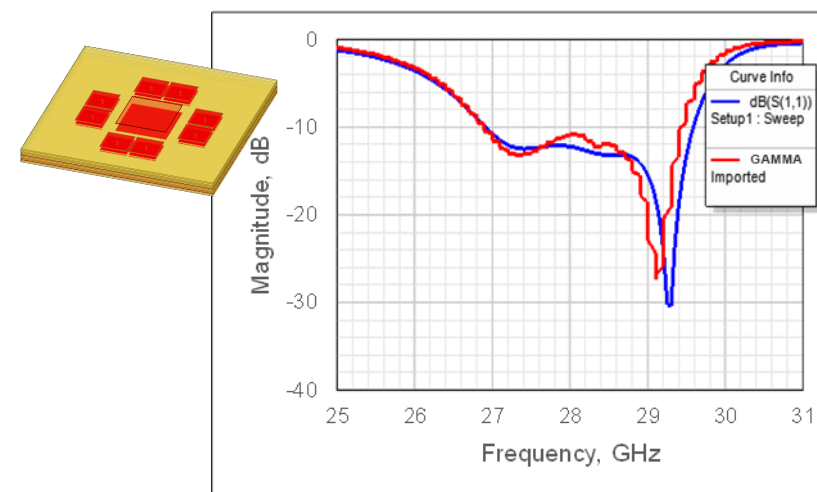


— HFSS
— GAMMA

Meander Antenna



Coupled Patch Antenna

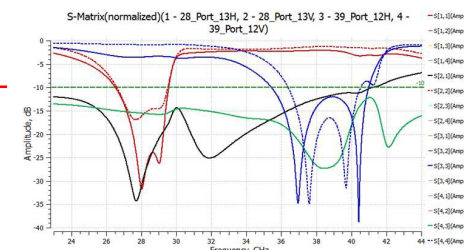
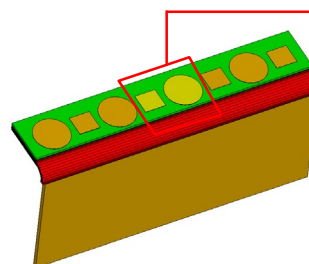


Цели

- Разработать mm-Wave антенную решетку для работы в сетях 5-го поколения
- Подготовка к прототипированию и измерениям: спроектировать РЧ линию и делитель мощности для каждой подрешетки

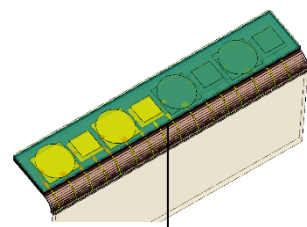
Спецификации:

- Многослойная гибкая печатная плата
- 1x4 28GHz/39GHz двух-диапазонная двойной поляризации антенная решетка
- Компактный размер

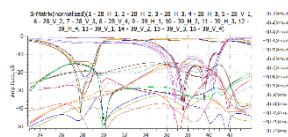


Широкая полоса, изоляция >20 dB между поляризациями и диапазонами

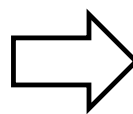
1. Дизайн и оптимизация излучателей



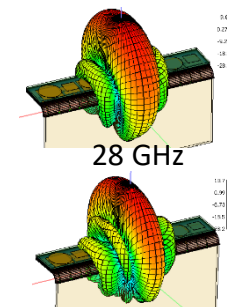
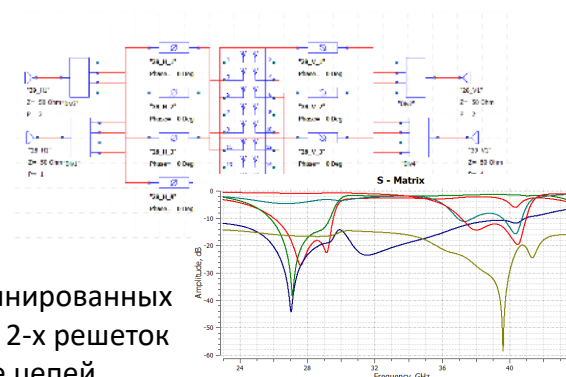
Линия передачи на гибкой печатной плате



S-параметры по всем элементам

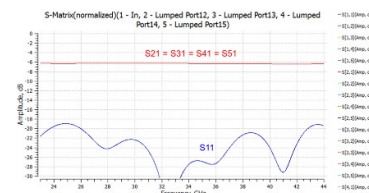
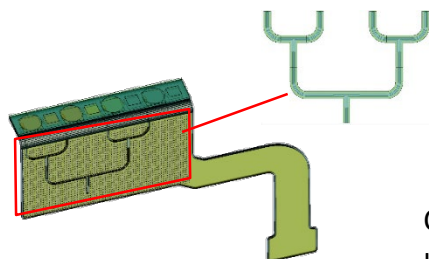


Анализ комбинированных S-параметров 2-х решеток в анализаторе цепей



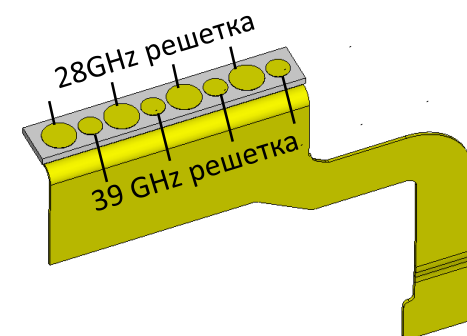
Array Realized Gain

2. Оптимизация решеток по диапазонам



Согласование и изоляция широкополосного делителя

3. Дизайн делителя мощности



4. Итоговый дизайн

*Каждый узел имеет доступ к ssd пространству для проведения вычисления объемом 133 ТБ.

Общие характеристики

Количество узлов/CPU/Ядер/GPU	25/50/*/4
Модель процессора	Intel Xeon Gold / AMD EPYC
Модель GPU	NV TESLA T4 -E3x16 16GB
Оперативная память	14,8 ТБ
Система хранения данных	400 ТБ
Тип вычислительной сети	InfiniBand
Gigabit Ethernet	NV TESLA T4 -E3x16 16GB
Пиковая производительность	позже пришлют
Производительность в LINPACK	позже пришлют
Операционная система	CentOS

4 узла

Центральные процессоры	2xAMD7702
Графические процессоры	Отсутствуют
Оперативная память	2 тб
Энергонезависимая память	300 гб
Сетевой адаптер InfiniBand	2 x Mellanox 100 Гбит/с
Сетевой адаптер Ethernet	Intel 1 Гбит/с

19 узлов

Центральные процессоры	2xAMD7452
Графические процессоры	Отсутствуют
Оперативная память	256 гб
Энергонезависимая память	300 гб
Сетевой адаптер InfiniBand	2 x Mellanox 100 Гбит/с
Сетевой адаптер Ethernet	Intel 1 Гбит/с

2 узла

Количество узлов/CPU/Ядер/GPU	2xIntel XEON 6248R
Графические процессоры	NV TESLA T4 -E3x16 16GB
Оперативная память	1 тб
Энергонезависимая память	300 гб
Сетевой адаптер InfiniBand	2 x Mellanox 100 Гбит/с
Сетевой адаптер Ethernet	Intel 1 Гбит/с

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**