

4 Российская конференция по молниезащите

СПб 28 мая 2014 г

при поддержке

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере



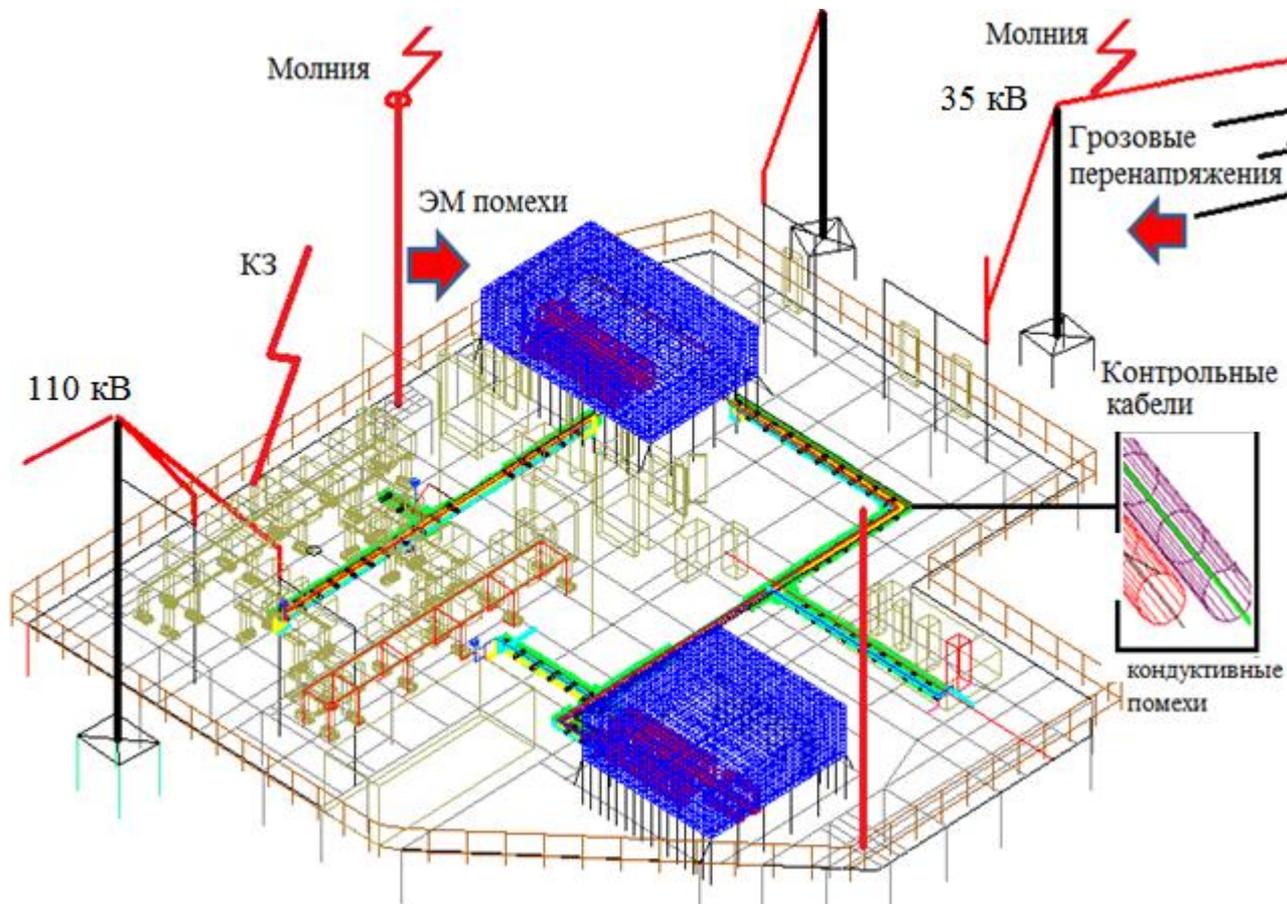
Разработка программного обеспечения для расчета молниезащиты, заземления и ЭМС, интегрированного в AutoCAD

Шишигин Дмитрий, аспирант

Шишигин С.Л. д.т.н., зав. кафедрой электротехники

Вологодский государственный университет

Задача. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ расчета молниезащиты и заземления и электрических подстанций



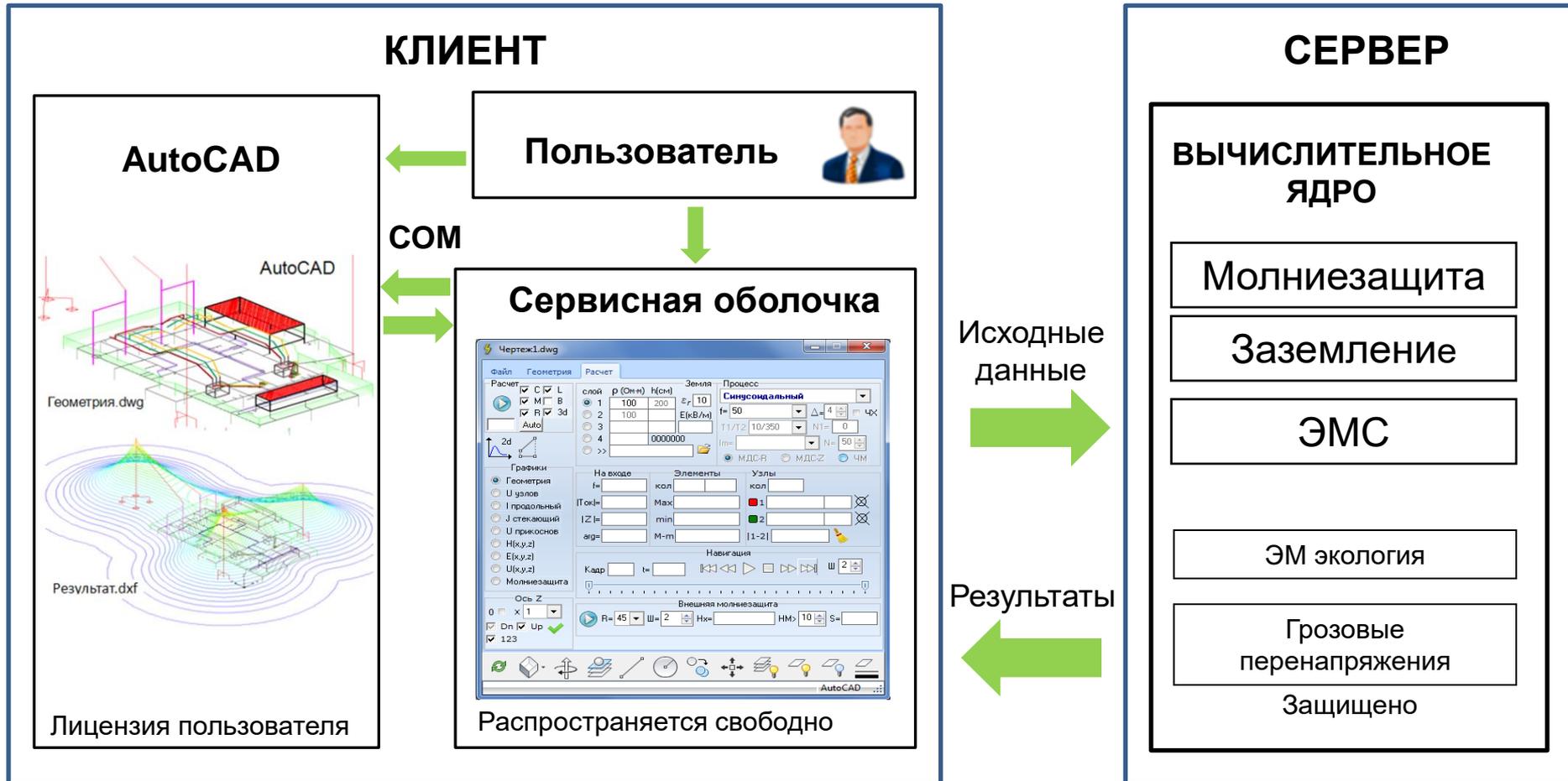
Характеристика:
Сложные
геометрические
модели



AutoCAD,
или
аналогичные
САПР (nanoCAD)

Вывод: Следует разрабатывать **AUTOCAD – ПРИЛОЖЕНИЕ**, что открывает доступ к современным средствам 3D- моделирования и отвечает требованиям проектировщиков.

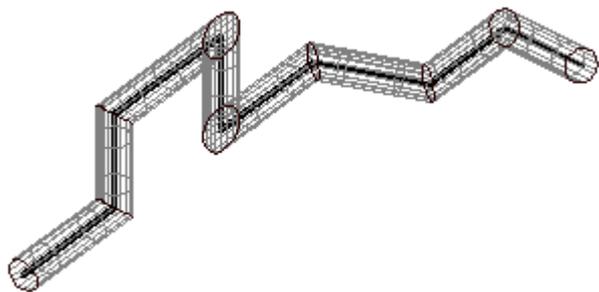
Архитектура программы ЗУМ



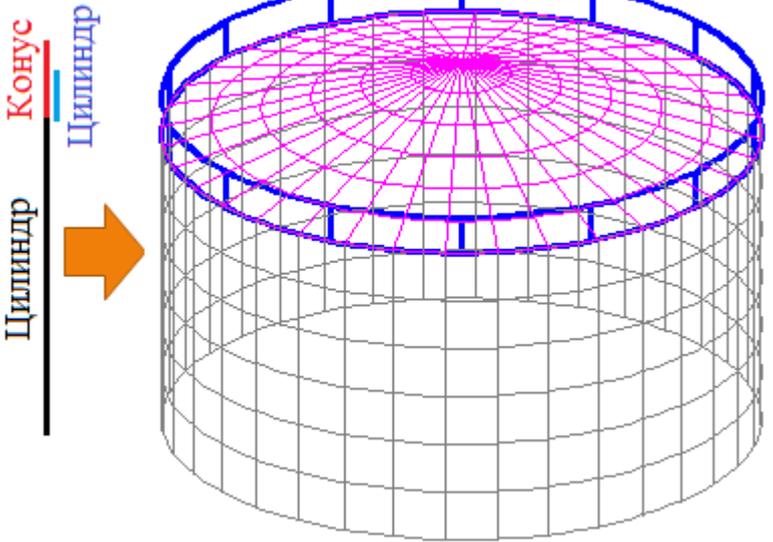
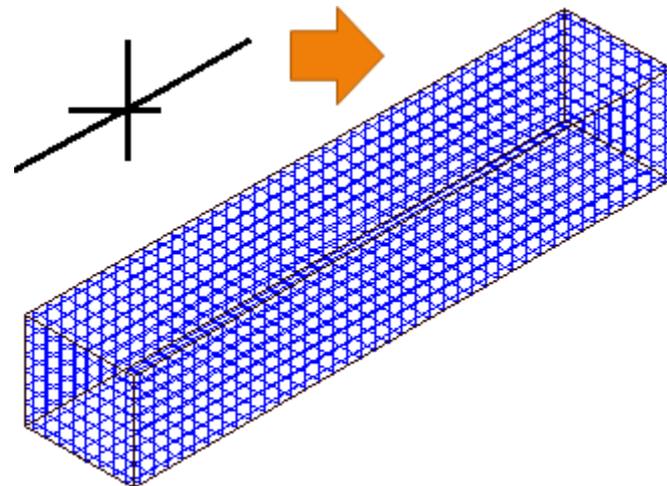
Характеристики программы: Многофункциональность вычислительного ядра и: высокое быстродействие; Удобный интерфейс; Поддержка в геометрическом моделировании; 3D-визуализация и анимация результатов

Поддержка в геометрическом моделировании

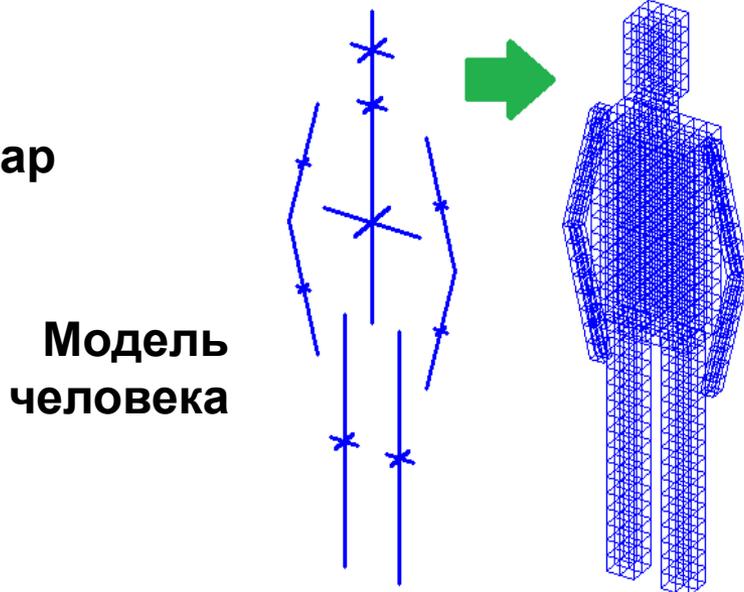
Контрольный кабель



Электромагнитный экран



Резервуар



Вывод: Построение регулярных сеток автоматизировано

Разработка научной 3D-графики в AutoCAD

ПРОБЛЕМА: Стандартного компонента 3D график нет, но его можно создать как совокупность линий

Данные для графика

СТАНДАРТНОЕ РЕШЕНИЕ

Рисование методом AddLine

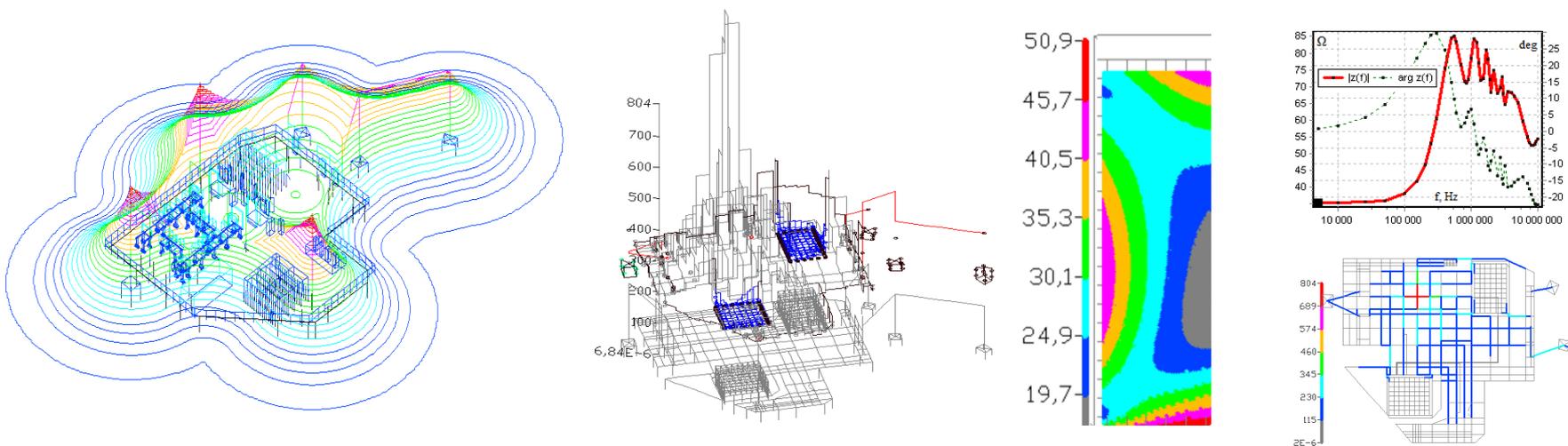
Графики строятся недопустимо медленно. Невозможно строить графики с большими данными.

Задача. Искать новые решения

НОВОЕ РЕШЕНИЕ

График строится в DXF-кодах, далее DXF файл читается в AutoCAD.

Вывод. Найден способ, позволяющий на порядок увеличить быстродействие построения графиков с большими данными (десятки, сотни тысяч линий)



Вывод: Разработаны средства 3D-визуализации и анимации научной графики в AutoCAD, аналогичные Mathcad

Повышение производительности вычислений

1. ИСКЛЮЧЕНИЕ КЭШ-ПРОМАХОВ

Современный процессор работает в **15 раз** быстрее оперативной памяти.

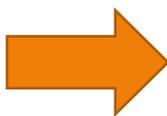
Цель: уменьшить обращение к медленной оперативной памяти и увеличить обращение к быстрой кэш памяти

Пример: Умножение матриц

Умножение строк на столбцы
кэш-промахи

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 2 & 0 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 & 15 \\ 4 & 11 \end{pmatrix}$$

6-9 раз



Построчное умножение
кэш-попадание

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 2 & 0 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 4 & 11 \end{pmatrix}$$

Поблочное умножение
Уменьшение кэш-промахов

2-3 раза

A_{11}	A_{12}	x	B_{11}	B_{12}	=	$A_{11}B_{11} + A_{12}B_{21}$	$A_{11}B_{12} + A_{12}B_{22}$
A_{21}	A_{22}		B_{21}	B_{22}		$A_{21}B_{11} + A_{22}B_{21}$	$A_{21}B_{12} + A_{22}B_{22}$

Вывод: Продумать структуру данных и алгоритмы для исключения кэш-промахов

Повышение производительности вычислений

2. Использование специализированных математических библиотек

Intel Math Kernel Library (MKL) включает многопоточность и низкоуровневую оптимизацию. Используется в Mathcad, Matlab.

Характеристики **Intel MKL** в сравнении с пакетом **AlgLib** (алгоритмическая оптимизация, распространяется свободно)

Операция	AlgLib	Intel MKL	Сравнение
Умножение матриц $[A] \cdot [A]$	11.8 сек	0.6 сек	19 раз
Решение СЛАУ $[A] \cdot [X] = [B]$	3.9 сек	0.3 сек	13 раз
Обращение матрицы $[A]^{-1}$	28.8 сек	1.1 сек	26 раз
Решение комплексных СЛАУ $[C] \cdot [X] = [B]$	46 сек	0.9 сек	51 раз
Обращение комплексной матрицы $[C]^{-1}$	125 сек	3.6 сек	34 раз

Размерность матриц – 2000. Ноутбук: Windows 7 64-bit, Intel Core i7 2.2 ГГц, ОЗУ 6 Гб

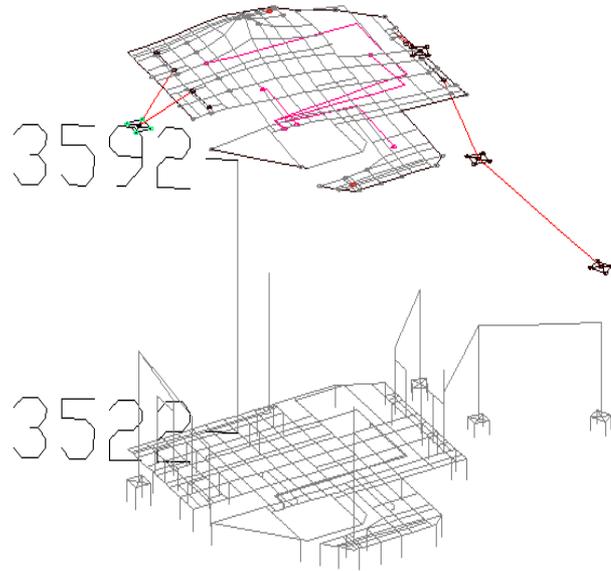
Тестовая задача производительности вычислений: Расчет заземлителя с характерным числом элементов **N=5100**.

Время счета: **20 сек** на частоте 50 Гц; импульсный режим - **менее минуты**

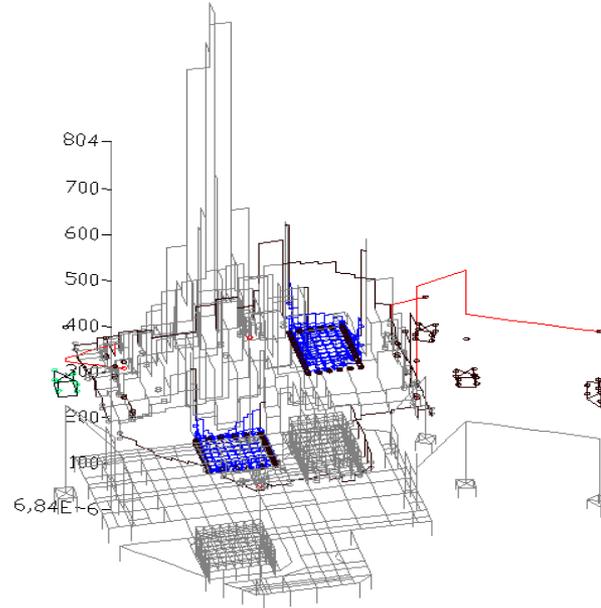
Вывод: Высокое быстродействие программы позволяет проводить многовариантные расчеты сложных задач

Пример расчета электрической подстанции. режим однофазного КЗ

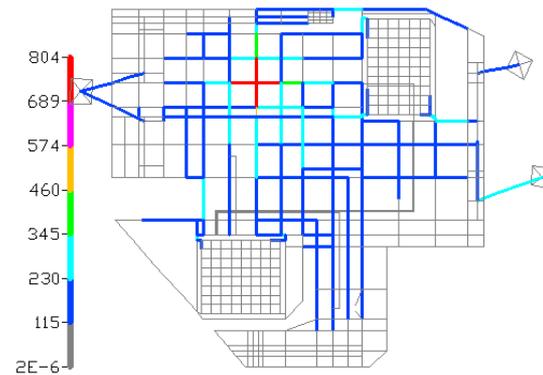
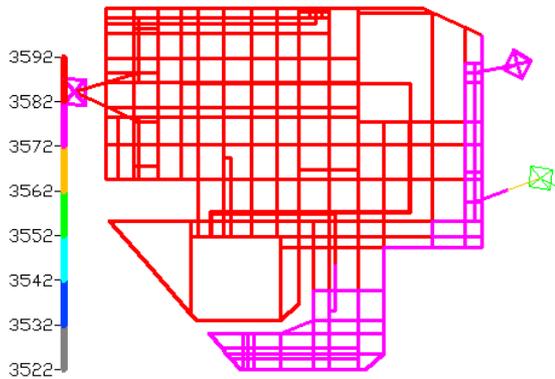
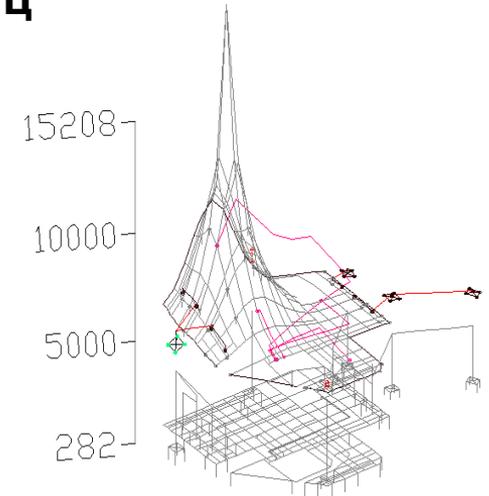
Потенциал



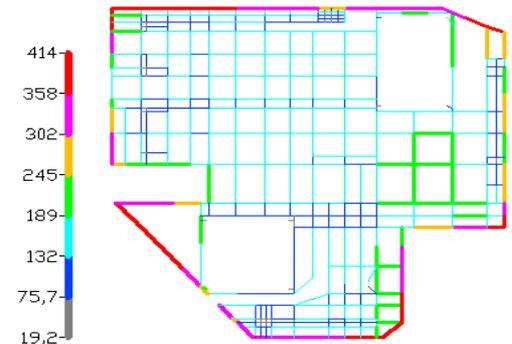
Продольный ток



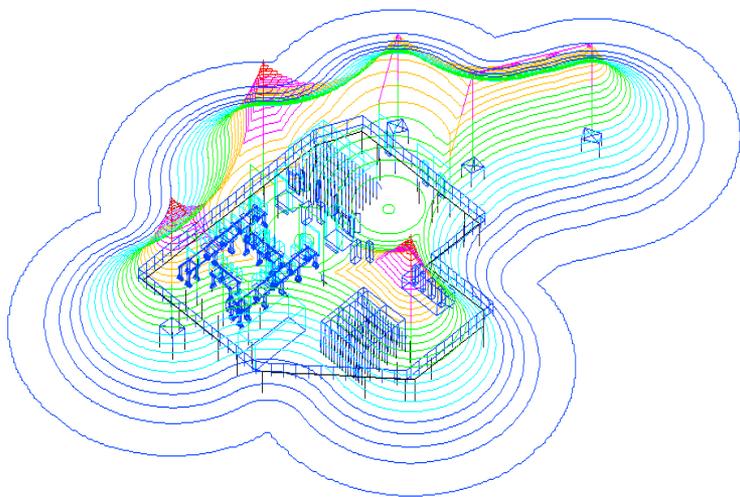
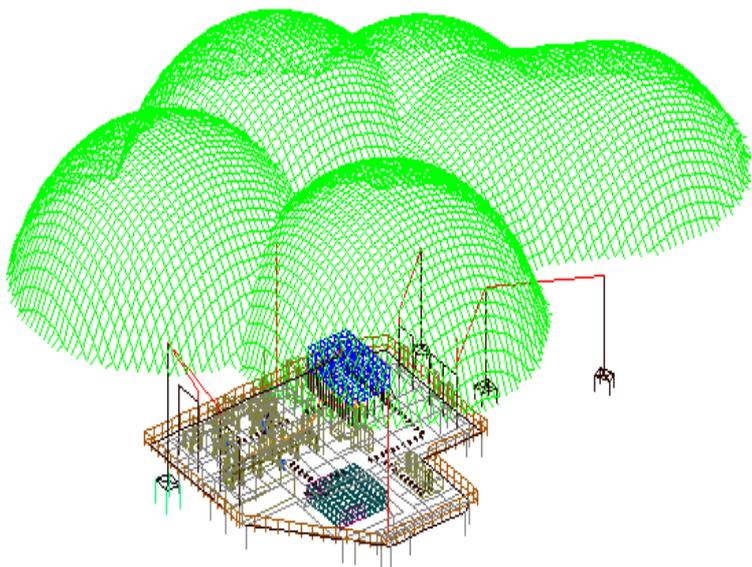
Потенциал на частоте 1 МГц



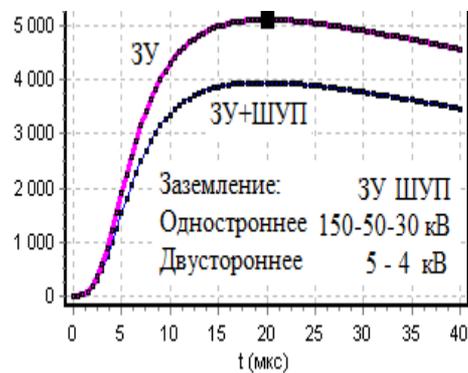
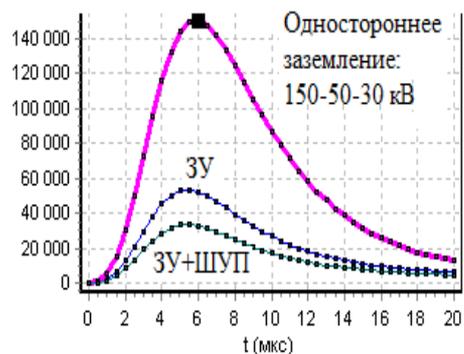
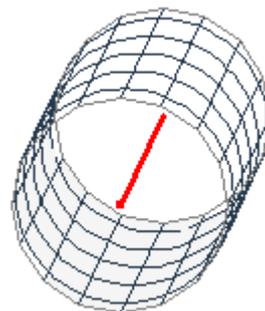
Напряжение прикосновения



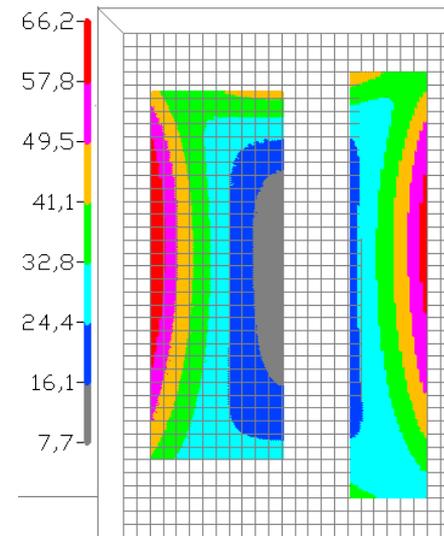
МОЛНИЕЗАЩИТА



Кондуктивные помехи



ЭМ помехи



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа ЗУМ (гос.рег. 2013613343 от 14 февраля 2013)
удобный инструмент для проектировщика молниезащиты и заземления

СПАСИБО за внимание