

Девятая независимая
научно-практическая конференция
«Разработка ПО 2013»

23 - 25 октября, Москва

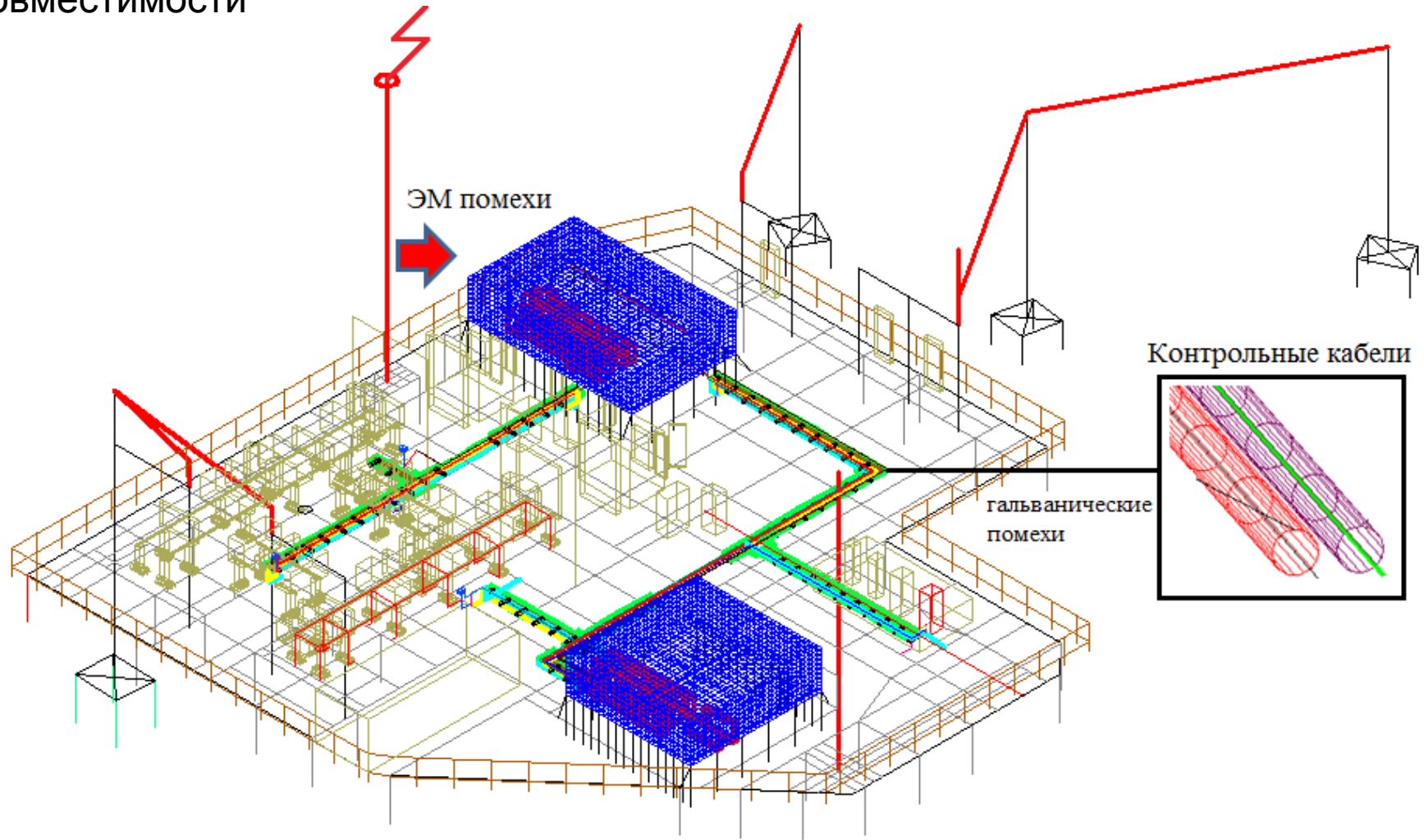


Разработка AutoCAD приложения для расчета заземления и молниезащиты электрических подстанций

Шишигин Дмитрий

Вологодский государственный
технический университет

Задача. Расчет системы молниезащиты и заземления электрических подстанций из условий электробезопасности и электромагнитной совместимости



Характеристика. Сложные геометрические модели, трудоемкие вычисления
Требования: Функциональность, быстродействие, удобство геометрического моделирования, 3D визуализация и анимация результатов расчета

ПРИНЦИПЫ разработки программы

Принцип 1. Эффективное вычислительное ядро – набор математических моделей и методов. Ядро разрабатывают ученые, обычно далекие от программирования. Мы убедились, что если отладить решение в **Mathcad**, используя матричные операции, то далее получаем простой, понятный код, а высокое быстродействие достигается использованием пакета **Intel MKL**.

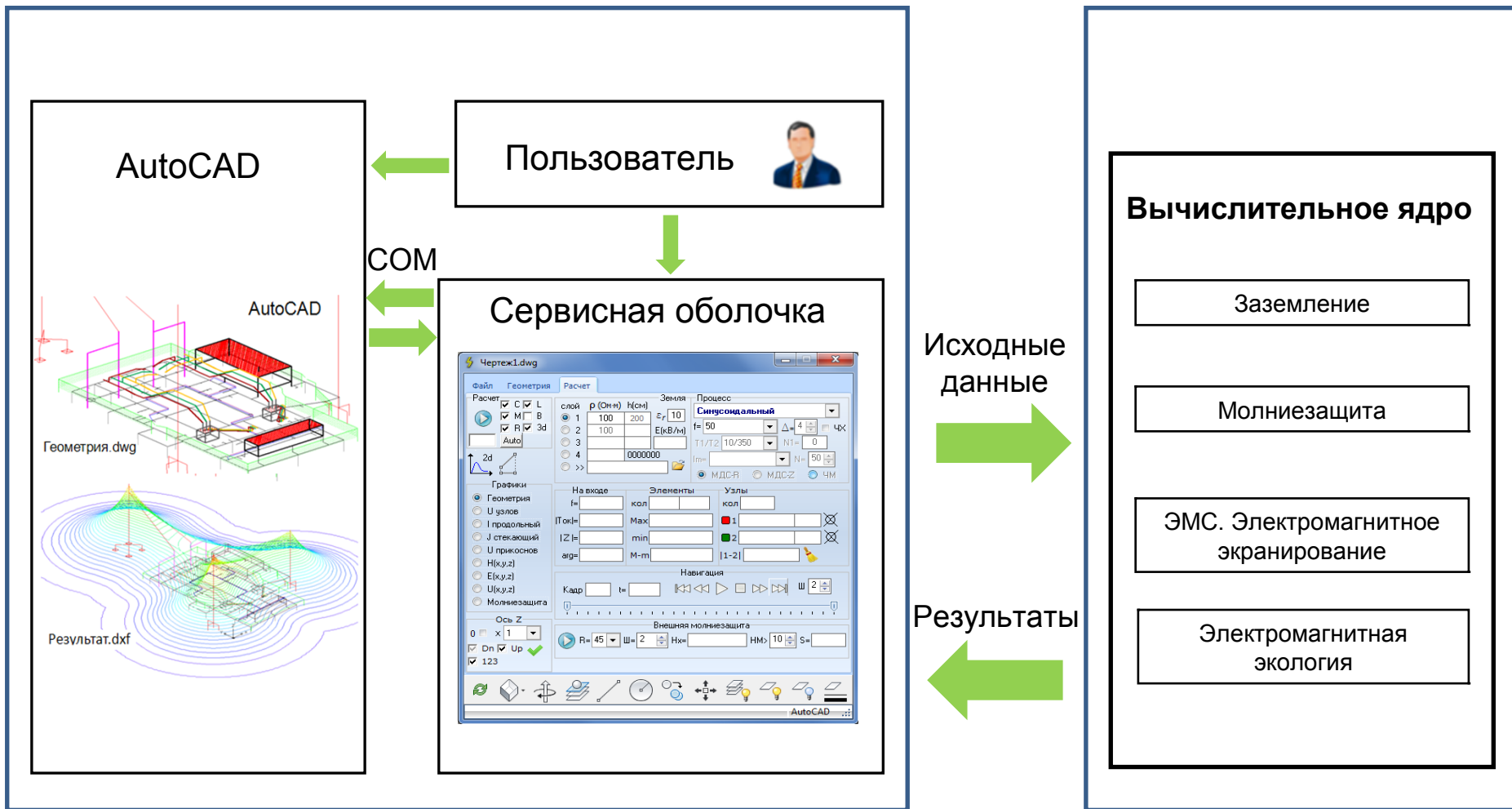
Принцип 2. AutoCAD-приложения следует разрабатывать в задачах со сложными геометрическими моделями. Математические пакеты неэффективны, а разработки авторских программ со своими геометрическими процессорами не конкурентоспособны.

Принцип 3. Поддержка в геометрическом моделировании. AutoCAD дает эффективные средства управления геометрической моделью, но при условии, что работает опытный пользователь. При разработке приложений следует исходить из обратного. Все основные операции должны быть продублированы в интерфейсе программы и созданы специализированные макрокоманды и сценарии.

Принцип 4. Наглядность результатов расчетов 2D, 3D графиками и анимацией динамические процессы. Но в AutoCAD нет стандартного компонента 3D график, использование же сторонних процедур нежелательно. Компонент 3D-график для больших данных в AutoCAD придется создать.

Принцип 5. Достоверность, документированность и доступность программы. Математические модели и методы, заложенные в программе, опубликованы, разработкой сайта и бета-версии программы мы занимаемся.

Архитектура программы ZYM



Характеристика пакета линейной алгебры *Intel Math Kernel Library*

Intel MKL включает многопоточность и низкоуровневую оптимизацию
Сравним с пакетом AlgLib (бесплатная версия), где только алгоритмическая оптимизация

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. Расчеты проведены на ноутбуке: Windows 7 64-bit, Intel Core i7 2.2 ГГц, ОЗУ 8 Гб.

Вывод: использование Intel MKL – эффективное решение для обеспечения быстродействия вычислительного ядра для процедур с матричными операциями

Создание 3D-графиков в AutoCAD

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

Данные для графика

СТАНДАРТНОЕ РЕШЕНИЕ:

Прямая запись в AutoCAD методом AddLine

```
for i:=0 to high(Lines) do
begin
  Line:=AddLine(StartPoint, EndPoint);
  Line.Layer:='MyLayer';
end;
```

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

Задача: Искать новые способы

НОВОЕ РЕШЕНИЕ:

График строится в DXF-кодах

```
F:=TStringList.Create; // буфер
F.Add('0'); F.Add('SECTION');
F.Add('2'); F.Add('ENTITIES');
for i:=0 to high(x1) do
begin
  F.Add('0'); F.Add('Line');
  F.Add('8'); F.Add('Graph');
  F.Add('10'); F.Add(FloatToStr(x1[i]));
  F.Add('20'); F.Add(FloatToStr(y1[i]));
  F.Add('30'); F.Add(FloatToStr(z1[i]));
  F.Add('11'); F.Add(FloatToStr(x2[i]));
  F.Add('21'); F.Add(FloatToStr(y2[i]));
  F.Add('31'); F.Add(FloatToStr(z2[i]));
end;
F.Add('0'); F.Add('ENDSEC');
F.Add('0'); F.Add('EOF');
F.SaveToFile('F.dxf');
```

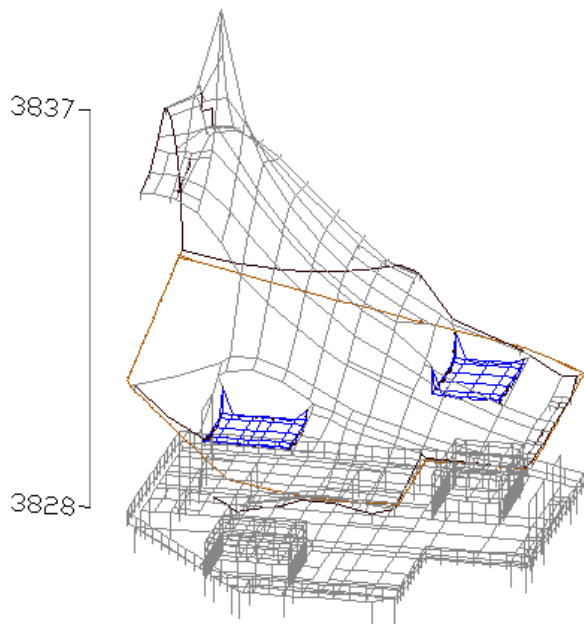
DXF файл читается в AutoCAD

```
ACAD.ActiveDocument.Import('F.dxf',Point,1)
```

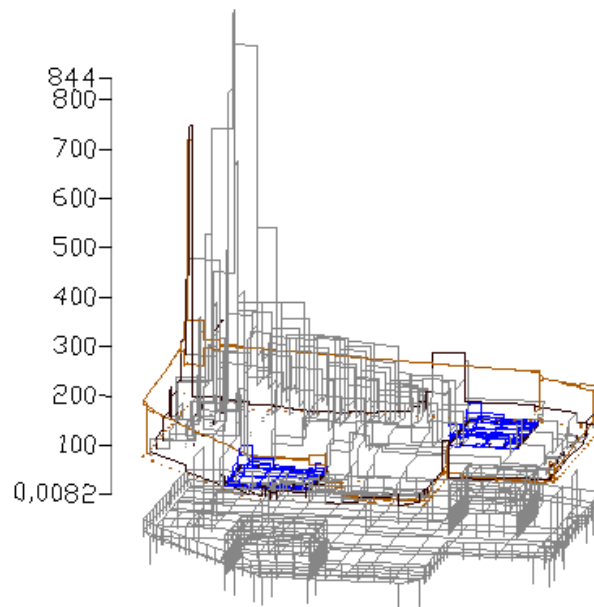
Вывод: Найден способ, позволяющий на порядок увеличить быстродействие построения графиков с большими данными (десятки, сотни тысяч линий)

Расчет заземления подстанции в режиме КЗ

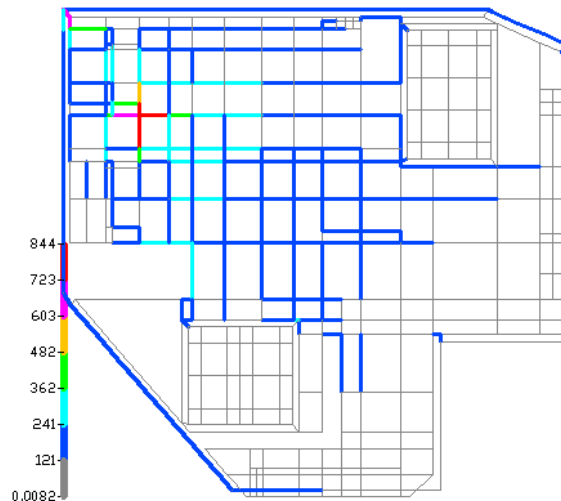
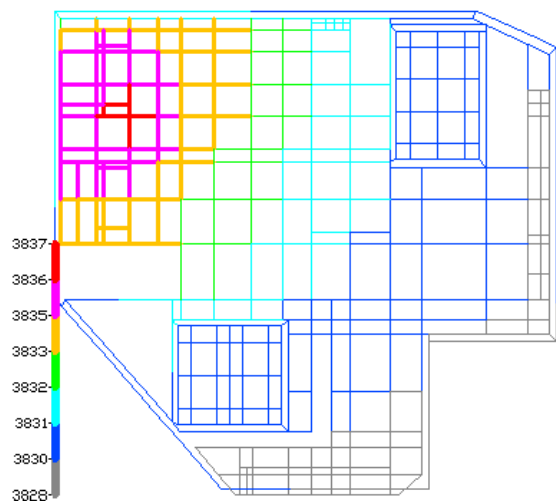
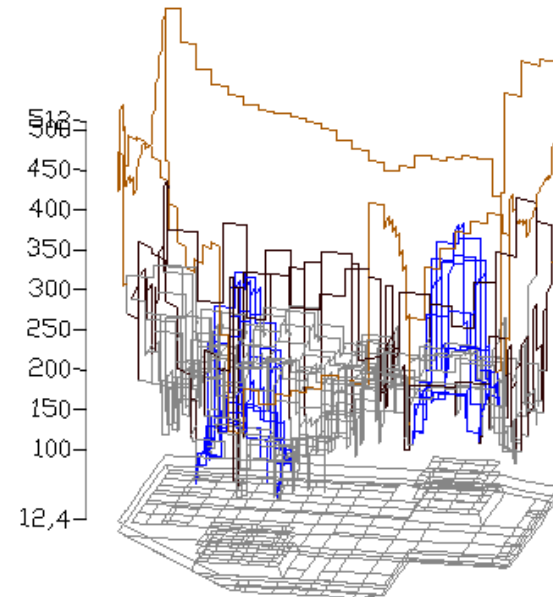
Потенциал



Ток

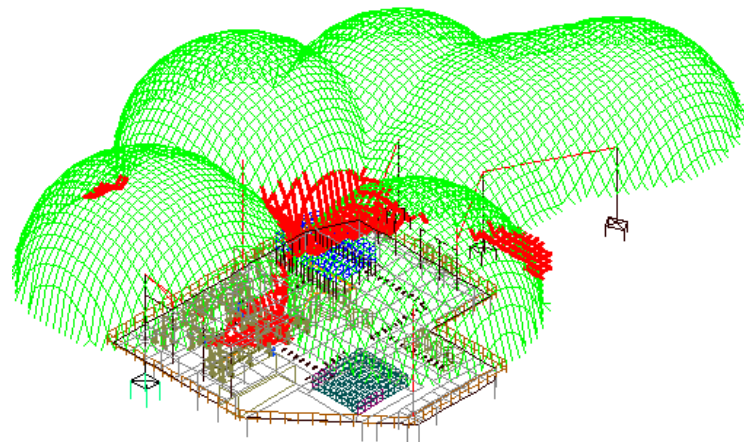
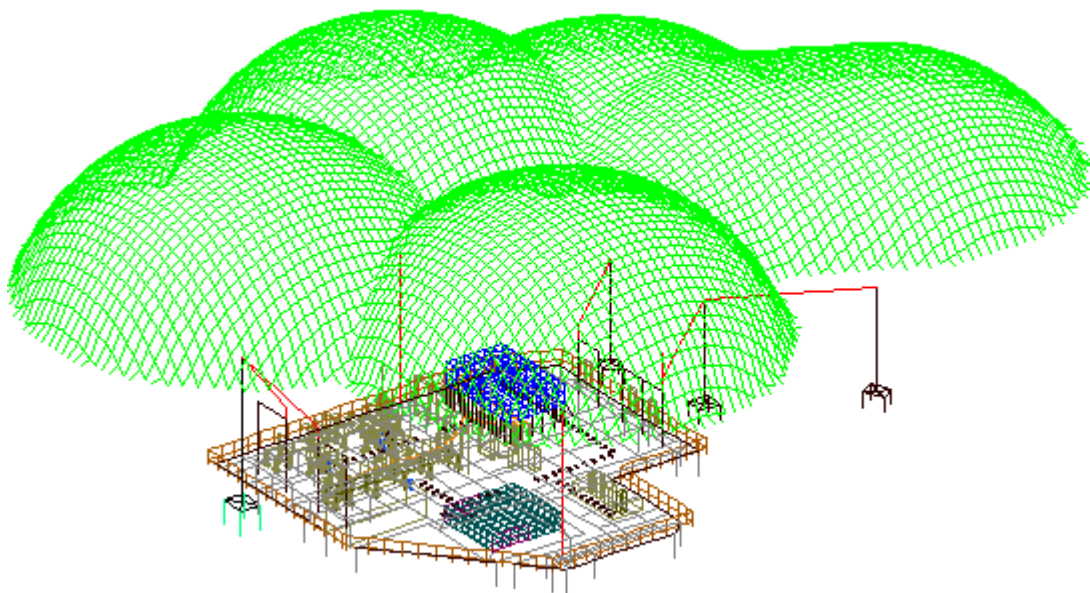


Напряжение прикосновения

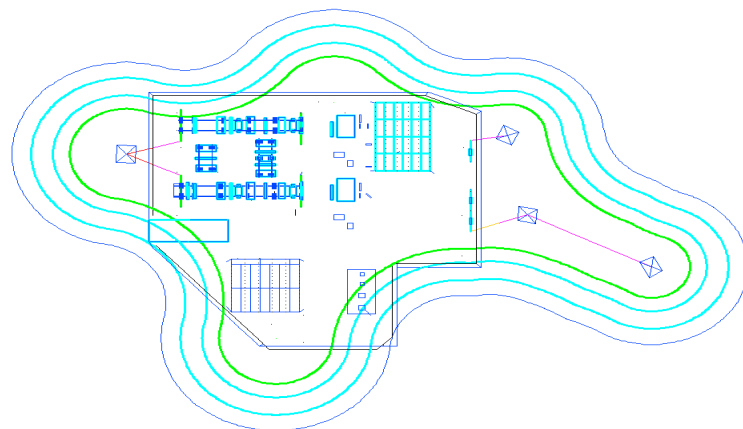
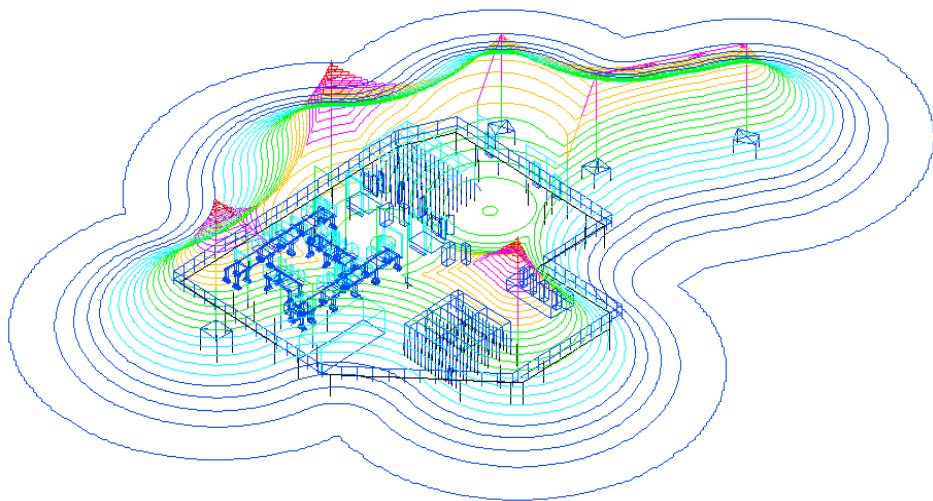


Молниезащита подстанции по стандартам МЭК

Зоны ориентировки (3 и 2 уровень)

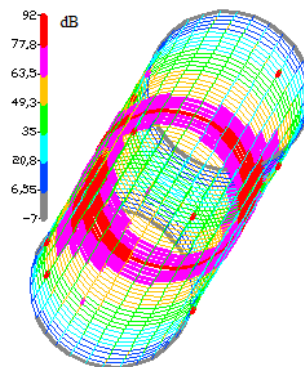
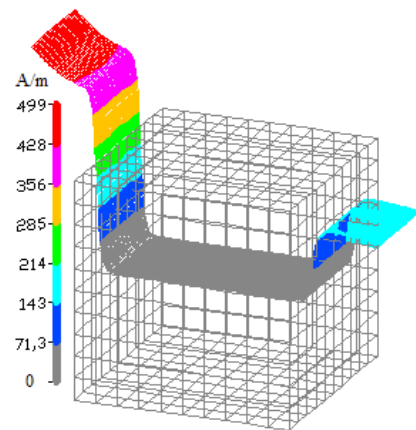
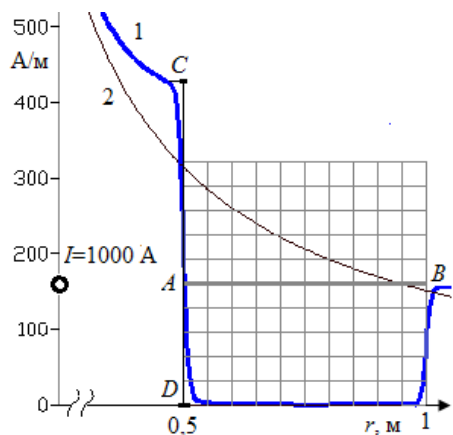


Зона защиты (изометрия и вид сверху)

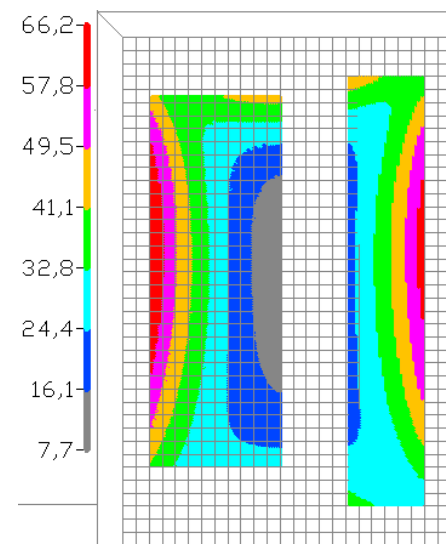
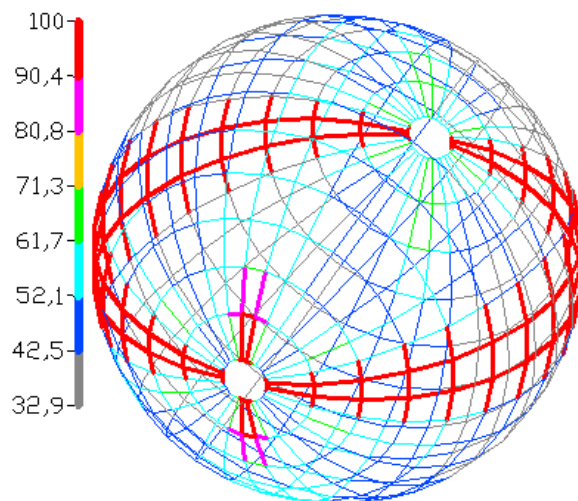
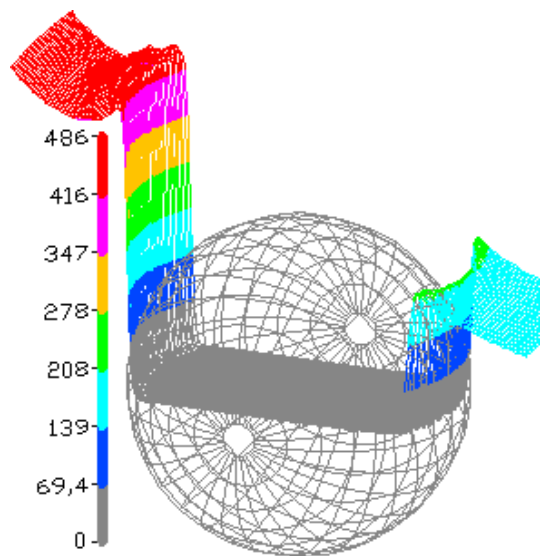
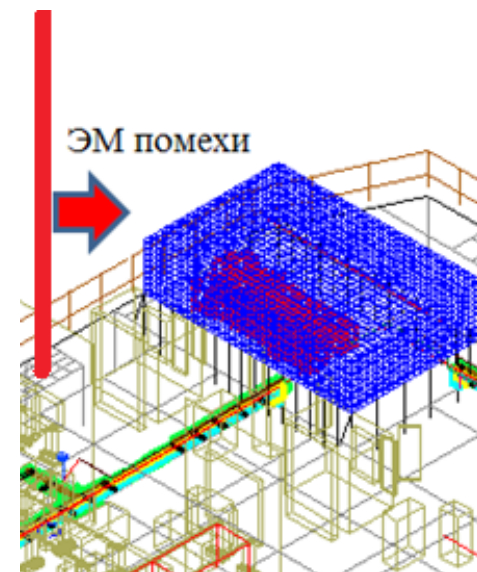


Вторичные проявления тока молнии. Электромагнитные помехи

Модельные задачи. Коэффициент экранирования канонических экранов



Напряженность магнитного поля в здании



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана программа **ZYM** для комплексного расчета заземления и молниезащиты электрических подстанций с мощным ядром, удобным интерфейсом и современными средствами визуализации и анимации научной графики. **Программа делает работу проектировщика производительной, уменьшает вероятность ошибки, экономит материальные ресурсы.**

Перспективы. В ближайшее время мы завершаем альфа-тестирование и предоставим программу для бета-тестирования.

СПАСИБО за внимание