

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

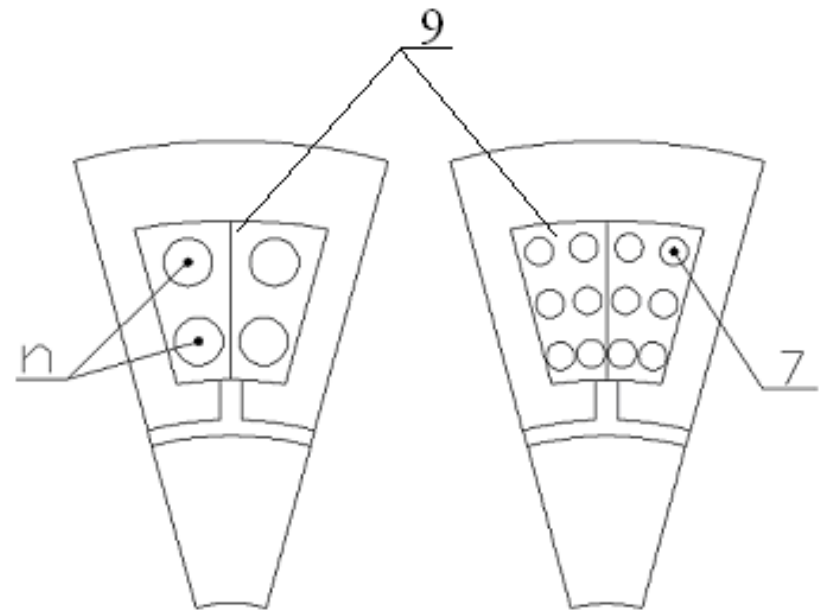
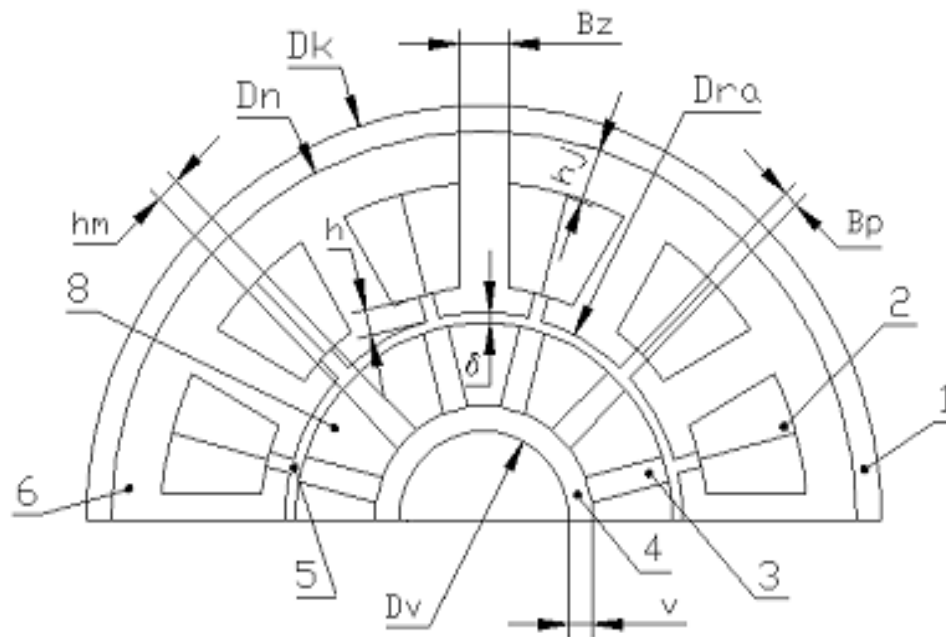
Душкиной Юлии Александровны

на тему: Программы геометрических моделей для
исследования тепловых режимов в электрических
машинах методом конечных элементов

Постановка задачи:

- разработать алгоритм и программы построения модели ЭМ с пазами заданной конфигурации, используя программный продукт **Mechanical Desktop** со встроенным языком программирования **AUTOLISP**;
- построить модели ЭМ;
- произвести моделирование тепловых полей для ЭМ в среде **ELCUT** для стационарного и нестационарного процесса;
- произвести моделирование тепловых полей для ЭМ в среде **FEMLAB** для двухмерной и трехмерной модели стационарного и нестационарного процесса;
- сравнить результаты моделирования тепловых полей в перечисленных программных продуктах;
- настроить меню **Mechanical Desktop** для включения в него разработанных элементов САПР.

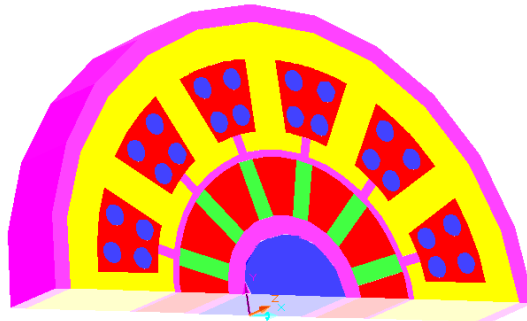
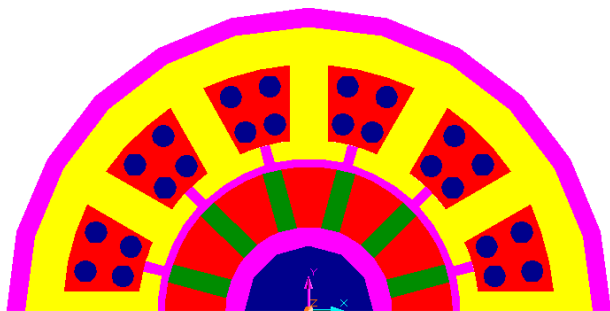
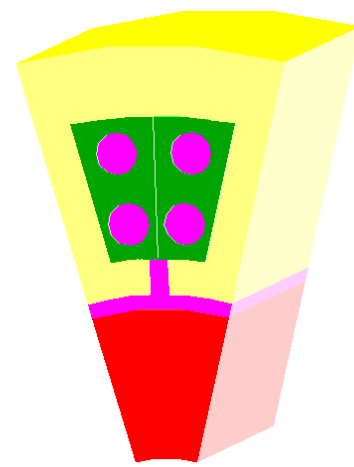
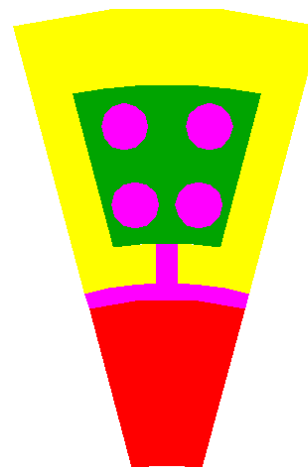
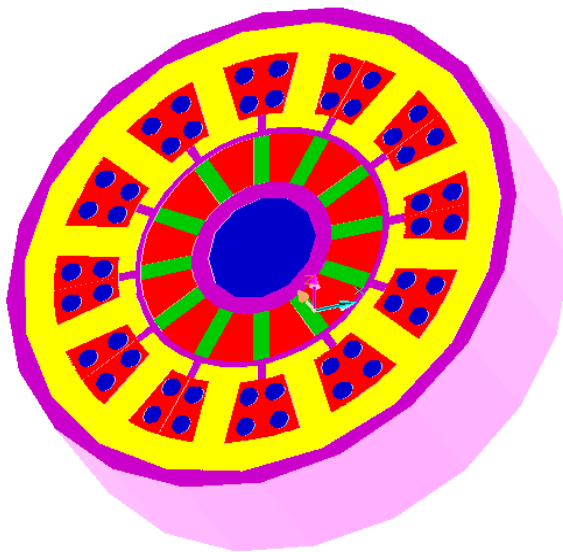
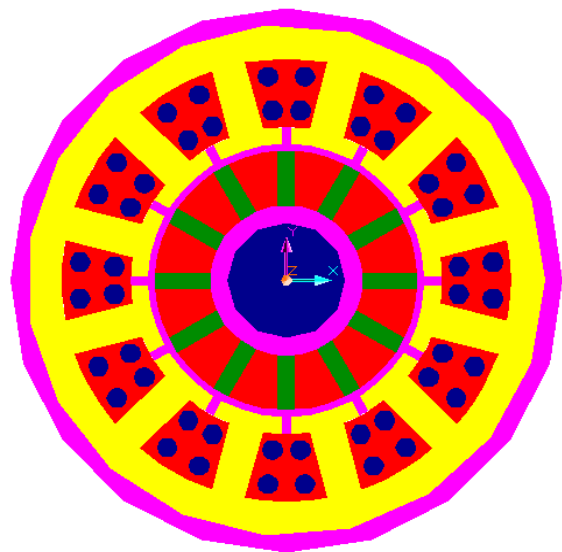
ПОПЕРЕЧНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ЭМ



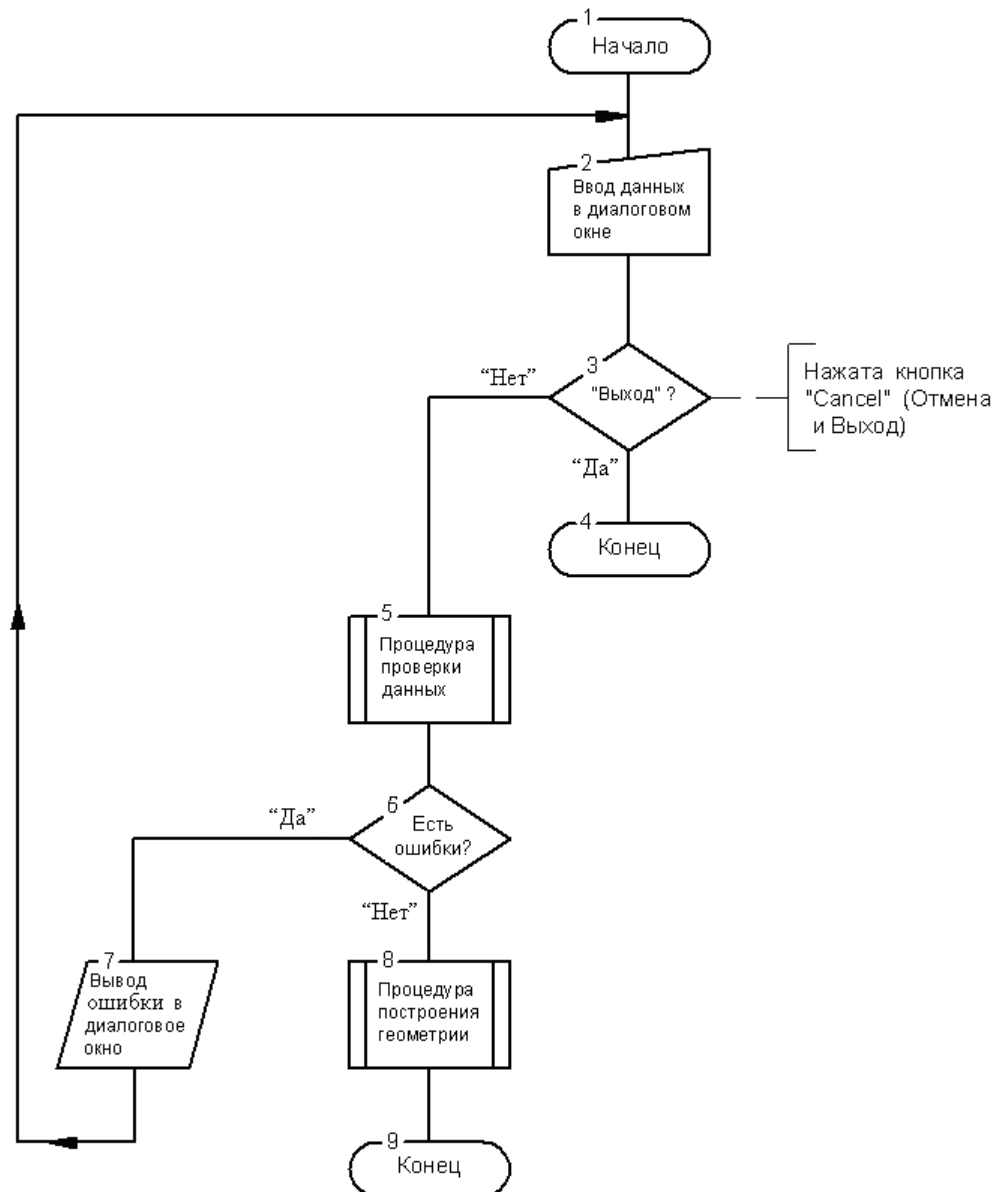
Позиция 1 – корпус машины;
 Позиция 2 – паз;
 Позиция 3 – магнит;
 Позиция 4 – немагнитная втулка;

Позиция 5 – воздушный зазор;
 Позиция 6 – магнитопровод статора
 Позиция 7 – медный проводник
 Позиция 8 – полюсные вставки
 Позиция 9 – суммарная пазовая изоляция

Модели ЭМ

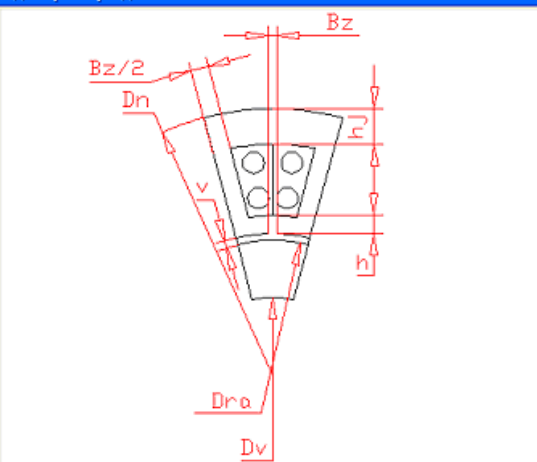


Алгоритм основной программы



Вид диалоговых окон

Введите размеры детали

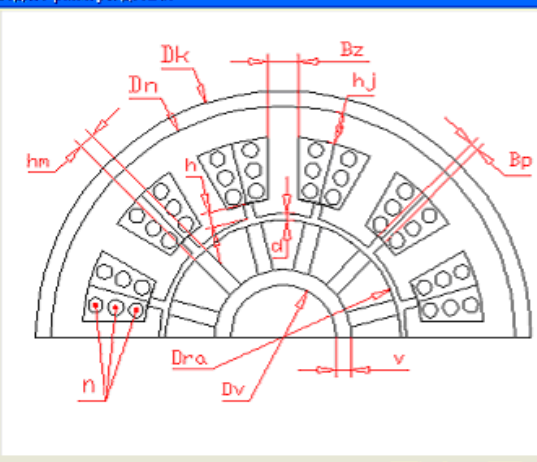


Параметры:

Ширина зуба статора Bz, mm	5
Ширина шлица Bp, mm	1.4
Наружный диаметр корпуса Dk, mm	80
Диаметр статора Dra, mm	40
Высота шлица h, mm	2.5
Высота яра статора hj, mm	5
Наружный диаметр Dn, mm	75
Количество пар полюсов p, mm	12
Внутренний диаметр ротора Dv, mm	17
Величина воздушного зазора d, mm	1.0
Высота машины Z, mm	20.0
Ширина ступицы v, mm	2.5
Количество проводников П, mm	2.0

OK Cancel

Введите размеры детали

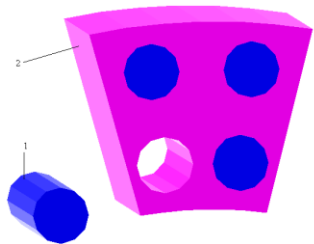


Параметры:

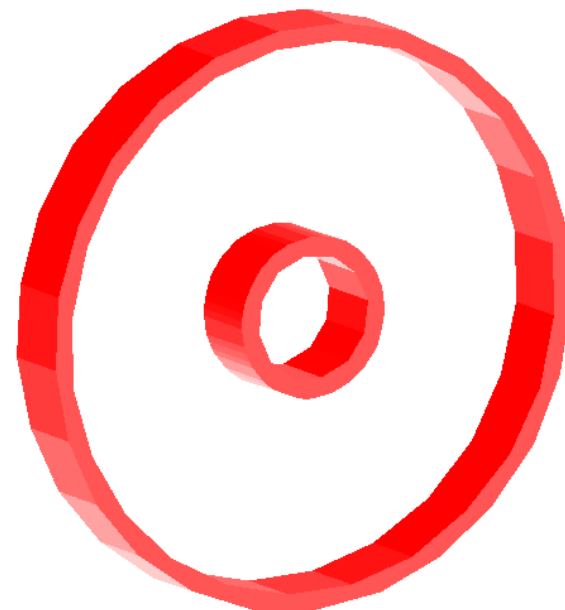
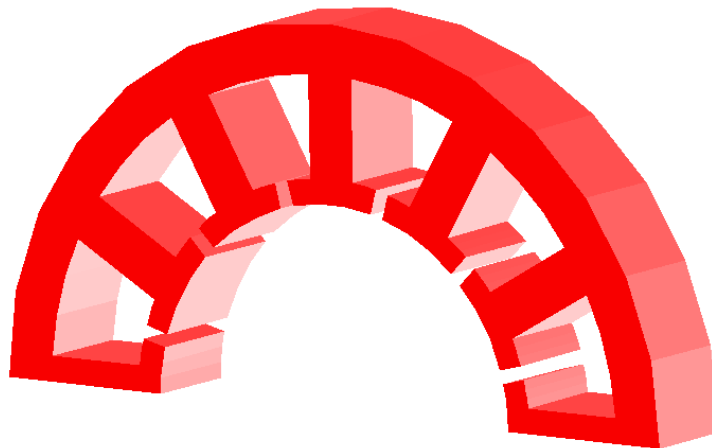
Ширина зуба статора Bz, mm	5
Ширина шлица Bp, mm	1.4
Наружный диаметр корпуса Dk, mm	80
Диаметр статора Dra, mm	40
Высота шлица h, mm	2.5
Расстояние между магнитами hm, mm	2.5
Высота яра статора hj, mm	5
Наружный диаметр Dn, mm	75
Количество пар полюсов p, mm	3
Внутренний диаметр ротора Dv, mm	17
Величина воздушного зазора d, mm	1.0
Высота машины Z, mm	20.0
Ширина ступицы v, mm	2.5
Количество проводников а, mm	2.0

OK Cancel

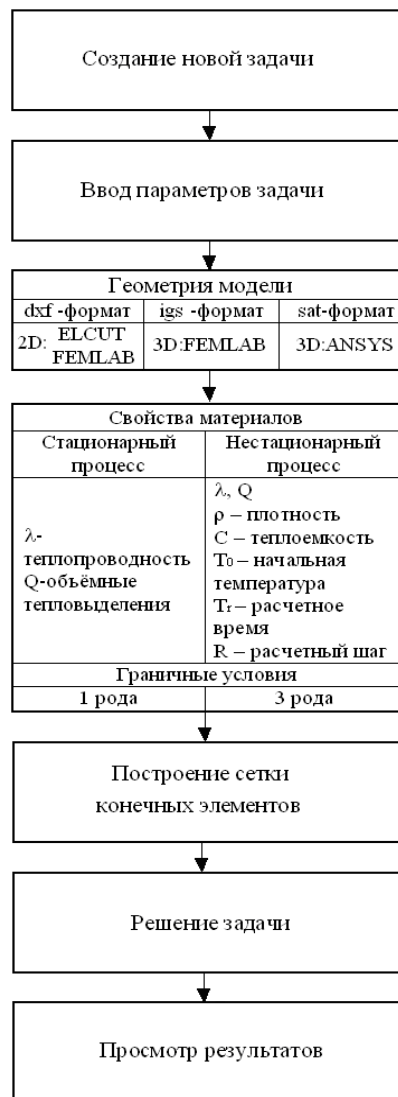
Построение 3D моделей



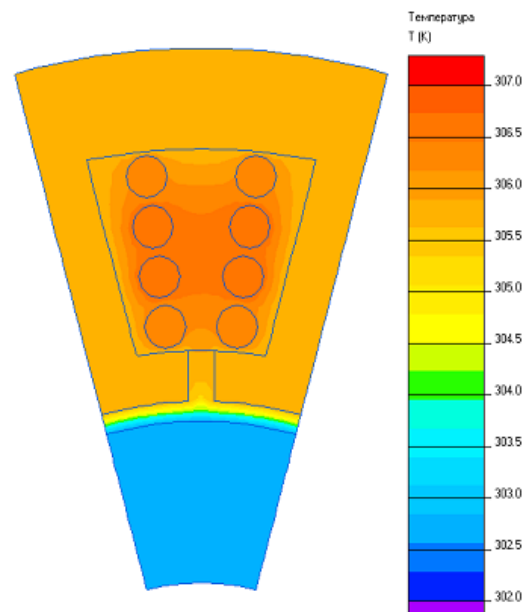
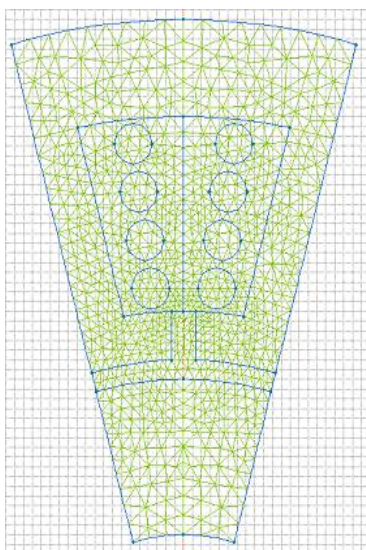
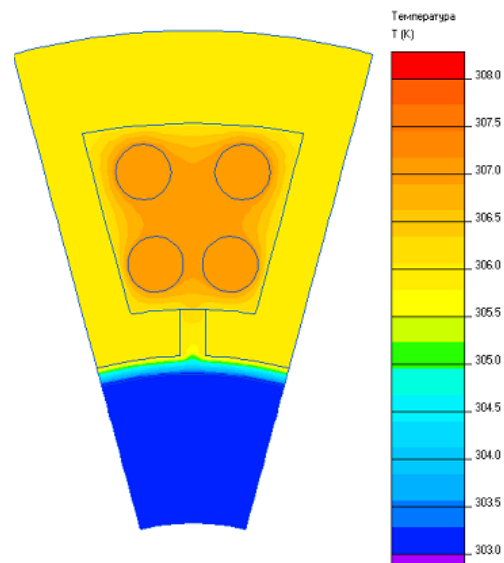
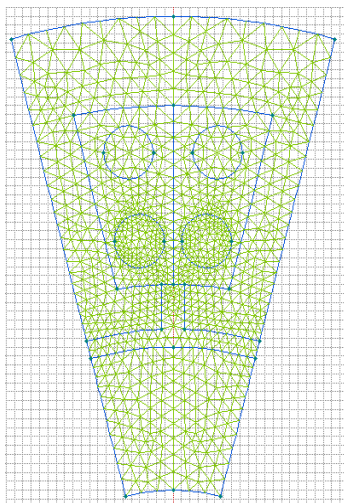
1- эквивалентный проводник;
2- суммарная пазовая изоляция



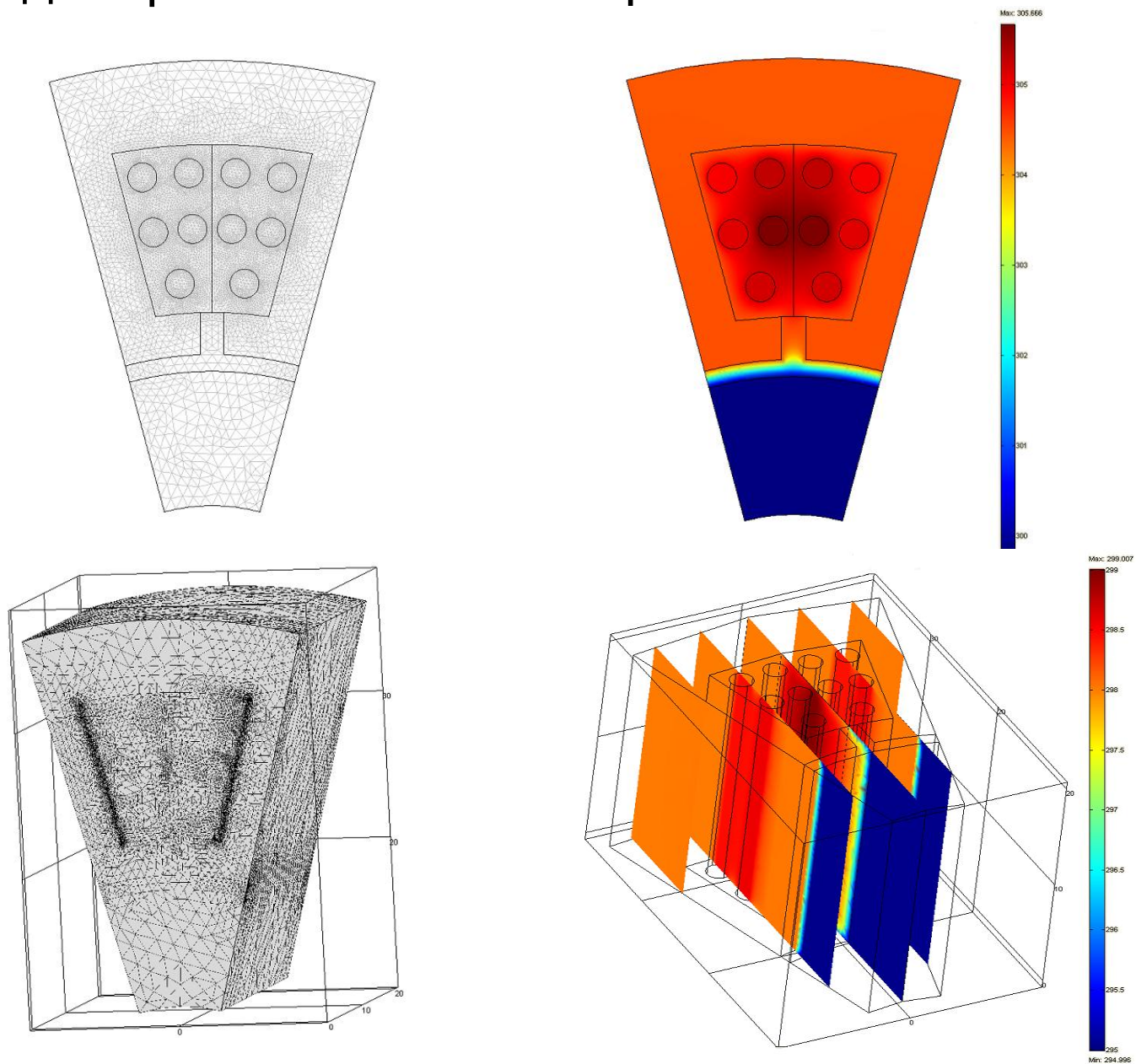
Этапы разработки задачи определения тепловых режимов методом конечных элементов



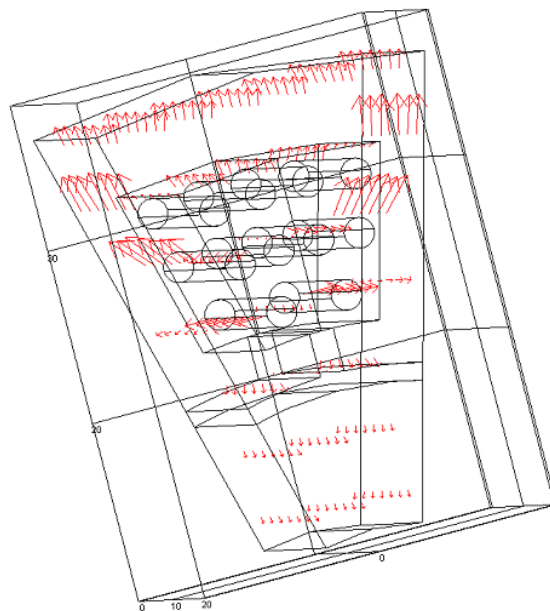
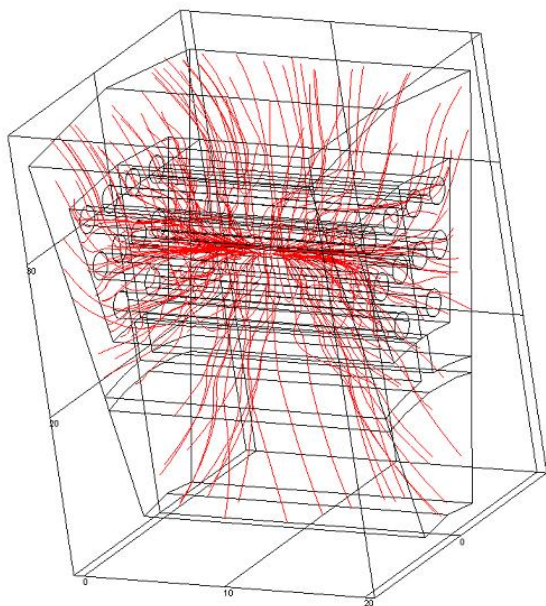
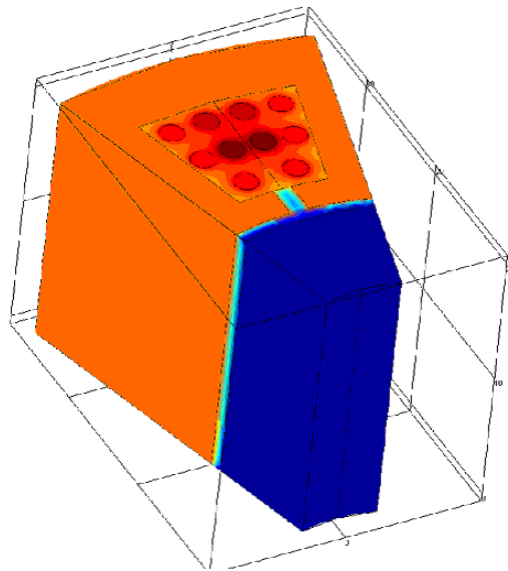
Моделирование тепловых режимов ЭМ в Elcut



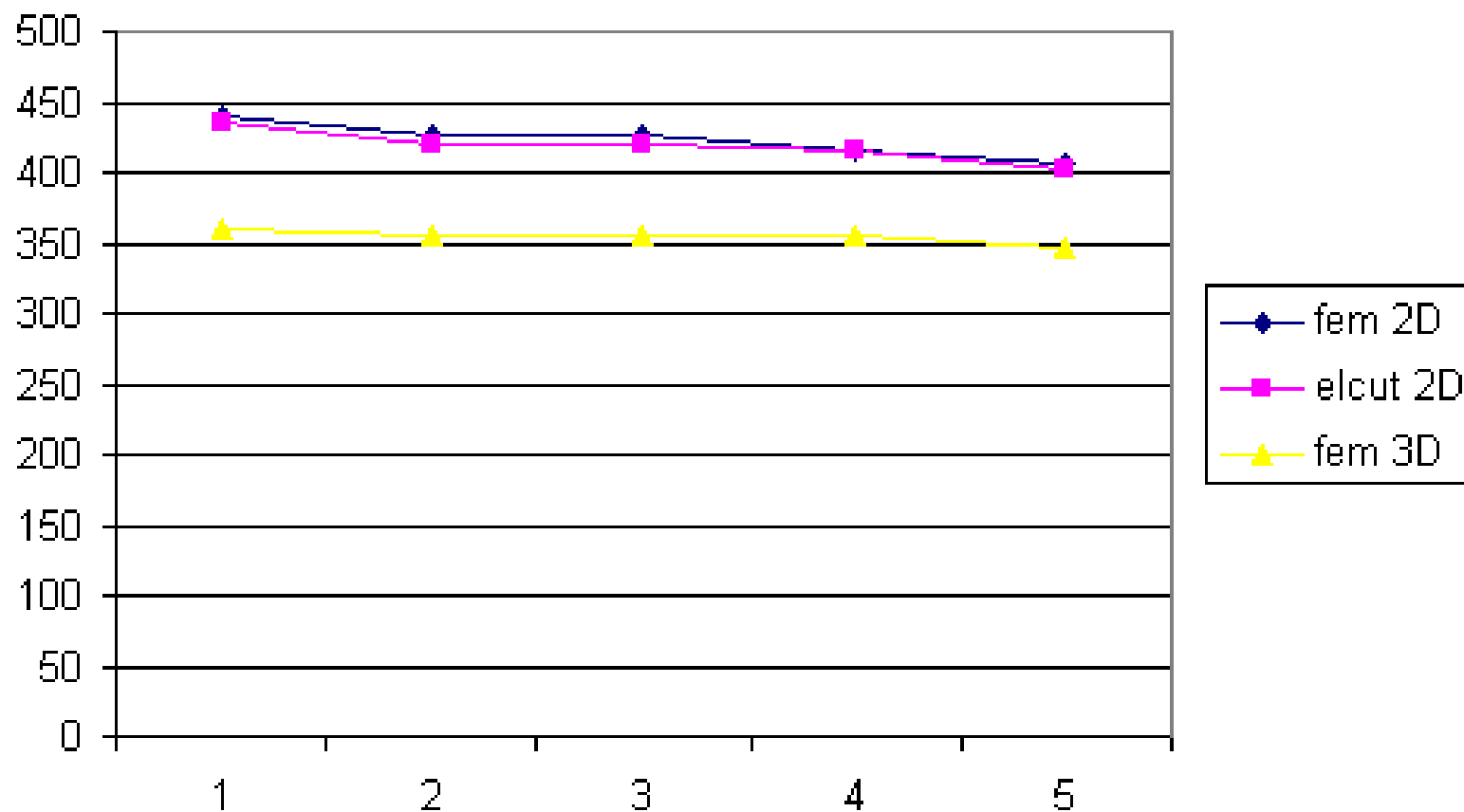
Моделирование тепловых режимов ЭМ в Femlab



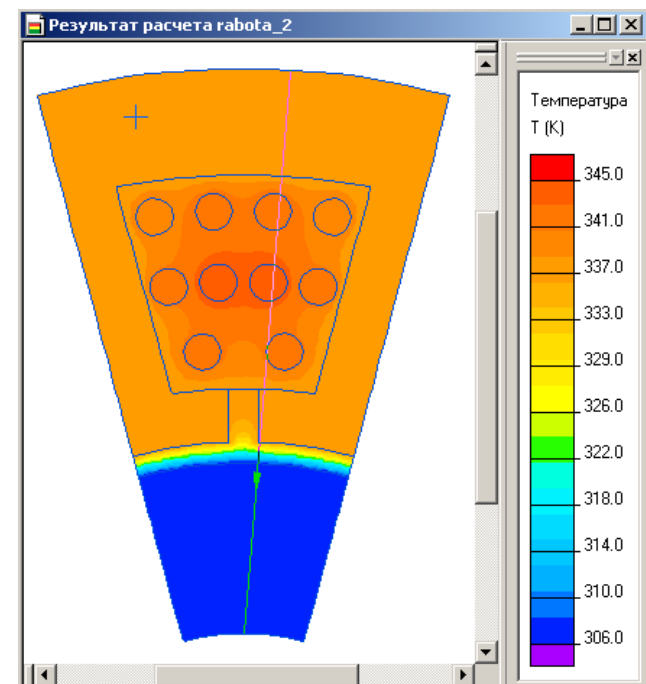
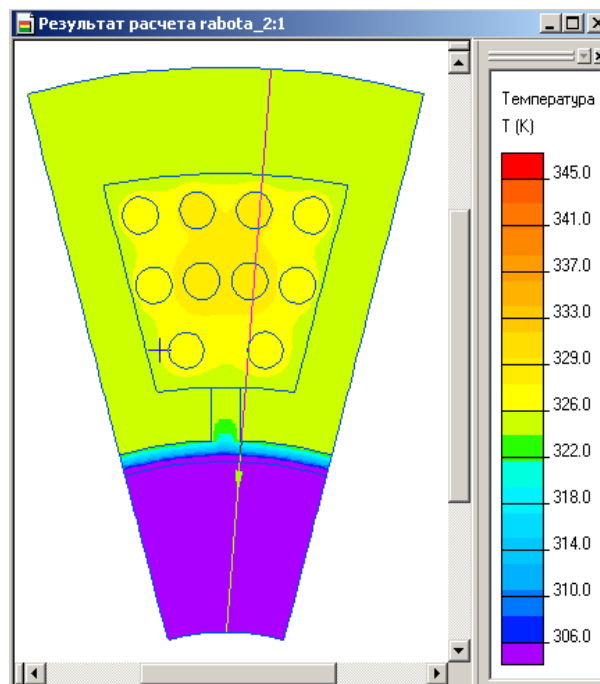
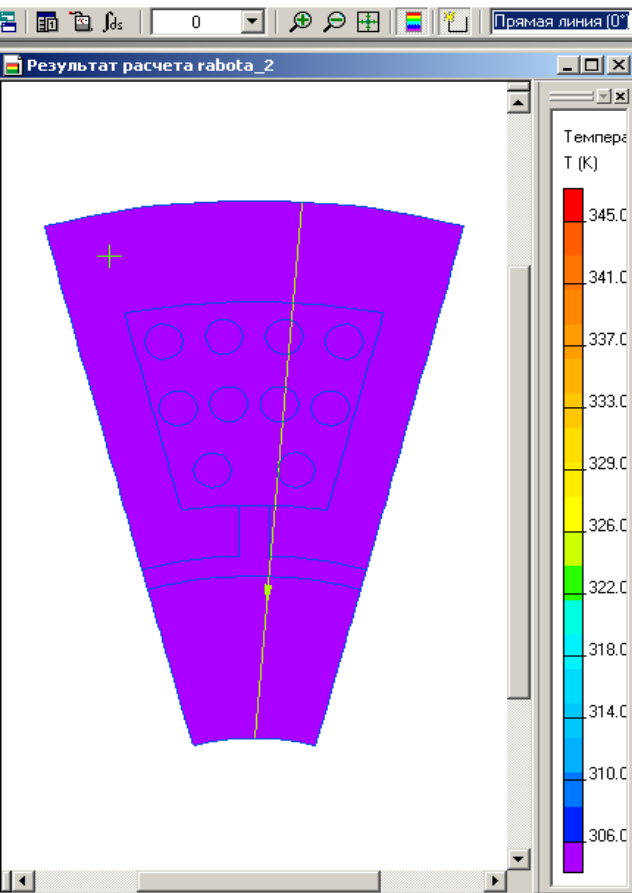
Режимы визуализации решения тепловой задачи в Femlab



**График зависимости максимальных температур
от количества эквивалентных проводников
для всех 3 вариантов моделирования**



Моделирование нестационарных тепловых процессов в ELCUT



Сводная таблица результатов расчета на этапе разработки и отладки программного продукта.

Наименование	Значение	
	Основной	Альтернативный
Продолжительность периода разработки и отладки программного продукта, час.	640 (4 мес.)	800 (5 мес.)
Продолжительность времени, затраченного на научно-исследовательские работы (30% от всего периода), час.	192	240
Продолжительность времени, затраченного на отладку программного продукта (70% от всего периода), час.	448	560
Себестоимость работ по отладке программного продукта, руб/час.	58,79	60
Полная себестоимость работ по отладке программного продукта, руб.	26337,92	33600
Полная себестоимость научно-исследовательской работы, руб.	9886,4	11708