



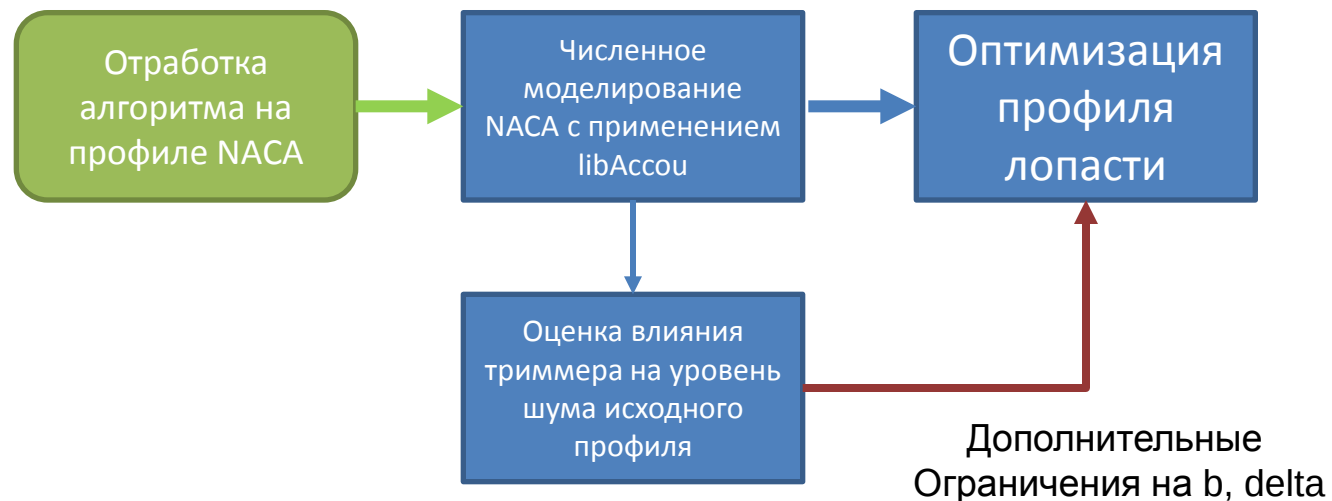
Евдокимов И.Е.
Ивчин В.А.

Оптимизация положения разгрузочной пластины – триммера на аэродинамическом профиле



21 сентября 2014 г.

Основная цель работы - поиск оптимальных геометрических параметров разгрузочной пластинки (длина - b , угол - δ)



Основные этапы:

- проверка используемого метода моделирования на имеющихся экспериментальных данных для профиля NASA 23012 без триммера
- сравнение расчётных данных для профиля NASA с триммером с данными продувок аналогичного профиля с триммером (акцент на аэродинамический момент)



- Валидация метода расчёта

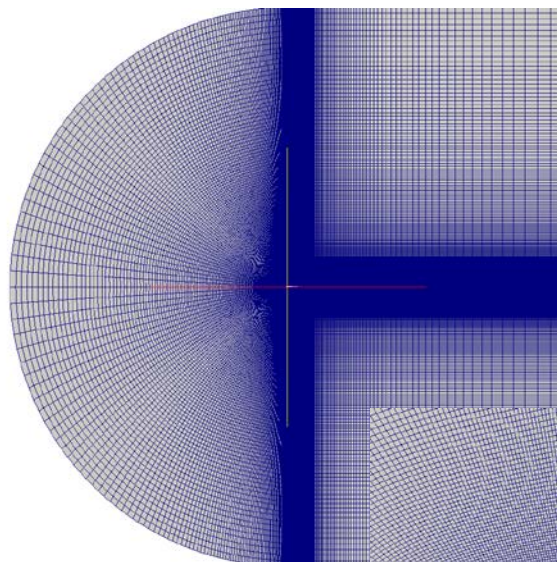


Требования к численной схеме:

- ❖ Устойчивость
- ❖ Быстрая сходимость
- ❖ Как можно большая точность расчёта интегральных характеристик C_x , C_y , M_z



Общая постановка:

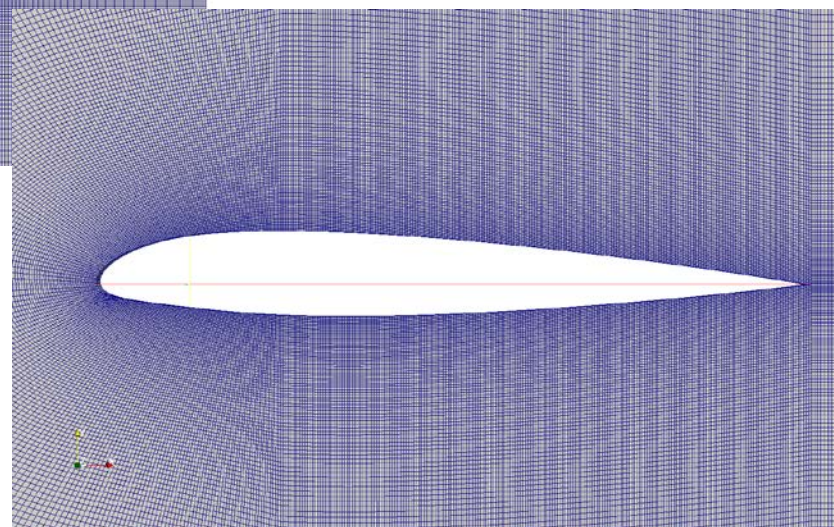


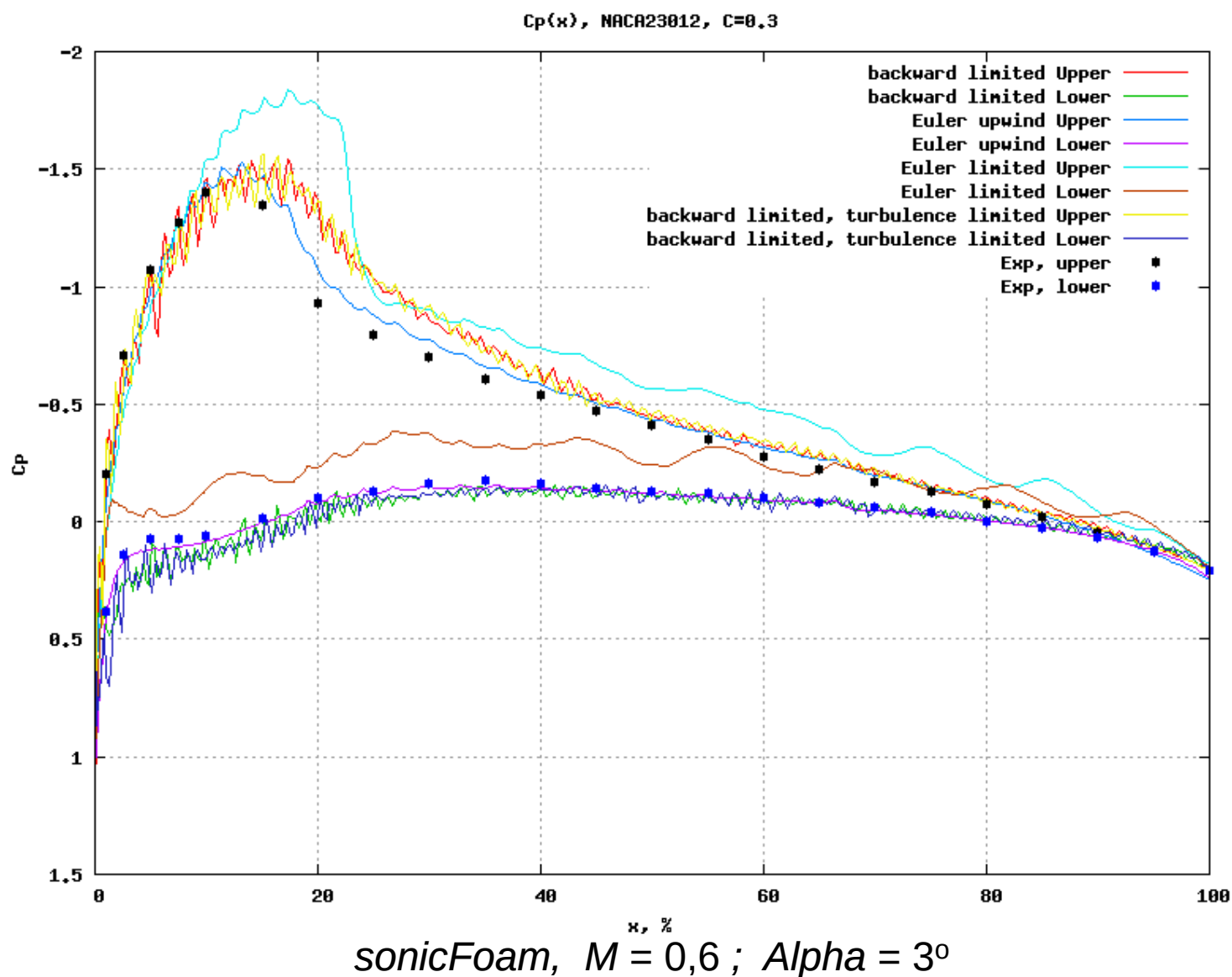
С – сетка, с ГУ типа:

1. Freestream
2. Inlet-outlet

Решатели:

1. sonicFoam
2. rhoCentralFoam

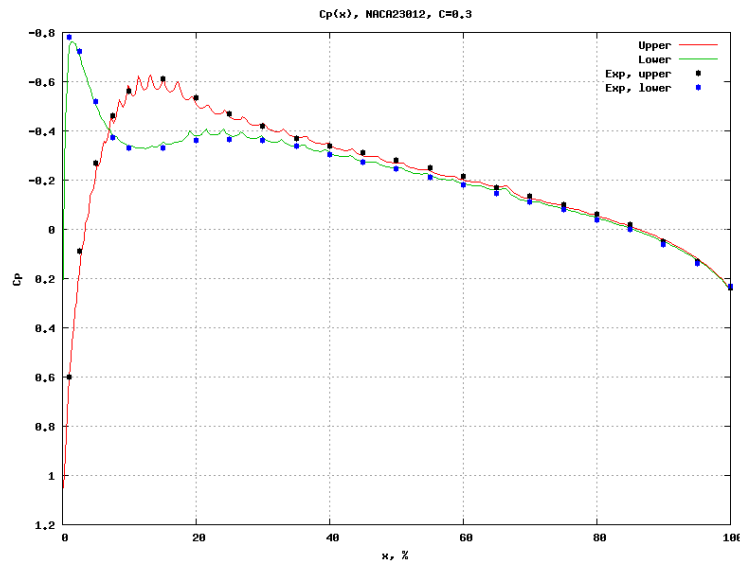




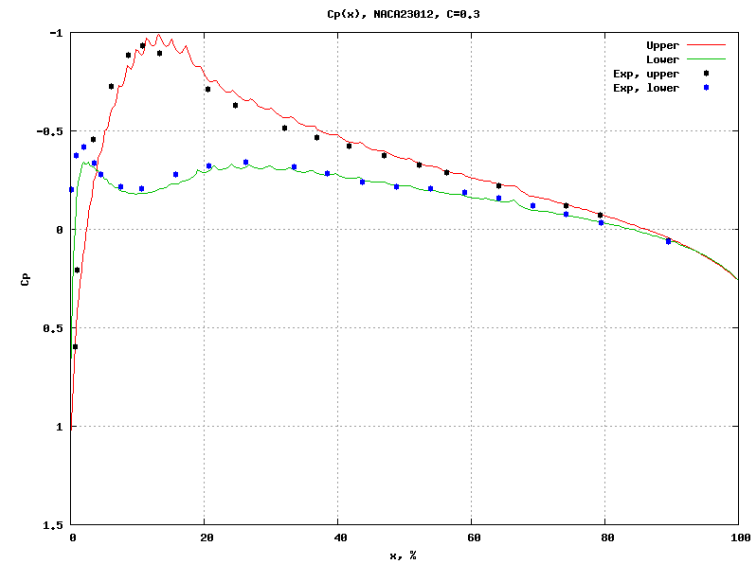


Конфигурация:

- решатель - *sonicFoam*;
- $\text{div}(\phi; U)$ - Gauss linearUpwindV grad(U);
- $\text{div}(\phi_{\text{hd}}; p)$ - Gauss blended 0.5;

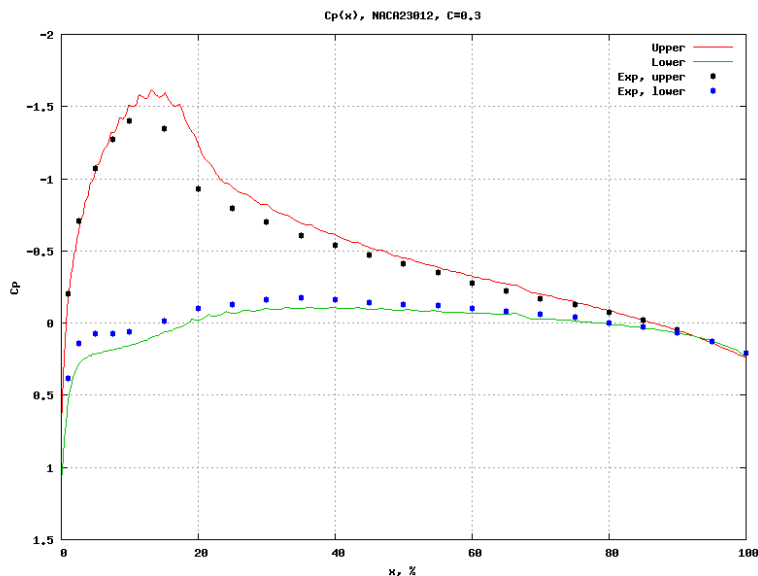


sonicFoam, $M = 0,6$; $\text{Alpha} = -1,2^\circ$

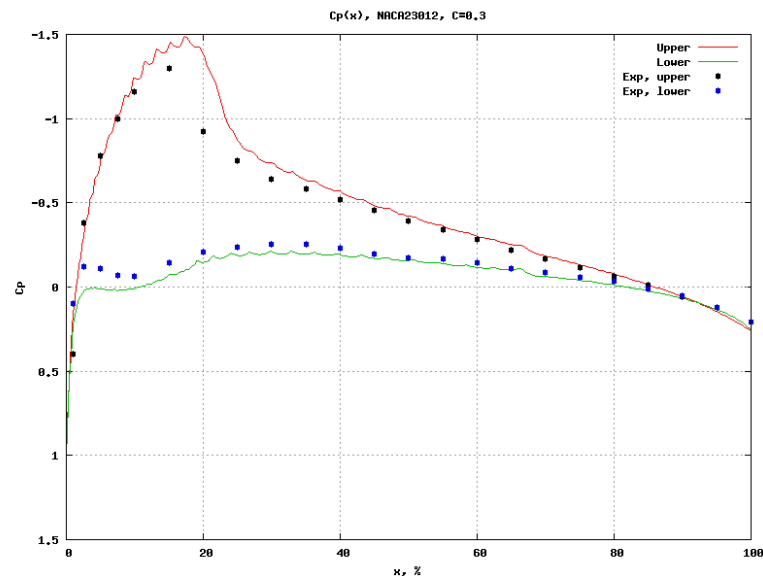


sonicFoam, $M = 0,6$; $\text{Alpha} = 0,17^\circ$

Горский И.П., Исследование распределения давления по крыловым профилям при больших скоростях, Труды ЦАГИ: 1946.



sonicFoam, $M = 0,6$; $\alpha = 1,67^\circ$



sonicFoam, $M = 0,6$; $\alpha = 3^\circ$

ddtSchemes

backward

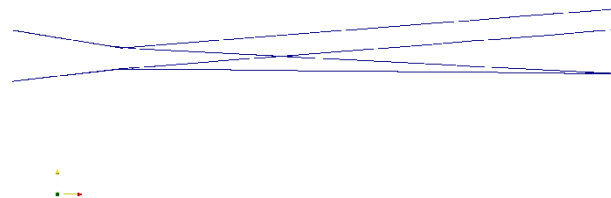
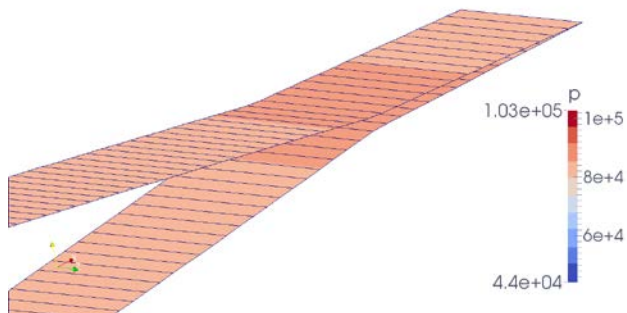
divSchemes

div(phi,U) Gauss linearUpwindV grad(U);
 div(phi,k) Gauss upwind;
 div(phi,omega) Gauss upwind;
 div(phid,p) Gauss blended 0.5;

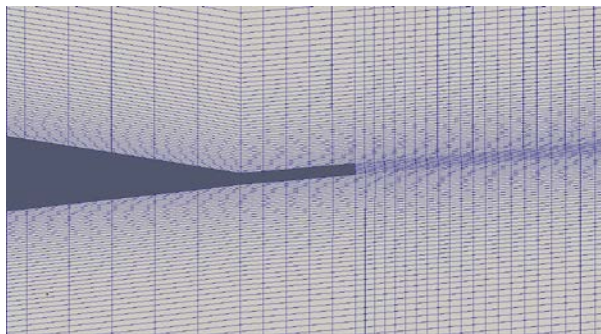
Горский И.П., Исследование распределения давления по крыловым профилям при больших скоростях, Труды ЦАГИ: 1946.

Общая постановка задачи с триммером:

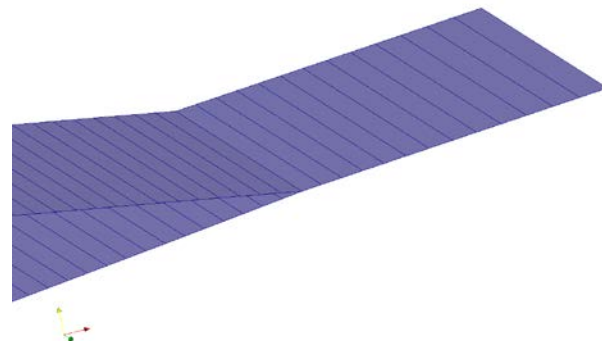
Острая кромка



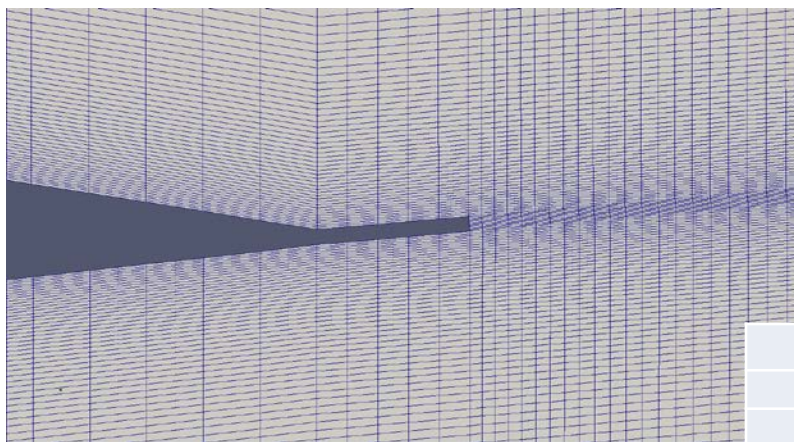
Вариант с триммером, имеющим толщину



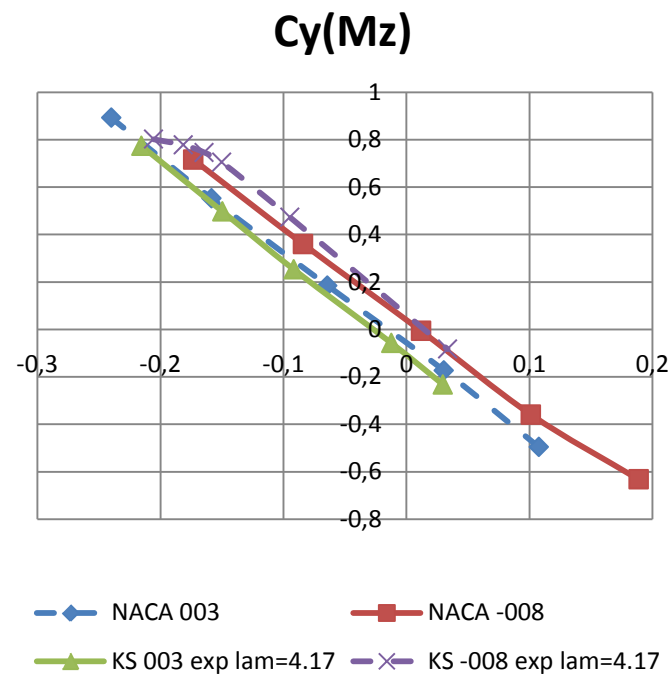
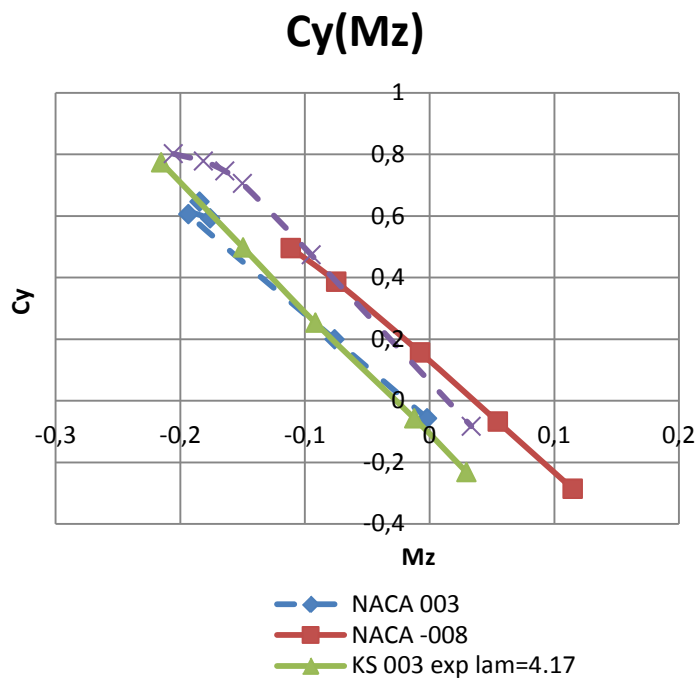
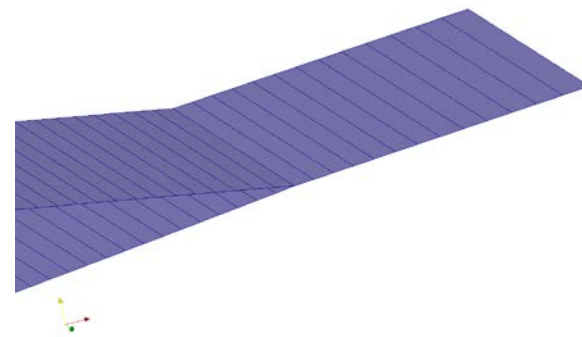
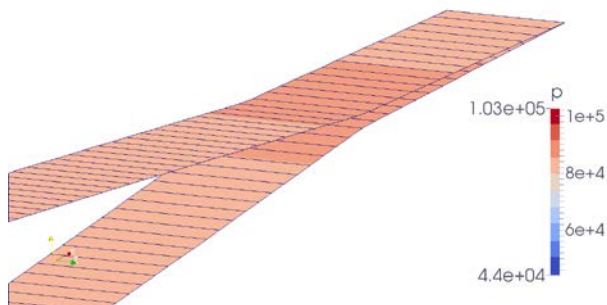
Триммер «нулевой» толщины

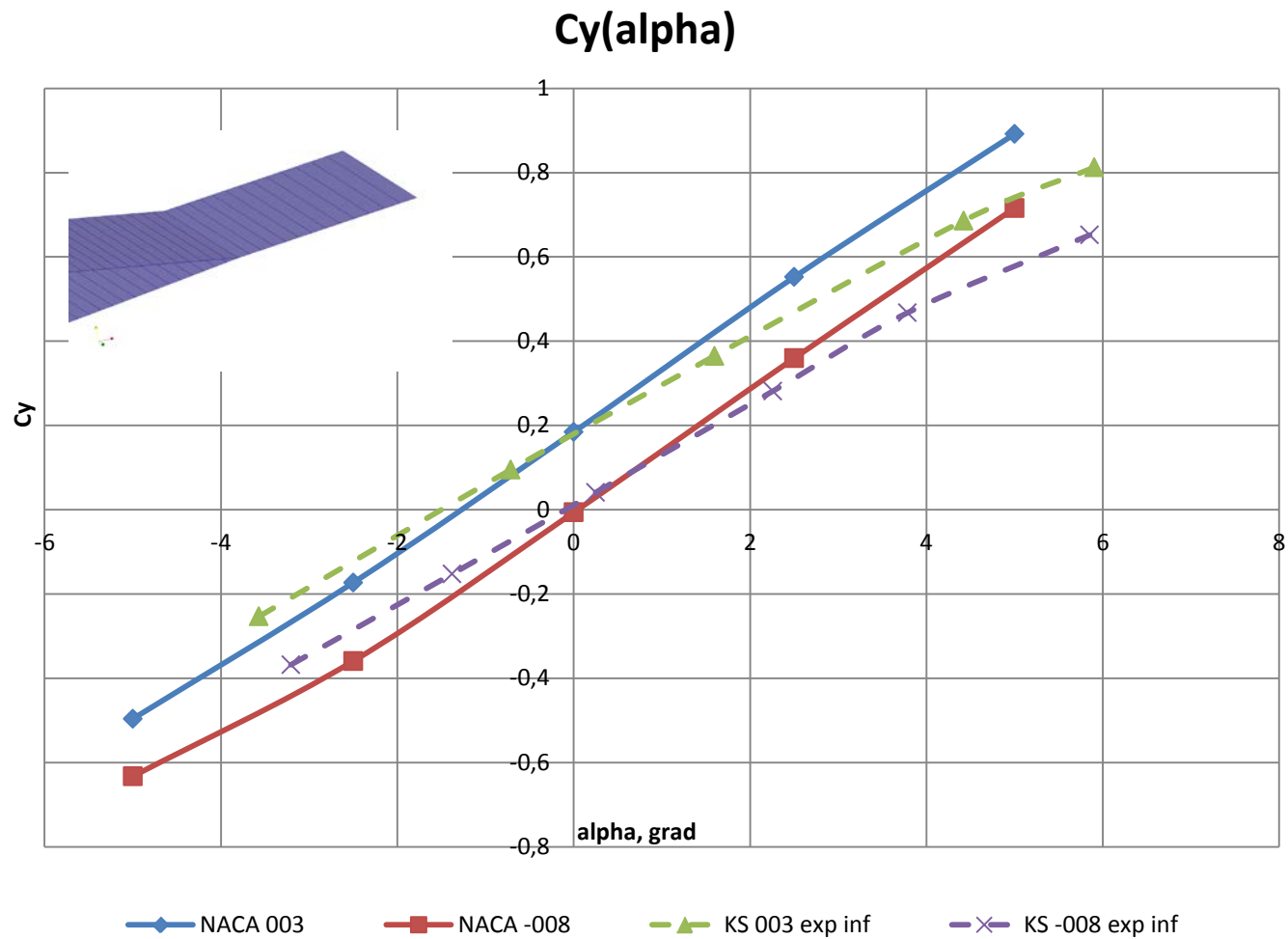


- Согласно полученным результатам данный метода моделирования триммера не оказывает влияния на M_z



	r	delta	alpha	M_z
1	18	1,75	-5	0,1248365
2	18	1,75	-2,5	0,121256
3	18	1,75	0	0,1221417
4	18	1,75	2,5	0,1221133
5	18	1,75	5	0,1220588

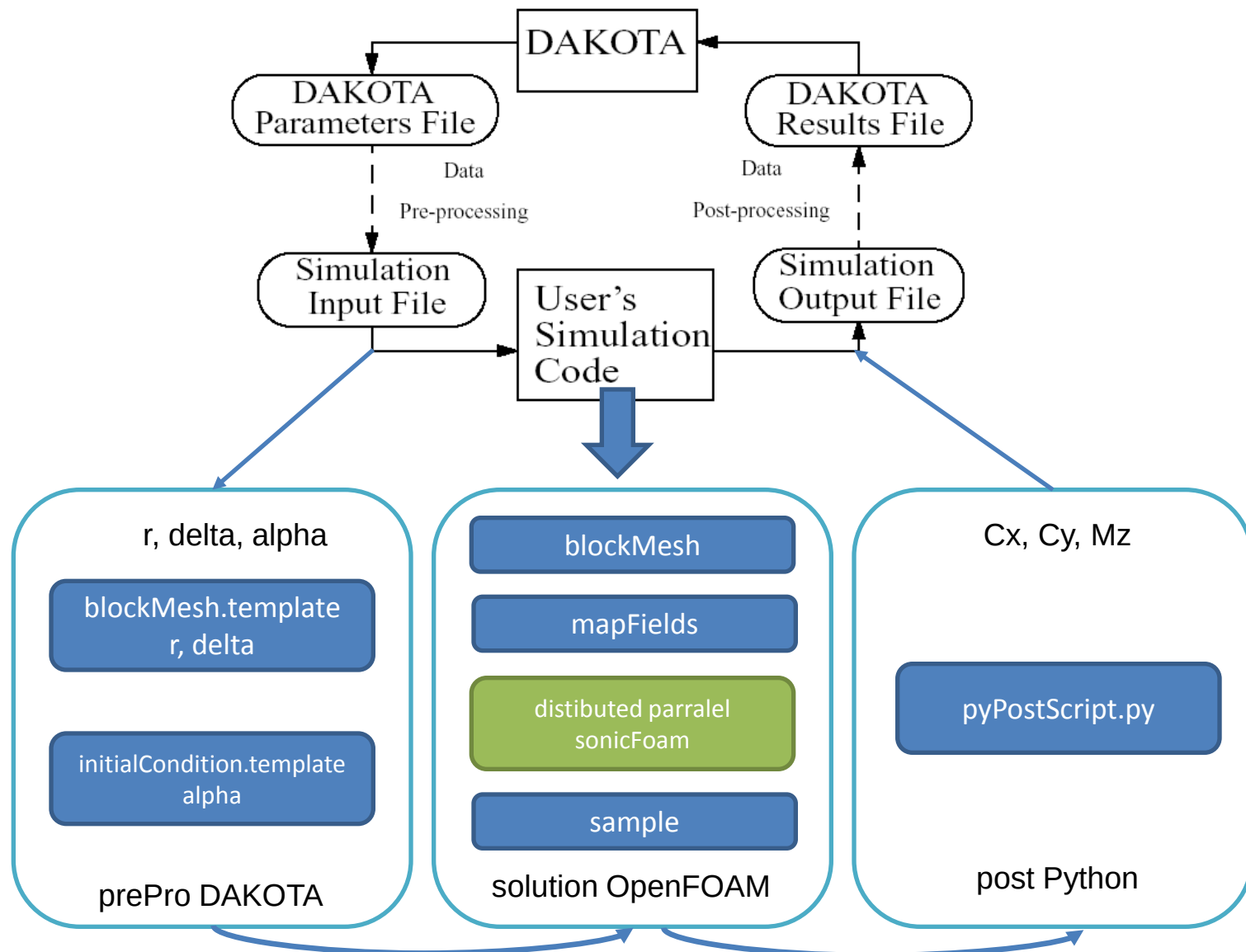


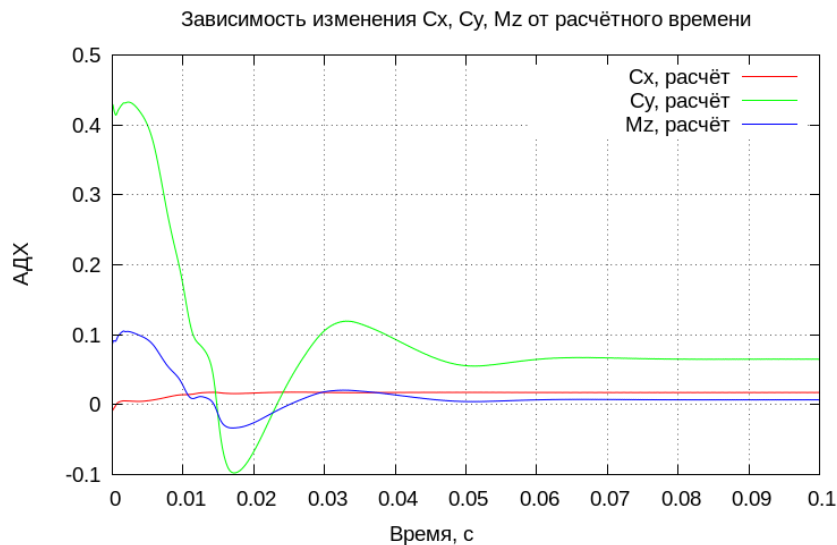


Полное обозначение профиля ЦАГИ, «ВР60-1,7-0-0-35-12КС»

- Задача оптимизации

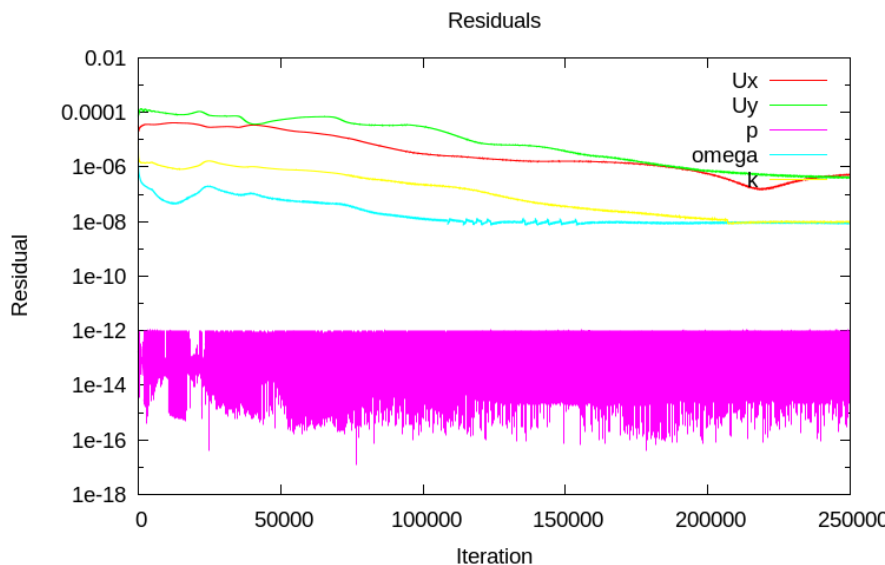






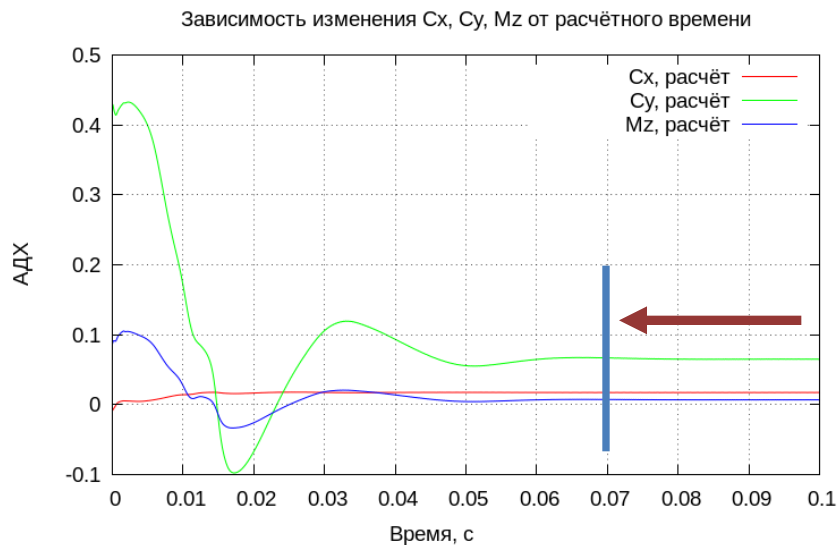
19 точек – DACE (LHS)
44 точки – sampling (r - var, delta – var, alpha – var)

DACE:
 $5 < r < 30$
 $-8 < \delta < 8$
 $-2.5 < \alpha < 2.5$

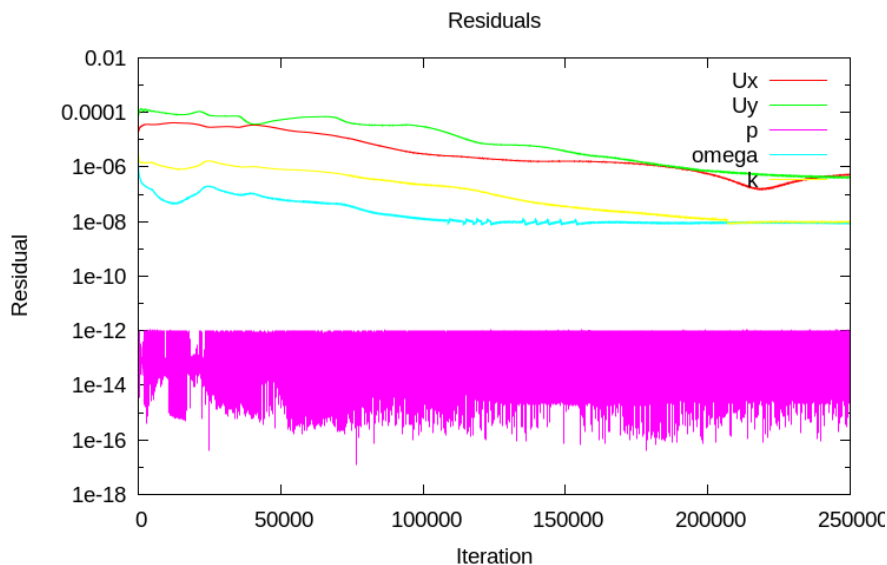


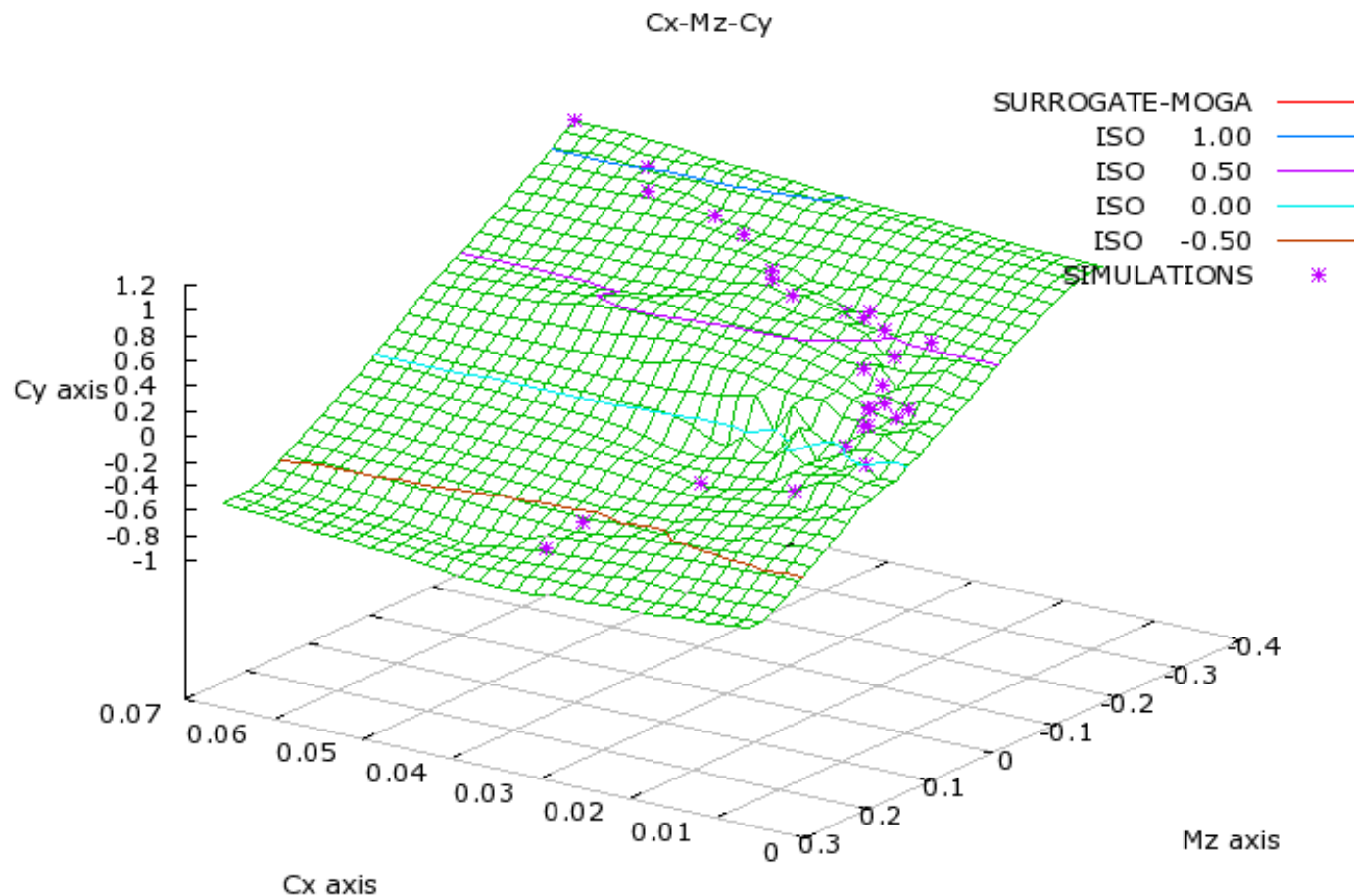
Sampling:
 $r = 9; 18; 36$
 $\delta = -4.5; 1.75; 6.25$
 $\alpha = -5; -2.5; 0; 2.5; 5$

Время ~7 суток, 24 ядра



Оптимальное время
окончания симуляции
для заданного набора
параметров





Поверхность, построенная по точкам, вычисленным по суррогатной модели, и точки оригинальных симуляций

Совмещённая с парето-решениями, ограниченными в области

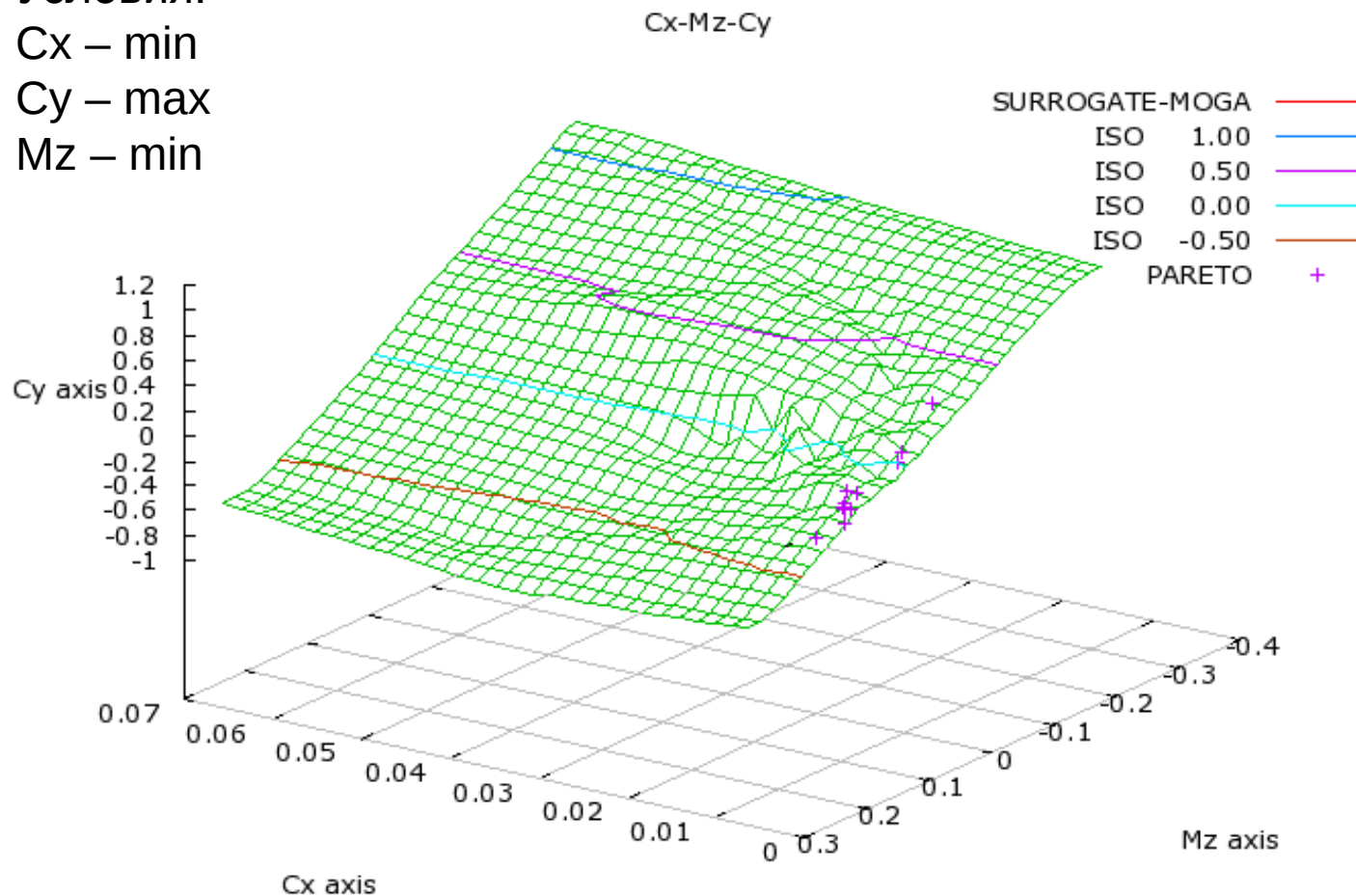
$-2 < \alpha < 2$,

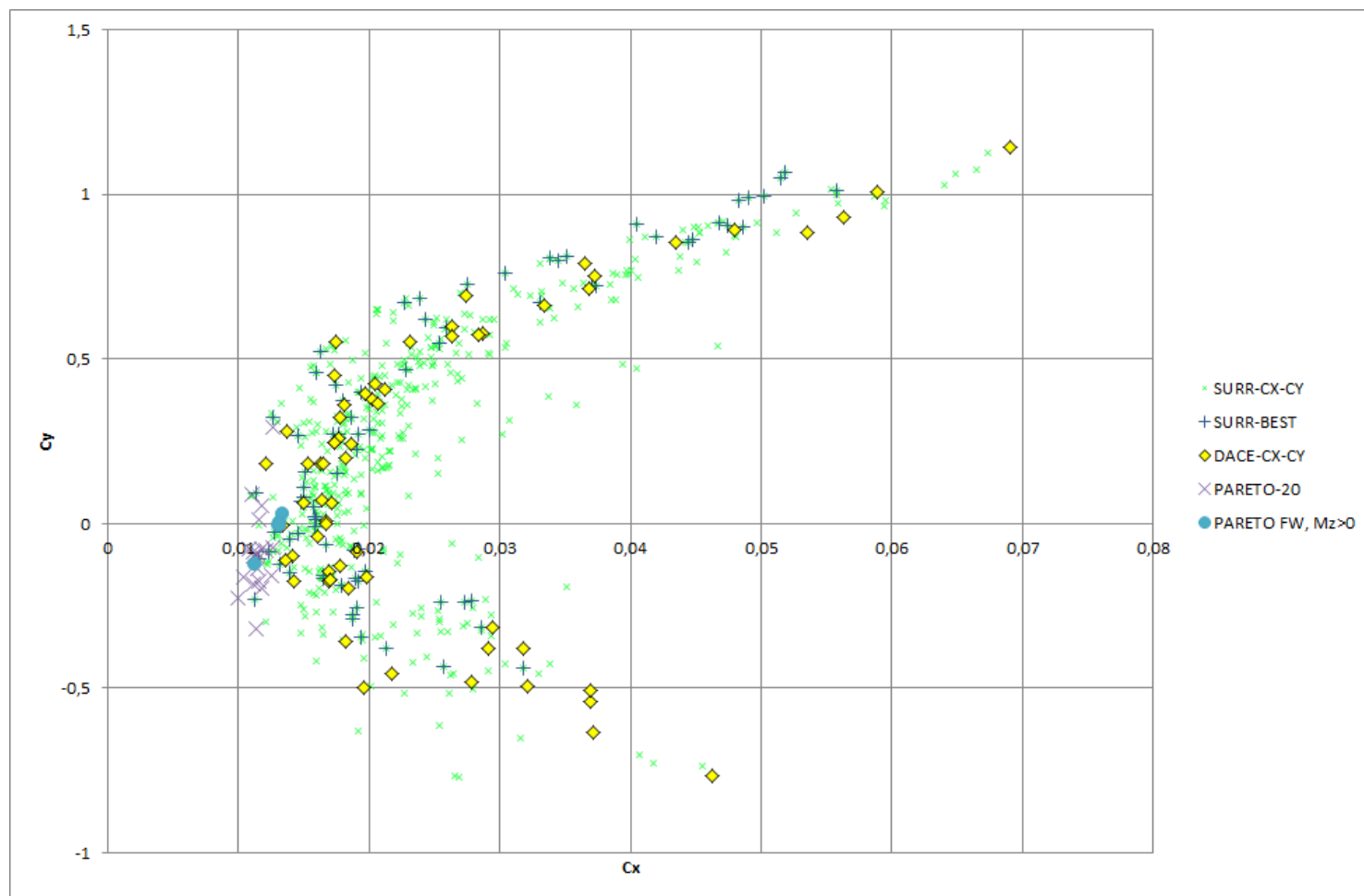
Условия:

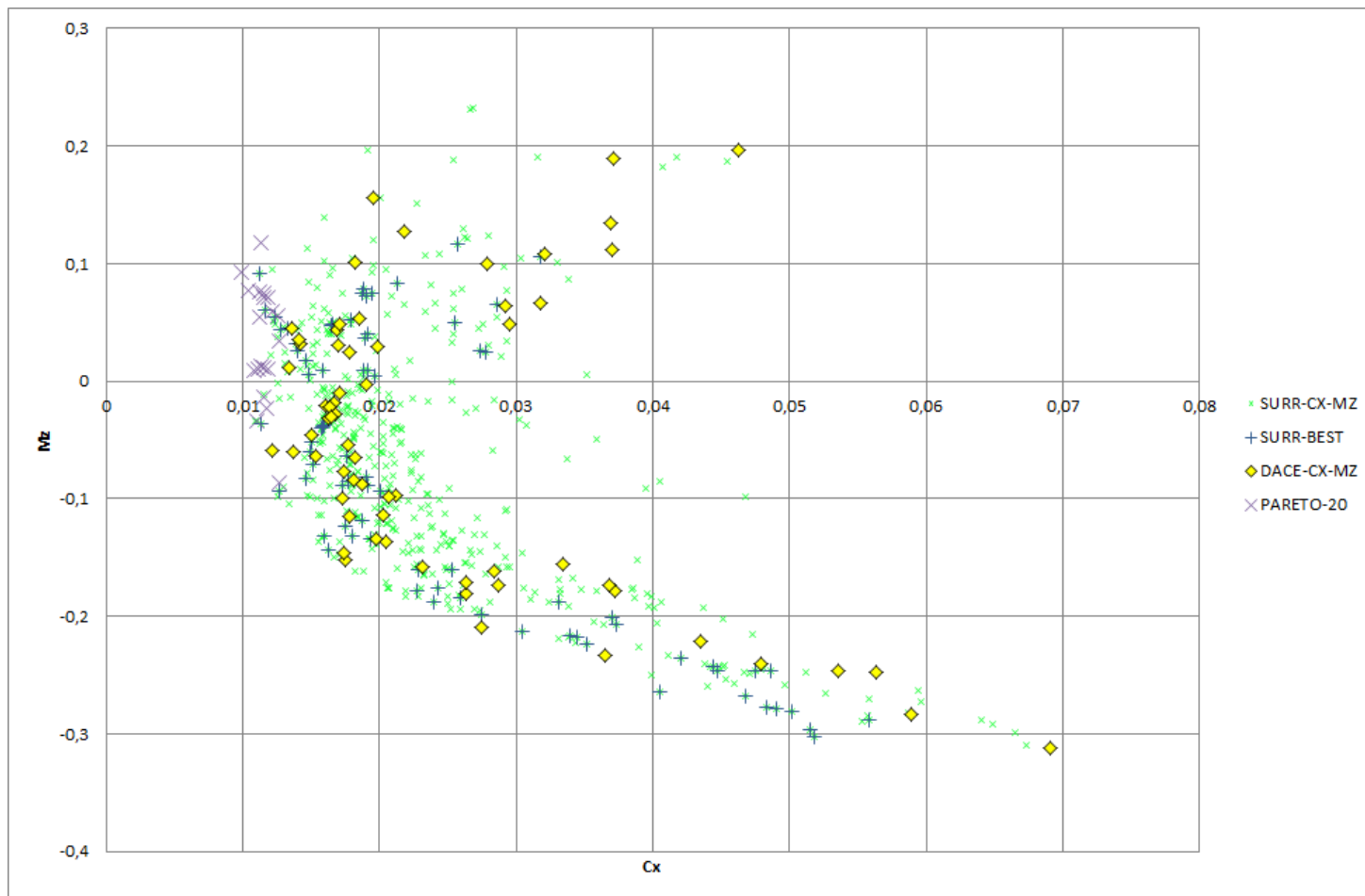
C_x – min

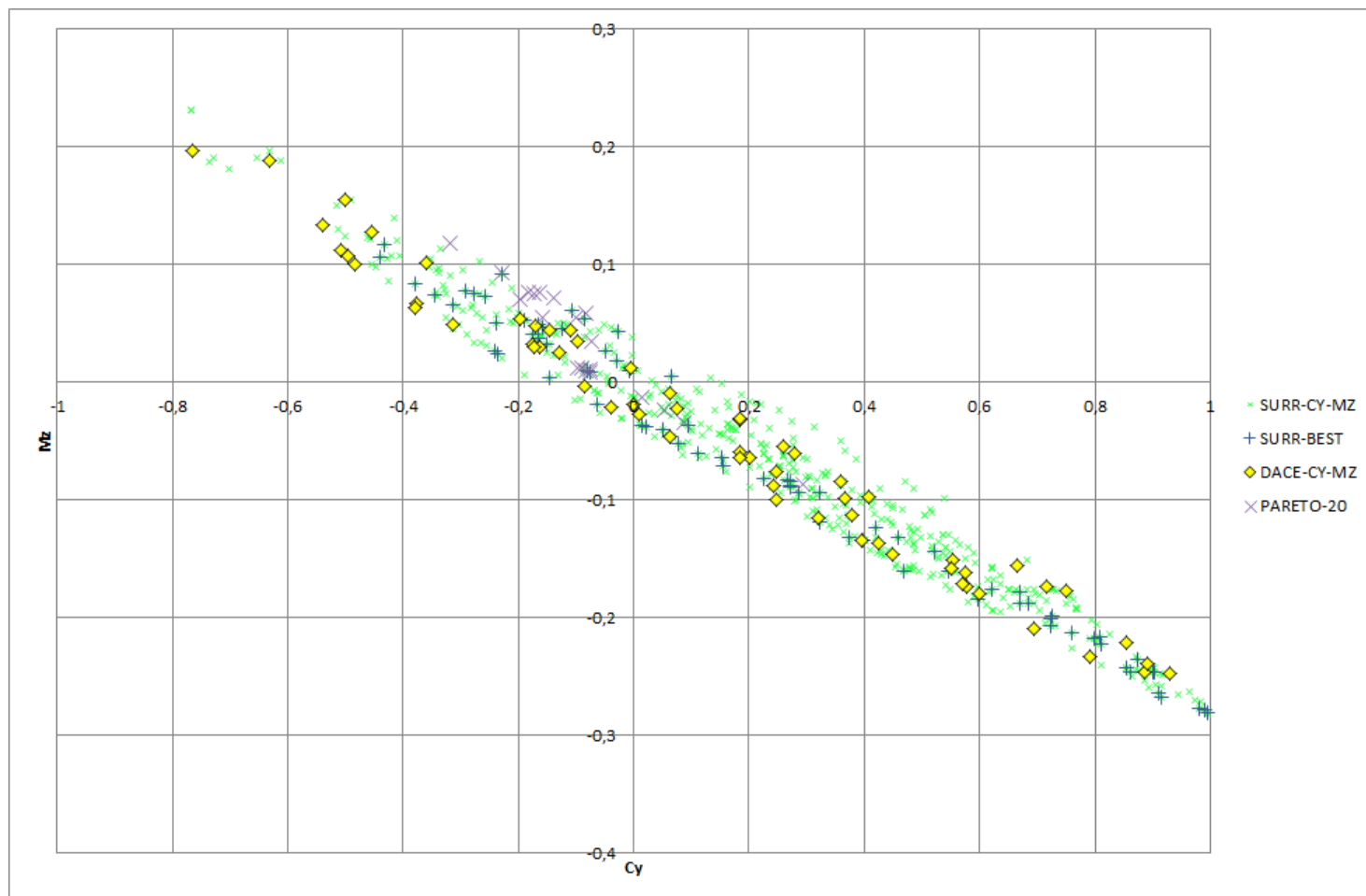
C_y – max

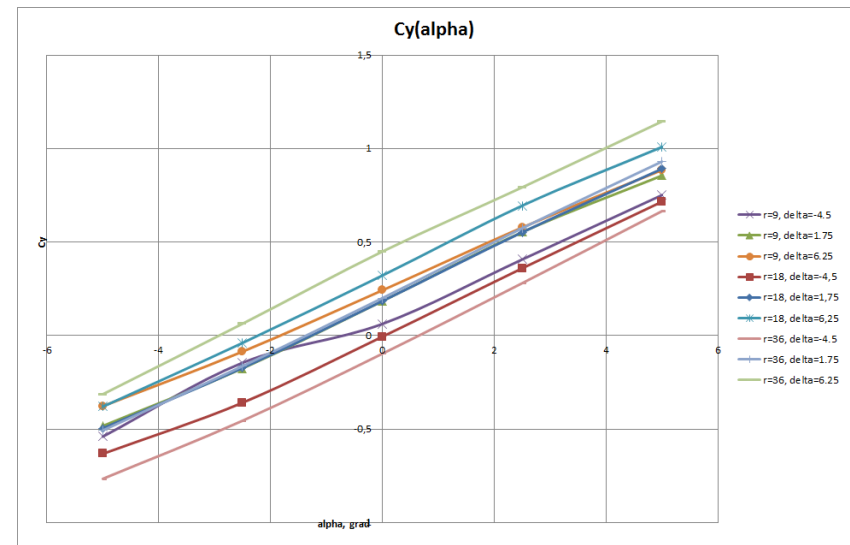
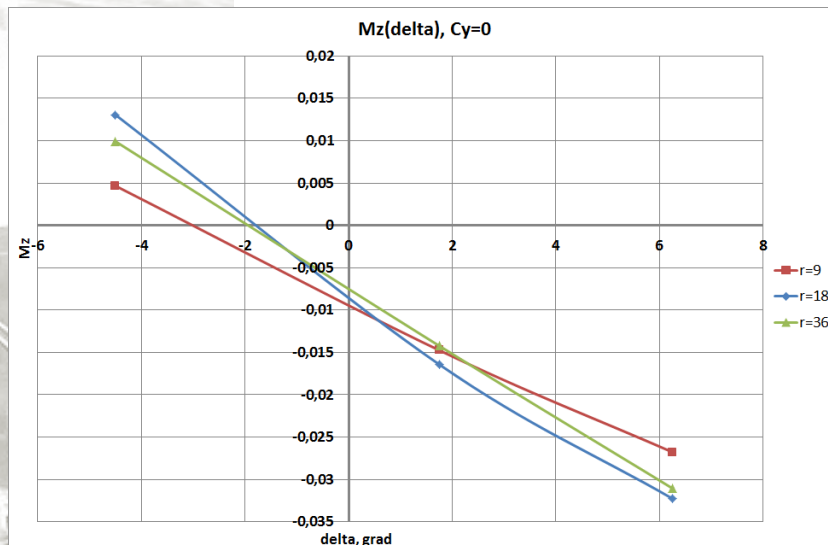
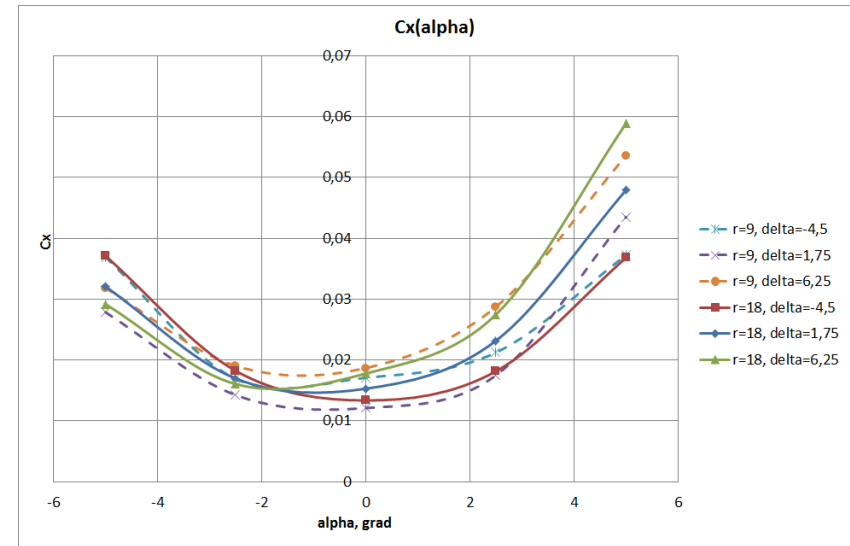
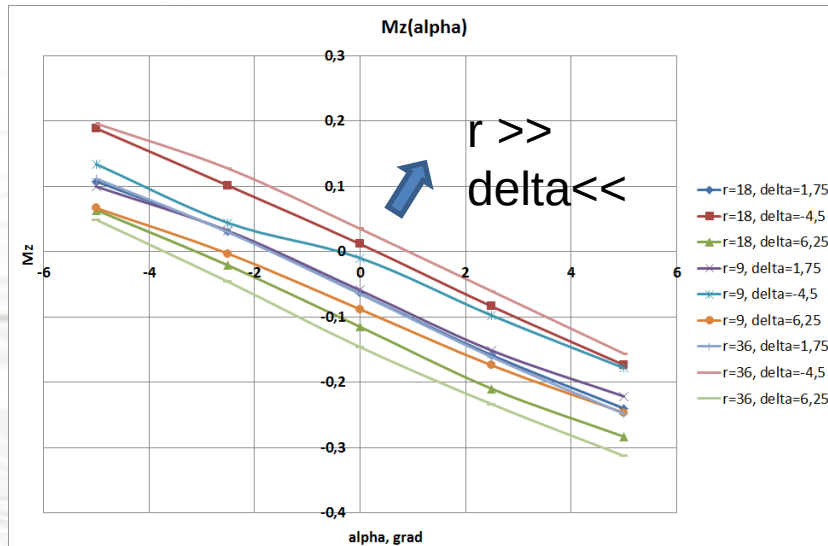
M_z – min

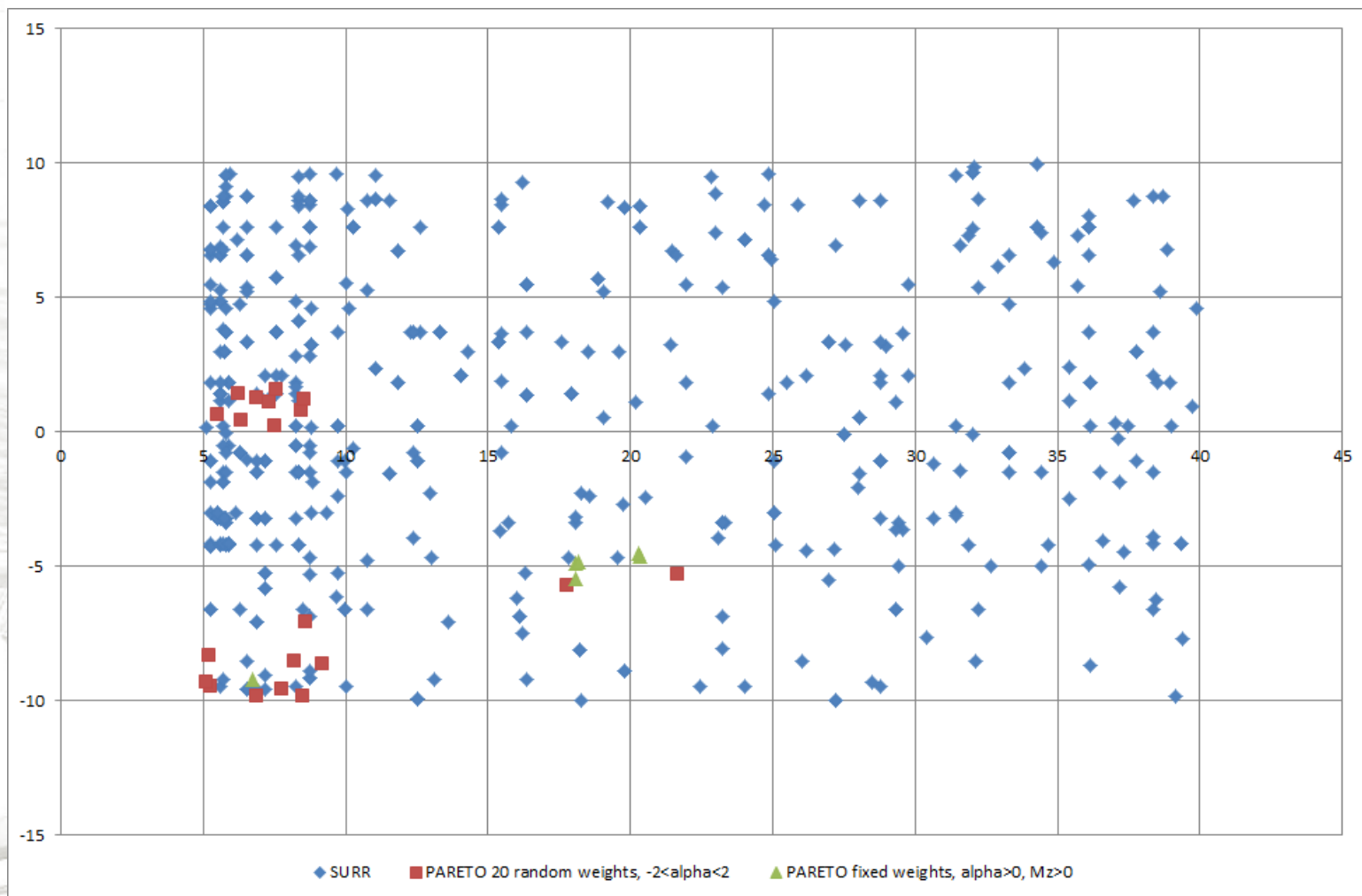


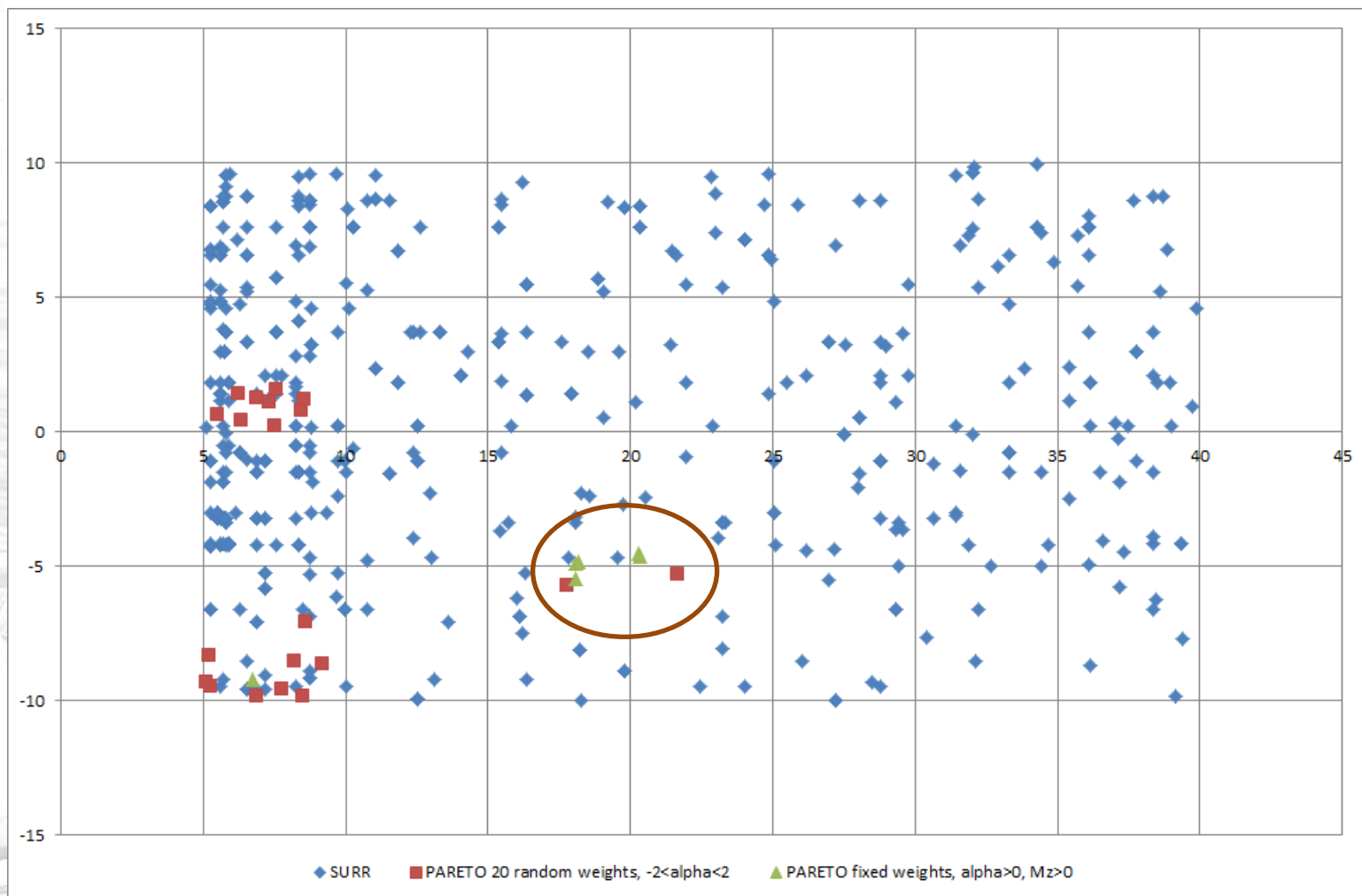














СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



ФИО докладчика

Тел. : +7 (495) 649 6373 доб. XXXX

Моб.: +7

@rus-helicopters.com

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ОАО «ВЕРТОЛЁТЫ РОССИИ»