

Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук –  
филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр  
Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук»  
(МСЦ РАН – филиал ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН)

Рыбаков А. А.

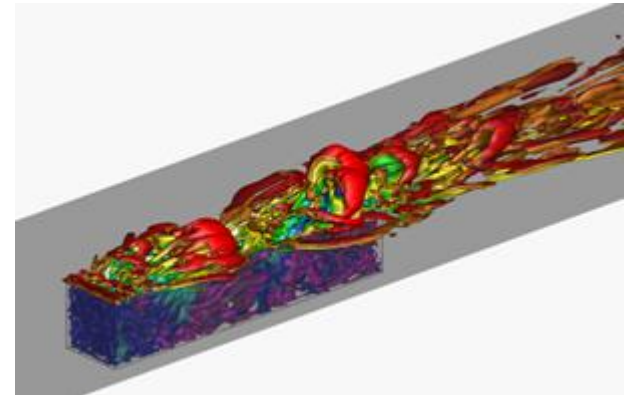
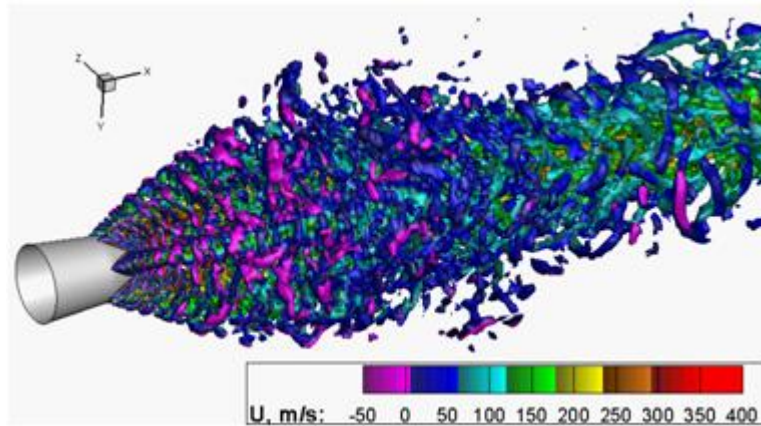
# **Повышение эффективности имитационного моделирования с использованием суперкомпьютера**

Встреча-конференция, посвящённая памяти выдающегося конструктора  
отечественных высокопроизводительных электронных вычислительных машин  
академика В. А. Мельникова

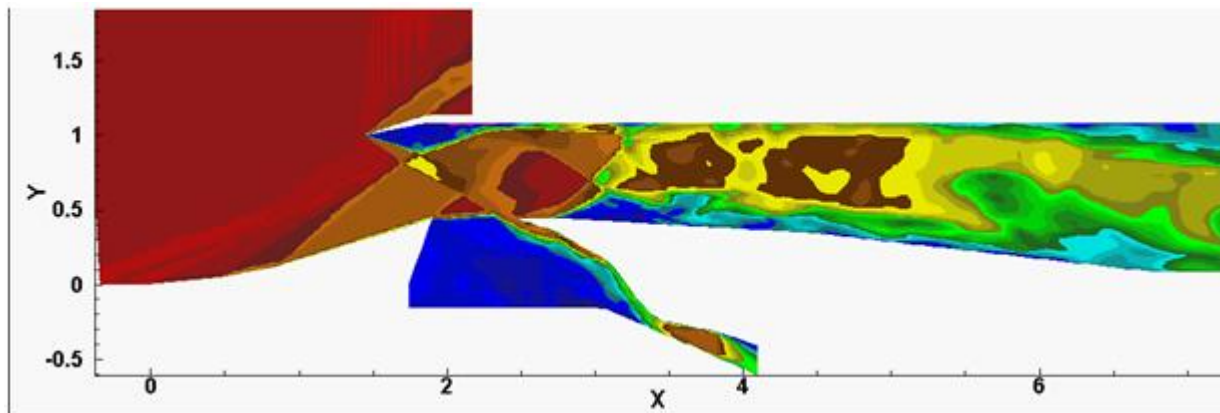
13.12.2018, Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук,  
Москва, Россия



# Численное моделирование турбулентных течений с использованием расчетных кодов RANS/ILES



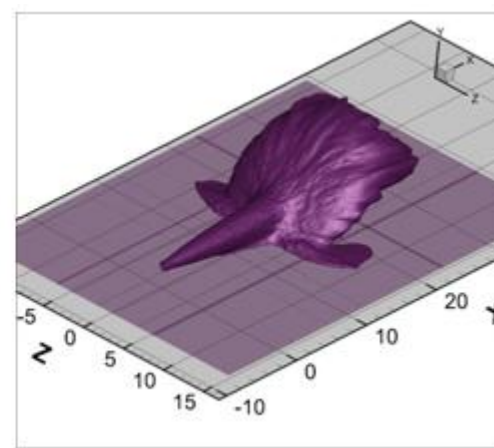
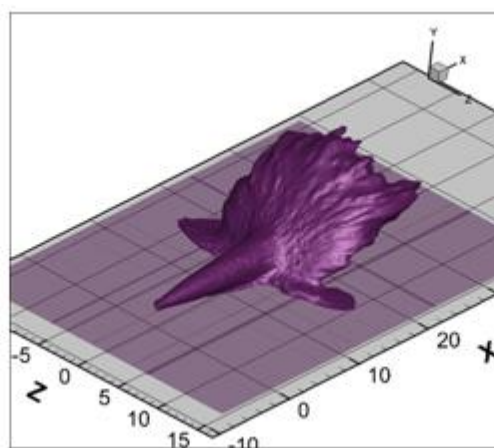
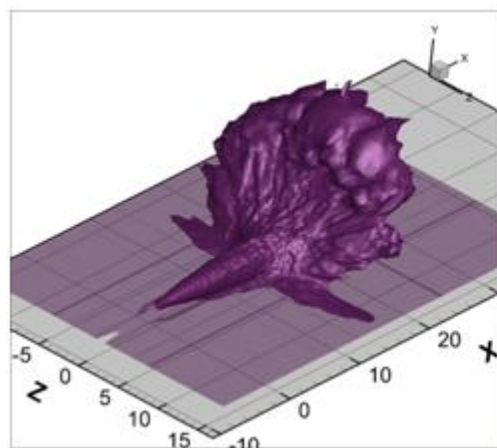
Комбинированные численные RANS/ILES методы высокого разрешения, разработанные в ЦИАМ им. П. И. Баранова, успешно применяются для расчета силовых установок высокоскоростных летательных аппаратов.



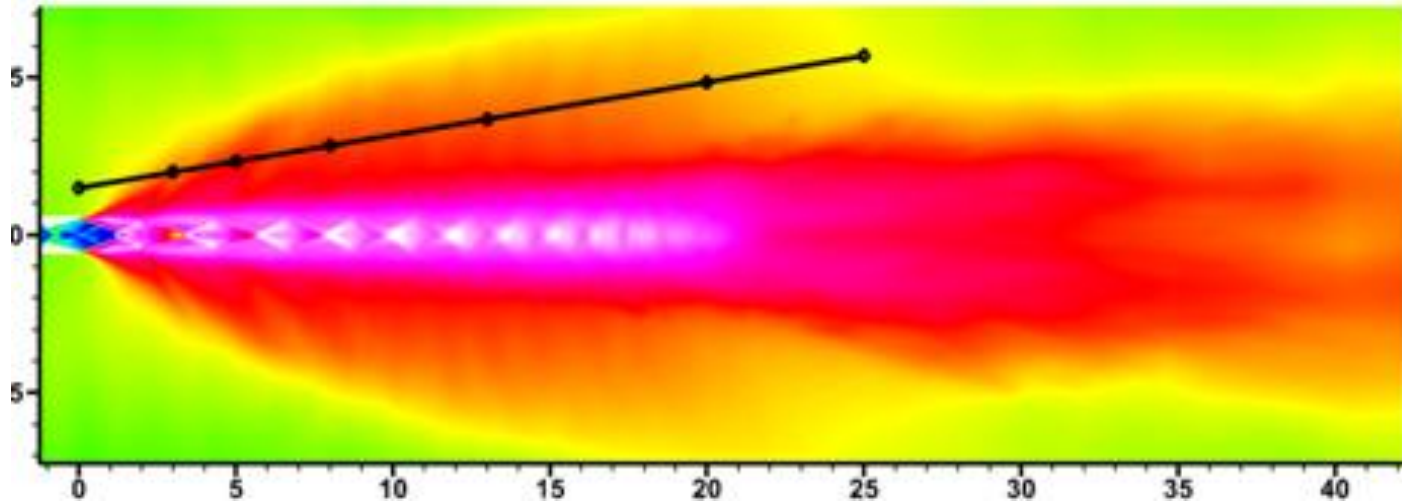
# Расчет взаимодействия сверхзвуковых струй с газоотбойником при старте палубной авиации



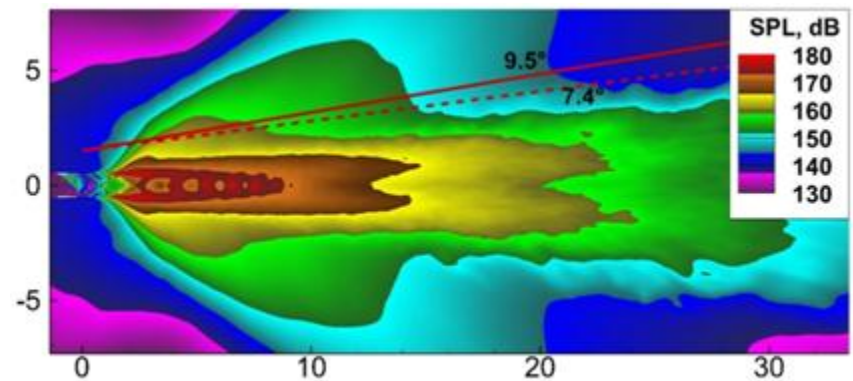
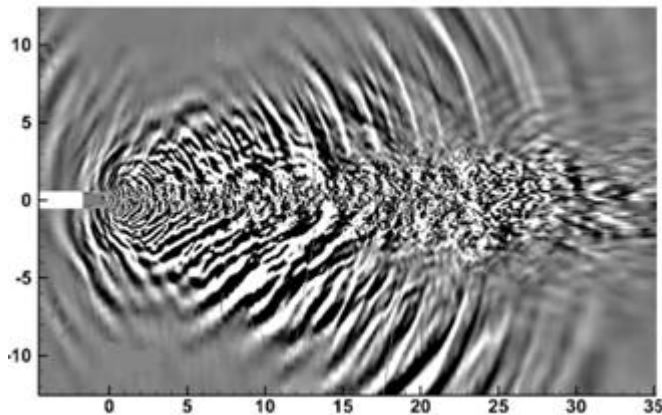
Высокий порядок аппроксимации параметров на гранях ячеек а также, большой размер расчетных сеток требуют применения суперкомпьютеров для эффективного счета.



# Расчет акустических характеристик сверхзвуковой струи



Из других областей применения численных методов RANS/ILES можно отметить расчет акустических характеристик струи, а также исследование методов активного управления потоками (синтетические струи, подвижная геометрия).

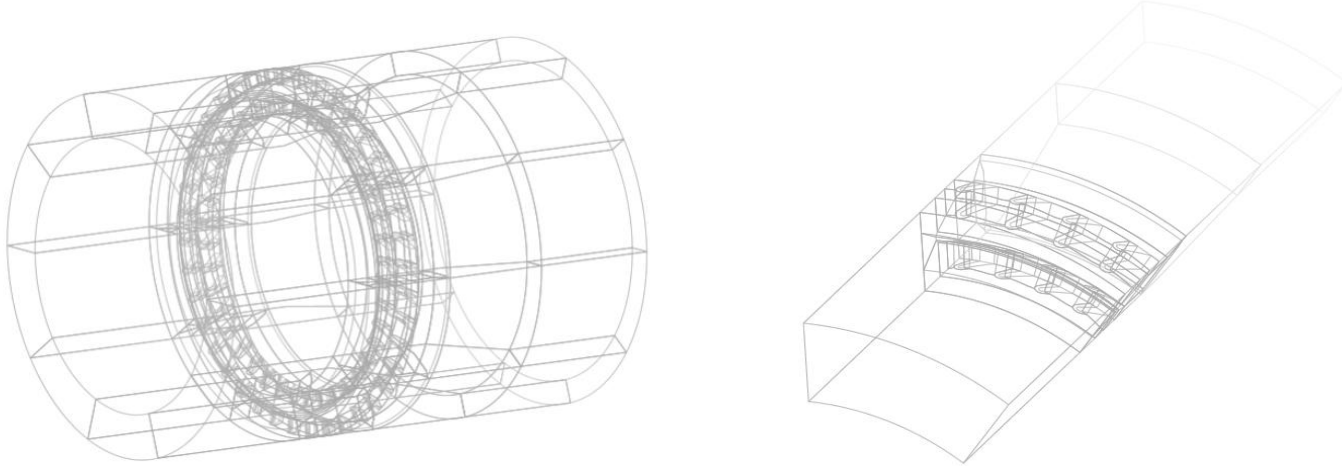


# Повышение эффективности выполнения расчетов

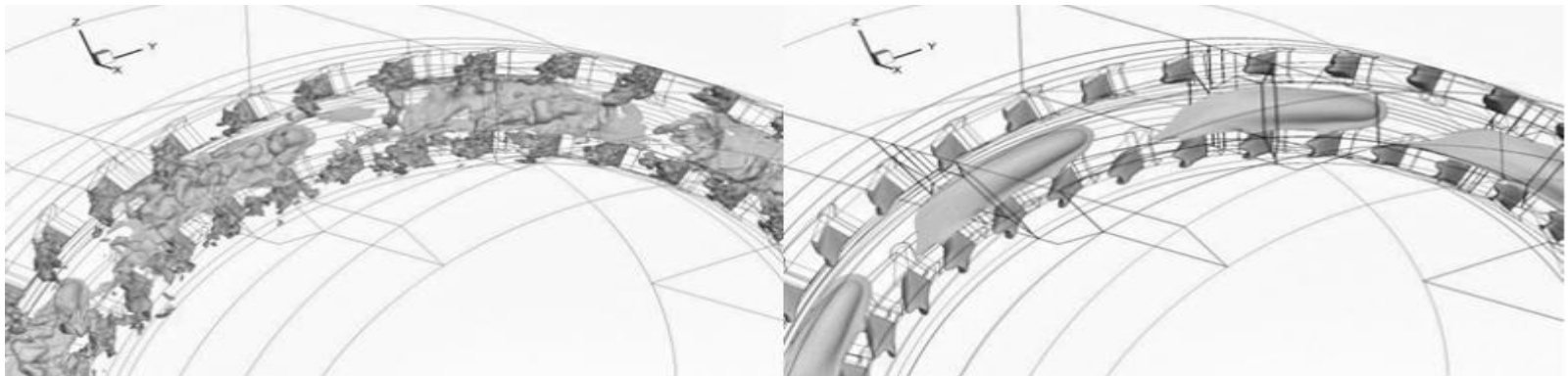




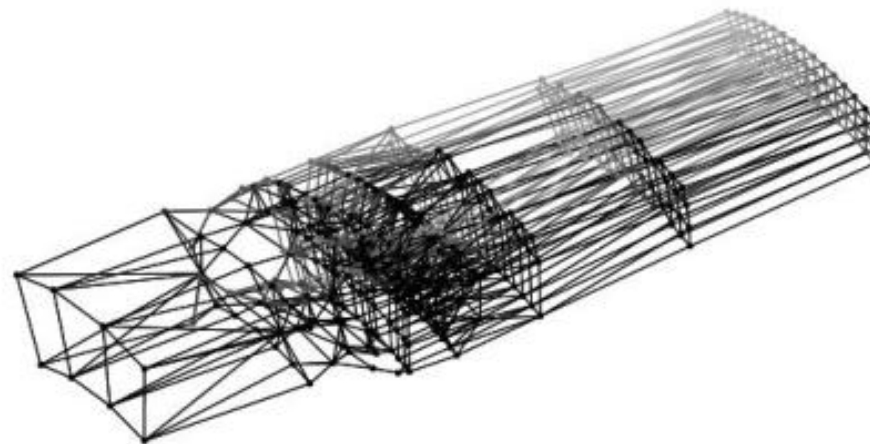
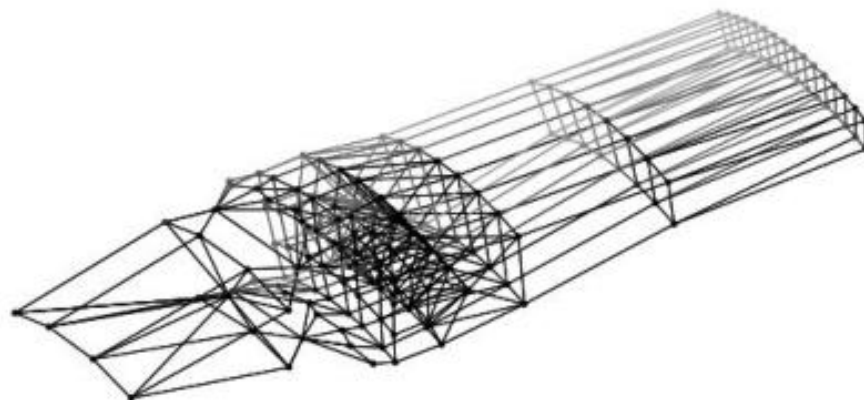
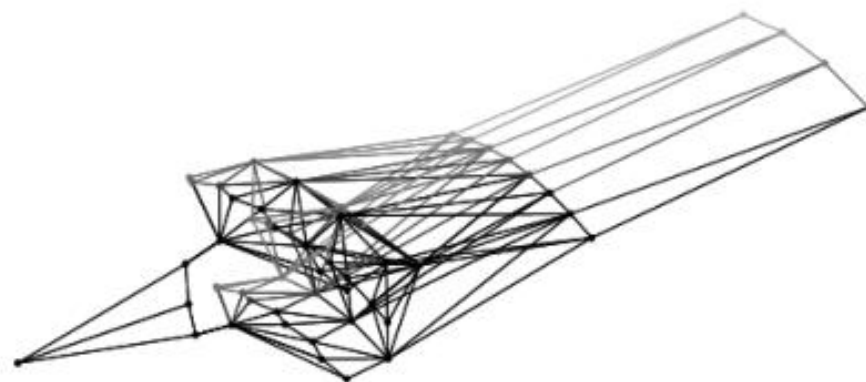
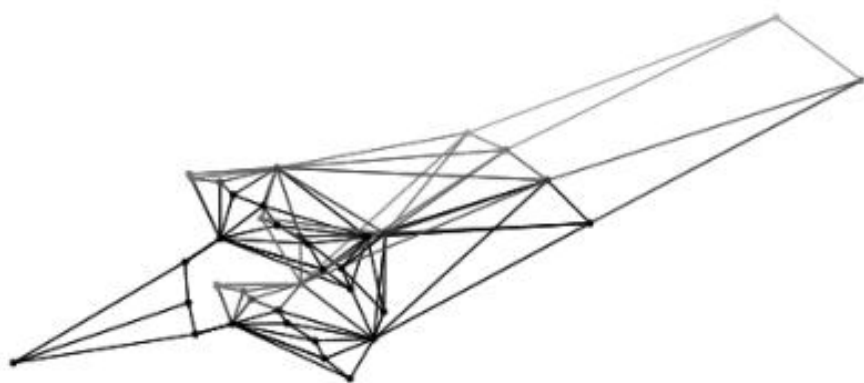
# Сокращение объема вычислений путем использования связанных граничных условий



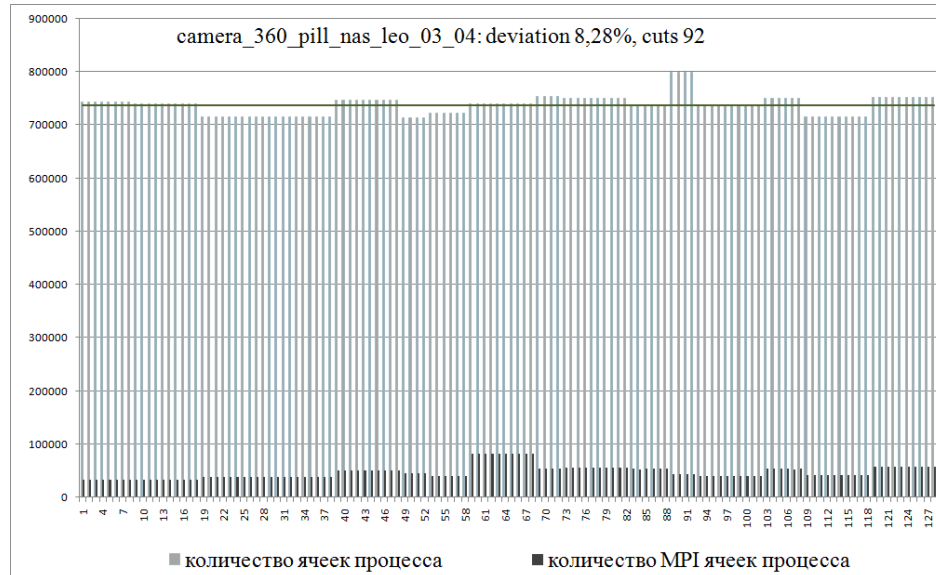
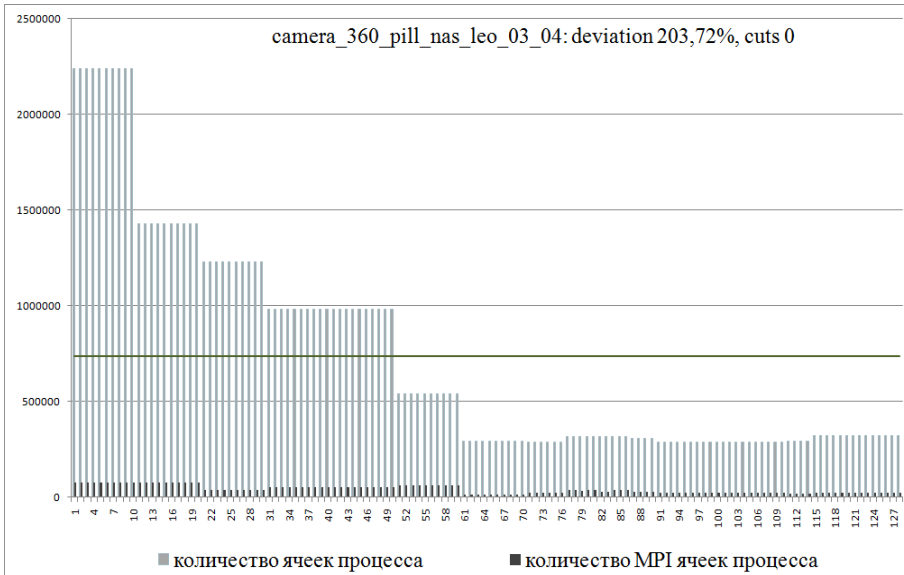
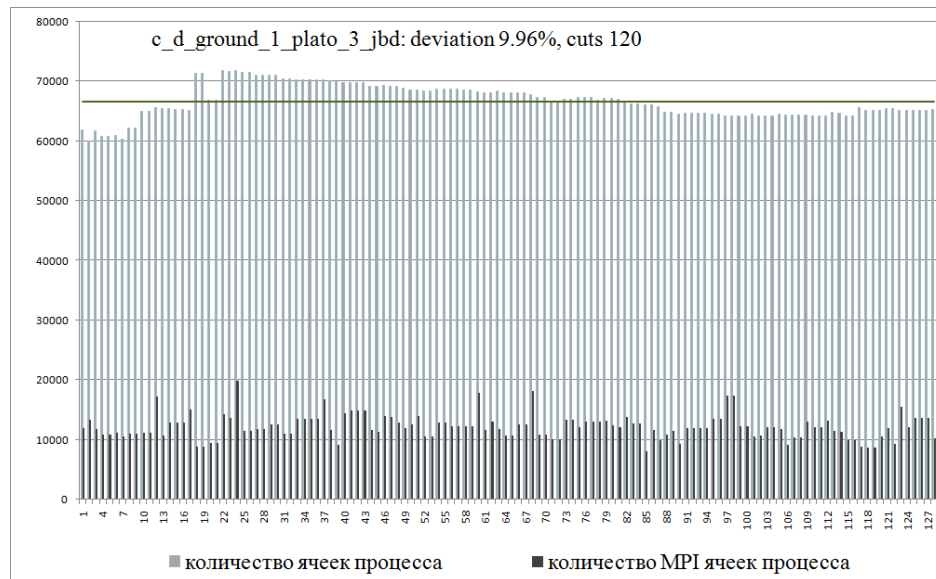
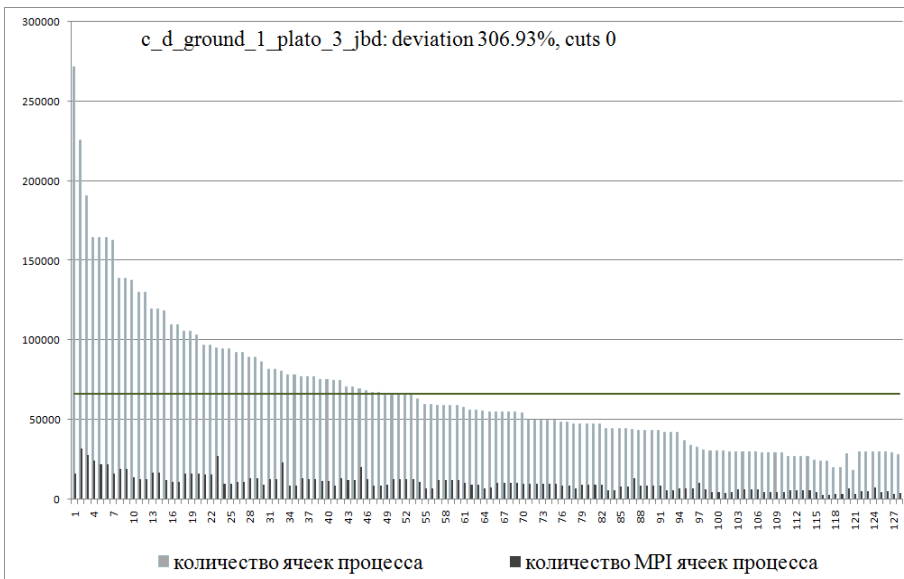
Вычисления на осесимметричной расчетной сетке могут быть заменены расчетами на отдельном секторе данной сетки с помощью применения специального механизма связывания разнесенных в пространстве граничных условий.



# Дробление блоков расчетной сетки для равномерного распределения вычислительной нагрузки



# Распределение вычислительной нагрузки на узлы суперкомпьютера для оригинальной сетки и после дробления блоков



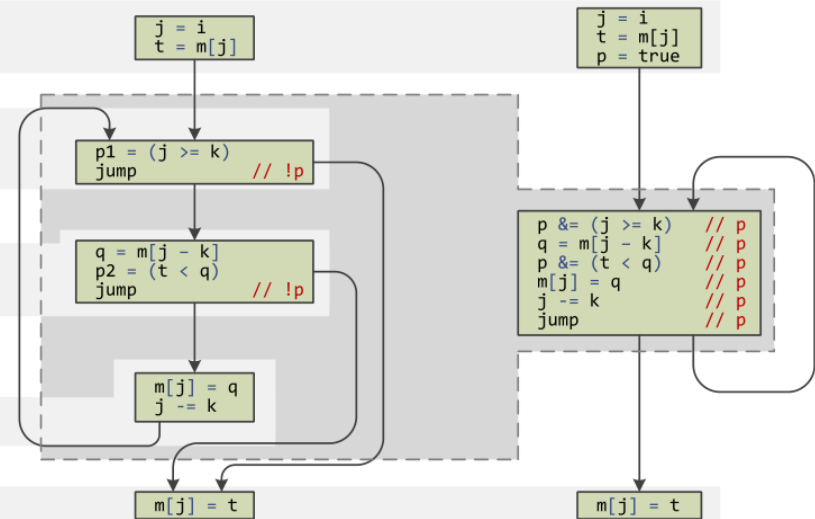


# Предикатное представление программного кода – основа векторизации

```
for (i = k; i < n; i++)  
{  
    float t = m[i];  
    for (j = i; j >= k; j -= k)  
    {  
        if (t < m[j - k])  
        {  
            m[j] = m[j - k];  
        }  
        else  
        {  
            break;  
        }  
    }  
    m[j] = t;  
}
```



```
int j = i;  
float t = m[j];  
do  
{  
    bool p1 = (j >= k);  
    if (!p1)  
    {  
        break;  
    }  
    float q = m[j - k];  
    bool p2 = (t < q);  
    if (!p2)  
    {  
        break;  
    }  
    m[j] = q;  
    j -= k;  
} while (true);  
m[j] = t;
```

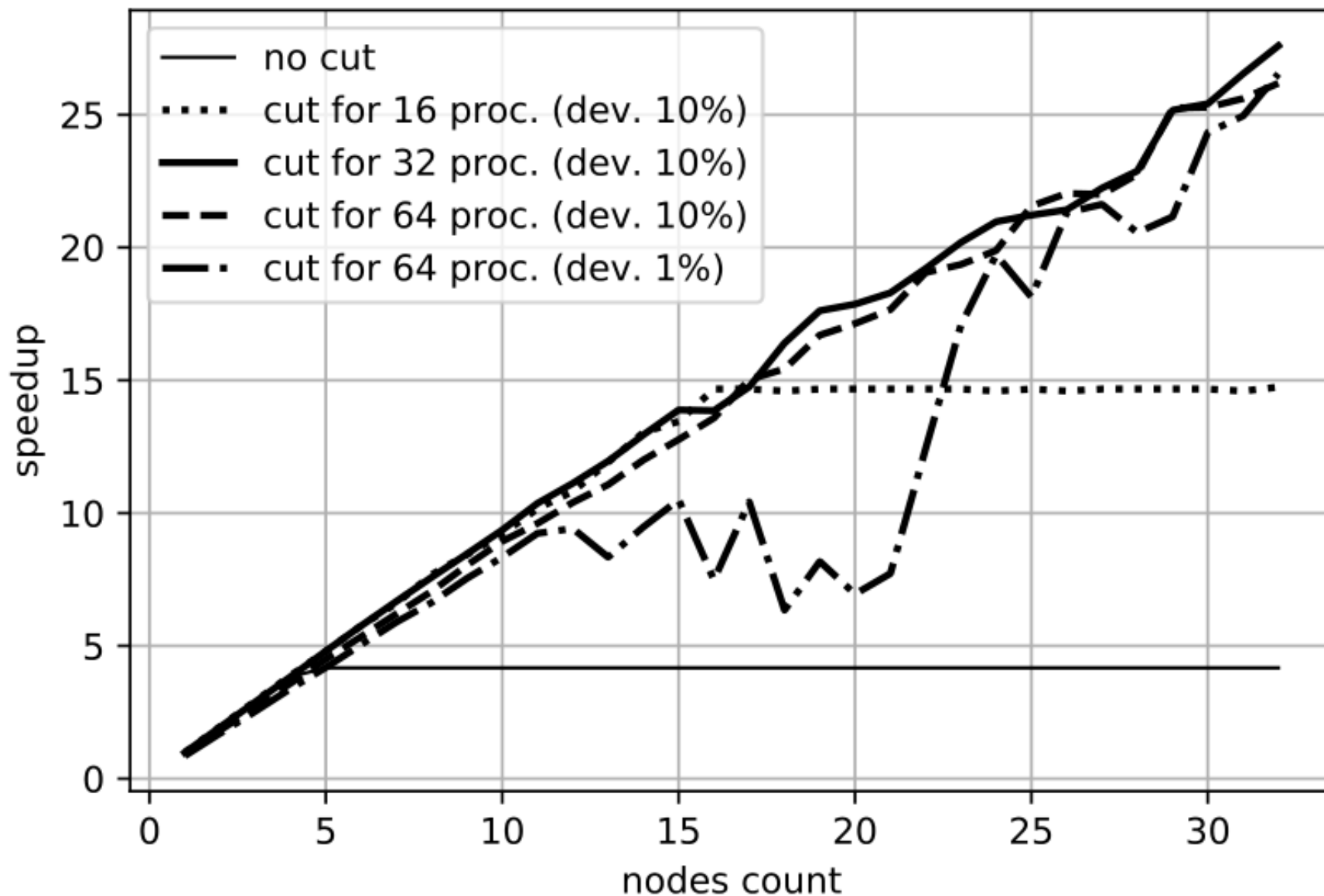


Проведены исследования по векторизации циклов различного вида, результаты опробованы на целом ряде прикладных задач: матричные операции, сортировка, римановский решатель, ядро расчетных кодов RANS/ILES.

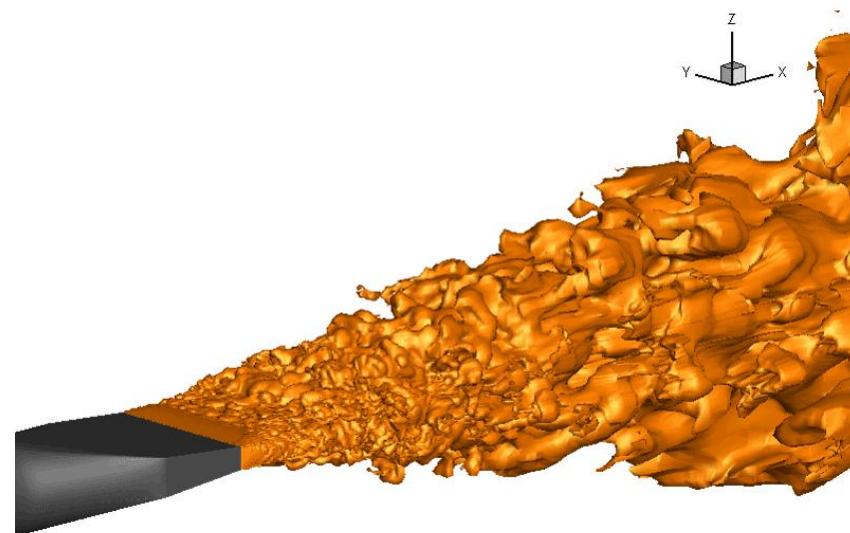
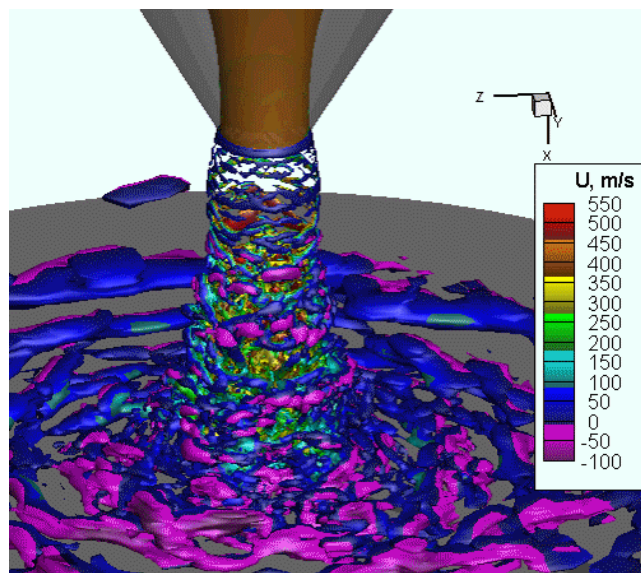
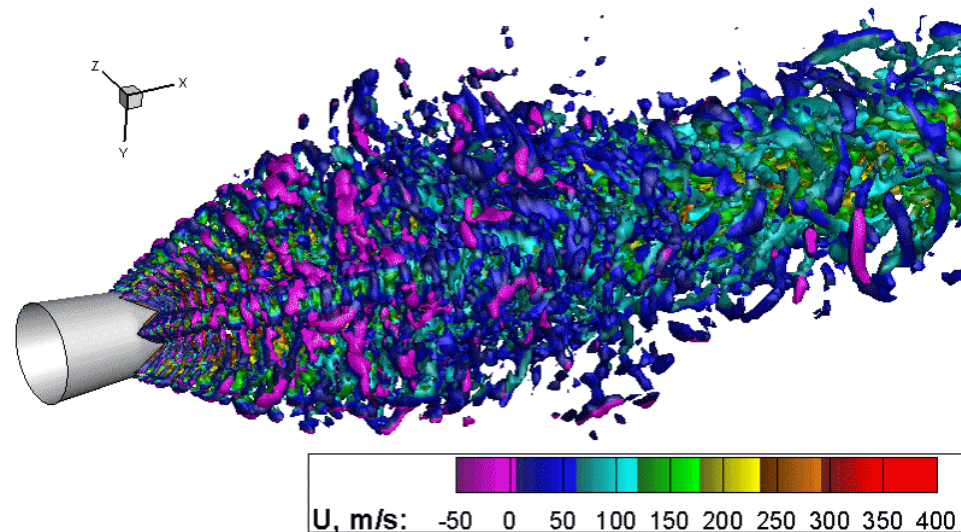
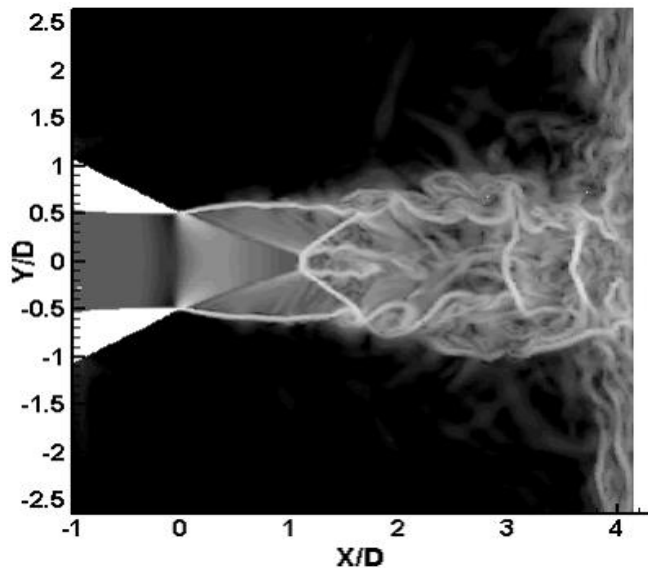
- Простые плоские циклы без межитерационных зависимостей.
- Циклы, содержащие сложное управление (вложенные условия, case-конструкции, операторы goto).
- Циклы, содержащие другие циклы (гнезда циклов), в том числе циклы с неизвестным и нерегулярным количеством итераций.
- Циклы, содержащие вызовы функций.



# Масштабирование вычислений на сегменте МВС-10П, содержащем Intel Xeon Phi KNL



# Результаты моделирования струй для сопел различного вида



**Спасибо за внимание!**

