

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем безопасного развития атомной отрасли

Распараллеливание расчетного кода ODETTA для решения задач переноса нейтронов и гамма-квантов

Студент 4-го курса
НИЯУ МИФИ

Шошина А.В.

Руководитель, главный
специалист по моделированию
нейтронно-физических процессов
лаборатории №74 ИБРАЭ РАН, к.ф.-м.н.

Белоусов В.И.

Нейтроника-2019

Постановка задачи



Цель работы — применить параллельные вычисления для решения задач переноса нейтронов и гамма-квантов.

Задача — распараллеливание и отладка расчётного кода ОДЕТТА.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2018611159

Расчетный код ODETTA для решения задач переноса нейтронов и гамма-квантов в многогрупповом SnPm приближении методом конечных элементов на неструктурированных тетраэдральных сетках, включая работу с сеточными данными. Версия 2.0

Правообладатели: *Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» (Госкорпорация «Росатом») (RU), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (ИБРАЭ РАН) (RU)*

Авторы: *см. на обороте*

Заявка № 2017618105

Дата поступления 11 августа 2017 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 24 января 2018 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ильин

В ИБРАЭ РАН для проведения высокоточных расчётов задач защиты на неструктурированных сетках была разработана программа ODETTA.

Программное средство ODETTA предназначено для численного моделирования нейтронно-физических процессов в многогрупповом SnPm приближении методом конечных элементов на неструктурированных тетраэдральных сетках.

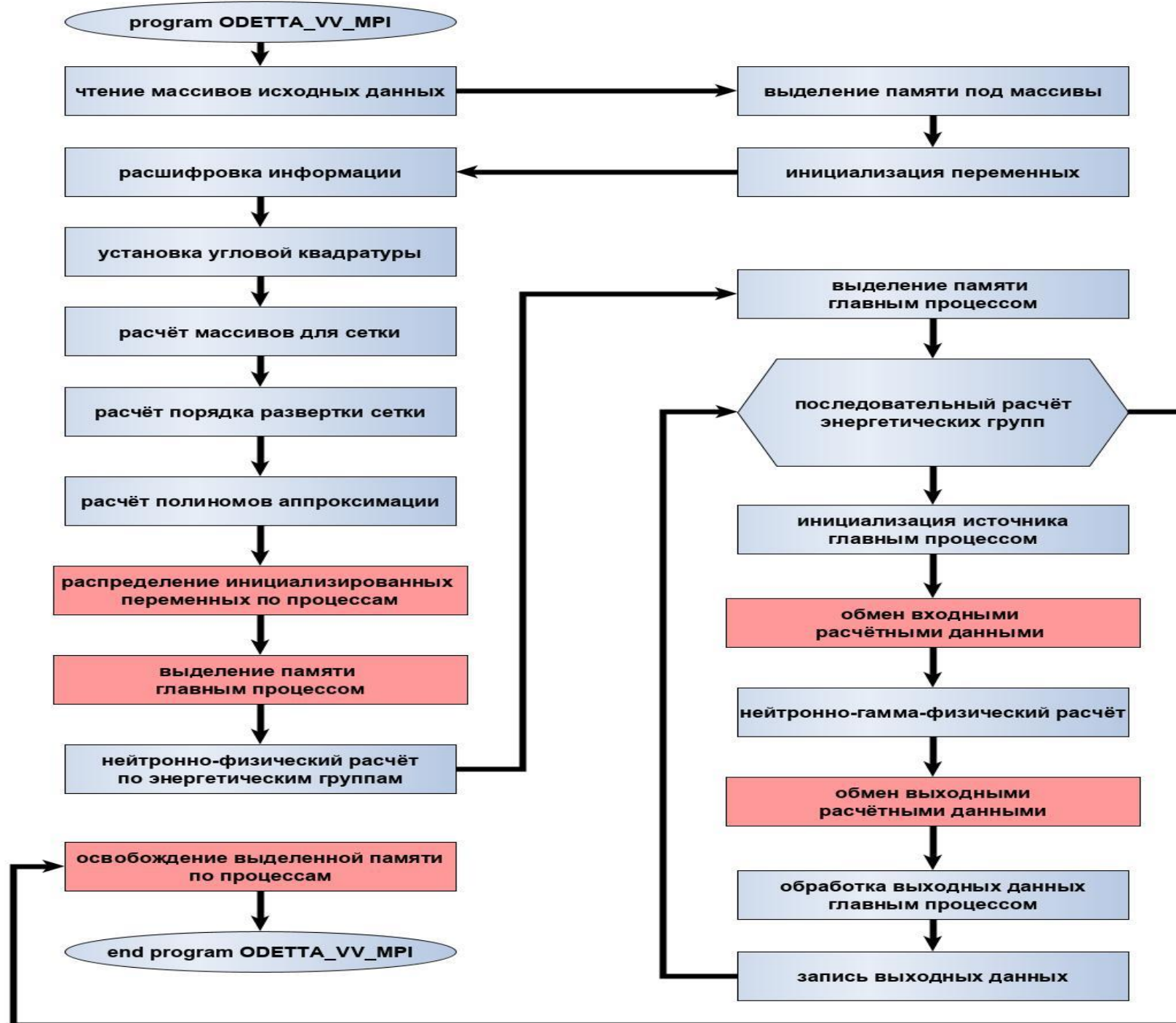
Message Passing Interface



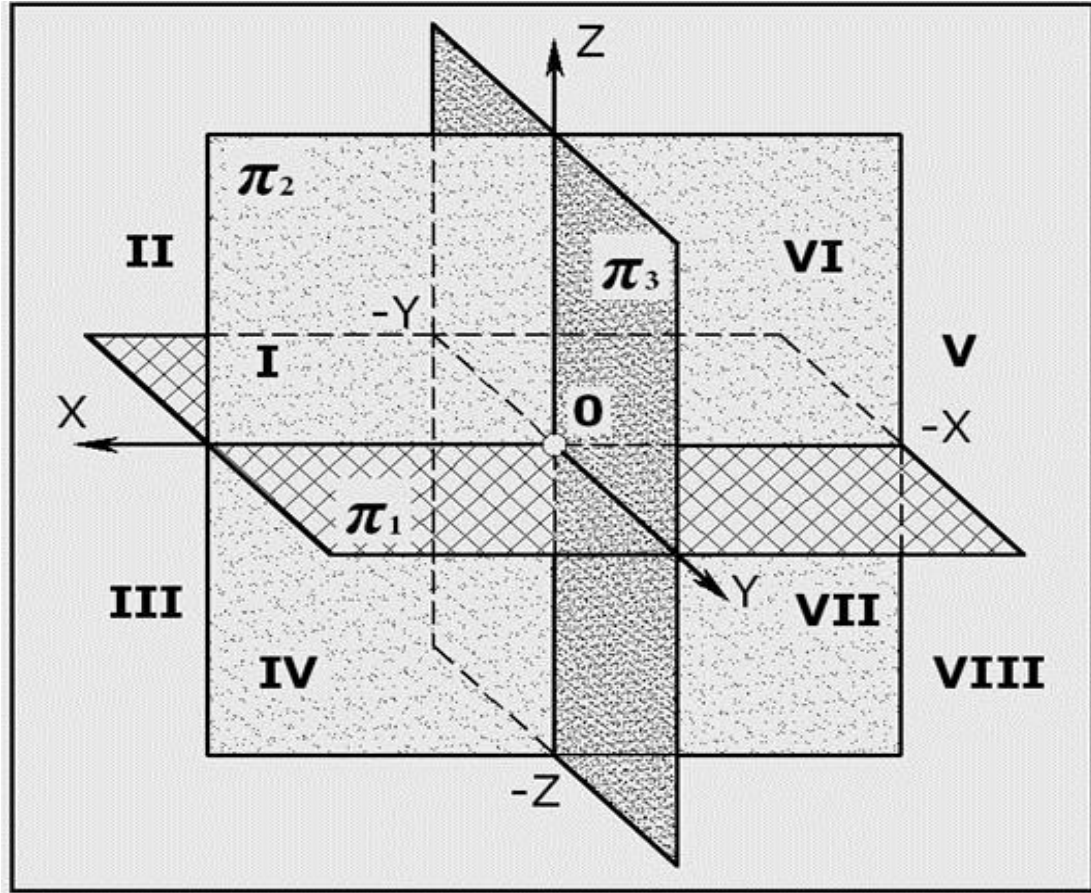
Для модификации программы ODETTA использовалась технология MPI, основная концепция которой заключается в том, что при запуске программы с MPI создаются несколько процессов, взаимодействующих между собой с помощью сообщений.



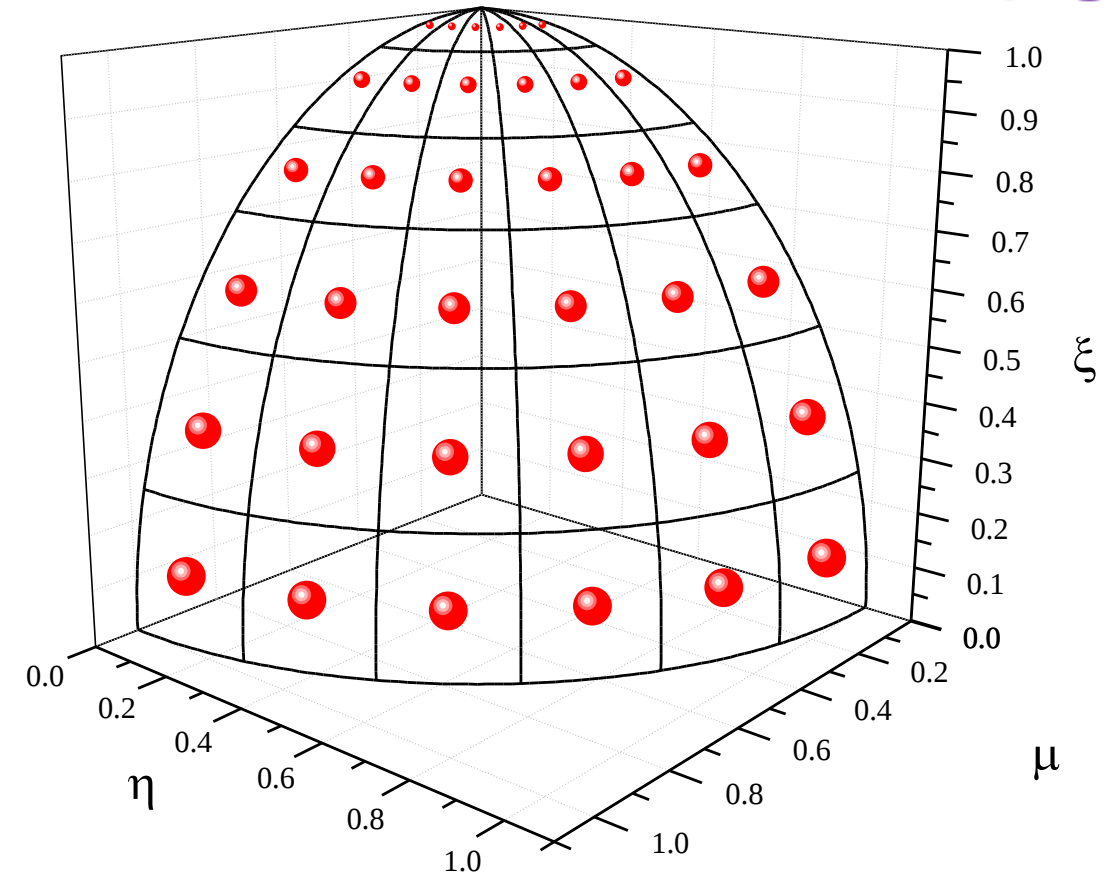
Блок-схема программы ODETTA с MPI



Sn – приближение

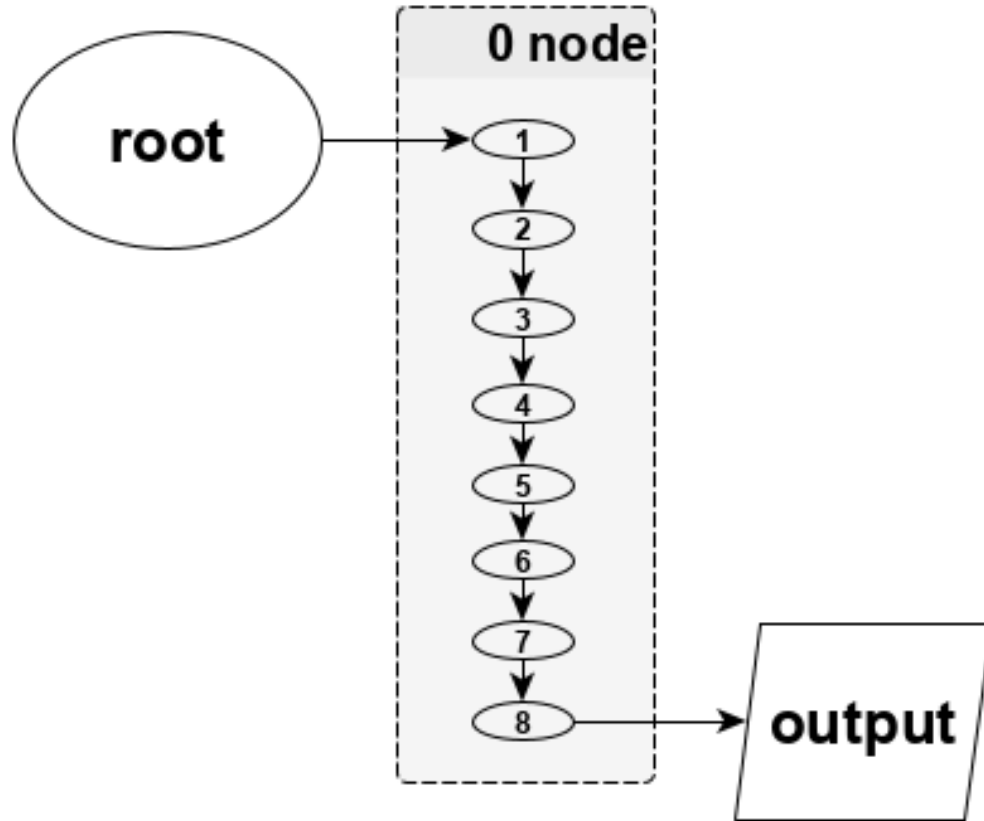


Разбиение единичной сферы направлений на октанты

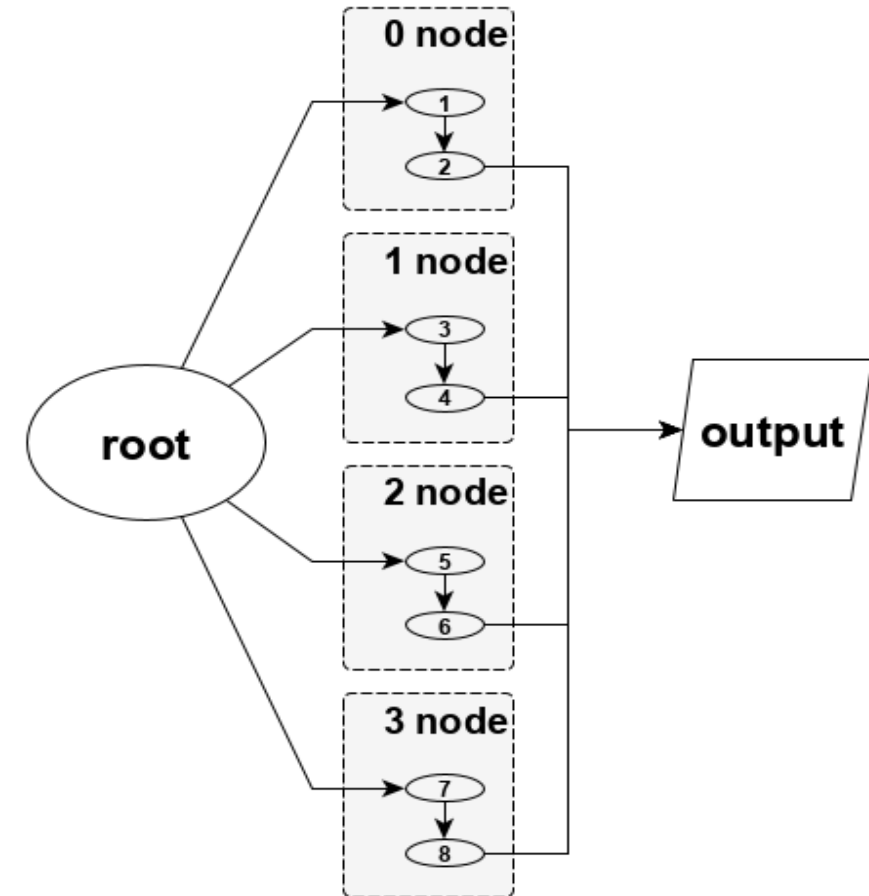


Разбиение единичной сферы по направлениям в первом октанте

Расчёт октантов по узлам



Распределение процессов на одном
узле



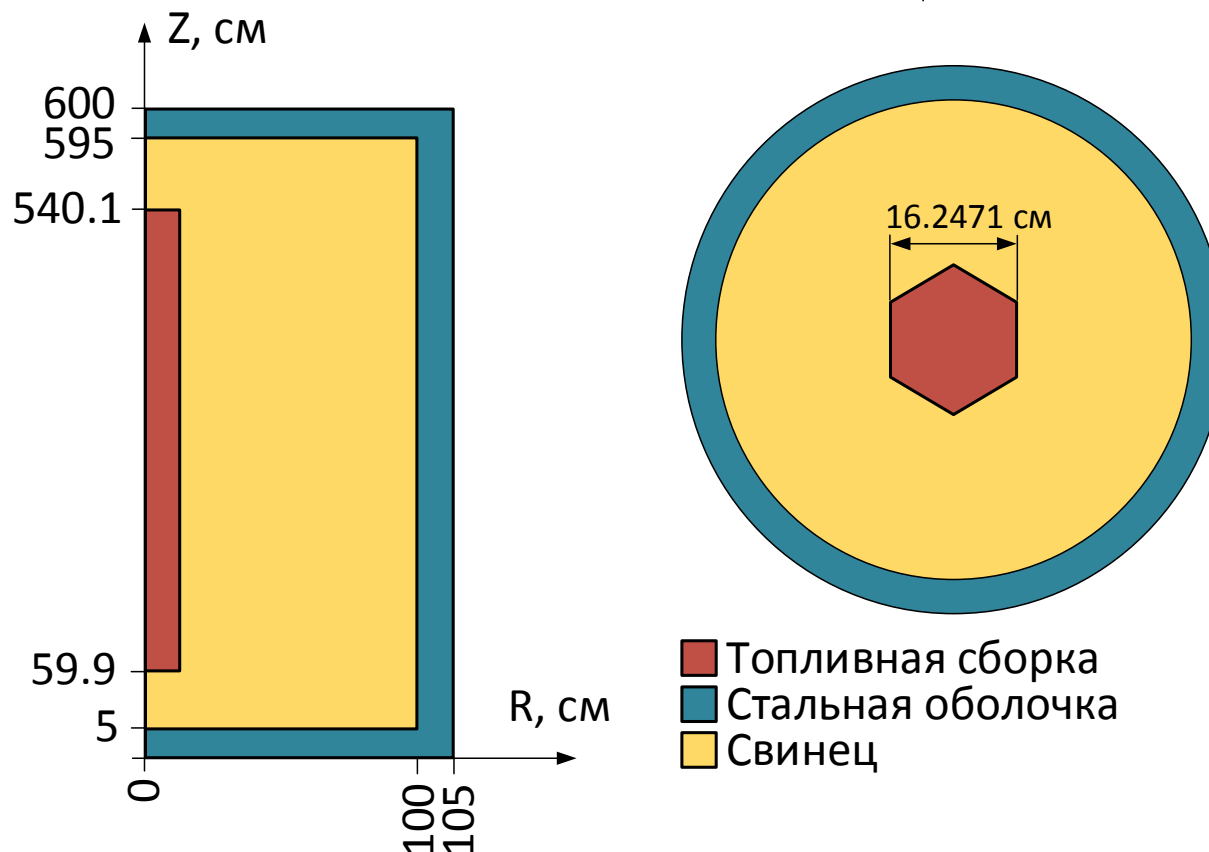
Распределение процессов на четырех
узлах

Задача радиационной безопасности (РБ)



Моделирование ТВС в стальном контейнере,
заполненном свинцом.

$S_{12}P_3$ -приближение
(288 угловых направлений).
Количество
тетраэдров в сетке –
132883.



Количество
энергетических
групп для
нейтронов – 299,
а для гамма-квантов
– 127.

Высотное и поперечное сечение расчётной модели для задачи РБ

Результаты



«Basov»

Количество процессов	1	2	3	4
Время, ч.	10.036	8.922	10.824	9.372
Ускорение = t_1/t_n	-	1.125	0.927	1.071
Эффективность = t_n/n	-	0.562	0.309	0.268

«Cherenkov»

Количество процессов	1	2	3	4
Время, ч.	13.435	8.809	12.103	9.579
Ускорение = t_1/t_n	-	1.525	1.110	1.403
Эффективность = t_n/n	-	0.763	0.370	0.351

Результаты



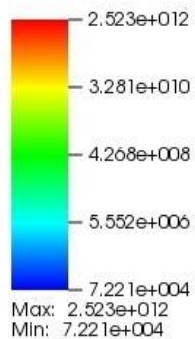
«Basov»

«Cherenkov»

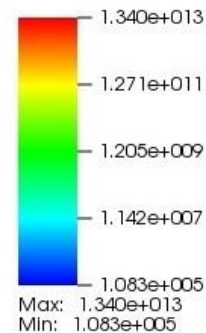
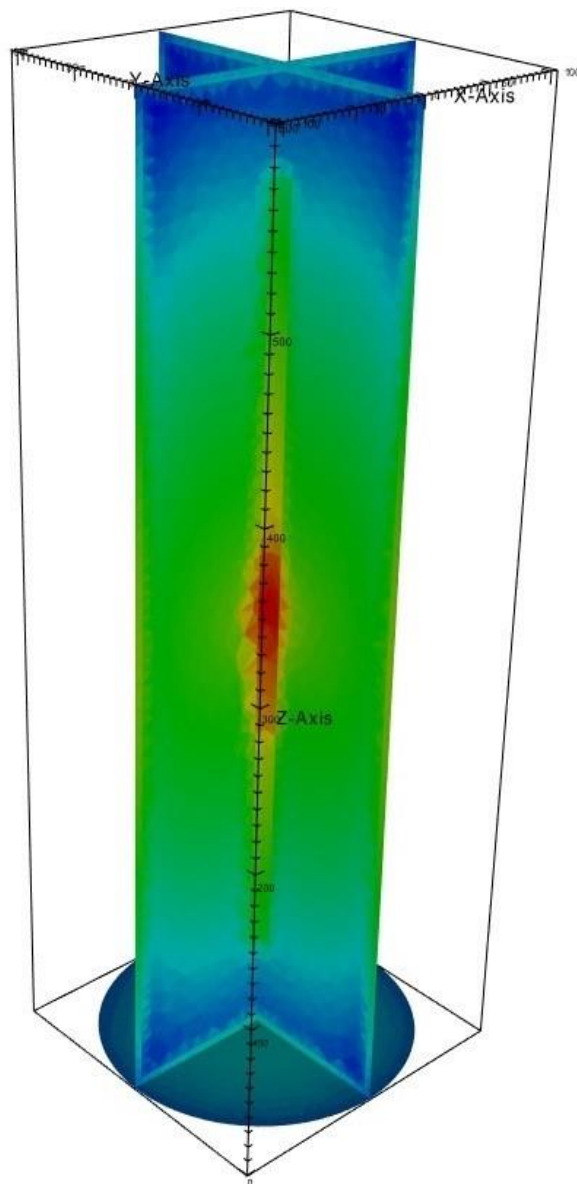
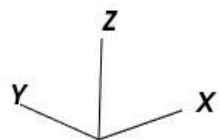
Время, ч.	6.951	7.029
Ускорение = t_1/t_n	1.444	1.911
Эффективность = t_n/n	0.722	0.956



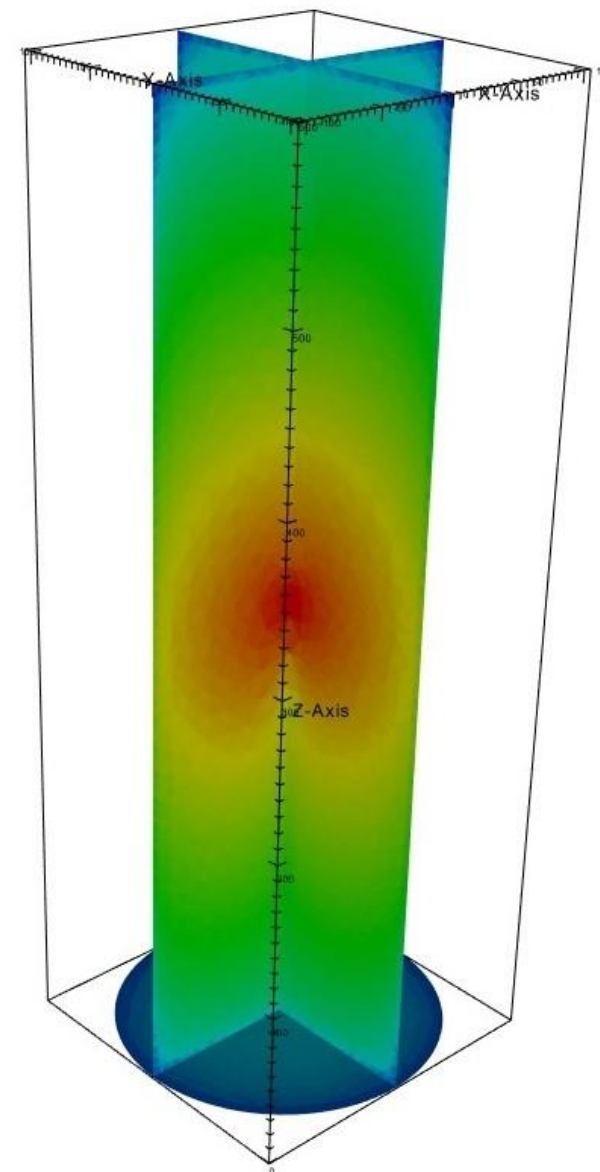
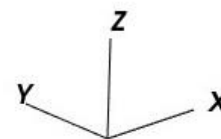
Полный поток для тестовой задачи РБ



Гамма-кванты



Нейтроны





Заключение

Относительная погрешность при расчётах на кластере с использованием 2, 3 и 4 узлов составила примерно 0.002 %.

Оптимальным вариантом использования кластера для работы программы ODETTA стало использование одного узла с двумя процессами MPI и 16 OpenMP, которое было получено на кластере «Cherenkov», составило 1.911.

Таким образом, выигрыш по времени составил примерно 30 % по сравнению даже с лучшим однопроцессорным расчётом.



Спасибо за внимание!