Южно-Уральский государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТКАНЕВЫХ БРОНЕЖИЛЕТАХ И ТЕЛЕ ЧЕЛОВЕКА НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ «СКИФ УРАЛ»*

Долганина Н.Ю., программист лаборатории параллельных вычислений кафедры «Системное программирование»;

Сапожников С.Б., д.т.н., проф. кафедры «Прикладная механика, динамика и прочность машин»

г. Уфа, 2010 г.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-07-96007-р_урал_а)

КЛАССИФИКАЦИЯ БРОНЕОДЕЖДЫ

Согласно ГОСТ Р 50744-95 бронеодежду по конструктивному исполнению подразделяют на три типа:

А - мягкая (гибкая), защитная структура бронеодежды на основе ткани

Б - полужесткая, защитная структура бронеодежды на основе ткани с пластинами из броневого материала

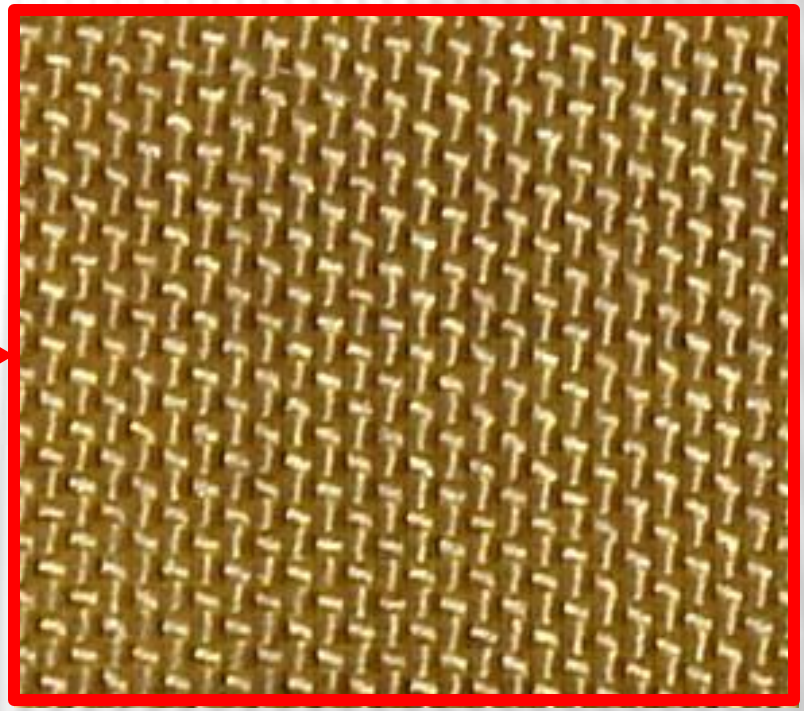
В - жесткая, защитная структура бронеодежды на основе жестких формованных конструктивных элементов из броневого материала

ГОСТ Р50744-95. БРОНЕОДЕЖДА. КЛАССЫ ЗАЩИТНЫХ СТРУКТУР БРОНЕОДЕЖДЫ

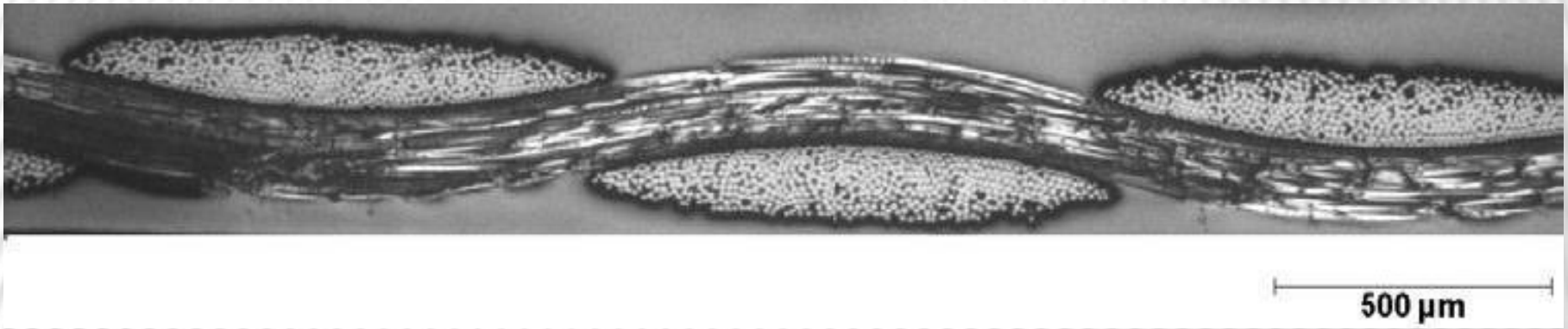
Класс защиты	Средство поражения (вид оружия)	Характеристика поражающего элемента		
		Калибр, мм; Тип сердечника	Масса, г	Скорость, м/с
Специ-альный	Холодное оружие	-	Энергия удара 45-50 Дж	
1	Пистолет Макарова (ПМ)	9; Стальной	5,9	305-325
	Револьвер типа «Наган»	7.62; Свинцовый	6,8	275-295
2	**Пистолет ПСМ**	**5.45; Стальной**	**2,5**	**310-335**
	Пистолет ТТ	**7.62; Стальной**	**5,5**	**415-445**
2а	Охотничье ружье	18.5; Свинцовый	35,0	390-410
3	Автомат АК-74	5.45; Стальной нетермоупрочненный	3,4	890-910
	Автомат АКМ	7.62; Стальной нетермоупрочненный	7,9	710-740
4	Автомат АК-74	5.45; Стальной термоупрочненный	3,6	890-910
5	Винтовка СВД	7.62; Стальной нетермоупрочненный	9,6	820-840
	Автомат АКМ	7.62; Стальной термоупрочненный	7,9	710-740
5а	Автомат АКМ	7.62; Специальный	7,4	720-750
6	Винтовка СВД	7.62; Стальной термоупрочненный	9,6	820-840
6а	Винтовка СВД	7.62; Специальный	10,4	800-835

ТКАНЕВЫЙ БРОНЕЖИЛЕТ

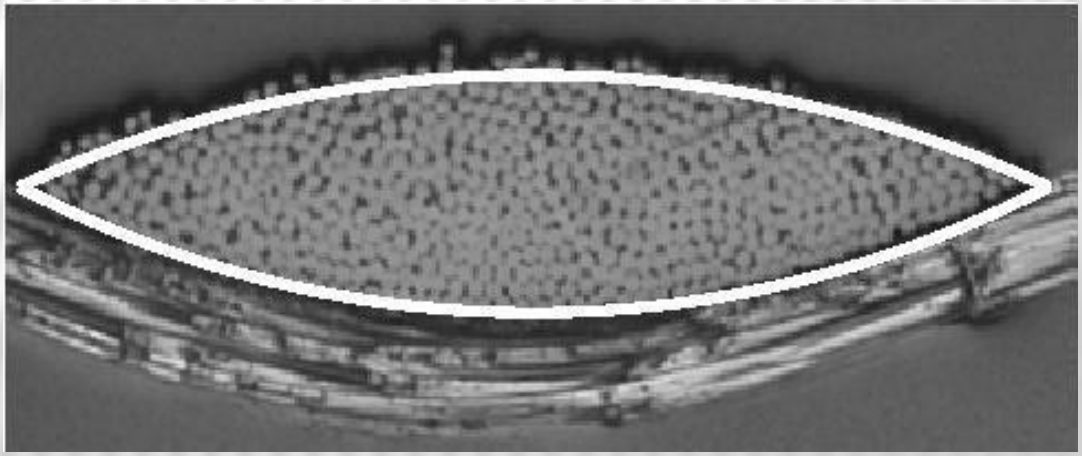
Баллистическая ткань полотняного переплетения



ФОТОГРАФИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ТКАНИ, РАЗРЕЗАННОЙ В ПЛОСКОСТИ

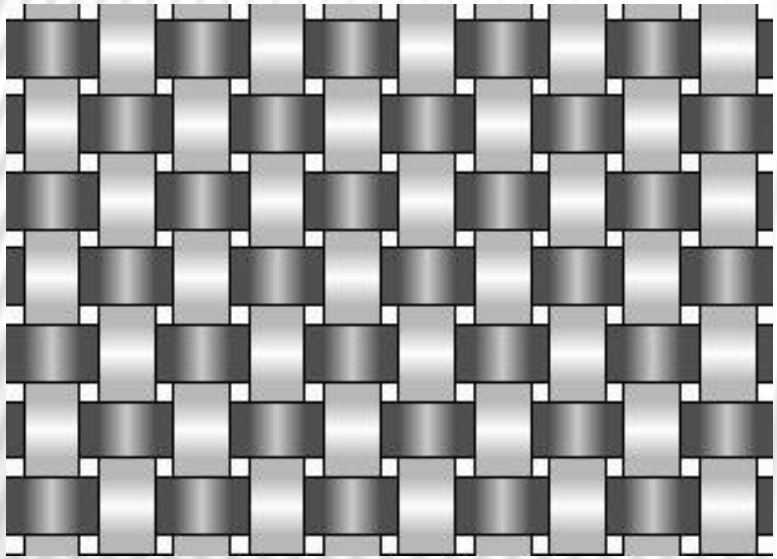


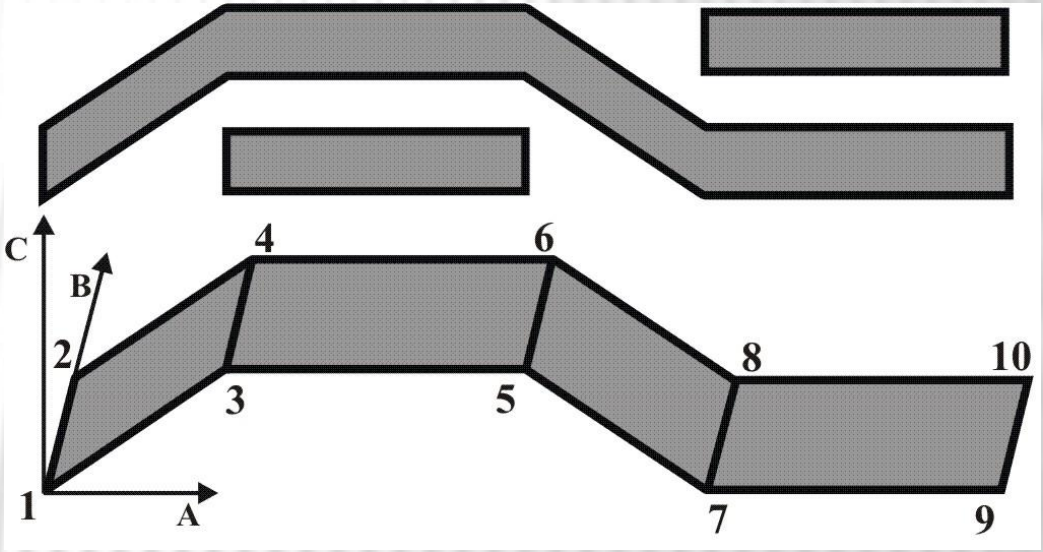
Линзообразная форма поперечного сечения нитей



ПОСТРОЕНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ. ПОВТОРЯЮЩИЙСЯ ЭЛЕМЕНТ МОДЕЛИ ТКАНИ

Полотняное переплетение



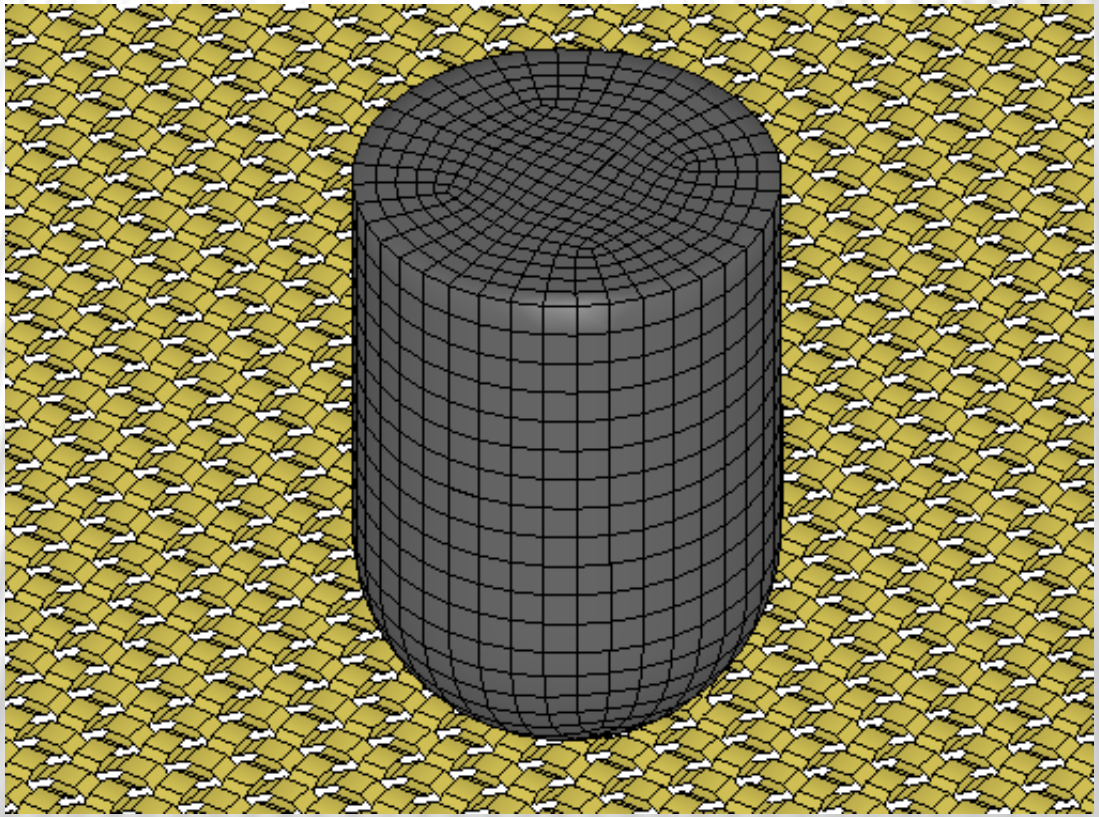


Толщина нити T=100 мкм;
Ширина нити B=500 мкм

СЕТКА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. КОЛИЧЕСТВО КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

	5x5 см, 1слой	5x5 см, 5слоев	30x30см, 1слой	30x30см, 5слоев
Количество элементов	20 000	77 600	547 296	2 714 080

Контакт: *CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFAC

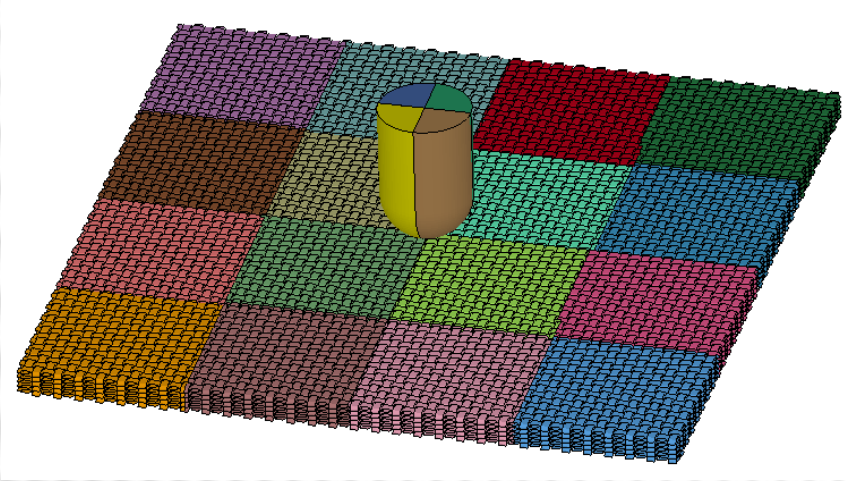


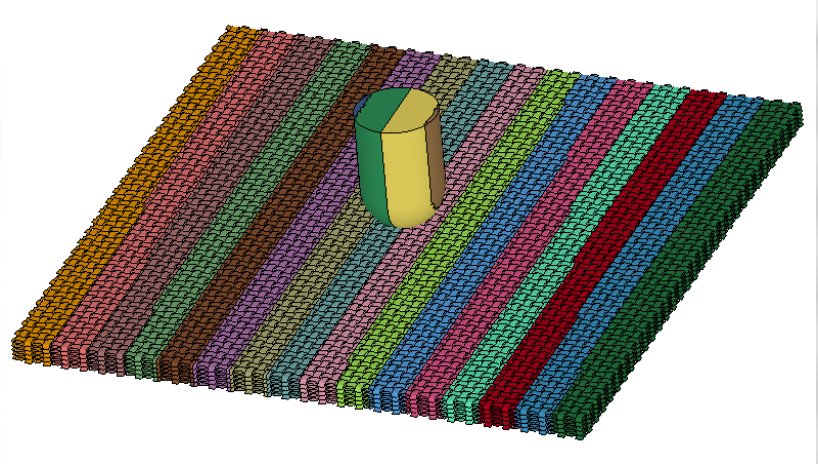
ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАСТЕРА «СКИФ УРАЛ»

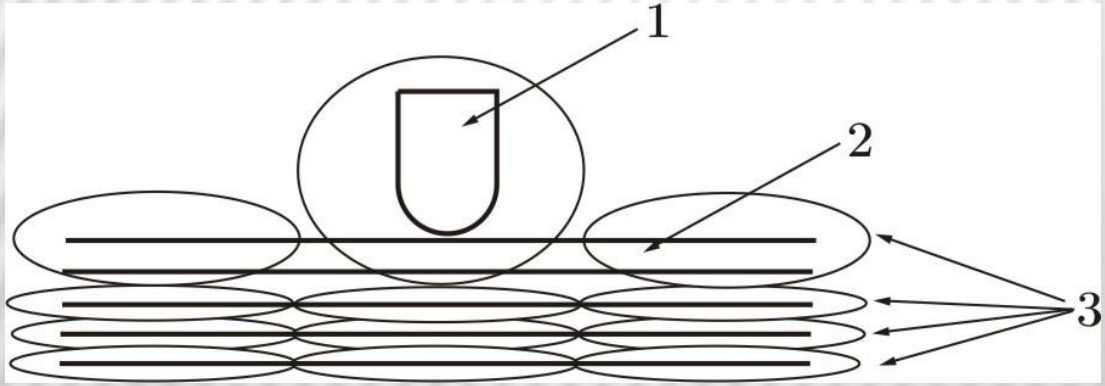
- Число лезвий blade-системы/процессоров/ядер: **166/332/1328**
- Тип процессора: **Intel Xeon E5472 (4 ядра по 3.0 GHz)**
- Оперативная память: **1.33 TB**
- Дисковая память: **49.29 TB**
- Система хранения данных: **Panasas ActiveStorage 5100 (20 TB)**
- Тип системной сети: **InfiniBand (20Gbit/s, макс. задержка 2 мкс)**
- Тип управляющей (вспомогательной) сети: **Gigabit Ethernet**
- Сервисная сеть: **СКИФ ServNet**
- Пиковая производительность: **16 Tflops**
- Производительность на тесте LINPACK: **12.2 TFlops**
- Операционная система: **SUSE Linux Enterprise Server 10**
  Windows HPC Server 2008
- Система бесперебойного электропитания: **APC Symmetra 160 kVA**

СПОСОБЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ МОДЕЛИ

Пакет из 5 слоев ткани размером 5х5 см (16 ядер)

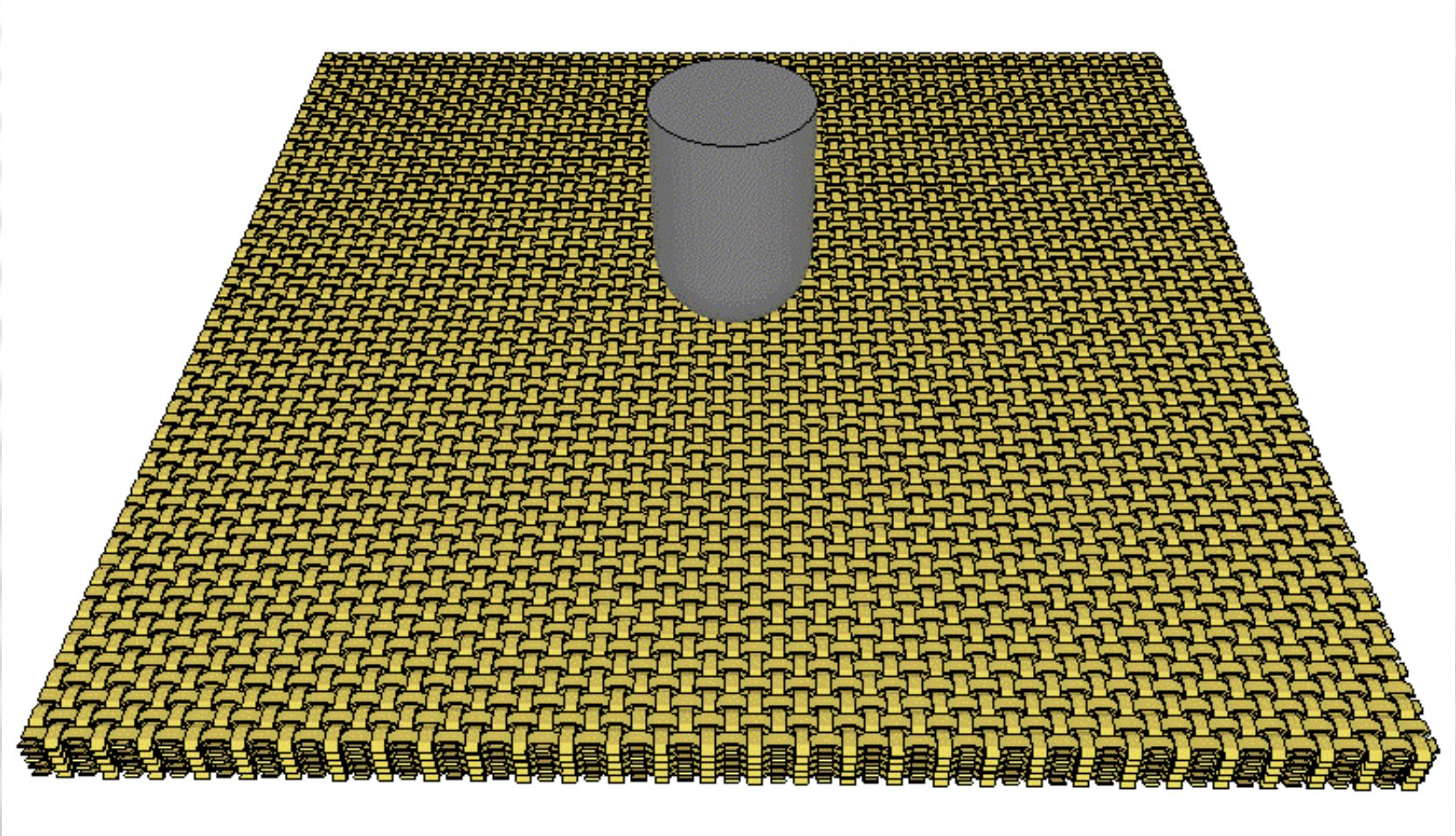






1 – пуля;
2 – пакет из 5 слоев ткани размером 5х5 см (вид сбоку);
3 – области декомпозиции

ПРОЦЕСС ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ТКАНИ (5Х5 СМ, 5 СЛОЕВ) С ПУЛЕЙ

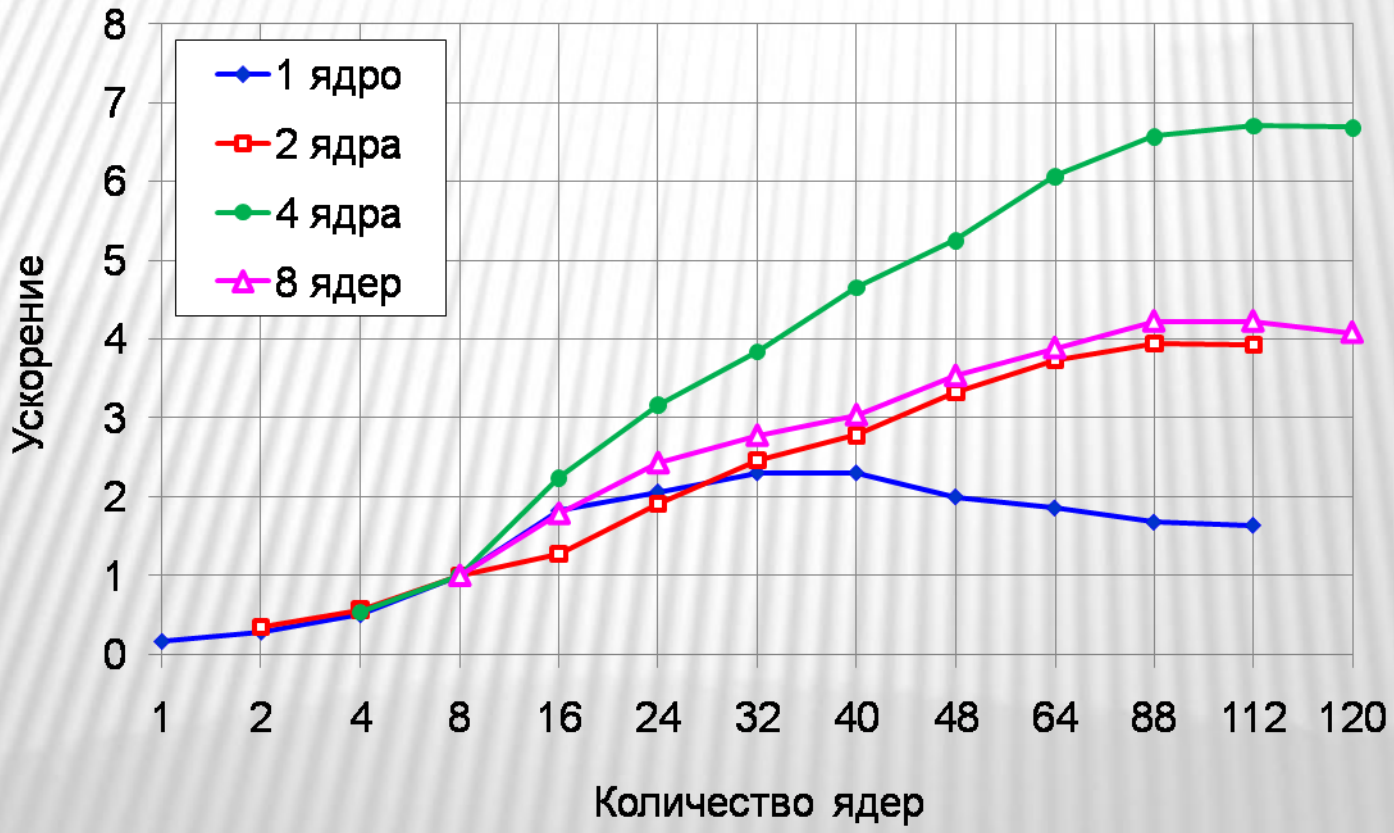


СРАВНЕНИЕ УСКОРЕНИЙ НА КЛАСТЕРЕ «СКИФ УРАЛ»

1 слой 30x30 см; 1, 2, 4, 8 ядер с узла

T1/Tn

T1 – время, затраченное на решение задачи на 8 процессорных ядрах;
Tn – время, затраченное на решение этой же задачи на n процессорных ядрах

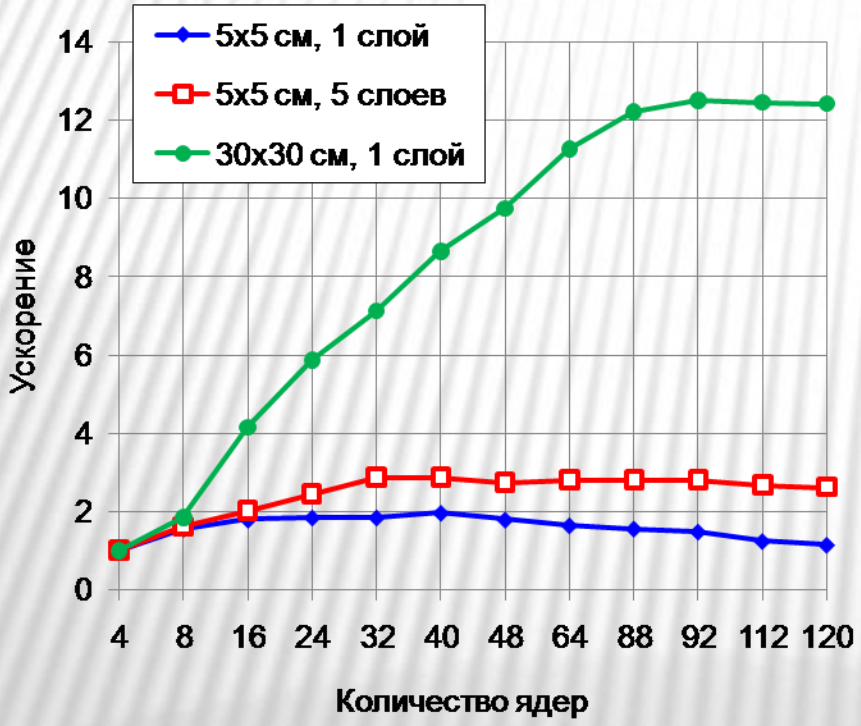


СРАВНЕНИЕ УСКОРЕНИЙ НА КЛАСТЕРЕ «СКИФ УРАЛ» (4 ЯДРА С УЗЛА)

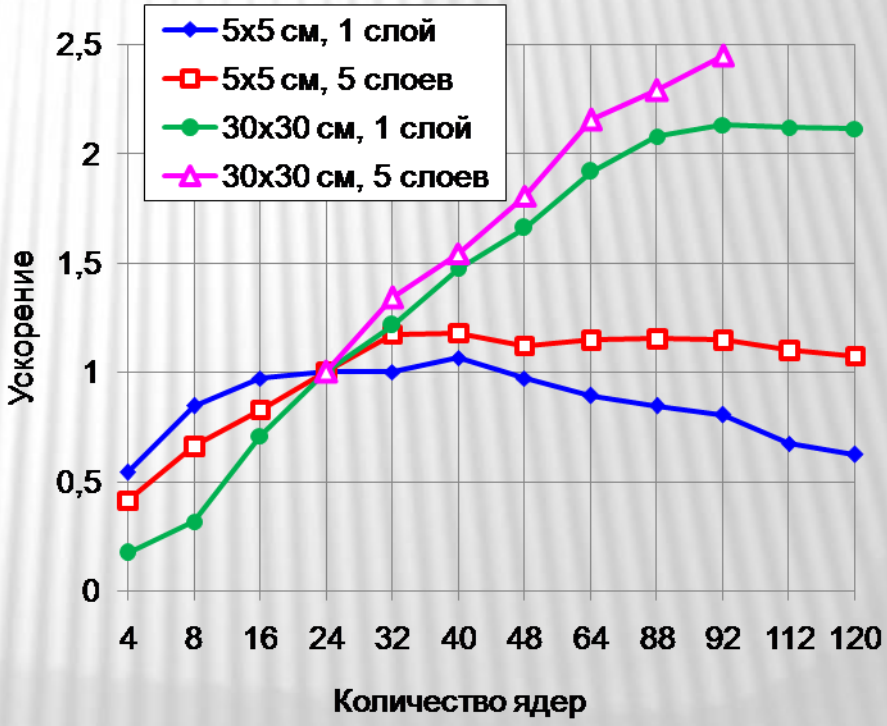
T1/Tn

T1 – время, затраченное на решение задачи на 4 и 24 процессорных ядрах;
Tn – время, затраченное на решение этой же задачи на n процессорных ядрах

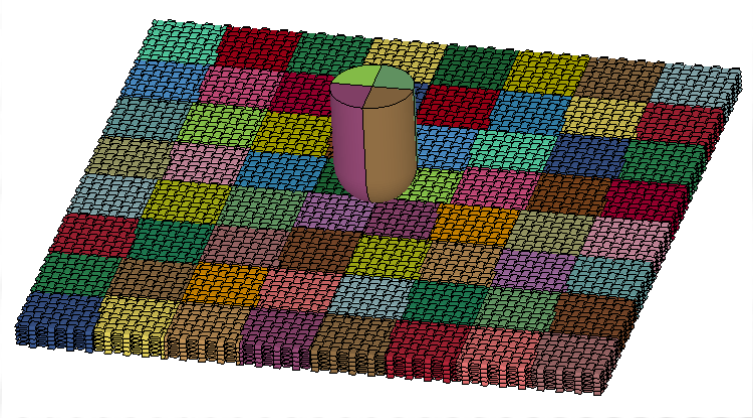
T1=4

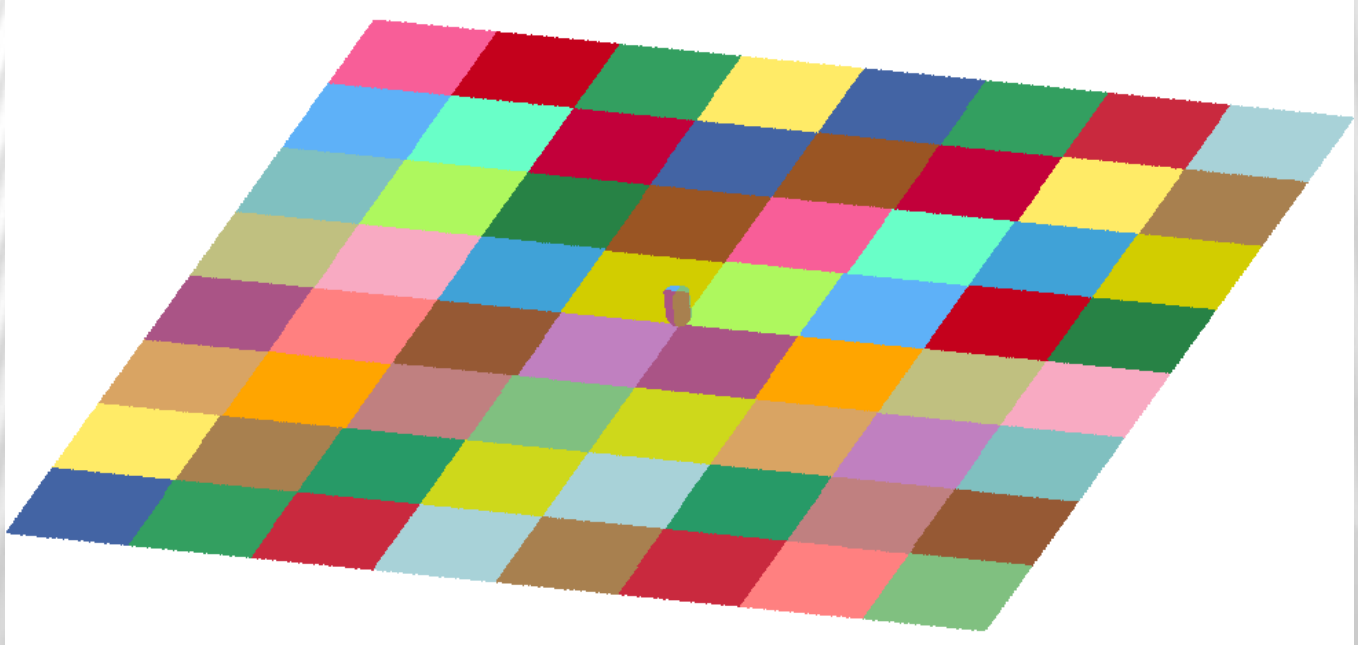


T1=24



ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПАКЕТА ТКАНИ РАЗМЕРОМ 5Х5 СМ И 30Х30 СМ НА ПРИМЕРЕ 64 ЯДЕР

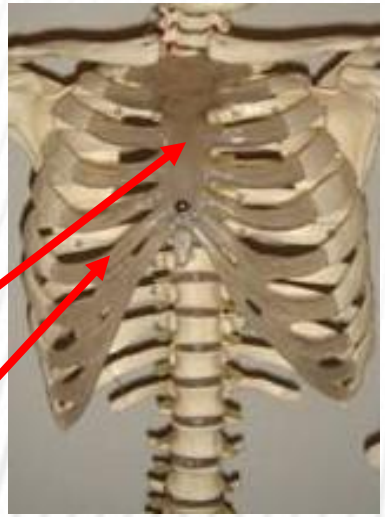




ВИДЫ ТРАВМ

- Ушибы мягких тканей
- Переломы костей
- Повреждение внутренних органов

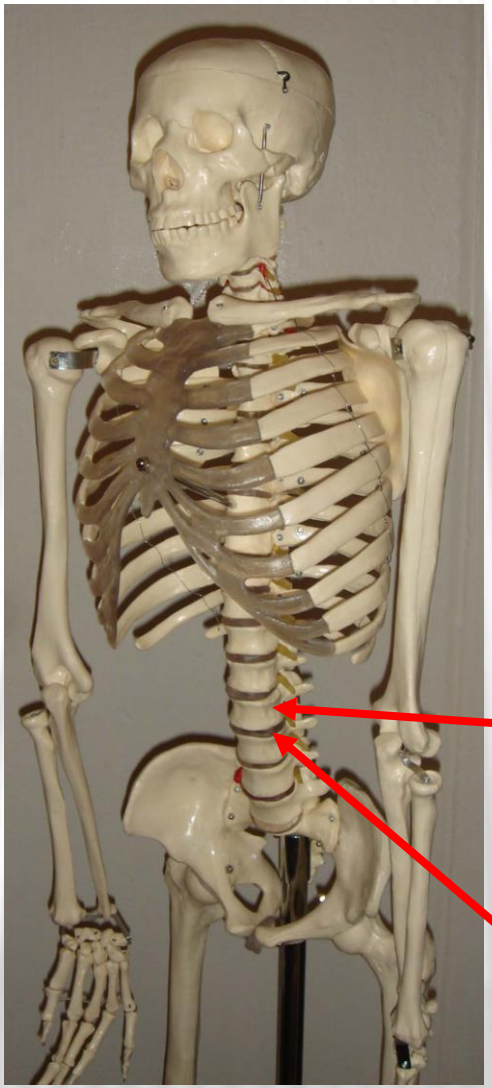
СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА



грудина

реберный хрящ

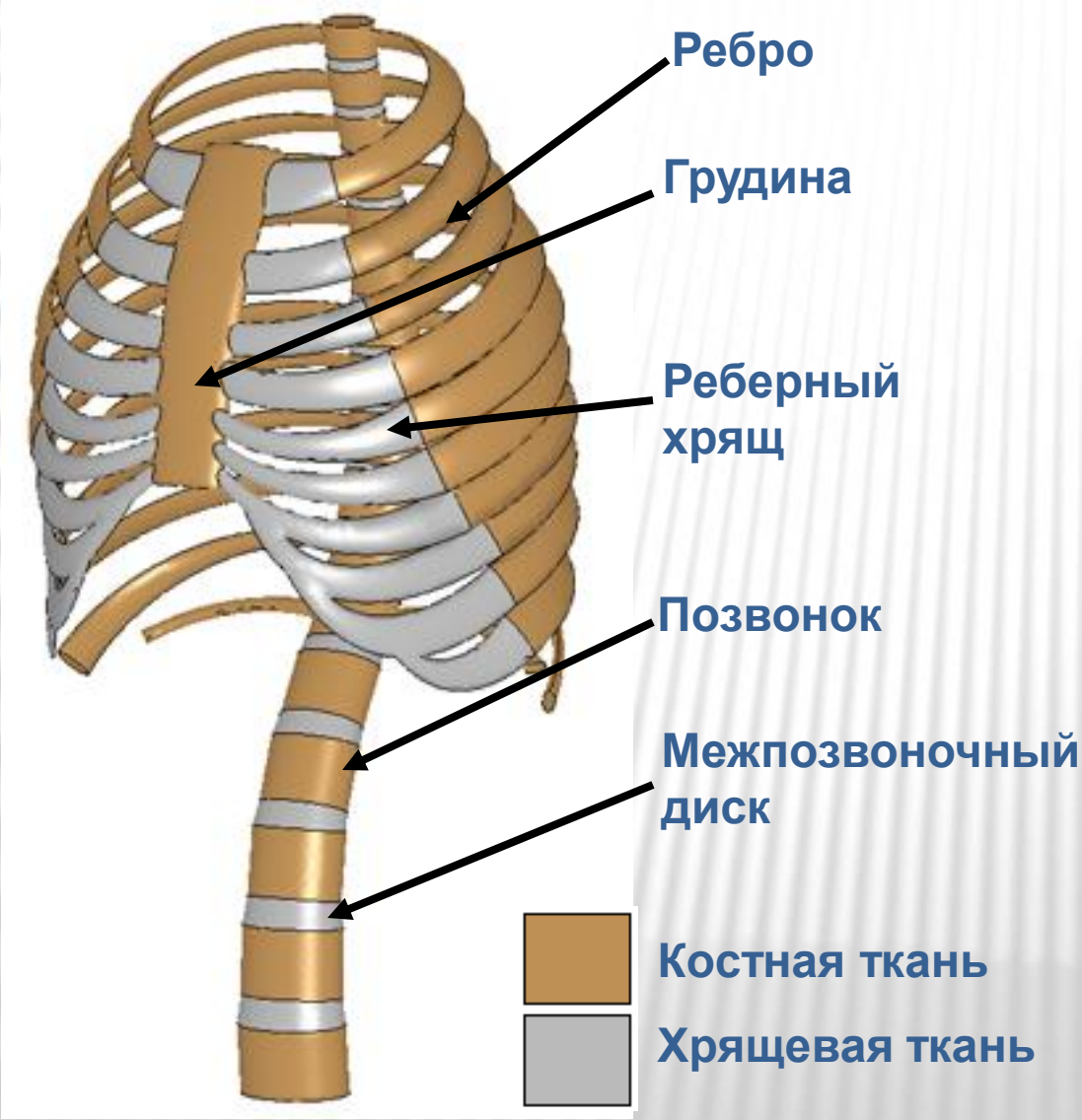
ребро



позвонок

межпозвоночный диск

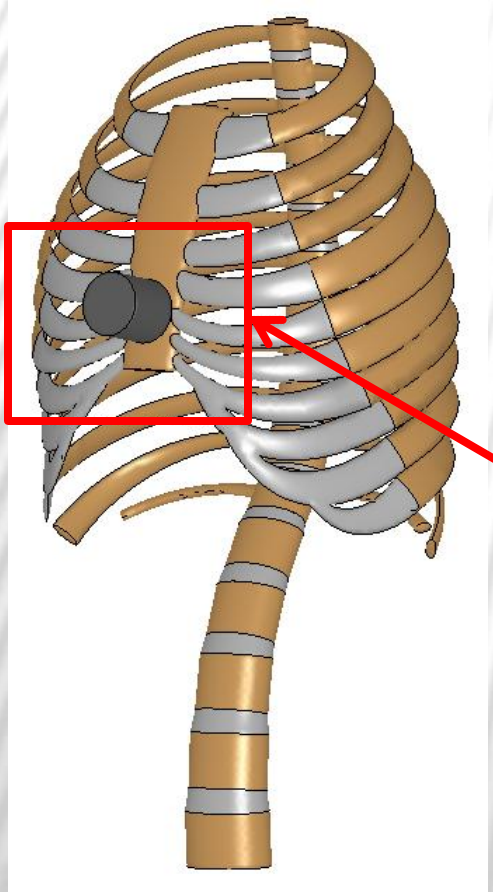
3D МОДЕЛЬ СКЕЛЕТА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА



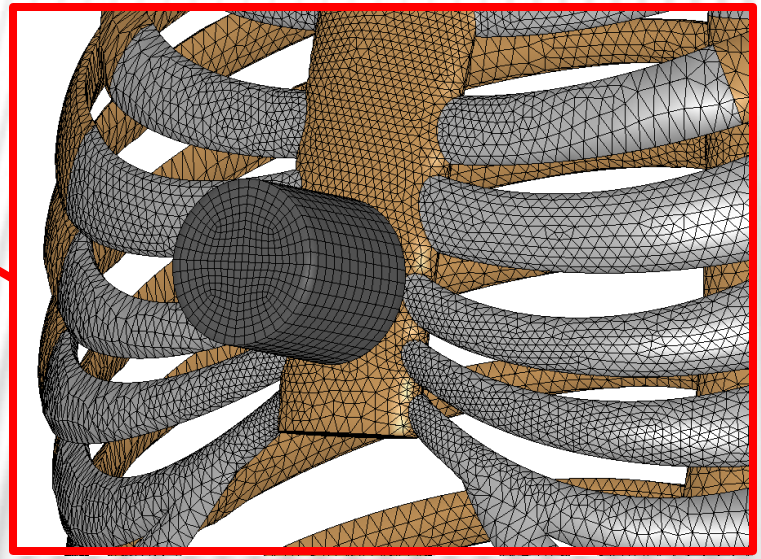
В модели тела человека рассматривается только скелет грудной клетки

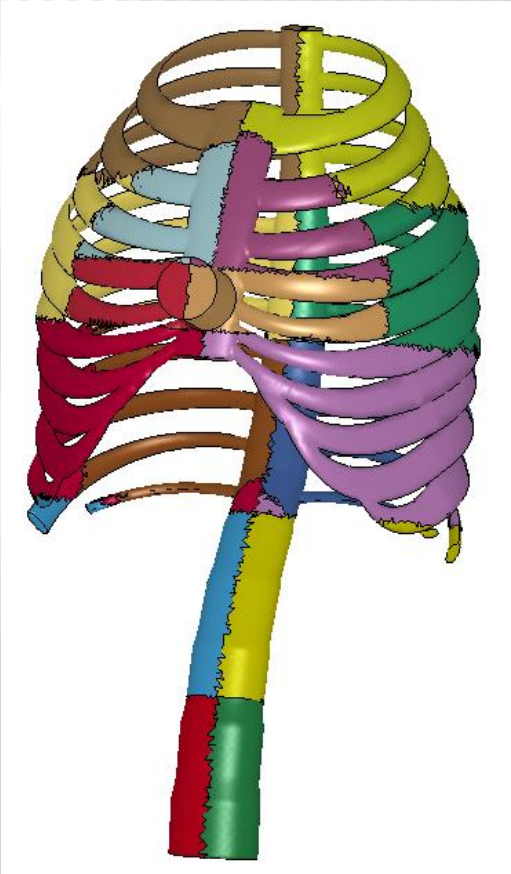
- Скелет грудной клетки состоит из ребер (12 пар), грудины, грудных позвонков (12), поясничных позвонков (5), межпозвоночных дисков и реберных хрящей
- Каждое ребро жестко соединено с верхней частью одного позвонка
- Реберные хрящи истинных ребер жестко соединены с грудиной
- Реберный хрящ каждого ложного ребра жестко соединен с верхним реберным хрящом
- Масса внутренних органов грудной клетки и мягких тканей (мышцы, подкожный жир, кожа) присоединена к скелету грудной клетки

СЕТКА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ СКЕЛЕТА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ЧЕЛОВЕКА И ДЕКОМПОЗИЦИЯ ДАННОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ 16 ЯДЕР

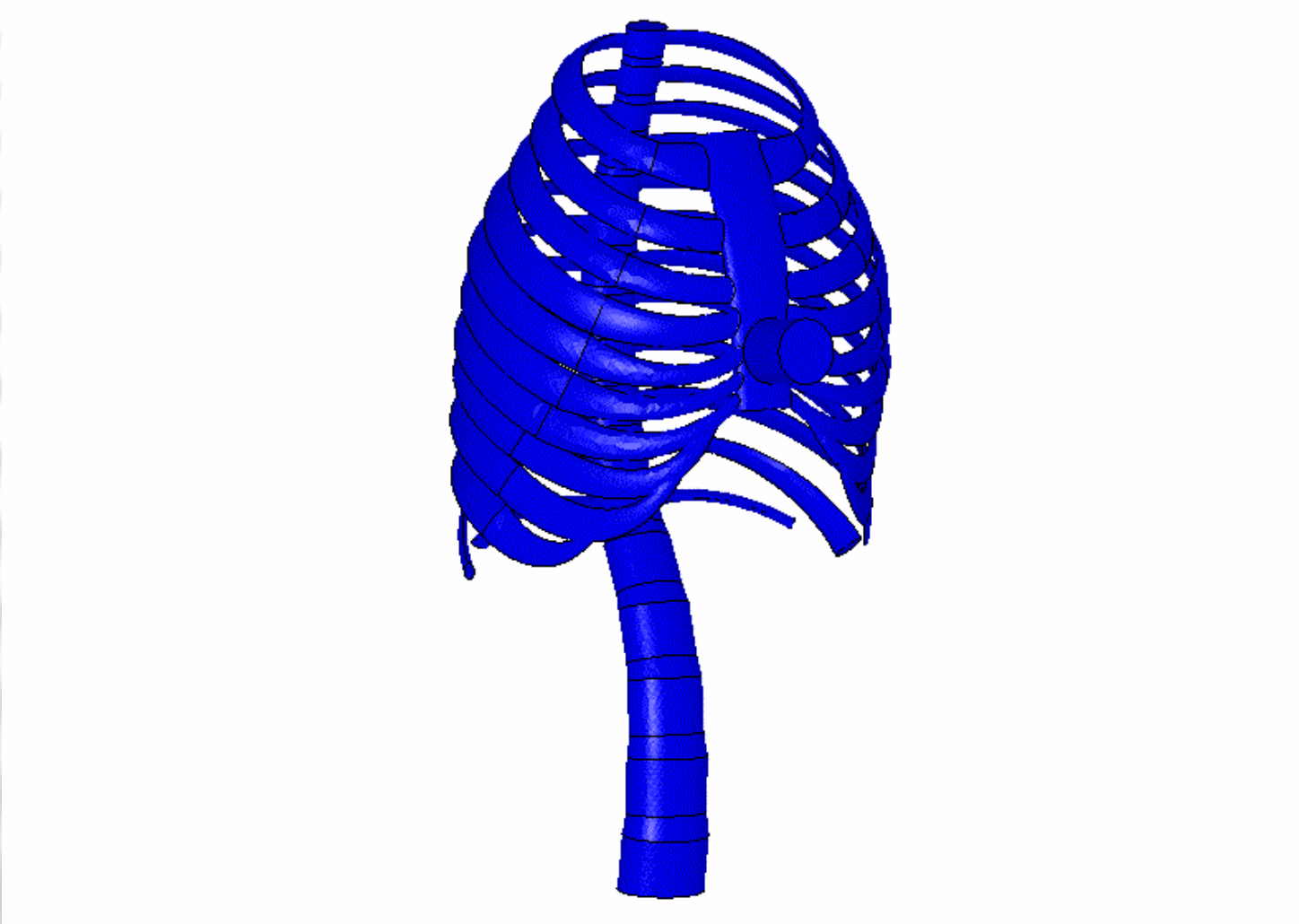


211 112 КЭ





ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИНДЕНТОРА И ЭЛЕМЕНТОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ



УСКОРЕНИЕ. ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ «СКИФ УРАЛ»

Вычисли-тельных ядер	Время выполнения
1	138 ч. 18 м.
2	71 ч. 11 м.
4	36 ч. 55 м.
8	19 ч. 21 м.
16	9 ч. 51 м.
24	6 ч. 47 м.
32	5 ч. 23 м.
64	3 ч. 17 м.
128	2 ч. 34 м.
192	2 ч. 52 м.
224	3 ч. 2 м.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

г. Уфа, 2010 г.