

Тестирование программы DEFORM на процессорах Intel Core i7

Ранее уже [отмечалось](#), что программный комплекс [FlowVision](#) (решение гидродинамических задач) при расчетах на рабочих станциях с процессорами Intel на ядре Nehalem демонстрирует существенный (до 2 раз) прирост производительности.

В данной работе проведено тестирование производительности программного комплекса для моделирования процессов обработки металлов давлением [DEFORM](#) на рабочей станции с процессором Intel Core i7 (ядро Nehalem).

Для тестирования было выбрано несколько типичных для программного комплекса [DEFORM-3D](#) задач: горячей объемной штамповки, прокатки, термической обработки и обработки резанием.

Во время проведения расчета никакие другие задачи на ПК не загружались.

Производительность измерялась по общему времени решения задачи, которое складывается из:

- времени решения системы дифференциальных уравнений механики деформированного тела
- времени, затраченного на переразбиение сетки конечных элементов (эта операция пока в параллельном режиме в DEFORM не осуществляется)

Конфигурации тестируемого ПК:

Материнская плата: Intel DX58SO, LGA1366

Процессор: Intel Core i7 965 Extreme, 3,2 МГц, 8МБ, LGA1366, 4-х ядерный, с технологией Hyper Treading

Оперативная память: 6 ГБ DDR3 (3x2 ГБ)

Дисковая подсистема: WD 250 ГБ SATA

Видеосистема: Nvidia GeForce 9400GT 512МБ

Операционная система: Microsoft Windows Vista Ultimate x64 SP1.

Эта рабочая станция была предоставлена для тестирования компанией [R-Style](#).

Полученные результаты сравнивались с расчетами, проведенными на рабочей станции с процессором предыдущего поколения Intel Core 2 Quad.

Конфигурация «эталонного» ПК:

Материнская плата: Intel DP35DPM, s775

Процессор: Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц, 8МБ, 1066МГц, LGA775, 4-х ядерный

Оперативная память: 4 ГБ DDR2 800 (2x2 ГБ)

Дисковая подсистема: Seagate 500ГБ SATA2

Видеосистема: GeForce 8600GT, 512МБ

Операционная система: Microsoft Windows XP Pro SP3

Во всех расчетах использовались 4 ядра процессоров.

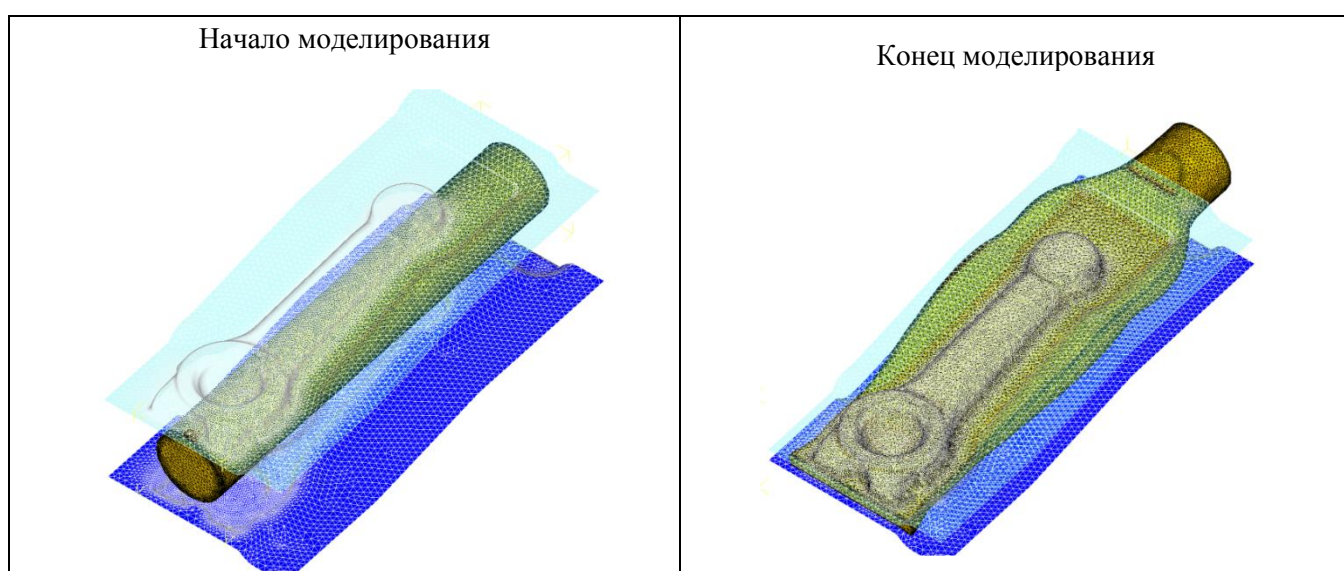
Коэффициент производительности вычислялся как отношение времен счета на «эталонном» и тестируемом ПК с поправкой на частоты процессоров, т.е. по формуле:

$$K = (T_{et} / T_t) * (H_{et} / H_t) = (T_{et} / T_t) * 0,75$$

где T_{et}, T_t - общее время расчета на «эталонном» и тестируемом ПК соответственно, а H_{et}, H_t - частоты процессоров «эталонного» (2,4 ГГц) и тестируемого (3,2 ГГц) ПК.

Результаты тестирования

1. Моделирование штамповки шатуна на КГШП

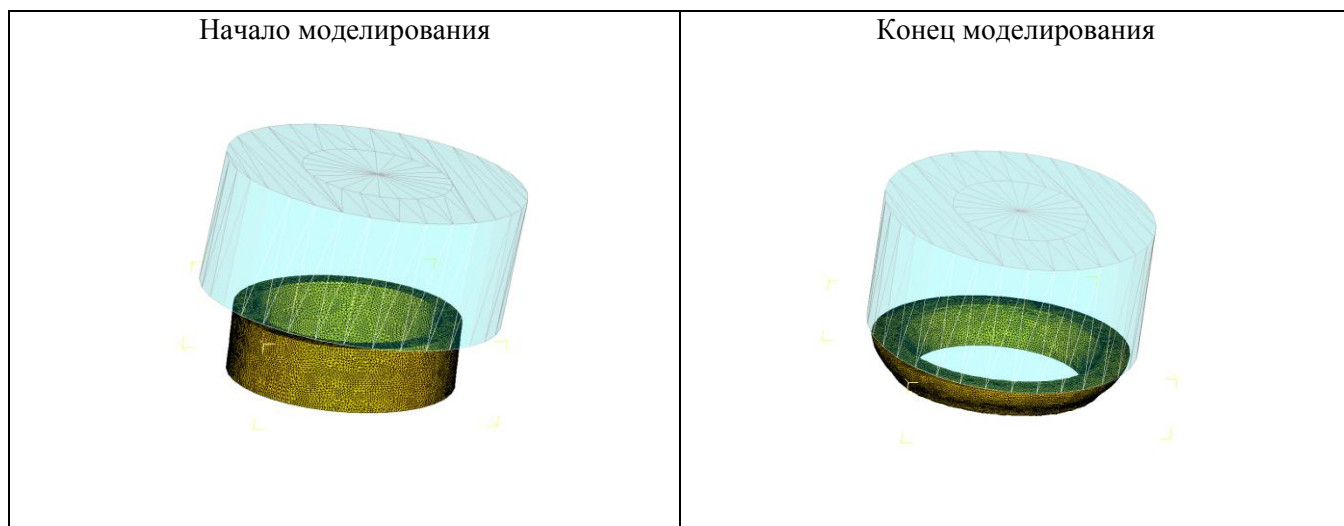


Сетка конечных элементов строилась по соотношению наибольшего и наименьшего элементов, в зависимости от конкретных масштабных факторов.

		Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	224 389	
	в конце моделирования	317 464	
Время, сек.	решения системы ДУ	46 941	25 116
	переразбиения сетки КЭ (11 переразбиений)	4 456	3 283
Общее время расчета, сек.		51 397	28 398
Коэффициент производительности			1,36

		Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	36 672	
	в конце моделирования	58 220	
Время, сек.	решения системы ДУ	2 316	1 155
	переразбиения сетки КЭ (9 переразбиений)	563	321
Общее время расчета, сек.		2 879	1 476
Коэффициент производительности			1,46

2. Моделирование сферодвижной штамповки

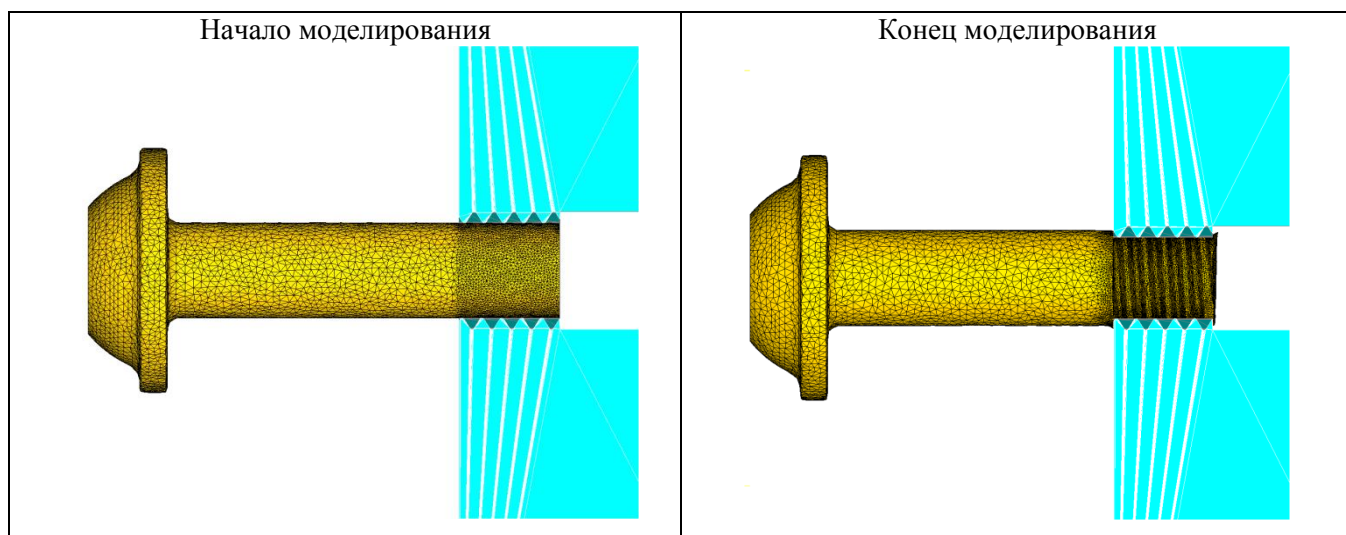


Сетка конечных элементов строилась по заданному общему числу элементов модели

		Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	142 716	
	в конце моделирования	147 707	
Время, сек.	решения системы ДУ	37 411	22 796
	переразбиения сетки КЭ (1 переразбиение)	111	75
Общее время расчета, сек.		37 522	22 871
Коэффициент производительности			1,23

		Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	12 908	
	в конце моделирования	13 127	
Время, сек.	решения системы ДУ	1 936	1 094
	переразбиения сетки КЭ (1 переразбиение)	19	13
Общее время расчета, сек.		1 955	1 107
Коэффициент производительности			1,32

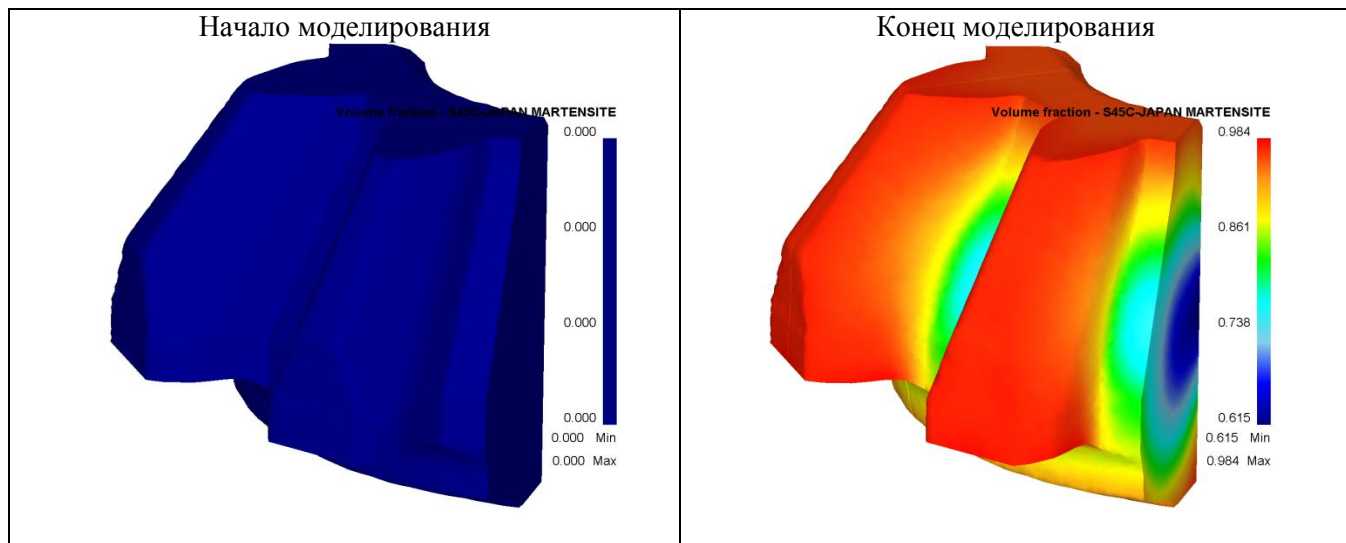
3. Моделирование накатки резьбы



Сетка конечных элементов строилась по соотношению наибольшего и наименьшего элементов, в зависимости от конкретных масштабных факторов

		Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	91 028	
	в конце моделирования	144 215	
Время, сек.	решения системы ДУ	11 549	5 557
	переразбиения сетки КЭ (76 переразбиений)	13 093	7 711
Общее время расчета, сек.		24 642	13 158
Коэффициент производительности			1,40

4. Моделирование закалки шестерни

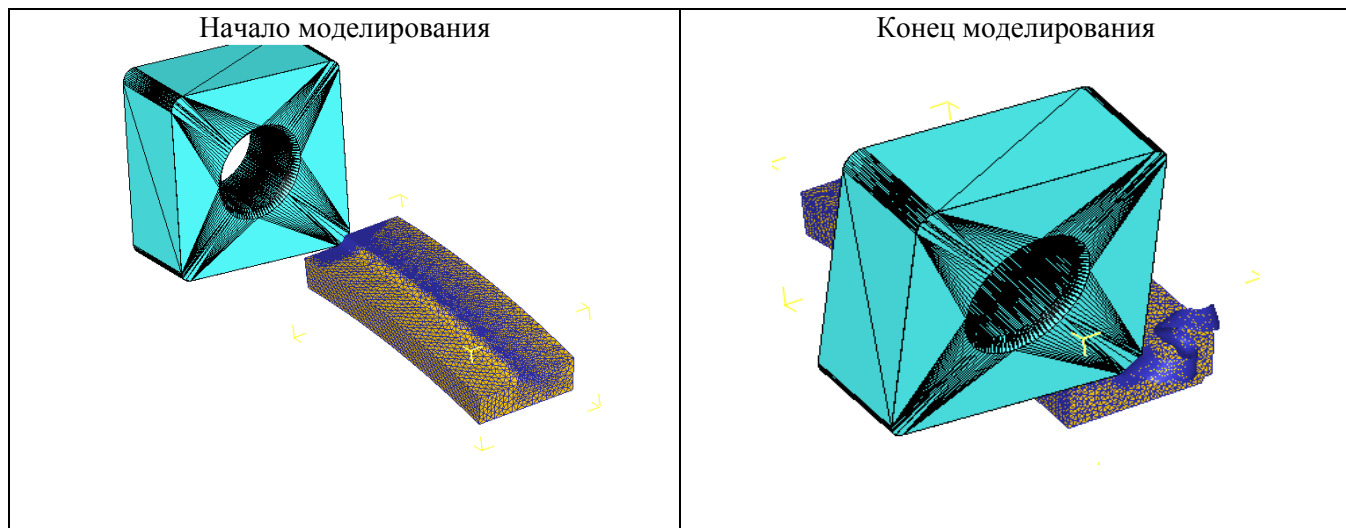


Сетка конечных элементов строилась по заданному общему числу элементов модели

		Intel Core 2 Quad Q6600, 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	91 302	
	в конце моделирования	91 302	
Время, сек.	решения системы ДУ	8 256	5 625
	переразбиения сетки КЭ (без переразбиения)	0	0
Общее время расчета, сек.		8 256	5 625
Коэффициент производительности			1,10

		Intel Core2Quad Q6600 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	20 786	
	в конце моделирования	20 786	
Время, сек.	решения системы ДУ	1 079	650
	переразбиения сетки КЭ (без переразбиения)	0	0
Общее время расчета, сек.		1 079	650
Коэффициент производительности			1,25

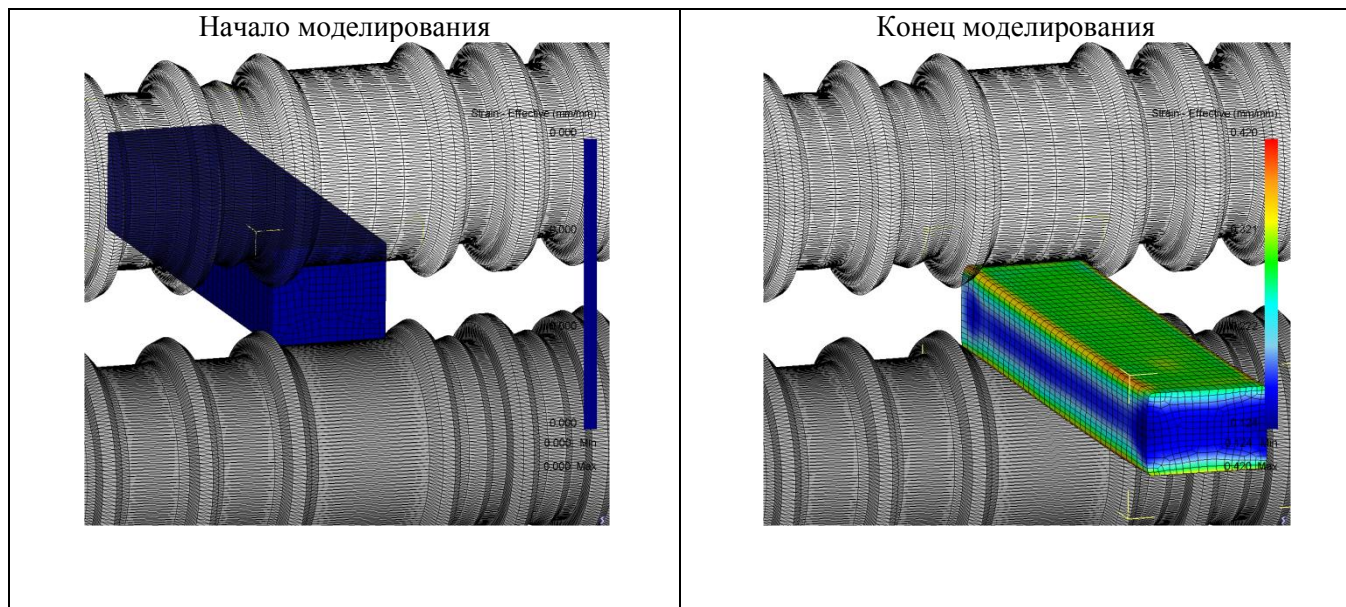
5. Моделирование обработки резанием



Сетка конечных элементов строилась по заданному общему числу элементов модели

		Intel Core2Quad Q6600 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		триангулярная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	45 797	
	в конце моделирования	78 688	
Время, сек.	решения системы ДУ	36 807	17 551
	переразбиения сетки КЭ (293 переразбиения)	26 292	14 237
Общее время расчета, сек.		63 099	31 788
Коэффициент производительности			1,49

6. Моделирование первого перехода прокатки рельса



Сетка конечных элементов строилась вытягиванием двумерной сетки плоскодеформируемого объекта

		Intel Core2Quad Q6600 2,4 ГГц	Intel Core i7 965, 3,2 ГГц
Тип сетки КЭ		гексаэдральная	
Число элементов КЭ модели	в начале моделирования	8 569	
	в конце моделирования	8 569	
Время, сек.	решения системы ДУ	14 428	10 318
	переразбиения сетки КЭ (без переразбиения)	0	0
Общее время расчета, сек.		14 428	10 318
Коэффициент производительности			1,05

Обсуждение результатов

Производительность тестируемого ПК с процессором Intel Core i7 (ядро Nehalem) для всех рассмотренных задач превышает производительность ПК на процессоре Intel Core 2 Quad. Увеличение производительности составляет от 5-10% до 50%.

В этой связи, на наш взгляд, важную роль для минимизации финансовых и временных затрат приобретает оптимальное построение всей вычислительной системы для проведения инженерных расчетов по программе DEFORM.

Под такой вычислительной системой здесь имеется в виду комплекс, включающий в себя:

- прикладное инженерное программное обеспечение
- собственно вычислительную технику, на которой проводятся расчеты

Стоимость программного комплекса DEFORM даже в минимальной конфигурации составляет порядка нескольких десятков тысяч долларов.

Примерная стоимость тестируемой рабочей станции составляет на ноябрь 2009 г. около 2600\$, включая стоимость операционной системы. Таким образом, стоимость «железа» в общей стоимости вычислительной системы составляет не более нескольких процентов.

Стоимость рабочей станции на процессоре предыдущего поколения (например, Intel Core 2 Quad с частотой 3.0 ГГц) будет меньше на несколько сотен долларов.

Таким образом, экономия 1-1,5% на вычислительной технике, может привести к резкому (на несколько десятков процентов) падению производительности вычислительной системы в целом.

Выводы

- Проведенное тестирование производительности **комплекса DEFORM** на процессорах Intel Core i7 (ядро Nehalem) показало, что использование этих процессоров может значительно увеличить производительность - на несколько десятков процентов.
- Оптимизация затрат – финансовых, временных, трудовых и пр. – возможна только при рассмотрении всей вычислительной системы для инженерных расчетов в комплексе, включая в него и прикладное инженерное программное обеспечение и вычислительную технику.
- Качественное конфигурирование вычислительной техники с учетом решаемых задач является дешевым способом такой оптимизации. Стоимость “железа” составляет незначительную долю от стоимости всей вычислительной системы, а ее влияние на производительность системы очень велико.

Компания ТЕСИС благодарит компанию [R-Style](#) за предоставленную для тестирования рабочую станцию.

На этой же рабочей станции было проведено тестирование конечно-элементного прочностного расчетного комплекса [SIMULIA Abaqus](#). Результаты этого тестирования – [здесь](#).