

Часть 6. Суперкомпьютеры и вопросы фундаментальных основ инженерного образования»

Но возникает важнейший вопрос! А как суперкомпьютерные технологии влияют на инженерное образование!? Оказывается самым сильным образом!

Итак, перейдем к рассмотрению данного вопроса.

Примерный план

или о чем нужно думать и что нужно
знать!

Принципиально, здесь нужно рассмотреть следующие вопросы, часть их которых нами уже изучена

1. Математическое моделирование и инженерное знание – **рассмотрели.**
2. Компьютерные технологии и развитие промышленности во второй половине XX века – **рассмотрели.**
3. Суперкомпьютерные технологии и инженерный анализ
4. Суперкомпьютерные технологии и их роль в инженерном образовании

Введение

XX век быструю смену технологических укладов, от уклада, характеризуемого массовым использованием паровых двигателей в начале века, до технологического уклада, характеризуемого массовым применением компьютерных технологий в его конце.

Важнейшую роль начиная со второй половины XX века сыграло и продолжает играть внедрение математического моделирования на базе компьютеров и их наиболее мощного сегмента суперкомпьютеров на основы инженерной деятельности.

Появление суперкомпьютерных технологий сыграло и пока играет слабую роль в инженерном образовании, более того, пока не просматриваются даже полномасштабные пути исправления такого положения дел. Причем это проблема высшей школы практически всех передовых стран мира.

Почему так происходит? На этот крайне важный вопрос мы и попытаемся найти здесь ответ.

Нужно договориться о понятиях, дабы не путаться!

- 1) С пониманием того, а что же есть **суперкомпьютерные технологии? Это обсудили ранее.**
- 2) Что математическое моделирование- это мета технология - тоже **обсудили ранее!**
Далее -
- 3) Нужно установить связь между суперкомпьютерными технологиями и математическим моделированием как некоторым «над технологическим инструментарием».
- 4) Также нужно установить связь между математическим моделированием и инженерным анализом и проектированием.

Математическое моделирование и инженерное знание

Все современное естественнонаучное и инженерное знание есть совокупность многотысячелетнего человеческого опыта. В его основе **многотысячелетний физический эксперимент**, который служил людям с незапамятных времен примерно **до конца XVIII века** базой в создании всех машин и механизмов!

Начало XIX века - массовое развитие железнодорожного транспорта и парового флота. Появляется необходимость масштабного создания теоретических основ того, что мы, сегодня, понимаем под инженерным анализом и проектированием.

Вторая половина - конец XIX века, начало XX века, быстрый рост принципиально новых механизмов и машин, - формируются и новые требования к самому существу инженерного анализа.

Итак, в течение XX века - революционное изменение инструментария исследования природы и всего того, что создается человеком, - многовековая практика физического эксперимента стала активно дополняться и заменяться экспериментом математическим. Физический эксперимент практически исчерпал свои возможности при создании новых типов машин и систем (либо из-за его большой сложности и дороговизны его проведения, либо по причине принципиальной его невозможности).

Конечно, сказанное не следует понимать как полное отрицание физического эксперимента. Он, конечно, нужен и востребован как важный инструментарий в научных исследованиях и во многих натуральных экспериментах. А там, где мы плохо знаем природу, такой эксперимент незаменим.

Теперь нам нужно вернуться к **CALS–технологиям!**

Дело в том, что именно они содержат «триаду» **CAD/CAE/CAM** представляющую самое наукоемкое, естественнонаучное и инженерное ядро **CALS–технологий**.

Итак, мы подошли к самому главному. Именно цепочка **CAD/CAE/CAM – технологий**, из которых наиболее трудными как в освоении, так и в реализации, безусловно, являются **CAE – технологии**, технологии компьютерного инжиниринга, лежит в основе современного инженерного анализа и проектирования. И в реализации их на основе суперкомпьютеров в промышленности, и во «встраивании» таких технологий в процесс подготовки кадров. И именно **CAE – технологии** должны составлять базис современного инженерного образования.

Но! Какова связь **CAE – технологий** с суперкомпьютерными технологиями!?

Суперкомпьютерные технологии и инженерный анализ

Развитие суперкомпьютерных технологий привело сегодня научное и инженерное сообщество к возможности ставить и решать такие классы естественнонаучных и инженерных задач, которые были немыслимы в корректной постановке для инженеров и исследователей даже 15-20 лет тому назад.

В части инженерных задач главным инструментом здесь являются CAE – технологии, в их суперкомпьютерных (многопроцессорных) реализациях, которые в производственном цикле взаимодействуют с CAD и CAM – технологиями. Суперкомпьютерные реализации CAE – технологий привели к принципиально новому качеству их применения в инженерной практике, существо которого состоит в том, что появилась возможность решать междисциплинарные задачи, близкие по своей постановке к задачам реального физического мира, в нашем случае мира машин, механизмов и систем, создаваемых в сфере промышленного производства.

Задачи реальной инженерной практики при их корректной постановке, представляются совокупностью связанных краевых или начально – краевых задач математической физики. А это приводит к большой вычислительной ресурсоемкости при их решении!

Еще сложнее обстоит проблема оптимизации характеристик технических изделий, где любая междисциплинарная задача есть связанная с каким либо функционалом (или их связанной совокупностью!) задача Лагранжа вариационного исчисления!

Представляется, что в самом ближайшем будущем мы станем свидетелями перехода к этапу промышленных разработок, опирающихся на оптимизацию **нестационарных режимов работы узлов и агрегатов практически всех машин и систем.**

При этом такие методы оптимизации будут определяться передовыми техноло-гиями математического моделирования на основе суперкомпьютеров, что должно сопровождаться мощным ростом их произ-водительности для инженерного анализа, - как минимум на порядок в сравнении с передовыми современными системами.

Имеется, например, оценка по оптимальному проектированию реактивного двигателя, работающему в нестационарных и стационарных режимах - Петафлопсная система «Ломоносов» (МГУ им.М.В. Ломоносова) **должна работать непрерывно около 7 лет!** Т.е. для такого класса задач нужны уже Эксафлопсные вычисления (10^{18})

Суперкомпьютерные технологии и их роль в инженерном образовании

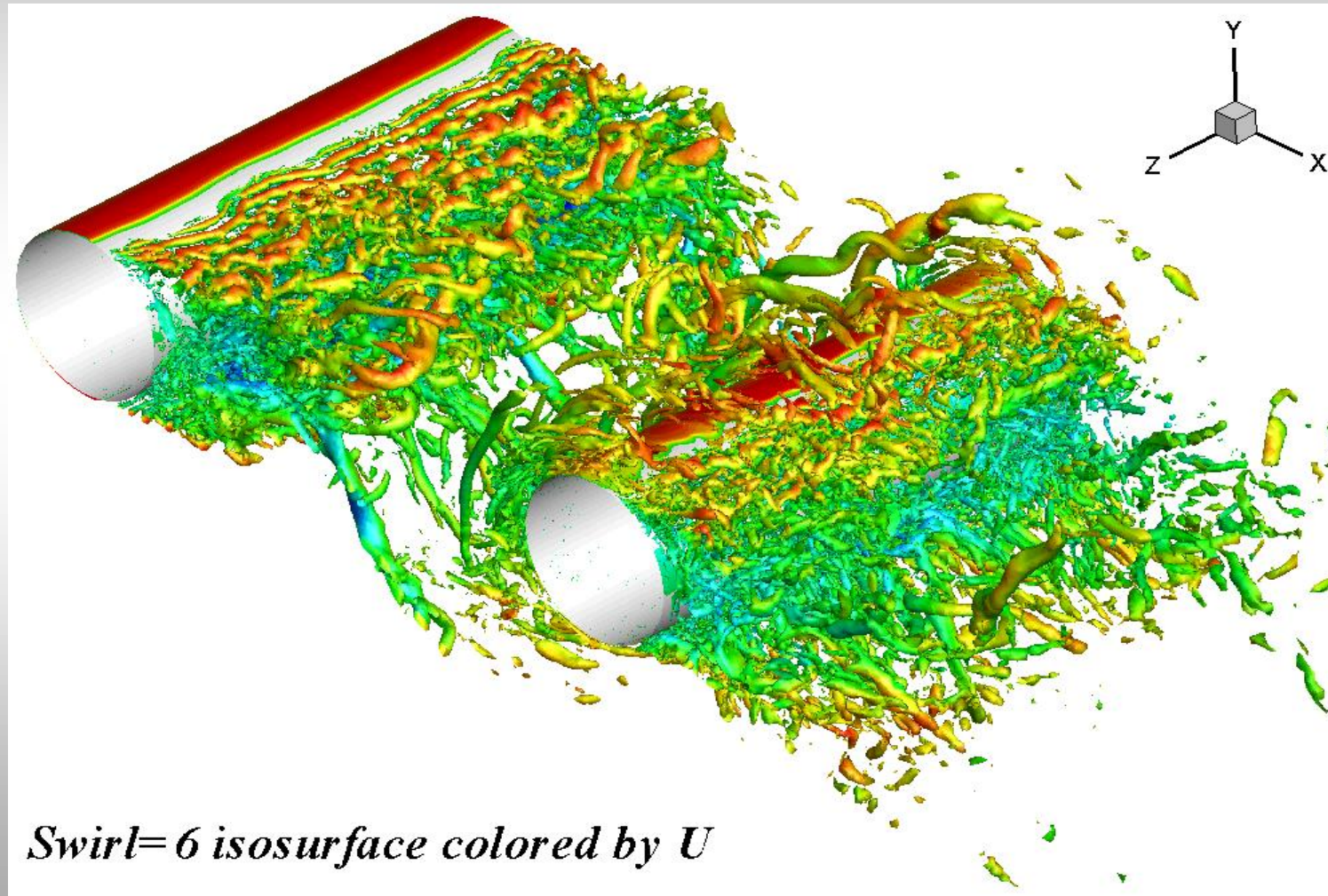
Центральной проблемой, обуславливающей трудности и вопросы, встречающиеся на пути широкого внедрения суперкомпьютерных технологий в инженерное образование, является их **универсальный и всеобъемлющий характер**. Сущность универсальности в том, что суперкомпьютерные технологии позволяют в максимальном объеме реализовать технологии моделирования, т.е. ставить и решать во всей полноте междисциплинарные задачи, которые, как указывалось, дают возможность весьма близко подойти к описанию реального физического мира. При этом реализуется вся цепочка от постановки задачи, выбора вычислительных схем с требуемой быстротой получения результата и точностью, при этом инженер получает возможность полномасштабной визуализации результатов инженерного анализа.

Но такой высокое, и все более нарастающее в своих возможностях качество описания мира техники, требует и все более высокого уровня освоения инженерным сообществом самих фундаментальных основ инженерного знания!

При этом сами эти основы инженерного знания становятся малоразличимыми со знанием естественнонаучным.

Приведенный ранее характерные примеры показывают это!

Обтекание тандема цилиндров. Эта задача наглядно показывает все большую неразличимость инженерных и естественнонаучных задач



Именно здесь, в фундаментальном характере технологий решения на основе суперкомпьютеров прикладных (инженерных) задач, как видится, суть проблемы слабого внедрения суперкомпьютерных технологий в инженерное образование, - высшая техническая школа, в своем подавляющем большинстве, не готова и во многих случаях принципиально не способна к радикальной перестройке учебного процесса на такие технологии.

Итак, полномасштабное внедрение CAE – технологий в их связке с CAD и CAM – технологиями и внедрение суперкомпьютеров, революционно изменявших весь процесс инженерной деятельности, требует радикальной перестройки образовательного процесса подготовки инженерных кадров.

Сущность этой перестройки состоит в том, что инженерная деятельность, в рамках названных технологий, будет все более и более приобретать характер деятельности исследовательский, опирающейся на фундаментальное знание.

При этом, как представляется, в недалеком будущем произойдет **смена самой парадигмы инженерной деятельности**. Что же имеется в виду? Если мы рассмотрим все последовательные этапы деятельности инженеров – разработчиков новой техники и систем (конструкторов, расчетчиков, проектировщиков и т.д.), т.е. тех категорий, которые заняты созданием новых машин, механизмов и систем, то эта деятельность в ближайшем будущем «обречена» на все более и более творческий характер, при которой сама проектно – конструкторская, рутинная, расчетно-технологическая работа, будет возложена на расчетно технологические вычислительные среды (аппаратно – программные системы, реализующие CAD/CAE/CAM – технологии).

Роль инженера разработчика будет определяться главным образом творческой деятельностью, - разработкой концепции нового изделия, включая определение его эксплуатационно - технических характеристик, а также эффективность и быстроту его производства.

Вообще, направлений для проведения исследований в данной сфере, мне видится, два:

I) **Фундаментальные аспекты инженерных наук**, связанные с особенностями постановок задач на суперкомпьютерах.

II) **Собственно суперкомпьютерные вопросы**, т.е. технологии решения (прохождения) задач на суперкомпьютерах.

Задача ведущих технических вузов состоит в том, чтобы:

во – первых, предложить концепцию инженерного образования на базе суперкомпьютерных технологий, некоторые контуры которой здесь намечены,

во-вторых, определить те группы дисциплин, которые будут составлять некоторое универсальное ядро – основу такого образования, по крайней мере для групп специальностей.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ