

СПО в Образовании

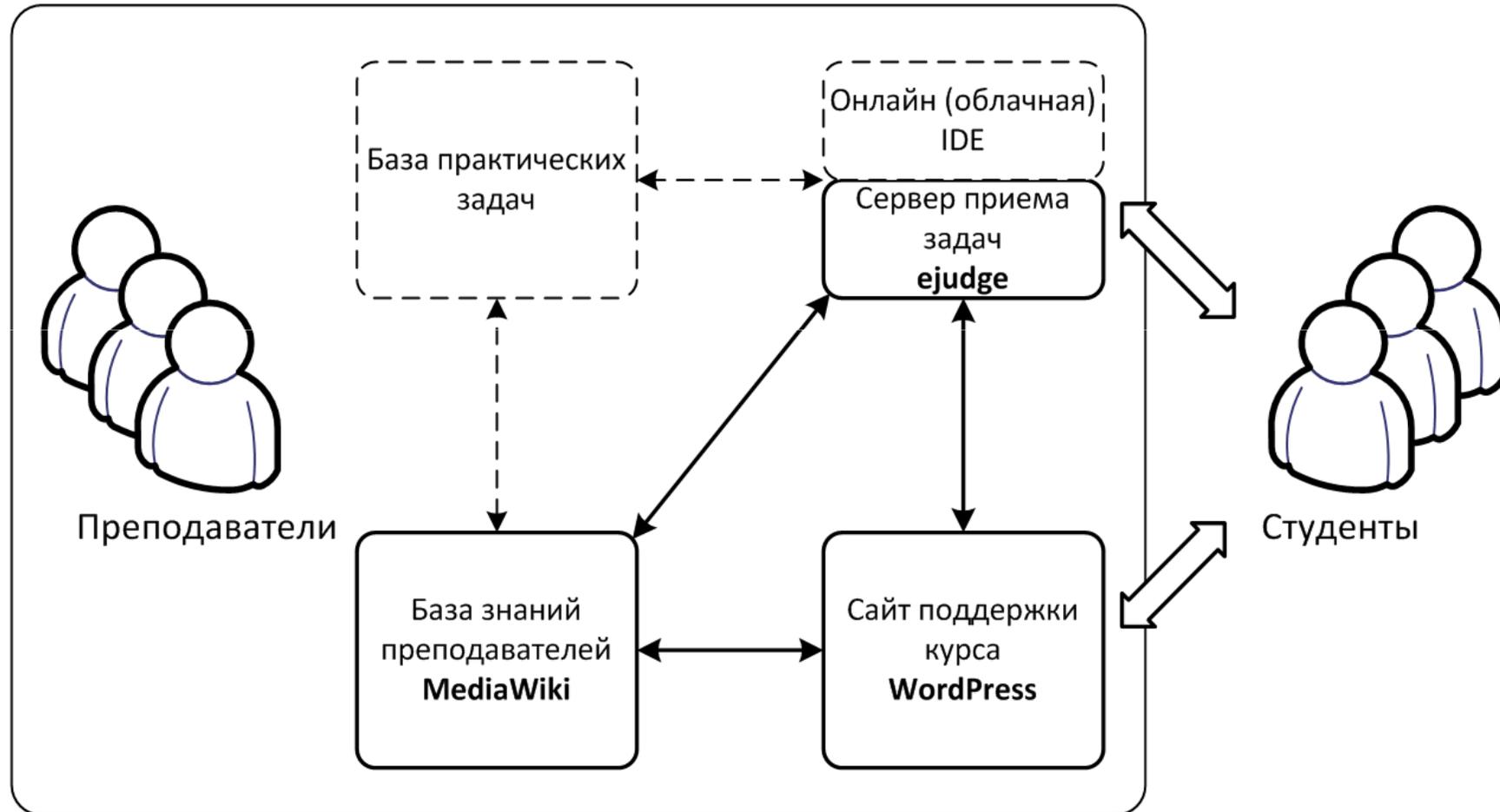
Иванников Виктор Петрович
ivan@ispras.ru

Ежегодная Восьмая конференция
«Свободное программное обеспечение в высшей школе»
26-27 января 2013 года

Цели курса

- «Сквозное» изучение языка Си
- Навыки разработки и отладки программ
- Знание базовых алгоритмов и структур данных и их применение для разработки эффективных программ
- Изучение принципов отображения конструкций языка Си в язык ассемблера
 - Безопасность
 - Производительность
- Изучение архитектуры современных ЭВМ

Учебно-методическое и информационное обеспечение курса



Материалы курсов

- 1 семестр - <http://algcourse.cs.msu.su>
- 2 семестр - <http://asmcourse.cs.msu.ru>
- Состав сайтов
 - Преподавательская Вики (закрытая для студентов)
 - Календарные планы, планы семинаров, контрольные
 - Слайды лекций
 - Вопросы к экзамену, литература
 - Отчетность по экзаменам и коллоквиумам
 - Поддержка практических занятий
 - Настройка среды программирования
CodeBlocks/GCC, Cygwin/nasm
стиль кодирования

Отчетность в семестре

- Лекции: два коллоквиума, поточные мини-контрольные
 - Проверяются лекторами
- Семинары: три контрольные, одна из которых итоговая
 - Самостоятельные работы на 10-20 мин
- Практические задания

Проверка практических заданий

- Автоматическая система тестирования Ejudge (www.ejudge.ru)
- Сдача заданий из дома или МЗ
- Два этапа тестирования
 - Автоматическая проверка на неизвестном студенту наборе тестов
 - Ручная проверка преподавателями успешных решений (алгоритм, кодирование, стиль)
- Ограничения по времени/памяти позволяют отсеивать алгоритмы неверной сложности
- Требование отсутствия некоторых предупреждений компилятора

Сложности автоматической проверки

- Проблема плагиата
 - Проверка решений, полуавтоматическое сличение текстов
 - Система Moss
<http://theory.stanford.edu/~aiken/moss/>
- Проблема несанкционированного доступа к тестирующей системе
 - Анализ журналов самой системы и веб-сервера
- Анализ тестового покрытия вместо отладки программы
 - Ограничение по количеству попыток сдачи
- Штрафные санкции для нарушителей

Темы заданий 1 семестра

- Циклы и битовые операции
- Функции
- Массивы
- Строки
- Многомерные массивы и указатели
- Файлы и структуры данных

Темы заданий 2 семестра

- Поддержка тем 1 семестра
 - Вычисление корней уравнений и определенных интегралов (ручной прием)
 - Динамические структуры данных (ручной прием)
- Задания для автоматической проверки
 - Вычисление выражений
 - Ветвления и циклы
 - Функции
- Решение текстовых задач
Восстановление конструкций языка Си по ассемблерному коду
- Итоговое задание
 - Многомодульная программа на языках Си и ассемблера

Типовая задача

Задача 03-2: Проще некуда

Задача:

Задача 03-2: Проще некуда

Ограничение времени: 1 с
Ограничение памяти: 64 М

На вход программе подается натуральное число N , не превосходящее 10^9 . Требуется найти наименьшее возможное простое число P , больше либо равное N .

Указание: реализуйте функцию `isprime`, проверяющую число на простоту.

Примеры

Входные данные	Результат работы
4	5
7	7

Сдать решение

Язык:

Файл

[Главная](#)

Используемое в учебном процессе ПО

Инструмент/Система		Лицензия
Компилятор	gcc	GNU GPL v3
Отладчик	gdb	GNU GPL v3
Ассемблер	nasm	упрощенная BSD
Управление объектным кодом	binutils	GNU GPL
Среда разработки	CodeBlocks	GNU GPL v3
Unix среда	Cygwin	GNU GPL v3
Сервер приема задач	ejudge	GNU GPL v2
Механизм базы знаний	MediaWiki	GNU GPL v2+
Управление содержимым сайта	WordPress	GNU GPL v2
Мониторинг плагиата	Moss	Интернет-сервис

А также apache, vim, grep, ...

Цель курса

- Знакомство **на практике** с основными принципами построения операционных систем

Проблемно-ориентированное построение курса

Проблема	Тема
Как запустить вычислительную программу на компьютере?	Однопоточная ОС без виртуальной памяти
Как запустить несколько программ одновременно?	Многopоточная ОС без виртуальной памяти
Как работать с разделяемыми данными?	Разделяемые данные
Как защитить ядро от программы и одну программу от другой?	ОС с виртуальной памятью и процессами
Как обмениваться данными между программой и ядром?	Системные вызовы
Как организовать работу с внешними устройствами хранения?	Файловые системы

Основное программное обеспечение

- Экзоядро JOS (BSD-подобная лицензия)
 - учебное ядро, разработанное для курса MIT 6.828: «Operating System Engineering»
- Эмулятор аппаратуры Qemu (GPLv2)
- Отладчик GDB (GPLv3)
- Компилятор GCC (GPLv3)
- Система управления версиями Git (GPLv2)

Практические занятия

- Блок занятий по теме
 - Каркас ядра с необходимой функциональностью
 - Доработка каркаса до рабочего варианта на семинаре+дома
 - Задание на реализацию дополнительных возможностей
- Заключительное индивидуальное задание

Основные темы

- процесс загрузки и инициализации x86 систем
- распределение процессорного времени
- защита памяти ядра от приложений и памяти приложений друг от друга, в т.ч. механизмы аппаратной поддержки
- системные вызовы
- принципы организации синхронизации доступа к общим данным при работе параллельных программ
- принципы построения файловых систем

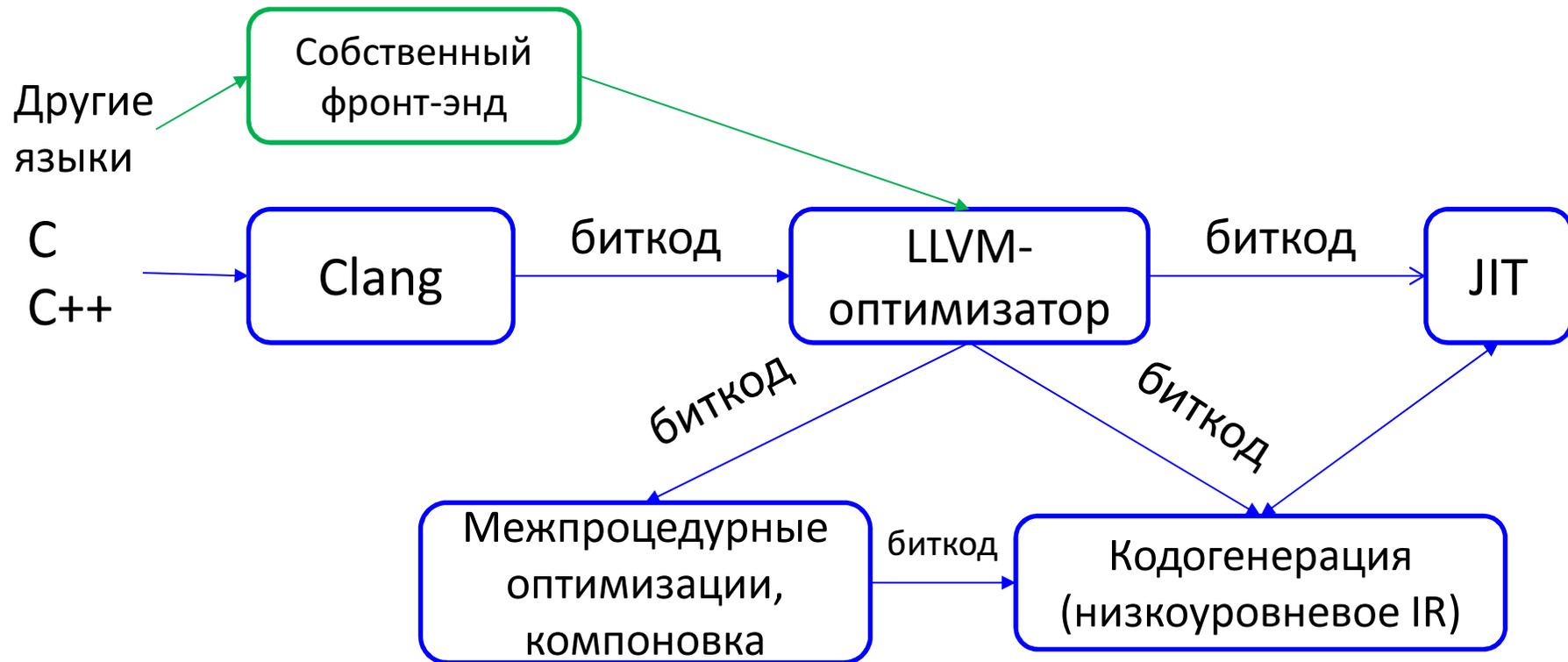
Поддержка курса по компиляторам

- Необходима открытая компиляторная инфраструктура индустриального уровня
 - Невозможно поддерживать собственный компилятор со всеми необходимыми возможностями
 - Образование студентов на том же инструменте, что используется в науке и индустрии
 - Активное сообщество разработчиков
- GCC и LLVM: два современных открытых компилятора
 - LLVM предпочтительнее для использования в образовании: минимальный порог входа при обучении

LLVM – компиляторная инфраструктура

- Организована как набор библиотек над единым внутренним представлением (LLVM IR, "биткод")
 - Биткод – инструкции RISC-машины в SSA-форме
 - Машинно-независимые оптимизации
 - Межпроцедурные оптимизации, компоновщик
 - Кодогенерация и машинно-зависимые оптимизации
- Внутреннее представление содержит полную информацию о программе, сериализуется
 - Может быть непосредственно подано на вход любой фазе компилятора
 - Может быть верифицировано на корректность (облегчение отладки при обучении)

Архитектура LLVM



LLVM – компиляторная инфраструктура

- Удобные программные интерфейсы (Си++)
 - Графы вызовов и потока управления
 - Потоки данных, SSA-представление
 - Анализы циклов и указателей
 - Планирование кода и распределение регистров
- Собственный фронт-энд языков семейства Си/Си++
 - Интерфейсы для анализа синтаксического дерева
 - Интерфейсы для расширения языка (метаинформация)
- Поддержка углубленного изучения компиляторов
 - Кодогенерация для GPU-акселераторов (NVIDIA, AMD)
 - Динамическая компиляция (JIT-компилятор)

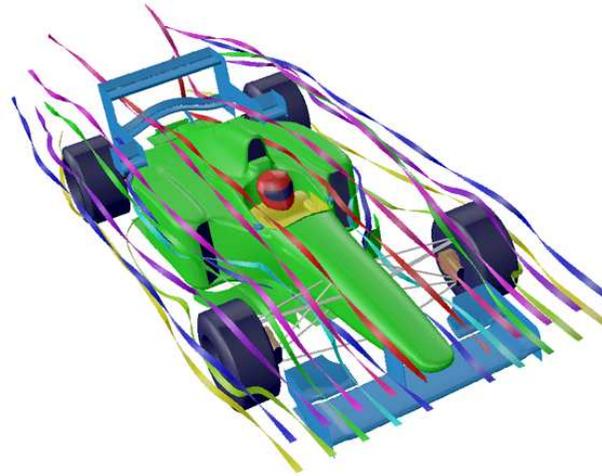
Схема компиляторного курса на LLVM

- Анализ и трансформация программ
 - Машинно-независимые оптимизации
 - Машинно-зависимые оптимизации и кодогенерация
 - Особенности компиляции для современных архитектур (ARM, GPU, динамическая трансляция)
- Лабораторные работы и практикум на основе LLVM
- Курсовая работа – написание собственной фазы компилятора (анализ, трансформация)

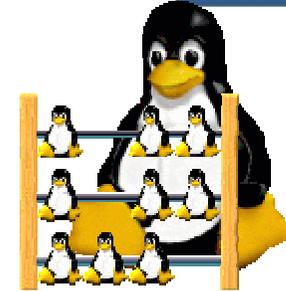
SALOME

The Open Source Integration Platform for Numerical Simulation

Open  **FOAM**



ИСПРАН



Возможности открытых пакетов
для решения задач
механики сплошной среды



Пакетизация идет с конца 80-х гг.



- ❑ **Универсальные пакеты** – PHOENICS, ANSYS, Nastran, FIDAP, StarCD, FIRE, FLUENT, CFX и др.
- ❑ **Монополизация** – слияние FLUENT и CFX на базе ANSYS

Ansys CFD : Полная стоимость одного профессионального рабочего места в год составляет **55236 евро** с возможностью распараллеливания кода всего на 4 ядра, и далее:

- ✓ 3-32 ядра за каждые 4: **1600 евро**; 33-128 ядра за каждые 4: **540 евро**;
- ✓ Стоимость распараллеливания кода на 128 ядер составляет около 100 000 евро.

- ❑ **Российские пакеты: FlowVision, SINF, GDT**

FlowVision –

Коммерческая лицензия в год:

- Рабочее место 297000 руб.
- Параллельный счет: 128 ядер= 3.2 млн руб.

Академическая лицензия только бессрочная:

- Стоимость рабочего места 124000 руб.
- Стоимость распараллеливания кода на 128 ядер составляет 795 000 руб.



- ❑ **Кризис – Д. Б. Сполдинг (2007): «Коммерческий пакет – тормоз развития»!!!**



OpenFOAM — свободно распространяемое программное обеспечение для проведения численных расчетов.

OpenFOAM — объектно-ориентированная платформа, реализованная на языке программирования C++

OpenFOAM – перспективное и динамично развивающиеся открытое программное обеспечение для моделирования задач механики сплошных сред. В его разработке и развитии принимают участие десятки организаций и сотни разработчиков по всему миру.

OpenFOAM – обладает большой функциональностью и удовлетворяет всем основным требованиям, предъявляемым к современному программному обеспечению для расчета промышленных задач

Разработан в Imperial College of Science. London. UK. 1991-2003

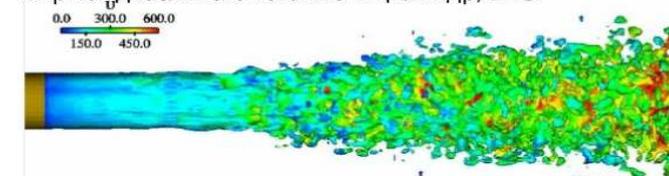
Открытие кода Open Foam в 2004 г. на условиях GPL

Разработчик OpenCFD. Ltd. UK.

Open Source Conferences – ежегодно с 2007

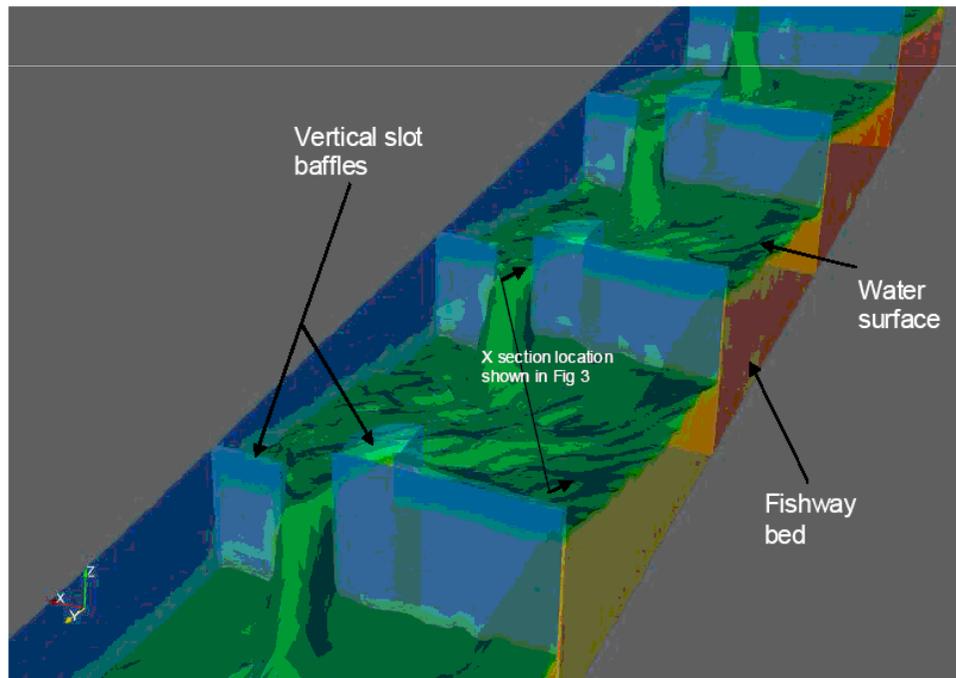
Более 5000 пользователей в мире.

Впрыск дизельного топлива в цилиндр, LES

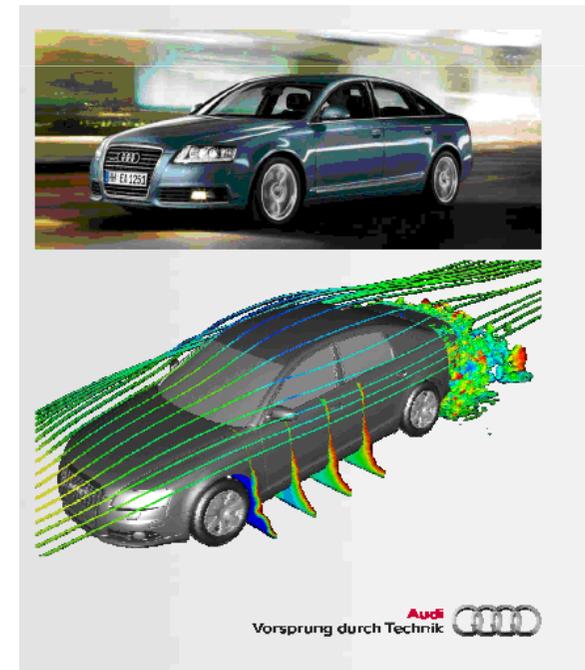


Salome, OpenFoam, Paraview в промышленности, крупных научных центрах и Университетах

- ❑ Audi, Volkswagen, Volvo, Seat, ABB Corporate Research, Airbus, BAE Systems, Caldrerys SA, Esteco, Mitsubishi, Shell Oil, Toyota,, Scania, IREQ Hydro Quebec, National Energy Technology Lab., US Dept. of Energy, NRC Canada, US Navy, Sweedish Energy Agency, CSC (Finland), Ohio Supercomputer Center, BEinGrid
- ❑ **Университеты:** MIT, Chalmers University, TU Munchen, Politecnico de Milano, University of A Coruna, FSB University Zagreb, University College Dublin, Universitat Rostock, PennState University. Всего около 200 в мире.
- ❑ **Россия:** МГТУ им. Н.Э.Баумана, ЮУрГУ, РНЦ КИ, ИБРАЭ РАН, ЭНИМЦ МС, ИАТЭ (Обнинск).



Дамба. Н=80 м. 200 Австралия. 2009. Сетка 200 блоков.



Audi A6. 2009. Сетка 47 М. 128-192 ядер.

Web лаборатория МСС

ИСПРАН

Март 2011

Развертывание лаборатории МСС

... 2012

- Сервисы на базе открытых пакетов OpenFOAM, SALOME, ParaView, DAKOTA
- Учебные курсы по открытым пакетам. Прошло обучение (в том числе и в рамках летней академии в МГУ) более 100 специалистов из более чем 50 научных, учебных организаций и промышленных компаний. (РКК “Энергия”, ОПК “ТрансГидроПроект”, ОАО “НИКИЭТ” ЗАО НТЦ “Диапрот”, НПО “Мостовик” и др).
- Семинары с участием Dr. Henrik Rusche
- Проекты (НИР и ОКР)
- Более 200 пользователей Web лаборатории МСС



Спасибо за внимание!
Пожалуйста, вопросы.

«Что касается высшего образования, то ректор НИУ "Высшая школа экономики" Ярослав Кузьминов спрогнозировал в перспективе "вытеснение" отечественных институтов иностранными. Причем в глобальном масштабе "университетами из Сети". "Уже сегодня Гарвард выкладывает версии лекций онлайн, - сказал он. - А вскоре каждая страна сможет опираться не на национальные образовательные системы, а на глобальную. Тем более к 2020 году Интернет преодолеет языковой барьер и полностью решит проблему массового перевода с иностранного.»

Статья «Гарвард в поселке N»

Российская газета № 10 (5986) от 21 января 2013г.

www.rg.ru