

ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ АНАЛИЗЕ

Лекция 13

Болдырев Ю.Я., Замотин К.Ю., Петухов Е.П.

Санкт-Петербургский Государственный
Политехнический Университет

boldyrev@phmf.spbstu.ru

Анализ ведущих мировых разработок в области инженерного программного обеспечения с открытым программным кодом (часть 2)

QCad Community

3

- Свободно распространяемая CAD система, предназначенная для создания двумерных машиностроительных чертежей и архитектурных планов
- Выпуск свободной версии QCad Community немного отстаёт от коммерческой версии QCad Professional. Свободная версия распространяется в виде исходных кодов по лицензии GNU GPL
- Доступна полнофункциональная профессиональная демо-версия с ограничениями по времени функционирования

QCad Community

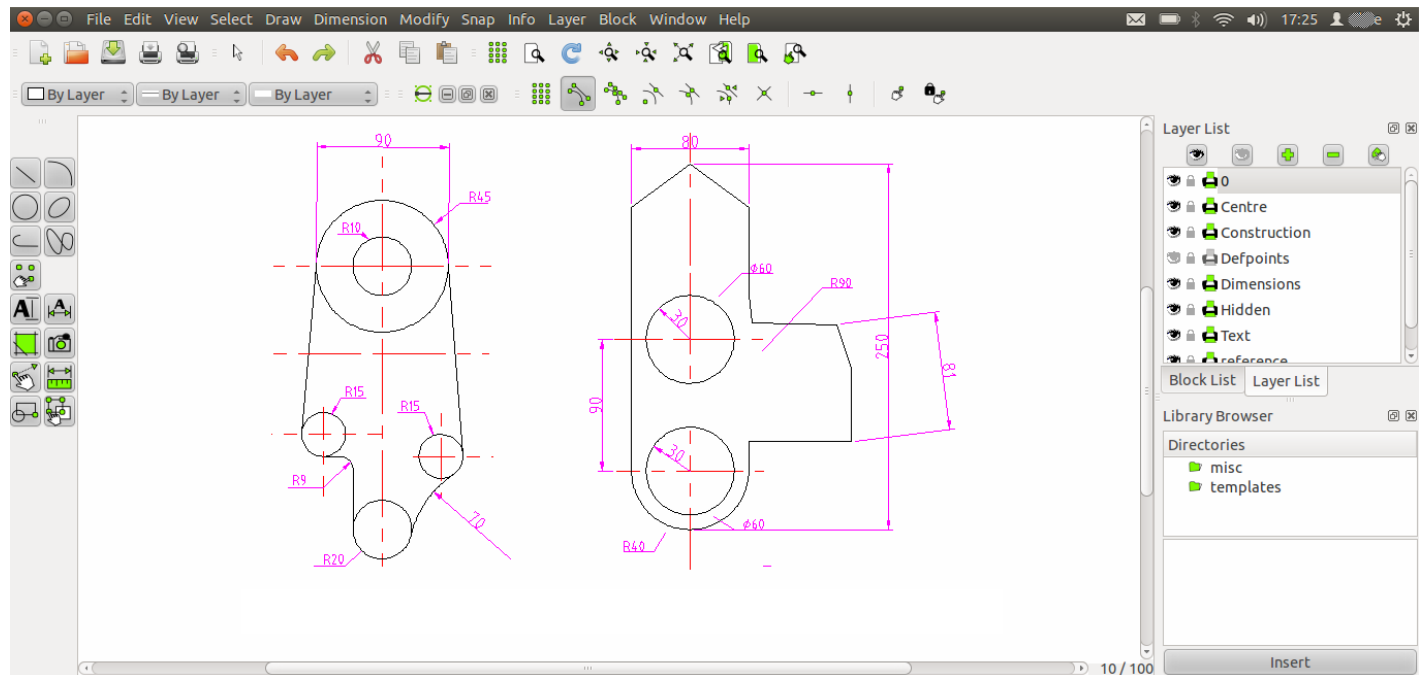
4

- Буква «Q» в названии связана с используемыми в QCad библиотеками Qt
- QCad работает с открытым форматом DXF (Drawing Exchange Format), который поддерживается практически всеми CAD-системами, а также может экспортировать изображения в PostScript путем печати в файл
- QCad работает под Windows, Mac OS X и на Unix системах
- По своей функциональности программа несколько уступает коммерческим аналогам, но является одной из немногих полноценных 2D САПР под Linux/Unix, имеющей бесплатную версию
- В программе отсутствует поддержка ГОСТов

LibreCAD

5

- свободно распространяемая кроссплатформенная САПР для двумерного черчения и проектирования, созданная на основе Qcad
- Программа позволяет создавать инженерные и строительные чертежи, схемы и планы



LibreCAD

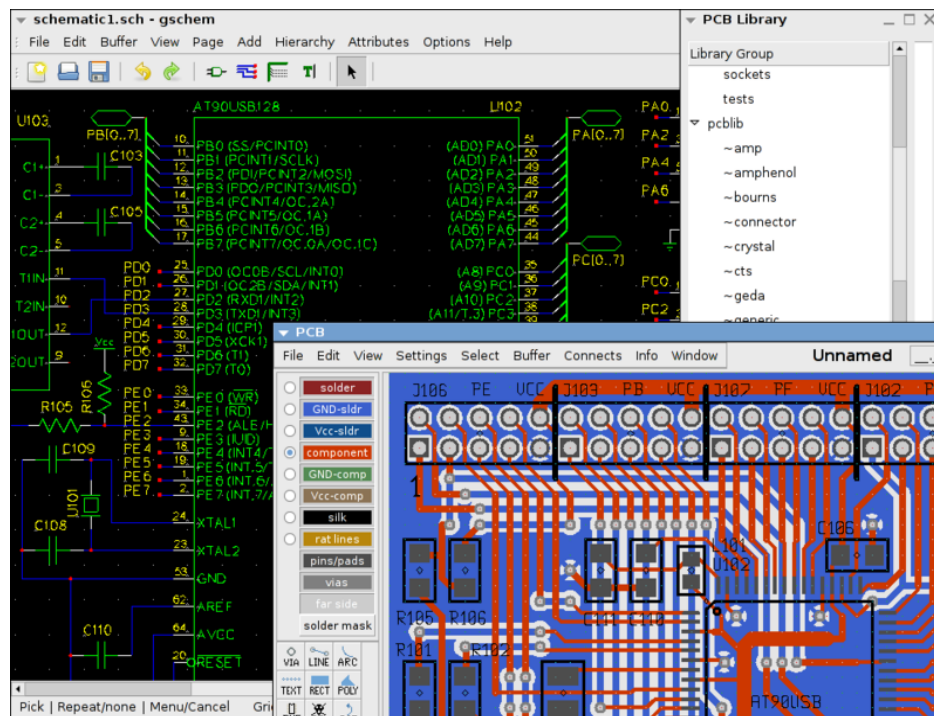
6

- LibreCAD может работать под операционными системами Linux, Windows, Mac Os X
- распространяется под лицензией GNU GPL v.2
- Как и QCad, LibreCAD написана на языке программирования C++ с использованием библиотек Qt
- Основными целями разработки LibreCAD был перевод кодовой базы QCad с библиотеки Qt3 на современный вариант Qt4 и интеграция средств для экспорта данных в систему EMC2.
- Основным форматом файлов программы является формат DXF. Поддерживается экспорт в форматы SVG и PDF. Имеется возможность импортировать и экспортировать графические форматы BMP, PNG, PPM, XBM, XPM.

gEDA

7

- Набор программного обеспечения gEDA предназначен для проектирования электронных устройств
- Включает в себя инструменты для редактирования электрических схем, симуляции цифровых и аналоговых схем, трассировки печатных плат и подготовки к производству



скриншот рабочего пространства,
редактор PCB

gEDA

8

- gEDA распространяется по лицензии GPL
- В состав проекта gEDA были включены такие самостоятельные программы, как:
 - / PCB (редактор топологии печатных плат),
 - / Gerbv (утилита просмотра файлов Gerber (фотошаблонов)),
 - / ngspice (симулятор смешанных электрических цепей),
 - / GnuCap (современный симулятор электрических цепей),
 - / gspiceui (графический интерфейс),
 - / gwave (просмотрщик формы сигналов),
 - / Icarus Verilog (компилятор и симулятор языка Verilog),
 - / GTKWave (просмотрщик временных диаграмм цифровых сигналов),
 - / wcalc (средство расчета линий передачи).

Оригинальный проект gEDA, разрабатываемый и поддерживаемый создателями проекта состоит из:

- gschem (редактор электрических схем),
- gnetlist (генератор списка цепей),
- gsymcheck (утилита проверки синтаксиса библиотечных символов),
- gattrib (редактор атрибутов символов в схеме в виде таблицы),
- libgeda (библиотека, предоставляющая API для gEDA),
- gsch2pcb (утилита генерации нетлиста для топологического редактора PCB),
- а также набора вспомогательных утилит.

Dakota

10

- Dakota (Design and Analysis toolKit for Optimization and TeraScale Applications) – пакет, который разрабатывается в лаборатории SNL (Sandia National Laboratories)
- Распространяется на условиях GNU LGPL
- Dakota предназначен для решения задач многокритериальной оптимизации, анализа чувствительности исследуемого объекта, оценки параметров, сравнения с результатами эксперимента, определения запаса устойчивости объекта
- Пакет Dakota поддерживает масштабируемые параллельные вычисления на кластерах и представляет собой объектно-ориентированный код

Dakota

11

Пакет включает в себя различные модули:

- Алгоритмы, методы оптимизации и оптимизационные методы без вычисления производных (генетические методы, эволюционные методы, метод случайного поиска, статистические методы оптимизации);
- Планирование эксперимента, распределение входной популяции переменных, оценка точности прогноза;
- Метамоделли (приближенные математические модели), методы построения;
- Визуальный анализ данных, оценка статистической значимости данных.

Seismic Unix

12

- Seismic Unix – один из пакетов по обработке сейсмических данных
- В настоящее время содержит большинство необходимых операций над сейсмическими данными и активно используется и обновляется специалистами по сейсмологии со всего мира
- Seismic Unix позволяет строить комплексные задания обработки данных из набора простых процедур при помощи конвейеров Unix. При обработке сейсмических данных при помощи стандартного набора процедур из пакета Seismic Unix возможна обработка отдельных порций данных независимо друг от друга. Для этого класса задач узким местом является подсистема ввода-вывода.

13

-
- The screenshot displays the Electric 9.0 software interface, which is used for electronic circuit design and simulation. The main window is titled "txPadAmp[sch]" and shows a schematic diagram of a circuit. The circuit includes a buffer component labeled "in1" and two inverters, one labeled "X=1" and the other "X=0.5". The output of the circuit is labeled "out[1]". A 3D model of the circuit layout is visible in the top right corner, showing the physical arrangement of the components on a multi-layer PCB.
- The left panel shows the "Components" list, which includes various logic gates and buffers. The "Misc." section is currently selected, showing components like "J" (junction) and "J" (junction). The "Spice Cell" section is also visible.
- The right panel shows the "Record(doc)" window, which displays a log of changes made to the document. The log includes entries such as "is a change record f", "rch 02", "added alternate icon", "ry fixed output port", "e set the scale of th", "a checked that all in", "ing a new icon copies", "DOES NOT MAKE ITS PAR", "ell updated the dates", "pr 2002", and "e: Minor fixes on tex".
- The bottom panel shows the "IRSIM simulation of latchA4(layout)" window, which displays the simulation results for the latchA4 layout. The window includes a "Components" list and a "SIGNALS" list. The "SIGNALS" list includes signals like "LH[1:10]", "RH[1:10]", "TV[1:10]", "BV[1:10]", "himb[1:10]", "himb[1:10]", and "hml". The simulation results are displayed as waveforms for these signals, with a time scale of 0s to 6ns.
- The status bar at the bottom of the window indicates "NOTHING SELECTED", "SIZE: 370.0x363.0", "TECHNOLOGY: schematic", and a coordinate value of "(-99.00,45.00)".

Electric

14

- Распространяется под лицензией GPL, написан на Java, работает под операционными системами Unix, Windows, Mac Os
- Простой графический интерфейс
- Используется для автоматизированного проектирования сверхбольших интегральных схем. При помощи Electric можно разрабатывать интегральные полевые транзисторы, биполярные схемы, печатные платы и схемы других типов
- Программа может взаимодействовать с различными спецификациями и форматами файлов, что позволяет осуществить взаимосвязь с другими системами, такими как Eagle, Pads, ECAD, и Sue Java

Electric

15

- Одна из особенностей Electric – это система привязок, которая даёт возможность осуществлять проектирование сверху вниз с соблюдением целостности всех соединений
- Electric использует связанность для всего проекта, пользователь располагает компоненты (транзисторы, контакты и т.д.) и создаёт провода из различных материалов (металлы, поликристаллический кремний и т.д.) для их соединения. Графический интерфейс отображает реальную геометрическую форму и связанность.

BRL-CAD

16

- ❑ Кроссплатформенная САПР, распространяется под лицензией GNU GPL и LGPL
- ❑ Предназначена для моделирования составных объёмных тел методом конструктивной сплошной геометрии (CSG – constructive solid geometry)
- ❑ Сложный объект создаётся с помощью булевых операций (объединение, разность, пересечение) для комбинирования нескольких объектов-примитивов. Это позволяет математически описать сложные объекты
- ❑ Часто с помощью конструктивной блочной геометрии представляют модели или поверхности, которые выглядят визуально сложными, а на самом деле являются скомбинированными из простых объектов

BRL-CAD

17



Более 20 лет BRL-CAD был основной средой,
используемой в военных разработках США для
моделирования систем вооружения

BRL-CAD

18

- BRL-CAD включает в себя интерактивный геометрический редактор, параллельную трассировку лучей, отрисовку и геометрический анализ
- Проект работает на платформах BSD, IRIX, GNU/Linux, Mac OS X, Solaris и Windows
- Система может быть использована для разработки транспортных средств, частей механизмов и архитектурных объектов
- В BRL-CAD заложено большое количество как обычных геометрических примитивов, так и примитивов, построенных на основе поверхностей-сплайнов

Z88

19

- Открытый пакет для конечно-элементного анализа, распространяемый под лицензией GPL, работающий под Microsoft Windows, Mac OS X and Unix/Linux.
- Существуют две версии: Z88 V13 (без препроцессинга) и Z88Aurora (пре- и постпроцессинг)
- В Z88 доступны статические расчёты в механике и строительстве, частотный, термомеханический анализ и решение нелинейных задач находятся на стадии разработки
- Программа Z88 V13 ориентирована на использование на персональном компьютере и не поддерживает возможность вычислений на кластере.

Z88

20

- В Z88 доступно 20 видов двумерных и трехмерных конечных элементов, несколько типов решателей
- Входные и выходные данные представляются в виде текстовых файлов
- В версии Z88Aurora добавлены более подробные пользовательские настройки, а также библиотека материалов
- Программа Z88 используется в таких компаниях, как Boeing Missile and Defense (США), Teledyne Brown Engineering (США), Double D Design Ltd (Новая Зеландия)d, KTR Kupplungstechnik GmbH (Германия) и многих др.

Z88

21

Отличительные особенности Z88Aurora по сравнению с Z88:

- поддержка двумерных элементов типа shell,
- импорт конечно-элементных данных из таких программ, как ANSYS, NASTRAN, COSMOS, ABAQUS и данных геометрии в форматах STL, STEP,
- построитель сеток с более тонкими пользовательскими настройками,
- функция для выбора нагрузок и ограничений (давление, сила, перемещение)
- возможность распараллеливания расчёта на нескольких ядрах,

Программа Z88 используется в таких компаниях, как Boeing Missile and Defense (США), Teledyne Brown Engineering (США),

Deal.II

22

- Библиотека программ, написанная на языке C++ и предназначенная для численного решения дифференциальных уравнений в частных производных с помощью адаптивных конечных элементов
- Распространяется под лицензией лицензия QPL
- В 2007 году пакет получил приз Вилкинсона как один из лучших программных продуктов, предназначенных для проведения численных расчетов
- Поддерживает локальную адаптацию сеток, встроенные средства создания сеток, автоматическое распараллеливание сборки линейной системы и других операций на многоядерных/многопроцессорных машинах (SMP), поддержка кластерного параллелизма (MPI).

Deal.II

23

Основные возможности deal.II:

- поддержка одномерных, двумерных и трехмерных расчётов;
- локальная адаптация сеток, различные подходы к адаптивному разбиению сетки и оценке погрешности, (p- и hp- методы);
- разнообразные типы конечных элементов, суперэлементы,
- распараллеливание расчёта как на одной рабочей машине, так и на кластере по технологии MPI;
- исчерпывающая документация;
- интерфейс с пакетами Trilinos, PETSc и METIS, поддержка нескольких форматов выходных данных, включая широко используемые.

FreeFEM

24

- Язык программирования, специально созданный для описания дифференциальных уравнений в частных производных. Основной используемый метод решения – метод конечных элементов.
- Две версии FreeFEM: FreeFEM++ и FreeFEM3D.
- FreeFEM++ предназначен для двумерных расчётов, имеет свой типизированный C-подобный язык программирования. Код понятен, краток и приближен к математической записи задачи в слабой форме. Поддерживаются только треугольные элементы. Полная документация, большое количество примеров использования. Распространяется под лицензией LGPL.

FreeFEM

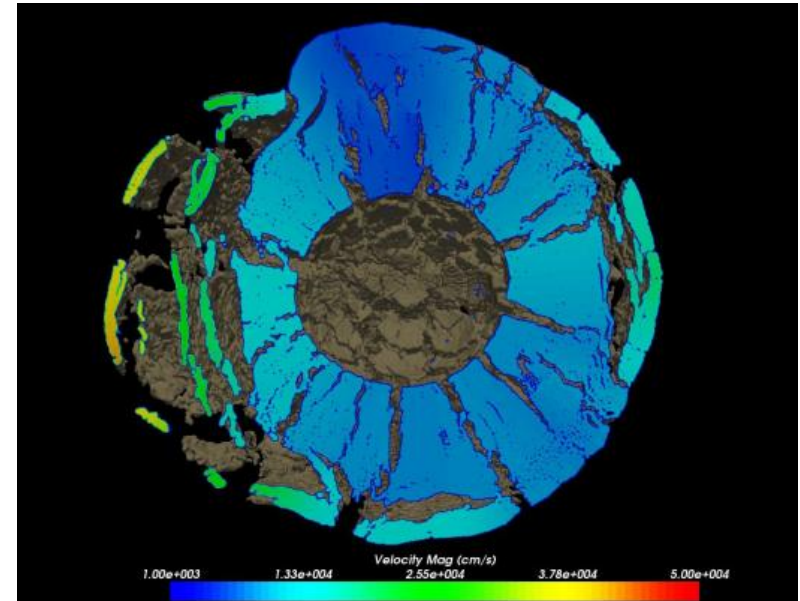
25

- FreeFEM3D – это трёхмерный аналог FreeFEM++, написанный другими разработчиками. На сегодняшний день обладает несколько меньшей функциональностью, поддерживает конструктивное описание геометрии задачи.

ParaView

26

- Кроссплатформенный программный продукт с открытым исходным кодом для визуализации и анализа данных (постпроцессор)
- Работает под Linux, Windows, Mac OS, распространяется под лицензией GNU GPL
- ParaView предназначен для создания изображений данных, пригодных для презентации без дополнительной обработки



Визуализация расчёта взрыва астероида в ParaView, Image courtesy of Sandia Labs

Возможности ParaView

27

- импортрование большого количества форматов трехмерных данных (STL, TEC, CAS, VTK);
- поддержка визуализации равномерных и неравномерных прямоугольных, криволинейных, неструктурированных, многоблочных сеток;
- фильтры обработки для создания новых наборов данных, имеется возможность создания собственных фильтров обработки данных;
- сохранение контуров и изоповерхностей отдельным файлом;

Возможности ParaView

28

- отрисовка линий тока с постоянным шагом либо по заданному закону, несколько стилей отрисовки линий тока;
- возможность получить значения в любой заданной точке поля либо вдоль заданной линии, эти значения могут быть представлены графически либо в текстовом виде для дальнейшей обработки.

ParaView используется как сам по себе, так и встраивается в качестве средства визуализации в другие программные продукты (например, в SALOME).

Gerris

29

- Пакет ориентированный на решение двумерных и трехмерных задач вычислительной гидродинамики (несжимаемые течения, уравнения Эйлера, Стокса или Навье–Стокса)
- Поддерживает адаптивные сетки, расчёт переноса веществ в жидкости
- Использует метод Volume-of-Fluid для отслеживания границы между жидкостями
- Геометрия твердых объектов может быть импортирована из приложений CAD и 3D-моделирования
- Gerris распространяется под лицензией GPL, поддерживает распараллеливание по MPI

Основные возможности Gerris:

- решение нестационарных уравнений Эйлера, Стокса и Навье-Стокса для течения несжимаемой жидкости,
- адаптивное измельчение расчётной сетки для учёта особенностей течения,
- полностью автоматизированное построение сетки для сложной геометрии.

NumPy

31

- ❑ Расширение языка Python, добавляющее поддержку больших многомерных массивов и матриц, вместе с большой библиотекой высокоуровневых математических функций для операций с этими массивами.
- ❑ NumPy – открытое программное обеспечение, распространяемое под лицензией BSD.
- ❑ Поскольку Python – интерпретируемый язык, математические алгоритмы зачастую работают в нём гораздо медленнее, чем в компилируемых языках, таких как C или даже Java. NumPy пытается решить эту проблему.

NumPy

32

- В NumPy имеются средства интеграции кода, написанного на C/C++ и Fortran.
- NumPy можно рассматривать как свободную альтернативу коммерческому пакету MATLAB
- Основные пакеты, дополняющие NumPy, это: SciPy – библиотека, добавляющая дополнительную функциональность; Matplotlib – пакет для создания графики в стиле MATLAB

EPICS

33

- EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) – программная среда для разработки и запуска распределённых систем управления для научных и экспериментальных установок, таких, как ускорители частиц и телескопы
- Также предоставляет возможности SCADA (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition, диспетчерское управление и сбор данных) – программного пакета, предназначенного для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

EPICS

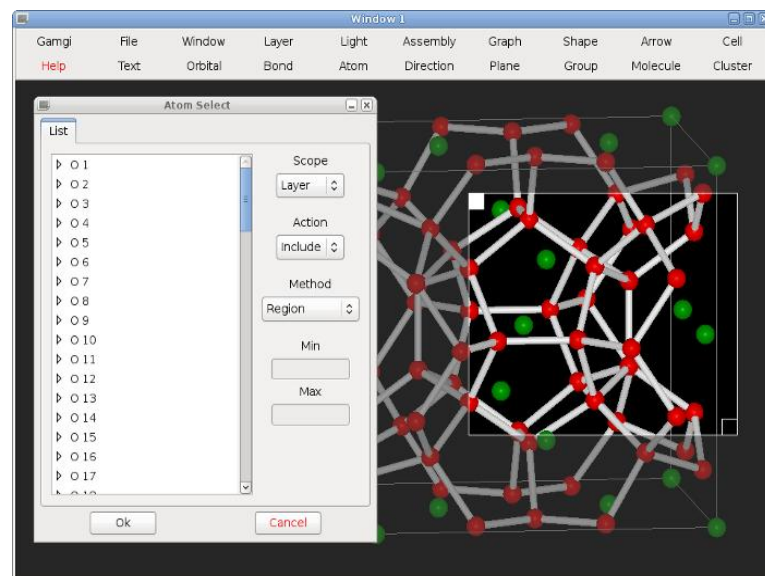
34

- Среда EPICS создана с целью разработки больших систем, которые часто включают в себя большое число объединенных в сеть компьютеров и обеспечивает распределенное управление и передачу данных

GAMGI

35

- GAMGI (General Atomistic Modelling Graphic Interface) – свободно распространяемая программа для построения просмотра и анализа атомных структур (молекул, кристаллов, жидкостей и т.д.)
- Применяется в научном сообществе для моделирования атомных структур в удобном графическом интерфейсе, для подготовки графических материалов для научных статей, лекций и учебных пособий.



Пример построения атомной структуры в GAMGI

- Данные в программу могут загружаться из специализированных программ для молекулярной механики, например Ab-Initio
- Программа GAMGI работает под Linux
- В программе имеется база данных, содержащая различную информацию об атомах различных веществ, включая их радиусы и изотропные свойства, имеется широкий круг возможностей редактирования и обработки геометрических структур – мультиоконность, использование слоёв, различные типы подсветки, объемные шрифты, поддерживается работа сразу с несколькими объектами.

Литература

37

- <http://www.qcad.org/en/qcad> (QCad)
- <http://librecad.org/cms/home.html> (LibreCAD)
- <http://www.gpleda.org/> (gEDA)
- <http://dakota.sandia.gov/index.html> (Dakota)
- <http://www.cwp.mines.edu/cwpcodes/index.html> (Seismic Unix, сайт разработчика)
- <http://staticfreesoft.com/> (Electric, сайт разработчика)
- <http://brlcad.org/> (BRL-CAD, сайт разработчика)
- <http://www.z88.uni-bayreuth.de/english.html> (Z88)
- <http://www.dealii.org/> (deal.II)
- <http://www.mcs.anl.gov/research/opportunities/wilkinsonprize/index.php> (премия Вилкинсона)

Литература

38

- <http://www.freefem.org/ff++/> (FreeFEM++)
- <http://www.freefem.org/ff3d/> (FreeFEM 3D)
- <http://www.paraview.org/> (ParaView)
- http://gfs.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page (Gerris)
- <http://numpy.scipy.org/> (NumPy)
- <http://www.scipy.org/> (SciPy)
- <http://matplotlib.sourceforge.net/> (Matplotlib)
- <http://www.aps.anl.gov/epics/index.php> (EPICS)
- <http://www.gamgi.org/> (GAMGI)