

Использование свободных программ в научных исследованиях

В данной статье проведен анализ свободного программного обеспечения, которое может заменить проприетарные программы в университетах и исследовательских лабораториях. Особое внимание уделено офисным и математическим приложениям. Приведены ссылки на официальные сайты всех упоминаемых в статье программ.

Широкое проникновение компьютеров во все отрасли науки в последние десятилетия привело к тому, что перед любым научным сотрудником встает проблема выбора программного обеспечения для проведения исследований. Проприетарные пакеты из-за их высокой стоимости недоступны для большинства ученых и инженеров, работающих в университетах и исследовательских организациях. Поэтому значительный интерес представляют свободно распространяемые пакеты, которые бурно развиваются в последние годы и составляют реальную конкуренцию проприетарным программам. В таких отраслях, как интернет-технологии, проектирование операционных систем, офисные программы именно свободное программное обеспечение определяет перспективы развития.

Современные свободно распространяемые программы разрабатываются как для свободных операционных систем (ОС), так и для ОС Windows. Очень часто разработчики подобных программ на этапе проектирования планируют сделать программный продукт кросс-платформенным¹.

Ученые и исследователи в своей деятельности, кроме ОС, чаще всего используют следующие классы² программного обеспечения.

1. Программы для работы в Интернете.
2. Офисные программы.
3. Математические программы.
4. Программы моделирования, обработки и визуализации данных.
5. Средства разработки программ (компиляторы).

Сегодня в качестве альтернативы проприетарной операционной системы MS Windows можно предложить следующие свободные unix-подобные ОС: операционные семейства *Linux Ubuntu*, такие как *Ubuntu* [66, 114], *Kubuntu* [44, 89], *Xubuntu* [120], *Runtu* [59], *Linux Mint* [47, 93]; ОС *Mandriva Linux* [48, 94]; операционные системы семейства *ALTLinux* [32,33], ОС *ASPLinux* [31] и ряд других.

ОС семейства Linux имеют следующие преимущества:

1. Простота установки: современные дистрибутивы Linux устанавливаются проще и быстрее, чем привычная всем ОС Windows [11]. К тому же многие дистрибутивы поставляются

¹ Кросс-платформенное программное обеспечение предназначено для работы в различных ОС, например Windows и Linux.

² Конечно, деление на классы программ довольно условно, ведь многие офисные программы (например, такие как электронные таблицы MS Office Excel, Open Office.org Calc) содержат средства разработки программ (Visual Basic for Application, OpenOffice.org Basic) и средства для проведения математических расчетов и обработки данных.

в виде LiveCD (LiveDVD), что позволяет пользователю предварительно познакомиться с ОС, не устанавливая ее на компьютер.

2. Удобный и нетребовательный к ресурсам компьютера графический интерфейс (см. рис. 1) ОС. Существуют дистрибутивы, ориентированные на очень слабые машины (процессор 300–400 МГц, память от 128 Мб), но самому современному дистрибутиву Linux хватит компьютера со следующими характеристиками: процессор — от 1 ГГц, память — 512–1024 Мб, жесткий диск — от 20 Гб.

3. Отсутствие платы за использование большинства дистрибутивов. Большинство дистрибутивов семейства ОС Linux являются свободно распространяемыми и содержат свободные или бесплатные программы.

4. Более логичная организация файловой системы, которая позволяет разделить права доступа к файлам и сделать компьютер более

защищенным к атакам из сети и практически неуязвимым к вирусам.

5. Наличие огромного количества дистрибутивов, что позволяет практически каждому пользователю выбрать дистрибутив для своих нужд.

6. Использование в дистрибутивах Linux самых передовых технологий в области программного обеспечения (ПО).

7. Возможность исправлять ошибки в ОС семейства Linux значительно быстрее, чем в MS Windows.

8. Большой набор ПО (репозиторий современного дистрибутива составляет 20–30 Гб программ).

Освоение современных дистрибутивов Linux не займет много времени, но позволит получить очень надежную и удобную для пользователя ОС.

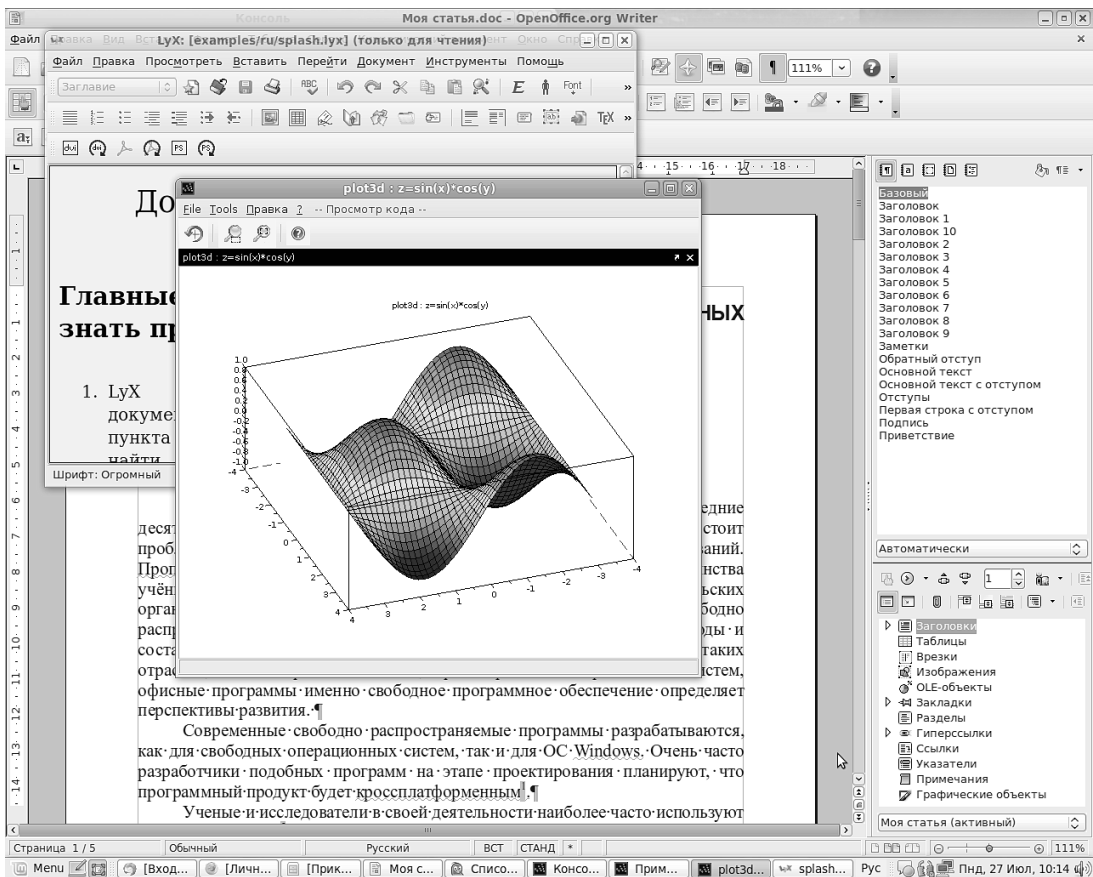


Рис. 1. Рабочий стол операционной системы Linux Mint 7

Современные научные исследования невозможны без использования всемирной сети Интернет. Среди свободных кроссплатформенных программ для работы во всемирной сети можно выделить web-браузер *Mozilla Firefox* [50], почтовые клиенты *Mozilla Thunderbird* [51] и *Claws-mail* [70], мультипротокольную программу для обмена мгновенными сообщениями *Pidgin* [100]. Данные программы являются стабильными, полнофункциональными и более защищенными, чем входящие в состав ОС Windows приложения. Имеет смысл пользоваться свободными программами для работы в сети Интернет независимо от используемой ОС.

Свободно распространяемые офисные программы

Научная деятельность (написание статей, книг, монографий, оформление отчетов и т. д.) невозможна без офисных программ. Электронные таблицы, входящие в состав многих офисных пакетов, можно использовать не только для оформления документов, но и для проведения исследований.

Какие же альтернативы есть у всем известного проприетарного пакета MS Office? Это в первую очередь кроссплатформенные свободные офисные пакеты *OpenOffice.org* [3, 5, 13, 58], *GNOME Office* [82]. Кроме того, для оформления документов можно использовать *TeX (LaTeX)* [110].

В состав кроссплатформенного офисного пакета *OpenOffice.org* входят следующие приложения.

1. Текстовый процессор *OpenOffice.org Writer*.
2. Редактор математических формул *OpenOffice.org Math*.
3. Графический редактор *OpenOffice.org Draw*.
4. Программа работы с презентациями *OpenOffice.org Impress*.
5. Система управления базами данных *OpenOffice.org Base*.
6. Электронные таблицы *OpenOffice.org Calc*.

В состав *OpenOffice.org* входит полноценный векторный графический редактор, чего нет у его конкурента из MS Office. Программы из пакета *OpenOffice.org* умеют сохранять файлы в формате MS Office 95–2003 и открывают документы, даже созданные в MS Office 2007. Такие возможности свободно распространяемого офисного пакета *OpenOffice.org*, как экспорт в форматы Pdf и TEX, не имеют аналогов у конкурента из компании Microsoft. Кроме того, документы в формате *OpenOffice.org* занимают намного меньше места, чем в формате MS Office. Это достигается путем использования собственного открытого формата хранения данных со встроенной архивацией на ходу (при сохранении и открытии файлов). Использование механизма архивации приводит к тому, что на открытие и сохранение файлов на слабых машинах требуется несколько больше времени.

К достоинствам пакета также стоит отнести его кроссплатформенность и наличие его в репозиториях большинства современных дистрибутивов Linux.

OpenOffice.org Writer (см. рис. 2) является достойным конкурентом MS Office Word³. Возможности текстового процессора *OpenOffice.org Writer* [53] ничем не уступают MS Office Word. Несколько различается расположение и название основных пунктов меню, но к этому можно быстро привыкнуть, поработав с пакетом некоторое время. После этого становится очевидным, что расположение команд и пунктов меню в *OpenOffice.org* более логичное и удобное. *OpenOffice.org Writer* намного удобнее MS Word для создания и верстки документов большого объема сложной структуры [5] (учебные пособия, книги, монографии, отчеты и т. д.), благодаря очень гибкому и удобному механизму перекрестных ссылок [53].

Редактор математических формул

OpenOffice.org Math [56] имеет средства не только визуального создания формул (как в *Microsoft Equation*), но и язык разметки фор-

³ А может на сегодняшний день и наоборот «MS Office Word — достойный конкурент OpenOffice.org Writer»?

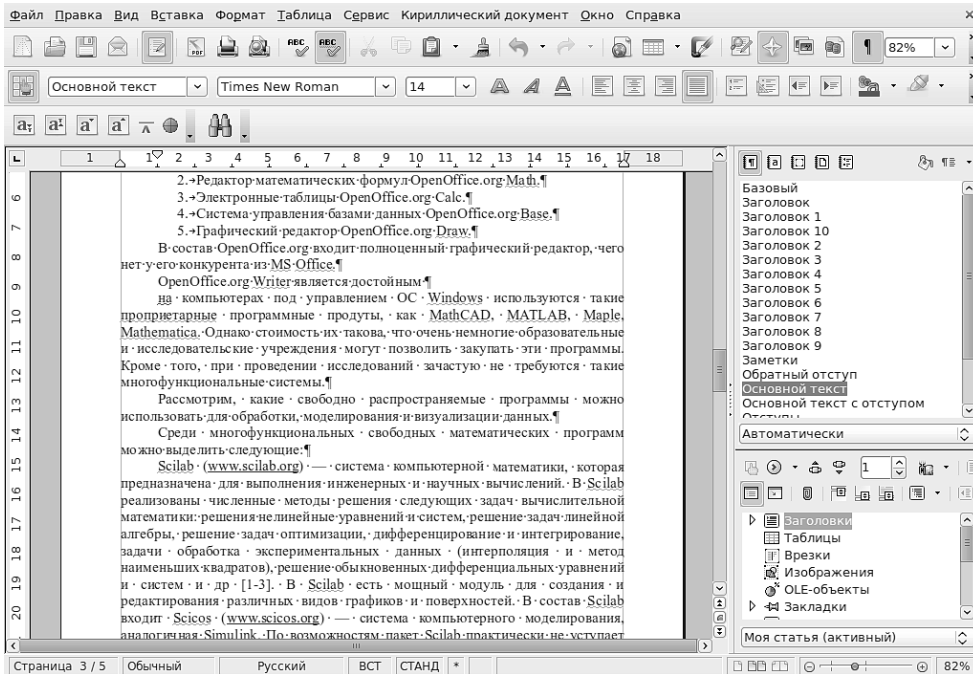


Рис. 2. Окно текстового процессора OpenOffice.org Writer

мул, который позволяет создавать формулы любой сложности (см. рис. 3).

Векторный графический редактор OpenOffice.org Draw [55] функционально сравним с CorelDRAW. Однако для рисования таких объектов, как блок-схемы и электрические схемы, лучше использовать свободный графический редактор Dia [41] из состава Gnome Office.

Программа работы с презентациями OpenOffice.org Impress [56] — добротный продукт, не уступающий своему конкуренту Microsoft Office PowerPoint.

Единственным компонентом, значительно уступающим своему конкуренту из Microsoft, является система управления базами данных OpenOffice.org Base [54]. Но, судя по темпам развития OpenOffice, создание мощной СУБД — это вопрос времени.

Электронные таблицы на компьютере ученого служат не только для оформления документов, но и для проведения расчетов. Рассмотрим основные возможности, представленные OpenOffice.org Calc для обработки и визуализации данных.

Как и в любых электронных таблицах, в OpenCalc есть возможность расчета по формулам.

Для обработки больших объемов данных служит пункт главного меню **Данные** (см. рис. 4). С его помощью можно отсортировать и отфильтровать данные, построить сводную таблицу и диаграмму.

Многие инженерные, экономические задачи сводятся к таким матричным операциям, как умножение, сложение, вычитание, обращение, транспонирование матриц; вычисление определителя матрицы; решение систем линейных алгебраических уравнений. Подобные задачи хорошо решаются в OpenCalc, для выполнения операций над матрицами существуют функции *MDETERM* (вычисление определителя), *MINVERSE* (вычисление обратной матрицы), *MMULT* (умножение матриц), *MUNIT* (формирование единичной матрицы). Кроме того, с помощью операций $+$, $-$, $*$ в OpenCalc намного проще, чем MS Excel, реализуются сложение, вычитание и умножение матриц.

С помощью команды **Сервис — Подбор параметра** можно решать различные уравнения с одной переменной.

Отдельную группу задач составляют оптимизационные и сводящиеся к ним задачи, в частности обработка экспериментальных дан-

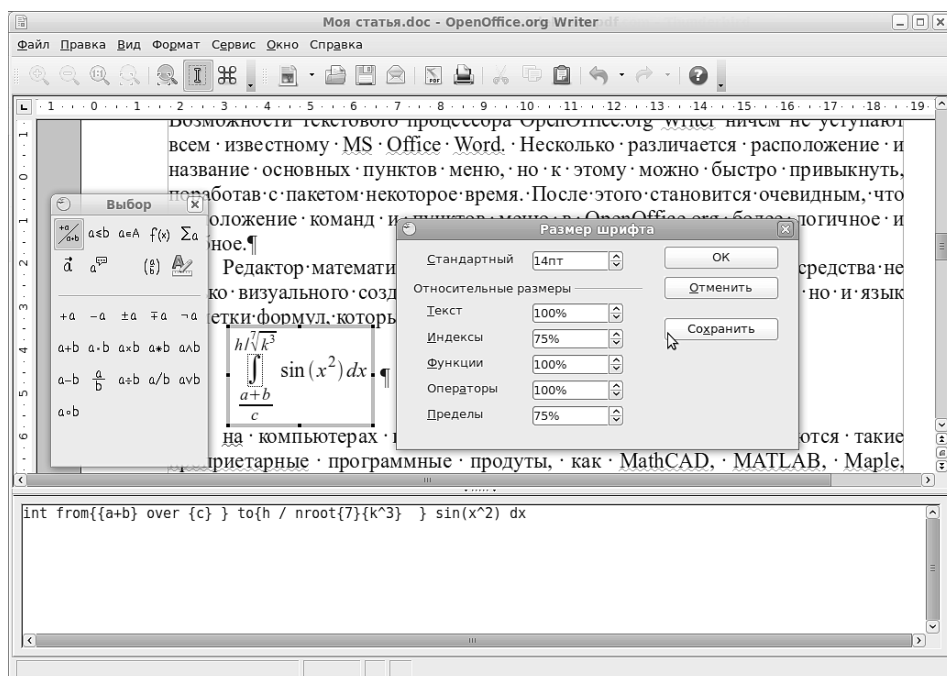


Рис. 3. Текстовый процессор OpenOffice.org Writer и редактор формул OpenOffice.org Math

ных методом наименьших квадратов). Для решения подобных задач в MS Excel есть специальный мощный оптимизационный модуль, вызываемый командой **Сервис — Поиск решения**. Какие альтернативы есть в свободном пакете OpenOffice.org Calc? В состав OpenOffice.org Calc ранних версий (2.4.2 и более ранних) модуль решения задач оптимизации не входит. Для решения линейных и нелинейных задач оптимизации можно использовать очень удачное расширение (с русским интерфейсом) японского программиста Kohei Yoshida [102]. В состав OpenCalc версии 3.0 и выше входит модуль решения задач линейного программирования (линейных оптимизационных задач). Для решения нелинейных задач оптимизации есть расширение Solver for Nonlinear Programming [106] (на момент написания статьи⁴ была доступна бета-версия расширения, в которой были проблемы при использовании в Ubuntu 9.04, в MS Windows все работало без проблем, но автор надеется, что на момент выхода статьи эти шероховатости

уже будут устранены). Наличие блоков решения оптимизационных задач (особенно нелинейной оптимизации) позволяет уже сегодня в OpenOffice.org Calc решать задачи (системы нелинейных уравнений, обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов и др.), которые раньше можно было

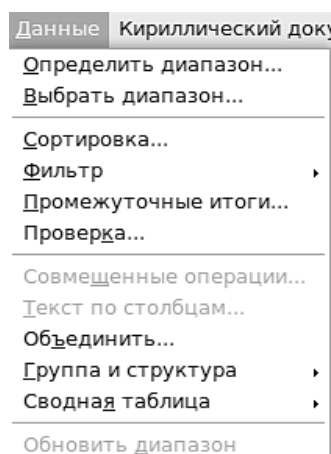


Рис. 4. Пункт меню Данные в OpenOffice.org Calc

⁴ Август 2009 г.

решать только в проприетарных электронных таблицах *MS Excel*.

В составе *OpenCalc* присутствует большое количество статистических и финансовых функций. При решении задач этого класса *OpenCalc* не уступает своему проприетарному конкуренту.

Пользователи *Openoffice.org Calc* могут использовать визуальный язык программирования *OpenOffice.org Basic*. Это полноценный объектно-ориентированный язык программирования, позволяющий создавать программы для решения сложных задач, которые возникают в практической деятельности. Русскоязычные руководства *OpenOffice.org Basic* доступны по адресу <http://authors.i-rs.ru/Basic>.

Отдельная тема — использование электронных таблиц для графического представления данных (построение диаграмм и графиков). Серьезно переработанный в последних версиях *OpenOffice.org* (3.0, 3.1) модуль построения графиков еще не имеет такого огромного количества типов диаграмм, как *MS Excel 2007*, но их более чем достаточно для отображения исследуемых данных при решении инженерных или научных задач. На рис. 5 показан график двух функций в *Open Calc*.

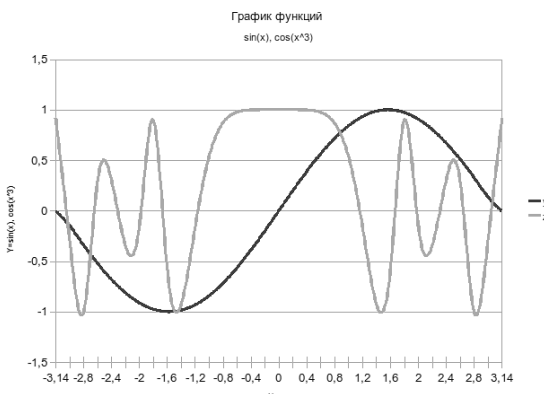


Рис. 5. Графики двух функций в *OpenCalc*

Можно сделать однозначный вывод, что свободно распространяемый *OpenOffice.org Calc* можно рекомендовать инженерам и научным работникам.

Офисный пакет *OpenOffice.org* должен занять достойное место на компьютере научного работника. Однако, как и *MS Office*, *Open-*

Office.org сложно будет использовать на компьютерах с малым количеством оперативной памяти (<256 Мб).

В качестве альтернативы можно рекомендовать текстовый процессор *AbiWord* (см. рис. 6) и электронные таблицы *Gnumeric* (см. рис. 7) из пакета *Gnome Office*.

Текстовый процессор *AbiWord* [67] не обладает такими возможностями, как *MS Word* и *OpenWriter*. В частности, в нем нет возможности работы с формулами. Также *AbiWord* не предназначен для верстки сложных документов. Однако для создания большинства документов возможностей *AbiWord* достаточно, и он является текстовым процессором, который можно использовать на слабых машинах.

В *Gnumeric* [83] есть возможность расчета по формулам, сортировки, фильтрации данных [27], выполнения стандартных матричных операций и использования матричных функций *MDETERM* (вычисление определителя), *MINVERSE* (вычисление обратной матрицы), *MMULT* (умножение матриц), решения уравнений с помощью команды подбора параметра. Оптимизационные задачи ограничены задачами линейного программирования [28], что затрудняет решение систем нелинейных уравнений и сложных задач обработки экспериментальных данных. А вот большое количество статистических и финансовых функций делают *Gnumeric* серьезным конкурентом *MS Excel* и *OpenCalc* при решении экономических задач [27–29].

Еще один существенный плюс *Gnumeric* — наличие мощного модуля построения графиков и диаграмм [27]. На субъективный взгляд автора, он даже помощнее, чем в *OpenOffice.org Calc*.

Из проведенного анализа напрашивается вывод, что свободно распространяемый пакет *Gnumeric* должен занять достойное место на слабых машинах, которые еще сохранились в научных лабораториях.

Для построения специализированных схем (например, блок-схемы, электрические схемы и т. п.) свободно распространяемый кроссплатформенный графический редактор *Dia* [41] (рис. 8) может заменить проприетарный пакет *MS Visio* [9].

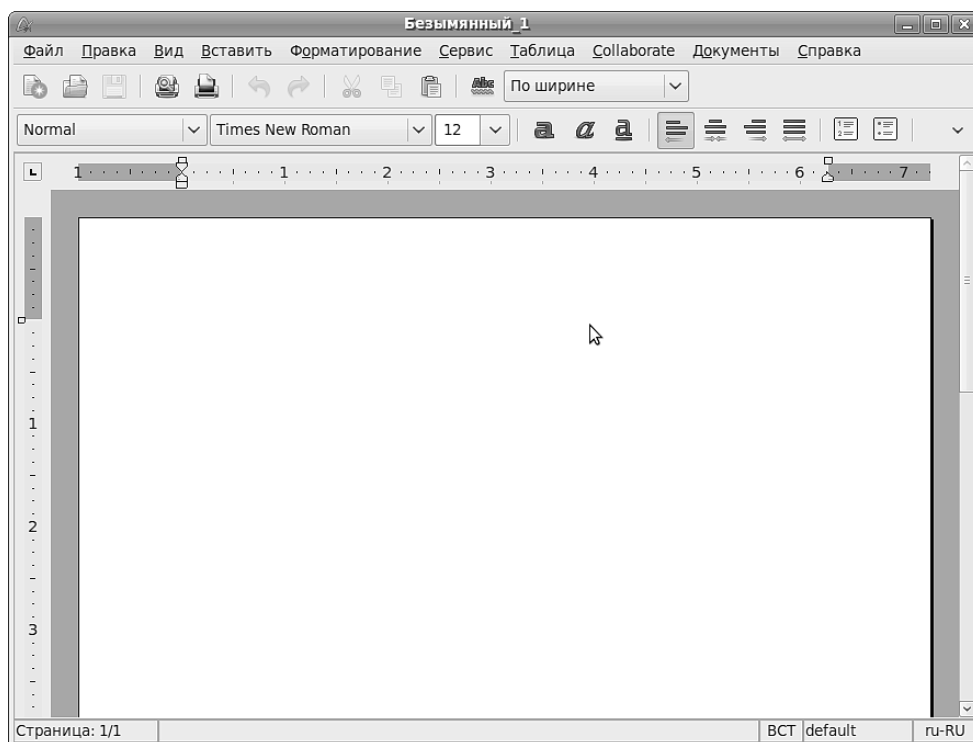


Рис. 6. Окно текстового процессора AbiWord

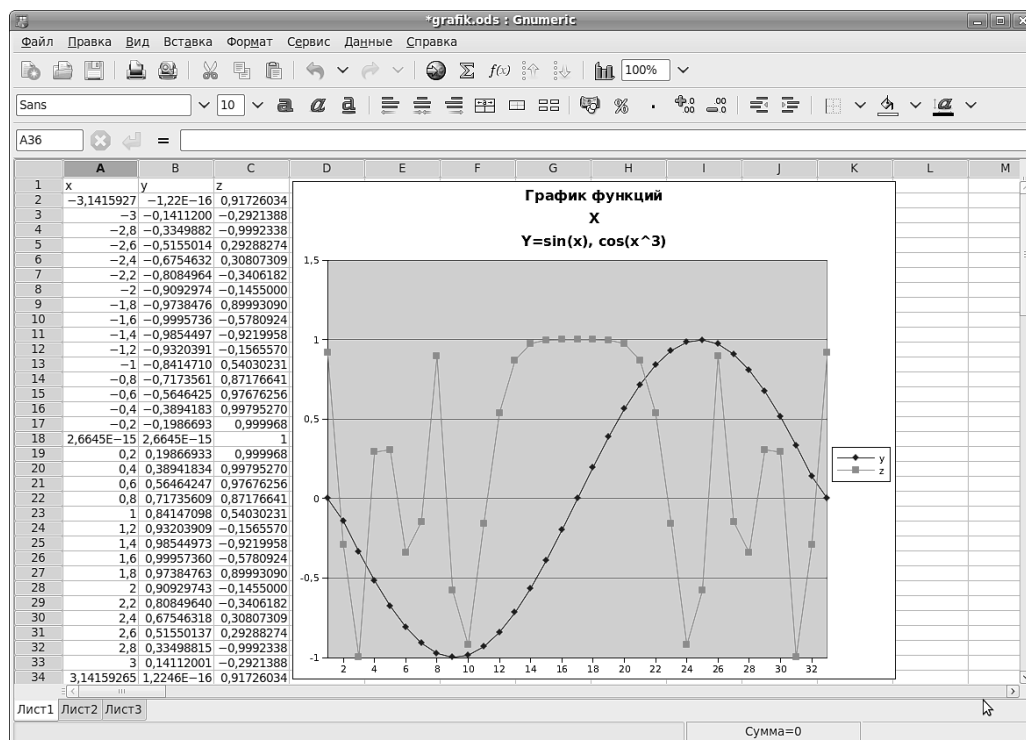


Рис. 7. Окно электронных таблиц Gnumeric

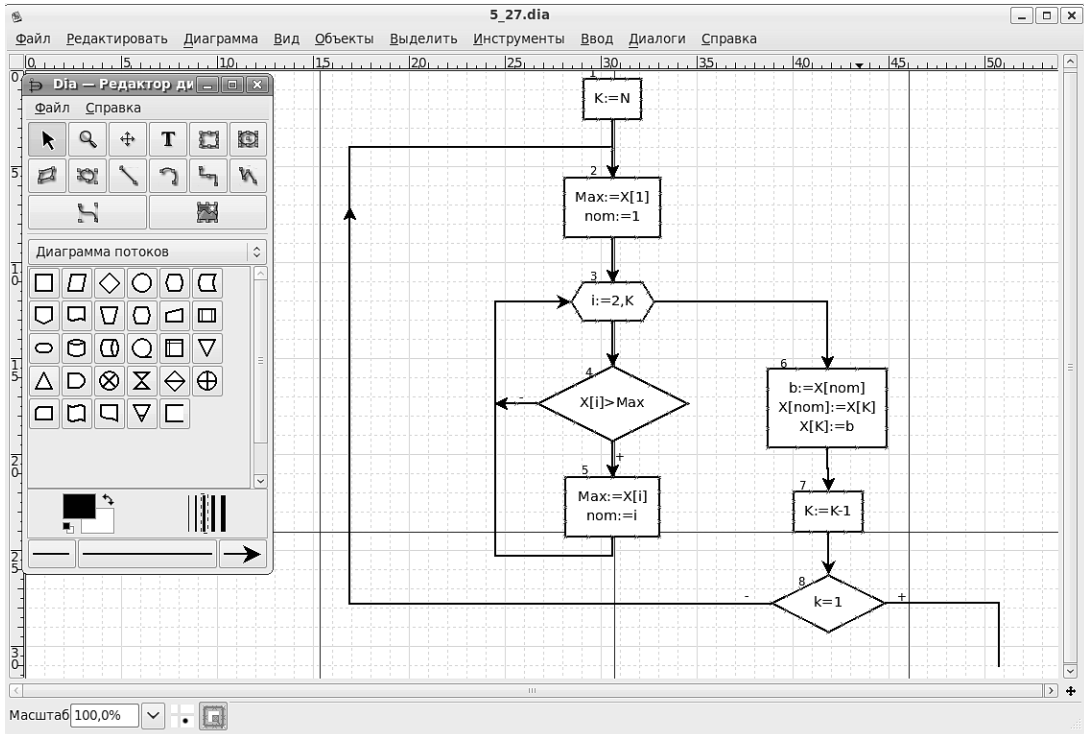


Рис. 8. Графический редактор Dia

В качестве же полноценного точечного графического редактора можно рекомендовать свободно распространяемый редактор GIMP [22, 39, 80, 84].

Для качественной подготовки документа к изданию можно использовать систему компьютерного набора LaTeX [3, 20, 45, 65, 110]. При ее использовании возникает проблема выбора специализированного текстового редактора. В ОС семейства Linux можно использовать текстовые редакторы Tea [109], Gedit [79], Kile [88] или Kate [43, 87], которые есть в репозиториях большинства современных дистрибутивов. В качестве текстового редактора для ОС Windows во многих книгах и руководствах по LaTeX (TeX) рекомендуют проприетарный и платный редактор WinEdt [118]. Но ему есть прекрасные свободные альтернативы — редакторы Led [90], TeXnicCenter [111].

Кроме того, для качественного набора текста следует обратить внимание на специализированные текстовые процессоры L^ux [92] и Texmacs [117]. L^ux представляет собой визуальную оболочку над LaTeX. А Texmacs — это

мощный специализированный текстовый процессор, который ориентирован именно на научных работников. Он может работать с документами в формате LaTeX. В Texmacs могут интегрироваться внешние математические пакеты (Maxima, Scilab, Octave и др.), что делает свободные приложения реальным конкурентом такому пакету, как MathCad.

Традиционно к офисным программам относят словари и переводчики. Среди свободных программ на сегодняшний день сложно найти достойных конкурентов проприетарным переводчикам PROMT [16, 52] и Pragma [14, 25]. Поэтому есть смысл использовать онлайн-версии переводчиков на официальных сайтах программ [14, 52]. А вот у электронного словаря Lingvo появился достойный конкурент — это свободно распространяемый кроссплатформенный словарь StarDict [63, 64, 107, 108]. Существуют версии словаря для большинства ОС (Windows, Linux). Как известно, качество электронного словаря определяется в первую очередь не столько оболочкой (рис. 9), а количеством подключаемых файлов

со словарями. Для *StarDict* на сегодняшний день существует огромная база словарей различных языков [64], так что можно рекомендовать использовать этот электронный словарь, независимо от ОС, в которой вы работаете.



Рис. 9. Окно словаря *StarDict*

Кроме рассмотренных офисных приложений, следует обратить внимание на онлайн-офисные пакеты, такие как *Google Office* [2, 8], электронная таблица *Numsum* [2, 97] и чертежная программа *Giffy* [2, 81].

Свободно распространяемые математические программы

В практической деятельности научные работники различных направлений используют математические программы.

На компьютерах под управлением ОС Windows используются такие проприетарные программные продукты, как *MathCad* [49], *Matlab* [96], *Maple* [95], *Mathematica* [119]. Однако стоимость их такова, что очень немногие образовательные и исследовательские учреждения могут позволить себе закупать эти программы. Кроме того, при проведении исследований зачастую такие многофункциональные системы не требуются.

Рассмотрим, какие свободно распространяемые программы можно использовать для решения математических задач, обработки, моделирования и визуализации данных.

Scilab [1, 21, 35, 61, 62, 103, 104] — система компьютерной математики, которая предназначена для выполнения инженерных и научных вычислений. По возможностям пакет

Scilab практически не уступает *Mathcad*, а по интерфейсу близок к *Matlab*. В *Scilab* реализованы численные методы решения задач вычислительной математики [1, 21, 35], среди которых можно выделить следующие:

- задачи линейной алгебры (см. рис. 10);
- нелинейные уравнения и системы; на рис. 11 представлено решение в *Scilab* уравнения $\frac{e^x}{5} - 2(x-1)^2 = 0$, а на рис. 12 — решение системы нелинейных уравнений $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 = 1, \\ x_3^2 - x_2 = 0 \end{cases}$
- задачи оптимизации, при решении которых следует обратить внимание на несколько нестандартный синтаксис [1, 35];
- дифференцирование и интегрирование; на рис. 13 представлено решение задачи

$$\text{вычисления интеграла } \int_0^1 \frac{t^2}{\sqrt{3 + \sin(t)}} dt;$$

- обработка экспериментальных данных (интерполяция и метод наименьших квадратов) [1, 21, 35];
- обыкновенные дифференциальные уравнения и системы [1, 21, 35].

В *Scilab* есть встроенные функции для численного решения большинства стандартных математических задач. Для решения нестандартных задач в *Scilab* используется довольно мощный объектно-ориентированный язык программирования (sci-язык), с помощью которого пользователь может создавать свои визуальные приложения (с использованием встроенных функций), которые могут выполняться как отдельные программы в среде *Scilab*. Sci-язык на русском языке описан в книге [1].

Графические возможности *Scilab* не уступают проприетарным математическим пакетам. На рис. 14 представлены различные графики, выполненные в *Scilab*.

Следует обратить внимание на то, что в состав *Scilab* входит *Scicos* [103] — система компьютерного моделирования, аналогичная *Simulink*.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что свободно распространяемый пакет *Scilab* должен занять достойное место на ком-

```

File  Правка  Настройки  Управление  Инструменты  ?  Toolboxes
[Icons]
Консоль
--> //Определение матрицы в Scilab
--> A=[1 2 3; 6 7 45; 2 7 11]
A =

    1.    2.    3.
    6.    7.   45.
    2.    7.   11.

--> B=[5 2 1; 8 4 3; 1 -2 9];
--> //Операции над матрицами
--> C=(A+B) - A^2 - B^3
C =

 - 371.   - 141.   - 392.
 - 754.   - 525.   - 1356.
   63.    127.   - 1032.

--> //Решение матричного уравнения A^2 X = B^3
--> X=inv((A^2))*B^3
X =

 2054.7558   938.61303   499.52083
 - 216.23176   - 96.989676   - 58.434318
 - 243.50623   - 112.19865   - 56.022428

--> //Проверка
--> A^2*X - B^3
ans =

 1.0D-10 *

 0.0363798   - 0.0181899    0.
 0.          - 0.1455192   - 0.1455192
 0.1455192   - 0.0727596    0.

--> //Вычисление определителя матрицы A*B
--> det(A*B)
ans =

 - 5512.

-->|

```

Рис. 10. Решение некоторых задач линейной алгебры в Scilab

пьютере специалиста, чья деятельность связана с решением задач вычислительной математики.

Maxima [7, 10, 23, 30] — математическая система символьных и численных вычислений.

Программа работает в консольном режиме (см. рис. 15) и в виде оконного (см. рис. 16) приложения. При проведении вычислений *Maxima* использует точные дроби, целые числа и числа с плавающей точкой произвольной

точности, что позволяет проводить вычисления с очень высокой точностью (см. рис. 15).

Maxima может заменить при решении некоторых задач *Maple* и *Mathematica*. С ее помощью можно проводить операции:

- с векторами, матрицами (см. рис. 16) и тензорами;
- дифференцирования (см. рис. 17), интегрирования, вычисления пределов (см. рис. 18);
- разложения в ряд (см. рис. 19), преобразования Лапласа;

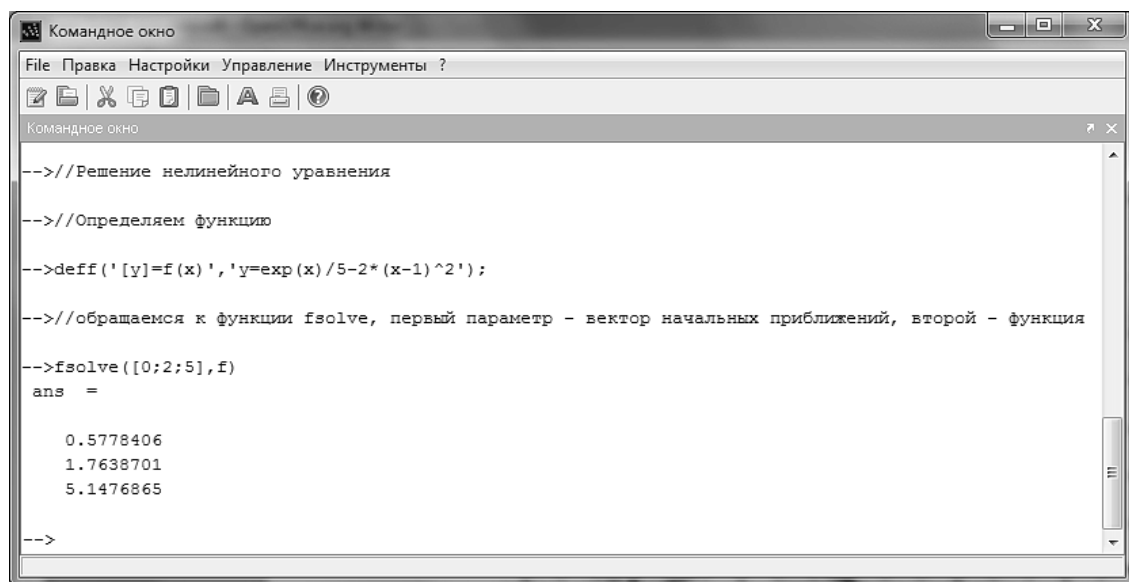


Рис. 11. Решение уравнения $\frac{e^x}{5} - 2(x-1)^2 = 0$ в Scilab

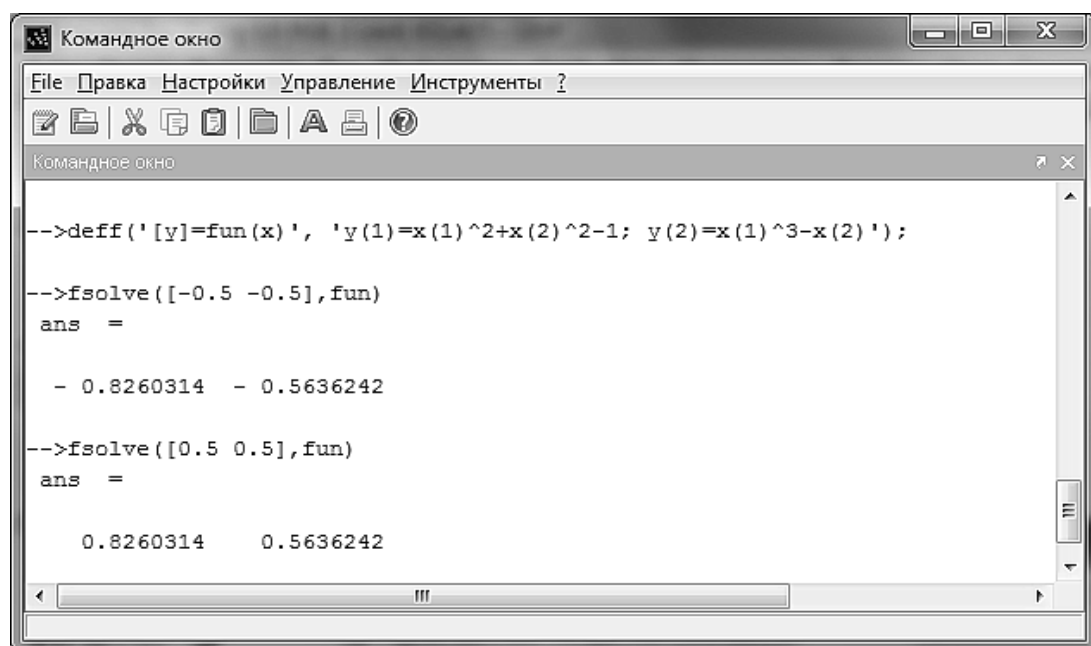


Рис. 12. Решение системы уравнений $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 = 1 \\ x_3^2 - x_2 = 0 \end{cases}$ в Scilab

решать:

- обыкновенные дифференциальные уравнения (см. рис. 20 (на с. 73));
- задачи обработки экспериментальных данных;

- нелинейные уравнения и системы уравнений.

Maxima может быть использована при проведении аналитических расчетов и построении двух- и трехмерных графиков [7, 30].

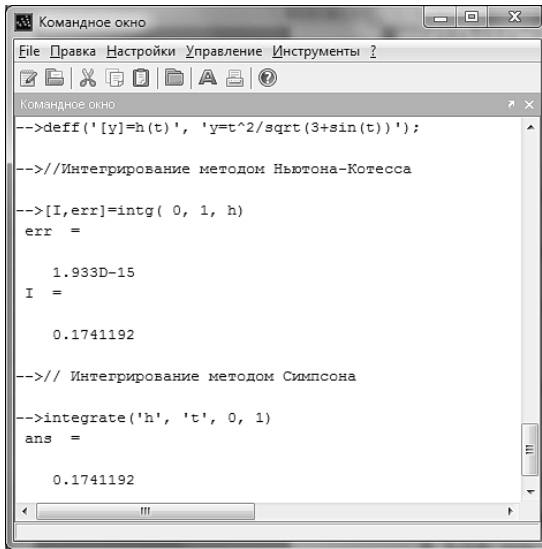


Рис. 13. Численное интегрирование в Scilab

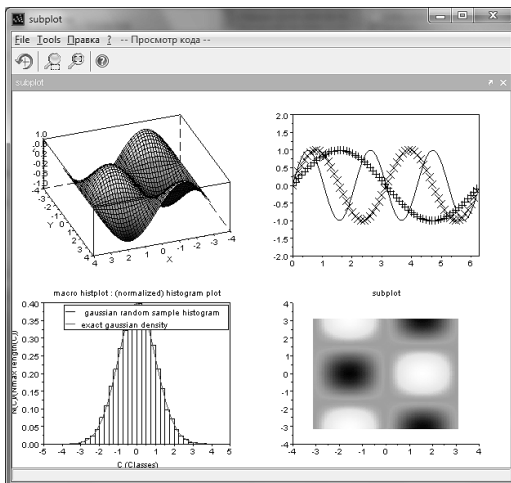


Рис. 14. Графики в Scilab

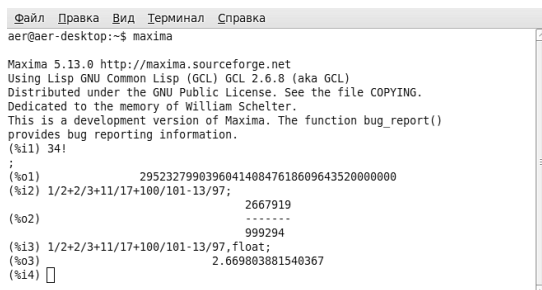


Рис. 15. Простейшие расчеты высокой точности в Maxima в консольном режиме

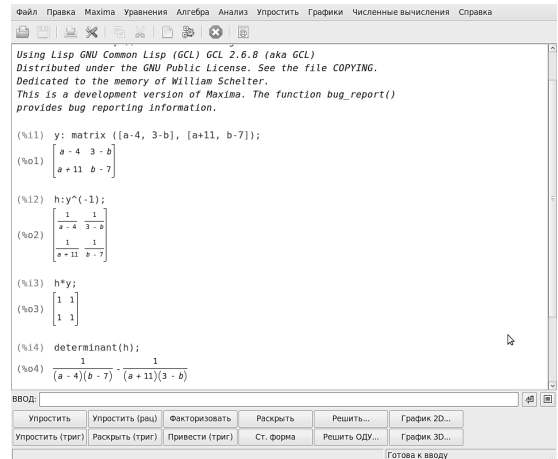


Рис. 16. Простейшие операции с символическими матрицами

```
(%i12) f(x):=x*sin(cos(x^3));
(%o12) f(x):= x sin(cos(x^3))

(%i13) d:diff(f(x),x,2);
(%o13) - 9 x^5 sin(x^3)^2 sin(cos(x^3)) - 12 x^2 sin(x^3) cos(cos(x^3)) - 9 x^5 cos(x^3) cos(cos(x^3))
```

Рис. 17. Символьное вычисление второй производной

```
(%i6) limit(sin(x)/x, x, 0);
(%o6) 1

(%i7) limit((1+1/x)^x, x, inf);
(%o7) %e
```

Рис. 18. Вычисление первого и второго замечательных пределов

```
(%i20) taylor(cos(x),x,0,7);
(%o20) 1 - x^2/2 + x^4/24 - x^6/720 + ...

(%i21) taylor(cos(x^2),x,0,16);
(%o21) 1 - x^4/2 + x^8/24 - x^12/720 + x^16/40320 + ...

(%i22) taylor(exp(-x^2),x,0,8);
(%o22) 1 - x^2 + x^4/2 - x^6/6 + x^8/24 + ...
```

Рис. 19. Разложение функций в ряд Тейлора

На рис. 20–21 приведены графики, построенные в Maxima.

Этим перечнем возможности пакета не ограничиваются. Подробно с пакетом можно ознакомиться в [30].

Следует обратить внимание, что в Maxima присутствует встроенный макроязык, благодаря чему программа становится практически

неограниченно расширяемым инструментом для проведения как численных, так и символьных вычислений. А совместно с текстовым редактором *Texmacs* и рассмотренным ранее пакетом *Scilab* может быть более мощной средой в ОС семейства Linux для проведения расчетов и оформления документов, чем всем известный *MathCad* в среде Windows.

```
(%i21) urav: 8*'diff(y,x,2)-2*y=x*cos(x);
(%o21)  $8 \left( \frac{d^2}{dx^2} y \right) - 2y = x \cos(x)$ 
(%i22) ode2(urav,y,x);
(%o22)  $y = \frac{8 \sin(x) - 5 x \cos(x)}{50} + \%k1 e^{x/2} + \%k2 e^{-x/2}$ 
```

Рис. 20. Решение дифференциального уравнения $8y'' - 2y = x \cos x$

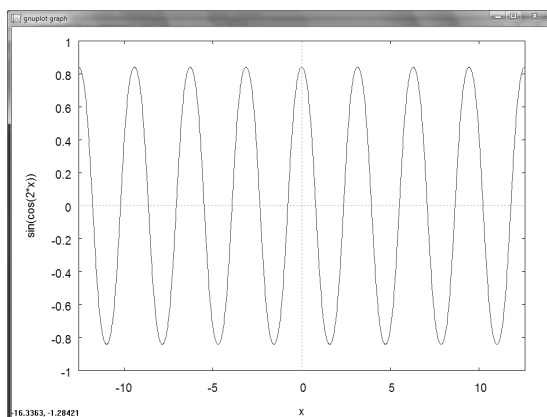


Рис. 21. График функции $y = \sin(\cos(2x))$ на интервале $[-4\pi; 4\pi]$

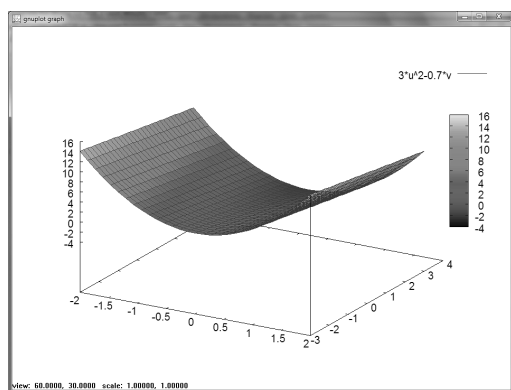


Рис. 22. График функции $z(u,v) = 3u^2 - 0,7v$

На сегодняшний день *Maxima* — не только незаменимый инструмент на компьютере учебного, но и уникальная программа для использования в учебном процессе при изучении классического курса высшей математики в университетах [30].

Для решения математических задач можно использовать *Octave* [40, 98, 115] — высокоуровневый язык программирования, совместимый с *Matlab*, предназначенный проведения численных расчетов [6]. Полное описание его можно найти в [115]. Для работы *Octave* существует удобная графическая среда *QtOctave*. На рис. 23 (с. 74) представлено решение задачи обработки экспериментальных данных методом сплайн-интерполяции в *Octave*. Функции *Octave* реализуют большинство алгоритмов вычислительной математики. Средствами *Octave* можно проводить численное дифференцирование и интегрирование, решать задачи линейной алгебры, нелинейные уравнения и системы, обыкновенные дифференциальные уравнения и системы, задачи обработки экспериментальных данных и многие другие задачи.

В связи с тем, что это еще и язык программирования, *Octave* является одной из самых мощных систем для численного решения инженерных и математических задач. *Octave* можно рассматривать как серьезный конкурент *Matlab*. Как и для *Matlab*, для *Octave* можно разрабатывать пакеты расширений [115].

Рассмотренные три универсальных математических пакета позволяют решать математические задачи различной сложности благодаря реализации во встроенных функциях большого количества алгоритмов вычислительной математики и встроенному языку программирования. Обращает на себя внимание близкий синтаксис этих и рассмотренных далее свободных математических программ.

Кроме этих широко известных математических пакетов, для решения задач вычислительной математики и проведения аналитических расчетов можно использовать следующие свободные программы.

FreeMat [72, 73] — система компьютерной математики, аналогичная *Scilab*, но с меньшими возможностями.

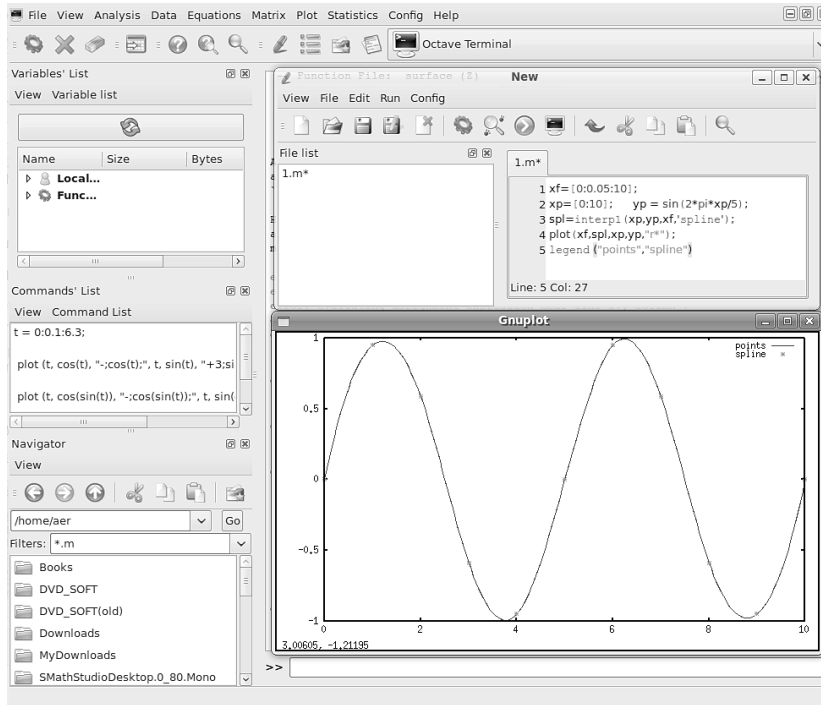


Рис. 23. Реализация сплайн-интерполяции с помощью Octave в среде QtOctave

Euler Math Toolbox [68] — система численных и аналитических расчетов, по синтаксису подобная Matlab.

Sage [60] — программа для математических расчетов, объединяющая множество существующих свободных пакетов в единой среде, написанной на Python.

Для визуализации данных Octave и Maxima используют программу *Gnuplot* [38], которую можно рассматривать как самостоятельное приложение. *Gnuplot* работает в консольном режиме, графическое окно появляется только при выводе графика. Это мощная программа для построения графиков, позволяющая строить двух- и трехмерных графики любой сложности. Полное англоязычное описание встроенного языка *Gnuplot* представлено на странице <http://gnuplot.sourceforge.net/docs/gnuplot.html>. На рис. 24 изображены графики, построенные с помощью пакета *Gnuplot*.

Для построения графиков и обработки данных, кроме *Gnuplot*, существует большое количество свободных программ [12, 24, 26]: *Extrema* [75], *RLPlot* [101], *Fityk* [71], *Gretl* [86], *MayaVi* [112], *Zhu3D* [121], *OpenDX* [99], *Veusz* [116].

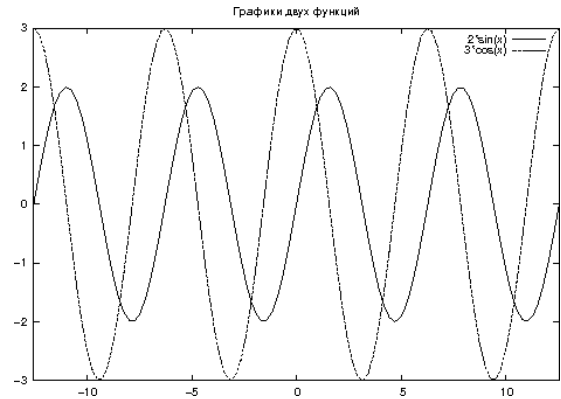


Рис. 24. Графики двух функций в Gnuplot

Однако, на взгляд автора, наиболее удачной программой для построения двух и трехмерных графиков, а также для анализа данных является кроссплатформенный пакет научной графики *Scidavis* [105]. Его возможности можно сравнить с хорошо известной проприетарной программой *Origin*. К преимуществам этой программы следует отнести: простой интуитивно понятный интерфейс, возможность построения графиков различного типа, большие

возможности по обработке экспериментальных данных. Несмотря на небольшой размер (дистрибутив программы занимает около 10 Мб), эта программа способна решать реальные задачи по обработке экспериментальных данных и стать реальным конкурентом *Origin*. На рис. 25 приведены результаты решения реальной задачи обработки экспериментальных данных в *Scidavis*.

Для проведения несложных аналитических расчетов можно рекомендовать небольшую консольную программу *Yacas* [4, 113]. Для решения дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов и визуализации решения существуют свободно распространяемые пакеты *Freefem* и *Freefem3d* [73], которые по своим возможностям не уступают модулю решения уравнений математической физики из пакета *Matlab*.

Для построения реалистических 3D-моделей существует мощный свободно распространяемый пакет *Blender* [6, 34, 69].

В данном обзоре приведена информация далеко не обо всех свободных математических программах, которые можно использовать для решения задач, возникающих в практической деятельности ученого. Были рассмотрены преимущественно свободные кроссплатформенные приложения, которые работают в ОС Windows и присутствуют в репозиториях последних дистрибутивов Ubuntu.

Возможность выбора одной из нескольких качественных свободных программ при решении конкретной задачи, стоящей перед ученым, — это еще одно преимущество свободного программного обеспечения перед проприетарным.

Большие перспективы для исследователя открываются при совместном использовании текстового процессора *Texmacs* и свободных математических программ⁵.

Иногда возможностей даже самых мощных прикладных программ не хватает. В этом случае возникает необходимость создания своей специфической программы, предназначенной

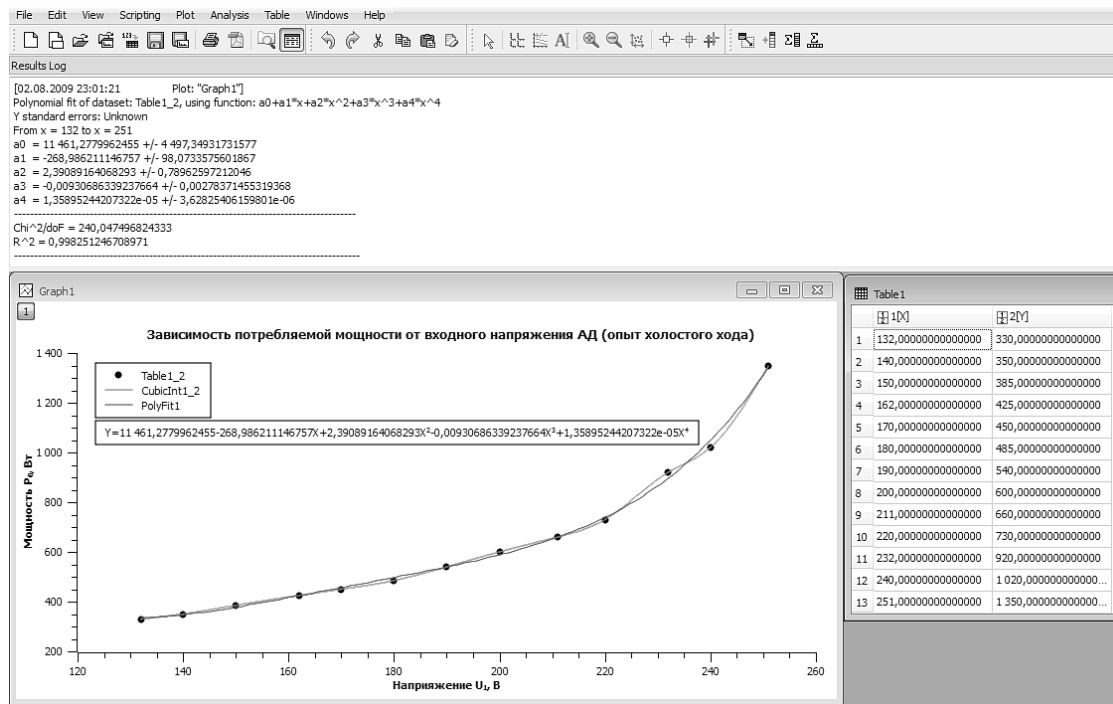


Рис. 25. Решение задачи обработки экспериментальных данных в *Scidavis*

⁵ Настройка совместного использования *Texmacs* и нескольких свободных математических пакетов — не всегда простая и тривиальная задача.

для решения конкретной уникальной задачи, стоящей перед ученым. Тогда перед исследователем возникает необходимость разработки собственного ПО. Какие свободные решения этой задачи есть сегодня?

В исследовательской среде чаще всего используются языки программирования *Basic*, *Pascal* или *C/C++*. В качестве среды для программирования на *Basic* можно предложить *OpenOffice.org Calc* и *Gambas* [36, 76] (для Linux). При использовании языка программирования *Pascal* можно выбирать между *Gnu Pascal* [37, 85], *Free Pascal* [42, 74] и системой визуального программирования *Lazarus* [46, 91]. Программирование на *C/C++* можно изучать, используя компилятор *gcc(g++)* [15, 17–19, 77]. При программировании на *C/C++* или *Pascal* под управлением как ОС Windows, так ОС семейства Linux в качестве среды программирования можно предложить кросс-платформенный редактор *Geany* [15, 78].

Рассмотренные выше свободные программы можно рекомендовать для обработки, моделирования и визуализации данных в образовательных и исследовательских организациях. Это качественные программные продукты, не уступающие своим проприетарным аналогам.

Переход на свободное программное обеспечение позволит использовать в научных исследованиях качественные легальные программы, не затрачивая огромные средства на покупку проприетарных программ.

Не следует забывать и о том, что использование свободного программного обеспечения делает исследователя по-настоящему независимым. Ученый становится независимым от ценовой политики крупных IT-корпораций, в чем-то даже от собственного руководства (купят ему нужный для исследований программный продукт или нет).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В., Рудченко Е. А. Scilab: Решение инженерных и математических задач. М.: ALT Linux; Бином. Лаборатория знаний, 2008. URL: <http://docs.altlinux.org/books/2008/altlibrary-scilab-20090409.pdf>.
2. Алексеев Е. Р. Интернет от А до Z. М.: HT Пресс, 2008.
3. Балдин Е. М. Компьютерная типография LaTeX. СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
4. Введение в Yacas. URL: <http://www.uic.nnov.ru/~zoav1/writings/yacas-intro.html> (дата обращения: 03.08.2009).
5. Главная — Инфра-Ресурс. URL: <http://www.i-rs.ru> (дата обращения: 29.07.2009).
6. Главная: Blender 3D tutoriales, modelos, plugins. URL: <http://blender3d.org.ua> (дата обращения: 03.08.2009).
7. Губина Т. Н. Цикл уроков по системе аналитических вычислений Maxima. URL: <http://freecode.pspo.perm.ru/048/index.html> (дата обращения: 29.07.2009).
8. Добро пожаловать в Документы Google. URL: <http://docs.google.com> (дата обращения: 30.07.2009).
9. Домашняя страница Microsoft Office Visio — Microsoft Office Online. URL: <http://office.microsoft.com/ru-ru/visio/FX100487861049.aspx> (дата обращения: 29.07.2009).
10. Житников В. Компьютеры, математика и свобода. URL: <http://www.computerra.ru/gid/266002> (дата обращения: 29.07.2009).
11. Колисниченко Д. Ubuntu Linux. Краткое руководство пользователя. СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
12. Математика на рабочей станции UNIX. URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/au-unixmath/index.html> (дата обращения: 29.07.2009).
13. Новости — MyOOo.ru: доступно и просто об OpenOffice.org. URL: <http://www.myooo.ru> (дата обращения: 29.07.2009).
14. Он-лайн перевод — Trident Software. URL: <http://www.trident.com.ua/rus/online.php> (дата обращения: 30.07.2009).
15. Программирование на C++. URL: http://teacher.dn-ua.com/_CPP/cpp.html (дата обращения: 03.08.2009).
16. ПРОМТ-переводчики и словари PROMT для перевода текста с английского, русского, немецкого, французского, испанского, португальского и итальянского языков. URL: <http://www.promt.ru> (дата обращения: 30.07.2009).
17. Разработка программного обеспечения для Linux. Инструментарий | Книги и руководства | Библиотека Линуксцентра | Linuxcenter. Ru — портал

про Linux и Unix. Дистрибутивы, книги, статьи о Linux. Mandriva, Ubuntu, SUSE, Fedora, Red Hat, Debian, KNOPPIX, Gentoo, Slackware, FreeBSD, CentOS, Xandros, RedHat, Linux-XP, OpenBSD, Scientific, ASPLinux, ALTLinux, MOPSLinux. URL: <http://www.linuxcenter.ru/lib/books/linuxdev> (дата обращения: 03.08.2009).

18. Компилятор языков C, C++, Objective C gcc 2.7 (часть 1). URL: <http://docstore.mik.ua/manuals/rus/gcc/gcc1.htmltoc2> (дата обращения: 03.08.2009).

19. Компилятор языков C, C++, Objective C gcc 2.7 (часть 2). URL: <http://linux.yaroslavl.ru/docs/prog/gcc/gcc2.html> (дата обращения: 03.08.2009).

20. Рожено А. И. Искусство верстки в LaTeX'e. Новосибирск.: изд. ИВМиМГ СО РАН, 2005.

21. Руководство по работе с пакетом SCILAB. URL: <http://scilab.psati.ru/rukovodstvo/index.html> (дата обращения: 29.07.2009).

22. Сайт уроков и примеров работы в GIMP. URL: <http://gimp.nas2.net> (дата обращения: 29.07.2009).

23. Система компьютерной алгебры Maxima. URL: <http://maxima.sourceforge.net/ru> (дата обращения: 31.07.2009).

24. Список бесплатного программного обеспечения, которое может заменить лицензионные коммерческие пакеты — Справочники — Каталог файлов — Информационный ресурс г. Рубежное. URL: <http://rubezhnoe.org.ua/load/8-1-0-180> (дата обращения: 29.07.2009).

25. Трайидент Софтвр — многоязычные программы перевода. URL: <http://www.trident.com.ua/rus/index.htm> (дата обращения: 30.07.2009).

26. Хахаев И. Легкие пакеты научной графики. URL: <http://heap.altlinux.org/engine/IvanKhakhaev/DataProc> (дата обращения: 29.07.2009).

27. Хахаев И. Электронная таблица Gnumeric. Обработка списков и диаграммы. URL: ftp://ice.spb.ru/pub/articles/gnumeric_guide_listscharts.odt (дата обращения: 29.07.2009).

28. Хахаев И. Gnumeric и линейная оптимизация. URL: ftp://ice.spb.ru/pub/articles/gnumeric_1.odt (дата обращения: 29.07.2009).

29. Хахаев И. Электронная таблица Gnumeric. Общее знакомство. URL: ftp://ice.spb.ru/pub/articles/gnumeric_guide_general.odt (дата обращения: 29.07.2009).

30. Чичкарев Е. А. Компьютерная математика с Maxima. Руководство для школьников и студен-

тов. URL: <http://www.altlinux.org/Books:Maxima> (дата обращения: 31.07.2009) (http://git.altlinux.org/people/bertis/public/?p=books-MaximaBook.git;a=blob;f=book_new_style.pdf).

31. ASPLinux — разработка дистрибутива Linux, настройка Linux серверов, программы Linux, технический консалтинг. URL: <http://www.asplinux.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

32. ALT Linux — Главная страница. URL: <http://www.altlinux.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

33. ALT Linux Wiki. URL: <http://www.altlinux.org> (дата обращения: 29.07.2009).

34. Blender — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата обращения: 03.08.2009).

35. Books:Scilab — ALT Linux Wiki. <http://www.altlinux.org/Books:Scilab> (дата обращения: 31.07.2009).

36. Gambas — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Gambas> (дата обращения: 03.08.2009).

37. GNU Pascal — Википедия. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/GNU_Pascal (дата обращения: 03.08.2009).

38. Gnuplot — Википедия. URL: <http://www.gnuplot.info> (дата обращения: 05.08.2009).

39. GIMP — бесплатный растровый графический редактор Гимп:: Альтернатива Фотошоп:: Редактор GIMP:: Редактор фотографий:: Программа для рисования. URL: <http://www.progimp.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

40. GNU Octave. Материал из Викиучебника. URL: http://ru.wikibooks.org/wiki/GNU_Octave (дата обращения: 29.07.2009).

41. Dia — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Dia> (дата обращения: 29.07.2009).

42. FreePascal.ru — Информационный портал для разработчиков на Free Pascal & Lazarus & MSE. URL: <http://www.freepascal.ru> (дата обращения: 03.08.2009).

43. Kate — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Kate> (дата обращения: 30.07.2009).

44. Kubuntu | Русское сообщество кубунту. URL: <http://www.kubuntu.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

45. LaTeX — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/LaTeX> (дата обращения: 29.07.2009).

46. Lazarus — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Lazarus> (дата обращения: 03.08.2009).

47. Linux Mint | Русское сообщество. URL: <http://www.mintlinux.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

48. Mandriva Russia. URL: <http://www.mandriva.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

49. Mathcad — программное обеспечение для инженерных расчетов — PTC. URL: <http://www.ptc.com/appserver/mkt/products/home.jsp?k=3901> (дата обращения: 30.07.2009).

50. Mozilla Firefox | Mozilla Россия. URL: <http://www.mozilla-russia.org/products/firefox> (дата обращения: 29.07.2009).

51. Mozilla Thunderbird | Mozilla Россия. URL: <http://www.mozilla-russia.org/products/thunderbird> (дата обращения: 29.07.2009).

52. Online-переводчик текста компании ПРОМТ: английский, русский, немецкий, французский, испанский, итальянский и португальский языки. URL: <http://www.traslate.ru> (дата обращения: 30.07.2009).

53. OOo Writer — MyOOo.ru: доступно и просто об OpenOffice.org. URL: <http://myooo.ru/content/blogcategory/14/48> (дата обращения: 29.07.2009).

54. OOo Base — MyOOo.ru: доступно и просто об OpenOffice.org. URL: <http://myooo.ru/content/blogcategory/20/64> (дата обращения: 29.07.2009).

55. OOo Draw — MyOOo.ru: доступно и просто об OpenOffice.org. URL: <http://myooo.ru/content/blogcategory/19/39> (дата обращения: 29.07.2009).

56. OOo Math — MyOOo.ru: доступно и просто об OpenOffice.org. URL: <http://myooo.ru/content/blogcategory/18/54> (дата обращения: 29.07.2009).

57. OOo Impress — MyOOo.ru: доступно и просто об OpenOffice.org. URL: <http://myooo.ru/content/blogcategory/17/45> (дата обращения: 29.07.2009).

58. ru: OpenOffice.org для русскоговорящих пользователей. URL: <http://www.ru.openoffice.org> (дата обращения: 29.07.2009).

59. Runtu. URL: <http://www.runtu.org> (дата обращения: 29.07.2009).

60. Sage: Свободное программное обеспечение для математических расчетов. URL: <http://www.sagemath.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

61. Scilab по-русски. URL: <http://teacher.dn-ua.com/Math/Scilab/Scilab.html> (дата обращения: 31.07.2009).

62. Scilab — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Scilab> (дата обращения: 29.07.2009).

63. StarDict — Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/StarDict>. (дата обращения: 30.07.2009).

64. StarDict Стардикт — [1]: Программы: Компьютерный форум Ru.Board. URL: <http://forum.ru-board.com/topic.cgi?forum=5&topic=16486> (дата обращения: 30.07.2009).

65. TeXLive — Википедия. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/TeX_Live (дата обращения: 29.07.2009).

66. UbuNu по-русски. URL: <http://www.ubuntu.ru> (дата обращения: 29.07.2009).

67. AbiWord. URL: <http://www.abisource.com> (дата обращения: 29.07.2009).

68. Browse Euler Math Toolbox Files on SourceForge.net. URL: <https://sourceforge.net/projects/eumat/files> (дата обращения: 29.07.2009).

69. Blender.org — Home. URL: <http://www.blender.org> (дата обращения: 03.08.2009).

70. Claws Mail — the email client that bites!. URL: <http://www.claws-mail.org> (дата обращения: 29.07.2009).

71. Fityk — free peak fitting software. URL: <http://www.unipress.waw.pl/fityk> (дата обращения: 03.08.2009).

72. FreeMat — Home. URL: <http://freemat.sourceforge.net> (дата обращения: 03.08.2009).

73. FreeFEM. org. URL: <http://www.freefem.org> (дата обращения: 03.08.2009).

74. Free Pascal — Advanced open source Pascal compiler for Pascal and Object Pascal — Home Page. URL: <http://www.freepascal.org> (дата обращения: 03.08.2009).

75. Extrema Home Page. URL: <http://exsite-webware.com/extrema> (дата обращения: 03.08.2009).

76. Gambas — Gambas Almost Means Basic. URL: <http://gambas.sourceforge.net/en/main.html> (дата обращения: 03.08.2009).

77. GCC, the GNU Compiler Collection — GNU Project — Free Software Foundation (FSF). URL: <http://gcc.gnu.org> (дата обращения: 03.08.2009).

78. Geany: Home Page. URL: <http://www.geany.org> (дата обращения: 03.08.2009).

79. Gedit. URL: <http://projects.gnome.org/gedit> (дата обращения: 30.07.2009).

80. GIMP — The GNU Image Manipulation Program. URL: <http://www.gimp.org> (дата обращения: 29.07.2009).

81. Gliffy Online Diagram Software. URL: <http://www.gliffy.com> (дата обращения: 30.07.2009).

82. GnomeOffice — GNOME Live!. URL: <http://live.gnome.org/GnomeOffice> (дата обращения: 29.07.2009).

83. GNOME Office / Gnumeric — Welcome to Gnumeric!. URL: <http://projects.gnome.org/gnumeric> (дата обращения: 29.07.2009).

84. GNU Image Manipulation Program. URL: <http://docs.gimp.org/ru> (дата обращения: 29.07.2009).
85. GNU Pascal. URL: <http://www.gnu-pascal.de/gpc/h-index.html> (дата обращения: 03.08.2009).
86. Gretl. URL: <http://gretl.sourceforge.net> (дата обращения: 03.08.2009).
87. Kate | Get an Edge in Editing. URL: <http://www.kate-editor.org> (дата обращения: 30.07.2009).
88. Kile — an Integrated LaTeX Environment. URL: <http://kile.sourceforge.net> (дата обращения: 30.07.2009).
89. Kubuntu | linux for human beings | Kubuntu. URL: <http://www.kubuntu.org> (дата обращения: 29.07.2009).
90. LaTeX Editor — Home. URL: <http://www.latex-editor.org> (дата обращения: 30.07.2009).
91. Lazarus — News. URL: <http://www.lazarus.freepascal.org> (дата обращения: 03.08.2009).
92. LyX — The Document Processor. URL: <http://www.lyx.org> (дата обращения: 02.08.2009).
93. Main Page — Linux Mint. URL: <http://www.linuxmint.com> (дата обращения: 29.07.2009).
94. Mandriva. URL: <http://www2.mandriva.com> (дата обращения: 29.07.2009).
95. Math Software for Engineers, Educators & Students | Maplesoft. URL: <http://www.maplesoft.com> (дата обращения: 30.07.2009).
96. The MathWorks — MATLAB and Simulink for Technical Computing. URL: <http://www.mathworks.com> (дата обращения: 30.07.2009).
97. Num Sum — web spreadsheet. URL: <http://www.numsum.com> (дата обращения: 30.07.2009).
98. Octave. URL: <http://www.gnu.org/software/octave> (дата обращения: 31.07.2009).
99. Open Visualization Data Explorer. URL: <http://www.opendx.org> (дата обращения: 03.08.2009).
100. Pidgin, the universal chat client. URL: <http://www.pidgin.im> (дата обращения: 29.07.2009).
101. RLPLOT home. URL: <http://rplot.sourceforge.net> (дата обращения: 03.08.2009).
102. Roundtrip to Shanghai via Tokyo & raquo; Calc Optimization Solver. URL: <http://kohei.us/ooo/solver> (дата обращения: 29.07.2009).
103. Scicos Homepage. URL: <http://www.scicos.org> (дата обращения: 31.07.2009).
104. Scilab Home Page. URL: www.scilab.org (дата обращения: 31.07.2009).
105. SciDAVis — Welcome. URL: <http://scidavis.sourceforge.net/index.html> (дата обращения: 03.08.2009).
106. Solver for Nonlinear Programming [BETA] | OpenOffice.org repository for Extensions. URL: <http://extensions.services.openoffice.org/project/NLPSolver> (дата обращения: 29.07.2009).
107. StarDict — The best dictionary program in linux and windows. URL: (<http://stardict.sourceforge.net/index.php>). (дата обращения: 30.07.2009).
108. StarDict — The best free dictionary software and online dictionary website!. URL: <http://www.stardict.org>. (дата обращения: 30.07.2009).
109. TEA: news. URL: <http://tea-editor.sourceforge.net> (дата обращения: 30.07.2009).
110. TeX Live — TeX Users Group. URL: <http://www.tug.org/texlive> (дата обращения: 29.07.2009).
111. Texniccenter. URL: <http://www.texniccenter.org> (дата обращения: 30.07.2009).
112. The MayaVi Data Visualizer. URL: <http://mayavi.sourceforge.net> (дата обращения: 03.08.2009).
113. The Yacas computer algebra system. URL: <http://yacas.sourceforge.net/homepage.html>.
114. Ubuntu Home Page | Ubuntu. URL: <http://www.ubuntu.com> (дата обращения: 29.07.2009).
115. Untitled. URL: <http://www.gnu.org/software/octave/doc/interpreter> (дата обращения: 31.07.2009).
116. Veusz. URL: <http://home.gna.org/veusz> (дата обращения: 03.08.2009).
117. Welcome to GNU TeXmacs (FSF GNU project). URL: <http://www.texmacs.org> (дата обращения: 30.07.2009).
118. WinEdt. URL: <http://www.winedt.com> (дата обращения: 30.07.2009).
119. Wolfram Research: Mathematica, Technical and Scientific Software. URL: <http://www.wolfram.com> (дата обращения: 30.07.2009).
120. Xubuntu Home Page | Xubuntu. URL: <http://www.xubuntu.org> (дата обращения: 29.07.2009).
121. Zhu3D KDE-Apps.org. URL: <http://www.kde-apps.org/content/show.php?content=43071> (дата обращения: 03.08.2009).