

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

Это современные программные средства, которые сегодня не только успешно заменяют ученым и инженерам ручку с тетрадью, логарифмическую линейку, таблицы интегралов и другие математические справочники, но и позволяют во многих случаях обойтись без традиционного программирования прикладных задач, решая их в специально разработанных средах, позволяющих выполнять численные расчеты, аналитические преобразования, анализ данных и графическое представление результатов. Это направление прикладного программного обеспечения развито в мире чрезвычайно широко, и ниже представлены лишь несколько наиболее известных систем.

MathSoft. Системы Mathcad, S-PLUS, Axum Компания MathSoft ведущий производитель математического, научного и инженерного программного обеспечения. В России чрезвычайной популярностью пользуется пакет Mathcad, с помощью которого решают свои задачи ученые и инженеры, студенты и школьники. Mathcad позволяет, используя удобный графический интерфейс и приближенный к естественному математическому язык описания задач, автоматизировать численные расчеты и аналитические преобразования и наглядно представить результаты. Наряду с пакетом Mathcad, на сервере представлены и менее широко известные в нашей стране продукты: система S-PLUS для анализа данных, визуализации и моделирования; пакет StudyWorks, широко используемый в западных университетах студентами и преподавателями; система технической графики и анализа данных Axum. <http://www.mathsoft.com/>

Одной из основных областей применения ПК являются математические и научно-технические расчеты. Сложные вычислительные задачи, возникающие при моделировании технических устройств и процессов, можно разбить на ряд элементарных: вычисление интегралов, решение уравнений, решение дифференциальных уравнений и т. д. Для таких задач уже разработаны методы решения, созданы математические системы, доступные для изучения студентам младших курсов вузов.

Цель пособия - научить пользоваться простейшими методами вычислений с использованием современных информационных технологий. Наиболее подходящей для этой цели является одна из самых мощных и эффективных математических систем - MathCAD, которая занимает особое место среди множества таких систем (Matlab, Maple, Mathematica и др.).

MathCAD - это мощная и в то же время простая универсальная среда для решения задач в различных отраслях науки и техники, финансов и экономики, физики и астрономии, математики и статистики... MathCAD остается единственной системой, в которой описание решения математических задач задается с помощью привычных математических формул и знаков. MathCAD позволяет выполнять как численные, так и аналитические (символьные) вычисления, имеет чрезвычайно удобный математико-ориентированный интерфейс и прекрасные средства научной графики.

Система MathCAD существует в нескольких основных вариантах:

- MathCAD Standard - идеальная система для повседневных технических вычислений. Предназначена для массовой аудитории и широкого использования в учебном процессе;
- MathCAD Professional - промышленный стандарт прикладного использования математики в технических приложениях. Ориентирована на математиков и научных работников, проводящих сложные и трудоемкие расчеты.
- MathCAD Professional Academic - пакет программ для профессионального использования математического аппарата с электронными учебниками и ресурсами.

При создании Mathcad 11 основное внимание было обращено на увеличение скорости и мощности работы системы. Цель состояла в том, чтобы улучшить ядро Mathcad, расширить и улучшить удобства работы с Mathcad. Mathcad 11 предлагает более легкую обработку данных, улучшение редактирования документов, более глубокую интеграцию с другими программными средствами, расширение математических функциональных возможностей.

В новой версии:

- Расширены компоненты ввода-вывода для импорта и экспорта данных в виде строк и столбцов, а также возможности чтения-записи смешанных текстово-числовых файлов.
- Улучшена поддержка импорта / экспорта данных текста как строковых данных, обеспечена гарантия их целостности при передаче смешанных типов данных.
- Обеспечена более глубокая интеграция с Microsoft® Excel; используя простые команды copy/paste можно создавать и отображать смешанные данные непосредственно в форме матриц и таблиц.
- Улучшено редактирование страниц.
- Улучшена APPENDPRN-функция, которая создает файл если он не существует.
- Обеспечена новая поддержка чтения/записи для равномерных, произвольных и однородных файлов двоичного формата (READBIN и WRITEBIN), что дает пользователям большую гибкость в операциях импорта или экспорта данных, чем их преобразование в ASCII-коды.
- Обеспечена новая поддержка для прохождения строковых данных через UserEFI-интерфейс (функции, определенные пользователем/ DLL)

Улучшена математическая функциональность:

- На основе ODE-вычислительных блоков (для решения обыкновенных дифференциальных уравнений) MathCad 2001i, MathCad 11 теперь поддерживает PDE- вычислительные блоки (для решения дифференциальных уравнений в частных производных).
- Улучшены средства для поиска причин ошибок во фрагментах.
- Обеспечена новая поддержка для комплексных аргументов функций floor, ceil, round и trunc.
- Добавлены комплексные функции Бесселя и Ганкеля. Это будет полезно при решении сферических и цилиндрических задач в квантовой физике и электромагнетизме.
- Расширены возможности функции genfit, которая обеспечивает аппроксимацию кривых нелинейными функциями общего вида.
- Введена новая sinc функция для вычисления точных значений $\sin(x)/x$ в пределе при x , стремящемся к 0.
- Новый доступ к "зерновым" значениям в генераторах случайных чисел.

Введены новые средства преобразования:

- Улучшенный формат текста RTF позволяет вставлять фрагменты из документа MathCad в такие распространенные приложения как MS Word без дополнительного переформатирования форматирования.
- Обеспечено сохранение файлов в версиях 6, 7, 8, 2000, 2001, 2000i и 11.
- Улучшена поддержка протокола HTTP, которая позволяет открывать удаленные файлы MathCad, размещенные в Web-сервере, с помощью команды File Open.
- Улучшен HTML-подобный формат для вставки в Internet страниц с колонтитулами, ссылками и картинками.
- Улучшенная поддержка HTML позволяет открывать документы MathCad через любой веб - браузер. Обеспечена возможность сохранять документы как Интернет-страницы.

Улучшены и расширены возможности редактирования :

- Введена новая многоуровневая система действий "Undo" и "Redo". Эта система оставила далеко позади все предыдущие версии. Теперь есть возможность отменять не только изменения в тексте, но и

изменения при форматировании. Теперь можно отменять удаление, вырезание, перемещение и вставку областей.

- Предусмотрена новая возможность "перетаскивать" фрагменты, используя стрелки клавиатуры.
- Введены новые инструменты меню, такие как вычислительные опции, проверка орфографии, анимация, защита документов, выявление ошибок.
- Пересмотрены кнопки и меню для более легкого доступа к наиболее часто используемым возможностям MathCad и доступа к наиболее часто используемым кнопкам.
- Введены новые Windows-подобные средства управления для создания документов. Это особенно полезно для менее опытных пользователей.
- Введена новая панель управления ресурсами для легкого доступа к справке и шаблонам документов.
- Введено новое старт-меню, которое обеспечивает прямой доступ к PDF-версии руководства пользователя.

Компания MathWorks, Inc. получила всемирную известность своим пакетом **MATLAB**, среди зарегистрированных пользователей которого более 2000 университетов, а общее число проданных копий превысило 400 000. Сервер содержит рассказ об истории развития разработки, возможностях современных версий, примеры применения в разных областях. Посетители сервера также смогут познакомиться с менее широко известной в России системой **Simulink**, расширяющей возможности **MATLAB** в плане математического моделирования. <http://www.mathworks.com/>

MatLAB - одна из старейших и тщательно проработанных систем автоматизации математических расчетов. Она была разработана Молером (С. В. Moler) и с конца 70-х годов широко использовалась на больших ЭВМ [11]. В начале 80-х годов Дж. Литл (John Little) из фирмы MathWork Inc. разработал версию системы PC MatLAB для ПК класса IBM PC, VAX и Mackintosh. В дальнейшем были созданы версии этой системы для рабочих станций Sun и многих других типов больших и малых ЭВМ. Таким образом система MatLAB превратилась в одну из самых распространенных и популярных систем автоматизации математических расчетов.

Зарождение системы **MATLAB** относится к концу 70-х годов, когда первая версия этой системы была использована в Университете Нью Мехико и Станфордском университете для преподавания курсов теории матриц, линейной алгебры и численного анализа. В это время активно разрабатывались пакеты прикладных программ по линейной алгебре LINPACK и EISPACK на языке FORTRAN, и авторы системы **MATLAB** искали способы использовать эти пакеты, не программируя на языке FORTRAN.

Сейчас возможности системы значительно превосходят возможности первоначальной версии матричной лаборатории Matrix Laboratory. Нынешний **MATLAB** - это высокоэффективный язык инженерных и научных вычислений. Он поддерживает математические вычисления, визуализацию научной графики и программирование с использованием легко осваиваемого операционного окружения, когда задачи и их решения могут быть представлены в нотации, близкой к математической. Наиболее известные области применения системы **MATLAB**:

- математика и вычисления;
- разработка алгоритмов;
- вычислительный эксперимент, имитационное моделирование, макетирование;
- анализ данных, исследование и визуализация результатов;
- научная и инженерная графика;
- разработка приложений, включая графический интерфейс пользователя.

MATLAB - это интерактивная система, основным объектом которой является массив, для которого не требуется указывать размерность явно. Это позволяет решать многие вычислительные задачи, связанные с векторно-матричными формулировками, существенно сокращая время, которое понадобилось бы для программирования на скалярных языках типа C или FORTRAN.

Версия MATLAB 5.3 - это последнее достижение разработчиков; она содержит существенные изменения и улучшения в каждом разделе, начиная от встроенных математических функций и новых конструкций программирования и заканчивая новыми структурами данных, объектно-ориентированным подходом, новыми средствами визуализации и графическим интерфейсом пользователя.

Фирма The MathWorks, Inc. поддерживает тесные связи с университетским миром и предлагает для образовательных версий значительные скидки. В настоящее время студенческая версия Student Edition of MATLAB ничем не отличается от коммерческой версии, но имеет невысокую цену и предназначена для студентов, работающих на персональном компьютере дома или в общежитии.

Одно из назначений математики - служить языком общения между учеными и инженерами. Матрицы, дифференциальные уравнения, массивы данных, графики - это общие объекты и конструкции, используемые как в прикладной математике, так и в системе MATLAB. Именно эта фундаментальная основа обеспечивает системе MATLAB непревзойденную мощь и доступность. Стоит прислушаться к следующему афористичному мнению: "Причина, по которой MATLAB столь полезен для обработки сигналов, состоит в том, что он не проектировался специально для этой цели, а создавался для математиков".

Система MATLAB - это одновременно и операционная среда и язык программирования. Одна из наиболее сильных сторон системы состоит в том, что на языке MATLAB могут быть написаны программы для многократного использования. Пользователь может сам написать специализированные функции и программы, которые оформляются в виде М-файлов. По мере увеличения количества созданных программ возникают проблемы их классификации и тогда можно попытаться собрать родственные функции в специальные папки. Это приводит к концепции пакетов прикладных программ (ППП), которые представляют собой коллекции М-файлов для решения определенной задачи или проблемы.

В действительности ППП - это нечто большее, чем просто набор полезных функций. Часто это результат работы многих исследователей по всему миру, которые объединяются в зависимости от области применения - теория управления, обработка сигналов, идентификация и т. п. Именно поэтому пакеты прикладных программ - MATLAB Application Toolboxes, входящие в состав семейства продуктов MATLAB, позволяют находиться на уровне самых современных мировых достижений.

Система MatLAB неоднократно модернизировалась. Она оказала большое влияние на разработку ряда пакетов для выполнения матричных операций, расчета систем управления и др. (таких как CTRL C, MATRIXx и т.д.), в свою очередь вобрав в себя лучшие из их средств, накопленных за более чем 30-ти летнюю историю развития матричных методов вычислений на ЭВМ. MatLAB расширяемая система и ее легко приспособить к решению нужных Вам классов задач. Возможности ее весьма обширны, а по скорости выполнения задач система превосходит многие другие подобные системы. MatLAB не стоит применять для пустячных расчетов - система предназначена для достаточно серьезных расчетов. Это и определяет круг пользователей системой: инженеры - проектировщики и разработчики новых устройств, студенты и аспиранты, научные работники, физики и математики. Система применима в любой области науки и техники, хотя и содержит средства, особенно удобные для электро- и радиотехнических расчетов (операции с комплексными числами, матрицами, векторами и полиномами, обработка данных, анализ сигналов и цифровая фильтрация).

Стоимость новых версий системы MatLAB достигает 3000 \$(США). Так что это одна из самых дорогих коммерческих математических систем. Высокая стоимость системы также свидетельствует о ее обширных возможностях и серьезности применений.

Своим названием "матричная лаборатория" (MATrix LABoratory) система обязана ориентации на матричные и векторные вычисления, которые выполняются в интерактивном режиме столь же просто, как и обычные алгебраические вычисления.

Сейчас широко применяется множество интегрированных систем и пакетов программ для автоматизации математических расчетов: Eureka, Asystant, Gauss, TK! Solver Plus, Derive, MathCAD и др. Возникает вопрос - какое место занимает среди них система MatLAB?

Прежде всего надо отметить, что эти системы основаны на принципиально различных подходах и базовых алгоритмах, хотя порою и решают казалось бы схожие задачи - например выполняют расчеты по формулам, ищут решения систем линейных и нелинейных уравнений, проводят минимизацию функций и т.д. Словом решают достаточно широкий круг задач разными методами. Например, система Eureka построена на основе алгоритма минимизации решений систем нелинейных уравнений, пакет Derive ориентирован на символьные операции, система MathCAD имеет входной язык, близкий к естественному языку математических вычислений и т.д.

Отличительная черта системы MatLAB - ее ориентация на векторные и матричные вычисления, которые находят весьма широкое применение в самых различных областях науки и техники. Обычно такие вычисления требуют подготовки специальных и достаточно сложных программ, которые ранее писались на языках высокого уровня.

Система MatLAB выполняет операции над векторами и матрицами даже в режиме прямых вычислений без какого либо программирования. Ею можно пользоваться как мощнейшим калькулятором, в котором наряду с обычными арифметическими и алгебраическими действиями могут использоваться такие сложные операции как инвертирование матрицы, вычисление ее собственных значений и векторов, решение систем линейных уравнений, вывод графиков двумерных и трехмерных функций и многое другое.

Но главная отличительная черта системы - это легкость ее модификации и адаптация к конкретным задачам пользователя. Пользователь может ввести в систему любую новую команду, оператор или функцию и пользоваться затем ими столь же просто, как и заведомо встроенными операторами или функциями. Новые определения в системе MatLab хранятся в виде файлов на диске, имеющих расширение .m. Это делает набор операторов и функций практически неограниченным.

В базовый набор слов системы входят спецзнаки, знаки арифметических и логических операций, арифметические, алгебраические, тригонометрические и некоторые специальные функции, функции быстрого преобразования Фурье и фильтрации, векторные и матричные функции, средства для работы с комплексными числами, операторы построения графиков в декартовой и полярной системах координат, трехмерных поверхностей и др. Словом, MatLAB предоставляет пользователю обширный набор готовых средств (примерно половина из них это внешние расширения в виде m-файлов).

MatLAB имеет серьезные средства для работы с сигналами, расчета и проектирования аналоговых и цифровых фильтров, построения их частотных, импульсных и переходных характеристик. Имеются и средства для спектрального анализа и синтеза, в частности реализации прямого и обратного быстрого преобразования Фурье. Это делает систему привлекательной для проектирования электронных устройств.

StatSoft. Системы STATISTICA Компания StatSoft специализируется в области программного обеспечения для решения задач статистики, анализа данных и графического представления результатов. На сервере вы сможете подробно познакомиться с серией продуктов под общим названием STATISTICA: пакеты STATISTICA for Windows, Quick STATISTICA, STATISTICA Industrial System, STATISTICA Neural Networks. Предоставляется возможность скопировать

демонстрационные версии программ, обновления и электронные учебные пособия, познакомиться с примерами применения пакетов и обзорами, опубликованными в прессе.
<http://www.statsoft.com/>

STATISTICA - это универсальная интегрированная система, предназначенная для статистического анализа и визуализации данных, управления базами данных и разработки пользовательских приложений, содержащая широкий набор процедур анализа для применения в научных исследованиях, технике, бизнесе, а также специальные методы добычи данных.

Помимо общих статистических и графических средств в системе имеются специализированные модули, например, для проведения социологических или биомедицинских исследований, решения технических и, что очень важно, промышленных задач: карты контроля качества, анализ процессов и планирование эксперимента. Работа со всеми модулями происходит в рамках единого программного пакета, для которого можно выбирать один из нескольких предложенных интерфейсов пользователя.

С помощью реализованных в системе STATISTICA мощных языков программирования, снабженных специальными средствами поддержки, легко создаются законченные пользовательские решения и встраиваются в различные другие приложения или вычислительные среды. Очень трудно представить себе, что кому-то могут понадобиться абсолютно все статистические процедуры и методы визуализации, имеющиеся в системе STATISTICA, однако опыт многих людей, успешно работающих с пакетом, свидетельствует о том, что возможность доступа к новым, нетрадиционным методам анализа данных (а STATISTICA предоставляет такие возможности в полной мере) помогает находить новые способы проверки рабочих гипотез и исследования данных.

Waterloo Maple. Система Maple Канадская компания Waterloo Maple, Inc. является разработчиком широко известной системы Maple V, ориентированной на выполнение аналитических (символьных) преобразований, получивших название "компьютерной алгебры". Имея в руках такой инструмент, как Maple V, можно успешно выполнить многие университетские задания по математическому анализу и блестяще проводить преобразование сложных выражений, интегрирование и решение дифференциальных уравнений, даже забыв все технические приемы (постановку задачи и смысл преобразований, разумеется, необходимо понимать). На сервере вы найдете подробную информацию о Maple V, который имеет и специальную версию Maple V Student для студентов, а также о других разработках компании: MathView (система символьной алгебры с развитыми графическими возможностями), CRC Standard Math Interactive (обширный электронный справочник), The MathResource Interactive Math Dictionary (прекрасное пособие для изучения математики в вузе), Expressionist (система подготовки документов, содержащих математические формулы).
<http://www.maplesoft.com/>


Программа Maple V компании Maple Waterloo используется для выполнения сложных аналитических и численных расчетов широкого класса математических задач (более 2700 встроенных функций).

Программа Maple V состоит из быстрого ядра, написанного на Си и содержащего основные математические функции и команды, а также большого количества библиотек, расширяющих ее возможности в различных областях математики. Библиотеки скомпонованы из подпрограмм, написанных на собственном языке Maple, специально предназначенном для создания программ символьных вычислений. Наиболее интересные возможности системы Maple V - редактирование и изменение этих подпрограмм, а также пополнение библиотек подпрограммами, разработанными для решения конкретных задач. Они уже появились в большом количестве, а лучшие из них вошли в Share-библиотеку пользователей, распространяемую вместе с пакетом Maple.

Программа уже превратилась в мощную вычислительную систему, позволяющую выполнять сложные алгебраические преобразования, в том числе над полем комплексных чисел, вычислять конечные и бесконечные суммы, произведения, пределы и интегралы, находить корни многочленов, решать аналитически и численно алгебраические (в том числе трансцендентные) системы уравнений и неравенств, а также системы обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. В Maple включены специализированные пакеты подпрограмм для решения задач аналитической геометрии, линейной и тензорной алгебры, теории чисел, комбинаторики, теории вероятностей и математической статистики, теории групп, численной аппроксимации и линейной оптимизации (симплекс-метод), финансовой математики, интегральных преобразований и т. п.

UniCalc®

решение вычислительных задач на основе аппарата недоопределенных моделей

 *UniCalc* существенно расширяет класс прикладных проблем, доступных лучшим коммерческим решателям традиционного типа. Он эффективно решает прямые, обратные, регрессионные и оптимизационные задачи на системах, для которых зачастую отсутствуют стандартные численные методы. На многих задачах эффективность решения повышается в десятки раз по сравнению с лучшими известными алгоритмами. *UniCalc* обеспечивает следующие качественно новые возможности:

- использование интервальных значений числовых параметров;
- использование соотношений произвольной сложности (уравнения, неравенства, логические выражения);
- реализацию для заданной модели процесса выделения пространства решения, обеспечивающего, в частности, функции обратного счета.

Специализированные версии технологии *UniCalc* могут найти широкое применение в научных, инженерных и коммерческих расчетах, в системах управления сложными объектами и технологическими процессами, САПР, в учебном процессе, системах двойного назначения и многих других областях приложений. Среди потенциальных областей использования данной технологии: вычислительные задачи повышенной сложности и особо большой размерности. Существует коммерческая версия решателя (русский и английский варианты) в MS DOS, в MS Windows и версиях UNIX для платформ Sun, IBM, HP, Silicon Graphics. Созданы демонстрационная версия в форме электронной таблицы и коммерческая версия вычислительного ядра, используемая в ряде специализированных продуктов и технологий, отнесенных к данному разделу. В группу проектов А включены завершение коммерческой версии *UniCalc-3* и разработка гибридной версии *UniCalc-4* решателя следующего поколения.