

Mathcad Prime 3.0

Качественно другой подход к инженерным расчетам

Андрей Оробченко

Начальник отдела расчетных систем
Инженерная Компания ТЕХНОПОЛИС, Киев

12 декабря 2013



Введение

РТС

Технологические решения, которые
трансформируют Ваш путь создания и
обслуживания изделий

Сила

5,900

работников

1,890

сотрудников отдела разработок

1,387

сервисных специалистов

Признание

60,000+

компаний пользователей

2,000,000+

проданных коммерческих
лицензий Mathcad

1,700,000+

общее количество
рабочих мест инженерного ПО
(Creo, Windchill, Arbortext)

Сообщество

750+

партнеров

10 000 000

Студентов принимают участие
в академической программе
PTC

150+

спонсор *FIRST® Teams*
(для вдохновения и признания
науки и техники)

Опыт

1992

Год основания компании

60+

Предприятий Украины
наши заказчики

10+

Сотрудничество с ВУЗами

Уверенность

50+

Специалистов ежегодно
повышают свою квалификацию
с помощью нашей компании

100+

активных пользователей
системы поддержки
TPOLISeSUPPORT

3 000+

общее количество
внедренных рабочих мест

Гибкость решений

Создание комплексных
систем для различных
отраслей
промышленности

Широкая линейка
внедряемого ПО для
Заказчиков

Разработка
дополнительных
модулей, ЕСКД и др.

Эти корпорации эффективно используют Mathcad

Автомобиле-
строение

DELPHI
Driving Tomorrow's Technology

BOSCH

Continental



SKF



Аэрокосмическая
и оборонная
промышленность

LOCKHEED MARTIN

BAE SYSTEMS



AIRBUS

MBDA
MISSILE SYSTEMS

Raytheon

Строительство

HNTB

FLUOR



Technip



Электроника



Saipem

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



QUALCOMM

infineon



LG.PHILIPS LCD



Топливо –
энергетическая
промышленность

ABB



Chevron

TEXACO

Schlumberger

High-Tech

IBM

intel



SONY

SIEMENS



AMD

Фармацевтическ
ая и хими-
ческая промыш-
ленность

Lilly

Pfizer



Bayer

Johnson & Johnson

MERCK



Medtronic
When Life Depends on Medical Technology

P&G

Наши крупнейшие клиенты в Украине

Инженерная Компания
ТЕХНОПОЛИС РТС®



Введение

Почему профессионалы выбирают Mathcad?

Технические характеристики новейшей версии

Mathcad Express

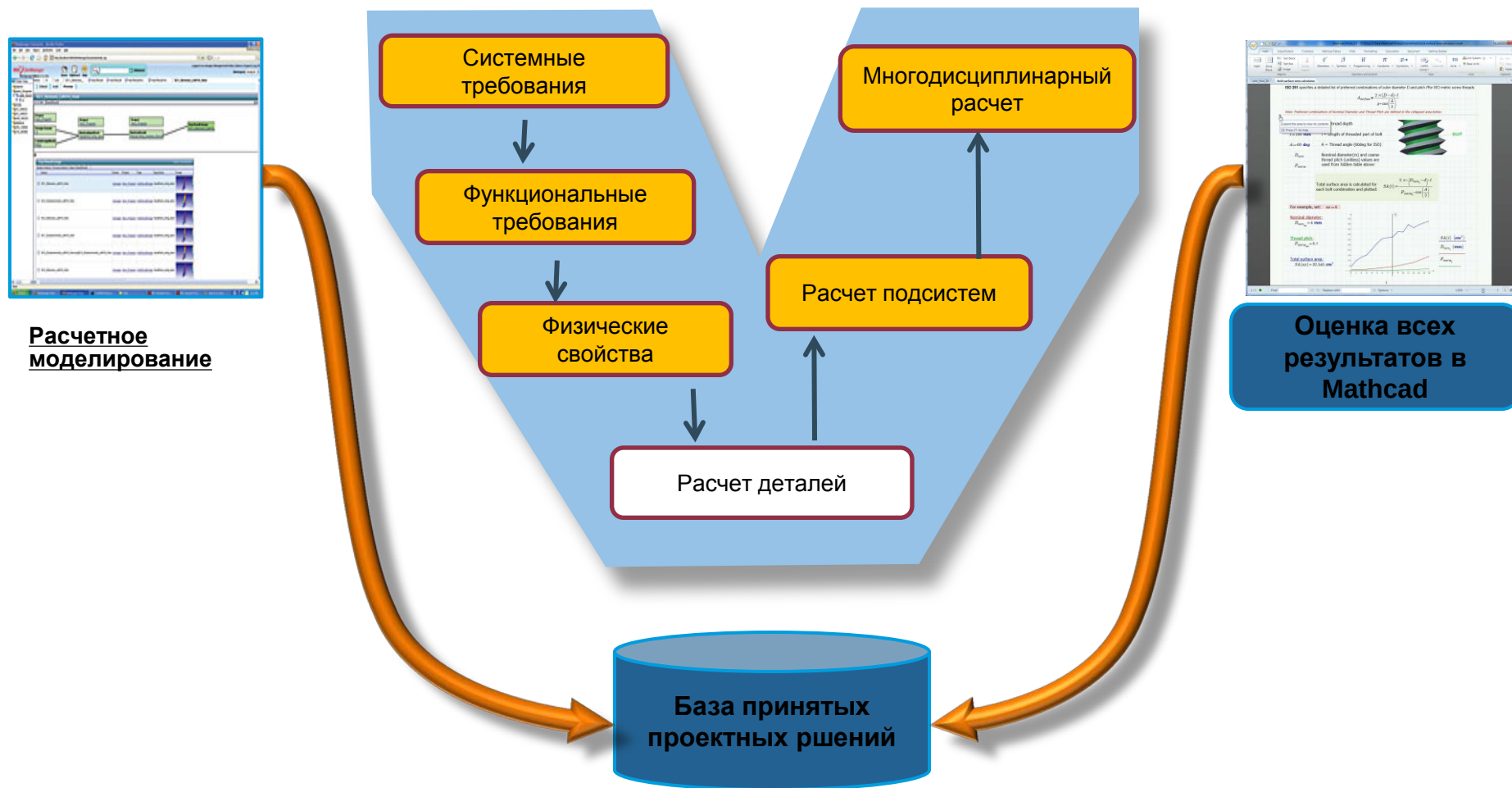
Mathcad для ВУЗов

PTC®
PRODUCT & SERVICE ADVANTAGE®

Leaders never rest.
LEADERS TRANSFORM.



Принятие эффективных проектных решений



Почему профессионалы выбирают Mathcad? Инженерная Компания РТС ТЕХНОПОЛИС



Обмен информацией между сотрудниками в «поле» и в офисе



■ Типичные сложности

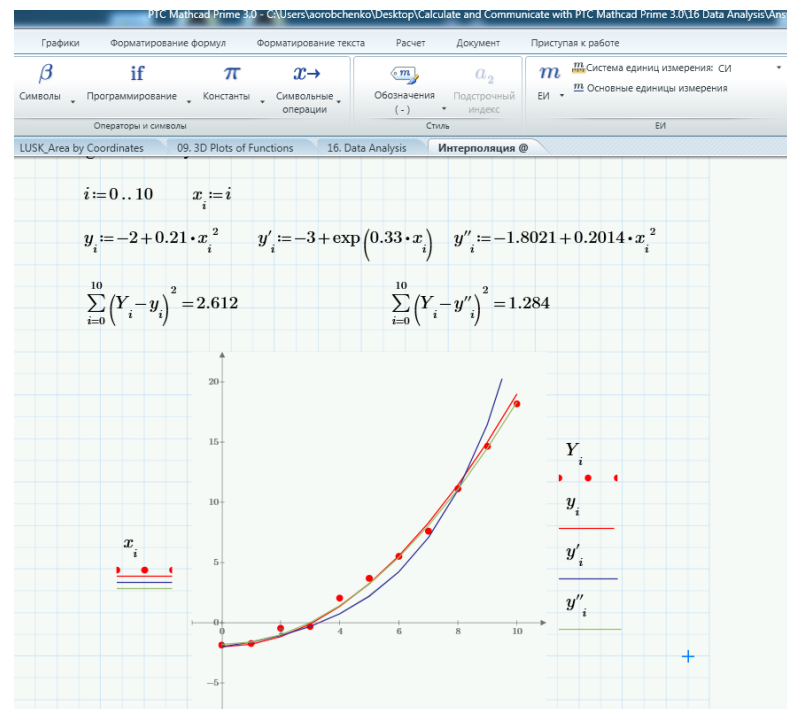
- Получение различных результатов из – за разных методов расчета
- Большое количество ошибок, связанных с точностью вычислений

■ Доступное для всех средство вычислений и оформления расчетов

- Простой обмен информацией

■ Простое и эффективное средство для обмена данными и результатами расчетов

- Эффективное воплощение результатов расчетов в улучшения конструкции

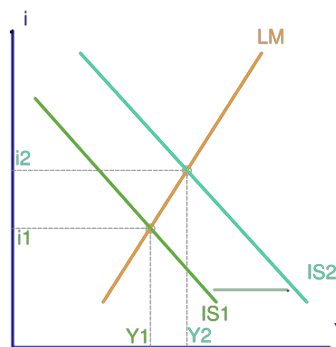


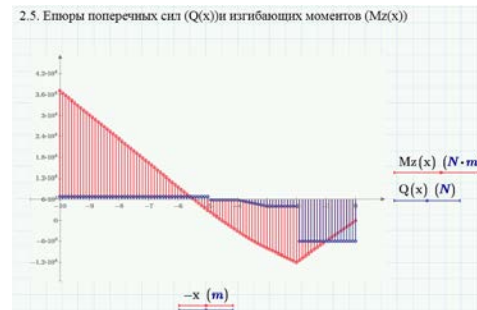
Mathcad можно использовать для работы с разными моделями

- В процессе разработки могут использоваться модели различной степени абстракции
- Повторное использование полученных моделей расчетов в аналогичных проектах
- Удобный способ сверки с результатами расчетов из аналитических расчетных систем (FEA, CFD и т. д.)

$$\pi(x,t) = x p(x) - C(x) - t x$$

$$P2 : \begin{cases} u_{xx}(x,y) + u_{yy}(x,y) = f(x,y) & \text{in } \Omega, \\ u = 0 & \text{on } \partial\Omega, \end{cases}$$

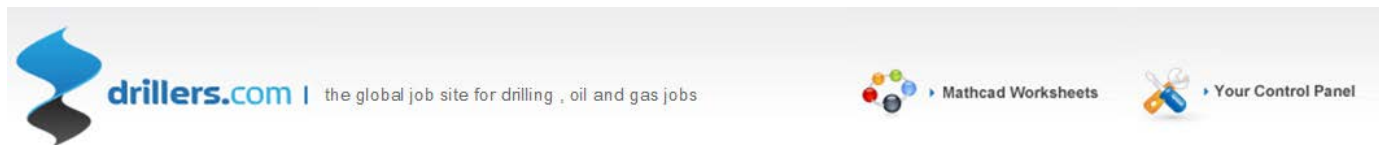




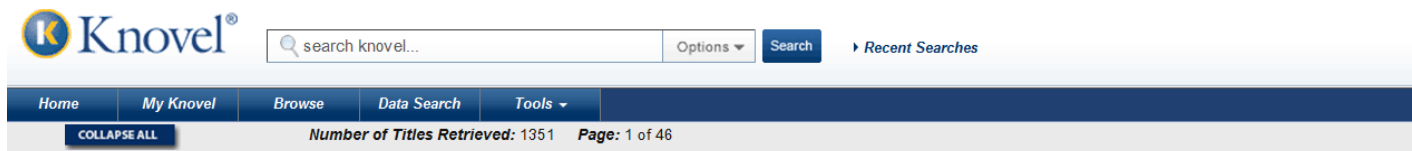
- **Преимущества использования Mathcad для принятия проектных решений**
 - Простой обмен инженерными данными в ходе системного проектирования
 - Имитационное моделирование
 - Проверка результатов расчетов
 - Уход от ошибок связанных с различными методиками расчетов и точностью вычислений
 - Простота сохранения результатов всех проведенных в ходе проекта расчетов в общем архиве расчетов

Интернет ресурсы, где есть нужные примеры или типичные расчеты

- PlanetPTC Community (communities.ptc.com)
 - <http://communities.ptc.com/community/mathcad>
- Mathcad Resource Center (www.ptc.com)
 - <http://www.ptc.com/appserver/search/mathcad.jsp?&mod=ptccontenttype::Worksheets>
- Google
 - gas pipeline oil mathcad (набрать в строке поиска)
- Drillers (www.drillers.com)



- Knovel (www.knovel.com)



You searched for (gas flow)

Преимущества

- **Многодисциплинарный**
 - Расчет и одновременное документирование важной информации
 - Единое хранилище расчетной документации. Все в одном месте, на одном листе.
 - Международный стандарт
- **Решение текущих задач и расширение технических возможностей;**
- **Практически не ограничены возможности в решении сложных задач;**
- **Сохранение интеллектуального потенциала и разработок компании;**
- **Реальная экономия времени;**

Почему профессионалы выбирают Mathcad?

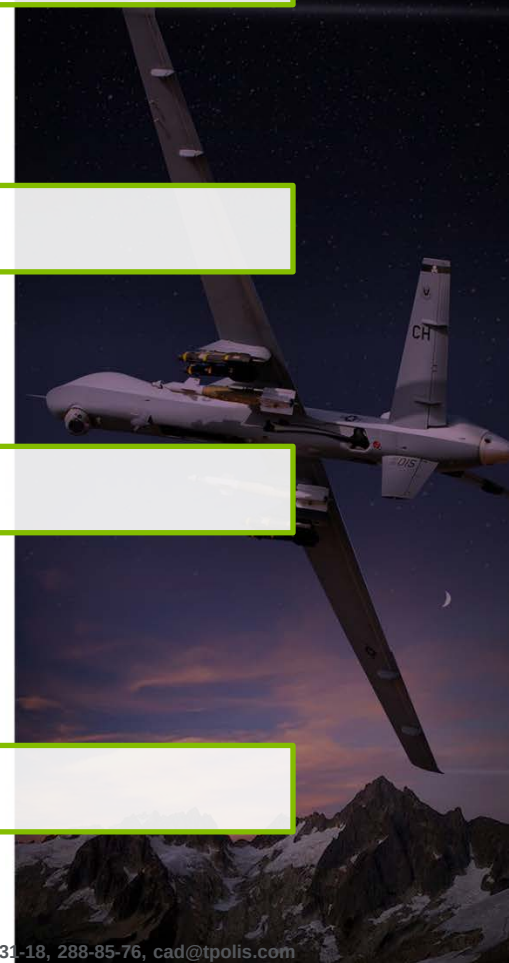
Технические характеристики новейшей версии

Mathcad Express

Mathcad для ВУЗов

PTC®
PRODUCT & SERVICE ADVANTAGE®

Leaders never rest.
LEADERS TRANSFORM.





PTC Mathcad Prime 3.0 - C:\Users\arobchenko\Desktop\Примеры по маткад\Расчет консольной балки Mathcad Prime 2.0V01.mcdx

Математика Ввод/вывод Функции Матрицы/таблицы Графики Форматирование формул Форматирование текста Расчет Документ Приступая к работе

Mathcad UniMath Prim 11 5·10⁴ (Общий) 0.57721566 (8) 0.5000 1 + 1i Очистить формат Стиль обозначений

Расчет оболочек в Mathcad Prime 2.0V01 9-4 Plot of a Spring Безымянный-1 Расчет консольной балки Mathcad Prime 2.0V01

ИК ТЕХНОПОЛИС: Использование Mathcad Prime 3.0 для инженерных расчетов

2.1. Определение сечения с максимальной поперечной силой

$L_n := 0 \text{ m}$ $L_k := L$ $N := 100$
 $P1_{\max}(P, L_n, L_k, N) := \begin{cases} L \leftarrow L_n \\ A1 \leftarrow |P(L)| \\ \text{while } L < L_k \\ \quad L \leftarrow L + \frac{L_k - L_n}{N} \\ \quad A2 \leftarrow |P(L)| \\ \quad \text{if } A2 > A1 \\ \quad \quad A1 \leftarrow A2 \\ \quad \quad L2 \leftarrow L \\ \text{end while} \\ [A1 \ L2]^T \end{cases}$

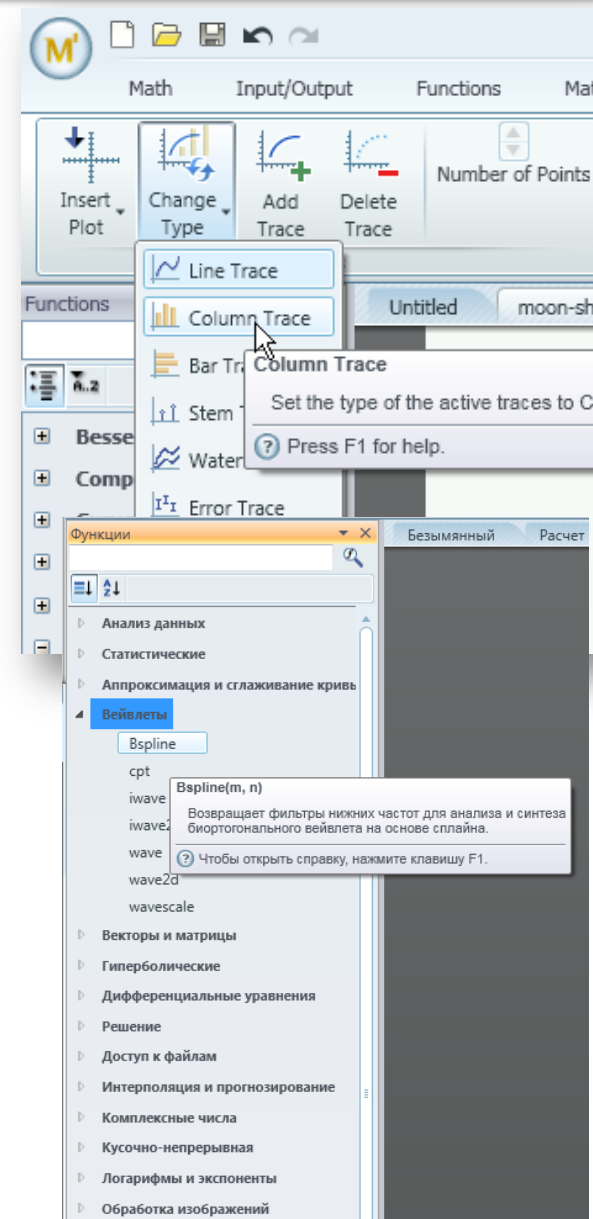
$x_{Q_{\max}} := P1_{\max}(Q, L_n, L_k, N)_2$
 для поперечная сила: $Q_{\max} = (6.862 \cdot 10^3) \text{ N}$
 расстояние от свободного конца: $x_{Q_{\max}} = 5.3 \text{ m}$

График изгибающих моментов $M_z(x)$ и поперечной силы $Q(x)$.

$M_z(x) \text{ (N} \cdot \text{m)}$
 $Q(x) \text{ (N)}$

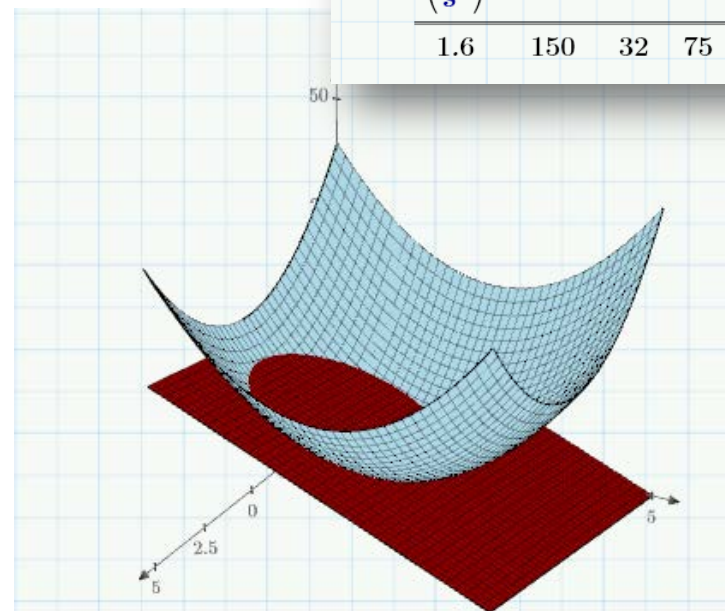
5 / 5 Опции 120%

- Сделан акцент на инженерную работу, а не на «борьбу» с интерфейсом
- Документ-ориентированный интерфейс
 - Комплексное, профессиональное оформление документов
 - Интуитивный, быстрый, легкий
- Мощная интуитивная справочная система
- Расширение возможностей математики
 - Визуализация результатов
 - Полная поддержка единиц измерения
 - Включено более 600 функций



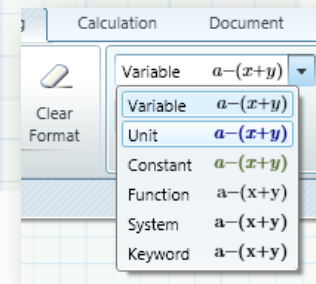
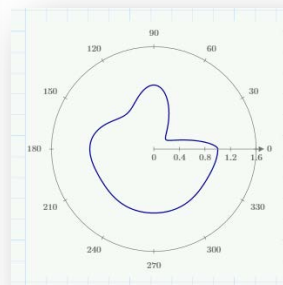
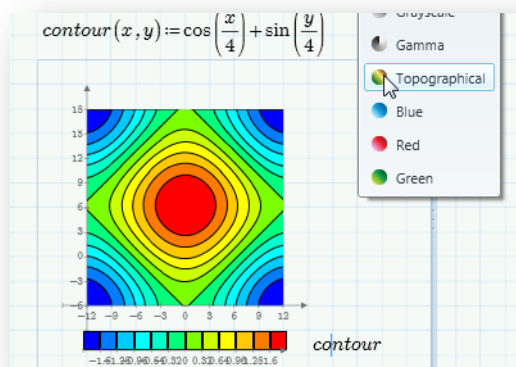
- Встроенная поддержка единиц измерения
 - Смешанные единицы в матрицах
 - Полная поддержка единиц в графиках
 - **Отличает** единицы переменных/констант
- X-Y полярные, 3Д и контурные графики

g_{moon}	v_0	θ	h
$\left(\frac{m}{s^2}\right)$	(mph)	$(^\circ)$	(m)
1.6	150	32	75

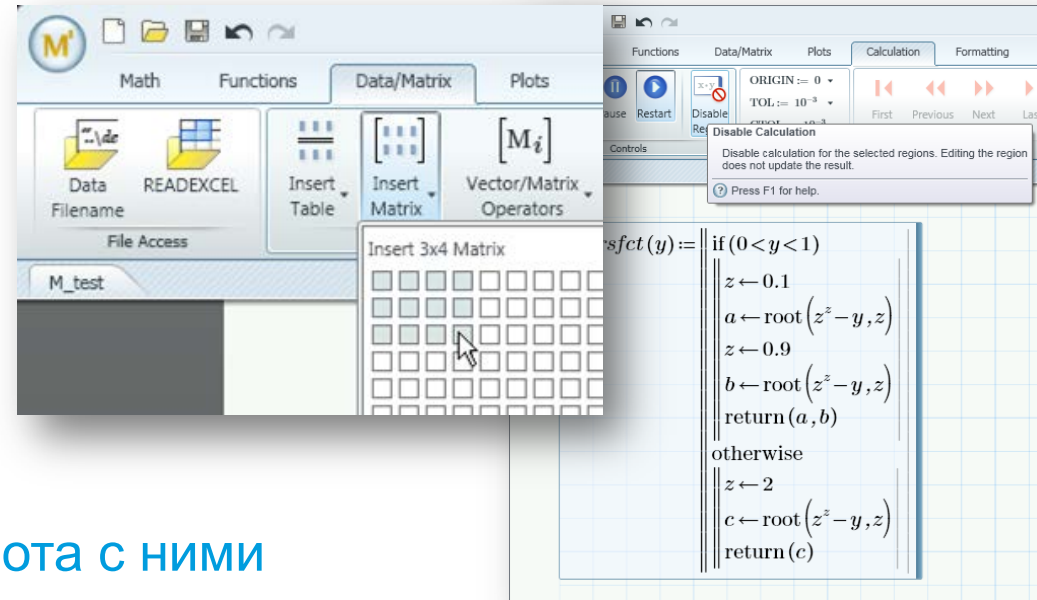


$z_1(x, y)$

$z_2(x, y)$



- Планирование экспериментов
- Функции
- Легкое создание матриц и работа с ними
- Интуитивный блок решателей



Атмосферное давление

$$p_0 := 10^5 \cdot \text{Па}$$

Интенсивность испарения

$$\Delta H_{\text{vap}} := 44 \cdot 10^3 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1}$$

Универсальная газовая константа

$$R = 8.314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

Температура кипения (в Кельвинах)

$$T_B := (273 + 100) \cdot \text{К}$$

Давление пара в зависимости от температуры:

$$p_{\text{vap}}(T) := p_0 \cdot \exp\left(-\left(\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R}\right) \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_B}\right)\right) = ?$$

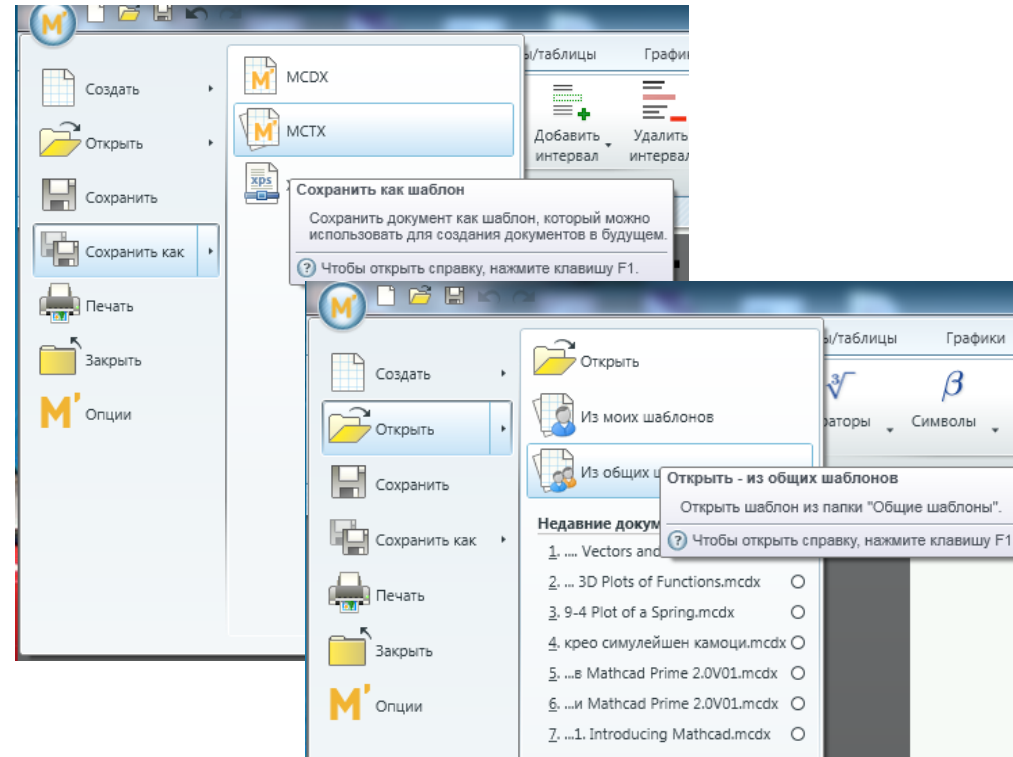
Эти единицы измерения несовместимы.

- **Возможности**

- Стандартизировать единый шаблон для всей расчетной документации предприятия или конкретного проекта
- Использовать в качестве заготовки для часто повторяемых формул или расчетов

- **Эффект**

- Нет различий в оформлении документов
- Экономия времени на подготовку отчетов
- Быстрое создание типичных расчетов



ИК ТЕХНОПОЛИС: Использование Mathcad Prime 3.0 для инженерных расчетов

Расчет консольной балки

В этом примере показаны преимущества использования **MathCad Prime 3.0** для расчета консольно защемлённой балки на изгиб.

Задача: рассчитать конольную балку при заданном нагружении.

1. Исходные данные:

ORIGIN := 1

L - Длина консольной балки.

q1, q2 - Распределённые нагрузки.

- **Улучшена связь с Excel**

- Бесшовная и качественная интеграция Mathcad и Excel

- **Улучшено построение 3D графиков**

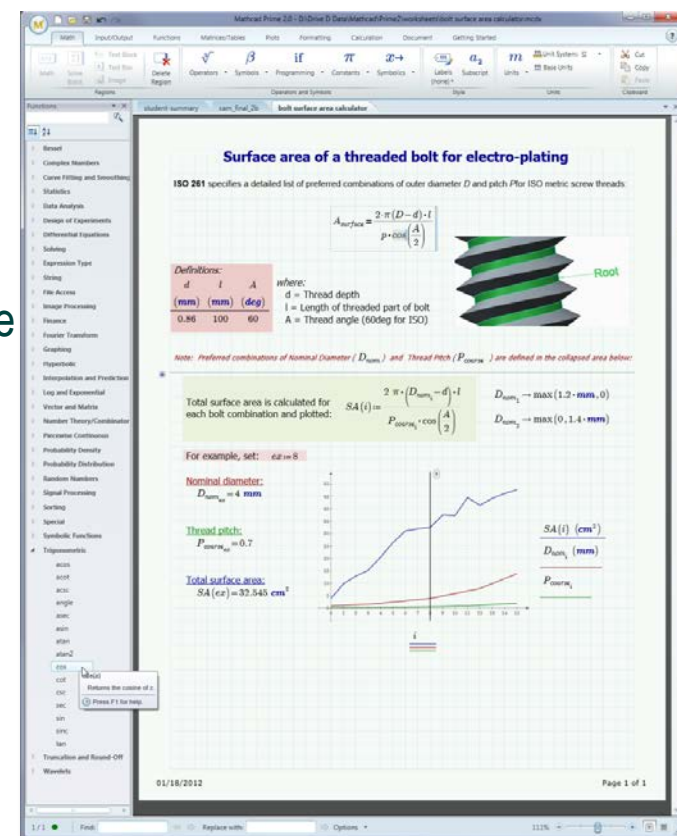
- Инженеры могут визуализировать 3х-мерные данные для лучшего понимания и общения

- **Улучшены символьные вычисления**

- Инженеры могут манипулировать сложными уравнениями с помощью решателя символьной алгебры Mathcad

- **Повышена производительность**

- Позволяет пользователям лучше использовать большие объемы памяти, многоядерные и многопроцессорных компьютеры



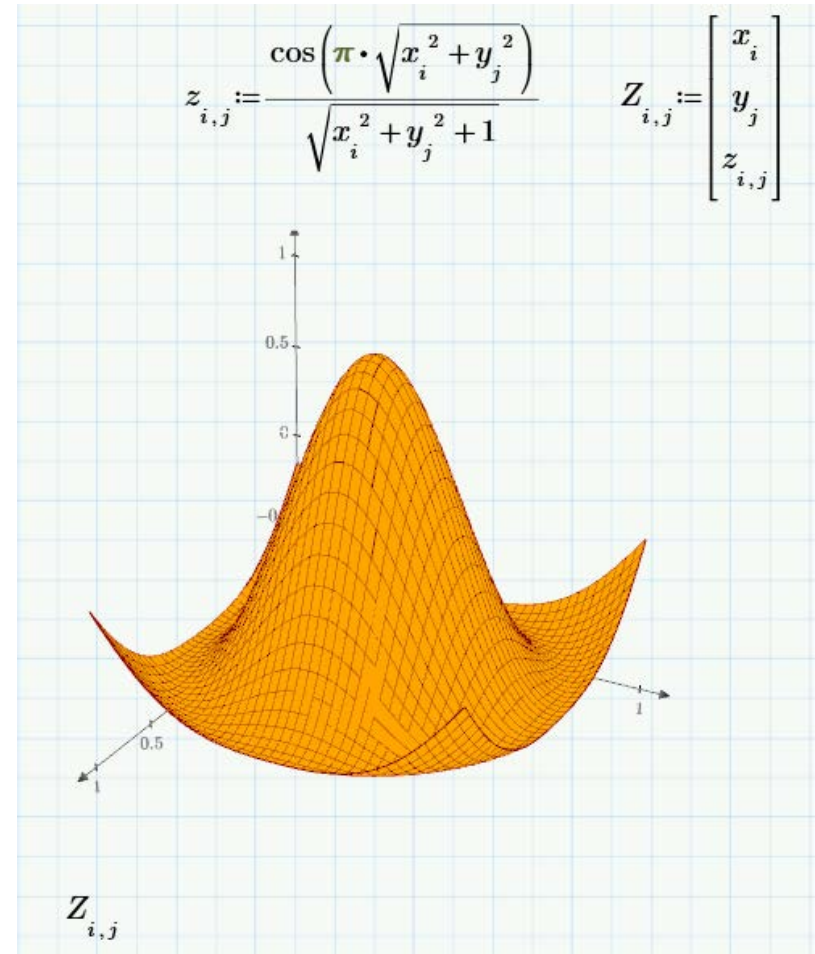
Улучшено построение 3D графиков

• Возможности

- Поверхность
- Кривая
- Рассеяние
- Отображение данных и функций
- Усиленный мат аппарат

• Эффект

- Лучшее понимание 3D данных и функций
- Результаты лучше понимать и интерпретировать



Полная интеграция с электронными таблицами

• Возможности

- Интеграция книги Excel с документом Mathcad
 - Документация
 - Вычисление

• Эффект

- Использование существующих таблиц Excel для расчета
- Повышение читаемости документов, путем включения представления данных в знакомой форме (Excel)

Inputs

$excel_{B2} := data$

run	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 6
1	9.55899832	5.39341502	4.62073832	8.62219531	7.79658314	9.96795644
2	0.08817101	2.75887234	5.87911718	8.37607619	4.84930583	7.43727675
3	1.51557162	4.25164882	5.17120055	7.51536424	1.68995889	4.91884263
4	9.66604101	1.53255531	8.21673036	1.91350644	8.17183693	1.55563474
5	8.34656833	5.17018523	4.26211691	9.4933842	5.49540588	4.71721648
6	8.39428639	5.00912175	0.27496173	5.72572342	5.31316957	8.43036705
7	1.4028116	8.34616332	6.00242529	2.52720473	0.01619293	8.06239398
8	4.36712706	6.9620637	4.36683118	5.77866594	6.28666998	5.04149262
9	0.94404227	9.31489515	8.94601136	2.27318391	4.1071173	6.28070194
10	1.84287655	5.55142366	2.42864653	6.04727127	5.84605447	4.94448254
11	7.27662452	6.67784927	3.15019812	3.05821958	1.08577546	8.51219003
MAX	9.66604101	9.31489515	8.94601136	9.4933842	8.17183693	9.96795644

Outputs

$V_{max} := \max(excel_{B2:G12})$ $V_{min} := \min(excel_{B2:G12})$

$V_{max} - V_{min} = 9.952$

Улучшены символьные вычисления

- Возможности

- Символьный расчет выражений
- Запатентованная интеграция между символьными и числовыми вычислениями
- "Явная" оценка

- Эффект

- Выведение и упрощение уравнений
- Вычисления легче просматривать и понимать

$$\begin{aligned}
 m &:= 2 \text{ kg} & F &:= 7.1 \text{ N} \\
 a &:= \frac{F}{m} \\
 a &\xrightarrow{\text{explicit, ALL}} \frac{7.1 \text{ N}}{2 \text{ kg}} \\
 a &= 3.55 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}
 \end{aligned}$$

$$\int \sin(t) dt \xrightarrow{\text{laplace}} -\frac{s}{s^2 + 1}$$

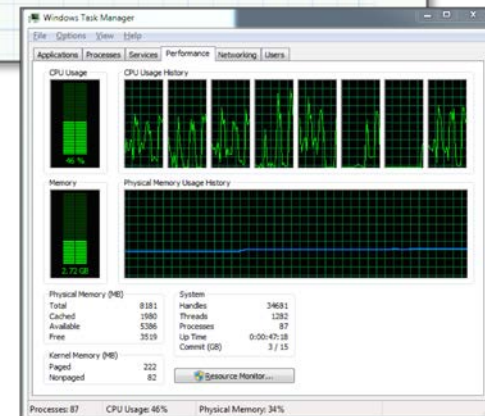
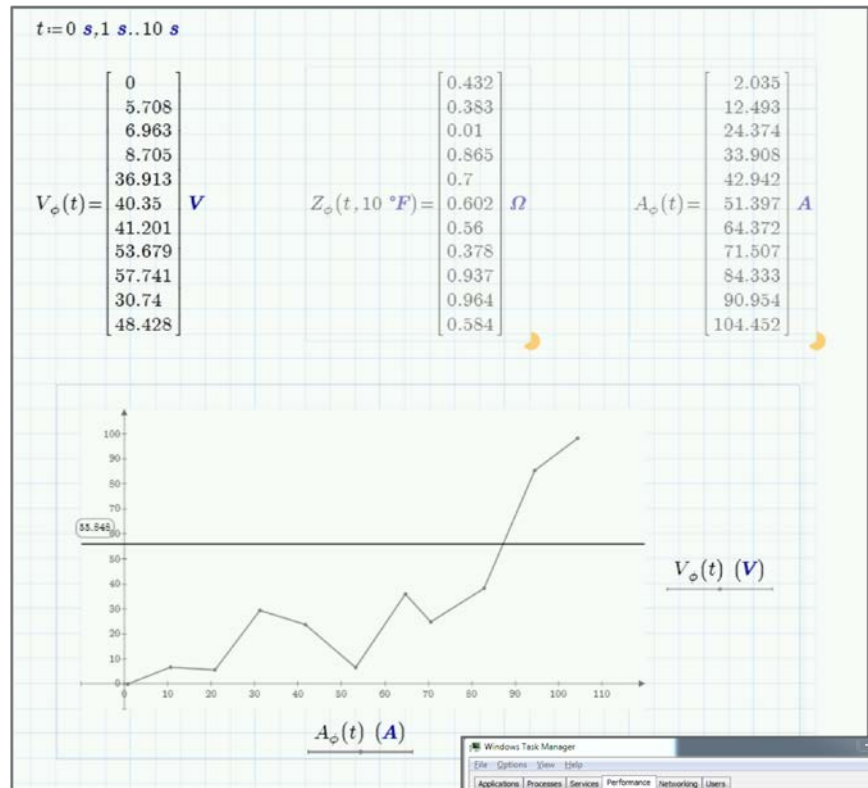
$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0 \xrightarrow{\substack{\text{solve, x} \\ \text{simplify}}} \left[\begin{aligned} &-\frac{b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \\ &-\frac{b - \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \end{aligned} \right]$$

• Возможности

- Встроенная поддержка 64bit архитектуры
- Использование многоядерной архитектуры с новой MKL библиотекой для линейной алгебры
- Поддержка многопоточности
- Улучшен решатель для задач оптимизации и нелинейных задач

• Эффект

- Лучшее использование инвестиций в аппаратное обеспечение
- Решение более масштабных и комплексных задач



Расчет в Mathcad

Поверхность в Creo будет построена на основе переменных, полученных в результате расчета в MathCad Prime 2.0.

Интеграция в Creo позволяет «динамическое» изменение параметров и перестроение модели. Часть параметров (как и все) модели могут быть определены в MathCad

The cam mechanism is described by the following parameters, fed by the analysis feature in Creo/Elements Pro:

- original

$$\phi_r := 1.2 \text{ rad}$$

$$\phi_d := 0.2 \cdot \text{rad}$$

$$\phi_f := 1.2 \cdot \text{rad}$$

$$R_0 := 20 \cdot \text{mm}$$

$$H := 8 \cdot \text{mm}$$

- overwritten -

$$\phi_r = 1.2 \text{ rad}$$

$$\phi_d = 0.2 \text{ rad}$$

$$\phi_f = 1.2 \text{ rad}$$

$$R_0 = 0.02 \text{ m}$$

$$H = 0.008 \text{ m}$$

The rise angle of the follower, supplied in radians

The high dwell angle of the follower, supplied in radians

The fall angle of the follower, supplied in radians

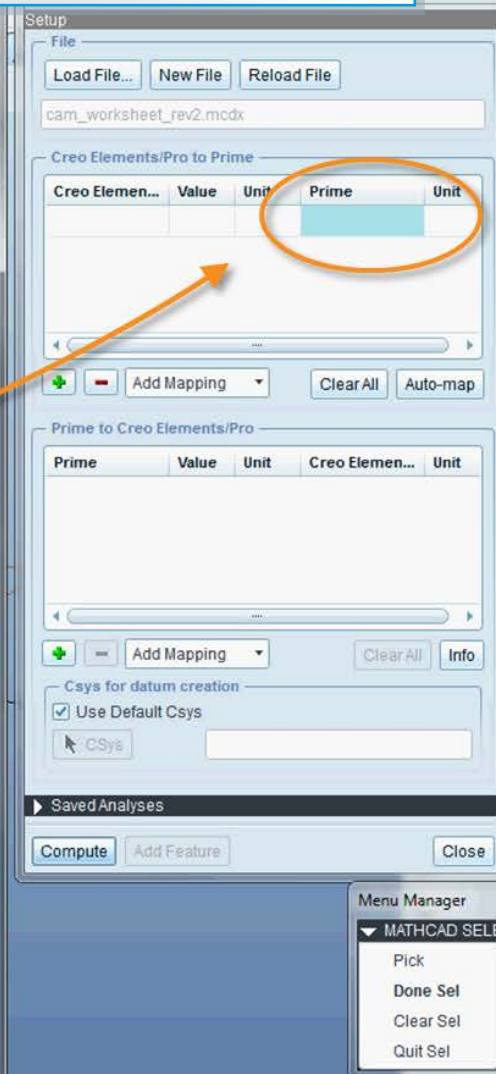
The radius of the base circle of the cam, to roller center

The stroke of the follower

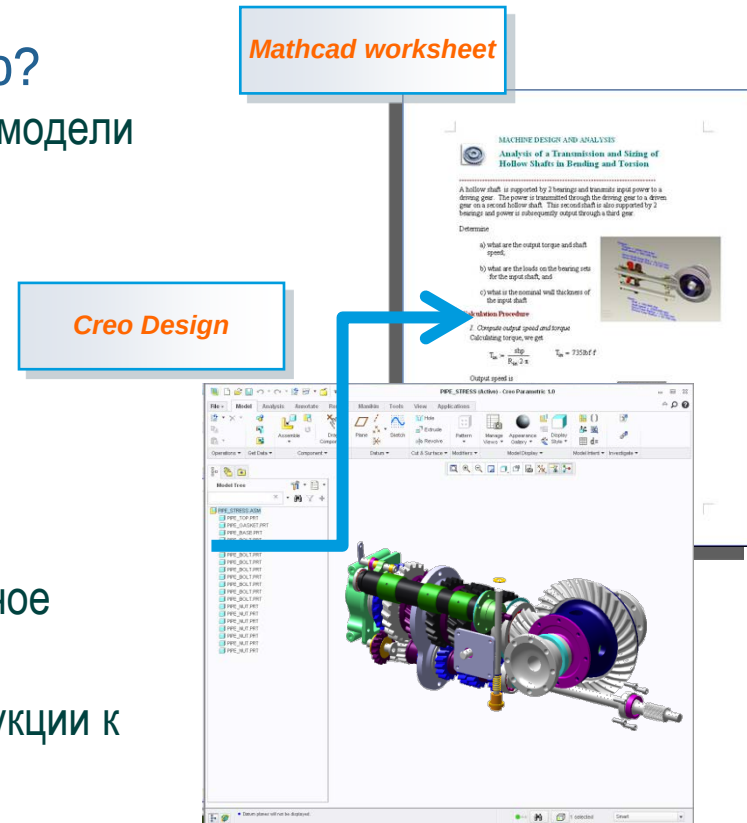
$$\phi_{ld} := 360 \cdot \text{deg} - \phi_r - \phi_d - \phi_f = 211.031 \text{ deg}$$

The low dwell angle of the follower

Анализ поверхностей в Creo



- **Как проходит процесс интеграции в Creo?**
 - Вшивается как элемент анализа в дерево модели
 - Создает канал связи между параметрами.
- Creo
- **Эффект**
 - Прямое управление геометрией Creo по данным Mathcad
 - Обеспечивает более эффективное повторное использование модели
 - Отправляет полную информацию о конструкции к другим внутренним модулям или внешним приложениям
 - Включает настройки и оптимизацию дизайна



Почему профессионалы выбирают Mathcad?

Технические характеристики новейшей версии

Mathcad Express

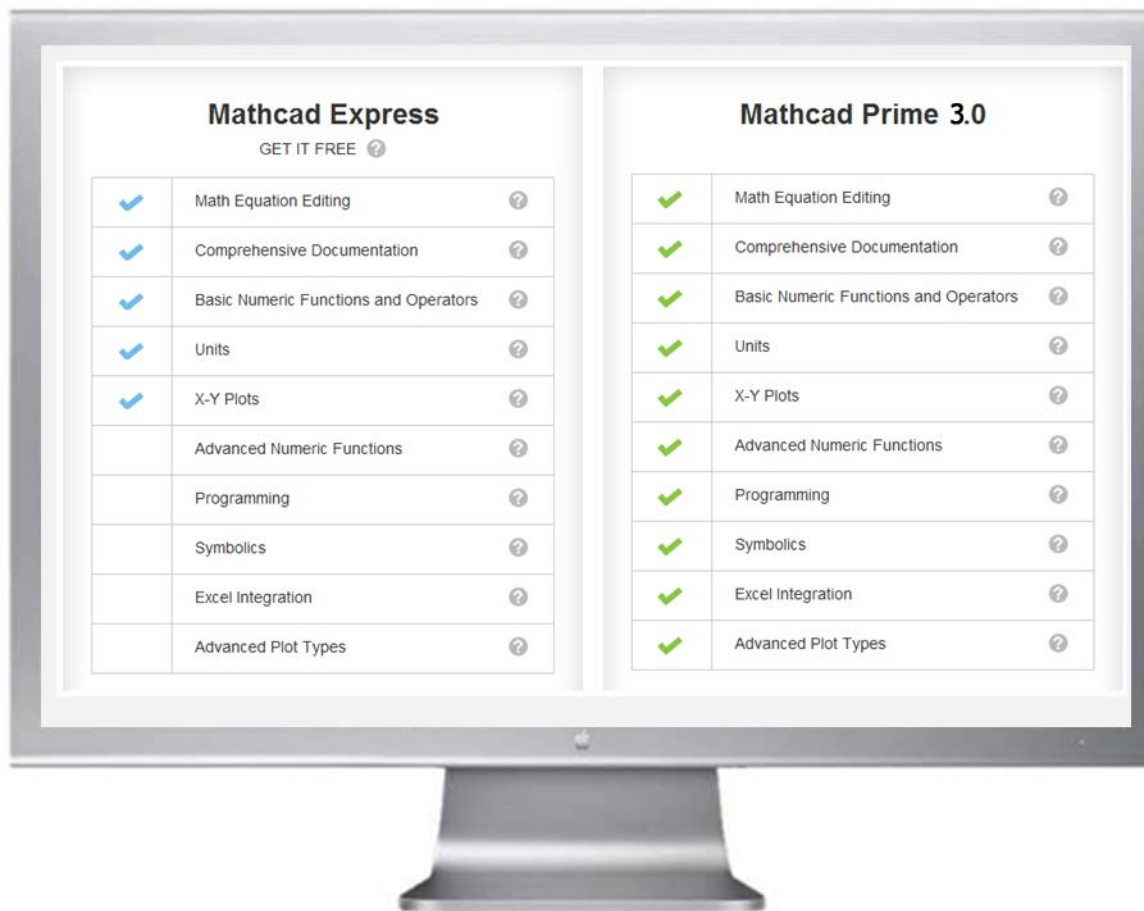
Mathcad для ВУЗов

PTC®
PRODUCT & SERVICE ADVANTAGE™

Leaders accelerate.
LEADERS TRANSFORM.



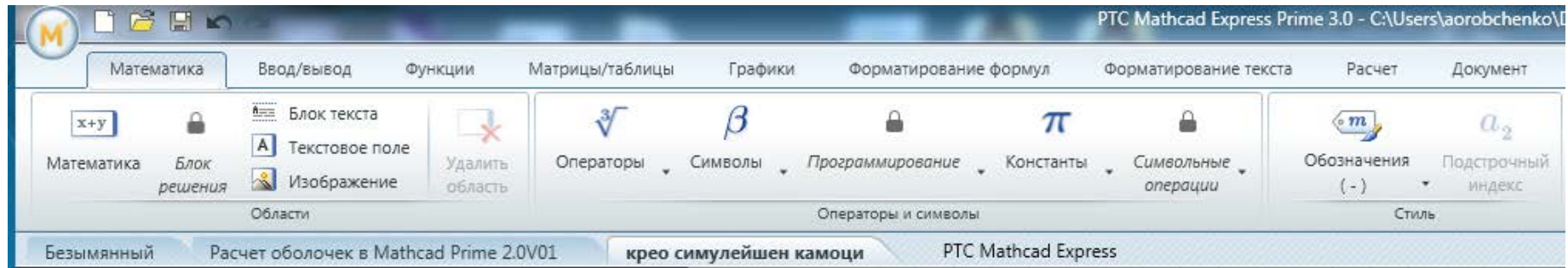
Сравнение функционала Mathcad Express и Mathcad Prime 3.0



Mathcad Express			Mathcad Prime 3.0		
GET IT FREE ?					
✓	Math Equation Editing	?	✓	Math Equation Editing	?
✓	Comprehensive Documentation	?	✓	Comprehensive Documentation	?
✓	Basic Numeric Functions and Operators	?	✓	Basic Numeric Functions and Operators	?
✓	Units	?	✓	Units	?
✓	X-Y Plots	?	✓	X-Y Plots	?
	Advanced Numeric Functions	?	✓	Advanced Numeric Functions	?
	Programming	?	✓	Programming	?
	Symbolics	?	✓	Symbolics	?
	Excel Integration	?	✓	Excel Integration	?
	Advanced Plot Types	?	✓	Advanced Plot Types	?

Mathcad Express – это бесплатный Mathcad Prime, который не требует лицензирования и не имеет ограничений по времени использования

Mathcad Express это бесплатный Mathcad Prime 3.0



- Доступен базовый математический аппарат
- X-Y графики, матрицы, доступ к внешним данным
- Форматирование текста и формул
- Единицы измерения

Резьба М5, шаг=0,8 мм

Материал гильзы - EN AW 6060 (предел текучести - 60МПа)

Пластические деформации в гильзе наступят после внедрения стального болта на глубину более $\delta l := 0.025 \text{ mm}$

Расчетные значения при перемещении на $\delta l := 0.025 \text{ mm}$ (поворот болта после касания на $\frac{0.025 \text{ mm}}{0.8 \text{ mm}} = 3.1 \cdot 10^{-2}$ оборота.

$R1 := 1250 \text{ N}$ - реакция в 1 опоре

$k := 0.61$ коэффициент трения сталь-алюминий

$F1 := R1 \cdot k$ - Результирующая сила трения на 1 опоре

$F := F1 \cdot 8$ (8 опор)

$F = (6.1 \cdot 10^3) \text{ N}$ Расчетное значение усилия, при котором гильза останется неподвижной.

Почему профессионалы выбирают Mathcad?

Технические характеристики новейшей версии

Mathcad Express

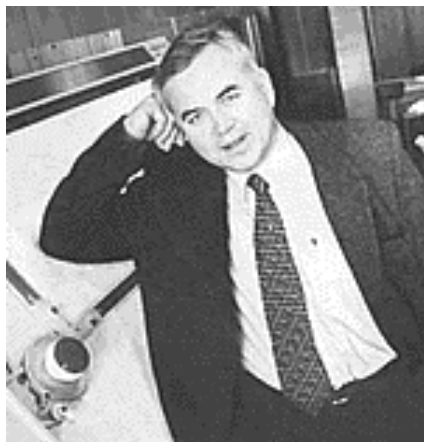
Mathcad для ВУЗов

PTC®
PRODUCT & SERVICE ADVANTAGE®

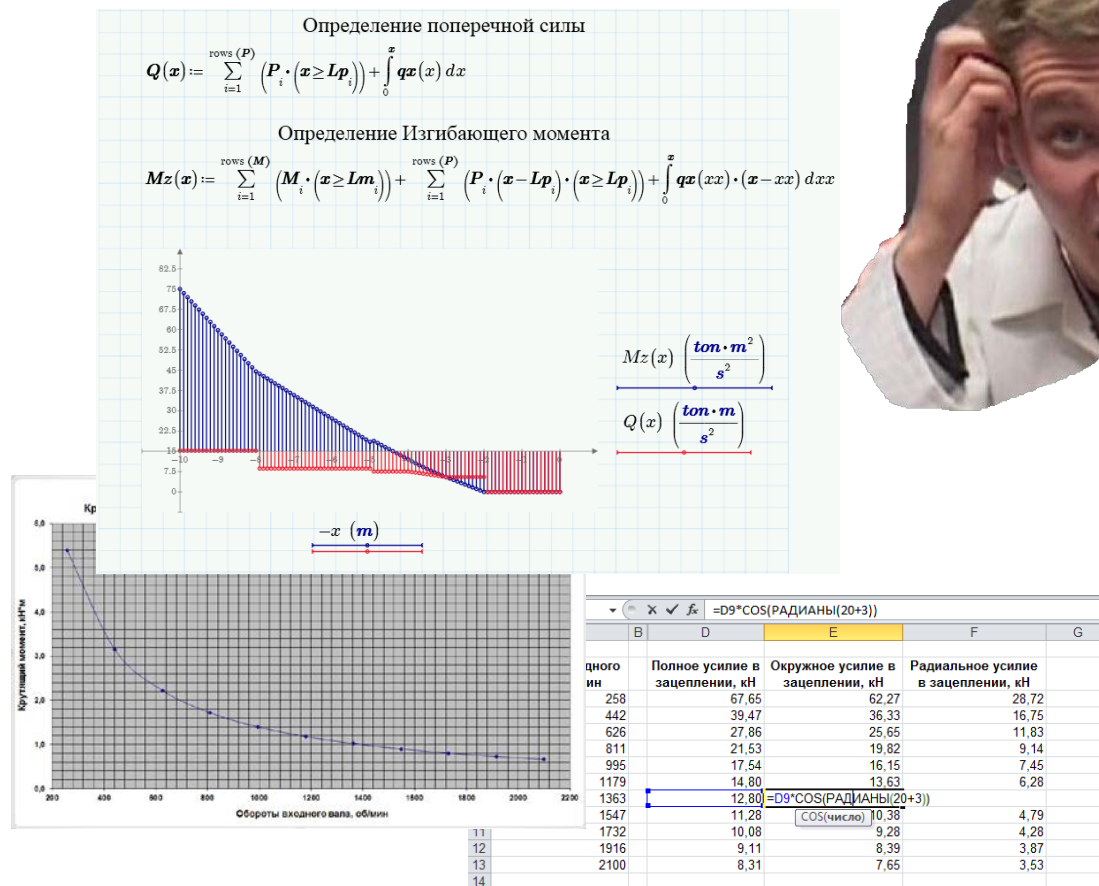
Leaders create.
LEADERS TRANSFORM.



Кто будет работать в новой информационной среде?

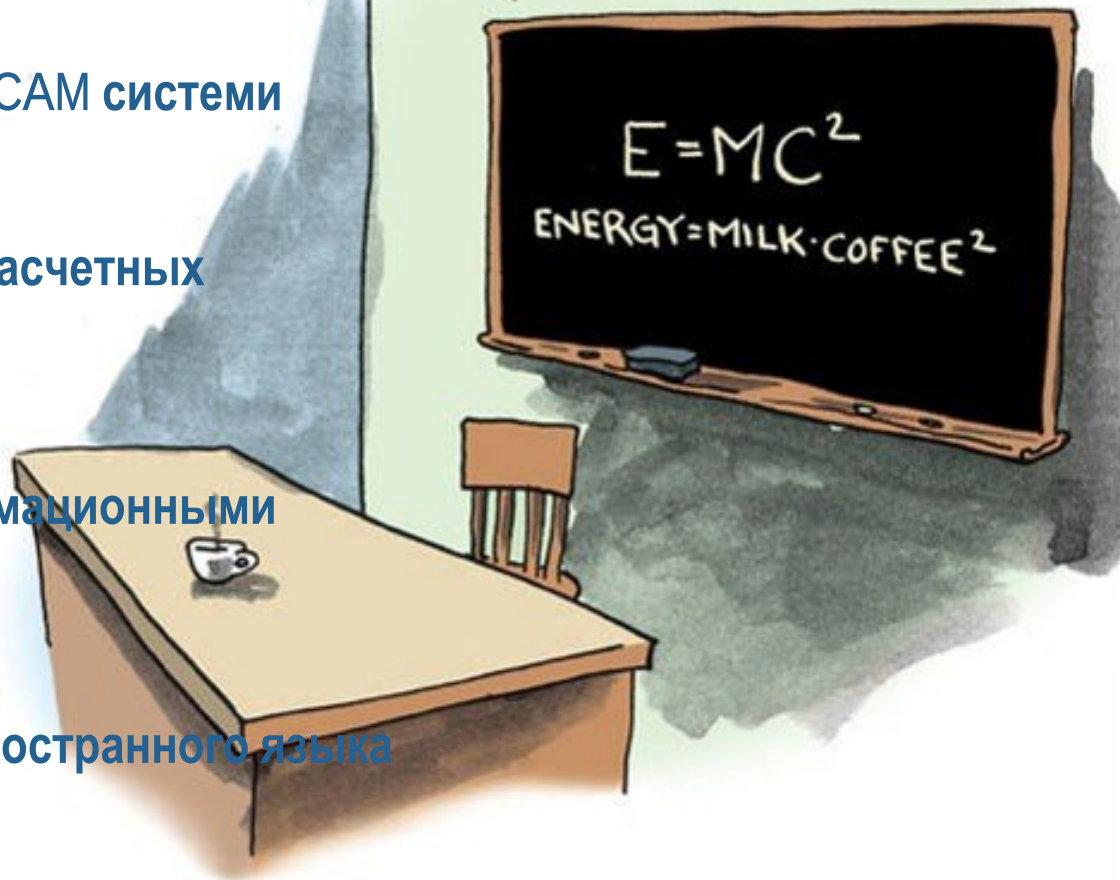


75% сегодняшних инженеров уйдут на пенсию в ближайшие 7 лет!



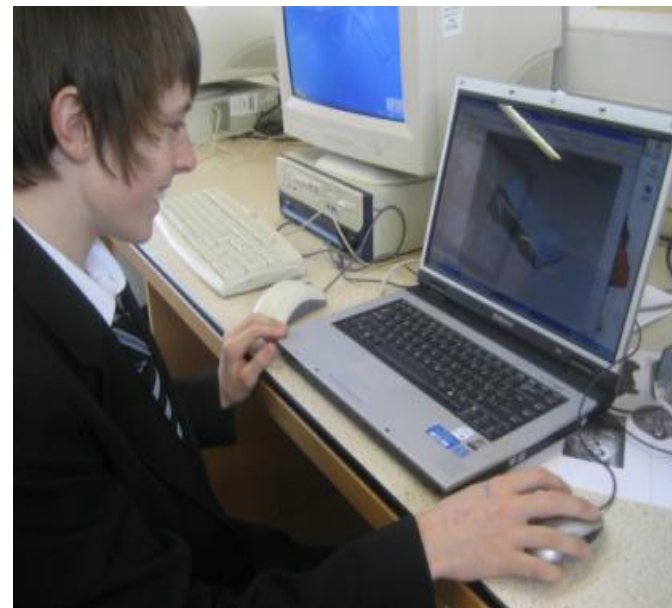
Чего ожидают работодатели от выпускников технических ВУЗов?

- Высокий уровень подготовки по специальности
- Владение современными CAD/CAM системами
- Понимания принципа работы расчетных CAE систем
- Совершенное владение информационными технологиями
- Знание как минимум одного иностранного языка
- Энтузиазм и личные качества



Цели

- Помочь в разработке лучших программ обучения с фокусом на:
 - Науку
 - Технологии и конструирование
 - Инженерное дело
 - Математические знания
- Вовлечь студентов в инженерную профессию и мотивировать в дальнейшем продолжать карьеру в сфере инженерных разработок
- Сократить разрыв между образовательными программами и требованиями реального сектора промышленности к молодым кадрам



Обучение.

Творчество.

Успех.

*“Я хочу знать, как
вещи работают и
как их
производят.”*

- Jalen Hunt, 10 лет
участница проекта РТС



Школы

- Новые современные программы для обучения
- Вдохновение подрастающего поколения
- Подготовка школьников для колледжей и ВУЗов

*“Используем Mathcad
при выполнении
курсовых и
лабораторных работ
позволяет глубже
познать предмет, к
тому же экономит
массу времени.”*

- Ryan Neff, Colorado State
University FSAE President



Колледжи и ВУЗы

- Получение современного образования в области разработки изделий
- Лучшая подготовка специалистов для ведущих мировых разработчиков продукции
- Сохранение программы подготовки технических специалистов

*“Владение
современными
инструментами
проектирования
позволило мне начать
карьеру с высокой
позиции сразу после
университета.”*

- Bryan Reinheimer- RIT Graduate,
Structural Analyst for Boeing Defense
Systems



Инженеры будущего

- Сохранение приверженности
- Продолжение профессионального развития
- Курсы в Global Services Academy

Стратегия работы с образовательной системой

30
стран

45 000
учителей

25 000
колледжей

1 800
университетов

10 миллионов
студентов



Награды компании РТС в образовательной сфере

Mass High Tech
Citizenship
Award
2003-2009м

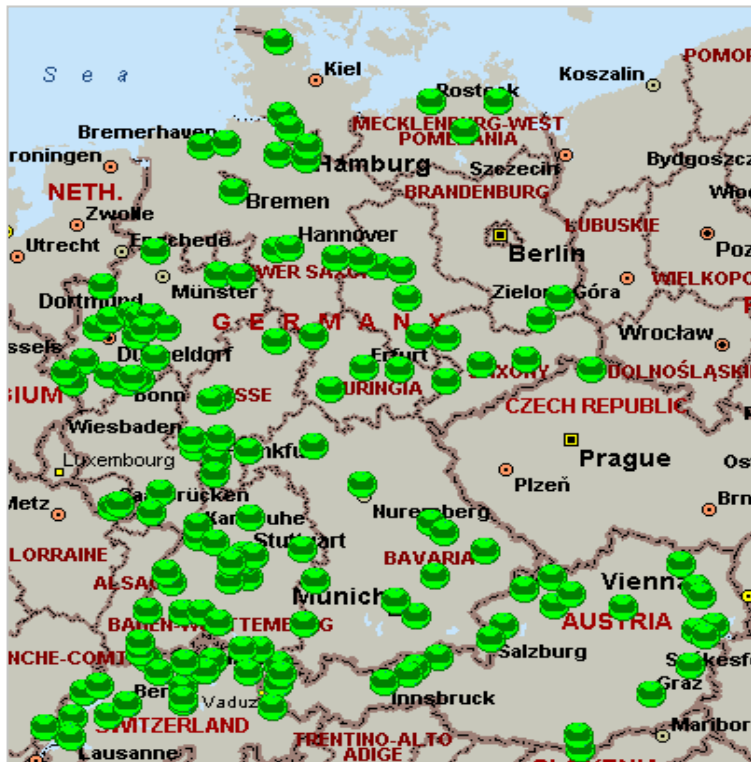
BusinessWeek:
Highest In-kind Giver for
Software Companies
2006

International Technology
Educators Association
Award
2007

Congressional
Medal of Honor
Society Award
2008

Junior Achievement
Boston Business
Hall of Fame
2010

Академическая программа РТС в ВУЗах центральной Европы



35/39

Технических вузов Германии
используют Mathcad

Топ 9 *

Немецких ВУЗов используют
Mathcad

82

Немецкие колледжи
используют Mathcad

15 государственных
лицензий

Обновлено в 2012

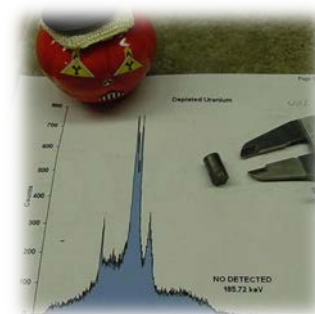
5,351

Студентов загрузили
Mathcad в 2012

61%** из рейтинга топ 100
ВУЗов Европы

Используют ПО PTS

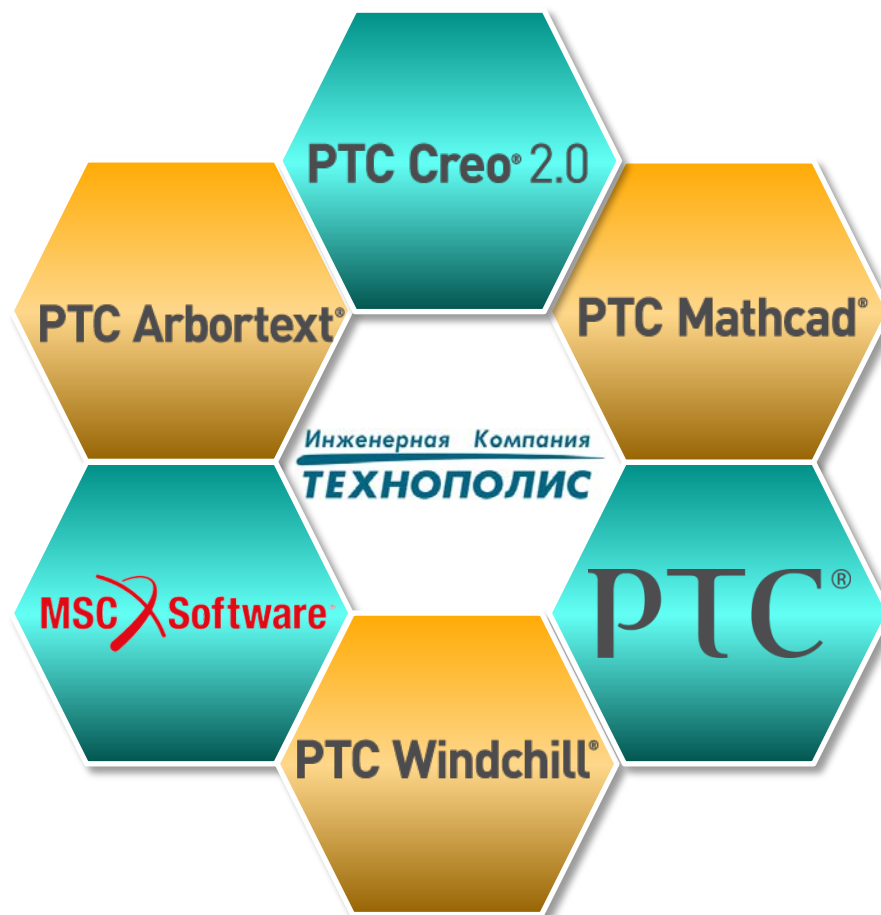
- **University Edition – для использования на университетских компьютерах с целью обучения студентов**
 - Бессрочная/срочная академическая лицензия.
 - Предоставляет лицензионную и техническую поддержку в течение 1 года.
 - Пакетная поставка на 10, 25, 50, 100, 500 рабочих мест.
- **Professor Edition – для ведения академических (некоммерческих) исследований, а также для преподавания.**
 - Бессрочная/срочная лицензия.
 - Предоставляет лицензионную и техническую поддержку в течение 1 года.
 - Пакетная поставка на 1, 10, 25, 50, 100, 500 рабочих мест.
- **Student Edition – для использования на ПК студента**
 - Является бессрочной
 - Не требует покупки технической поддержки Mathcad
 - Пакетная поставка для 10, 25, 50, 100, 500 студентов
 - Обязательное документальное подтверждение статуса студента



■ Преимущества Mathcad для принятия решений

- Легкий обмен инженерными данными при системном подходе к расчетам
 - Решение задач практически любой сложности
 - Проверка данных симуляционного моделирования
 - Уход от ошибок связанных с различными методиками расчетов и точностью вычислений
- Легкое сохранение интеллектуальной собственности накопленной в ходе расчетов
- Международный стандарт среди инженерных расчетов

Спасибо за внимание!



Хотите бесплатную версию?