



## РУССКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ

Авторизованный дистрибьютер компании Autodesk

Москва, Милютинский пер., д. 18, стр. 2  
Телефоны: 923-6547, 923-6341. Факс: 923-7237  
<http://www.cad.ru/ric>. E-mail: [ric@cad.ru](mailto:ric@cad.ru)

---

**Система автоматизированного расчета и проектирования в  
машиностроении и строительстве**

**(ЦЕНТР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПМ)**

# APM WinMachine

Если Ваше предприятие, организация либо конструкторское бюро создает механическое оборудование или строительные конструкции, то для разработки современных машин, конкурентоспособных по отношению к зарубежным аналогам, Вам необходимо внедрять компьютерную технологию проектирования. Это единственный путь, который способен поднять качество проектирования и создать оптимальные по весу, энергопотреблению и ряду других параметров конструкции.

Для реализации этих и других задач и предназначена русскоязычная **Инструментально-экспертная Система автоматизированного расчета и проектирования в машиностроении и строительстве APM WinMachine** - российская разработка, адресованная инженерам и конструкторам, занятым конструированием и модернизацией существующего механического оборудования.

При создании нашей Системы был использован уникальный опыт конструирования машин, который нарабатывался долгие годы в многочисленных лабораториях отраслевых институтов и других научных организаций и предприятий бывшего СССР. В Системе **APM WinMachine** такой опыт обобщен, осмыслен, дополнен собственными оригинальными разработками и реализован в виде комплекса компьютерных программ, которые составляют инструментальную основу проектирования. Создатели **APM WinMachine** в течение 15 лет собирали и разрабатывали методы инженерного расчета и проектирования механического оборудования и строительных конструкций, в результате чего появилась такая Система, которая по большинству параметров не имеет мировых аналогов. Для того чтобы эта разработка наиболее полно отвечала требованиям практики конструирования, в нее вошли подсистемы расчета прочности, жесткости и устойчивости механических систем, реализованные методом конечных элементов. С помощью **APM WinMachine** можно быстро и без проблем получать рациональные геометрические размеры элементов машин и строительных конструкций.

**APM WinMachine** включает эффективные и надежные алгоритмы и программы для расчета:

- энергетических и кинематических параметров;*
- прочности, жесткости и устойчивости;*
- выносливости;*
- надежности и износостойкости;*
- динамических характеристик.*

С ее помощью можно выполнить расчеты и проектирование:

**Соединений деталей машин и элементов конструкций**, включая комплексный расчет всех типов резьбовых, сварных, заклепочных соединений и соединений деталей вращения.

Всех типов **зубчатых передач**, а также **червячных, ременных и цепных передач**, и выполнения чертежей элементов этих передач в автоматическом режиме.

**Расчет и проектирование** винтовых передач.  
**Подшипников качения** всех известных типов и **подшипников скольжения**.  
**Валов и осей**.  
**Произвольных балочных конструкций**.  
**Ферменных плоских и пространственных конструкций**.  
**Напряженно-деформированного состояния деталей** методом конечных элементов.  
**Трехмерных рамных конструкций**.  
**Упругих элементов машин** (пружин сжатия, растяжения и кручения, плоских пружины, а также тарельчатых пружин и торсионов).  
**Кулачковых механизмов** с автоматическим генератором чертежей.  
**Рычажных механизмов** произвольной структуры.  
**Приводов вращательного движения** произвольной структуры.  
**Планетарных передач** произвольного типа.  
**Оболочечных и пластинчатых конструкций произвольного вида** методом конечных элементов.

Каждая подсистема предоставляет пользователю интегрированную среду, которая в общем случае включает:

- специализированный графический редактор;
- полный цикл вычислений;
- разнообразные средства представления результатов расчета;
- разветвленную систему подсказок.

В Системе имеется **инженерная база данных** для хранения существующих стандартов, доступная всему комплексу расчетных программ, и **электронный учебник “Основы проектирования машин”**, в котором изложены основные методы расчета, использованные при разработке **APM WinMachine**.

По желанию Заказчика Система **APM WinMachine** может поставляться как целиком, так и в виде набора отдельных модулей. Возможна разработка новых программ и модификация существующих в соответствии со спецификациями Заказчика.

**APM WinMachine** предназначена для персональных компьютеров (минимальные требования: 486 DX, 16МБ ОЗУ, 50МБ на жестком диске) и работает в среде Windows 95/NT.

Система **APM WinMachine** неоднократно демонстрировалась на Международных выставках в составе экспозиции Министерства науки и технической политики России (CeBIT-94, 95, 96, 97; Hannover Messe-96; SIMO-95, 96 и т. д.) и Международной выставке компьютерной техники и информационных технологий “КОМТЕК-98”, Москва.

Система доступна по цене. Более сотни пользователей **APM WinMachine** в России и за рубежом (например, АО “ВНИИПТМАШ”, Москва; АО “Коломенский завод” г. Коломна МО; АО “РАТЕП”, г. Серпухов МО; АО “Находкинский судоремонтный завод”, г. Находка Приморского края; ОАО “Славнефть-Мегионнефтегаз”, г. Мегион Тюменской обл.; ПРП “Тюменьэнергоремонт”, г. Сургут Тюменской обл.; Уральский электрохимический комбинат, г. Новоуральск Свердловской обл., ЦКБ морской техники “РУБИН”, г. Санкт-Петербург, и другие) давно не имеют проблем с качеством и сроками разработки. Вы тоже можете получить такие возможности. Мы пригласим Вас на учебу, где можно будет во всем этом убедиться самим. Приняв участие в одном из ежеквартально организуемых Центром АПМ семинаров, Вы познакомитесь с современным уровнем проектирования в области механики, машиностроения, приборостроения, строительства и т. д. Вам будет предоставлена возможность поработать самостоятельно под наблюдением разработчиков Системы. Перед Вами выступят ее пользователи, которые расскажут об опыте использования **APM WinMachine** в практической работе. Вы сможете задать интересующие Вас и Ваше предприятие вопросы. Мы можем предоставить Систему во временное пользование для ее изучения и практической апробации. Вы получите все необходимые рекламные материалы.

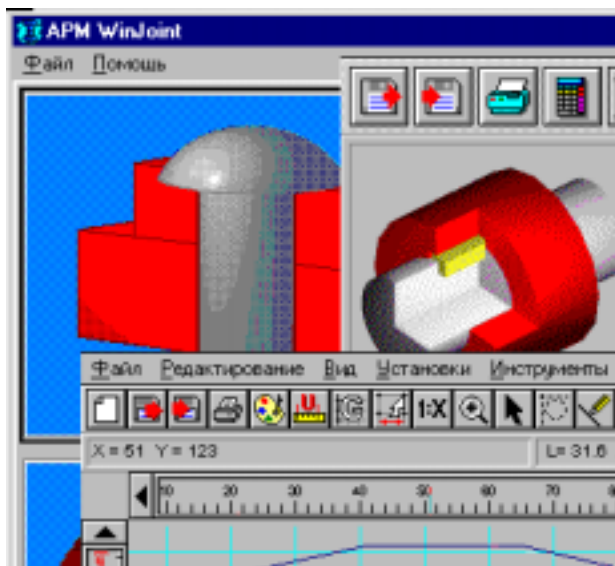
***Мы покажем Вам, как можно проектировать и работать по-новому!***

# APM WinJoint

## —Описание продукта—

*Отдельные детали и узлы машин, механизмов, конструкций и элементов всевозможных механических систем соединяются между собой (с помощью специальных деталей или без), образуя при этом новые конструкции и узлы как совокупность более мелких. Способы такого соединения деталей очень разнообразны, так же как и методы их инженерного расчета и проектирования. Конструктивно соединения бывают **резьбовыми, сварными, заклепочными** и соединениями, предназначенными для сборки **деталей вращения**. Все эти объекты могут быть спроектированы с помощью системы APM WinJoint.*

APM WinJoint - это программа расчета и проектирования соединений. Она позволяет выполнить комплексный расчет и анализ соединений, которые наиболее часто используются в машиностроении и строительстве. Применение системы при разработке изделий новой техники значительно сократит время проектирования указанных выше объектов, повысит надежность их расчета и позволит выбрать из множества вариантов рациональные значения параметров.



### Типы соединений, рассчитываемые APM WinJoint

Система позволяет рассчитать:

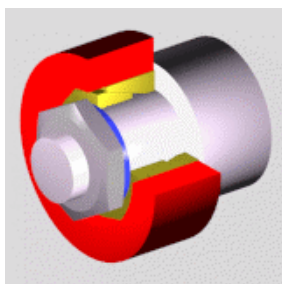
групповые резьбовые соединения, поставленные в отверстие с зазором и без, установленные в произвольном порядке и предназначенные для соединения произвольных поверхностей. При этом в качестве элементов крепления могут быть рассчитаны болты, винты и шпильки, работающие при произвольном внешнем нагружении;

сварные соединения при произвольной внешней нагрузке и произвольном размещении сварных швов следующих типов:

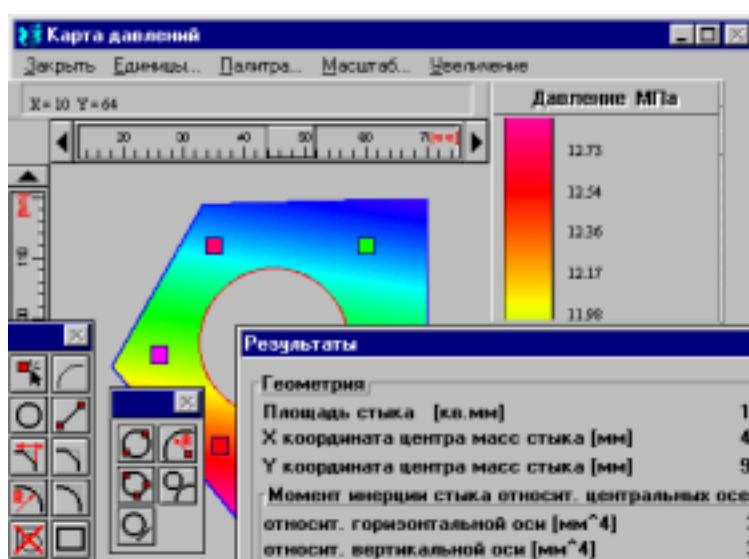
- стыковые;
- тавровые;
- нахлесточные;
- соединения, выполненные точечной сваркой;

заклепочные соединения произвольного размещения и при произвольном плоском нагружении;

соединения деталей вращения, конструктивно выполненные как:



соединения с натягом цилиндрической или конической форм;  
 шлицевые или шпоночные соединения разных типов;  
 штифтовые радиальные и осевые соединения;  
 соединения коническими кольцами;  
 клеммовые соединения различного конструктивного выполнения;  
 профильные соединения различных модификаций.



### Возможности APM WinJoint

APM WinJoint позволяет выполнить все необходимые для выбранного типа соединения расчеты (в форме проверочного и проектировочного).

Под проектировочным расчетом понимается комплекс вычислений по определению основных геометрических размеров соединения, а при проверочном расчете находятся значения коэффициентов запаса. При этом критериями расчета резьбовых соединений являются: условие отсутствия сдвига и раскрытия сопряженных поверхностей, а также статическая и усталостная прочность элементов соединения. Сварные швы рассчитываются из условия статической и усталостной прочности, а заклепочные - из условия прочности при постоянной нагрузке. Критерием расчета соединений деталей вращения может быть (в зависимости от типа): условие отсутствия сдвига; условие появления зазоров в сопряженных поверхностях; статическая и усталостная прочности элементов соединения, а также совокупность этих критериев.

### Удобный интерфейс пользователя

Инструментальные средства APM WinJoint рассчитаны на неподготовленного пользователя. Система проста в работе, так как содержит:

- удобный диалоговый интерфейс;
- специализированный графический редактор;
- наглядный интерфейс вывода результатов;
- базу данных, доступную для редактирования;
- другие необходимые для этого класса программного обеспечения сервисные средства.

APM WinJoint предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

# APM WinShaft

## —Описание продукта—

*Валы предназначены для поддержания вращающихся деталей и передачи момента вращения. Они относятся к числу наиболее ответственных деталей машин, поэтому к ним предъявляются высокие требования по точности изготовления, прочности, жесткости, устойчивости и характеру колебаний. Система APM WinShaft позволяет выполнить весь цикл проектирования валов и осей, начиная от разработки конструкции и заканчивая полным статическим и динамическим расчетом.*

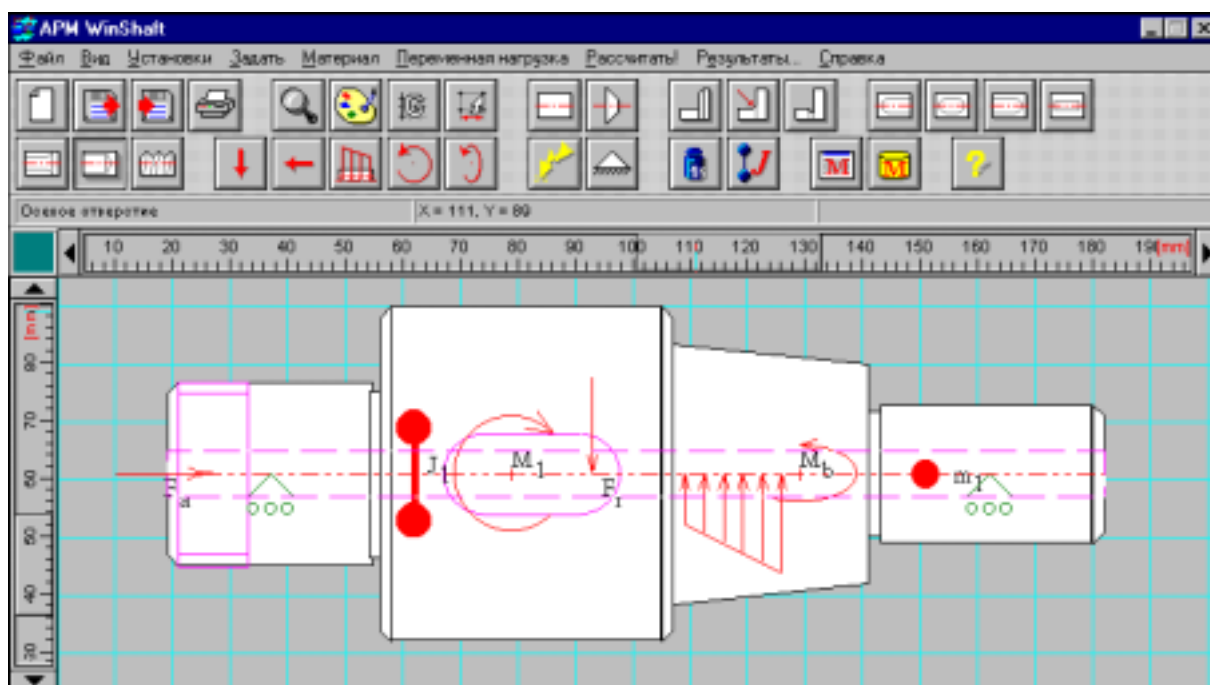
APM WinShaft представляет собой программу для расчета и проектирования валов и осей. С помощью APM WinShaft можно рассчитать:

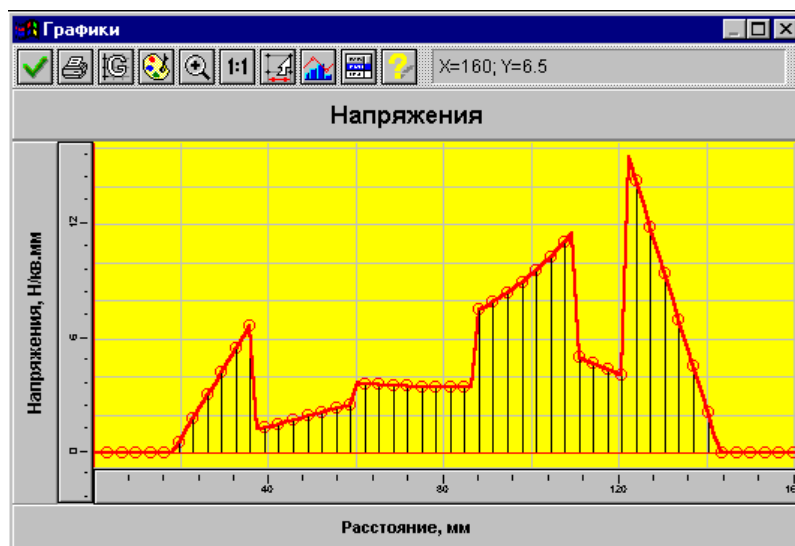
- реакции в опорах валов;
- эпюры моментов изгиба и углов изгиба;
- эпюры моментов кручения и углов закручивания;
- деформированное состояние вала;
- напряженное состояние при статическом нагружении;
- коэффициент запаса усталостной прочности;
- распределение поперечных сил;
- собственные частоты и собственные формы вала.

### Графический редактор

Система APM WinShaft имеет специализированный графический редактор для задания геометрии валов и осей. Редактор предоставляет в распоряжение пользователя гибкие и удобные средства для:

- задания конструкции вала;
- ввода нагрузок, действующих на вал;
- размещения опор, на которых установлен вал.





Основное отличие графического редактора валов системы APM WinShaft от традиционных состоит в специальном наборе примитивов, с которыми он оперирует. Примитивы APM WinShaft - это основные элементы конструкции вала ( цилиндрические и конические участки, фаски, галтели, канавки, отверстия, участки с резьбой, шпонки, шлицы и т. д.), а также нагрузки, которые могут действовать на вал или опору. Такой подход значительно упрощает ввод и редактирование геометрии вала и других данных, необходимых для выполнения расчетов.

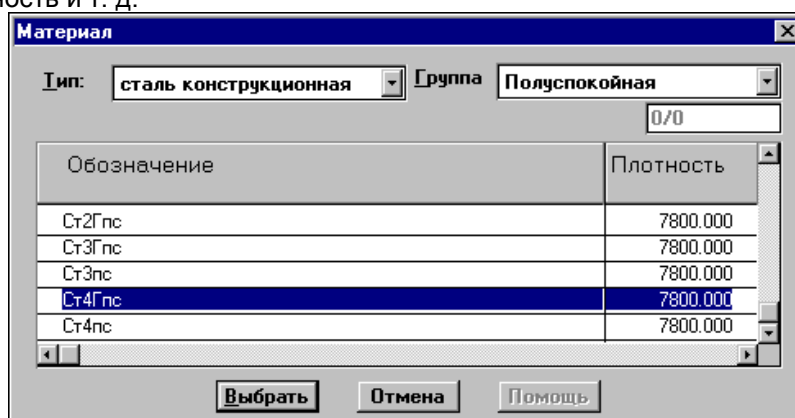
#### Методы и критерии расчета

Напряженное и деформированное состояния вала рассчитываются методами сопротивления материалов. Так, деформированное состояние описывается методом Мора, а раскрытие статической неопределимости выполняется методом сил. Статическая прочность оценивается по эквивалентным напряжениям, полученным энергетическим методом. Динамические характеристики, такие как собственные частоты и собственные формы, определяются методом начальных параметров.

Расчет усталостной прочности сводится к нахождению коэффициента запаса в текущем сечении по длине вала, причем как при постоянной внешней нагрузке, так и в случае, когда известен закон ее изменения во времени.

#### База данных по материалам

В состав системы входит локальная база данных по материалам, содержащая необходимые для расчета вала параметры, такие как модуль Юнга, коэффициент Пуассона, плотность и т. д.



#### Интерфейс пользователя

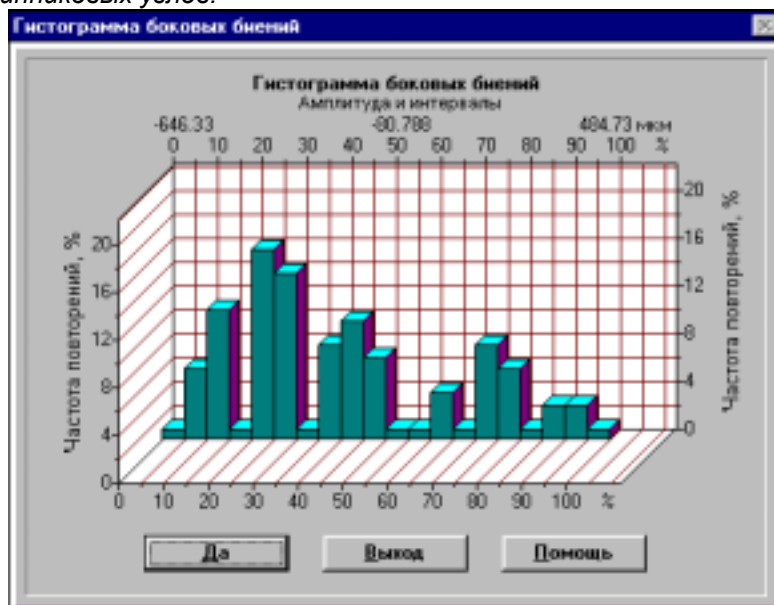
Имеющиеся в системе инструментальные средства позволяют эффективно ею пользоваться при проектировании равнопрочных конструкций.

APM WinShaft предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

# APM WinBear

## —Описание продукта—

Подшипники качения представляют собой основной тип опор для вращающихся деталей машин, различных механических устройств и систем. APM WinBear выполняет комплексный анализ подшипников качения. Используя эту систему, можно рассчитать основные характеристики подшипников и выбрать оптимальные конструкции подшипниковых узлов.



Гистограмма боковых биений шарикового радиального подшипника

### Эффективный метод расчета неидеальных подшипников

APM WinBear - это новая, не имеющая аналогов программа расчета параметров неидеальных подшипников.

Подшипник считается неидеальным, если погрешностями его изготовления нельзя пренебречь в контексте решаемой задачи. Многие важные задачи контактной жесткости и контактных напряжений требуют, чтобы подшипник рассматривался именно как неидеальный. В Центре АПМ разработан универсальный метод решения контактных задач, надежность и эффективность которого подтверждены результатами экспериментальных исследований.

### Возможности APM WinBear

С помощью APM WinBear можно рассчитать:

- перемещения (жесткость)
- долговечность
- момент трения
- наибольшие контактные напряжения
- потери мощности
- тепловыделение
- силы, действующие на тела качения

Использование системы при проектировании подшипников поможет конструктору механического оборудования в создании опор качения, оптимальных как по параметру жесткости, так и по другим критериям.

### Моделирование подшипника вместо расчета единичных параметров

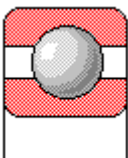
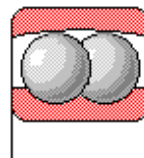
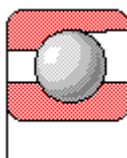
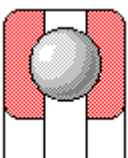
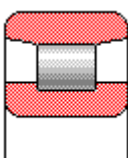
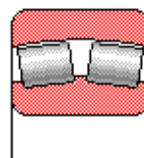
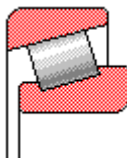
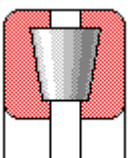
В системе APM WinBear выполняется весь комплекс проверочных расчетов, когда по известной геометрии подшипника рассчитываются его выходные характеристики. Как было сказано ранее, при определении выходных характеристик применяются оригинальные аналитические и численные подходы, а также методы математического моделирования, что дает возможность представить результаты расчета этих параметров и величины их



статистического рассеяния в удобном для пользователя виде. В частности, можно описать поведение подшипников в режиме реального времени, используя процедуру анимации.

Весь комплекс полученных решений предоставляет пользователю возможность наглядно как качественно, так и количественно оценить пригодность подшипника (или пары подшипников) и в случае необходимости наметить пути для подбора параметров более эффективных опор. Такой подход к расчету и анализу подшипников позволяет получить такие надежные и исчерпывающие результаты, которые не могут быть найдены с помощью других известных в настоящее время систем.

#### **Наиболее распространенные типы подшипников и более того...**

Шариковые подшипники			
			
Радиальные	Сферические	Радиально-упорные	Упорные
Роликовые подшипники			
			
Радиальные	Сферические	Радиально-упорные	Упорные

В APM WinBear могут быть рассчитаны подшипники восьми наиболее распространенных типов

*шариковые радиальные*  
*шариковые сферические*  
*шариковые радиально-упорные*  
*шариковые упорные*  
*роликовые радиальные*  
*роликовые сферические*  
*роликовые радиально-упорные*  
*роликовые упорные*

По желанию заказчика к этому списку можно добавить любой специальный тип подшипника.

#### **Перемещения и жесткость - ключ к расчету подшипника**

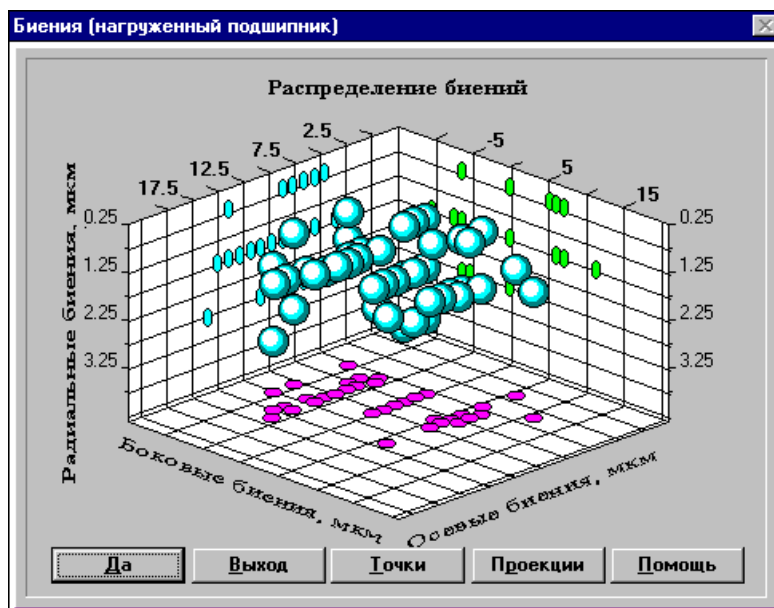
Распределение нагрузок на тела качения существенно влияет на долговечность подшипника. Расчет на долговечность сводится к определению времени работы подшипника до момента начала выкрашивания дорожек качения.

Важным параметром, характеризующим работу подшипниковых опор, является *класс точности*, который напрямую связан с величиной смещений вала. В зависимости от типа подшипника величины этих перемещений в общем случае могут иметь осевые, радиальные и боковые составляющие.

С целью изучения картины статистического рассеяния выходных параметров в APM WinBear их расчет выполняется для ста произвольных положений центра подшипника.

Результаты расчета нагрузок позволяют также определить серию энергетических характеристик, от которых зависит потребление энергии и рабочая температура подшипника: коэффициент полезного действия, моменты трения, потери мощности при трении, тепловыделение и т. д.





*Трехмерное пространственное распределение перемещений для радиально-упорного подшипника*

#### Представление результатов расчета

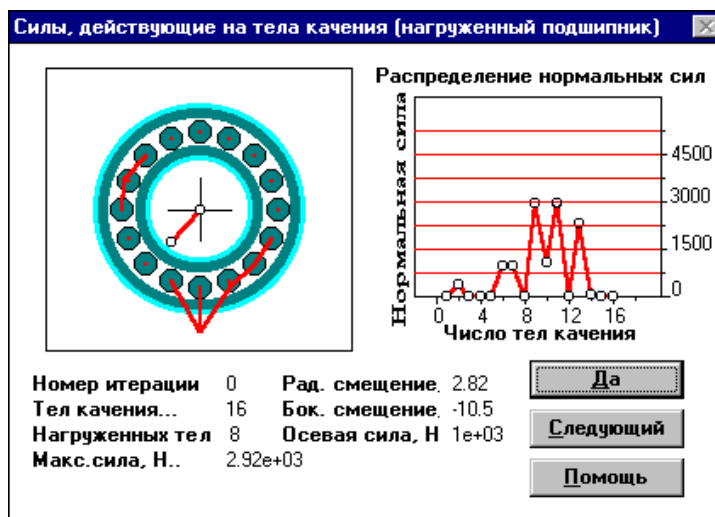


*График значений момента сил трения (радиально-упорный подшипник).*

Результаты расчета представляются различными способами, а именно в виде:

- **таблицы** со статистическими характеристиками;
- **гистограммы** компонент перемещений;
- **пространственного поля** положений центра подшипника;
- **анимации** движения подшипника.
- **графики**, описывающего изменения параметра по углу поворота подшипника.

Соответствующие формы представления результатов расчета дают возможность получить исчерпывающую характеристику движения подшипника. Выбор вида представления остается за пользователем.



#### Силы, действующие на тела качения

Так как важным параметром расчета является информация о нагрузках, действующих на тела качения, в системе APM WinBear предусмотрен наглядный вывод этой информации на экран. При желании пользователь может также вращать подшипник качения и наблюдать за изменением этих нагрузок.

#### Ввод исходных данных

Система APM WinBear проста в использовании, и это видно на примере организации ввода исходных данных. Все геометрические размеры подшипника можно ввести вручную, а можно воспользоваться базой данных, которая поставляется отдельно. В базу включены стандарты, применяемые в России, в то же она доступна для редактирования. Нагрузки на подшипник вводятся с экрана в зависимости от типа установки подшипника. Параметры точности по желанию пользователя выбираются с помощью базы данных по заданному классу точности.

Для случая, если действующие на вал внешние нагрузки изменяются во времени, имеется специализированный графический редактор с полным набором необходимых для ввода переменных параметров функций.

Нагрузки, действующие на подшипник, могут быть произвольными, при этом в качестве внешней нагрузки можно рассматривать силу преднатяга. Преднатяг в зависимости от типа подшипника задается либо в виде приложенной осевой (радиальной) нагрузки, либо в виде радиальных (осевых) перемещений.

**Радиально-упорный роликовый подшипник**

**Схема установки**

**Условия работы**

Осевая сила, Н:

Рад. сила на нагр. опоре, Н:

Рад. сила на ненагр. опоре, Н:

Осевая сила преднатяга, Н:

Скорость вращения, об/мин:

Кэф.ф. динамичности:

**Тип установки**

☒ Схема "O"

☐ Схема "X"

**Тип нагрузки**

☒ Постоянная нагрузка    ☐ Переменная нагрузка

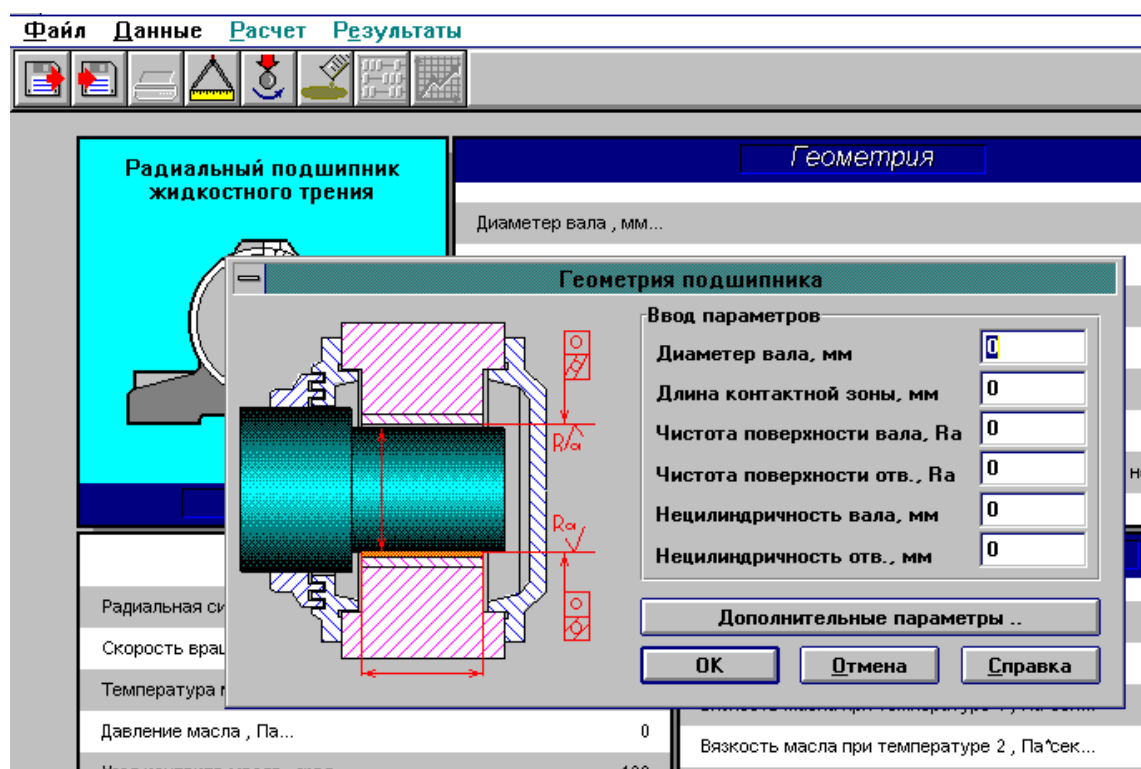
#### Требования к компьютеру и среде

Система предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Пользовательский интерфейс системы отличается логической продуманностью, он интуитивно понятен даже неподготовленному пользователю.

# APM WinPlain

## —Описание продукта—

Подшипники скольжения - важный тип опор вращения, который часто применяется в конструкциях, работающих в сложных условиях, а именно при: высоких вибрационных и ударных нагрузках; низких и особо высоких частотах вращения; повышенных требованиях к стабильности и точности положения валов; работе в воде и агрессивных средах; недостаточном смазывании или вообще без смазки и т. д. Надежность работы подшипников определяет работоспособность и долговечность машин. APM WinPlain осуществляет всесторонний расчет подшипников скольжения. Используя эту систему, Вы можете рассчитать основные характеристики подшипников и выбрать оптимальные конструкции подшипниковых узлов.



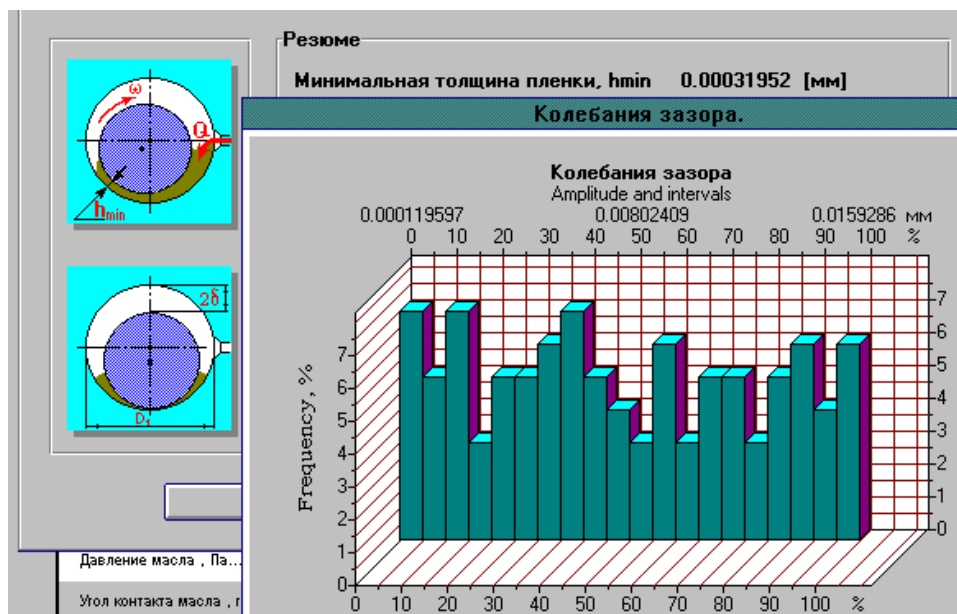
### Типы подшипников скольжения

APM WinPlain позволяет рассчитать подшипники следующих типов:

радиальные, работающие в режиме жидкостного трения;  
радиальные, работающие в режиме полужидкостного трения;  
упорные (подпятники), работающие в режиме жидкостного трения.

### Возможности APM WinPlain

С помощью системы APM WinPlain могут быть определены:  
распределение радиальных и осевых зазоров;  
оптимальное значение зазора;  
параметры системы смазки (толщина смазочной пленки, максимальная и средняя температура масла, расход масла);  
действительный коэффициент трения и потери на трение;  
конструкционные параметры.



### Критерии и методы расчета

Критерием расчета подшипников жидкостного трения является условие, при котором толщина зазора между находящимися в относительном движении поверхностями не меньше некоторой заданной допустимой величины.

Для подшипников полужидкостного трения аналогичный критерий формулируется как требование по отношению к рабочей температуре подшипника - она должна быть меньше допустимой для данного типа масла.

Расчет подшипников жидкостного трения производится путем решения уравнения Рейнольдса и уравнения равновесия. При этом течение жидкости в зазоре считается ламинарным.

Методика расчета подшипника, работающего в условиях полужидкостного трения, основана на исследовании процесса тепловыделения при трении и решении уравнений теплопередачи.

### Требования к компьютеру и среде

APM WinPlain предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

Система APM WinPlain обладает удобным для пользователя интерфейсом.

# APM WinScrew

## —Описание продукта—

Винтовые передачи используются для преобразования вращательного движения винта в поступательное движение гайки. Механизмы такого типа широко используются в станкостроении, робототехнике, приводных механизмах, авиационной технике и других областях современного машино- и приборостроения.

Тем не менее при проектировании этих объектов возникает много проблем, решение которых возможно с помощью системы автоматизированного расчета и проектирования винтовых передач APM WinScrew.

### APM WinScrew - что это?

APM WinScrew - это оригинальная программа для расчета винтовых передач. Она позволяет провести комплексный анализ этих передач и рассчитать их основные параметры, а также выбрать оптимальные.



Гистограмма осевых перемещений

### Основа APM WinScrew - теория неидеального контакта

Главным преимуществом подсистемы APM WinScrew является то, что с ее помощью можно учесть влияние погрешностей изготовления на параметры винтовой передачи. Это стало реальным благодаря новой теории неидеального контакта, разработанной в Центре АПМ и применимой для широкого круга элементов машин и механизмов, таких как подшипники качения, винтовые передачи, плоские соединения, направляющие качения и скольжения и т. д. Использование теории неидеального контакта позволяет получить надежные значения контактных перемещений, жесткости, напряжений и других параметров, зависящих от контактных деформаций, таких как долговечность, момент трения, потери мощности и т. д.

### Возможности APM WinScrew

С помощью APM WinScrew можно рассчитать следующие параметры:

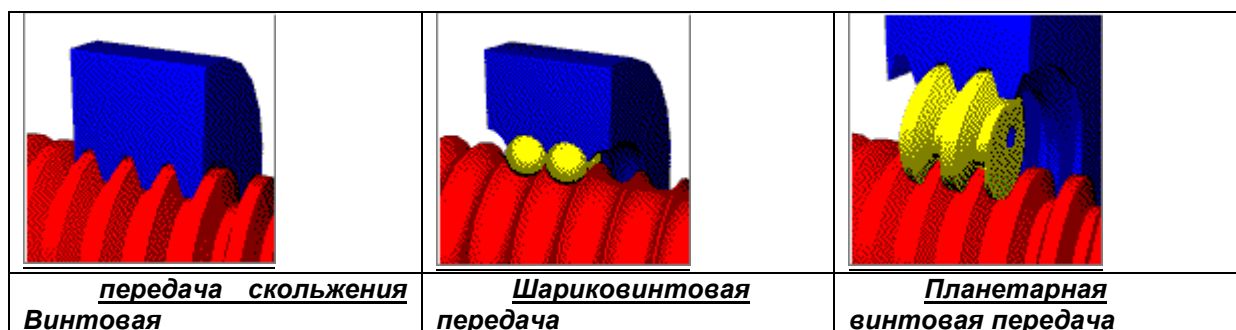
- перемещения (жесткость)
- наибольшие контактные напряжения
- силы, действующие на тела качения
- долговечность
- потери мощности
  - коэффициент полезного действия
- момент трения
- тепловыделение
- ошибки позиционирования

### Вместо расчета единичных параметров - моделирование

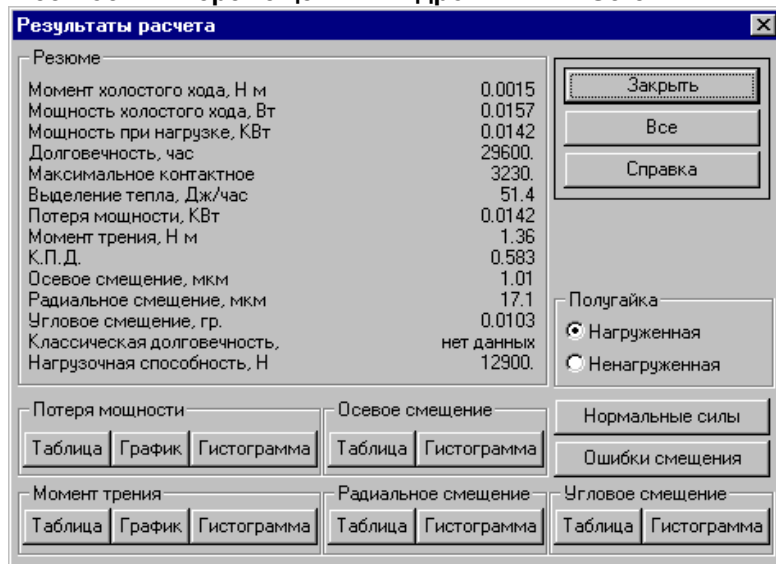
Благодаря наличию у контактирующих поверхностей шероховатостей и погрешностей формы взаимодействие винта, гайки и тел качения носит случайный характер и может быть корректно описано только с привлечением вероятностных методов. Применение APM WinScrew предоставляет пользователю полную и исчерпывающую картину тех процессов, которые происходят при работе винтовой передачи. Фактически WinScrew позволяет смоделировать поведение винтовой передачи в любых наперед заданных условиях. Для реализации этого рассчитывается большая серия значений параметров, наглядно показывающая процесс их изменения. По результатам такого моделирования можно определить не только математическое ожидание выходных характеристик, но и максимальные отклонения, поля рассеяния и т. д.

### Типы передач

С помощью APM WinScrew могут быть рассчитаны наиболее широко распространенные типы винтовых передач: *винтовая передача скольжения, шариковая винтовая передача и планетарная винтовая (роликовая винтовая) передача*. Для шариковинтовых передач рассчитываются два подтипа - с одной гайкой и с двумя полугайками (который эксплуатируется с преднатягом).



### Жесткость и перемещения - ядро APM WinScrew



### Диалоговое окно для демонстрации результатов вычислений

Жесткость и контактные перемещения описывают поведение элементов механических устройств под действием внешней нагрузки. Если параметры жесткости известны, то это дает проектировщику ключ к определению множества других параметров.

В зависимости от типа винтовой передачи перемещение может иметь до трех компонент - осевую, радиальную и боковую. В APM WinScrew рассчитывается массив из 100 возможных положений центра гайки винтовой передачи. С помощью этих данных определяются осевая, радиальная и угловая жесткости при любом возможном варианте внешнего нагружения. Под произвольным внешним нагружением понимается нагружение осевой и радиальной нагрузками, а также внешним моментом.

Деформационные характеристики представляются рассеянными в одно-, двух- либо трехмерном пространстве.



#### *Ошибки позиционирования винтовой передачи*

Для каждого из рассмотренных положений центра рассчитываются значения момента трения и потерь мощности, а также силы, действующие на тела качения.

#### **Представление результатов расчета**

Результаты расчета представляются различными способами, а именно в виде:

**таблицы** со статистическими характеристиками;

**гистограммы** компонент перемещений;

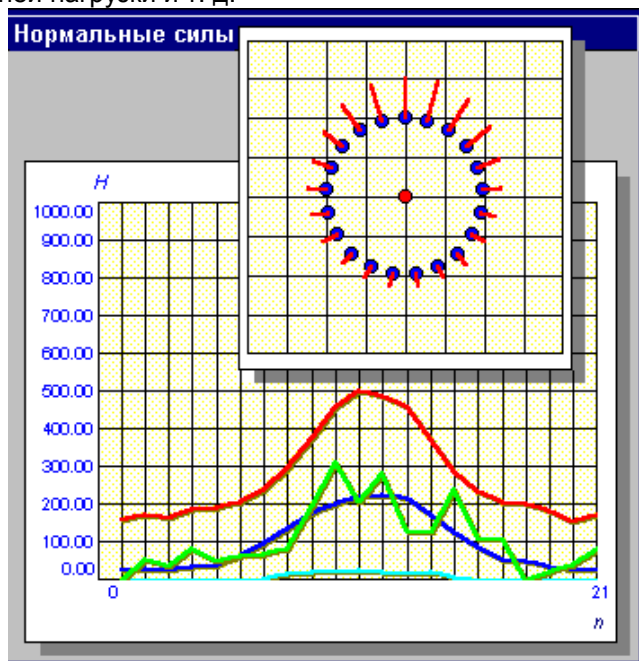
**пространственного поля** положений центра гайки;

**анимации** движения гайки.

Соответствующие формы представления дают возможность получить исчерпывающую характеристику движения винтовой передачи.

#### **Силы, действующие на тела качения**

В процессе вращения винтовой передачи ее тела качения (или сателлиты в случае планетарного передаточного механизма) испытывают действие нормальных сил, приложенных со стороны дорожек качения и зависящих от геометрии и точности подшипника, характера внешней нагрузки и т. д.



*Силы, действующие на тела качения шариковой винтовой передачи*



Существующие в настоящее время подходы к силовому расчету основаны на упрощенных моделях, что оказывает значительное влияние на точность получаемых решений. Используемый в системе APM WinScrew метод позволяет получить более реальную картину распределения нагрузок на тела качения и их изменения при повороте, что намного повышает точность расчетов.

Рассчитанные в APM WinScrew силы, действующие на тела качения, могут быть отображены двумя способами:

- в виде эпюры;
- в виде графика.

### Трение в винтовой передаче

При помощи APM WinScrew можно определить следующие величины, характеризующие действующие на передачу силы трения:

- момент трения;**
- потери мощности;**
- тепловыделение;**
- коэффициент полезного действия.**

Момент трения и потери мощности рассчитываются как массивы из 100 значений, что дает возможность оценить особенности распределения этих параметров. Результаты представляются в виде таблиц, гистограмм или графиков.

Выделение тепла - это интегральный параметр, характеризующий количество тепла, выделившееся в подшипнике в результате действия сил трения за 1 час.



График зависимости момента трения от угла поворота

### Произвольное нагружение, включая преднатяг

В APM WinScrew расчеты могут быть выполнены для любой комбинации осевой и радиальной сил и момента изгиба, а также осевого и радиального преднатяга, допустимых для винтовой передачи рассматриваемого типа. При расчете долговечности внешние нагрузки можно рассматривать переменными во времени, для чего в системе имеется специализированный графический редактор.

При проведении расчетов необходимо знание только значений допусков, что позволяет использовать APM WinScrew на стадии проектирования нового оборудования. Выполнив серию вычислений, можно подобрать рациональные размеры передачи и значение оптимального предварительного натяга.

### Удобный и простой пользовательский интерфейс

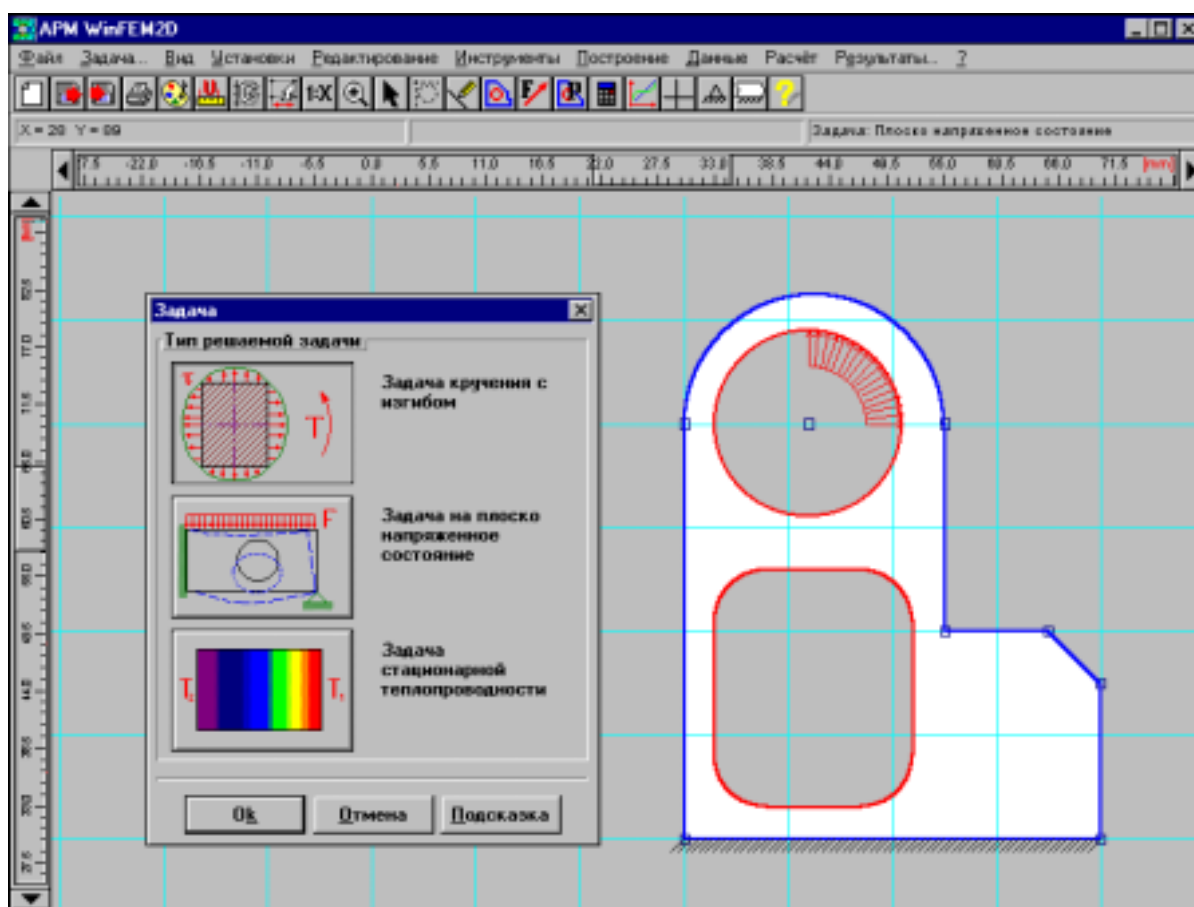
APM WinScrew работает в среде Microsoft Windows версии 3.1 и выше. Пользовательский интерфейс системы отличается наглядностью и последовательностью, он прост и интуитивно понятен даже неподготовленному пользователю.

# APM WinFEM2D

## —Описание продукта—

Метод конечных элементов представляет собой мощный и универсальный инструмент для анализа напряженно-деформированного состояния деталей и решения ряда других задач механики и теплопроводности.

Система APM WinFEM2D позволяет выполнить расчеты методом конечных элементов плоских объектов. Это универсальный инструмент для расчета напряженного и деформированного состояний плоских деталей и тепловых полей для плоского случая.



### Круг задач, решаемых с помощью APM WinFEM2D

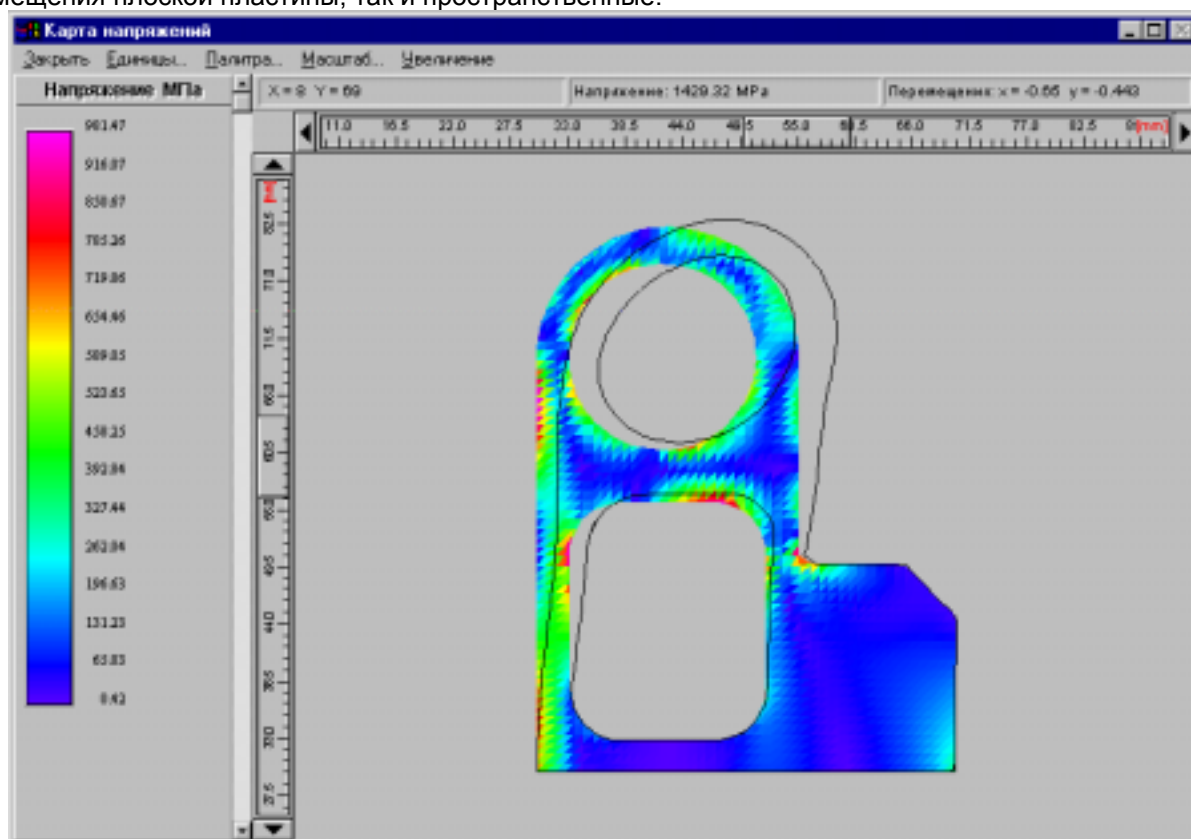
APM WinFEM2D позволяет выполнить:

- расчет напряженного состояния плоских деталей;
- расчет деформированного состояния плоских деталей;
- решение задачи кручения стержня, нагруженного изгибающим моментом и системой поперечных сил;
- расчет температурного поля в условиях стационарной теплопроводности.

### Удобный графический редактор

В состав APM WinFem2D входит графический редактор, с помощью которого пользователь может задать геометрию объекта, ввести приложенные к нему нагрузки и разместить закрепления. Редактор содержит широкий набор примитивов и геометрических операций, которые позволяют задать объект любой степени сложности. Нагрузки и закрепления могут быть как сосредоточенными, так и распределенными; приложены как в плоскости

расположения детали, так и в нормальной к ней. При этом допускаются как плоские перемещения плоской пластины, так и пространственные.



#### **Автоматическая генерация разбивки**

В APM WinFem2D реализована автоматическая разбивка на конечные элементы треугольной формы для плоских объектов любой сложности.

#### **Наглядные средства представления результатов**

Полученные результаты могут быть представлены либо в табличной, либо в графической формах - в виде графиков распределения деформаций и перемещений, полей температур.

Система проста в использовании и для работы не требует специальной подготовки пользователя. По этой причине она доступна для пользователей, не имеющих навыков работы на компьютере

#### **Требования к компьютеру и среде**

APM WinFEM2D предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

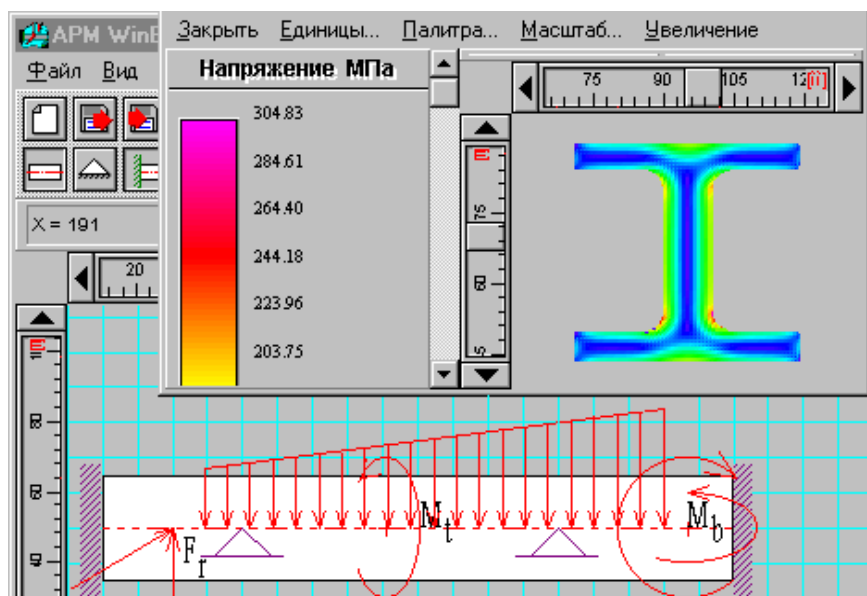
# APM WinBeam

## —Описание продукта—

Балка представляет собой брус произвольного поперечного сечения, размеры которого значительно меньше длины бруса. Основным видом напряженного состояния балочных конструкций в большинстве случаев является изгиб. Это не означает, однако, что при этом не допускаются другие виды нагружения, но для балочных конструкций они скорее исключение.

При проектировании таких конструкций важно определить напряженно - деформированное состояние балки и рассчитать ее динамические характеристики, что оказывается возможным для заданной геометрии. Кроме того, важными параметрами являются реакции в опорах, которые необходимы для расчета и проектирования сопряженных с балкой деталей.

Система APM WinBeam предназначена для выполнения комплексного проверочного расчета балки в условиях произвольного нагружения. При этом балка может состоять из участков длины с переменным поперечным сечением.



### Возможности системы APM WinBeam

С помощью APM WinBeam можно рассчитать следующие параметры балки:

- реакции в опорах;
- распределение моментов и углов изгиба по длине балки;
- распределение моментов и углов поворота при кручении;
- распределение поперечных и продольных деформаций;
- распределение эквивалентных напряжений;
- распределение поперечных сил;
- карты напряжений в любом произвольном сечении по длине балки;
- частоты собственных колебаний.

Кроме того, результаты расчетов дают возможность построить графики собственных форм.

### Специализированный графический редактор

Специализированный графический редактор APM WinBeam задания балок и их поперечных сечений используется на этапе подготовки исходных данных для дальнейших

расчетов. Редактор, имеющий полный набор всех необходимых процедур, предоставляет пользователю удобные средства для:

- задания и редактирования поперечного сечения участка балки;
- ввода нагрузок, действующих на балку;
- вида опор и их местоположения;
- задания внешних масс и моментов инерции в случае расчета поперечных и крутильных колебаний балочных конструкций.

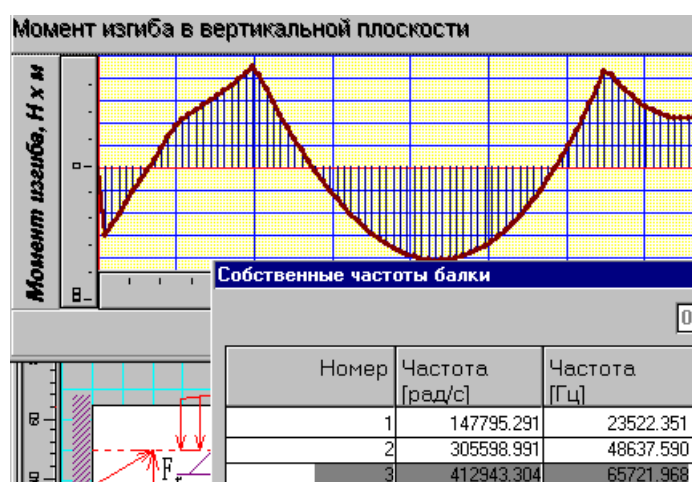
При вводе параметров можно воспользоваться услугами баз данных по материалам, которые работают под управлением СУБД.

Графический редактор прост в обращении, в нем полностью сохранена преемственность с другими продуктами, разрабатываемыми Центром АПМ.

### Методы решений

При выполнении проверочных расчетов используются комбинированные методы.

Расчет перемещений выполняется энергетическим методом, который известен еще как метод Мора.



Раскрытие статической неопределенности, если таковая имеется, проводится методом сил, при этом коэффициенты канонических уравнений метода сил рассчитываются с использованием интегралов Мора.

Расчет напряжений кручения в поперечном сечении ведется методом конечных элементов, а напряжений изгиба и сдвига - методом момента инерции. При выполнении расчетов методом конечных элементов разбивка на треугольные конечные элементы выполняется автоматически.

Величины эквивалентных нормальных и касательных напряжений рассчитываются по энергетической теории прочности.

### Результаты расчета

Система APM WinBeam позволяет выполнить комплексный расчет балки и в случае необходимости подобрать наиболее подходящее для нее поперечное сечение. Кроме того, в системе имеется возможность провести методом начальных параметров комплекс динамических расчетов, предусматривающий определение частот собственных колебаний и собственных форм.

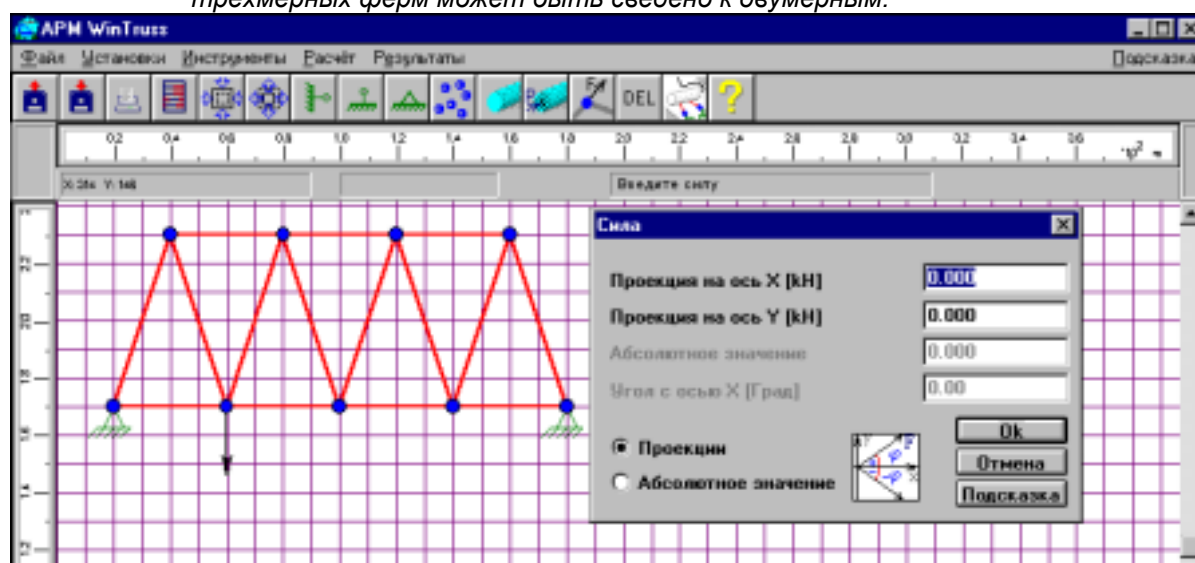
### Требования к компьютеру и среде

APM WinBeam предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

# APM WinTruss

## —Описание продукта—

Детали машин и строительные конструкции часто можно представить в виде набора стержней, соединенных шарнирами. Подобные конструкции называются **ферменными**. Стержни, входящие в состав таких конструкций, не подвергаются сдвигу и испытывают только сжатие или растяжение. Практика показывает, что многие реальные объекты могут быть адекватно описаны с помощью ферменных моделей. Наиболее простым способом рассчитываются плоские фермы. Следует отметить, что большинство трехмерных ферм может быть сведено к двумерным.



Фрагмент специализированного графического редактора системы АПМ WinTruss

### APM WinTruss—программа для расчета ферм

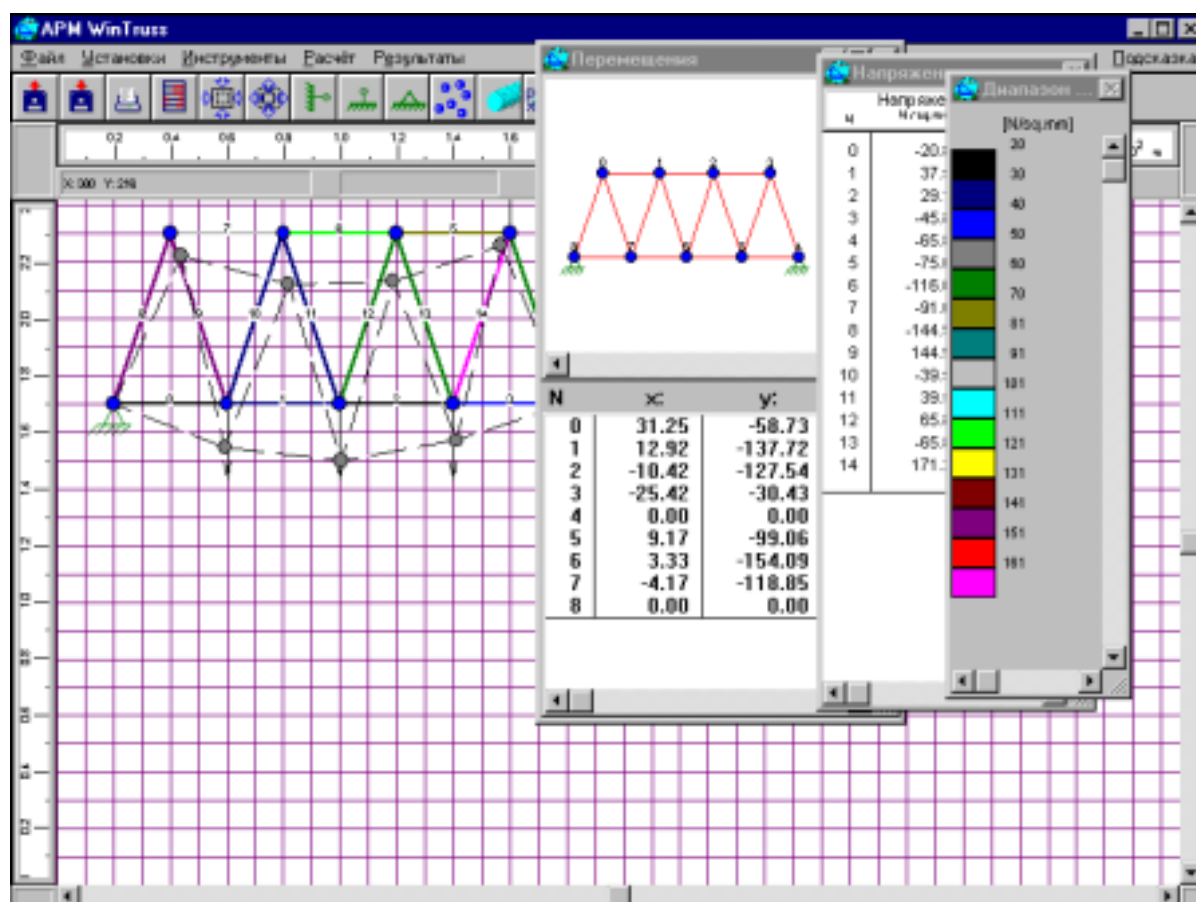
Модуль APM WinTruss предназначен для расчета методом конечных элементов ферменных конструкций. С помощью APM WinTruss можно рассчитать напряжения и деформации элементов ферм, что дает возможность выбрать оптимальное сечение стержней фермы. Кроме того, APM WinTruss позволяет получать равнопрочные конструкции, что очень важно с точки зрения экономии материала и снижения себестоимости конструкции в целом.

### Удобный редактор для ввода данных

APM WinTruss включает в себя простой в использовании специализированный графический редактор. С его помощью пользователь может быстро изобразить на экране конструкцию, которую необходимо рассчитать, разместить опоры и связи, а также нагрузки, действующие на элементы фермы.

### Представление результатов

Результаты расчетов могут быть представлены в табличной форме, а также в виде графиков исходного и деформированного состояний фермы. Исходные данные и результаты вычислений могут быть сохранены в архивных файлах, что позволяет формировать библиотеку ферменных конструкций.



Результаты расчетов. В левой части экрана показаны исходное и деформированное состояния фермы (вдоль стержней проставлены значения напряжений). В расположенном справа окне приведены смещения, напряжения и нагрузки.

APM WinTruss адресована конструкторам и инженерам, занятым проектированием металлоконструкций в машиностроении и строительстве. APM WinTruss может быть также полезна студентам, изучающим курсы строительной механики, сопротивления материалов и металлических конструкций.

Пользовательский интерфейс удобен и интуитивно понятен. Программа не требует специального обучения для работы с ней. Для того, чтобы начать эффективно пользоваться APM WinTruss, Вам потребуется не более двух сеансов.

#### Требования к компьютеру и среде

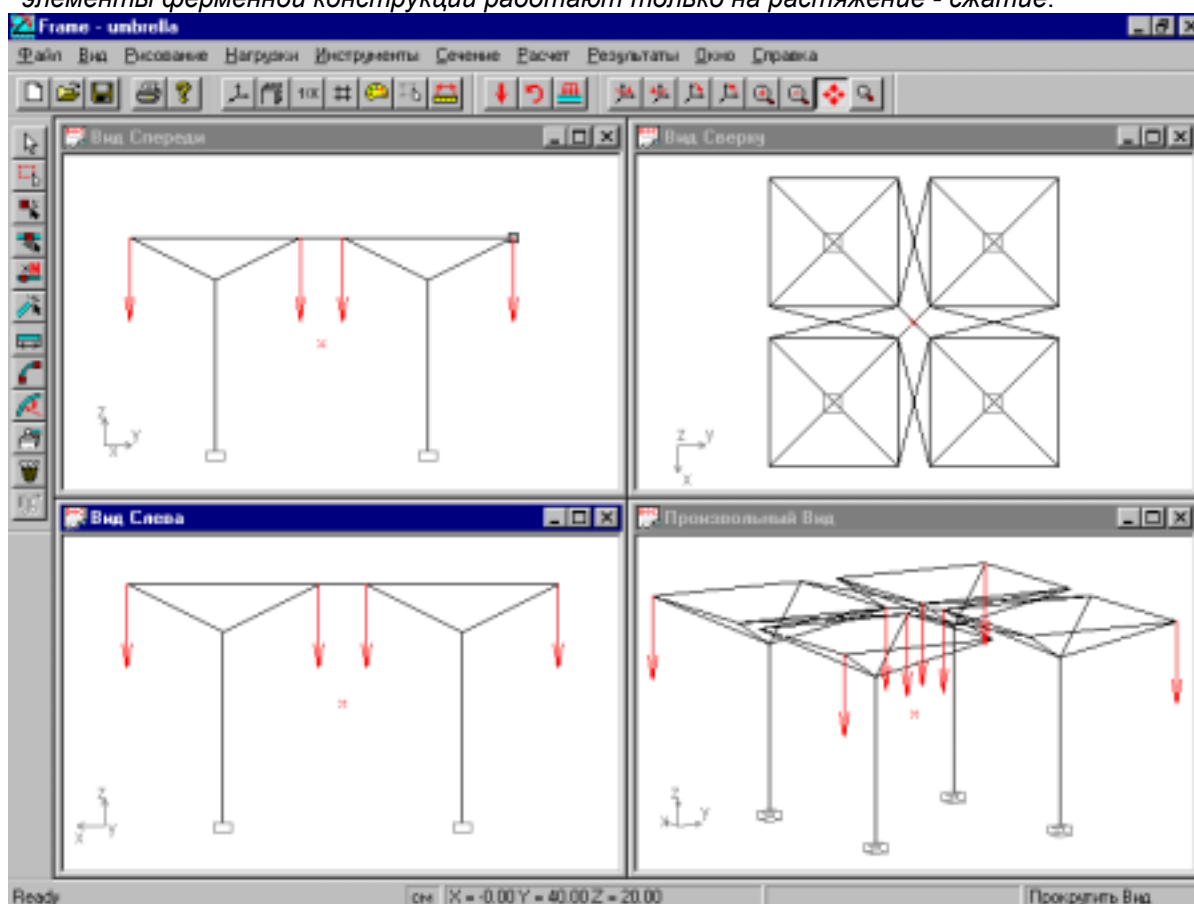
APM WinTruss предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.



# APM WinFrame3D

## —Описание продукта—

Подсистема **APM WinFrame3D** предназначена для объектов, которые могут быть смоделированы пространственными рамными конструкциями. **Рамные** металлические конструкции используются в машиностроении, строительстве и других областях инженерной деятельности. Они состоят из брусьев, размеры поперечного сечения которых много меньше их длины. Отдельные элементы рамных конструкций объединяются с помощью узлов. Под узлом понимается жесткое закрепление, реализованное сваркой, группой болтовых соединений либо заклепок. Допускается вариант смешанного соединения, когда часть элементов закрепляется жестко, а часть шарнирно. Если все элементы узла имеют шарнирное закрепление, то металлоконструкция называется **ферменной**. Все элементы ферменной конструкции работают только на растяжение - сжатие.



### Возможности APM WinFrame3D

Модуль APM WinFrame3D предназначен для расчета методом конечных элементов напряженно - деформированного состояния балочных, ферменных и трехмерных рамных конструкций **произвольного вида** при **произвольном характере нагружения**. APM WinFrame3D позволяет выполнить весь комплекс необходимых при проектировании расчетов, а именно:

- расчет напряженного состояния для любой точки системы при любом возможном нагружении и закреплении (под **напряженным состоянием** понимают расчеты полей эквивалентных напряжений и составляющих их компонент);

- расчет деформированного состояния (т. е. совокупность линейных перемещений и углов поворота в трехмерном пространстве);

определение силовых факторов в узловых точках (под *силовыми факторами* понимается совокупность проекций сил и моментов на координатные оси трехмерного пространства);

расчет устойчивости;

определение собственных форм и собственных частот свободных колебаний;

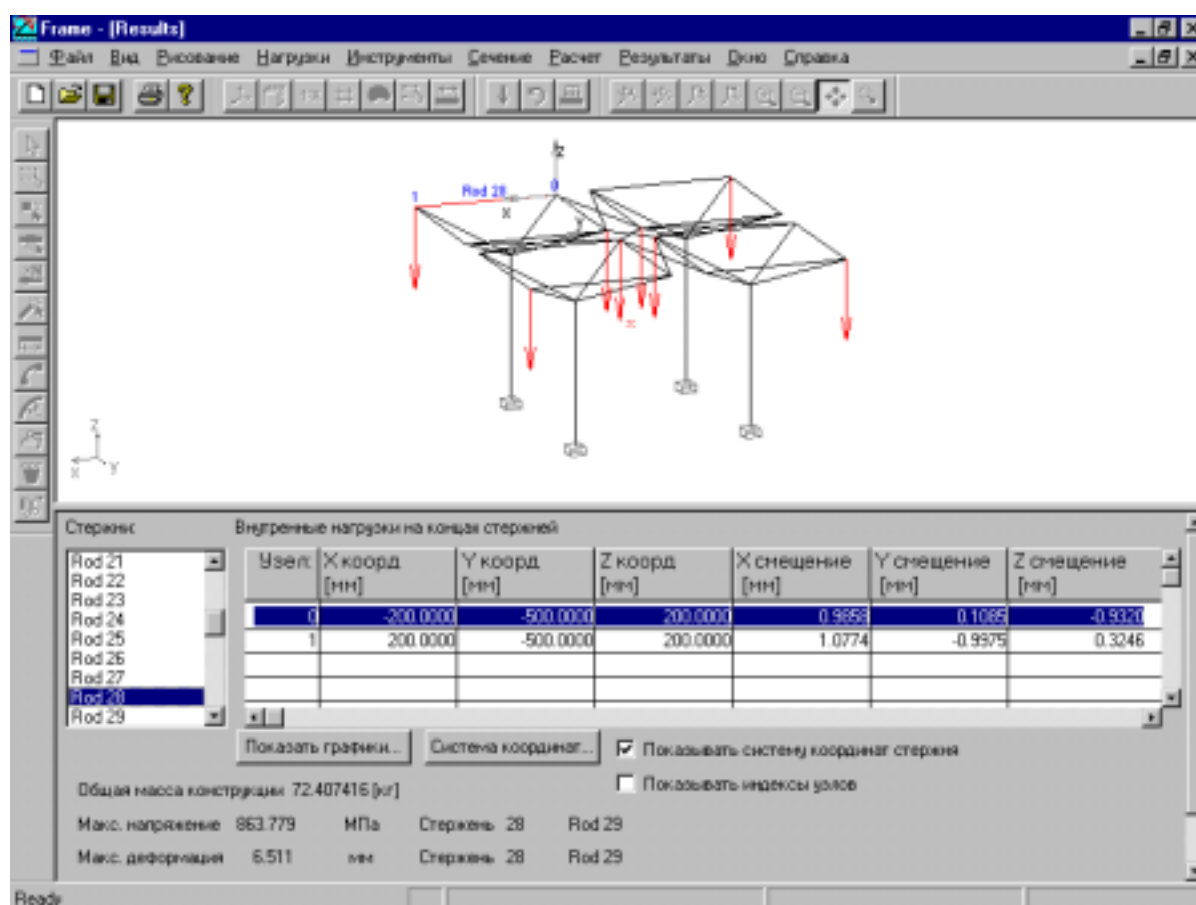
расчет вынужденных колебаний при произвольном по форме внешнем нагружении.

В системе имеется библиотека стандартных профилей и базы данных по материалам и их характеристикам.

### Методы расчета

При выполнении расчета каждое поперечное сечение разбивается на 3000 конечных элементов, причем разбивка выполняется *автоматически*, что обеспечивается встроенным генератором разбивки. Число узлов, и, как следствие, число элементов рамной конструкции не имеет никаких ограничений.

Применение метода конечных элементов позволило решить задачу кручения элементов рамной конструкции произвольной геометрической формы и определить места и уровни концентрации местных напряжений.



### Специализированный интерфейс

Для эффективной реализации расчетных и графических процедур в подсистеме имеется современный интерфейс специализированного назначения. Он включает:

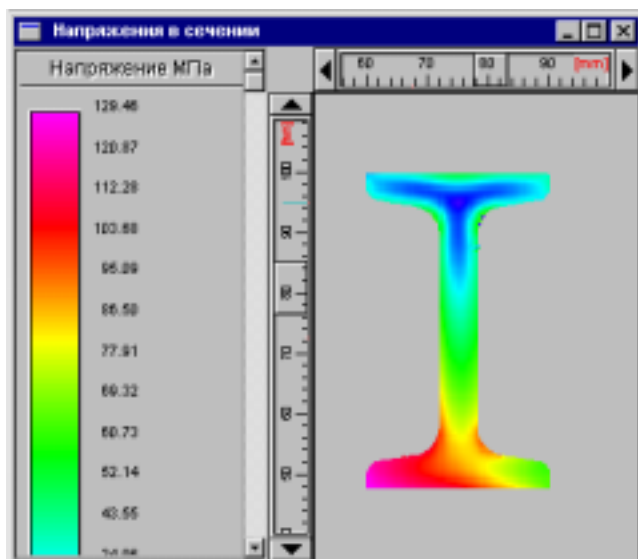
графический редактор задания трехмерных рам;

редактор задания плоских сечений элементов рамы;

редактор задания нагрузок и условий закрепления;

редактор задания закона изменения внешней нагрузки;

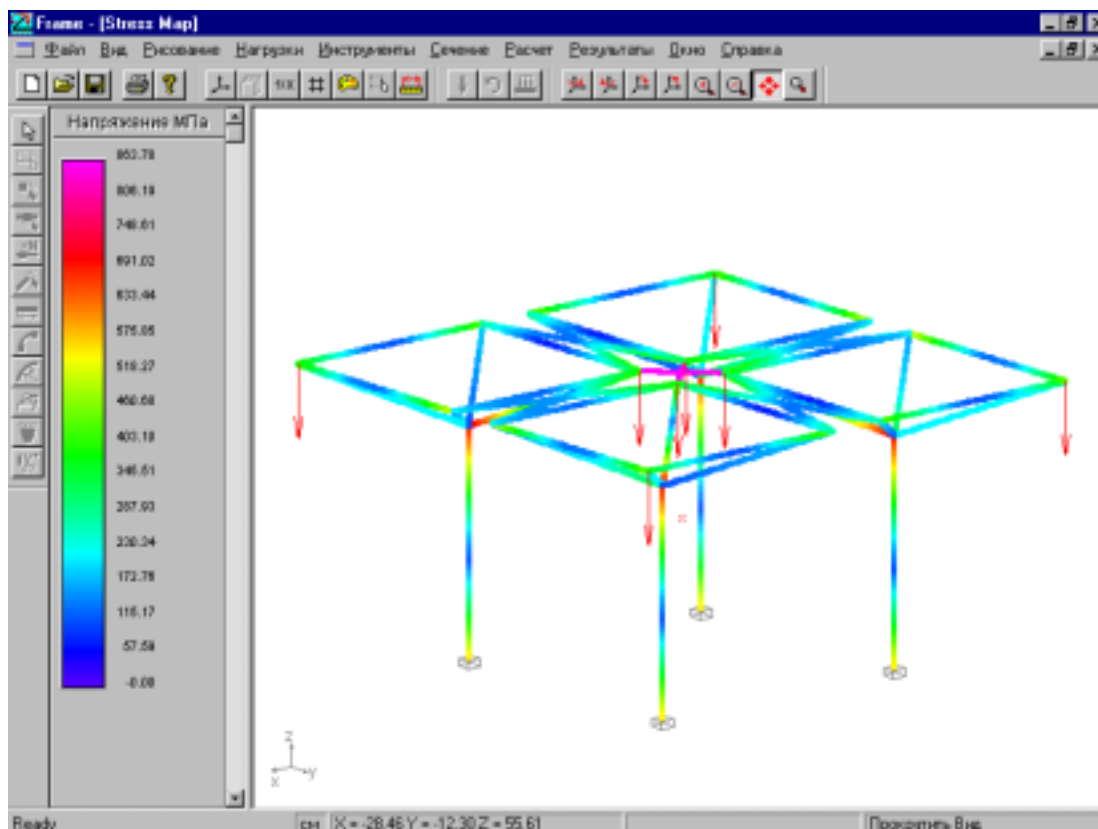
визуализатор результатов расчета.



Подсистема APM WinFrame3D позволяет рассчитать величины напряжений и деформаций в каждой точке рамы как с учетом внешнего нагружения, так и с учетом собственного веса каждого из элементов рамной конструкции. Кроме того, имеется возможность расчета устойчивости рамы и автоматического определения веса конструкции в целом. APM WinFrame3D позволяет определить неизвестные силовые факторы в каждом из узлов. Эта информация может быть использована в дальнейшем для расчета сварных, групповых резьбовых либо заклепочных соединений. Результаты расчетов с помощью визуализатора специального вида представляются в цветовой гамме или в форме эпюр напряжений, моментов, сил, деформаций и т. д.

Интерфейсная часть, предназначенная для демонстрации результатов расчета, проста, доступна в понимании, удобна в работе, а главное, сильно облегчает анализ полученных результатов и способствует принятию правильных решений. Интерфейс включает визуализаторы:

- напряженно - деформированного состояния модели;
- распределения напряженно - деформированного состояния системы в любом текущем сечении любого элемента конструкции;
- силовых факторов и деформаций (линейных и угловых) в узловых точках;
- графиков функций, описывающих законы моментов изгиба и кручения, напряжений и деформаций, поперечных сил и т.п. по длине любого из входящих в состав рамы элемента;
- собственных форм свободных колебаний рамной конструкции;
- графической информации изменений деформаций и напряжений произвольной точки системы для случая, когда сама механическая система работает в условиях переменного нагружения (это позволяет анализировать поведение строительной конструкции в условиях, например, сейсмического нагружения).



В APM WinFrame3D имеется аниматор для наблюдения за поведением системы при ее динамическом нагружении.

Широкое применение ряда специализированных редакторов существенно облегчает работу конструктора. Например, задание геометрии упрощается за счет применения проволоочных моделей рамных конструкций. Для детальной прорисовки можно использовать режим объемного моделирования твердотельной модели. Предусмотрен в системе и режим визуализации поперечного сечения для любого из выбранных элементов рамы. При практической работе с системой можно обращаться ко множеству встроенных в интерфейс контекстных подсказок, что также способствует взаимопониманию пользователя с машиной. При этом пользователю дается подробная инструкция по описанию порядка работы и перечню возможных команд.

Подсистему APM WinFrame3D можно использовать при проектировании упругих элементов (таких как пружины сжатия, растяжения, кручения и торсионы), которые легко моделируются набором линейных конечных элементов. Расчет и проектирование таких элементов также можно выполнить для случая произвольного нагружения и закрепления.

Широкий спектр описанных выше возможностей, предоставляемых APM WinFrame3D, позволяет существенно улучшить качество проектирования указанных объектов и сократить сроки их проектирования, а также значительно снизить вес конструкции и, следовательно, уменьшить ее стоимость. С использованием APM WinFrame3D можно спроектировать конструкции, которые будут близки к равнопрочным по критериям прочности, жесткости и вибрационной активности и будут всегда наилучшим образом отвечать требованиям заказчика.

#### **Требования к компьютеру и среде**

APM WinFrame3D предназначена для работы в средах Windows 95 и Windows NT. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

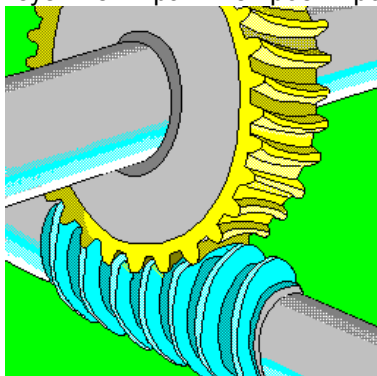
# APM WinTrans

## —Описание продукта—

*Как известно, двигатели, создающие движение, имеют характеристики, не совпадающие с характеристиками исполнительного механизма (например, высокая скорость вращения двигателя и низкая – исполнительного механизма, и т. д.). Для согласования этих характеристик между двигателем и рабочими элементами различных механизмов следует установить **механическую передачу** – устройство, которое преобразует движение, перемещая его в пространстве. Почти любой машиностроительный объект содержит ту или иную передачу. APM WinTrans поможет Вам как в расчёте передачи, так и в подготовке конструкторской документации, включая рабочие чертежи.*

Процесс проектирования с использованием APM WinTrans сводится к подготовке исходных данных и анализу полученного результата. При этом достигается высокое качество как за счет колоссального ускорения этой работы, так и за счет возможности выбора оптимальных параметров, которая реализуется путем анализа многих вариантов решений. Работа с APM WinTrans не требует знаний десятка книг и методик. При этом снижаются требования к квалификации пользователя. Предполагается, что он должен быть знаком с существом проблемы на уровне понятий и определений. Остальные вопросы берет на себя компьютер.

С помощью APM WinTrans можно выполнить весь комплекс конструкторских и технологических расчетов (как проектировочных, так и проверочных) передач вращательного движения, а также вычертить рабочие чертежи основных деталей этих передач в автоматическом режиме. В качестве объектов для расчетов выбраны передачи, широко используемые в практике проектирования.



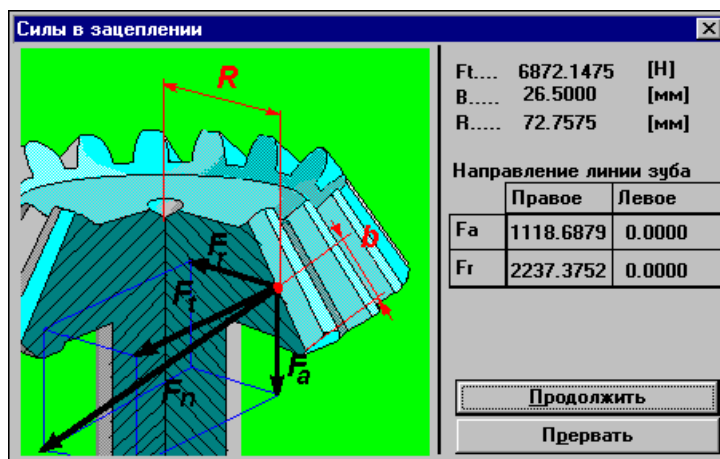
Червячная передача

### Типы передач

С помощью APM WinTrans Вы можете проектировать следующие типы передач:  
цилиндрические с прямым зубом как внешнего, так и внутреннего зацепления;  
цилиндрические с косым зубом внешнего зацепления;  
шевроновые;  
конические с прямым и круговым зубьями;  
червячные;  
ремённые;  
цепные.

### Проектирование передачи

При проектировочном типе расчета известными считаются выходные кинематические и энергетические параметры, а результатом является определение геометрических размеров передачи при выбранных материалах и термообработке. Для выполнения расчета необходимо указать следующие исходные параметры передачи: передаваемый момент, ресурс, условия работы, передаточное отношение и т.д. Опираясь на эти данные, APM WinTrans рассчитает все геометрические параметры передачи.



Силы, действующие на зуб конического колеса

Все эти расчеты проводятся как в условиях постоянного, так и переменного режимов реального нагружения. Учет переменного характера нагружения в APM WinTrans осуществляется либо в виде нормального переменного режима, либо с помощью специального инструмента для интерактивного задания таких режимов.

В основу проектировочного и проверочного расчетов положены следующие критерии: цилиндрические и конические зубчатые передачи, а также червячные рассчитываются по критериям усталостной контактной прочности и усталостной прочности на изгиб; критерием расчета цепных передач является износостойкость шарниров цепи; расчетным критерием при проектировании ременных передач является нагрузочная способность и долговечность ремня.

Дополнительно можно наложить ограничения на рассчитываемую передачу. Например, рассчитать передачу с требуемым межосевым расстоянием или другим каким-либо параметром.

Результатом расчета зубчатой передачи с помощью APM WinTrans является полный перечень параметров, необходимых при проектировании, а именно:

- геометрические параметры элементов передач;
- силы, действующие на валы от передач;
- действующие напряжения и величины допускаемых напряжений;
- весь спектр параметров контроля качества изготовления;
- параметры качества передачи;
- рабочие чертежи ведущего и ведомого элементов передачи.

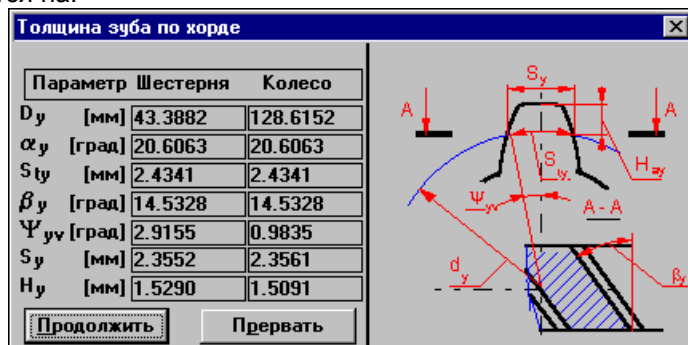
#### Проверка несущей способности передачи

С помощью APM WinTrans можно проверить несущую способность известной передачи (то есть передачи с заданными геометрическими параметрами, условиями работы, термообработкой колёс и т.д.). Несущая способность оценивается по двум критериям:

- ресурс работы передачи при заданном передаваемом моменте;
- максимальный передаваемый момент при заданном ресурсе.

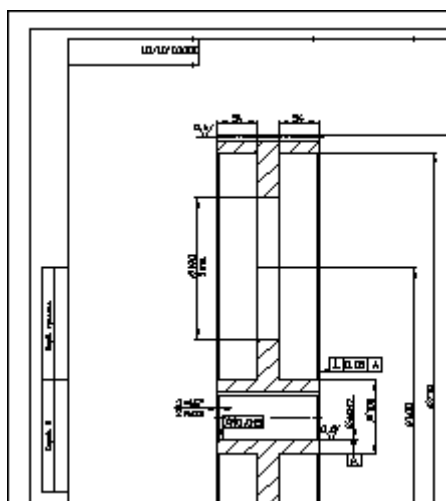
#### Расчет параметров контроля элементов передачи

APM WinTrans предоставляет пользователю все необходимые данные для проверки качества изготовления элементов передачи. Для цилиндрических передач параметры контроля делятся на:



Окно параметров по толщине хорды

параметры торцевого профиля зубьев;  
 параметры постоянной хорды;  
 параметры общей нормали;  
 параметры по толщине хорды;  
 параметры контроля по роликам;  
 параметры проверки положения разноимённых профилей зубьев;  
 параметры качества зацепления.



Фрагмент рабочего чертежа,  
 созданного APM WinTrans

### Создание рабочих чертежей

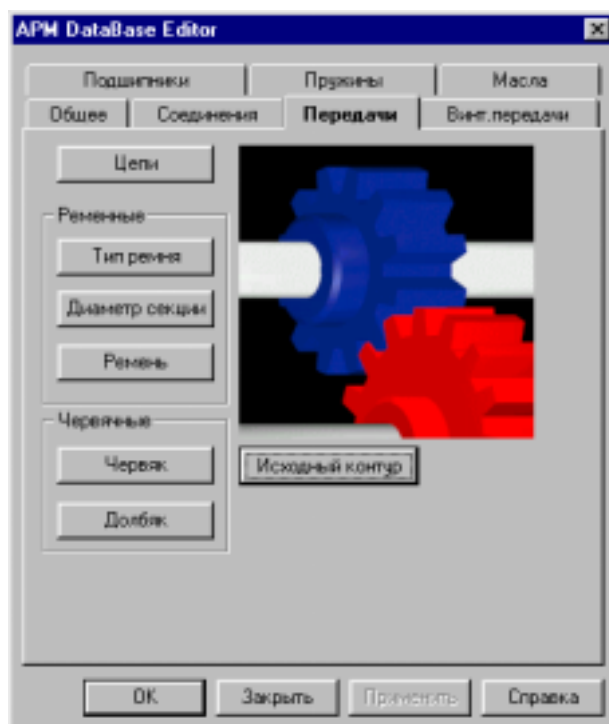
В системе APM WinTrans можно создать рабочий чертёж элемента рассчитываемой передачи. Чертеж сохраняется в формате DXF. При подготовке чертежа в системе есть возможность:

изменять, в известных пределах, конструкцию передачи и уточнять конфигурацию изображаемой детали и других элементов чертежа с помощью интерактивного диалога, который предшествует процедуре генерации;

проставлять предельные отклонения размеров и указывать технические требования чертежа;

заполнять главную надпись чертежа и т.д.

Все это задается в зависимости от нормативных параметров и требований наших стандартов и нормалей. Для выполнения этих операций в APM WinTrans имеется полный набор простых и удобных средств. Если компьютеру пользователя установлен AutoCAD™, то его можно вызывать непосредственно из системы WinTrans для окончательного редактирования чертежа и дальнейшей распечатки на бумаге.



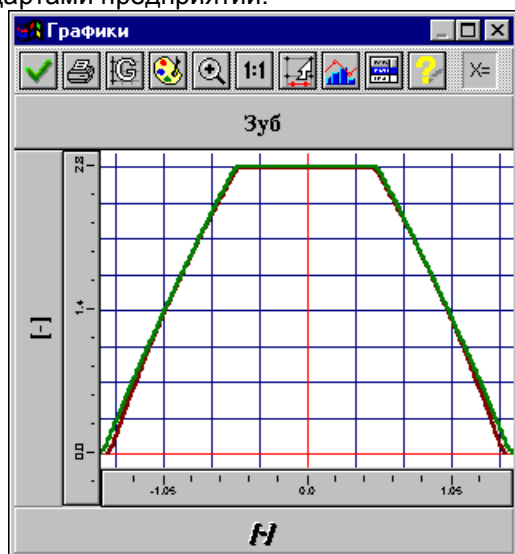
Фрагмент базы данных

### База данных

Для выполнения комплекса прочностных и геометрических расчетов передач, а также расчетов нагрузочной способности и износостойкости разработана специальная процессорная часть системы, в которой используется большое количество стандартных и нормативных параметров, а также единые для системы APM WinMachine базы данных, работающие под управлением СУБД, построенной на базе DB Vista. Это позволяет без труда редактировать и



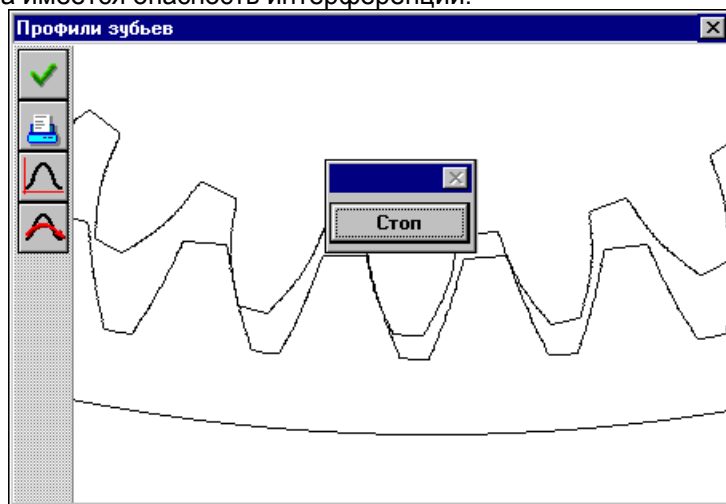
дополнять имеющиеся стандартные параметры. Кроме того, в APM WinTrans реализована возможность работы с несколькими государственными и отраслевыми стандартами и стандартами предприятий.



Форма зуба

### Моделирование процессов нарезания зубьев и зацепления

Важным разделом при проектировании зубчатых передач является процедура имитации процесса нарезания зубьев зубчатых колес методом обкатки. Эта процедура позволяет получить форму зуба колеса и шестерни исходя из параметров инструментальной рейки и величин заданного смещения. При этом можно контролировать форму и фактические размеры зуба колеса и шестерни. Помимо этого, в системе имеется возможность моделирования процесса зацепления, что особенно важно для передач внутреннего зацепления, для которых всегда имеется опасность интерференции.



Анимация процесса зацепления

### APM WinTrans как средство оптимизации

Изменяя исходные параметры, накладывая или снимая ограничения, можно оптимизировать проектируемую передачу. В этом случае система служит Вам как средство быстрого расчёта различных вариантов.

### Удобный интерфейс пользователя

Интерфейс пользователя лёгок в освоении и интуитивно понятен. Для полного освоения APM WinTrans Вам понадобится не более одного - двух занятий.

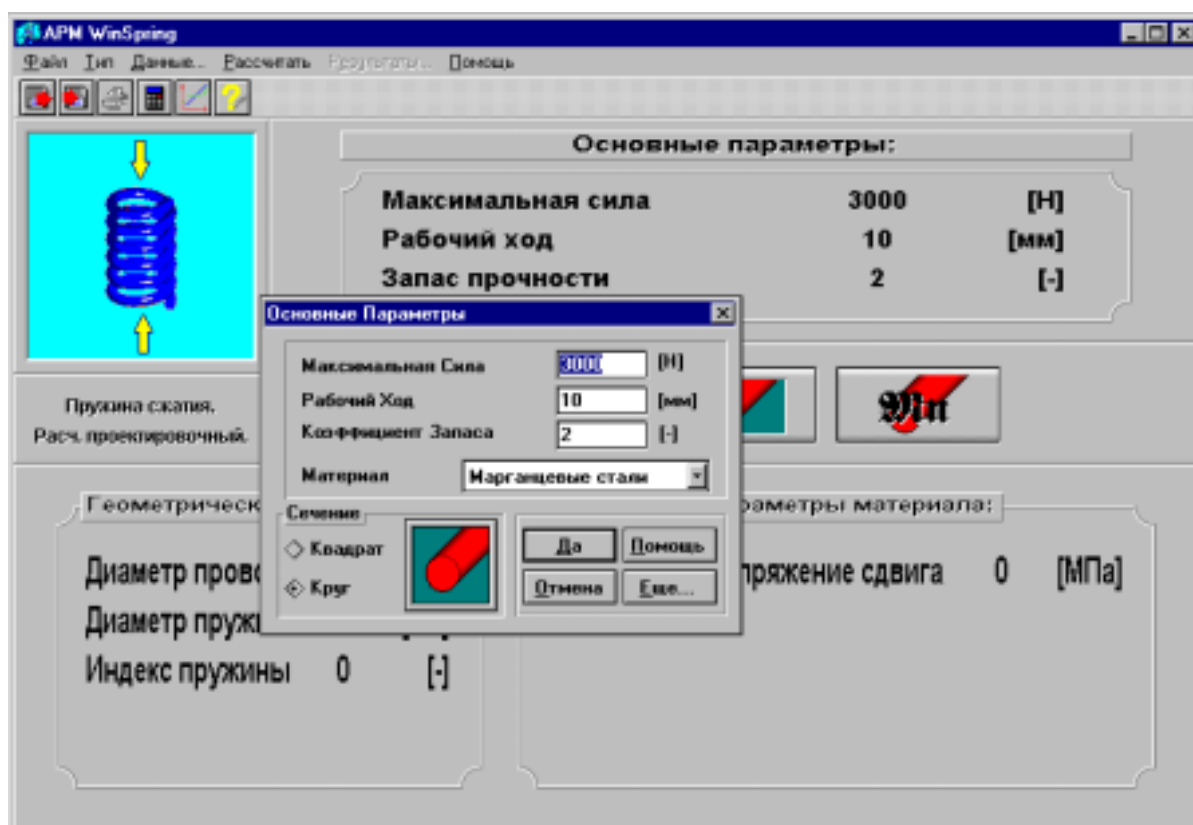
### Требования к компьютеру и среде

APM WinTrans предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

# APM WinSpring

## —Описание продукта—

Упругими элементами называют детали, имеющие высокую податливость при минимальных размерах. Они используются в качестве нагружающих устройств, рассеивающих энергию ударов и толчков амортизаторов и устройств для накопления энергии. Амортизаторы играют важную роль в работе современных машин, увеличивая их долговечность за счет демпфирования колебаний и управления резонансными частотами механических систем.

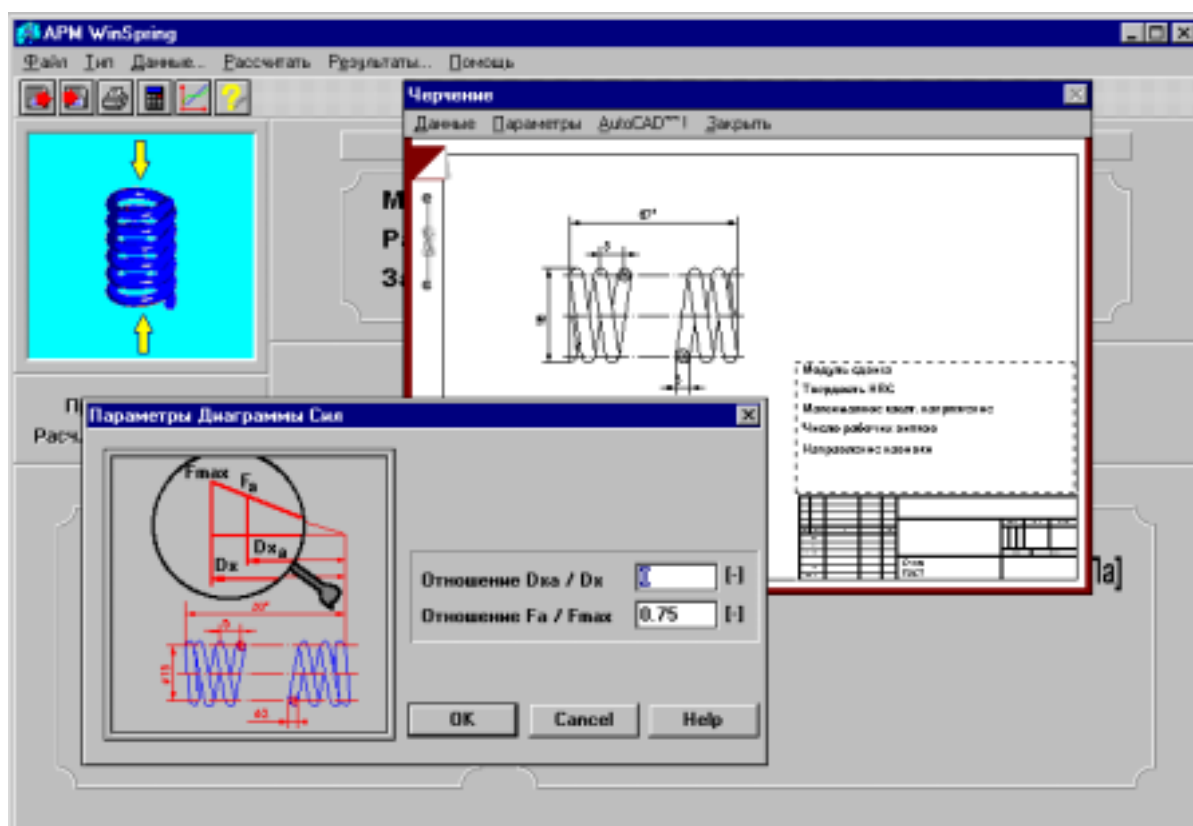


Система APM WinSpring предназначена для всестороннего расчета и проектирования упругих металлических элементов машин. Она позволяет выполнить проектировочный и проверочный этих объектов и получить чертежи рассчитанных деталей. Под проектировочным расчетом понимают определение геометрических размеров упругих элементов по известным значениям внешних сил и деформаций. Проверочный расчет позволяет определить запасы прочности упругих элементов в зависимости от их геометрических размеров.

### Типы упругих элементов машин

Системой APM WinSpring предусмотрено проектирование следующих типов упругих элементов машин:

- цилиндрические пружины растяжения круглого и прямоугольного поперечных сечений;
- цилиндрические пружины сжатия круглого и прямоугольного поперечных сечений;
- цилиндрические пружины кручения круглого и прямоугольного поперечных сечений;
- тарельчатые пружины сжатия;
- плоские прямоугольные пружины;
- торсионы.



### Методы расчета

Расчеты выполняются в условиях действия как постоянной, так и переменной во времени нагрузок. Основными являются расчеты на статическую прочность при постоянной нагрузке и на выносливость при переменном характере нагружения. Кроме того, возможен расчет пружин методом конечных элементов.

Проектировочные и проверочные расчеты проводятся аналитическими методами сопротивления материалов. Для более сложных случаев нагружения и закрепления можно использовать подсистему APM WinFrame3D, которая вызывается из APM WinSpring. Расчет упругих элементов в среде APM WinFrame3D выполняется методом конечных элементов, причем и визуализация геометрического изображения пружины, и разбивка на конечные элементы производится автоматически. В результате пользователь получает полную картину напряженно - деформированного состояния упругого элемента.

### Создание рабочих чертежей

После выполнения проверочного и проектировочного расчетов имеется возможность генерации чертежа, который в дальнейшем может быть использован в графических системах, поддерживающих формат DXF.

### Удобный интерфейс пользователя

Система APM WinSpring имеет удобный интерфейс для подготовки исходных данных и представления результатов. Там, где это необходимо, предусмотрено подключение к базе данных.

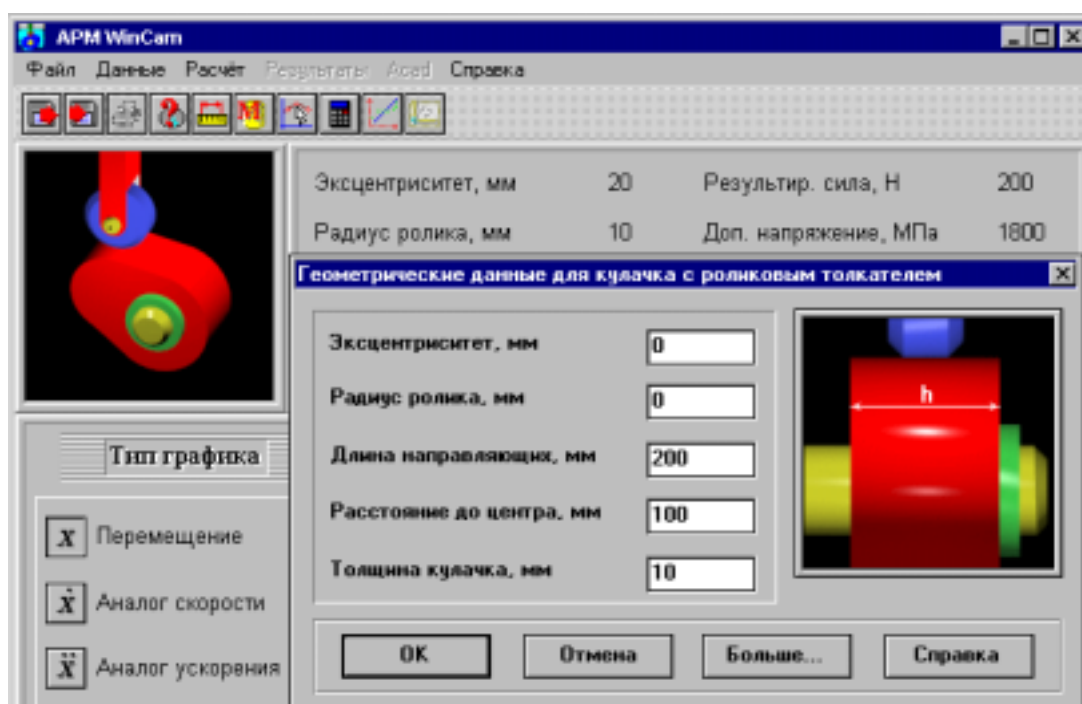
### Требования к компьютеру и среде

APM WinTrans предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

# APM WinCam

## —Описание продукта—

**Кулачковые механизмы** применяются для преобразования вращательного движения в поступательное или качательное движение толкателя. В механизмах этого типа закон движения толкателя определяется геометрической формой кулачка и видом толкателя. Кулачковые механизмы часто используются в качестве устройств управления, задающих тот или иной закон движения. Система APM WinCam предназначена для проектирования элементов кулачкового механизма по известному закону движения.



### Подготовка исходных данных в APM WinCam

Закон движения может быть задан в одном из следующих видов:

график перемещения;

график скорости;

график, определяющий изменение ускорения по углу поворота кулачка.

Подготовка исходных данных, таким образом, сводится к выбору типа кулачкового механизма и заданию некоторых вспомогательных, в том числе и геометрических, сведений по материалам и виду закона движения.

Для задания графической информации в системе APM WinCam имеется специальный инструмент, с помощью которого можно ввести график функции с монитора в виде сплайна или в виде набора линейных отрезков и любой их комбинации. Имеется возможность редактирования введенной информации с целью ее модификации.

Предусмотрен также ввод аналитических функций и информации из файла. Для аналитического задания функций существует редактор анализа и обработки аналитических выражений.

### Критерии расчета

Профиль кулачка выбирается исходя из заданного закона движения толкателя, диаметр - из ограничения угла давления, а толщина и радиус толкателя - из ограничений по наибольшим напряжениям в контакте.

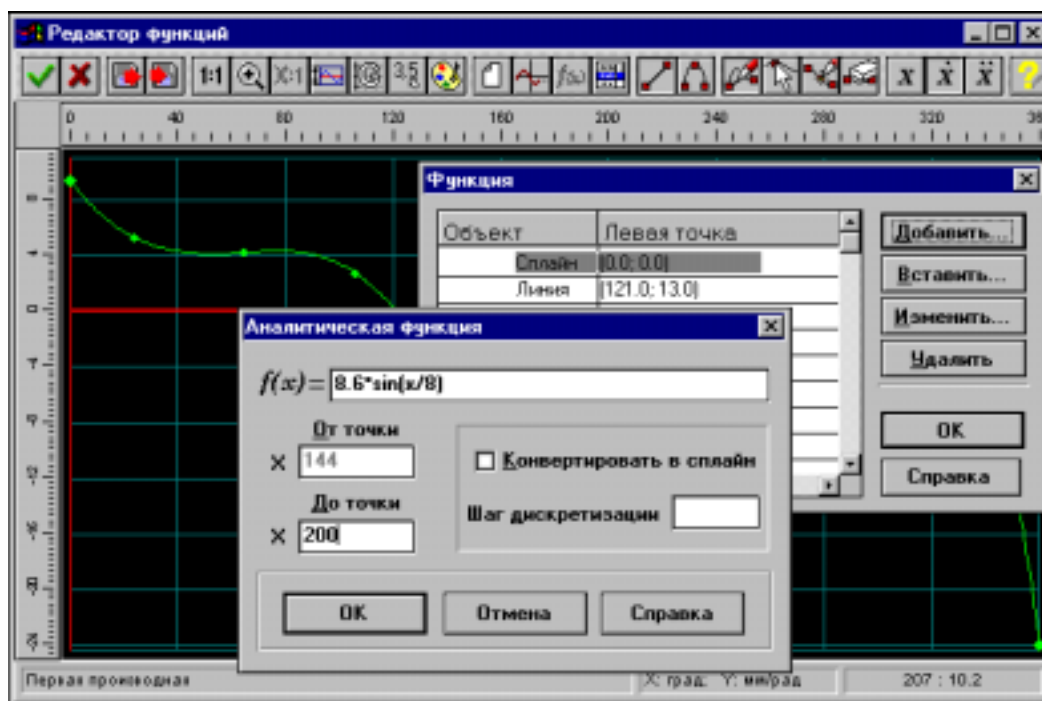
### Результаты расчета

Система APM WinCam позволяет:  
рассчитать профиль кулачка и представить его в декартовых и полярных координатах;  
определить закон изменения узлов давления по углу поворота кулачка;  
представить профиль кулачка и смоделировать его работу, используя при этом анимационные возможности;  
построить рабочий чертеж кулачка с целью облегчения процедуры его изготовления.

Система готовит чертежную информацию в DXF-файл, которая может быть прочитана сторонним графическим редактором, например, редактором AutoCAD.

Система позволяет также выполнить весь комплекс необходимых проверочных расчетов кулачковых механизмов.

APM WinCam позволяет быстро и без дополнительных построений менять геометрические размеры законы движения толкателя. Анализировать графики скоростей и ускорений толкателя. Такой подход к проектированию механизма позволяет для выбранного случая получать информацию относительно геометрических размеров и формы кулачка, и на основе этой информации, делать вывод относительно корректности принятия конструктивного решения. Она позволяет создавать оптимальные механизмы, если под оптимизацией понимать процедуру последовательного редактирования и анализа.



Система проста в использовании и для работы с ней не требует специальной подготовки пользователя. По этой причине она доступна для пользователей, не имеющих навыков работы на компьютере.

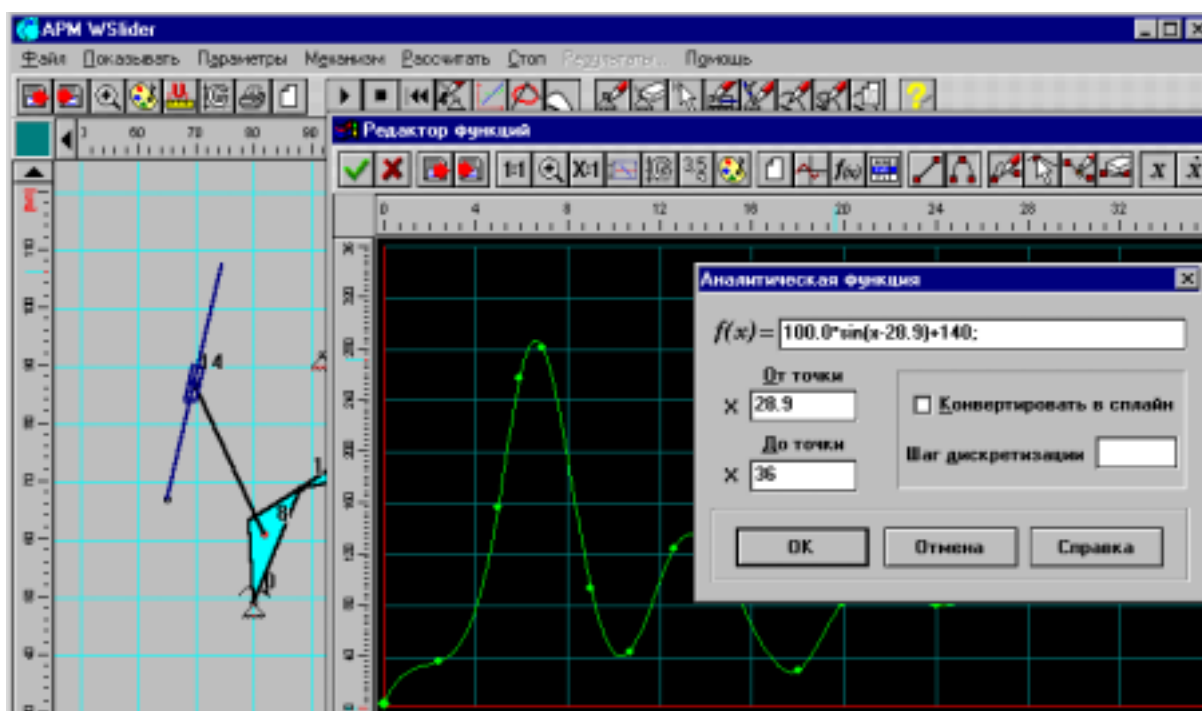
### Требования к компьютеру и среде

APM WinCam предназначена для работы среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.

# APM WinSlider

## —Описание продукта—

Механизмы - это устройства для преобразования одного или нескольких видов движения в движение другого вида. В **рычажных механизмах** такое преобразование осуществляется с помощью деталей (звеньев), поперечные сечения которых много меньше их длины. Обычно рычажные механизмы позволяют преобразовывать поступательное либо вращательное движения в движение, выполняемое по сложной траектории. Например, если приводом ведущего звена является кулачковый механизм, то законы движения, заданные кулачковым механизмом, преобразуются рычажным в движения по иным траекториям.

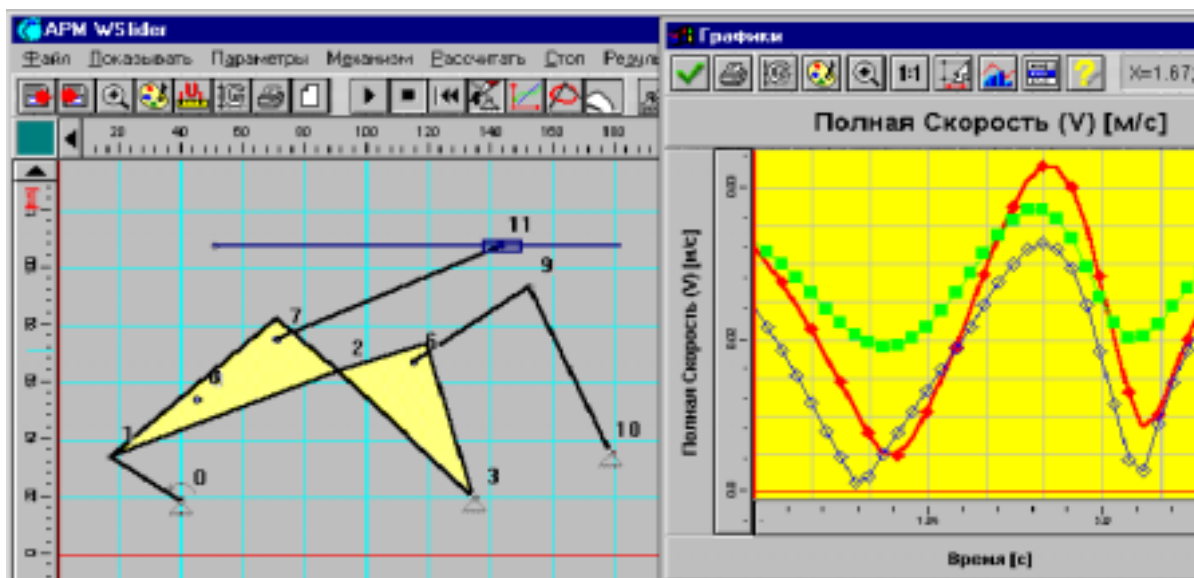


APM WinSlider предназначена для комплексного анализа плоских рычажных механизмов произвольной геометрической структуры. Она позволяет выполнить весь комплекс необходимых проверочных расчетов для предварительно введенного механизма. Этот комплекс включает расчет:

- траекторий движения произвольной точки исследуемого механизма;
- скоростей и ускорений произвольной точки исследуемого механизма;
- реакций в шарнирных соединениях звеньев;
- динамических нагрузок, полученных в результате этого движения,
- а также проверку на наличие проворачиваемости в механизме.

Для реализации этих возможностей в системе имеется специализированный редактор, который позволяет:

- задать геометрию механизма в параметризованном виде;
- редактировать заданную геометрию и модифицировать ее;
- задать закон движения ведущего звена либо в виде графика, построенного по точкам, либо в виде аналитической функции;
- задать внешние силовые факторы;
- осуществить анимационное представление работы механизма в режиме реального времени.



При расчете реальный рычажный механизм заменяется проволочной моделью, которая представляет собой произвольную комбинацию четырехзвенных и шестизвенных, а также ползунковых и кулисных механизмов. Проволочная модель звена может быть усложнена, в частности, путем формирования тела произвольной геометрии, на поверхности которого можно указать любое число точек (шарниров). Эти точки в дальнейшем допустимо использовать для присоединения последующих звеньев. Кроме того, по желанию проектировщика в выделенных точках проводится комплексный расчет.

Специализированный редактор позволяет создать бесчисленное множество рычажных механизмов, ведущее звено которых может иметь либо вращательное, либо поступательное движение.

Для анализа результатов в системе предусмотрен визуализатор графической информации, который дает возможность наглядно представить полученные результаты с целью их анализа и обработки.

С помощью APM WinSlider быстро и без дополнительных построений осуществляется изменение геометрических размеров системы и ее содержания. Такой подход к проектированию позволяет получать информацию для анализа заданного механизма и на этой основе делать вывод относительно корректности принятия конструктивного решения.

Используя APM WinSlider, можно создавать оптимальные механизмы, если под оптимизацией понимать процедуру последовательного анализа и редактирования.

Система проста в использовании и не требует специальной подготовки пользователя для работы с ней. По этой причине она доступна даже для пользователей, не имеющих навыков работы на компьютере.

#### **Требования к компьютеру и среде**

APM WinSlider предназначена для работы в среде Windows 3.1 и выше. Она может эксплуатироваться как в составе системы APM WinMachine, так и самостоятельно.



## **Прайс-лист**

### **На рабочие модули APM WinMachine**

Список программ	1 копия	2-5	6-10	>10
1. <b>WinBear</b> , система расчета и проектирования неидеальных подшипников качения.	\$285	\$200	\$150	\$100
2. <b>WinData</b> , база данных для хранения стандартных параметров машин.	\$100	\$75	\$70	\$60
3. <b>WinJoint</b> , система расчета и проектирования соединений элементов машин.	\$330	\$250	\$230	\$200
4. <b>WinPlain</b> , система расчета подшипников скольжения.	\$150	\$130	\$110	\$100
5. <b>WinScrew</b> , система расчета неидеальных винтовых передач (скольжения, шарико- и планетарно-винтовых)	\$280	\$250	\$220	\$200
6. <b>WinShaft</b> , система расчета и проектирования валов и осей.	\$285	\$230	\$200	\$150
7. <b>WinSpring</b> , система расчета пружин торсионов и других упругих элементов машин.	\$100	\$80	\$70	\$50
8. <b>WinTrans</b> , система расчета и проектирования механических передач вращения.	\$385	\$320	\$300	\$250
9. <b>WinTruss</b> , программа расчета ферменных конструкций.	\$100	\$80	\$60	\$50
10. <b>WinFEM2D</b> , конечно – элементный анализ плоских деталей.	\$200	\$160	\$130	\$100
11. <b>WinBeam</b> , система расчета и проектирования балочных конструкций .	\$200	\$160	\$130	\$100
12. <b>WinFrame3D</b> , система расчета и проектирования трехмерных рамных конструкций .	\$800	\$650	\$500	\$400
13. <b>WinSlider</b> , система расчета и проектирования рычажных механизмов произвольной структуры .	\$250	\$200	\$160	\$100
14. <b>WinCame</b> , система расчета и проектирования кулачковых механизмов .	\$200	\$150	\$120	\$100
15. <b>Основы проектирования машин</b> , электронный учебник.	\$50	\$30	\$25	\$20

**Примечание:**

1. Указанные цены включают НДС.

2. Для предприятий и организаций стоимость полной версии системы составляет \$2000, включая НДС. Для университетов за вышеуказанную цену поставляется 10 копий полной версии системы.