

Научно-технический центр «Автоматизированное проектирование машин»

представляет

Систему автоматизированного расчета и проектирования
механических конструкций и оборудования в области
машиностроения и строительства

APM WinMachine

Система АРМ WinMachine представляет собой комплекс графических и расчетных программ для автоматизированного проектирования деталей машин, механизмов, элементов конструкций и узлов.

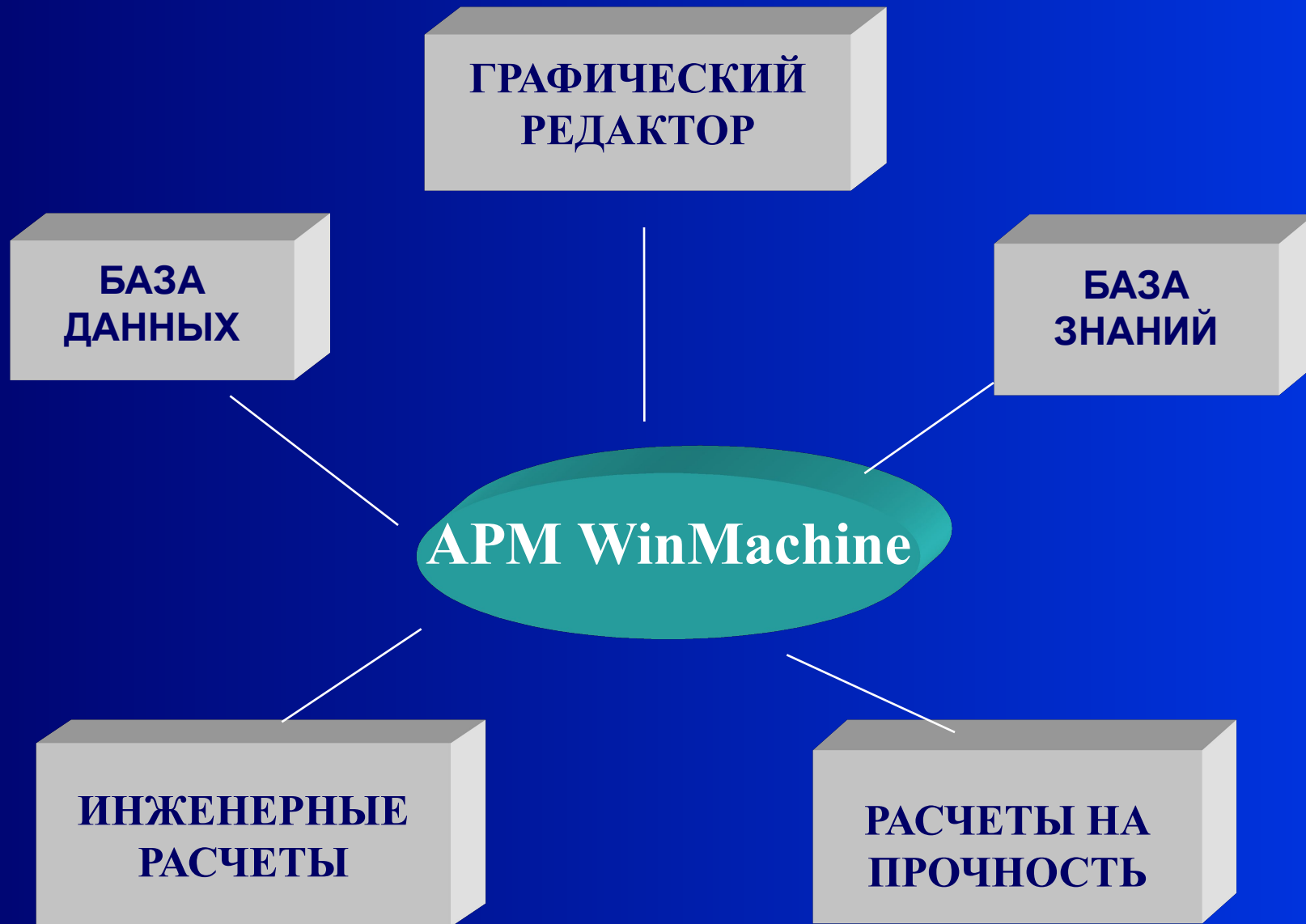
Используя Систему АРМ WinMachine, вы можете рассчитать более чем 80 % элементов машин используемых в машиностроении. Некоторые методы, реализованные в системе, являются уникальными и не имеют мировых аналогов

АРМ WinMachine содержит современные, эффективные и надежные алгоритмы и программы для расчета:

- энергетических и кинематических параметров;
- прочности, жесткости и устойчивости;
- выносливости при переменных режимах нагружения;
- вероятности, надежности и износостойкости;
- динамических характеристик

Каждый модуль системы АРМ WinMachine представляет собой интегрированную среду и в общем случае включает:

- Полный цикл вычислений;
- Специализированный графический редактор;
- Различные средства визуализации;
- Руководство пользователя



Система АРМ WinMachine включает следующие модули:

АРМ Drive

АРМ WinJoint

АРМ WinTruss

АРМ WinTrans

АРМ WinSpring

АРМ WinFEM2D

АРМ WinShaft

АРМ WinCam

АРМ WinBeam

АРМ WinBear

АРМ WinSlider

АРМ WinStructure3D

АРМ WinPlain

MDM

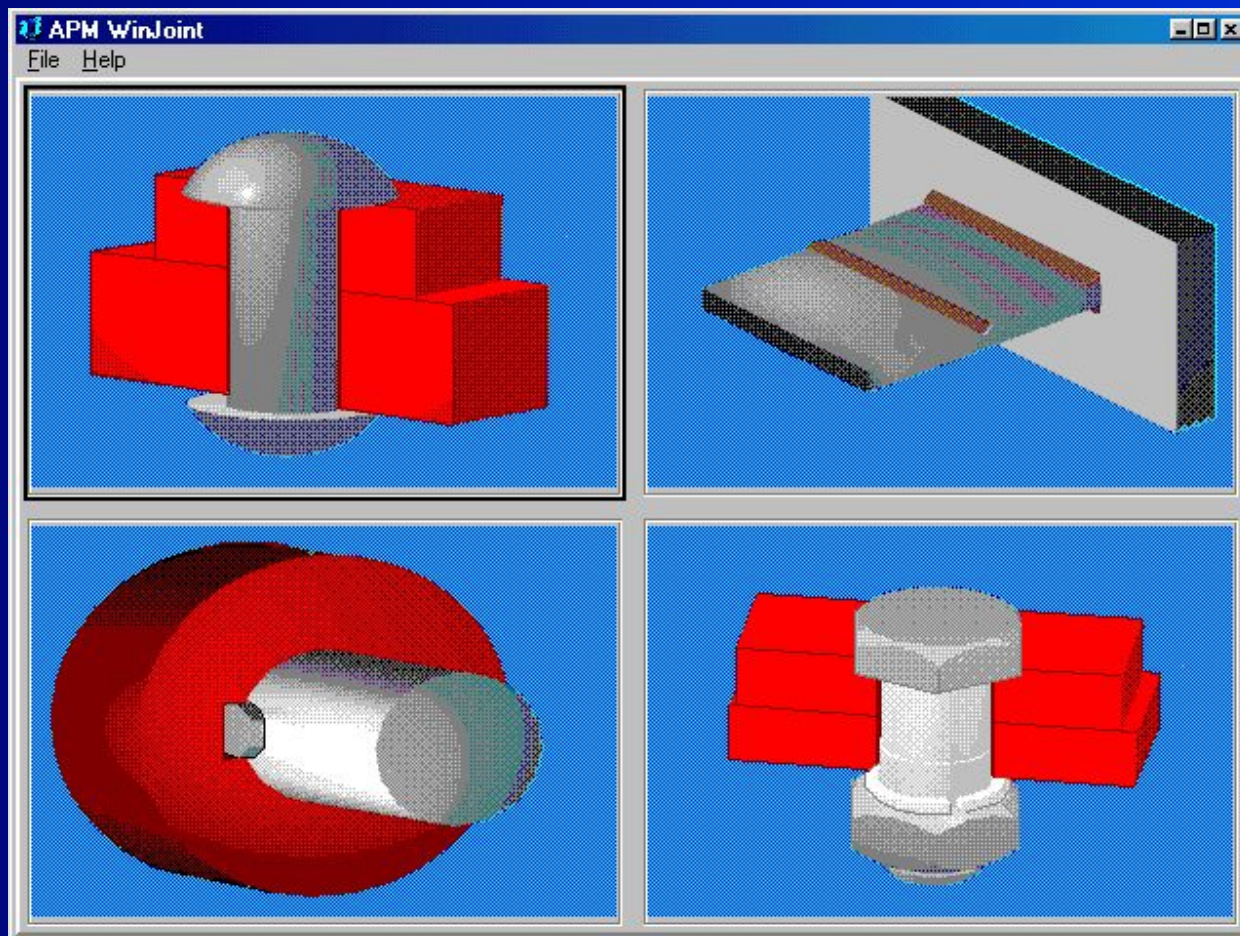
АРМ Graph

АРМ WinScrew

АРМ Data

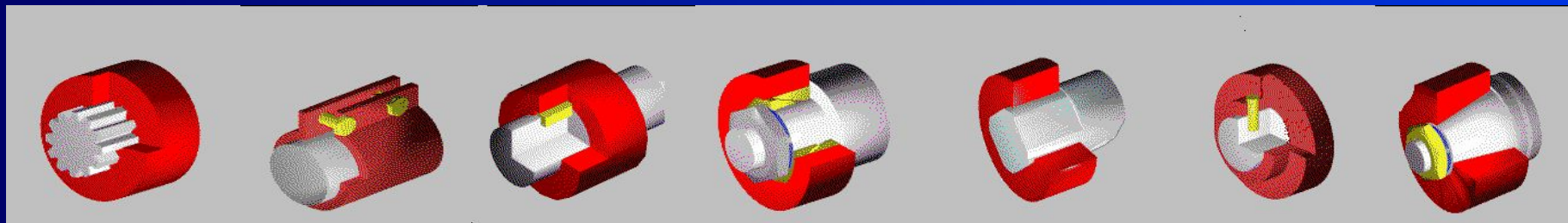
APM WinJoint

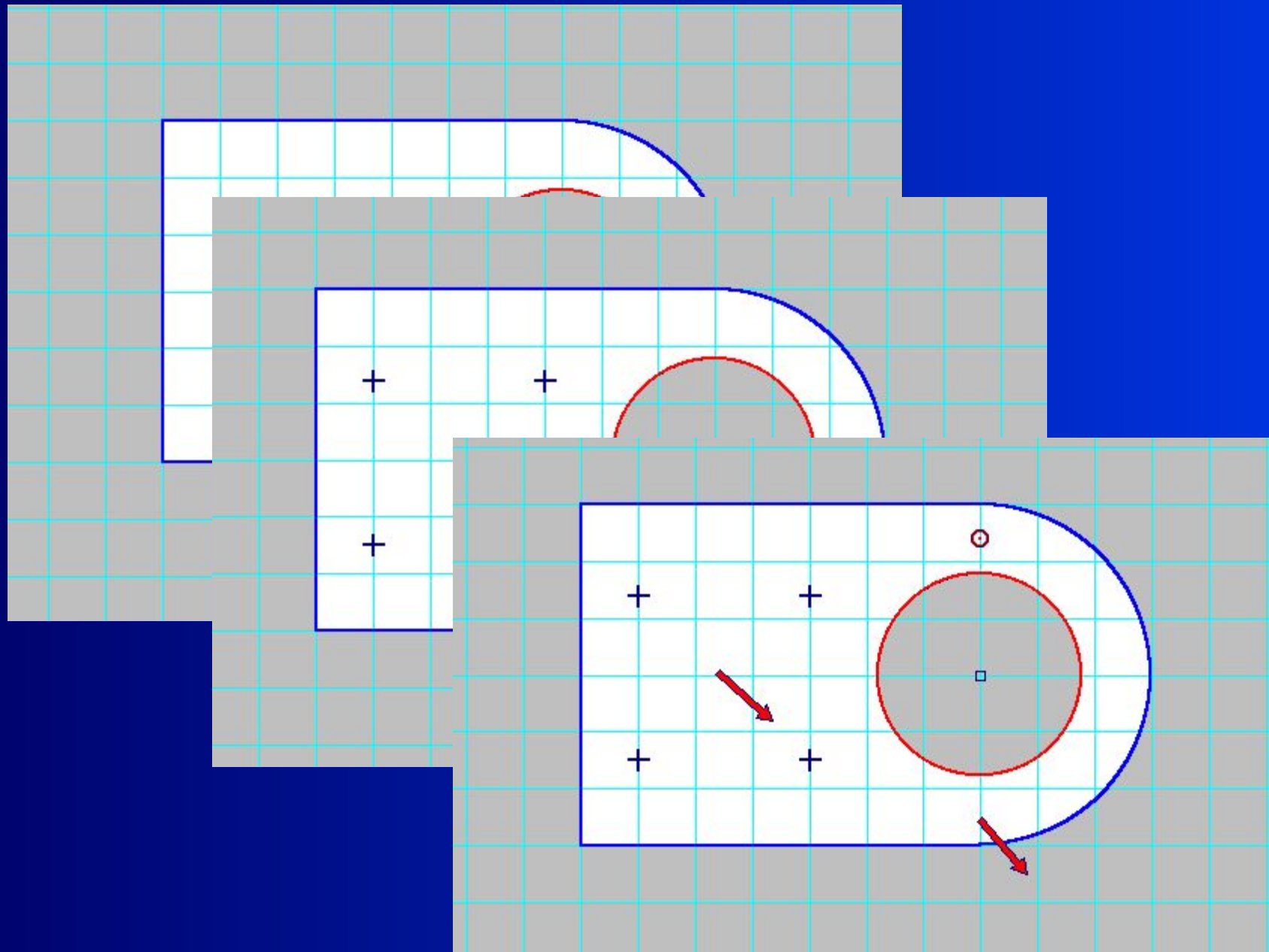
модуль расчета и проектирования соединений деталей машин и элементов конструкций. Он позволяет выполнить комплексный расчет и анализ всех типов соединений

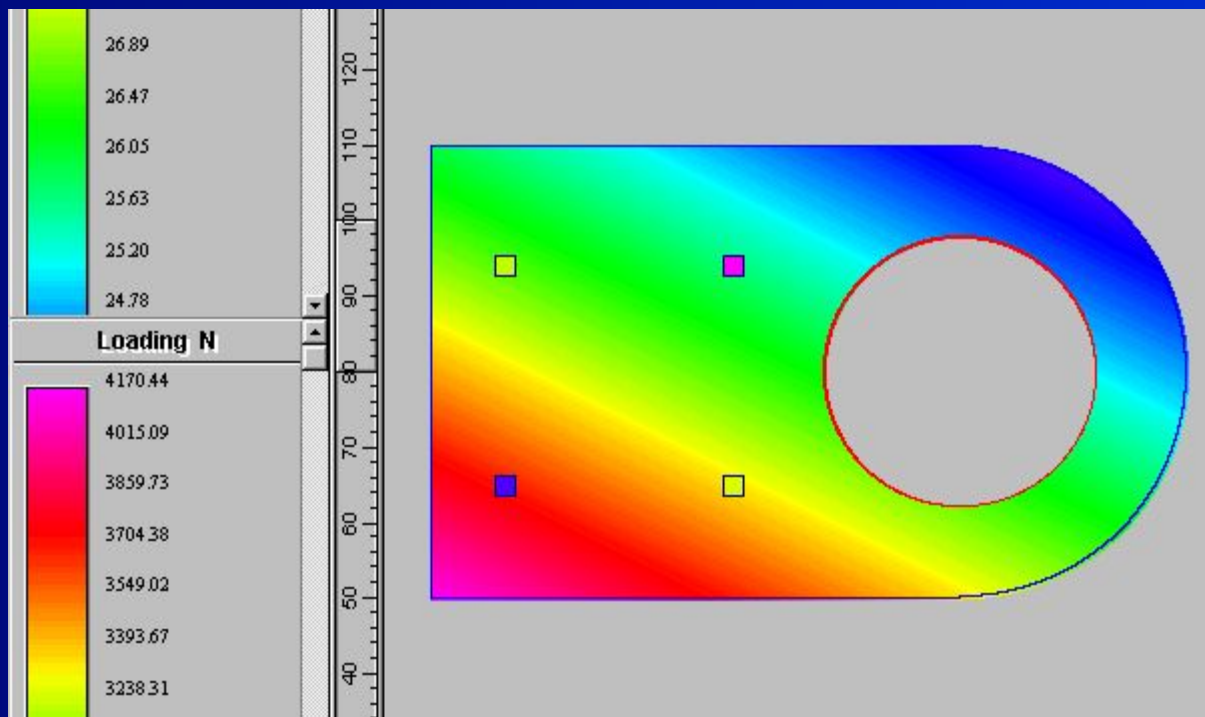


Модуль АРМ WinJoint позволяет рассчитать:

групповые резьбовые соединения, поставленные в отверстие с зазором и без;
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.

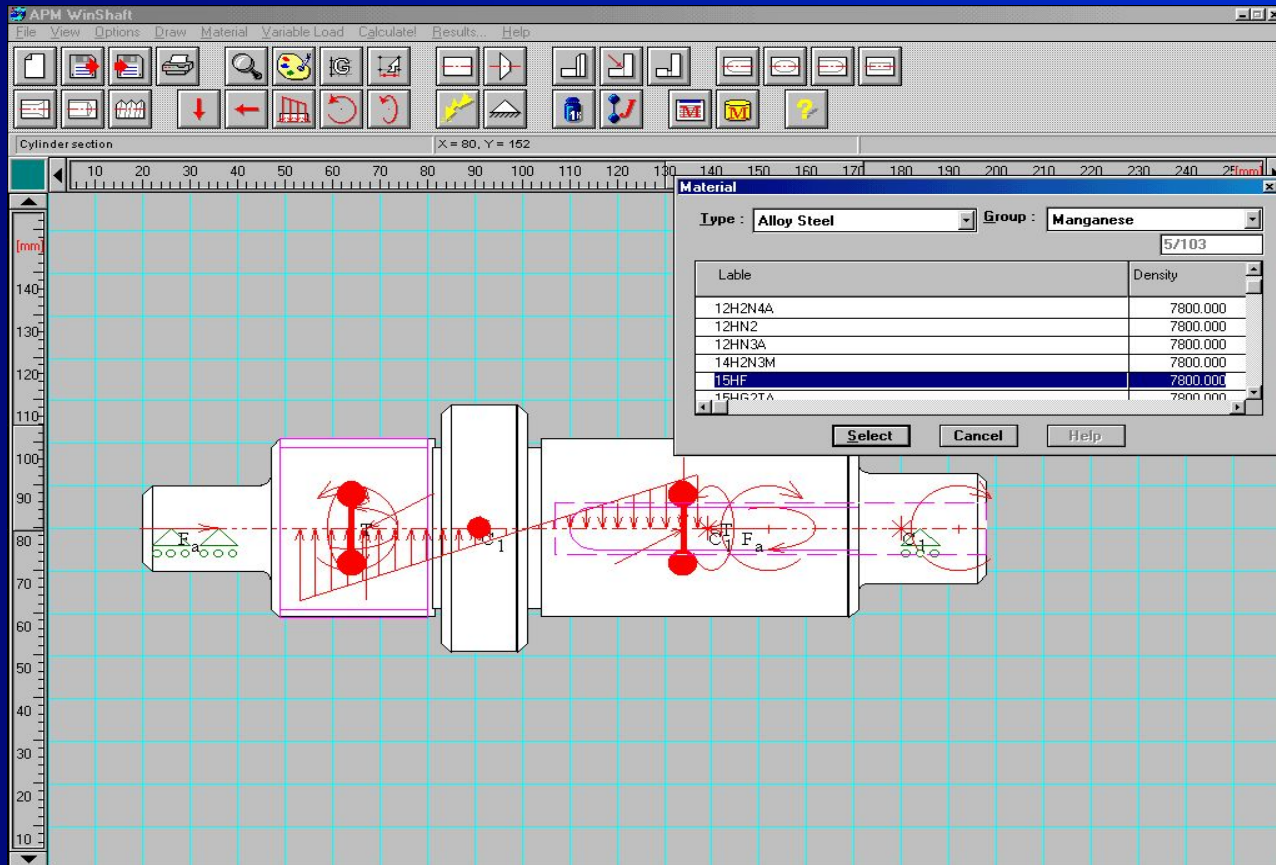






APM WinShaft

модуль расчета, анализа и проектирования валов и осей.
Он позволяет провести общий расчет вала и определить его динамические характеристики.



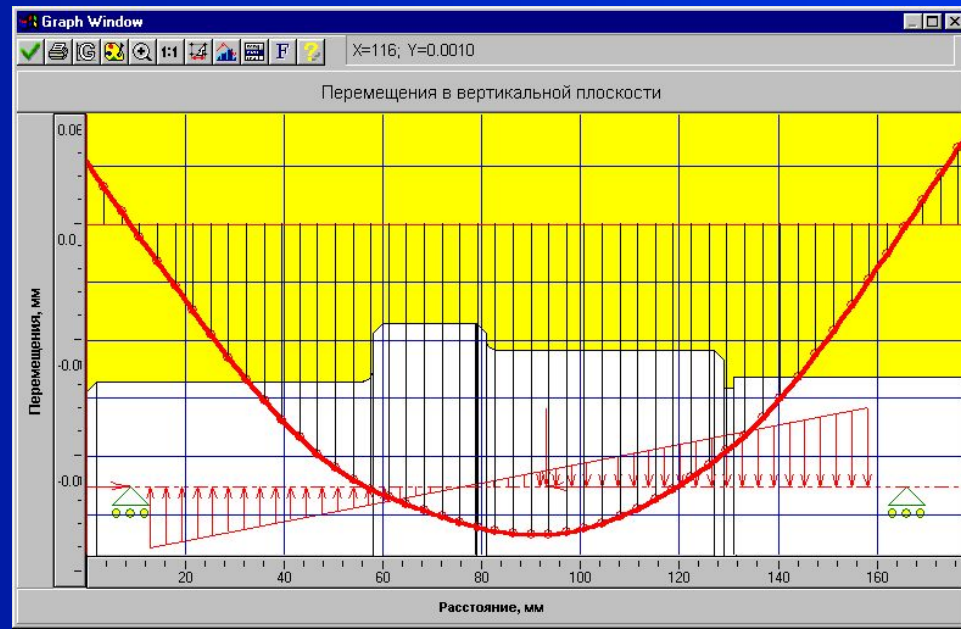
Расчет включает в себя нахождение:

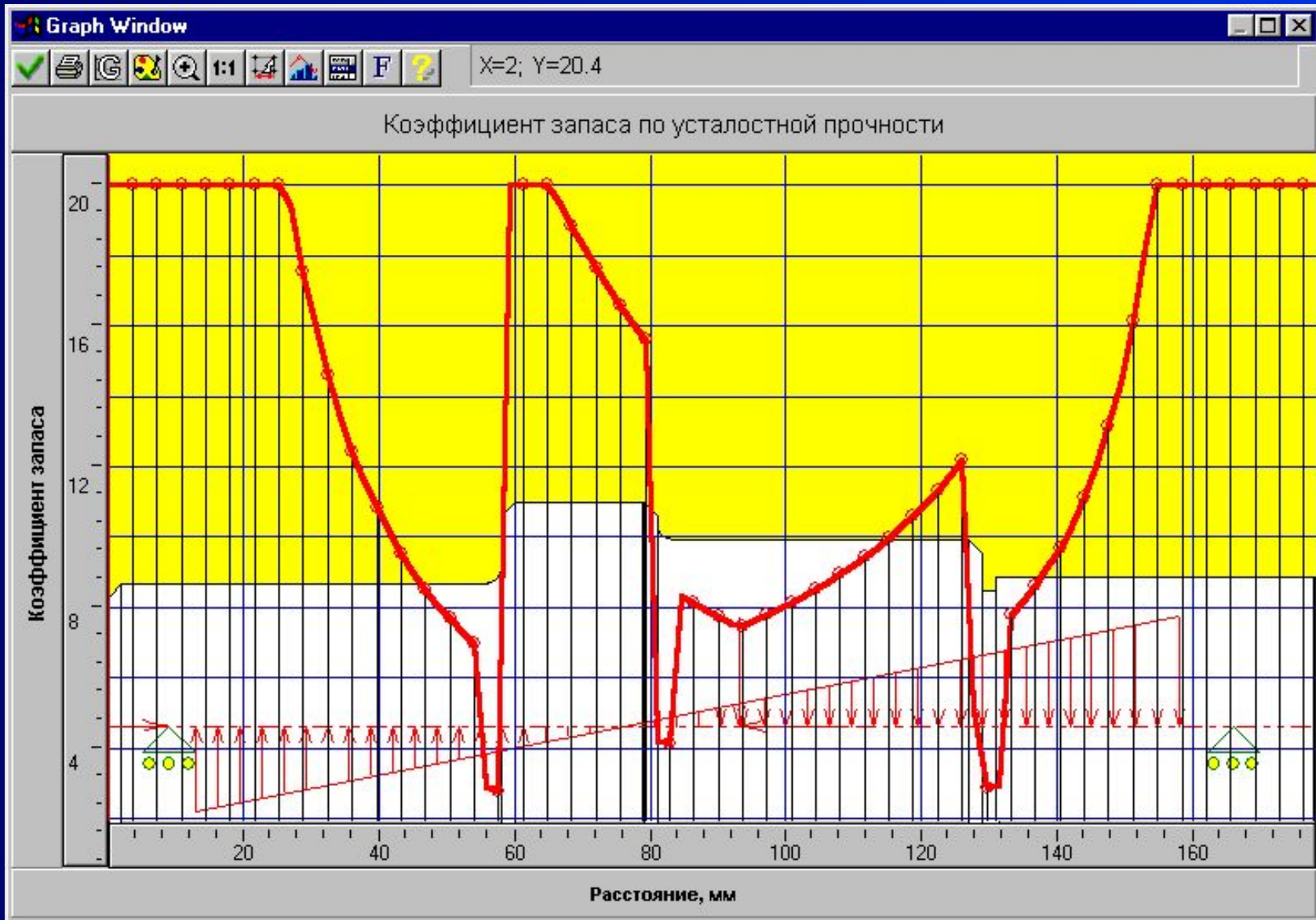
- *реакций в опорах валов;*
- *эпюры моментов изгиба и углов изгиба;*
- *эпюры моментов кручения и углов закручивания;*
- *деформированное состояние вала;*
- *напряженное состояние вала;*
- *коэффициент запаса по усталостной прочности;*
- *эпюры распределение поперечных сил;*
- *собственные частоты и собственные формы вала.*

Графический редактор валов

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

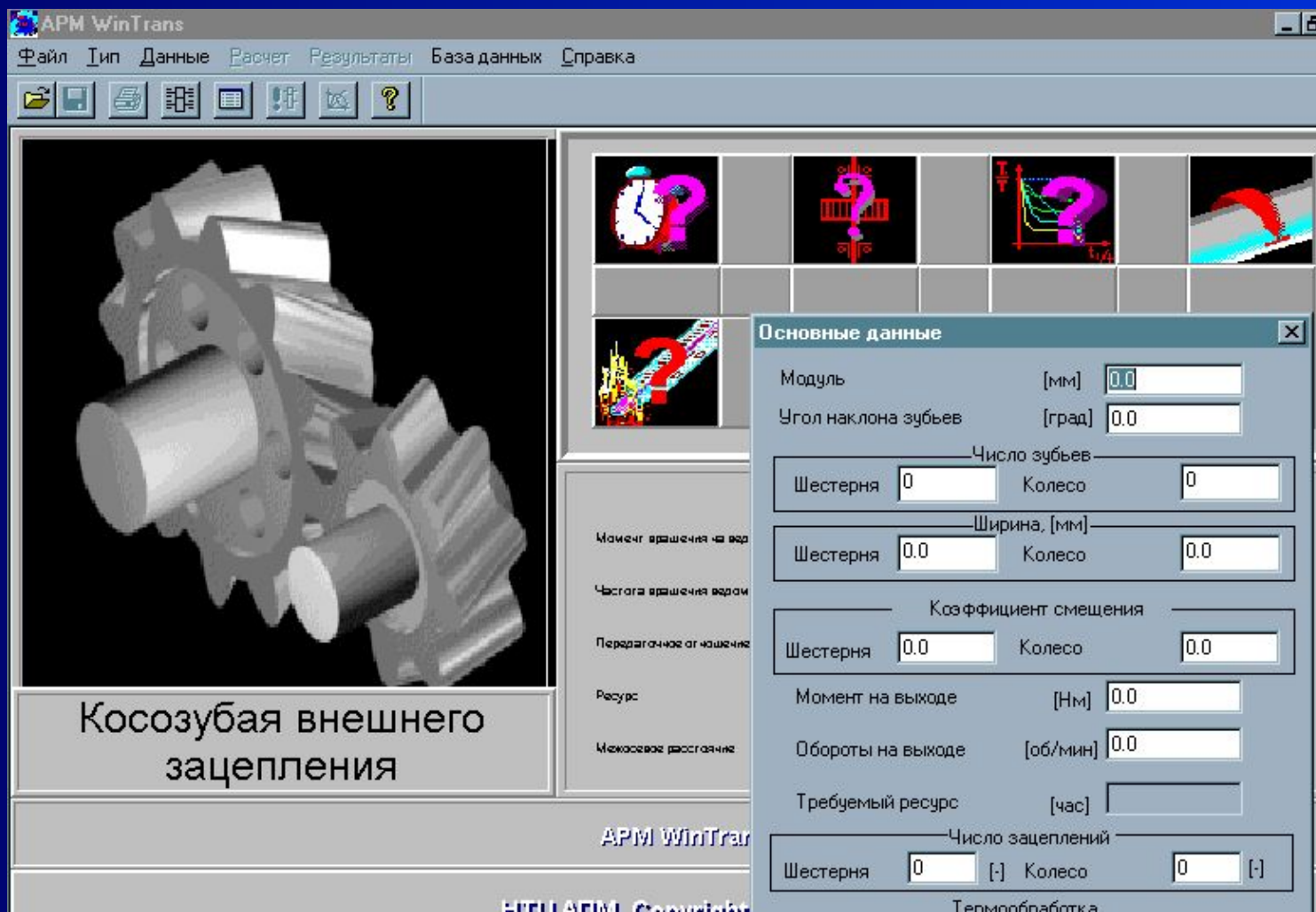
- *заданье конструкции вала;*
- *ввод нагрузок, действующих на вал;*
- *размещение опор, на которых установлен вал.*





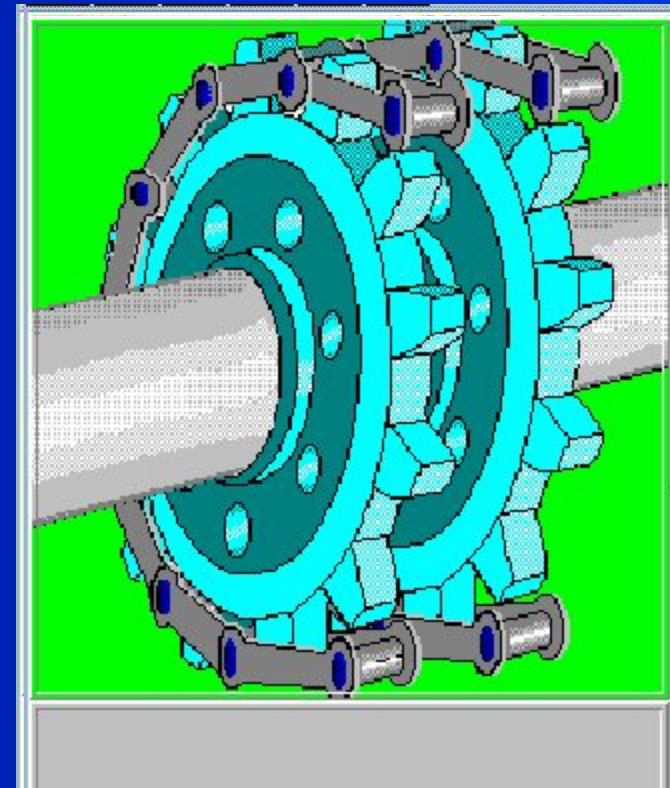
APM WinTrans

модуль проектирования передач вращения



С помощью модуля АРМ WinTrans вы можете проектировать следующие типы передач:

- цилиндрические с прямым зубом как внешнего, так и внутреннего зацепления;
- цилиндрические с косым зубом внешнего зацепления
- шевронные
- конические с прямым и круговым зубьями
- червячные
- ремённые
- цепные



Проектирование передачи

Для выполнения проектировочного расчета необходимо указать следующие исходные параметры передачи:

- *передаваемый момент,*
- *ресурс,*
- *условия работы,*
- *передаточное отношение и т.д.*

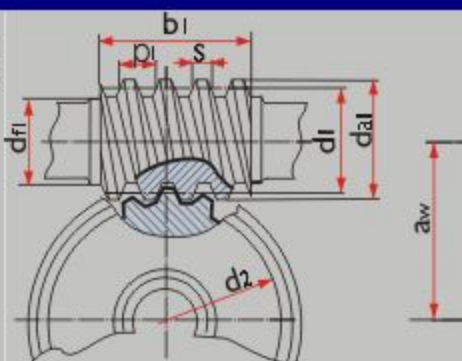
Опираясь на эти данные, модуль АРМ WinTrans рассчитает все геометрические параметры передачи.

Результаты расчета

- 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

Результаты

γ	11.31	[град]
γ_w	11.31	[град]
d_{w1}	50.0	[мм]
d_{am2}	307.5	[мм]
h_1	11.0	[мм]
h_{a1}	5.0	[мм]
ρ_{f1}	1.5	[мм]
r	20.0	[мм]



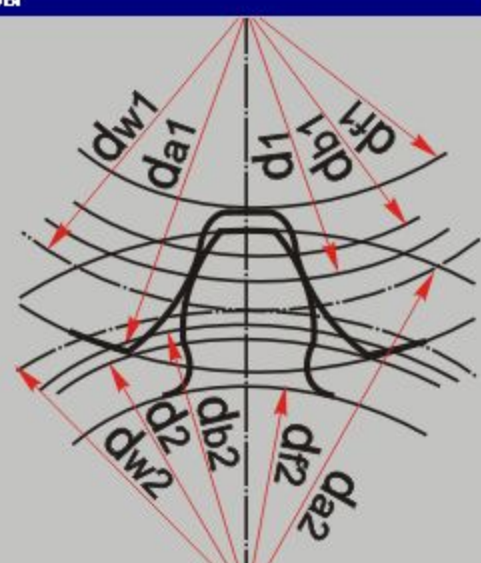
Параметр	Червяк	Колесо
d [мм]	50.0	290.0
d_a [мм]	60.0	300.0
d_f [мм]	38.0	278.0
b [мм]	87.0	40.2

Продолжить | Прервать

Основные геометрические параметры

a_w	137.003	[мм]
m	2.5	[мм]
β	14.733	[град]

Параметр	Шестерня	Колесо
d [мм]	69.795	204.214
d_b [мм]	65.322	191.127
d_w [мм]	69.794	204.212
d_a [мм]	74.791	209.211
d_f [мм]	63.545	197.964
x [-]	0.0	0.0
h [мм]	5.623	5.623
b_w [мм]	46.0	43.0
z [-]	27	79



Продолжить | Прервать

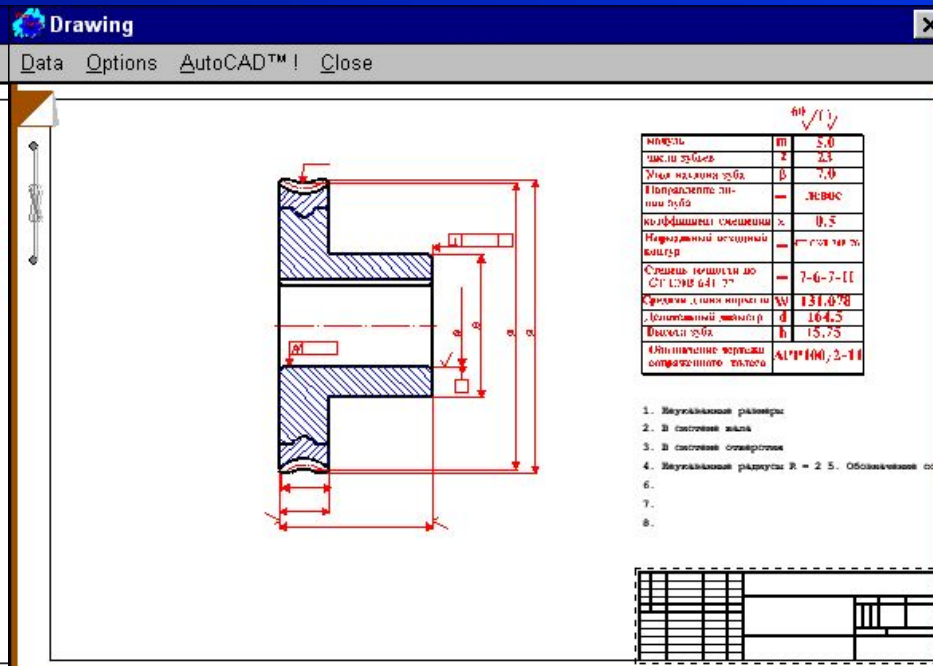
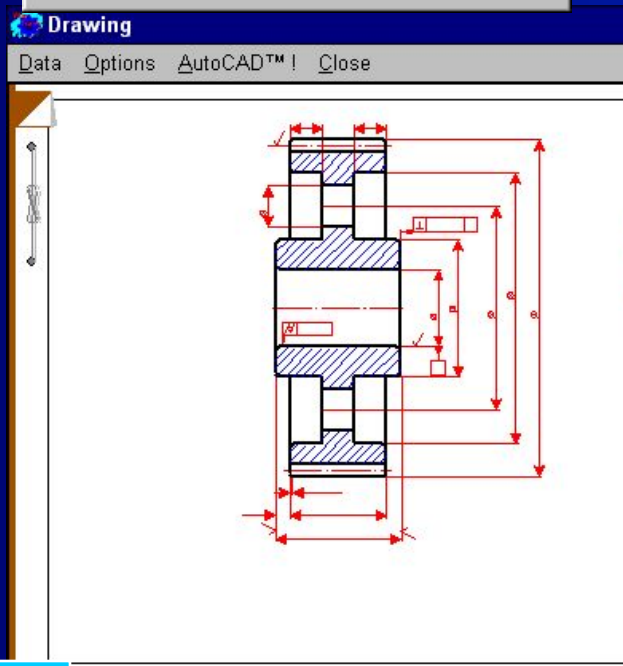
Таблица зацепления

Модуль	2.50
Число зубьев	84
Угол наклона зубьев	13.0665
Направление линии зуба	Левое
Исходный контур	ГОСТ 13755-
Коэффициент смещения	0.00
Степень точности	7-8
Делительный диаметр	215.582
Обозначение чертежа	
Сопряженного колеса	00000.02/01

Принять Отменить Контр. Параметры...

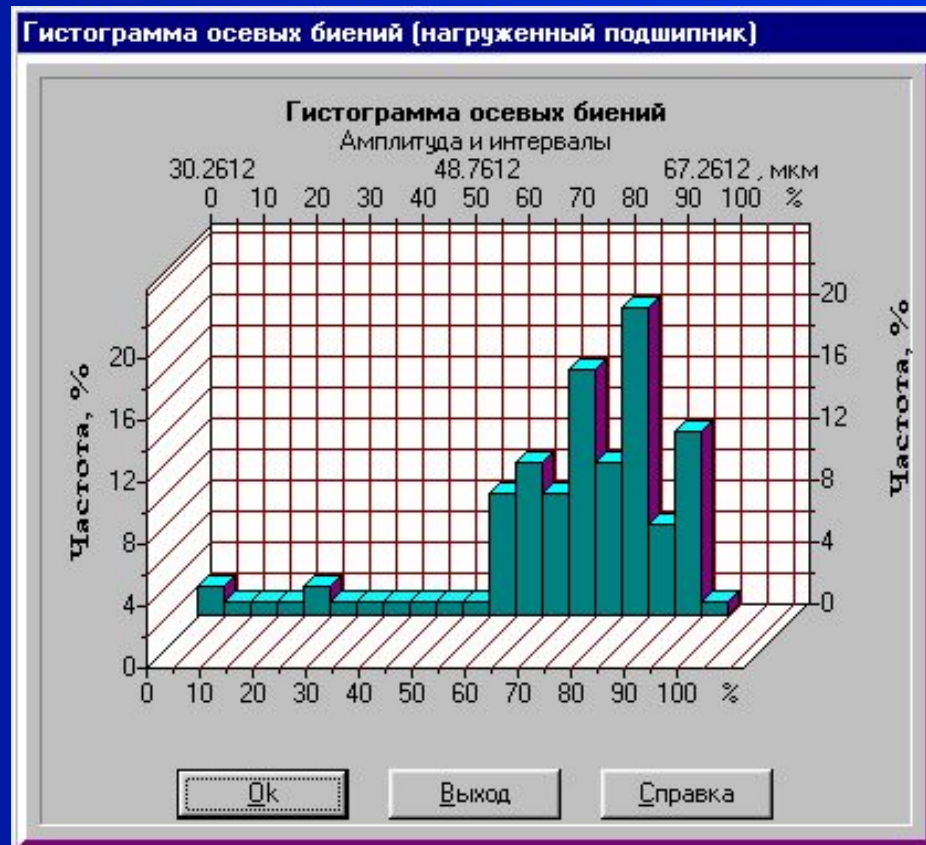
Select Construction

Ok Cancel Help



APM WinBear

модуль расчета
неидеальных
подшипников качения.
Он выполняет
комплексный анализ
опор качения всех
известных типов.



В АРМ WinBear могут быть рассчитаны подшипники следующих типов

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

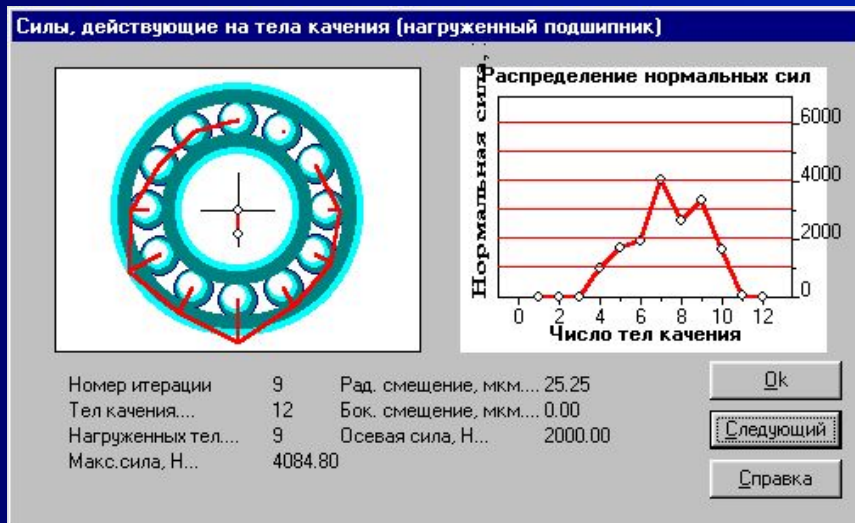


С помощью АРМ WinBear можно рассчитать:

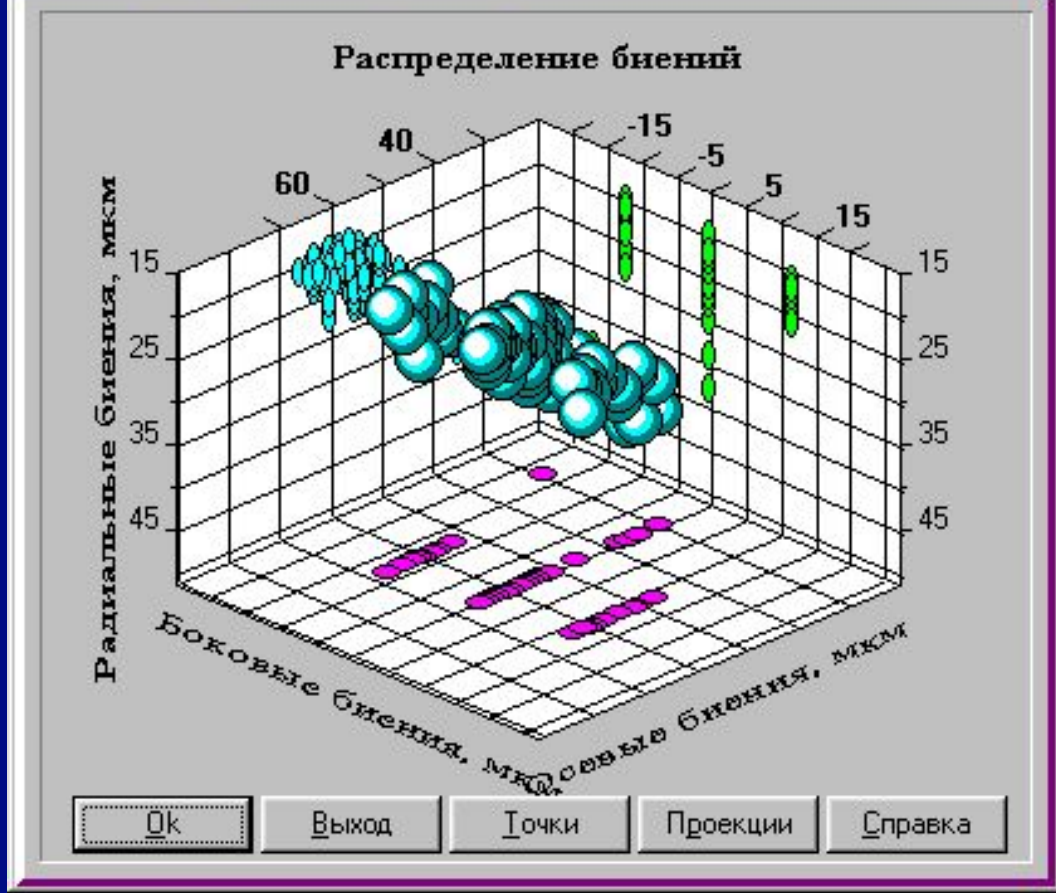
- *перемещения (жесткость)*
- *долговечность*
- *момент трения*
- *наибольшие контактные напряжения*
- *потери мощности*
- *силы, действующие на тела качения*
- *тепловыделение*

Результаты расчета представляются в виде:

- таблиц со статистическими характеристиками;
- гистограмм компонент перемещений;
- пространственного поля положений центра подшипника;
- анимации движения подшипника.
- графиков, описывающих изменения параметра по углу поворота подшипника.



Биения (нагруженный подшипник)

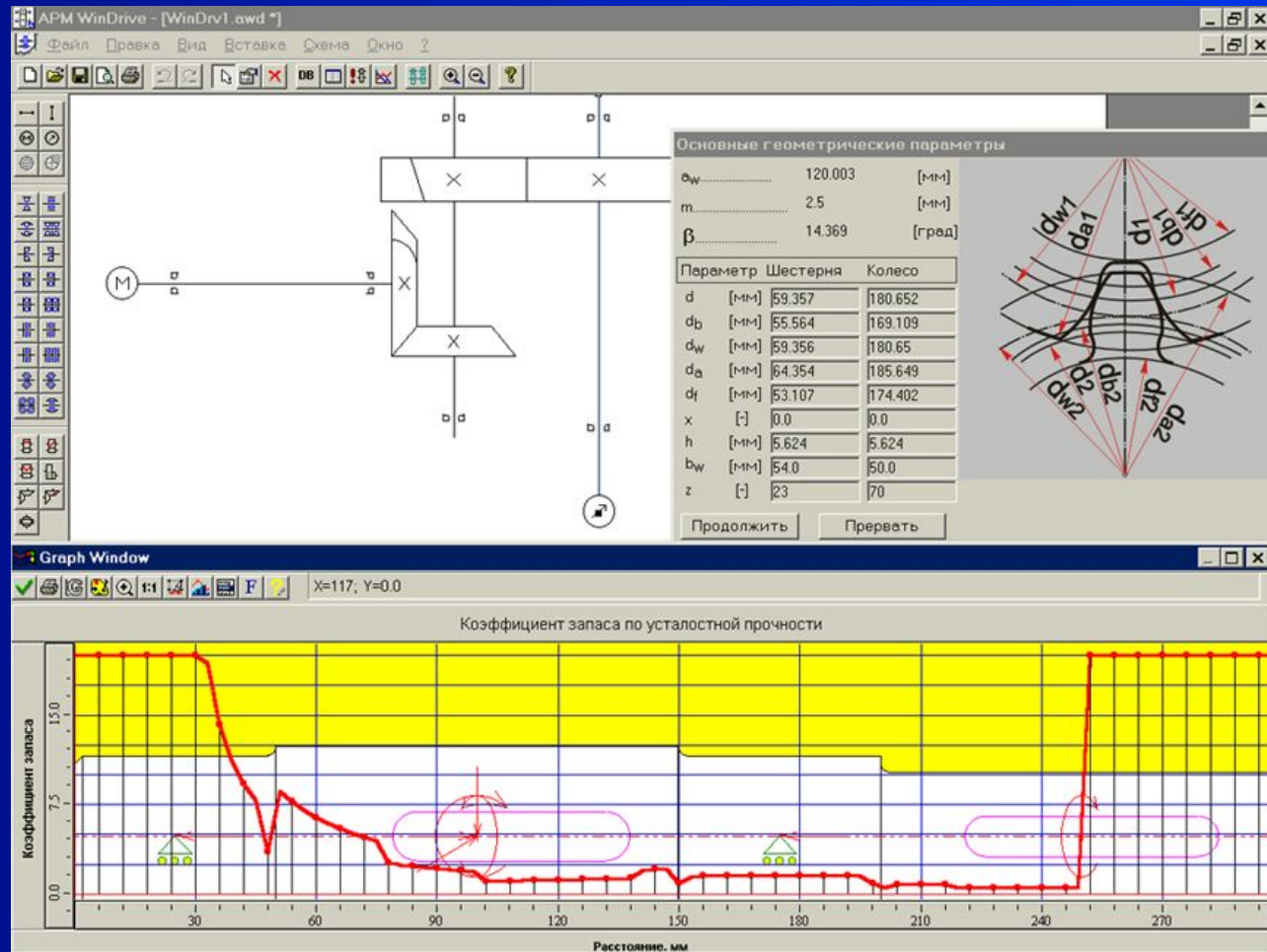


Трехмерное пространственное распределение перемещений для радиально-упорного подшипника



APM Drive

модуль расчета и проектирования привода произвольной структуры



Проектирование привода

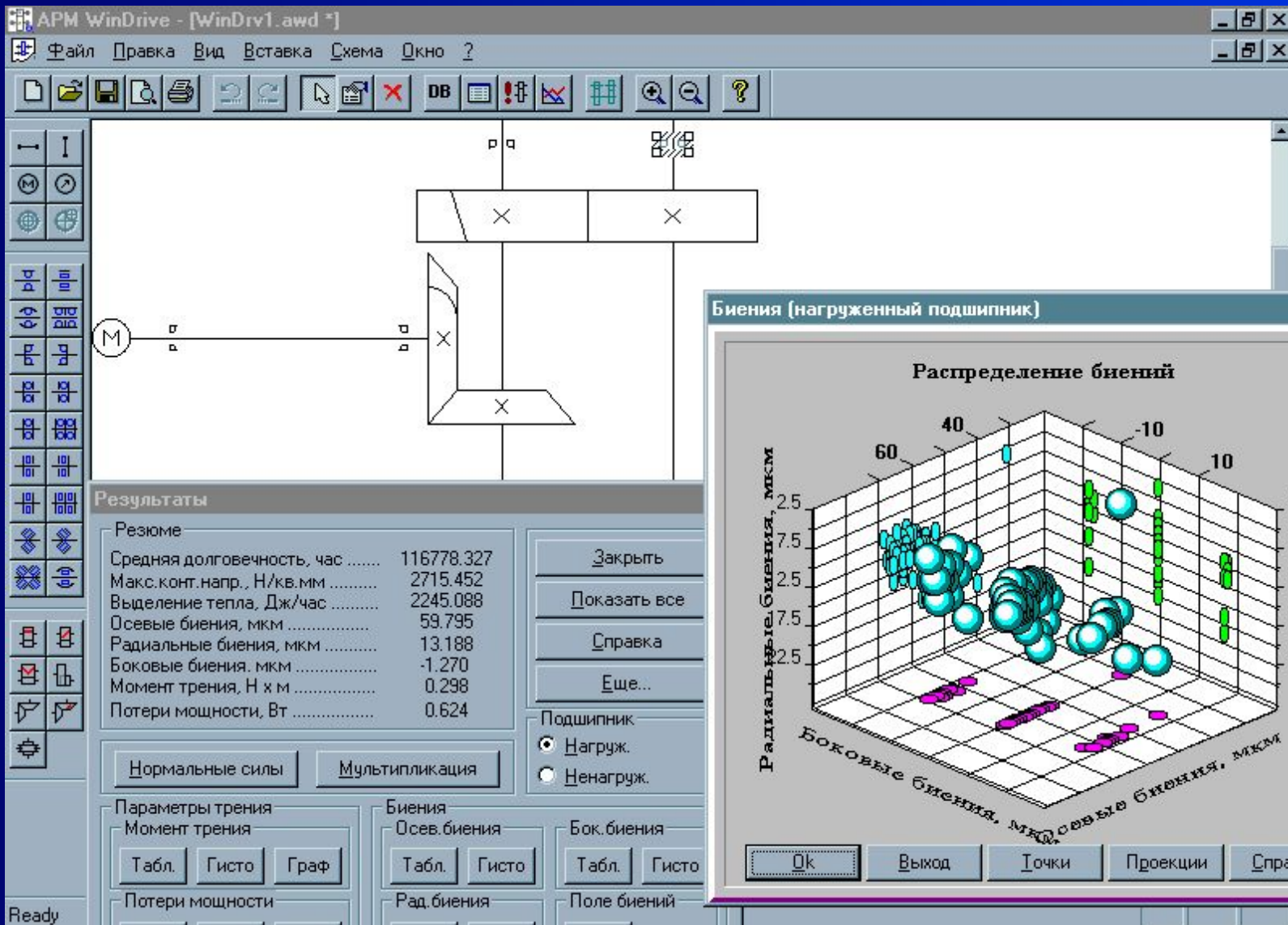
Процесс проектирования привода вращательного движения произвольной структуры с использованием модуля APM Drive сводится к заданию кинематической схемы в специальном редакторе, вводу исходных данных всего редуктора и последующему расчету, а также анализу и корректировке полученных результатов.

Результаты расчета

После расчета на выходе получаем:

- параметры зубчатых передач (такие как геометрические размеры, силы в зацеплении, параметры инструмента для нарезания и контроля);
- конструкцию и параметры валов;
- типы и геометрические размеры подшипников качения, подобранные из базы данных.

Работа APM Drive завершается генерацией сборочного чертежа привода, который можно прочитать и откорректировать с помощью APM Graph.

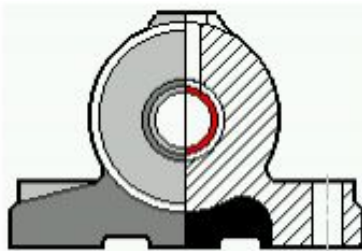


APM WinPlain

модуль расчета и анализа подшипников:

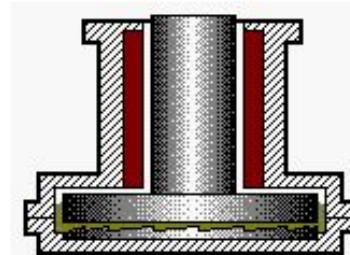
- радиальных, работающих в режиме жидкостного трения;
- радиальных, работающих в режиме полужидкостного трения;
- упорных (подпятники), работающих в режиме жидкостного трения

радиальный подшипник
скольжения



Радиальный подшипник,
работающий под радиальной нагрузкой.

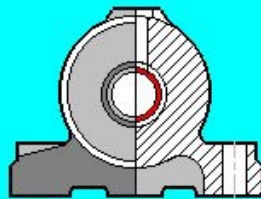
упорный подшипник
скольжения



Упорный подшипник,
работающий под осевой нагрузкой.



Радиальный подшипник жидкостного трения



Геометрия

Диаметр вала , мм...	500
Длина контактной зоны , мм...	500
Чистота поверхности вала , мкм	2
Чистота поверхности отверстия , мкм	2
Не-цилиндричность вала , мм...	0.03
Не-цилиндричность отверстия , мм...	0.03

не определен

Тип

Радиальная сила , Н...

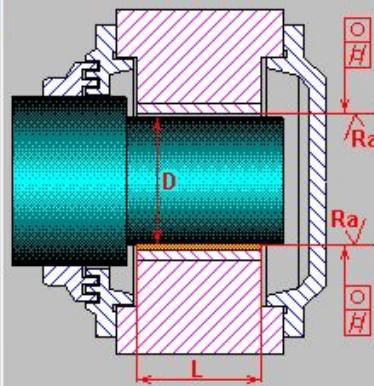
Скорость вращения , об.мин...

Температура масла , град...

Давление масла , Па...

Угол контакта масла , град...

Геометрия подшипника



Ввод параметров

Диаметр вала , мм	500
Длина контактной зоны , мм	500
Чистота поверхности вала , мкм	2
Чистота поверхности отв. , мкм	2
Нецилиндричность вала , мм	0.03
Нецилиндричность отв. , мм	0.03

Дополнительные параметры ..

OK

Отмена

Справка

Температура масла

1980

872

0.062

0.008

30

Температура 2 , град...

80

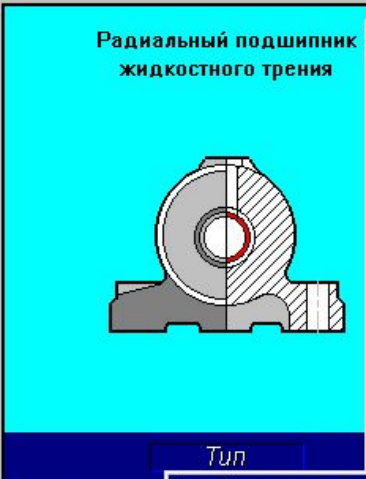
Выбранная марка масла:

не используется

Параметры работы

Модуль АРМ WinPlain может рассчитать:

- *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.*



Результаты расчета

Резюме

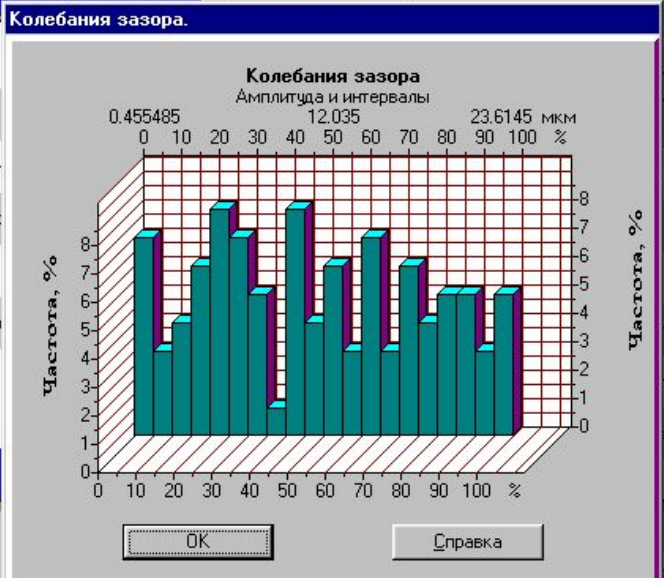
Минимальная толщина пленки, h_{min}	0.376598 [мм]
Критическая толщина пленки, h_{cr}	0.034 [мм]
Рекомендуемый радиальный зазор, δ	0.537997 [мм]
Максимальная темп. масла, T_{max}	92.0813 [°C]
Средняя температура масла, T_a	85.133 [°C]
Потери на трение, N	16.2211 [кВт]
Расход масла, Q	0.0013522 [м³/с]

Колебания зазора

Массив Гисто

	500
	500
	2
	2
	0.03
	0.03
	не определен

Радиальная сила
Скорость вращения
Температура масла
Давление масла
Угол контакта ма



Справка

вязкость масла, Дж/кг*град...	1980
расход масла, кг/куб.м...	872
вязкость масла при температуре 1, Па*с...	0.062
вязкость масла при температуре 2, Па*с...	0.008
температура 1, град...	30
температура 2, град...	80
марка масла:	не используется



APM WinScrew

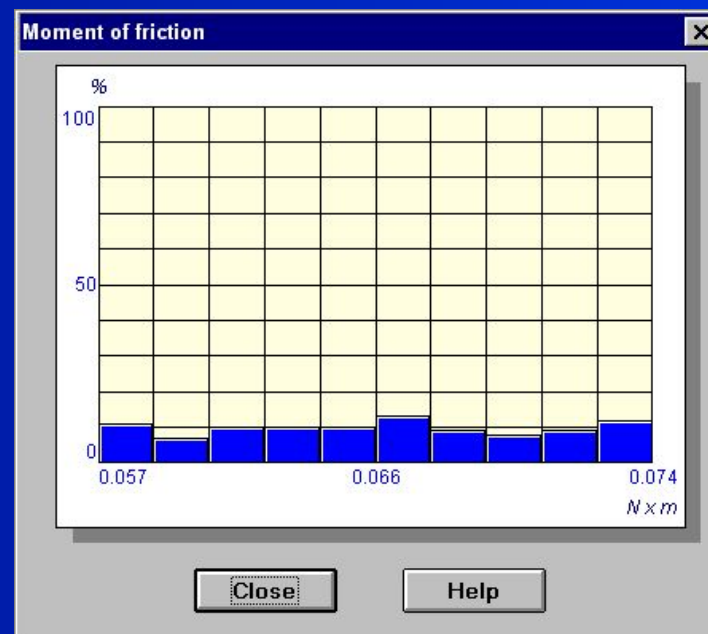
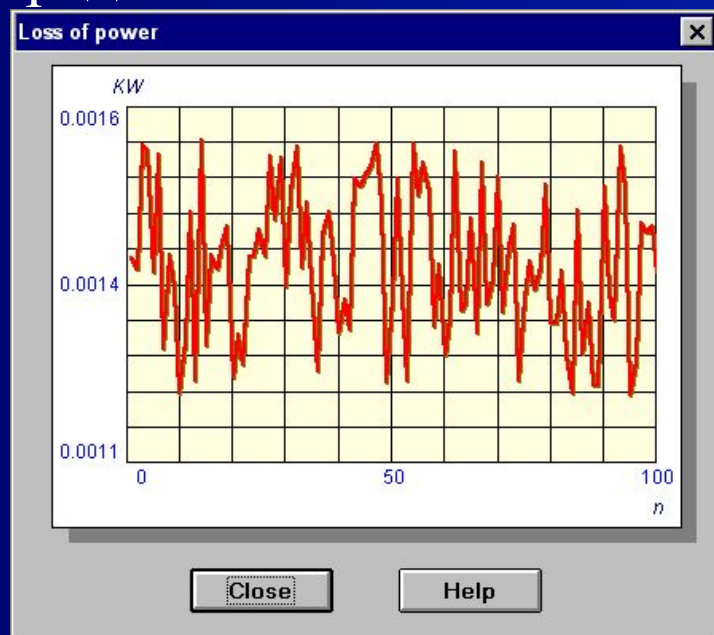
модуль для расчета неидеальных передач поступательного движения. Он способен рассчитать:

- *винтовые передачи скольжения,*
- *шарико-винтовые передачи с преднатягом и без;*
- *планетарные винтовые передачи.*



Основа АРМ WinScrew - теория неидеального контакта

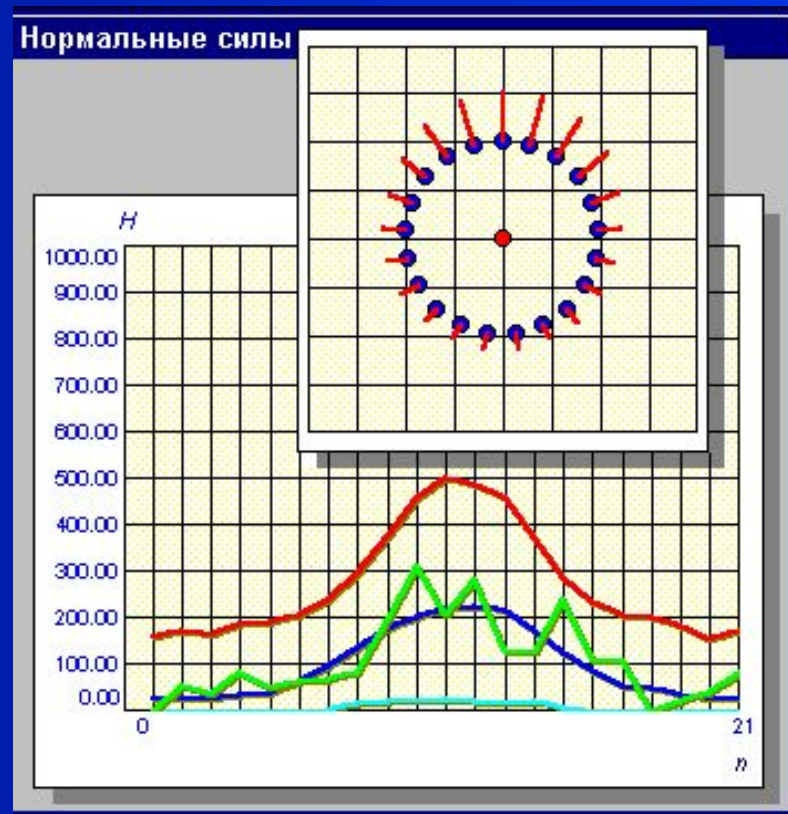
Главным преимуществом модуля АРМ WinScrew является то, что с его помощью можно учесть влияние погрешностей изготовления на параметры винтовой передачи.



Представление результатов расчета

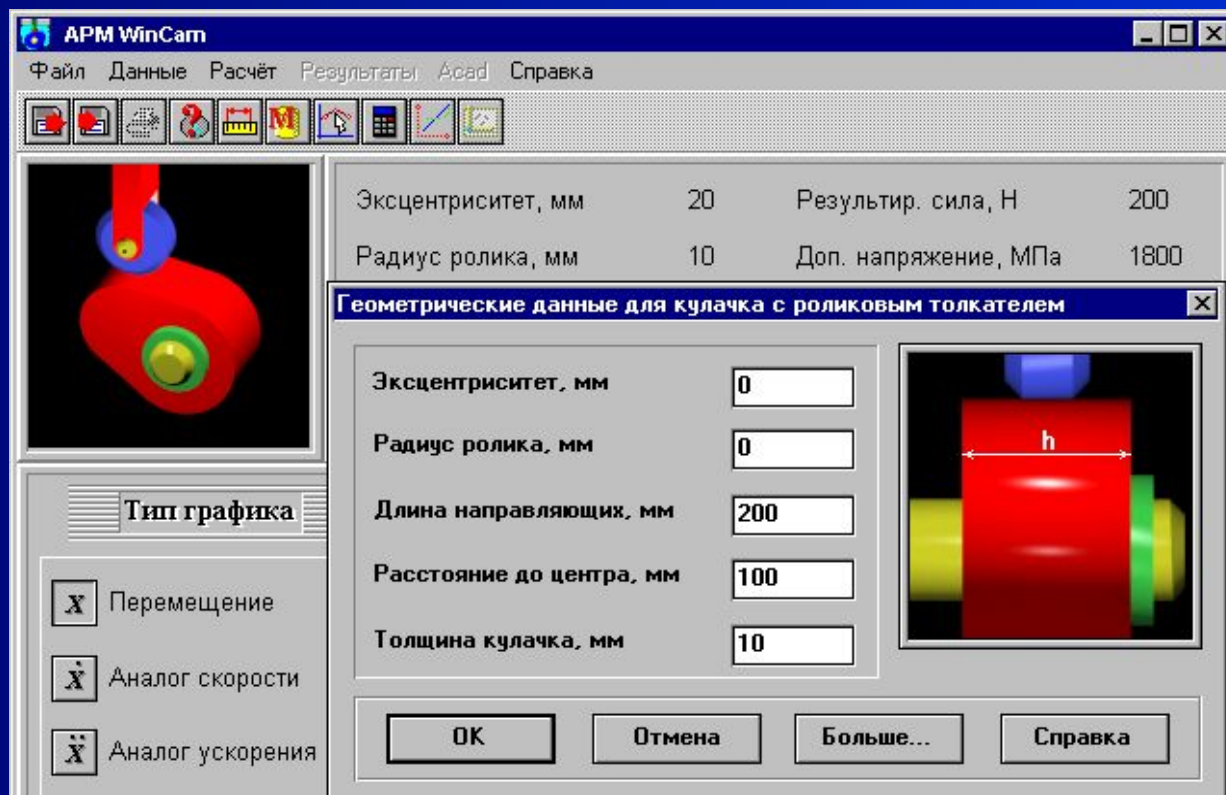
Результаты расчета представляются различными способами, в виде:

- *таблиц со статистическими характеристиками;*
- *гистограмм компонент перемещений;*
- *пространственного поля положений центра гайки;*
- *анимации движения гайки.*



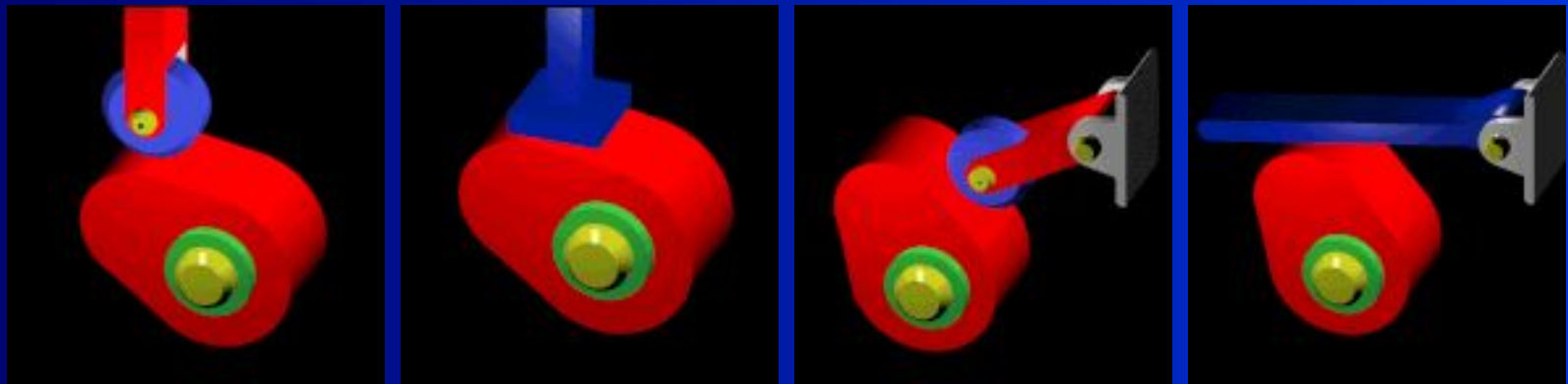
APM WinCam

модуль расчета и проектирования кулачковых механизмов



Модуль АРМ WinCam рассчитывает следующие типы кулачков:

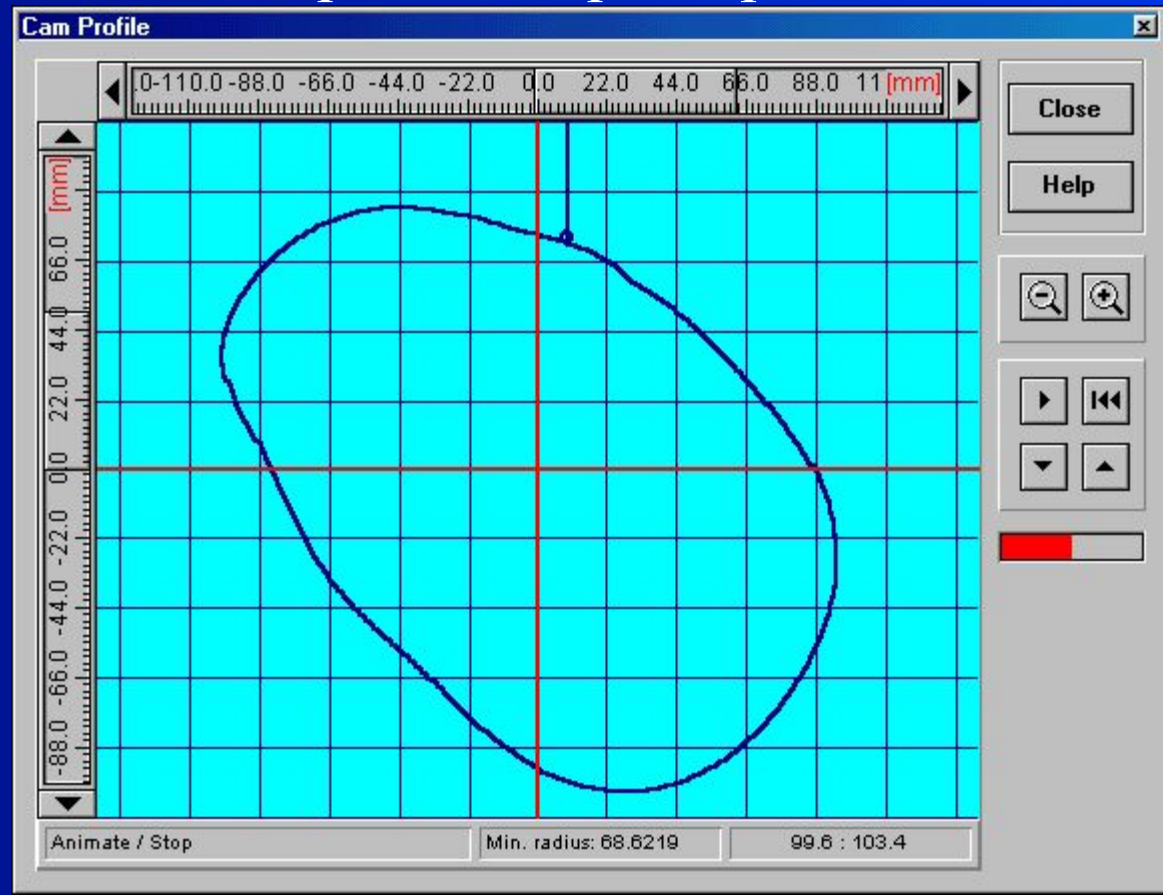
- *Поступательный толкатель с роликом*
- *Поступательный толкатель плоский*
- *Коромысло с роликом*
- *Коромысло плоское*



Модуль АРМ WinCam позволяет:


- рассчитать профиль кулачка и представить его в декартовых и полярных координатах;
- определить закон изменения улов 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.

АРМ WinCam позволяет быстро и без дополнительных построений менять геометрические размеры, законы движения толкателя и анализировать графики скоростей и ускорений толкателя. Такой подход к проектированию механизма позволяет для выбранного случая получать информацию относительно геометрических размеров и формы кулачка.



AutoCad

Угловой шаг в таблице, град: 10

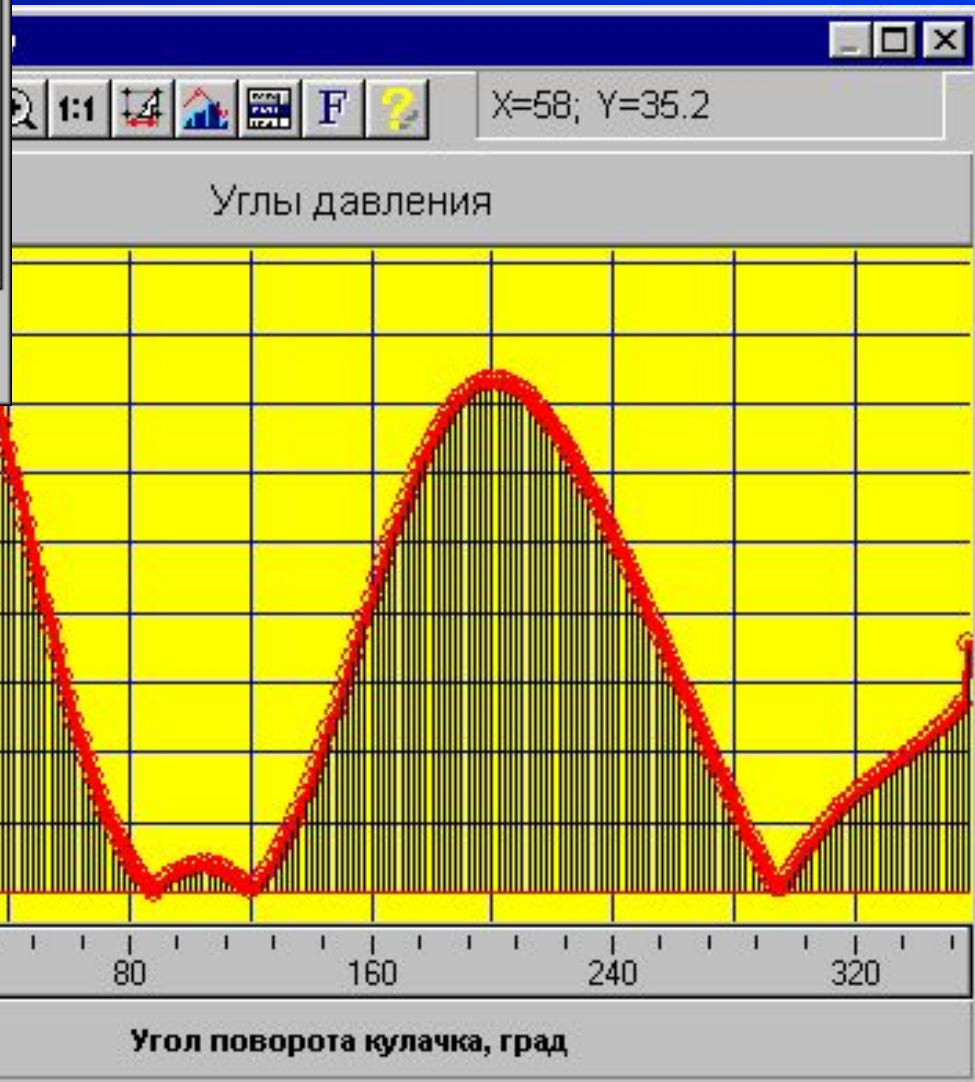


1. Размеры для срезов
2. Не указаны, а радиусы округлений R
3. Не указаны, а предельные отклонения валов
4. Не указаны, а предельные отклонения шестерней
5. Не указаны, а предельные отклонения остальных

№	Исход.	Предельн. откл.	№	Исход.	Предельн. откл.
1	10	±0.05	1	10	±0.05
2	10	±0.05	2	10	±0.05
3	10	±0.05	3	10	±0.05
4	10	±0.05	4	10	±0.05
5	10	±0.05	5	10	±0.05
6	10	±0.05	6	10	±0.05
7	10	±0.05	7	10	±0.05
8	10	±0.05	8	10	±0.05
9	10	±0.05	9	10	±0.05
10	10	±0.05	10	10	±0.05

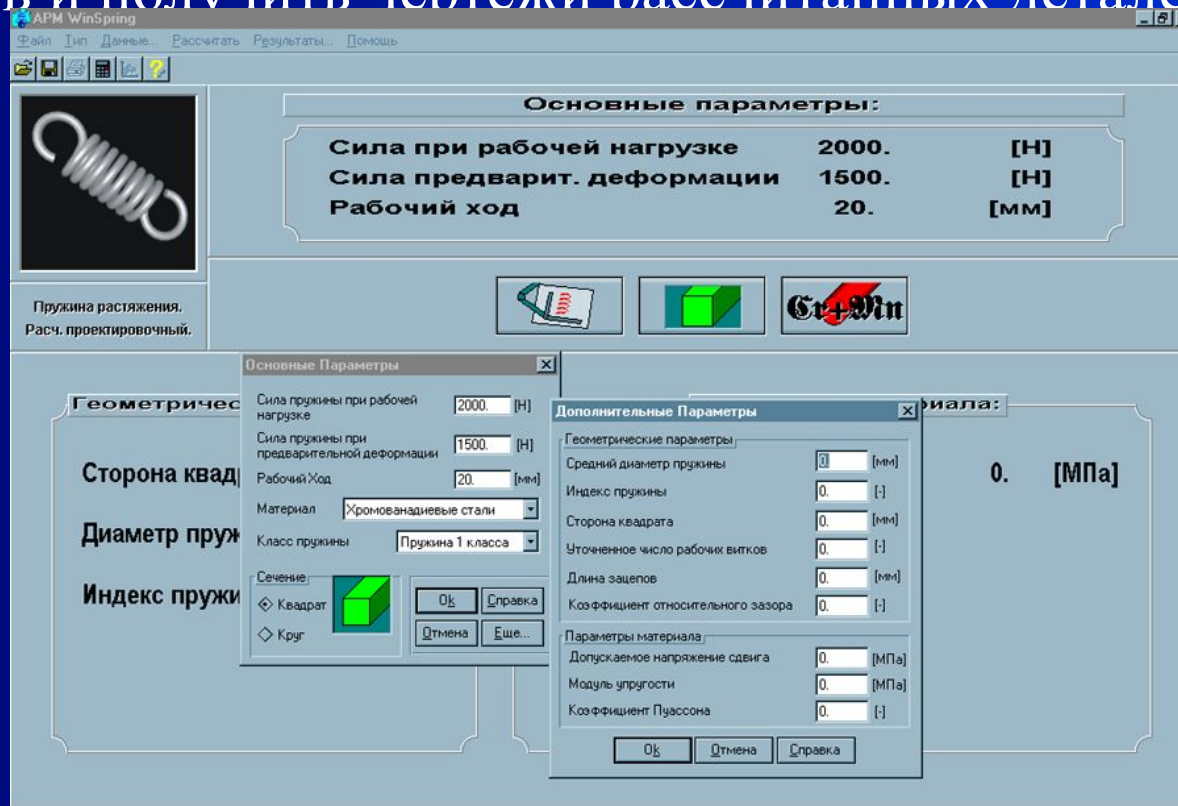
Сталь
ГССТ

Acad Закрыть Справка



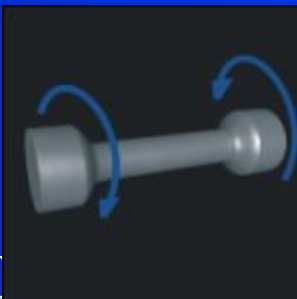
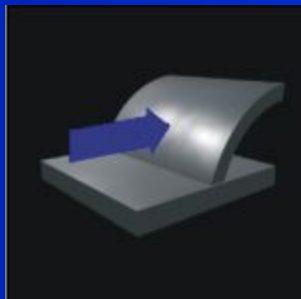
APM WinSpring

модуль расчета и проектирования пружин и других упругих элементов машин. APM WinSpring позволяет выполнить проектировочный и проверочный расчет этих объектов и получить чертежи рассчитанных деталей.



Модулем АРМ 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*



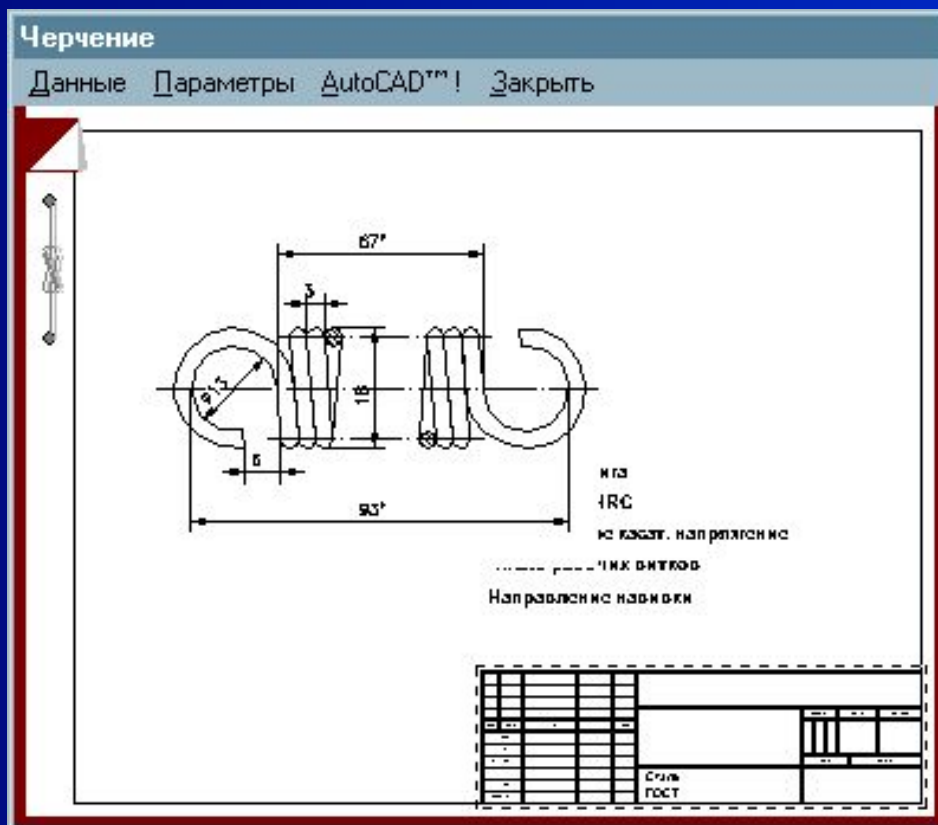
Результаты Расчета Пружин Сжатия и Растяжения

Фактический индекс пружины	1.8571	[-]
Средний диаметр пружины	13.	[мм]
Диаметр проволоки	7.	[мм]
Число рабочих витков	210.	[-]
Рабочий ход	19.984	[мм]
Потенциальная энергия	39.969	[Дж]
Длина в сжатом состоянии	1701.	[мм]
Длина в исходном состоянии	1741.	[мм]
Шаг в свободном состоянии	8.2403	[мм]
Угол подъема винтовой линии	11.407	[Град]
Длина развертки пружины	8831.1	[мм]
Длина заготовки пружины	9449.3	[мм]
Шаг в нагруженном состоянии	8.05	[мм]
Допустимое напряжение сдвига	426.	[МПа]

Ok
Еще
Чертеж
Справка

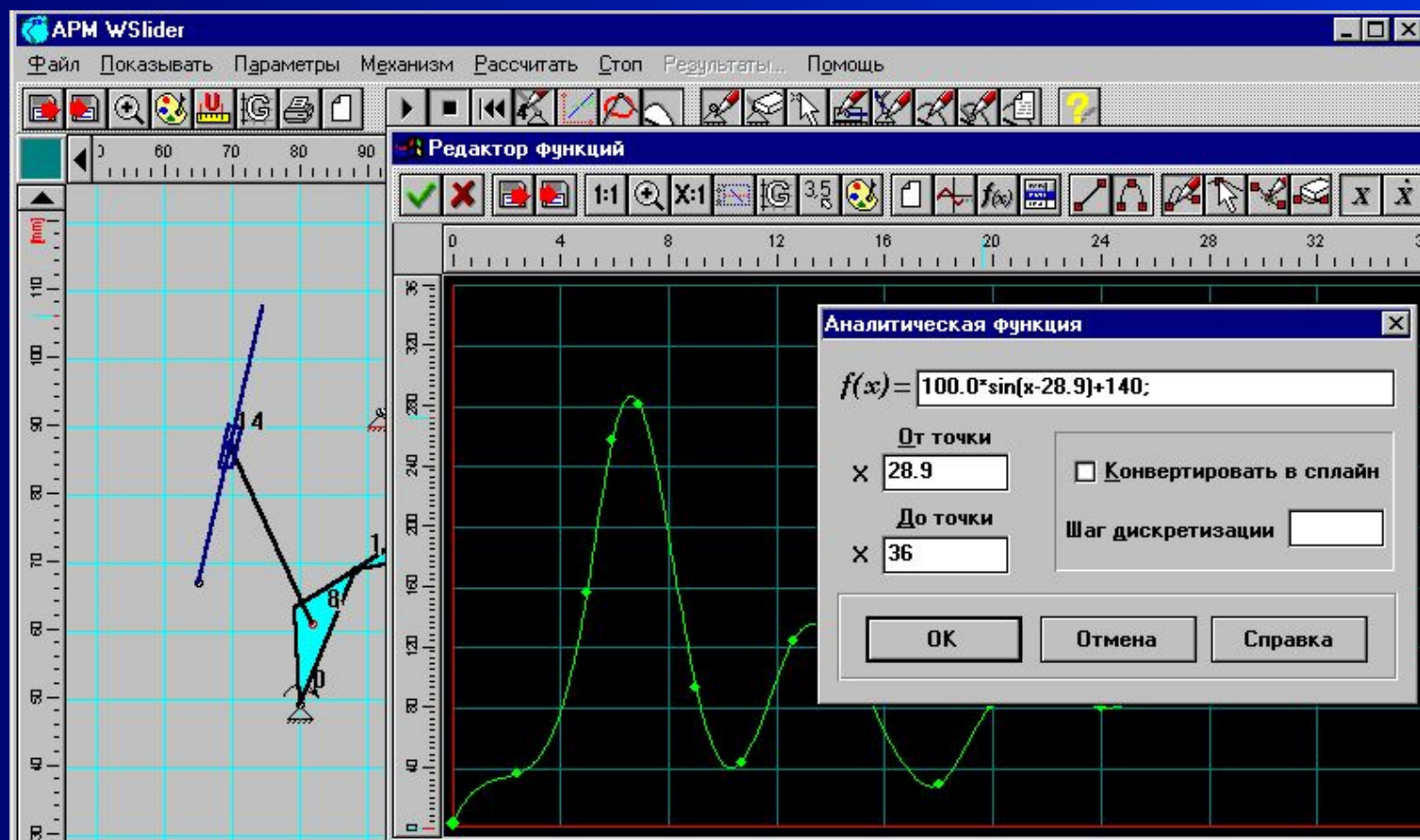
Создание рабочих чертежей

После выполнения проектировочного и проверочного расчетов имеется возможность генерации чертежа, который в дальнейшем может быть использован в графическом модуле АРМ Graph или других графических редакторах, поддерживающих формат DXF.



APM WinSlider

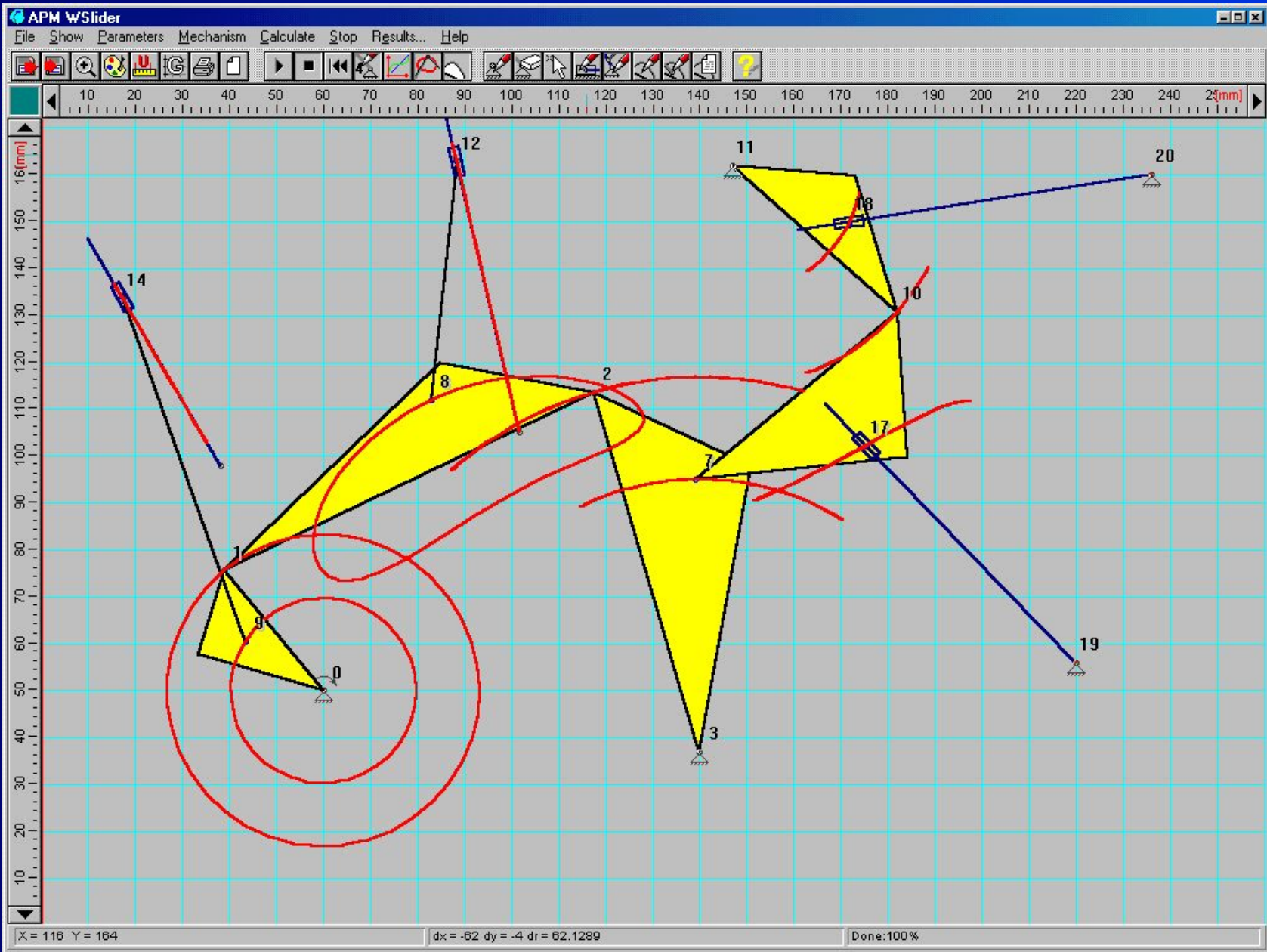
модуль для комплексного анализа плоских рычажных механизмов произвольной геометрической структуры



Выполняемые расчеты

APM WinSlider позволяет выполнить весь комплекс необходимых проверочных расчетов для предварительно введенного механизма. Этот комплекс включает расчет:

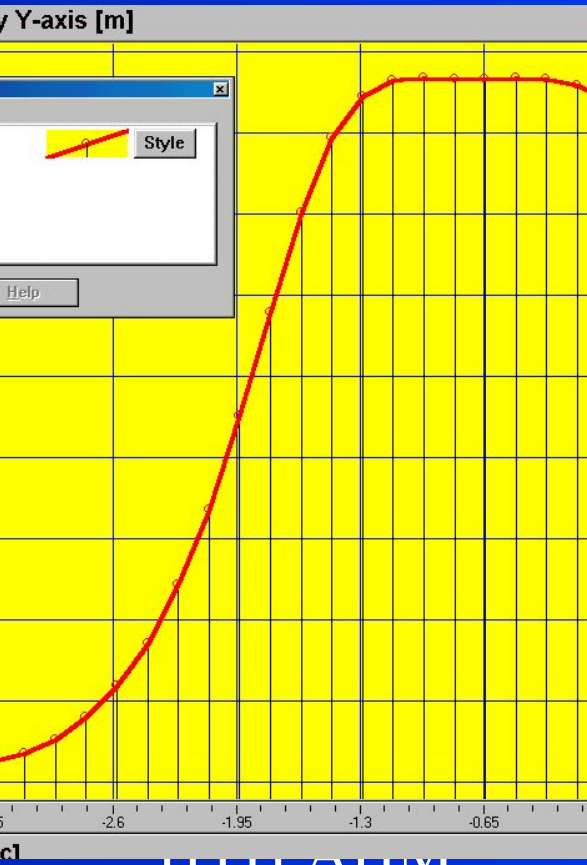
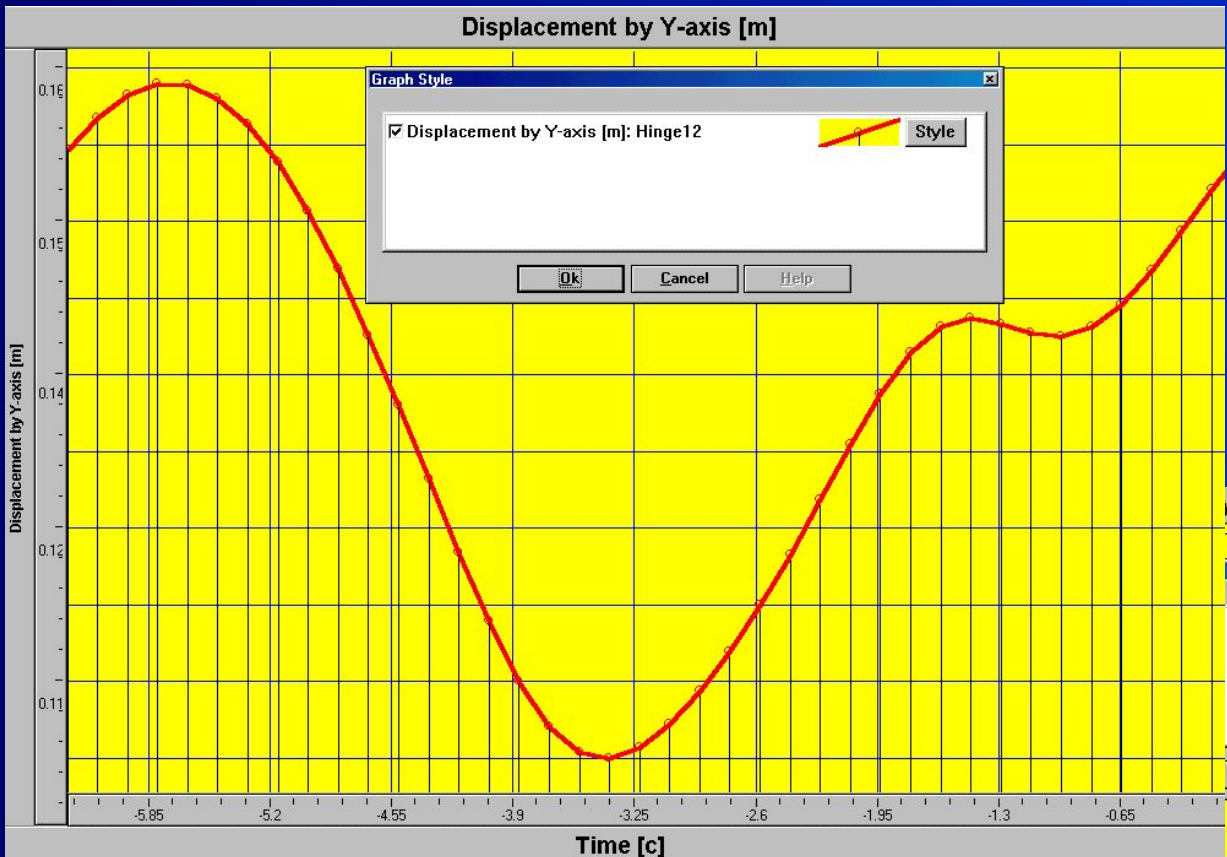
- траектории движения произвольной точки исследуемого механизма;
- скорости и ускорения произвольной точки исследуемого механизма;
- реакции в шарнирных соединениях звеньев;
- динамической нагрузки, полученной в результате этого движения,
- а также проверку на наличие проворачиваемости в механизме



Специализированный редактор

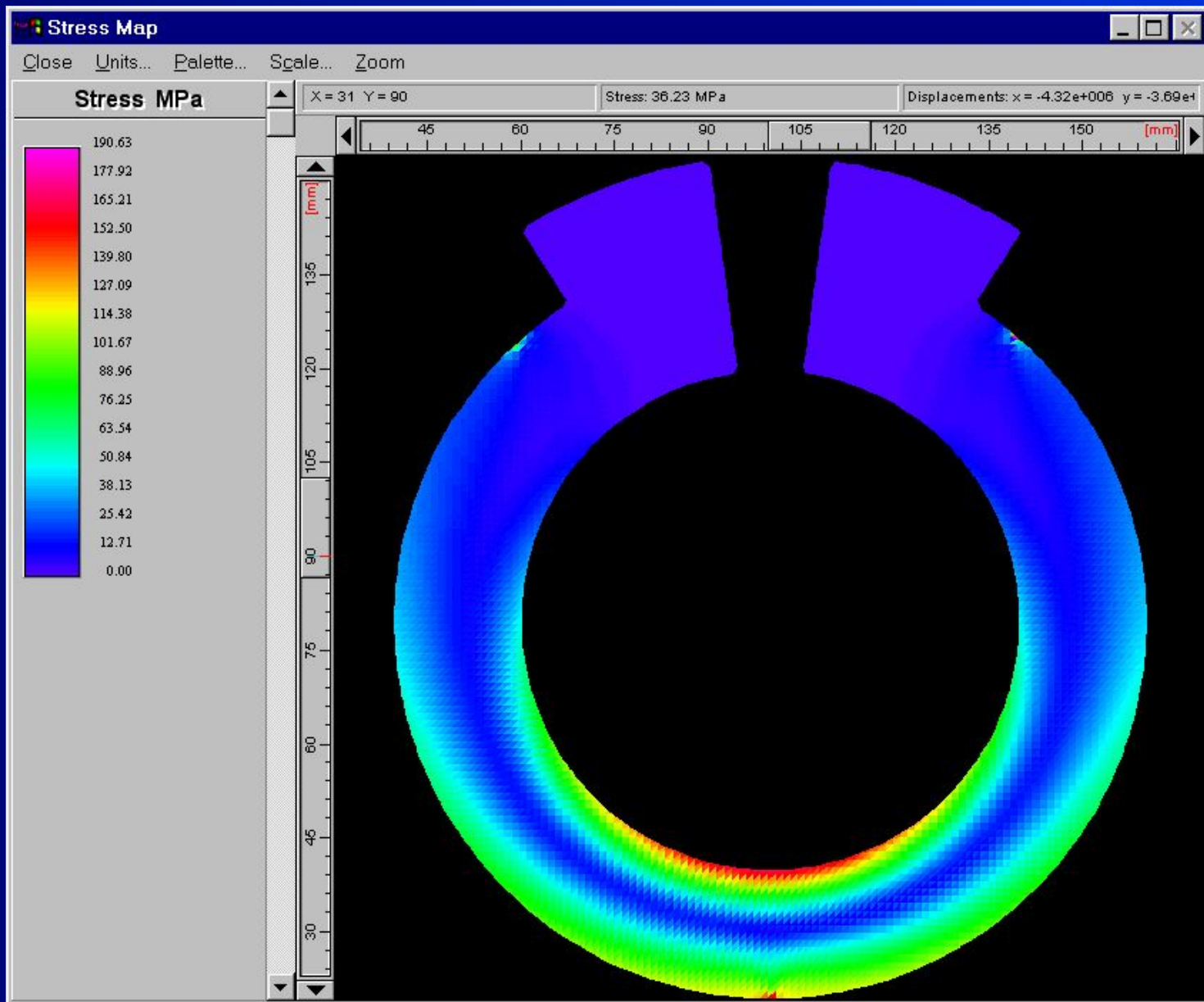
Для реализации этих возможностей в модуле имеется специализированный редактор, который позволяет:

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



APM WinFEM2D позволяет ВЫПОЛНИТЬ:

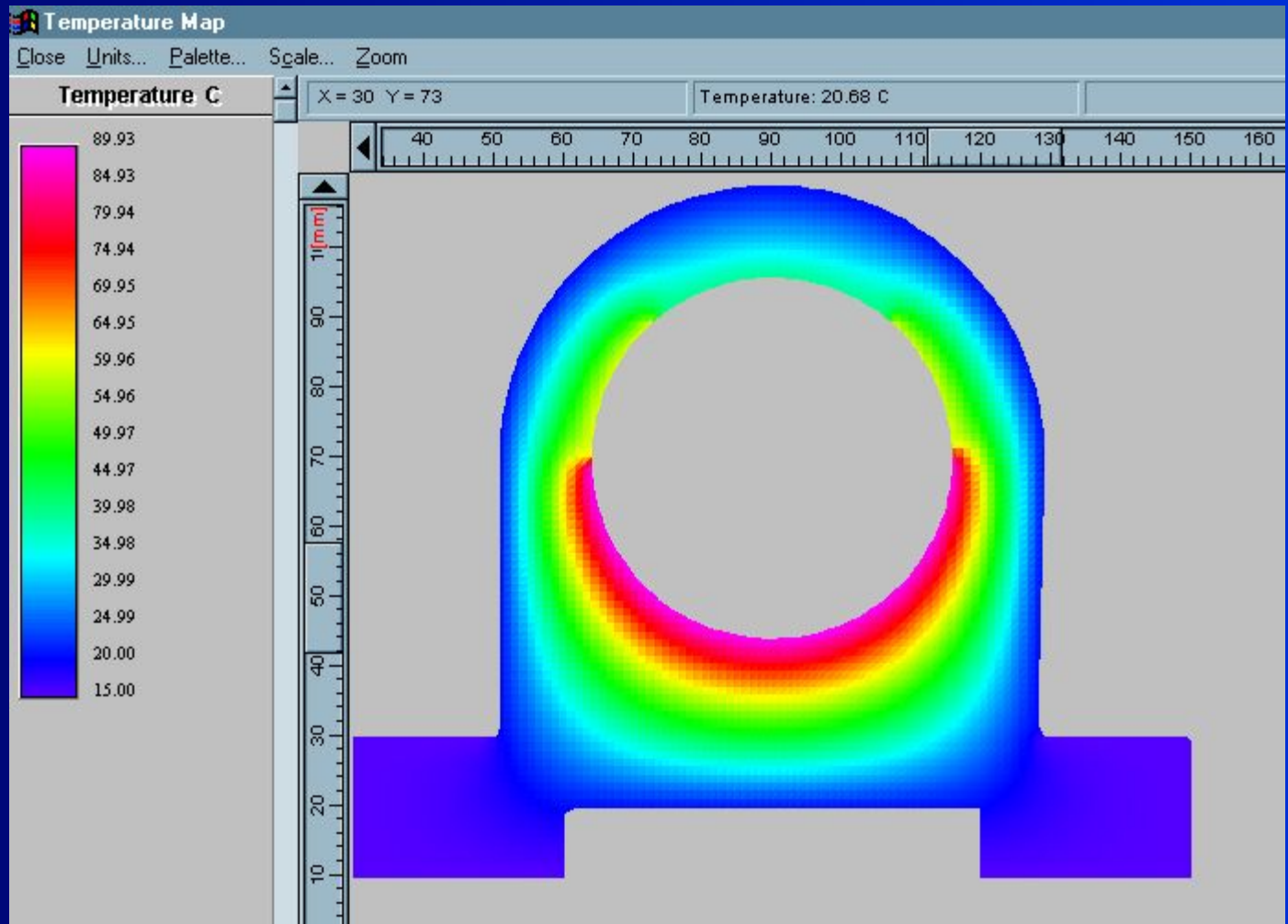
- расчет напряженного состояния плоских деталей в условиях плоского и нормального нагружений;
- расчет деформированного состояния плоских деталей при произвольном нагружении;
- решение задачи кручения стержня, нагруженного изгибающим моментом и системой поперечных сил;
- расчет температурного поля в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



Средства представления результатов

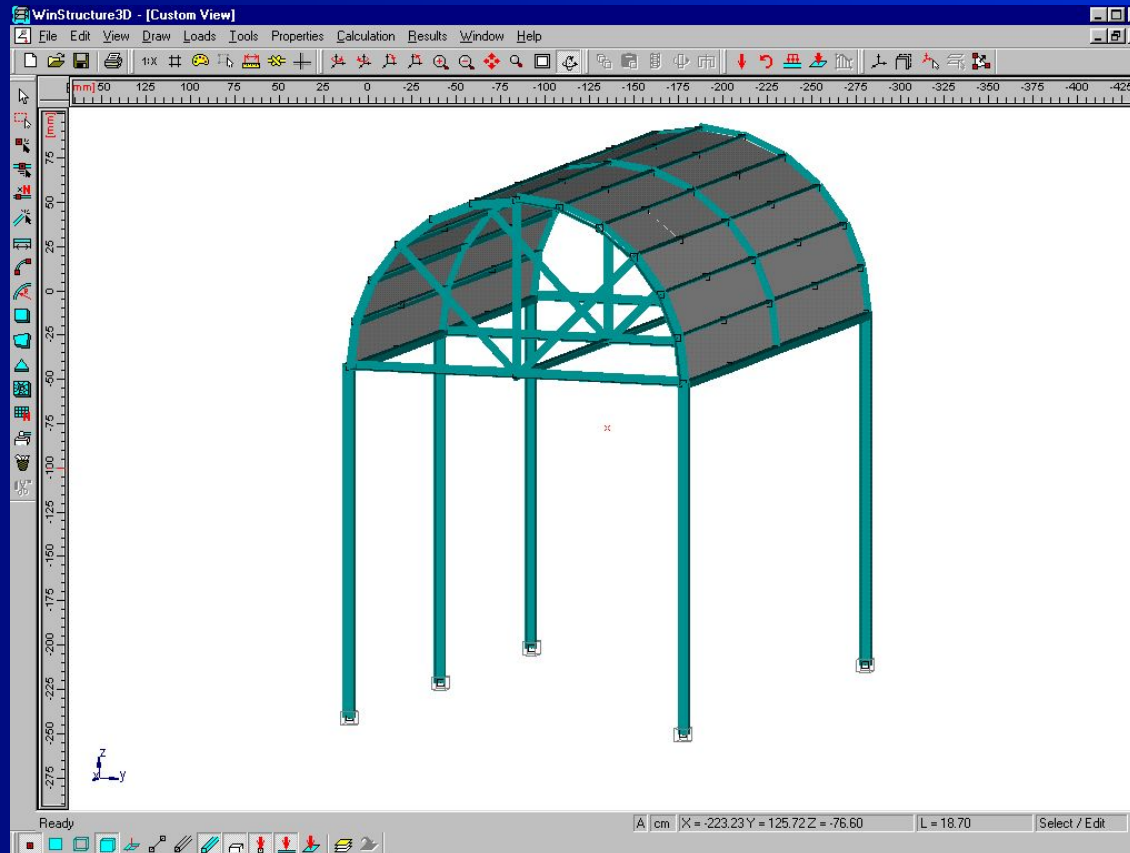
Полученные результаты могут быть представлены:

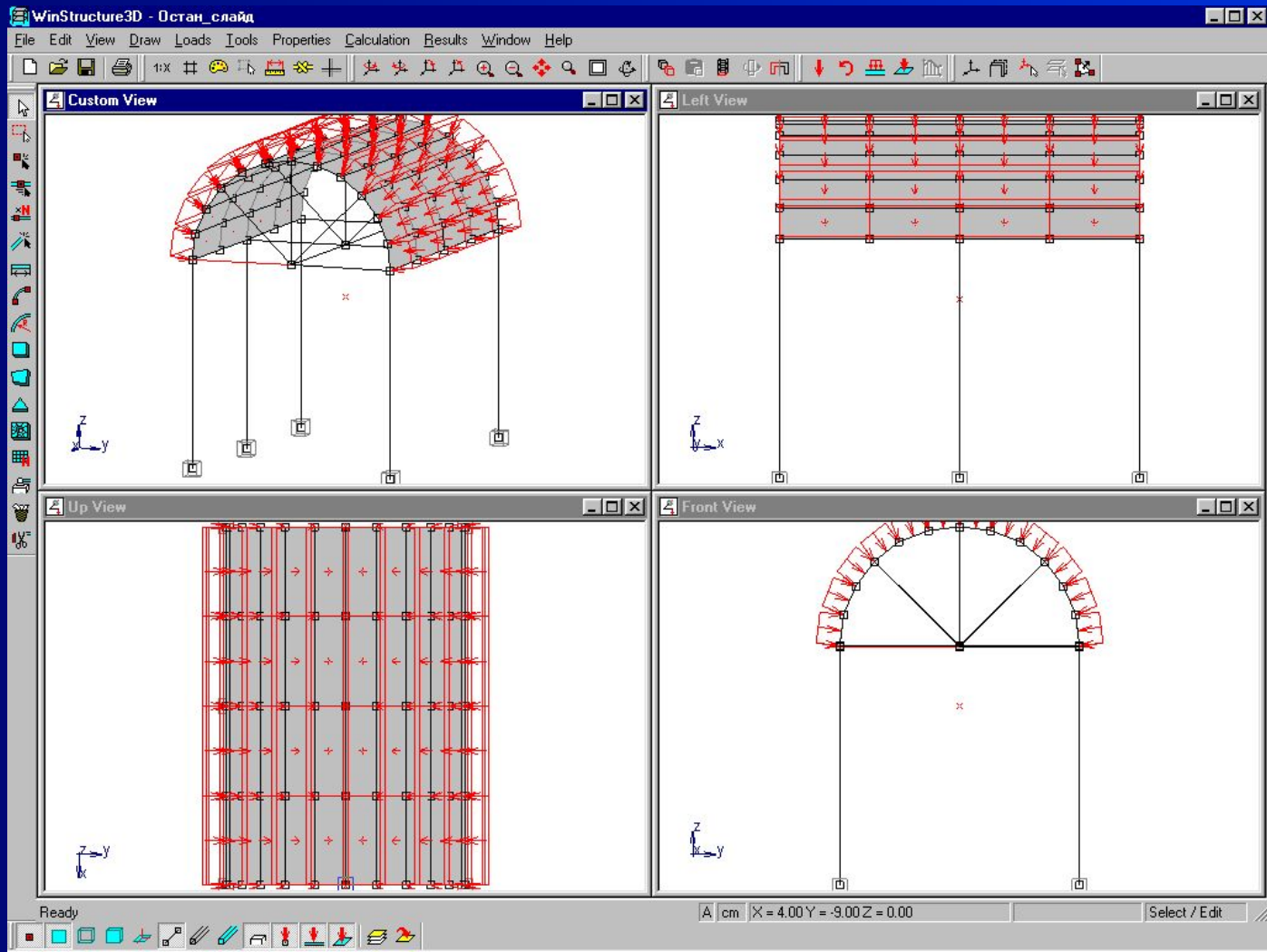
- *в табличной,*
- *в графической формах - в виде графиков распределения деформаций и перемещений, полей температур.*



APM WinStructure3D

модуль расчета и проектирования пластинчатых, оболочечных и стержневых конструкций и их произвольных комбинаций

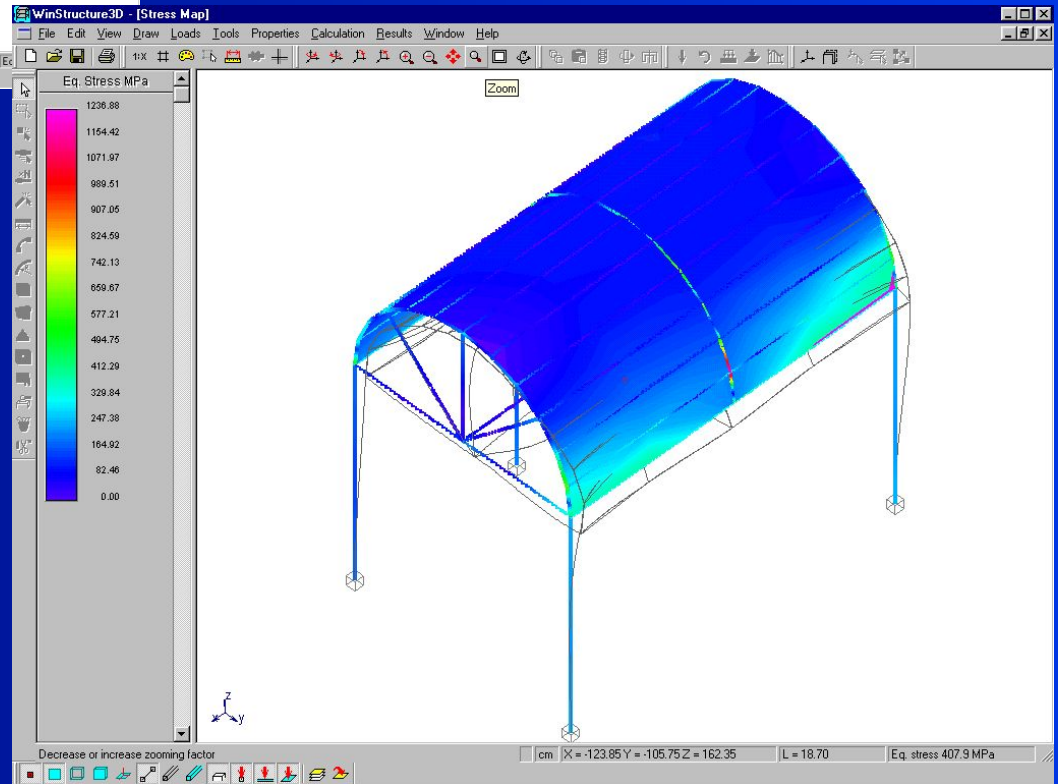
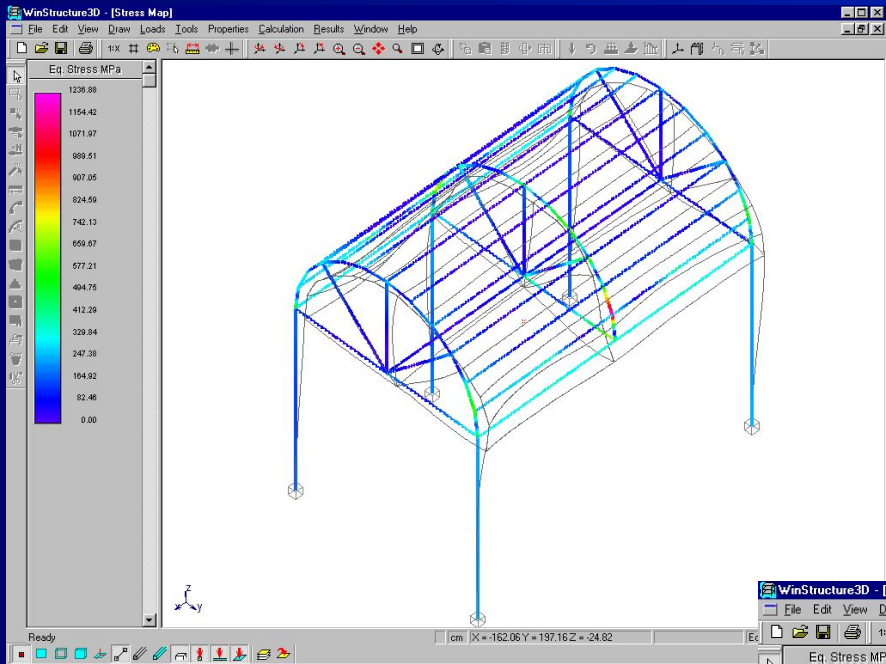


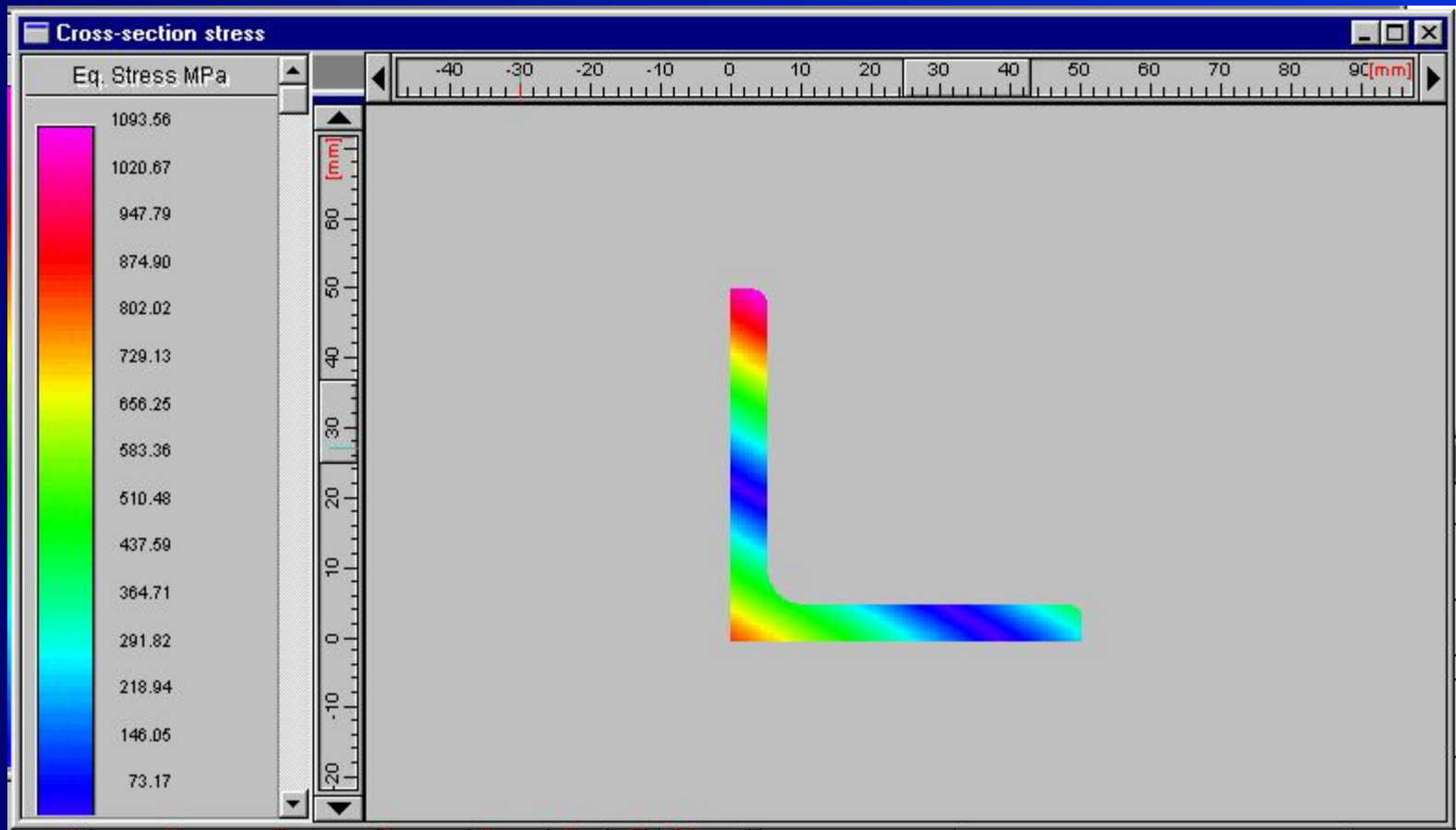


Модуль АРМ WinStructure3D

ПОЗВОЛЯЕТ:

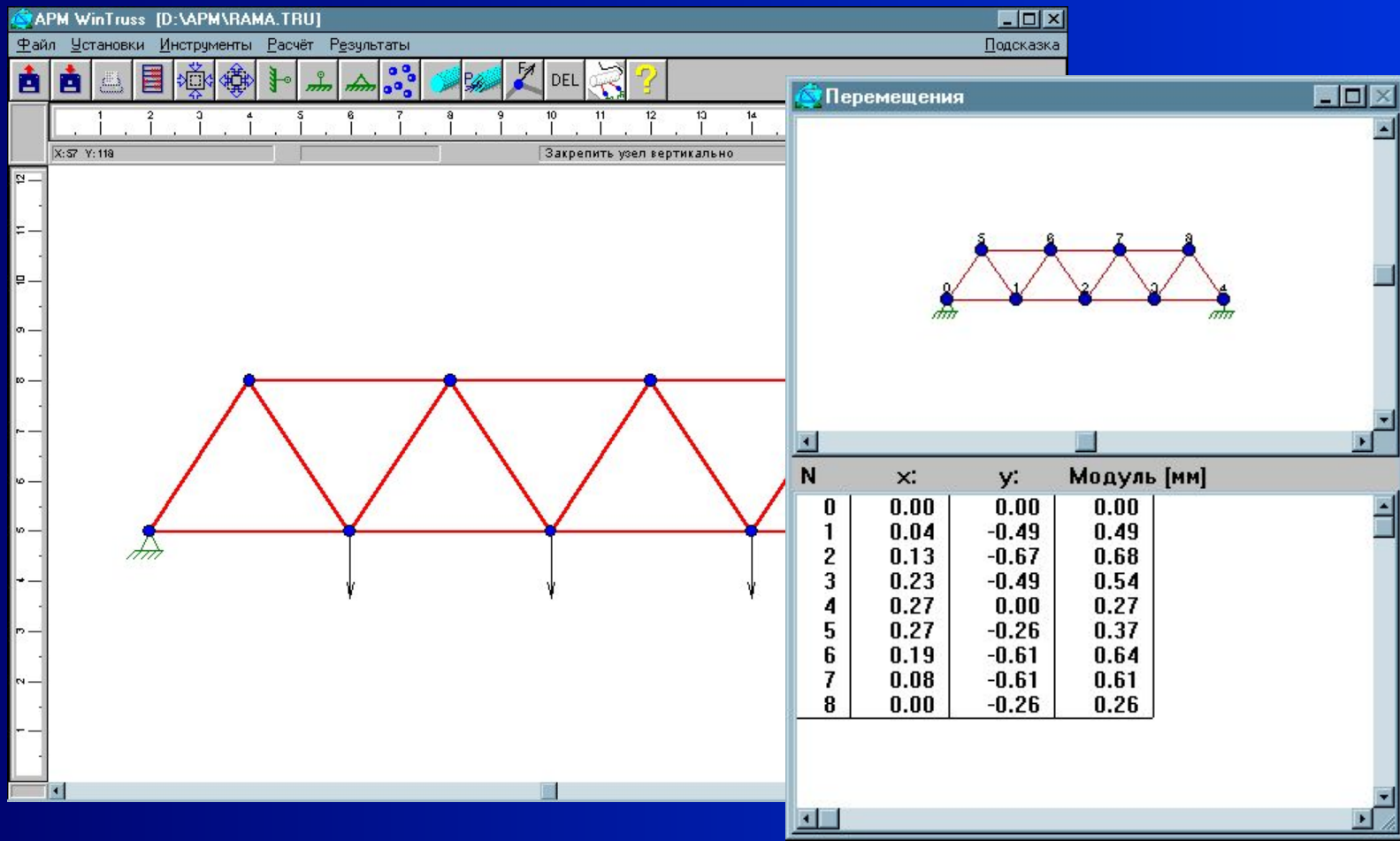
- Рассчитать величины напряжений и деформаций в любой точке конструкции как с учетом внешнего нагружения, так и с учетом собственного веса каждого из элементов.
- Рассчитать устойчивость конструкции, а также автоматически определения веса всех ее конструктивных элементов и конструкции в целом.
- Определить неизвестные силовые факторы в каждом из узлов и внутренние силовые факторы в пределах каждого конечного элемента.





APM WinTruss

модуль расчета и проектирования плоских ферменных конструкций методом конечных элементов.

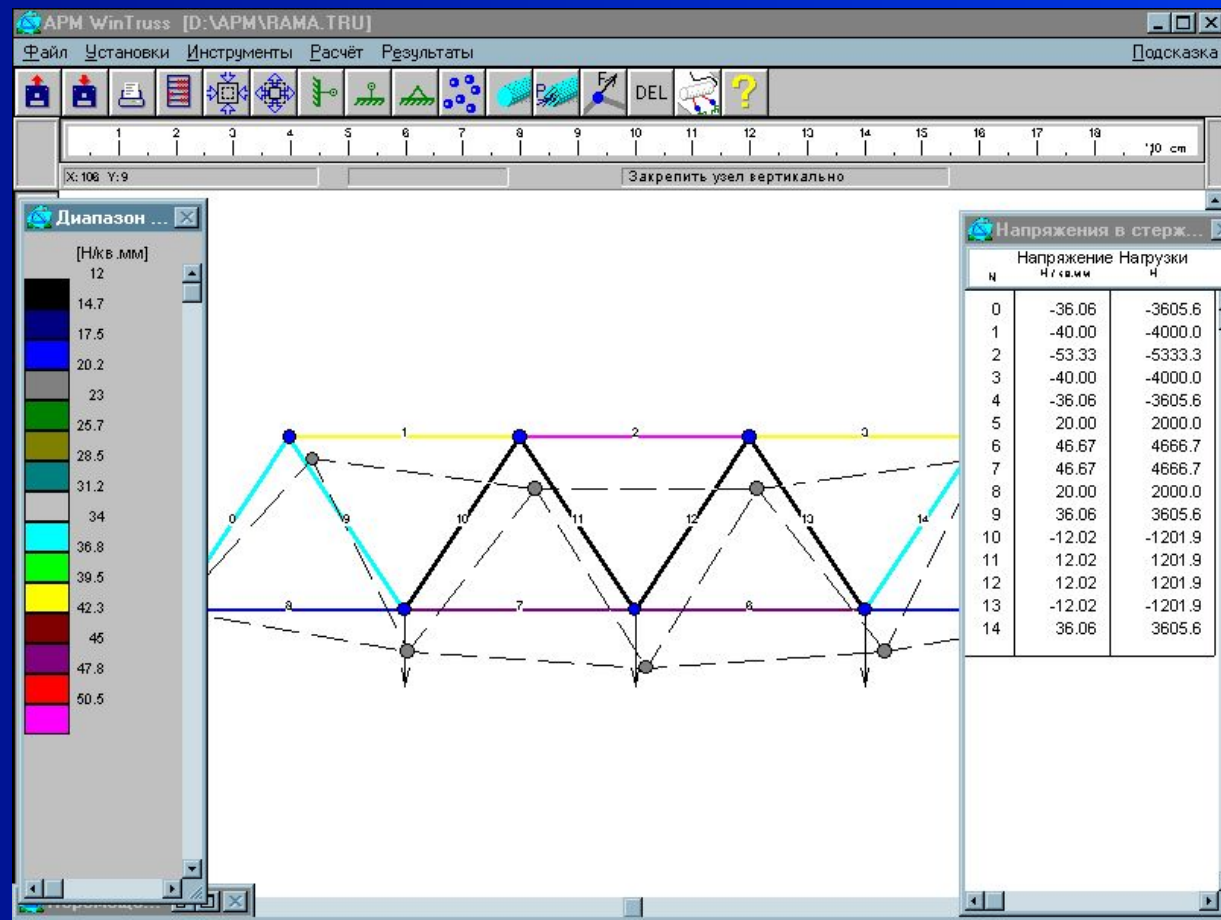


Удобный редактор для ввода данных

АРМ 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.

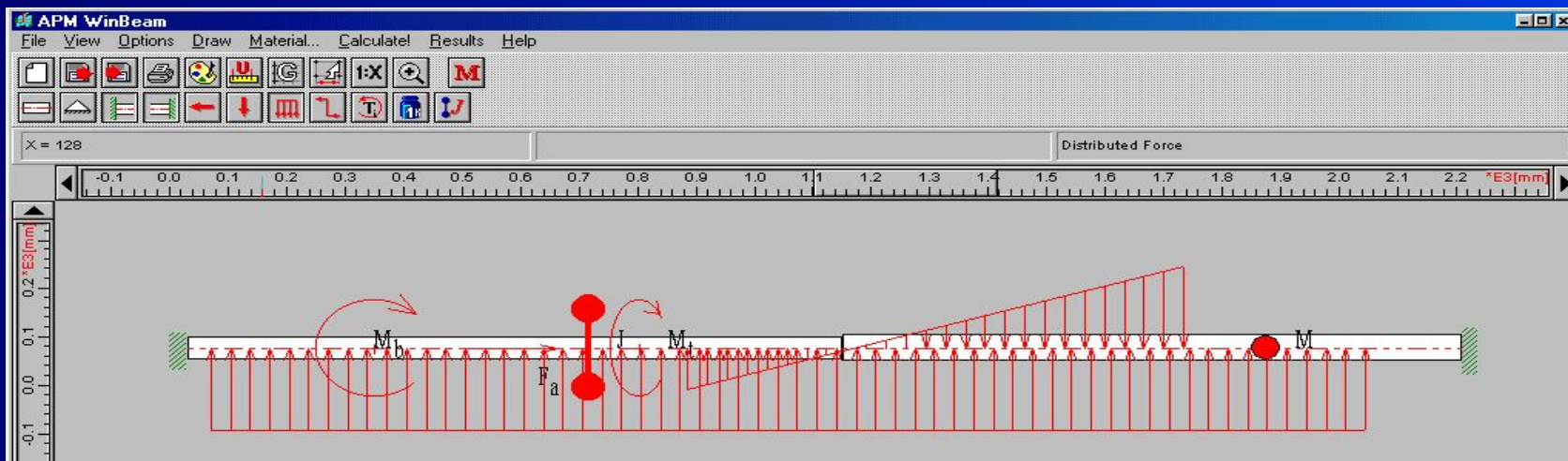
Представление результатов

Результаты расчетов могут быть представлены в табличной форме, а также в виде графиков исходного и деформированного состояний фермы.



APM WinBeam

Модуль APM WinBeam предназначен для выполнения комплексного проверочного расчета и анализа балочных элементов конструкций в условиях произвольного нагружения и закрепления. При этом балка может состоять из участков длины с переменным поперечным сечением.



С помощью АРМ WinBeam можно рассчитать следующие параметры балки:

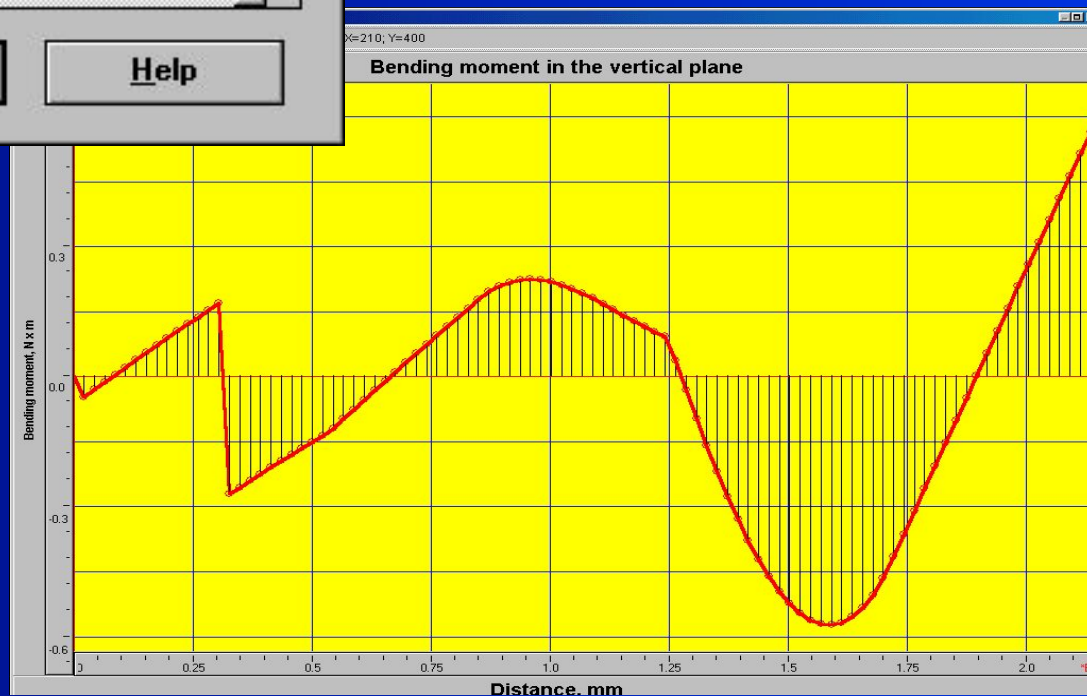
- *реакции в опорах;*
- *распределение моментов и углов изгиба по длине балки;*
- *распределение моментов и углов поворота при кручении;*
- *распределение поперечных и продольных деформаций;*
- *распределение эквивалентных напряжений;*
- *распределение поперечных сил;*
- *карты напряжений в любом произвольном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

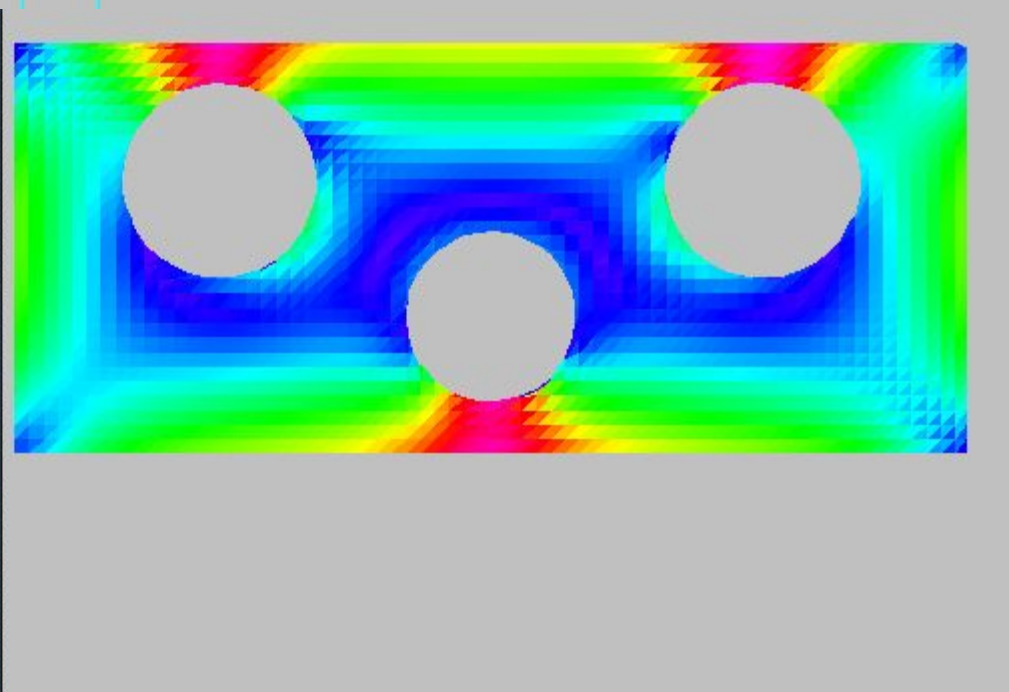
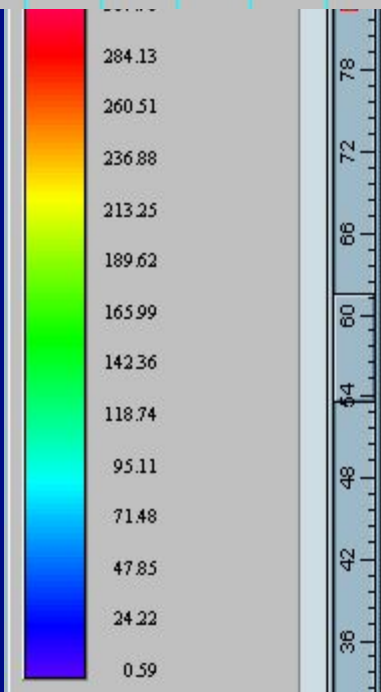
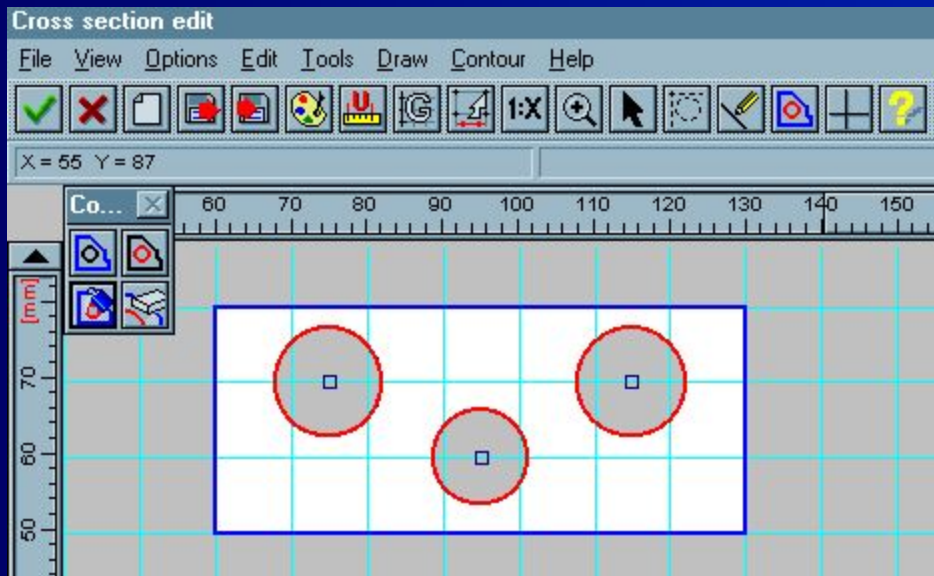
Reactions in bases

1/4

Base number	Base coordinates [mm]	Vertical reaction, [N]	Horizontal reaction, [N]
1	0	-787.9637187	0
2	539	-370.3793049	0
3	1248	2805.991015	0
4	2180	2336.737238	0

OK Help



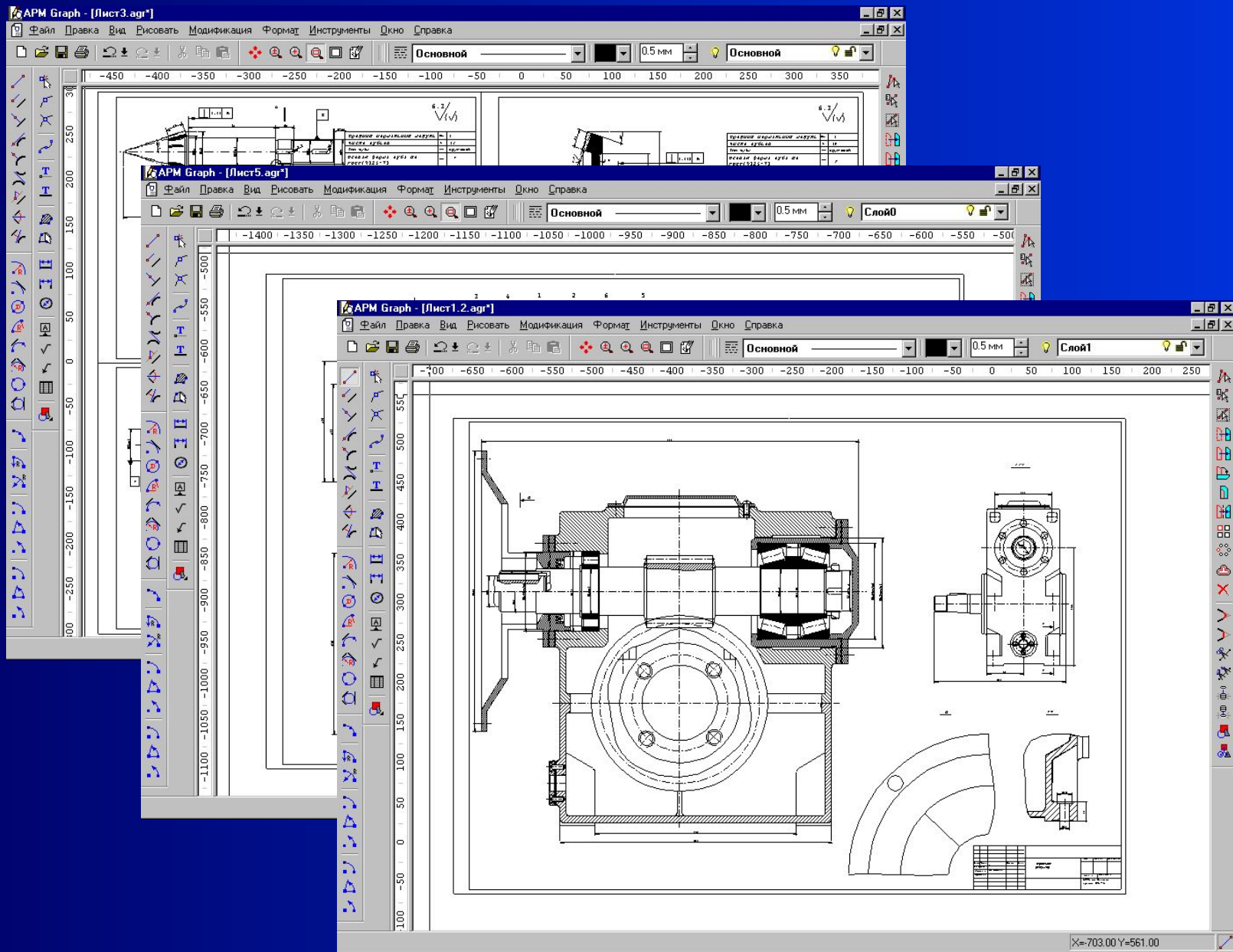


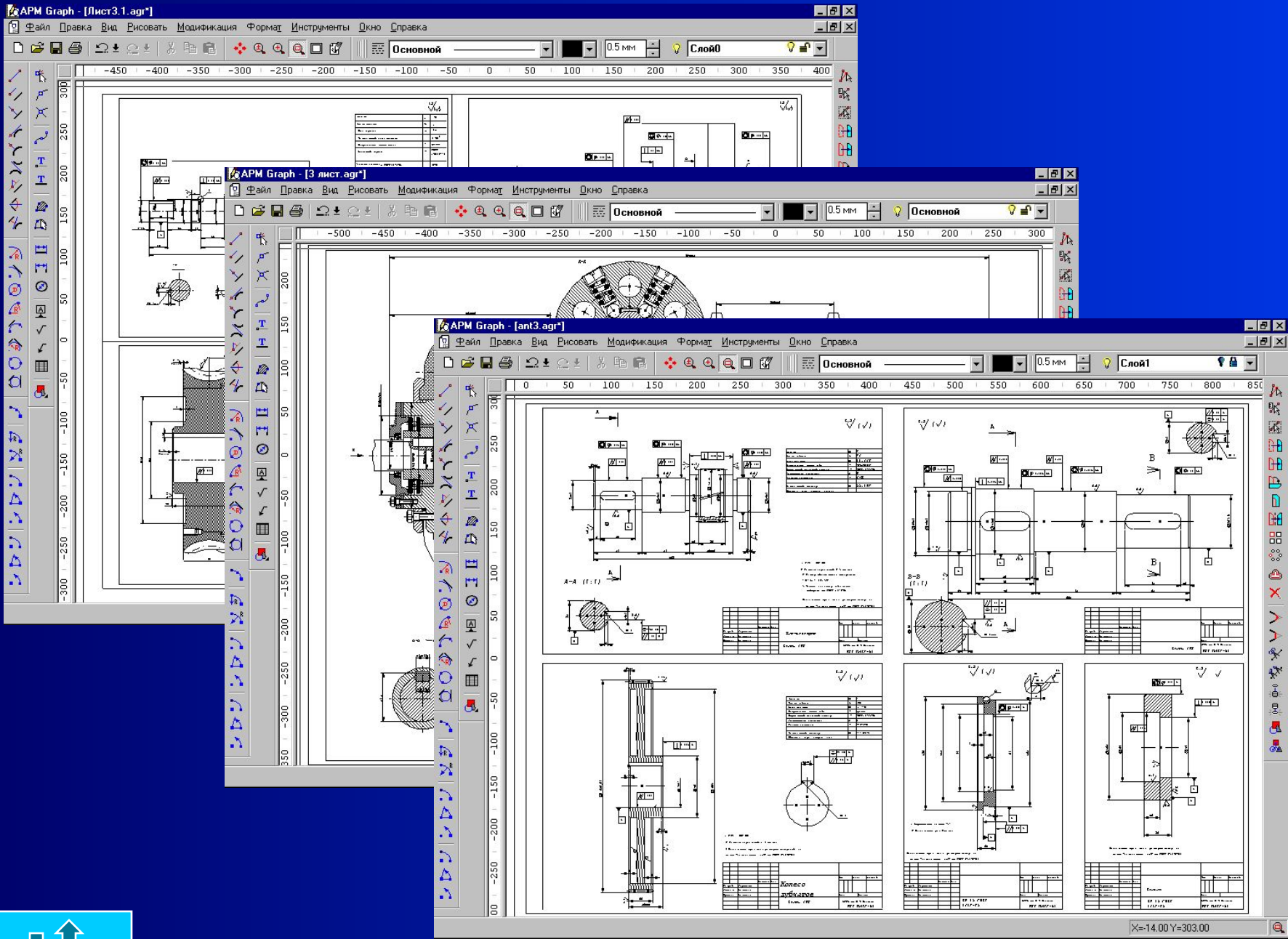
APM Graph

Модуль APM Graph предназначен для выполнения графической части компьютерной подготовки конструкторской документации.

APM Graph представляет собой плоский 2D - графический редактор, который можно с успехом использовать для оформления графической части конструкторской документации в различных областях техники, науки, в архитектуре и строительстве.

Он может эффективно использоваться для подготовки исходных данных при работе отдельных модулей системы APM WinMachine





APM Data

модуль хранения и редактирования стандартных и информационных данных

The screenshot displays the APM WinData v2.0 application window. On the left is a file explorer showing a tree structure of bolt types under the 'Болты' (Bolts) folder. The central pane contains a table with columns labeled 'd', 'p', 'l', and 'b'. The table lists various bolt specifications, with the row for d=2, p=0.4, l=12, b=12 highlighted. On the right, there are two technical drawings: a side view of a bolt with dimensions D, d1, d, k, l, and b, and a top view of a hexagonal head with dimensions S and φ. The status bar at the bottom shows 'Ready' and a numeric keypad icon.

d	p	l	b
1.6	0.35	8	8
1.6	0.35	10	10
1.6	0.35	12	9
1.6	0.35	14	9
2	0.4	8	8
2	0.4	10	10
2	0.4	12	12
2	0.4	14	10
2	0.4	16	10
2.5	0.45	8	8
2.5	0.45	10	10

Информация в АРМ Data

База АРМ Data кроме числовой информации, используемой всеми модулями системы, содержит также и графическую, которая может быть вставлена в виде блоков в чертеж, выполненный в модуле АРМGraph.

В ней также хранятся параметризованные модели стандартных деталей, типоразмеры которых выбираются из соответствующих таблиц базы данных. В базу данных включены сведения по стандартным деталям, материалам и другая справочная информация.

APM WinData

Файл Правка Помощь

- Круглые с радиально расположенными отверстиями
- Круглые со шлицем на торце (ГОСТ 10657-80)
- Круглые шлицевые (ГОСТ 11871-88)
- С контрящим винтом (ГОСТ 12460-67)
- Шестигранные
 - Высокие (ГОСТ 15524-70)
 - Колпачковые
 - Класс точности А (ГОСТ 11860-85)
 - Исполнение 1
 - Исполнение 2
 - Низкие
 - Низкие с уменьшенным размером поля под ключ
 - Обычные
 - Особо высокие (ГОСТ 5931-70)
 - С бурти
 - С умень
 - Самост
 - Со сфер
- Маслоуказате
- Передачи
 - Зубчатые
 - Кониче
 - Цепные
 - Дв
 - Одн
 - Тре
 - Чет
 - Цилинд

d	p	S	e
3	0.5	5.5	6
4	0.7	7	7.7
5	0.8	8	8.8
6	1	10	11.1
8	1.25	13	14.4
8	1	13	14.4
10	1.5	16	17.8
10	1.25	16	17.8
12	1.75	18	20
12	1.25	18	20
16	2	24	26.7
16	1.5	24	26.7
20	2.5	30	33.5
20	1.5	30	33.5
20	3	36	40
20	2	36	40

Гайки ГОСТ 11860-85

OK

Отмена

10 d

1.25 p

16 S

17.8 e

18 H

8 m

15 D

10.8 da

7.5 R

APM WinData



APM Book

В книге изложены теоретические основы методов проектирования машин, механизмов и других механических систем и конструкций.

Рассмотрены методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость, численные методы (МКР и МКЭ), а также методы, применяемые при инженерном проектировании.

ГЛАВА 7.1. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Зубчатые передачи обеспечивают передачу момента вращения с помощью последовательно зацепляющихся зубьев. Тела вращения, на которых расположены зубья, называются **зубчатыми колесами**. Меньшее колесо зубчатой пары называется **шестерней**, а большее - **колесом**. Собственно колесо состоит из **диска** со **ступицей** и **зубчатого венца** (рис. 7.1).

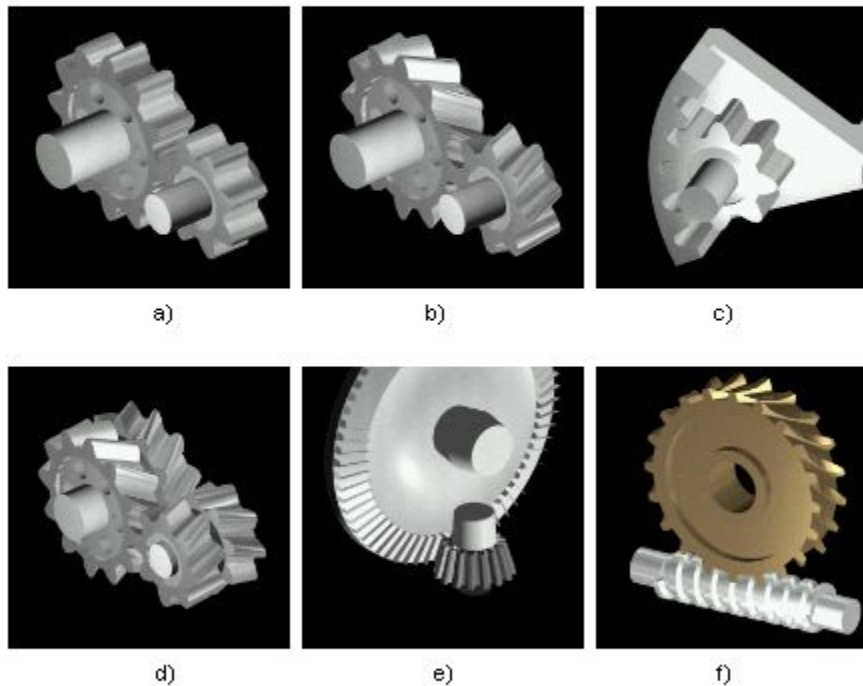


Рис. 7.1.

Классификация зубчатых колес обычно проводится по нескольким признакам.

- По взаимному расположению осей зубчатые колеса подразделяются на **цилиндрические** (рис. 7.1а, б, с, d) (с параллельными осями), **конические** (рис. 7.1е) (с



НТЦ АПМ

Почтовый адрес: а/я 58, г. Королев-Центр,
Московская обл., 141070

Телефон/факс: (095) 513-1393

E-mail: com@apm.ru; www.apm.ru