



Комплекс автоматизированного  
расчета и проектирования передаточных  
механизмов произвольной структуры

# APM Driving Mechanisms

# APM Driving Mechanisms



В состав комплекса входят модули:

**APM Trans** – модуль проектирования механических передач вращения

**APM Shaft** – модуль расчета, анализа и проектирования валов и осей

**APM Bear** – модуль проектирования подшипниковых узлов качения с учетом класса точности их изготовления

**APM Drive** – модуль автоматизированного проектирования привода вращательного движения произвольной структуры

**APM Graph** – плоский чертежно-графический редактор с инструментом расчета размерных цепей

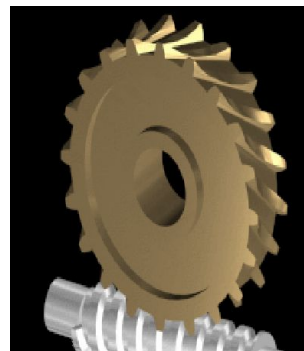
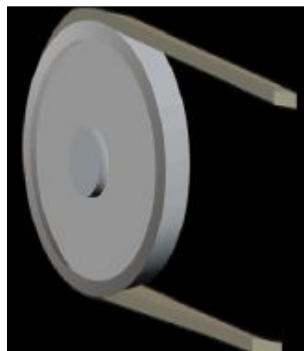
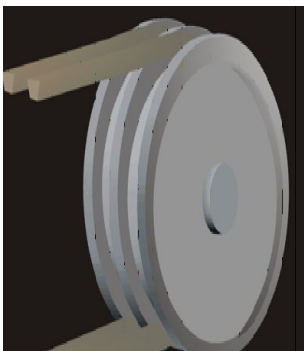
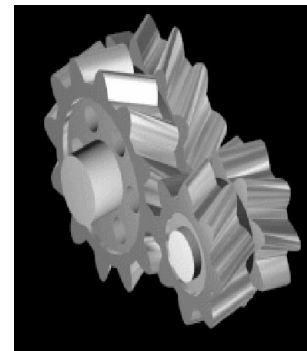
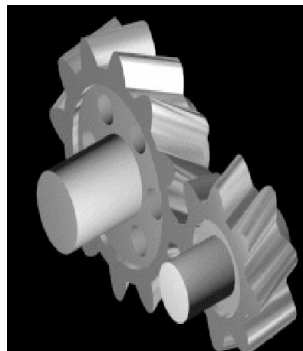
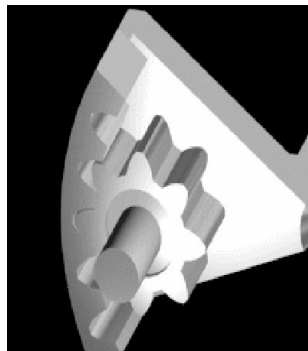
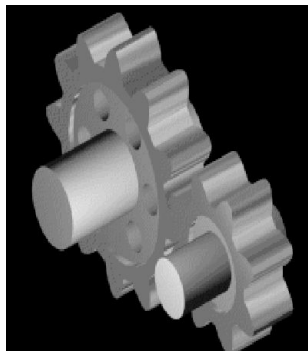
**APM Mechanical Data** – библиотека стандартных деталей и узлов, справочных данных по машиностроению

**APM Material Data** – библиотека материалов

# APM Trans



**APM Trans** – модуль проектирования  
механических передач вращения

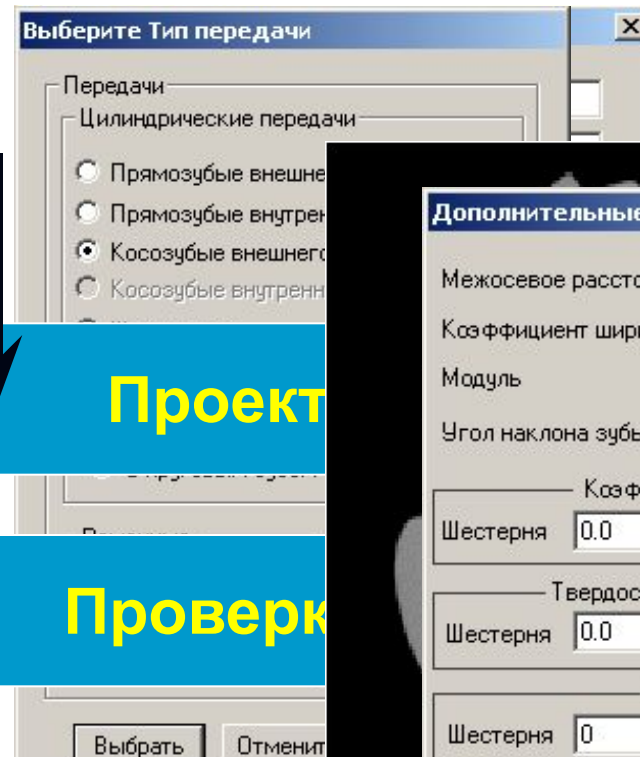


# APM Trans



## Расчет зубчатой передачи

- Выбираем тип передачи
- Выбираем тип расчета
- Задаем начальные данные

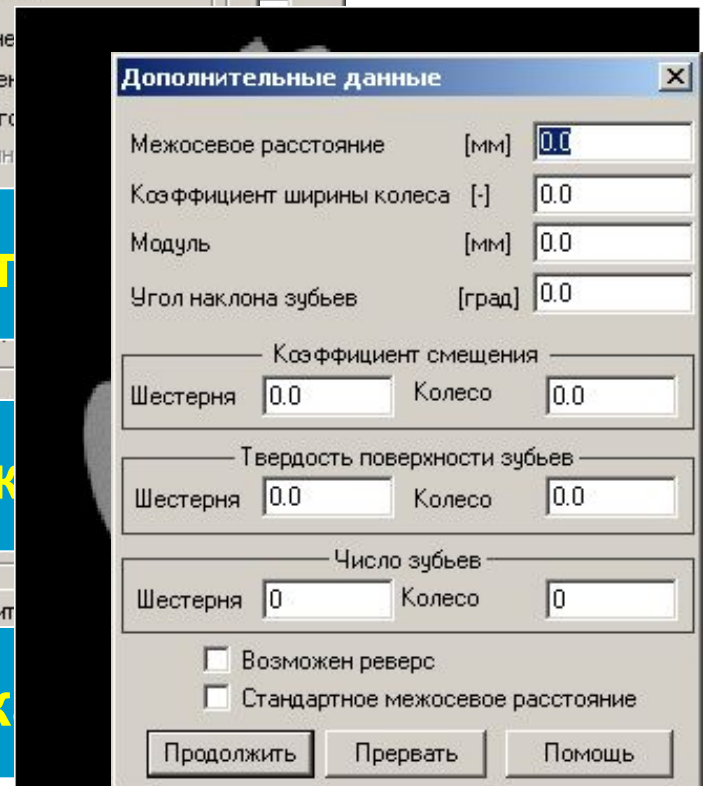


Проект

Проверка

Проводим расчет и получаем следующие результаты

Проверка





# APM Trans



## Результаты расчета зубчатой передачи

Геометрия колес

Параметры материала

**Основные геометрические параметры**

$a_w$ ..... 72.001 [мм]  
 $m$ ..... 1.0 [мм]  
 $\beta$ ..... 9.564 [град]

Параметр	Шестерня	Колесо
$d$ [мм]	28.395	115.607
$d_b$ [мм]	26.638	108.455
$d_w$ [мм]	28.395	115.607
$d_a$ [мм]	30.395	117.607
$d_f$ [мм]	25.895	113.107
$x$ [-]	0.0	0.0
$h$ [мм]	2.25	2.25
$b_w$ [мм]	34.0	31.0
$z$ [-]	28	114

Продолжить Прервать

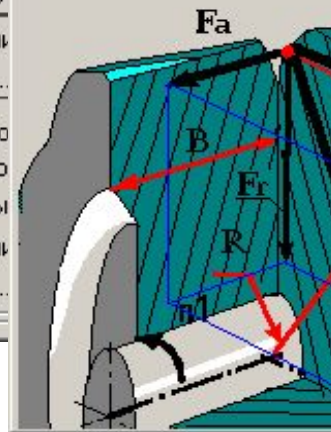
**Параметры материалов**

Допускаемые напряжения по контакту 875.0 [МПа]  
Допускаемые напряжения изгиба:

**Силы в зацеплении**

Шестерня  
Колеса...  
Твердость  
Шестерня  
Колеса...  
Действующ  
Контактно  
Изгибны  
Шестерня  
Колеса...

Продолжить Прервать



**Силы в зацеплении**

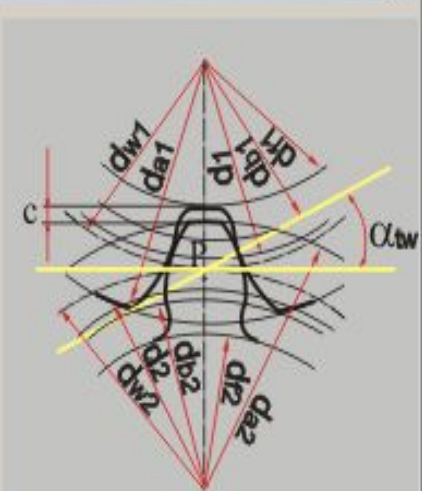
Fa.....	287.66	[Н]
---------	--------	-----

**Качество передачи**

$z_{min}$ .....	17.097	[-]
$\alpha_{tw}$ .....	20.259	[град]
$E_\alpha$ .....	1.716	[-]
$E_\beta$ .....	1.561	[-]
$E_\gamma$ .....	3.278	[-]

Параметр	Шестерня	Колесо
$\beta_t$ [град]	10.224	9.727
$s_{na}$ [мм]	0.735	0.813
$c$ [мм]	0.25	0.25

Продолжить Прервать



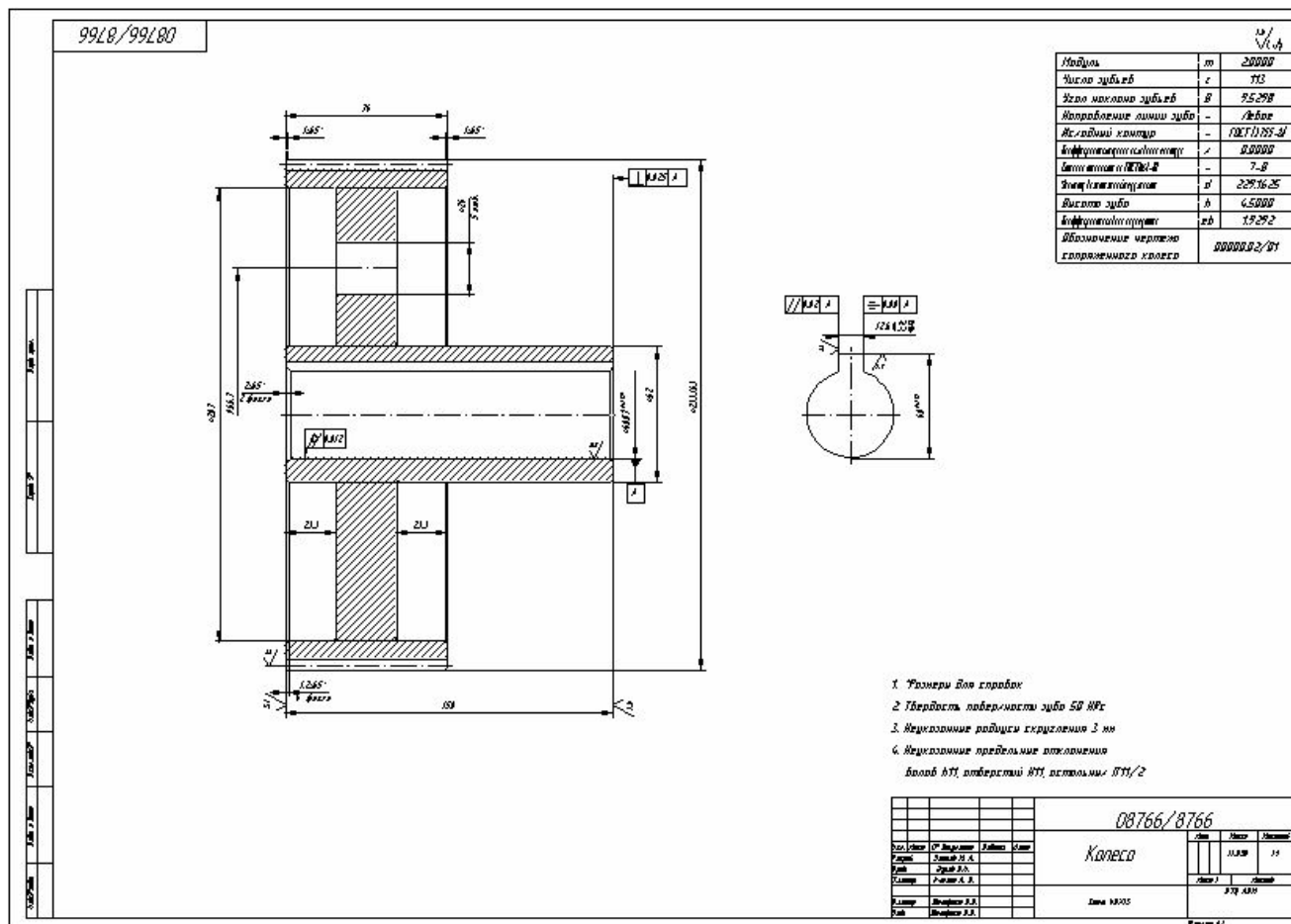
Силовые факторы в зацеплении

Оценка качества передачи

# APM Trans



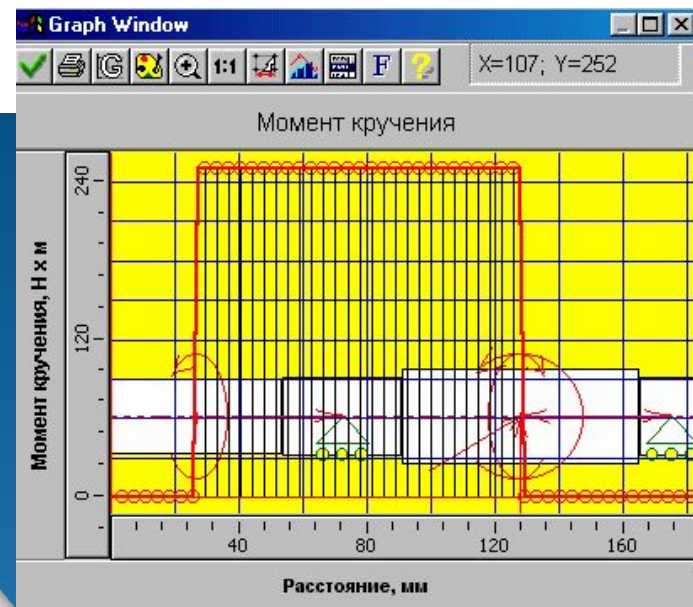
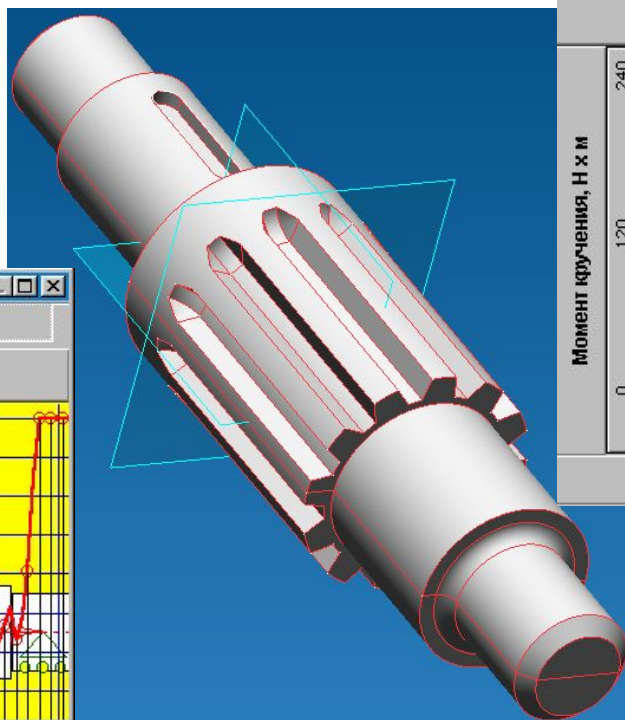
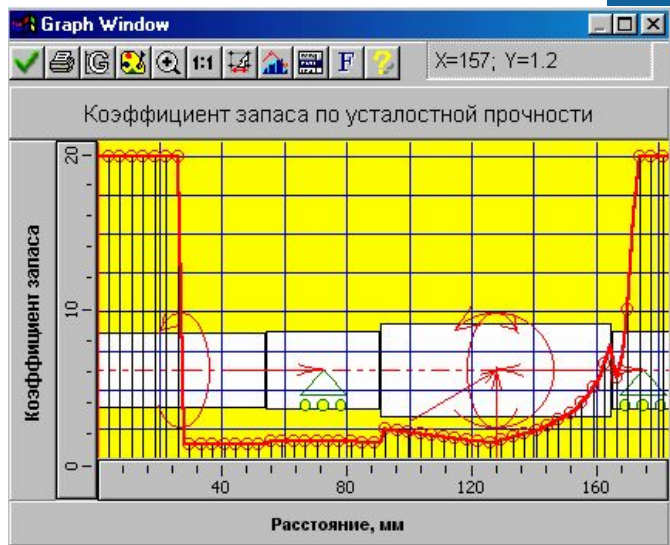
Работа модуля завершается получением чертежа колеса (шестерни) в автоматическом режиме



# APM Shaft



**APM Shaft** – модуль расчета, анализа и проектирования валов и осей





# APM Shaft



## Расчет вала

- **Задаем геометрию вала**
- **Устанавливаем опоры**
- **Прикладываем нагрузки**
- **Выбираем вид расчета**
- **Указываем рабочие условия вала**

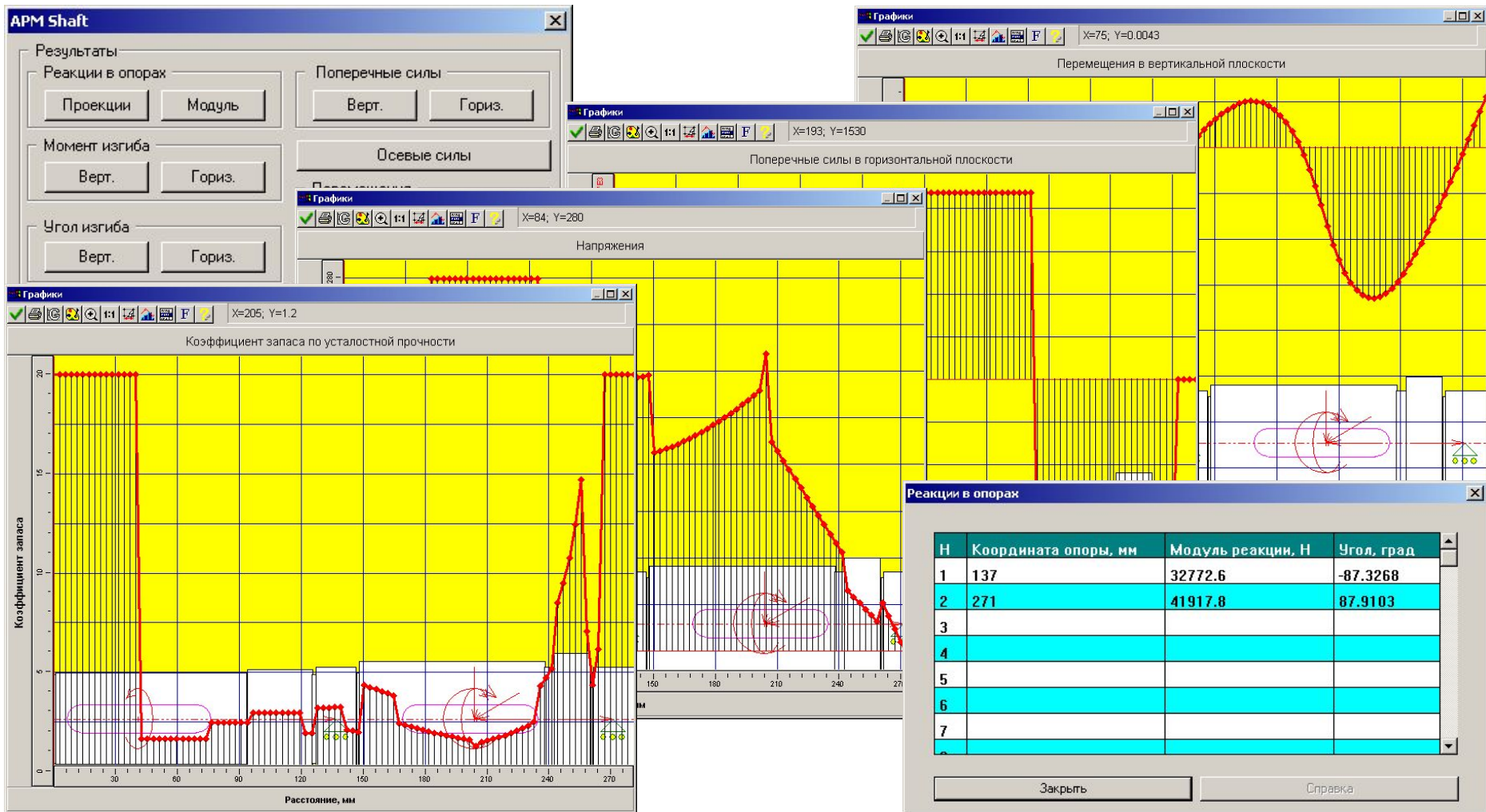
**Проводим расчет и получаем следующие результаты**



# APM Shaft



## Результаты общего расчета вала



# APM Shaft



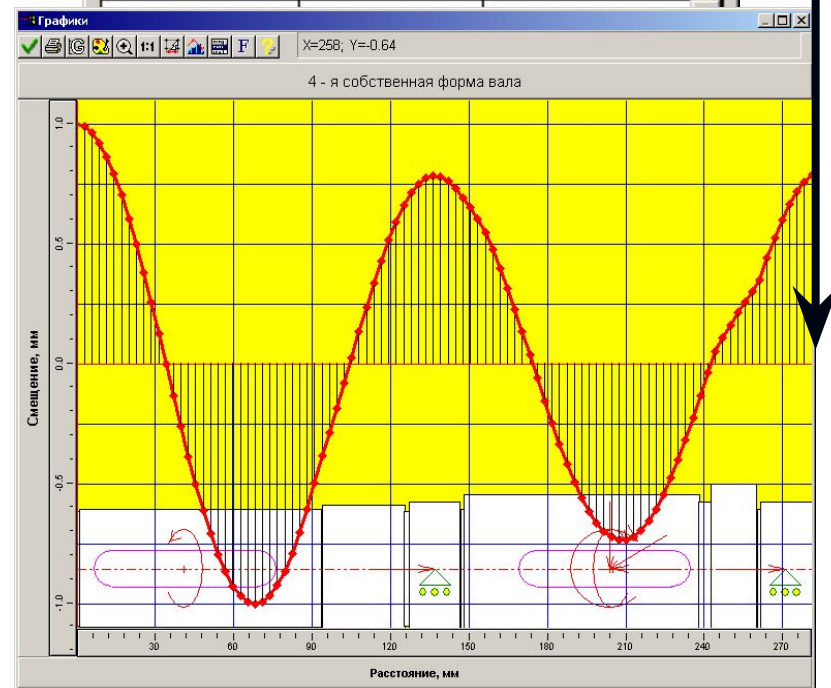
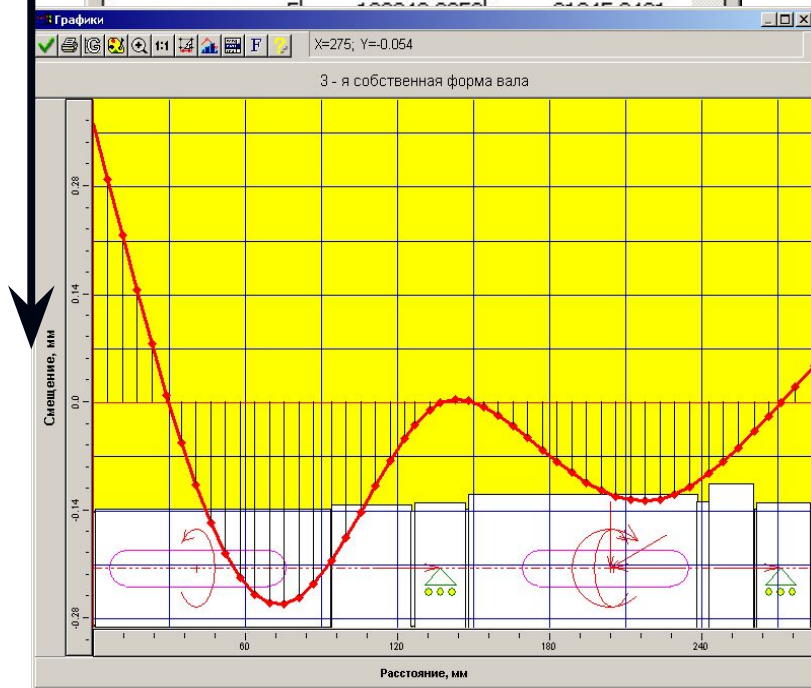
## Результаты динамического расчета вала

Собственные частоты изгибных колебаний

Порядковый Номер	Частота [рад/с]	Частота [Гц]
1	9145.1654	1455.4983
2	42753.1895	6804.3814
3	67343.0386	10717.9775
4	159443.2824	25376.1865

Собственные частоты крутильных колебаний

Порядковый Номер	Частота [рад/с]	Частота [Гц]
1	36913.9858	5875.0433
2	70925.8034	11288.1922
3	108302.9781	17236.9543
4	148511.4713	23636.3346





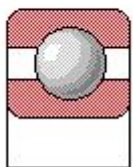


# APM Bear

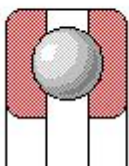


**APM Bear – модуль проектирования подшипниковых узлов качения с учетом класса точности их изготовления**

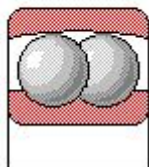
**Радиальный шариковый подшипник**



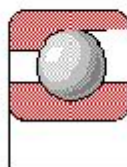
**Упорный шариковый подшипник**



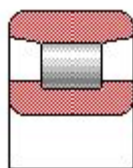
**Сферический шариковый подшипник**



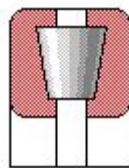
**Радиально-упорный шариковый подшипник**



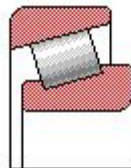
**Радиальный роликовый подшипник**



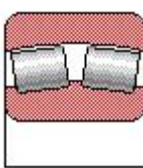
**Упорный роликовый подшипник**



**Радиально-упорный роликовый подшипник**



**Сферический роликовый подшипник**



**Биения (нагруженный подшипник)**

Распределение биений

Радиальные биения, мкм

Боковые биения, мкм

Осевые биения, мкм

Ok Выход Точки Проекция Справка

Нагр. подшипник Оба подшипника Разгр. подшипник

**Результаты**

Резюме		Закреть
Средняя долговечность, час	38184.773	Показать все
Макс. конт. напр., Н/кв.мм	2357.315	Справка
Выделение тепла, Дж/час	10896.177	Еще...
Осевые биения, мкм	68.093	Подшипник
Радиальные биения, мкм	4.454	<input checked="" type="radio"/> Нагруж.
Боковые биения, мкм	-2.060	<input type="radio"/> Ненагруж.
Момент трения, Н м	0.193	Параметры трения
Потери мощности, Вт	3.027	Момент трения

Нормальные силы Мультипликация

Потери мощности: Табл. Гисто. Граф.

Биения: Осев. биения: Табл. Гисто. Бок. биения: Табл. Гисто. Рад. биения: Табл. Гисто. Поле биений: Табл. Гисто. Граф.

Справка

# APM Bear



## Расчет подшипника

- Выбираем тип подшипника
- Указываем геометрию подшипника
- Вводим учет неидеальности изготовления подшипника
- Указываем условия

Можно обратиться к базе данных

Нагрузка может быть переменной

**Выбор Отклонения Диаметра:**

Мин. диаметр	Макс. диаметр	Отклонение Диаметра
10.0000	18.0000	15.0000
18.0000	30.0000	18.0000
30.0000	50.0000	20.0000
50.0000	80.0000	25.0000
80.0000	120.0000	30.0000
120.0000	180.0000	35.0000
180.0000	250.0000	50.0000
250.0000	315.0000	60.0000
315.0000	400.0000	70.0000

**Радиально-упорный роликовый подшипник**

Обозначение Подшипник 200710

Введите данные по геометрии:

Внешний диаметр, мм: 55

Внутренний диаметр, мм: 30

Диаметр тел качения, мм: 5.31

Число тел качения: 19

Угол контакта, град: 9

Длина ролика, мм: 10.3

Внутреннее кольцо

Внешнее кольцо

Проводим



# APM Bear



## Результаты расчета

### Результаты

Резюме

Ожидаемая долговечность, час	38184.773
Макс. конт. напр., Н/кв.мм	2357.315
Выделение тепла, Дж/час	10896.177
Средние биения, мкм	68.093
Максимальные биения, мкм	4.454
Средние биения, мкм	-2.060
Момент трения, Н x м	0.193
Средняя мощность, Вт	3.027

Подшипник:  Нагруж.  Неагруж.

Мультипликация

### Момент трения (нагруженный подшипник)

Момент трения (Н x м): 0.178, 0.252, 0.229, 0.21

Амплитуда и интервалы: 0.13381, 0.208227, 0.282643 N x m

### Распределение биений (нагруженный подшипник)

### Силы, действующие на тела качения (нагруженный подшипник)

#### Распределение нормальных сил

Номер итерации	0	Рад. смещение, мкм...	2.68
Тел качения...	19	Бок. смещение, мкм...	-11.00
Нагруженных тел...	13	Осевая сила, Н...	1200.00
Макс. сила, Н...	2045.75		

### Радиально-упорный подшипник (нагруженный подшипник)

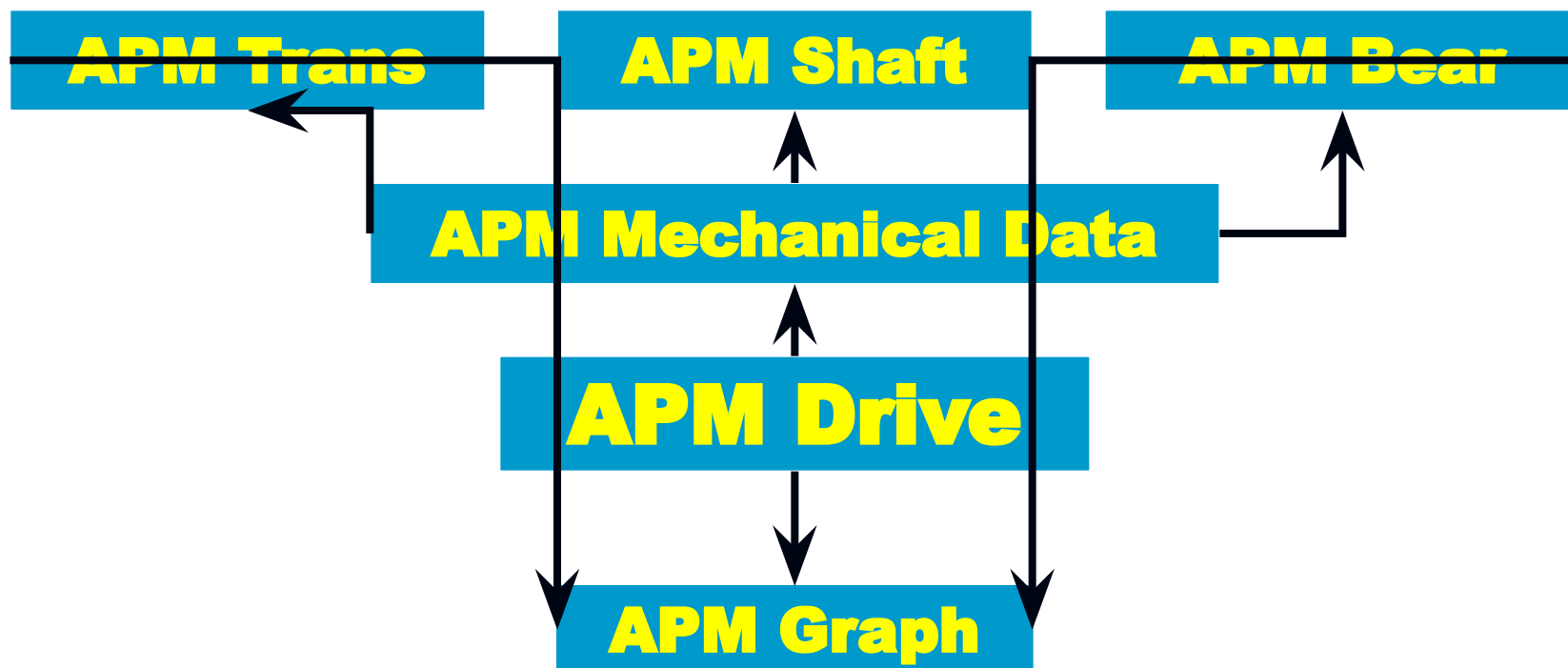


# APM Drive



**APM Drive** - модуль автоматизированного проектирования привода вращательного движения произвольной структуры

Комплексный подход к проектированию передаточных механизмов



# APM Drive



Комплексный проектировочный расчет редуктора

Задаем кинематическую схему передаточного механизма

The screenshot displays the APM Drive software interface. The main window shows a kinematic scheme of a gearbox with a motor (M) at the input and a shaft with a gear at the output. The scheme consists of three gear stages. Three dialog boxes are open over the main window:

- Начальные данные (Initial Data):**
  - Момент на выходе, Н\*м: 1500
  - Частота вращения на выходе, об/мин: 150
  - 64
  - 10000
  - Отмена
- Исходные данные (Initial Data):**
  - Элементы схемы:
    - 1.  $U=4.211$ ;  $n=2280.000$  об/мин;  $T=98.684$  Н\*м
    - 2.  $U=4.000$ ;  $n=570.000$  об/мин;  $T=394.737$  Н\*м
    - 3.  $U=3.800$ ;  $n=150.000$  об/мин;  $T=1500.000$  Н\*м
  - Условия разбивки:
    - Автоматическая
    - Ручная
    - Параметр ручной разбивки: Передаточное отношение
  - Параметры всей цепи:
    - Частота вращения на выходном валу, об/мин: 150
    - Момент вращения на выходном валу, Н\*м: 1500
- Параметры ступени №2 (Gear Stage #2 Parameters):**
  - Передаточное отношение передачи: 4
  - Момент вращения на выходном валу, Н\*м: 394.736
  - Частота вращения на выходном валу, об/мин: 569.999
  - OK, Cancel

# APM Drive



## Результаты расчета передачи

**Графики**  
X=1.01; Y=-0.09  
3уб

**Основные геометрические параметры**

$a_w$	72.001	[мм]
$m$	1.0	[мм]

**Силы в зацеплении**

$F_a$	287.66	[Н]
$F_r$	639.025	[Н]

**Качество передачи**

$z_{min}$	17.097	[-]
$\alpha_{tw}$	20.259	[град]
$\epsilon_\alpha$	1.716	[-]
$\epsilon_\beta$	1.561	[-]
$\epsilon_\gamma$	3.278	[-]

Параметр	Шестерня	Колесо
$\beta_f$ [град]	10.224	9.727
$s_{na}$ [мм]	0.735	0.813
$c$ [мм]	0.25	0.25

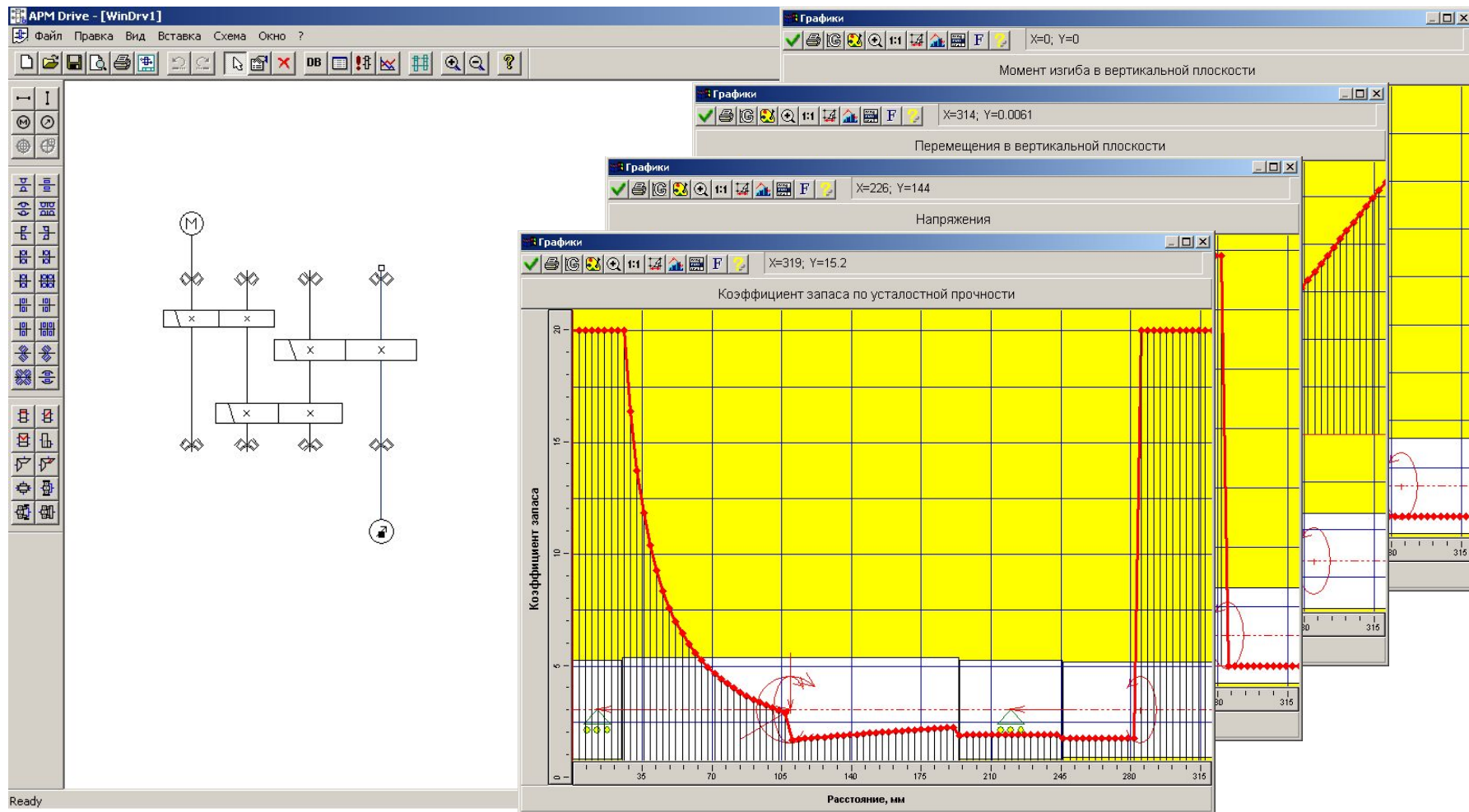
Продолжить    Прервать



# APM Drive



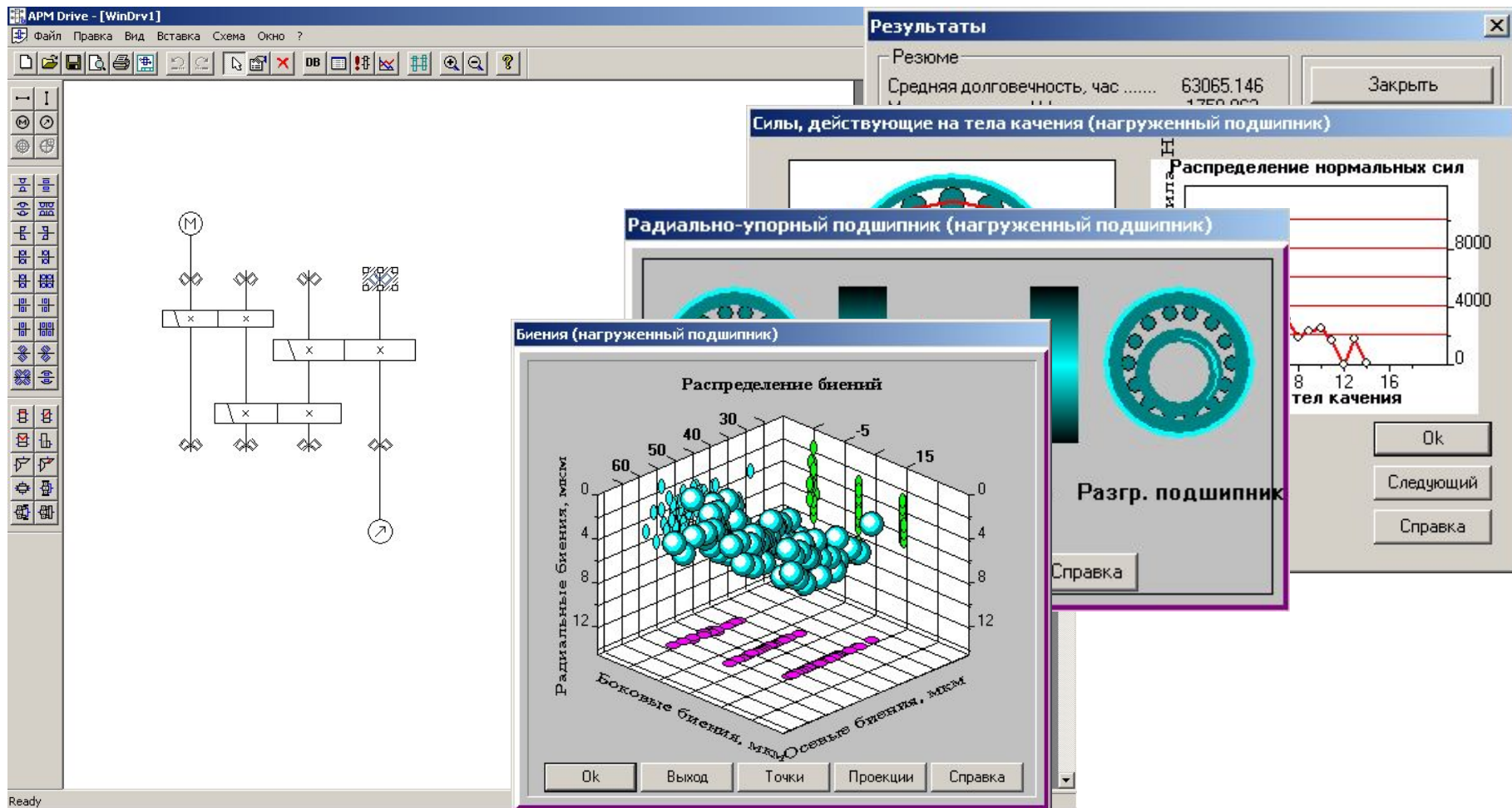
## Результаты расчета вала



# APM Drive



## Результаты расчета подшипника



# APM Drive



## Автоматическое создание чертежей

чертежи деталей

Модель	м	№
Число зубьев	z	20000
Угол наклона зубьев	$\beta$	19.298
Направление наклона зубьев	-	Влево
Валовый диаметр	-	1027.195-0

сборочные чертежи

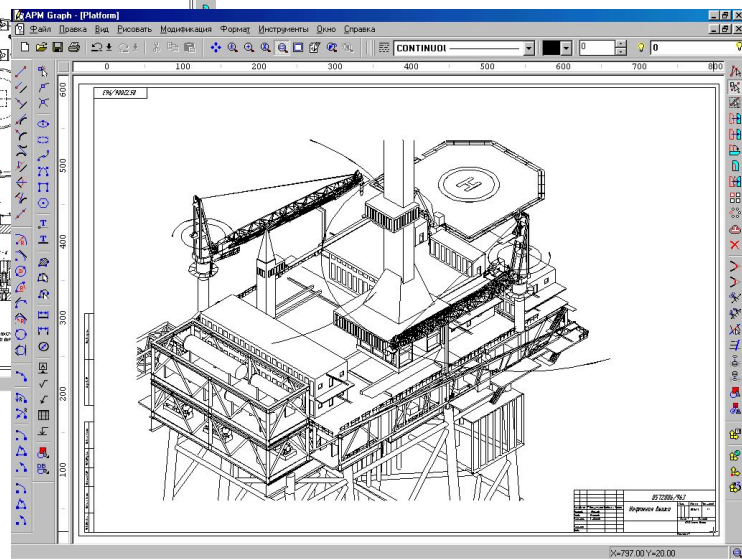
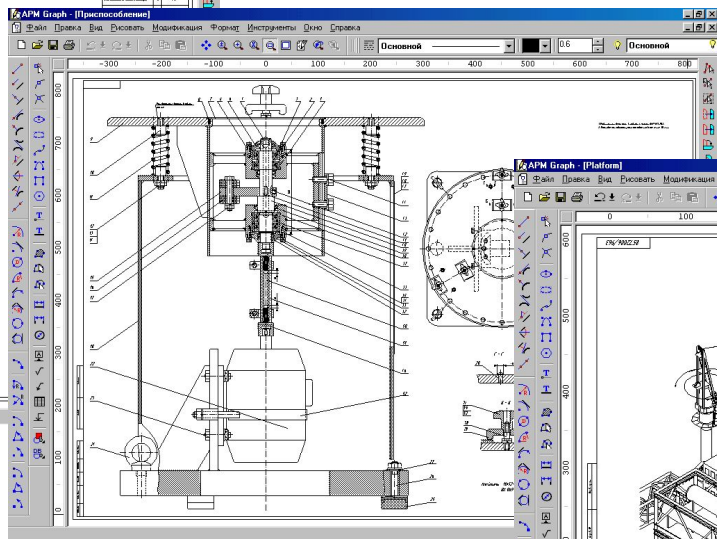
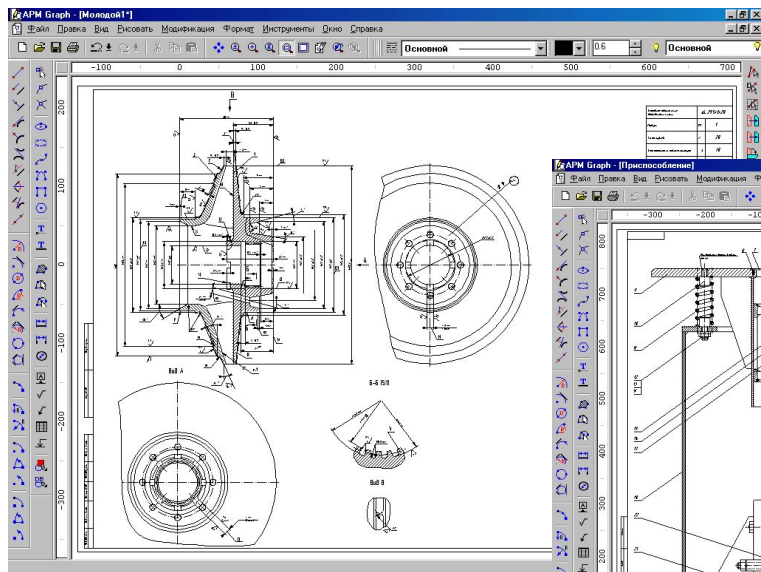
Модель	м	№
Число зубьев	z	18



# APM Graph



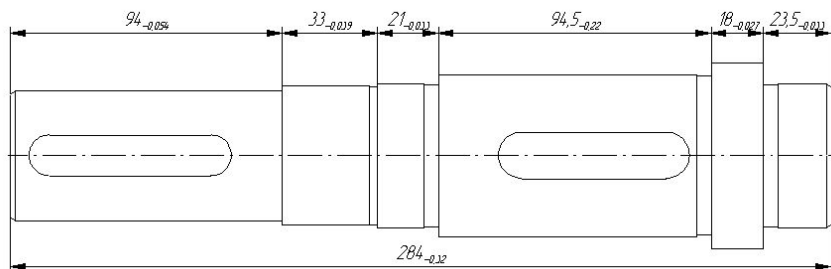
**APM Graph** – плоский чертежно-графический редактор с инструментом расчета размерных цепей



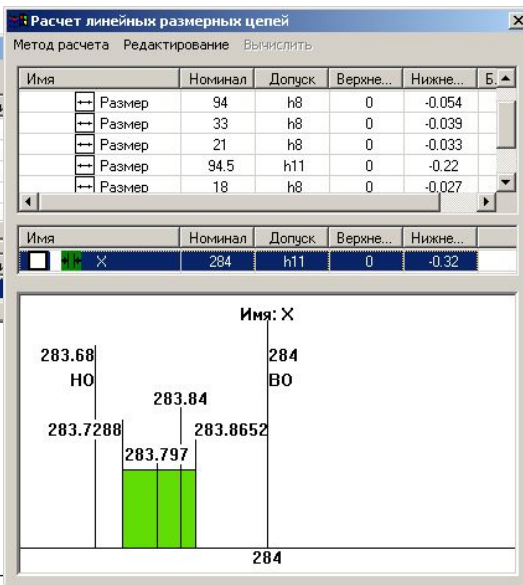
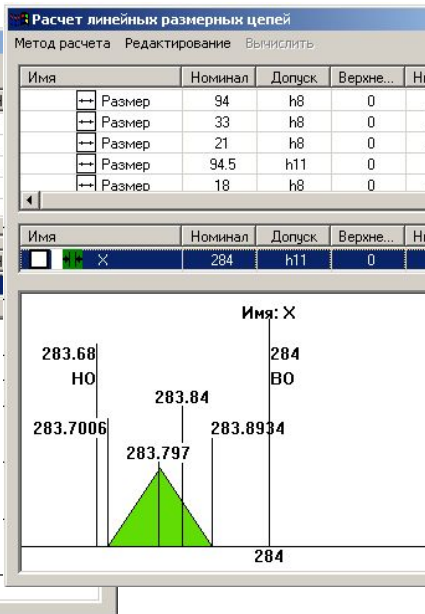
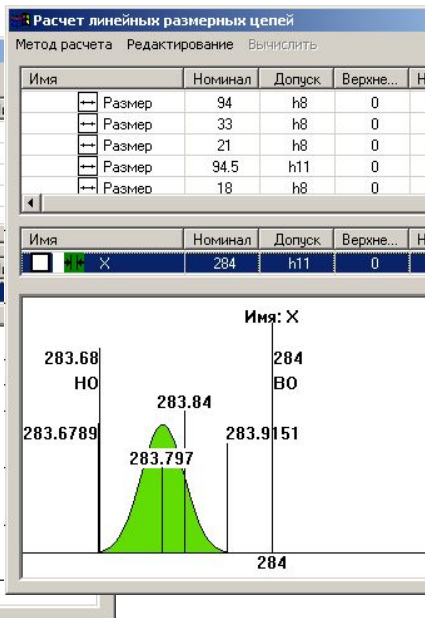
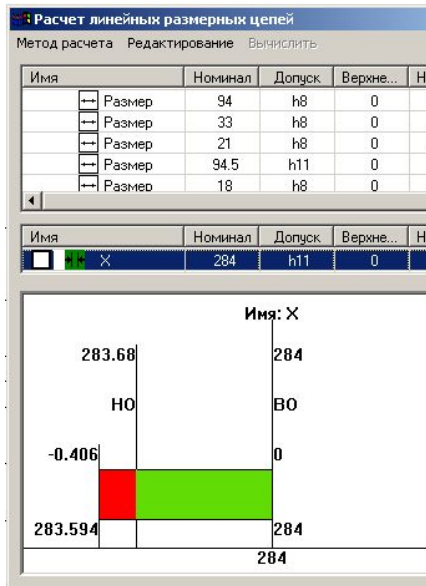
# APM Graph



## Расчет замкнутых линейных размерных цепей



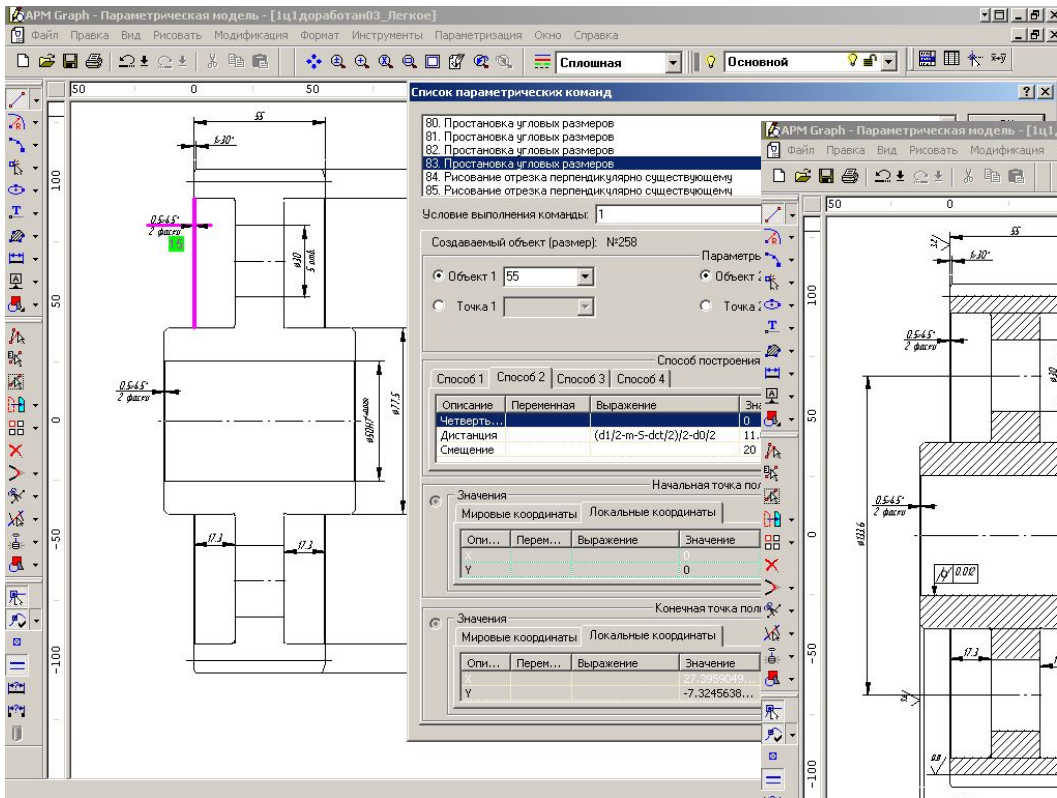
Расчет может быть проведен двумя методами:  
методом максимума - минимума  
вероятностным методом



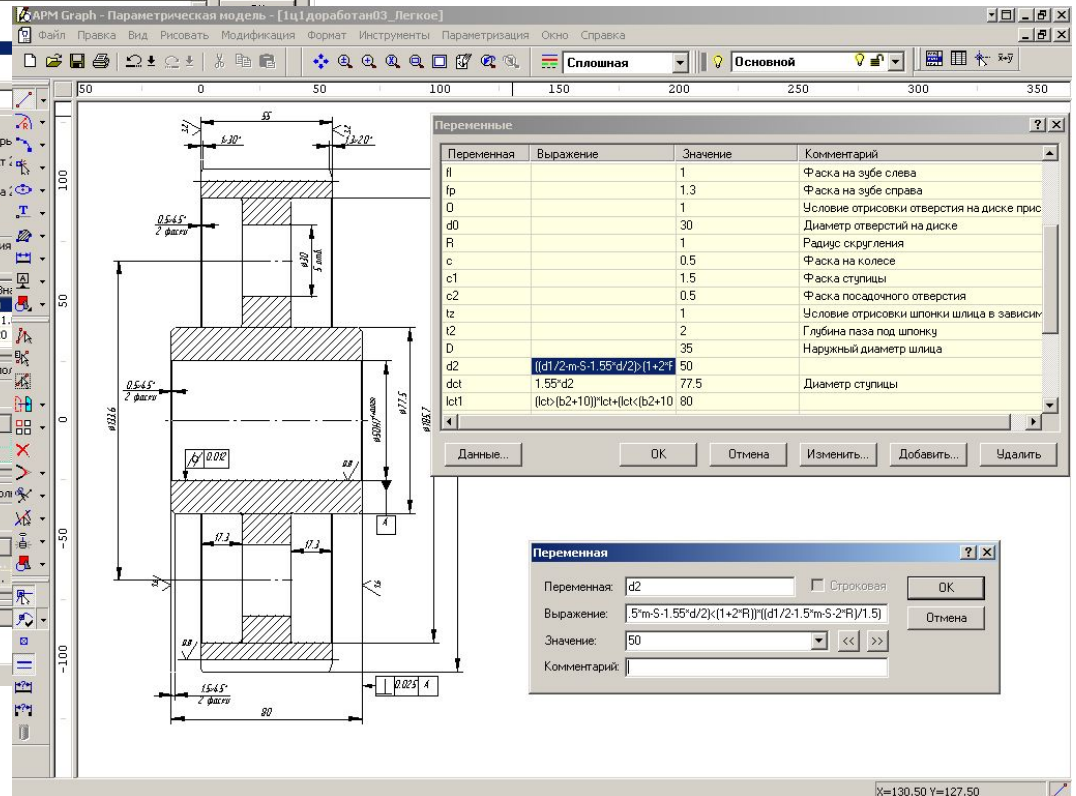
# APM Graph



## Создание параметрических моделей любой степени сложности



Простота и наглядность



Высокая функциональность



# APM Mechanical Data



## APM Mechanical Data – библиотека стандартных деталей и узлов, справочных данных по машиностроению

Детали, узлы и другие элементы выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ

The screenshot displays the APMBase software interface. On the left, a tree view lists various mechanical components such as bolts, nuts, washers, and gears. The central part of the interface shows a table with columns for nominal torque, shaft diameter, hub diameter, and other parameters. A technical drawing of a cross-section of a shaft-hub assembly is visible in the bottom right corner.

L...	T, Номинальный вращающий момент	d, Диаметр вала	D, Диаметр муфты	D1	D2	B	h, Толщина ре
Муфн	25	14	110	108	85	32	7
Муфн	25	16	110	108	85	32	7
Муфн	25	18	110	108	85	32	7
Муфн	40	18	130	125	100	37	8
Муфн	40	19	130	125	100	37	8
Муфн	40	20	130	125	100	37	8
Муфн	40	22	130	125	100	37	8
Муфн	40	24	130	125	100	37	8
Муфн	63	22	150	145	120	44	9
Муфн	63	24	150	145	120	44	9
Муфн	63	25	150	145	120	44	9
Муфн	63	28	150	145	120	44	9
Муфн	63	30	150	145	120	44	9
Муфн	100	25	170	165	140	50	11
Муфн	100	28	170	165	140	50	11
Муфн	100	30	170	165	140	50	11
Муфн	100	32	170	165	140	50	11
Муфн	100	35	170	165	140	50	11
Муфн	100	36	170	165	140	50	11
Муфн	100	38	170	165	140	50	11

**Существует  
ВОЗМОЖНОСТЬ  
ВНОСИТЬ СВОИ ИЗМЕНЕНИЯ**



# APM Material Data



## APM Material Data – библиотека материалов

Содержит справочную информацию по материалам

Применяется для проведения различных расчетов

APM Material Data

Файл Правка Помощь

- Алюминий и алюминиевые сплавы (прутки повышенной прочности)
- Алюминий и алюминиевые сплавы (прутки)
- Бетон
- Бронза
- Бронза (прутки)
- Дерево
- Кирпич и камень
- Латунь
- Латунь (ленты)
- Латунь (листы и полосы)
- Латунь (проволока)
- Латунь (прутки)
- Сталь конструкционная (прокат толстолистовой)
- Сталь конструкционная (прокат)
  - В нормализованном состоянии
  - В улучшенном состоянии размером до 16 мм
  - В улучшенном состоянии размером от 16 до 40 мм
  - В улучшенном состоянии размером от 40 до 100 мм
- Сталь легированная
  - Инструментальная сталь после закалки (ГОСТ 1435-90)
  - Прокат из улучшенной легированной стали толщиной до 25 мм
  - Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная
  - Теплоустойчивая легированная сталь с толщиной до 90 мм
- Сталь литейная
  - Литейные конструкционные легированные стали (ГОСТ 977-88)
  - Литейные конструкционные нелегированные стали (ГОСТ 977-88)
- Сталь углеродистая (прокат)
- Сталь углеродистая сернистая (прокат)
- Титан и титановые сплавы
- Титан и титановые сплавы (прутки катаные)

Обозначение	Плотность	Модуль Юнга
20ГЛ	7800	210000
20ГЛ	7800	210000
35ГЛ	7800	210000
35ГЛ	7800	210000
20ГСЛ	7800	210000
30ГСЛ	7800	210000
30ГСЛ	7800	210000
20Г1ФЛ	7800	210000
20ФЛ	7800	210000
30ХГСФЛ	7800	210000
30ХГСФЛ	7800	210000
45ФЛ	7800	210000
45ФЛ	7800	210000
32Х06Л	7800	210000
40ХЛ	7800	210000
20ХМЛ	7800	210000
20ХМФЛ	7800	210000
20ГНМФЛ	7800	210000
20ГНМФЛ	7800	210000

Возможно добавление новых и редактирование свойств уже имеющихся материалов

Материалы

Обозначение: 30ХГСФЛ

Плотность: 7800

Модуль Юнга: 210000

Коэффициент Пуассона: 0.3

Предел прочности: 589

Предел прочности по растяжению: 589

Предел текучести: 392

Предел текучести сдвига: 392

Усталостная прочность по нормальным направлениям: 289

Усталостная прочность по касательным направлениям: 147

Категория прочнос: Прочнос

Примечание:

OK Отмена



## Наши координаты

Адрес:

**141070**, Московская область,  
г. Королев, Октябрьский бульвар, д. **14**, офис №**6**  
Тел: **+7(498) 600-25-10, (498) 514-84-19**

Факс: **+7(498) 600-25-10**

**E-mail:** [com@apm.ru](mailto:com@apm.ru)

**Web:** [www.apm.ru](http://www.apm.ru)