



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

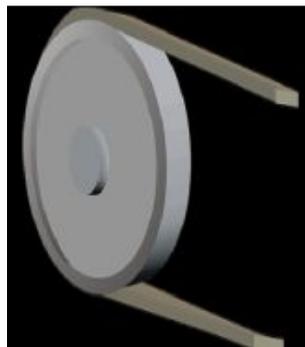
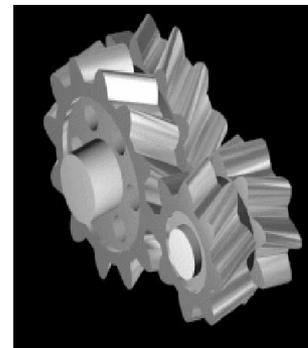
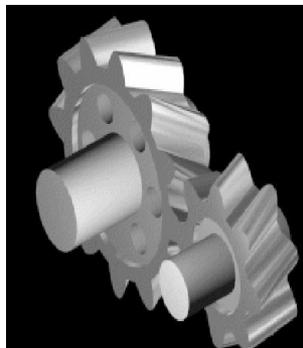
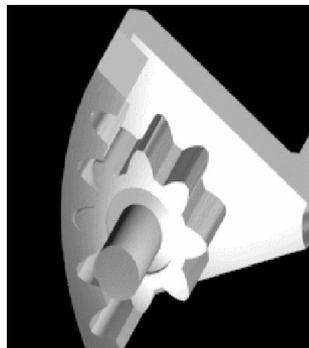
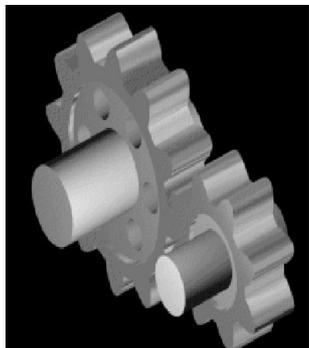
APM Mechanical Data – библиотека стандартных деталей и узлов, справочных данных по машиностроению

APM Material Data – библиотека материалов

APM Trans



APM Trans – модуль проектирования
механических передач вращения

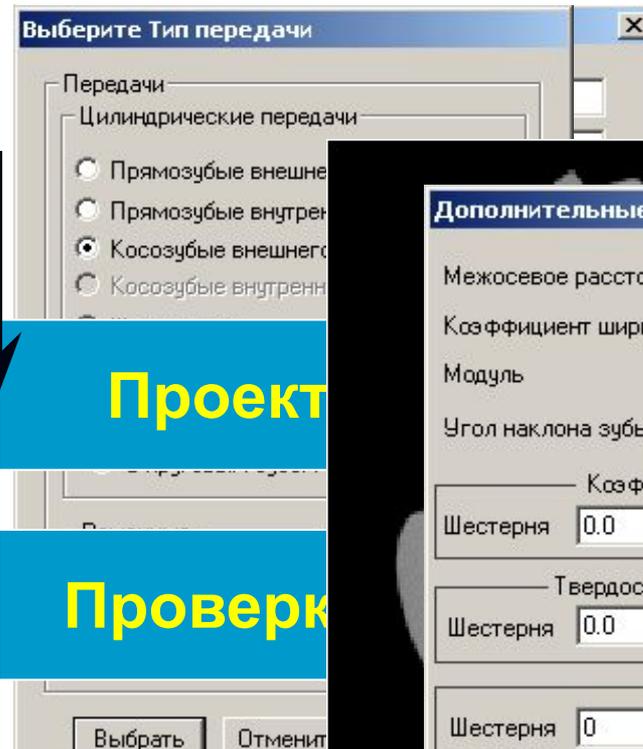


APM Trans



Расчет зубчатой передачи

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

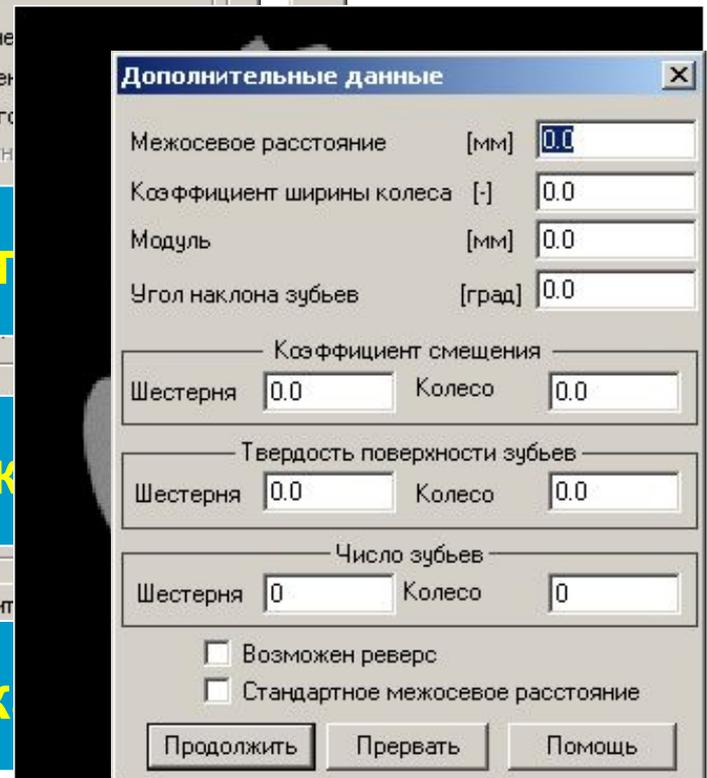


Проект

Проверка

Проверка

Проводим расчет и получаем следующие результаты



APM Trans



Результаты расчета зубчатой передачи

Геометрия колес

Параметры материала

Основные геометрические параметры

a_w 72.001 [мм]
 m 1.0 [мм]
 β 9.564 [град]

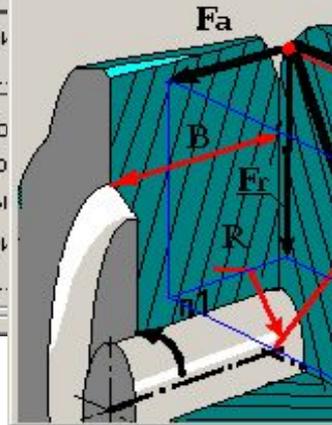
Параметр	Шестерня	Колесо
d [мм]	28.395	115.607
d_b [мм]	26.638	108.455
d_w [мм]	28.395	115.607
d_a [мм]	30.395	117.607
d_f [мм]	25.895	113.107
x [-]	0.0	0.0
h [мм]	2.25	2.25
b_w [мм]	34.0	31.0
z [-]	28	114

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...

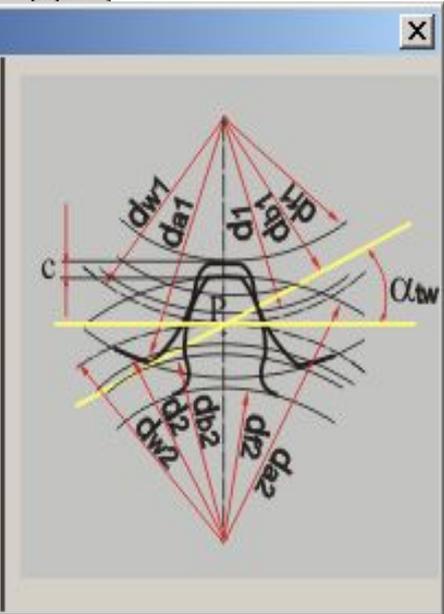


Качество передачи

F_a 287.66 [Н]

z_{min} 17.097 [-]
 α_{tw} 20.259 [град]
 E_α 1.716 [-]
 E_β 1.561 [-]
 E_γ 3.278 [-]

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



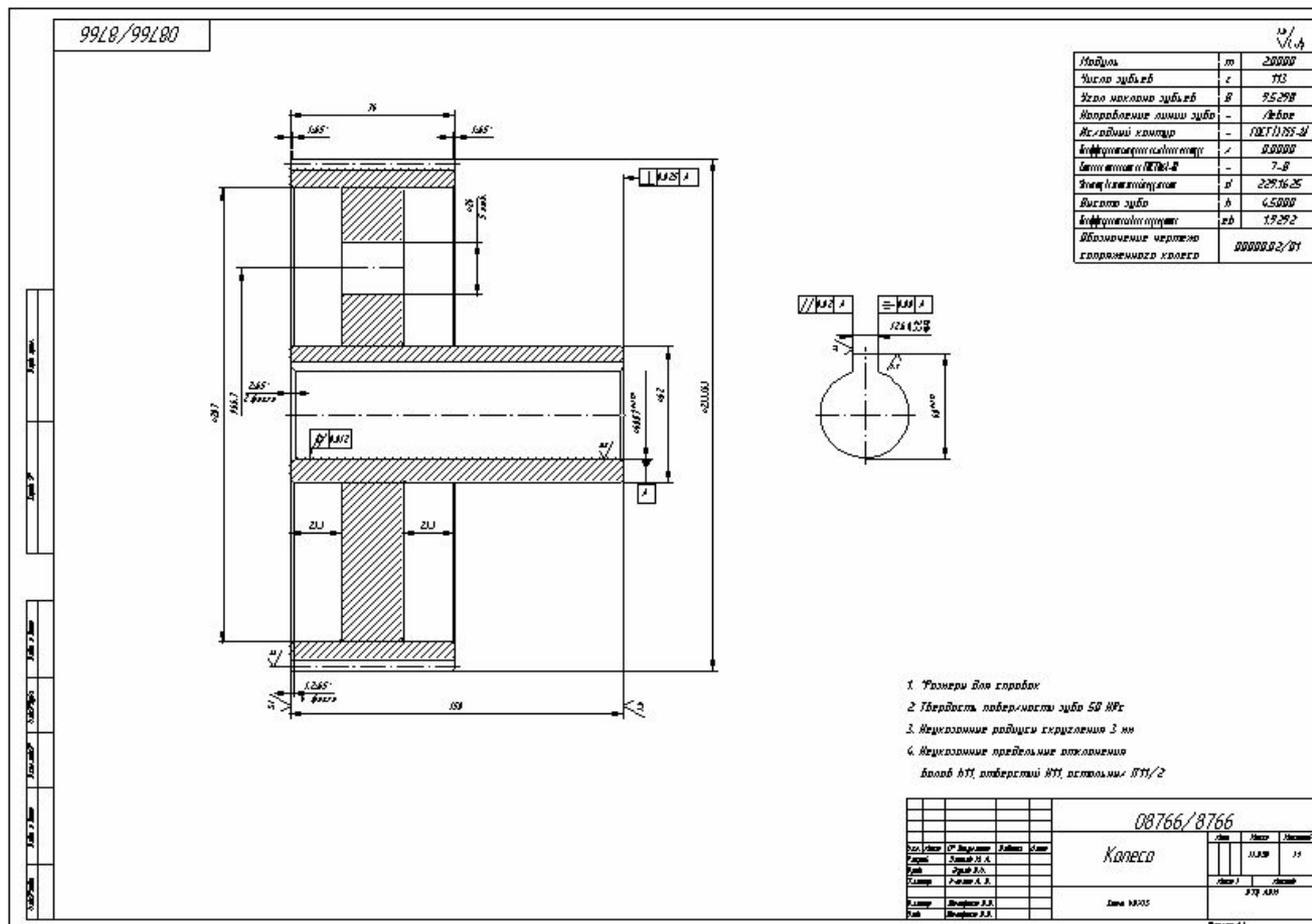
Силовые факторы в зацеплении

Оценка качества передачи

APM Trans



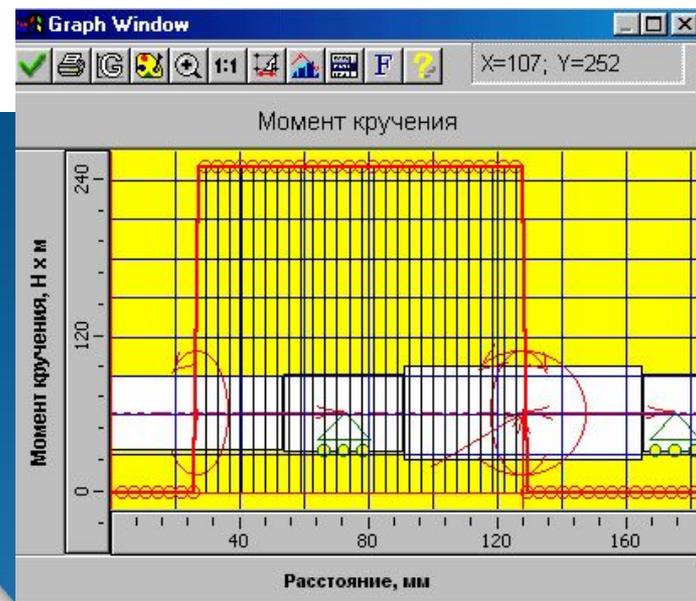
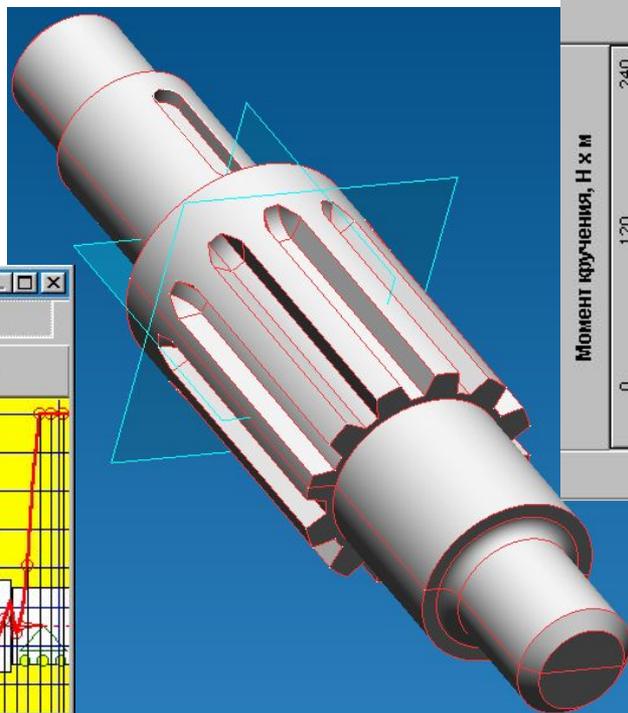
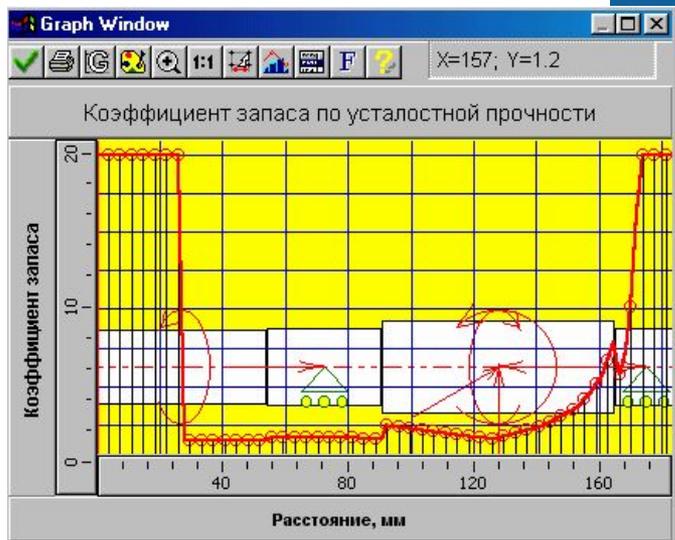
Работа модуля завершается получением чертежа колеса (шестерни) в автоматическом режиме



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**

Ресурс работы вала

Данные

Ресурс работы, [час]

Частота вращения вала, [об/мин]

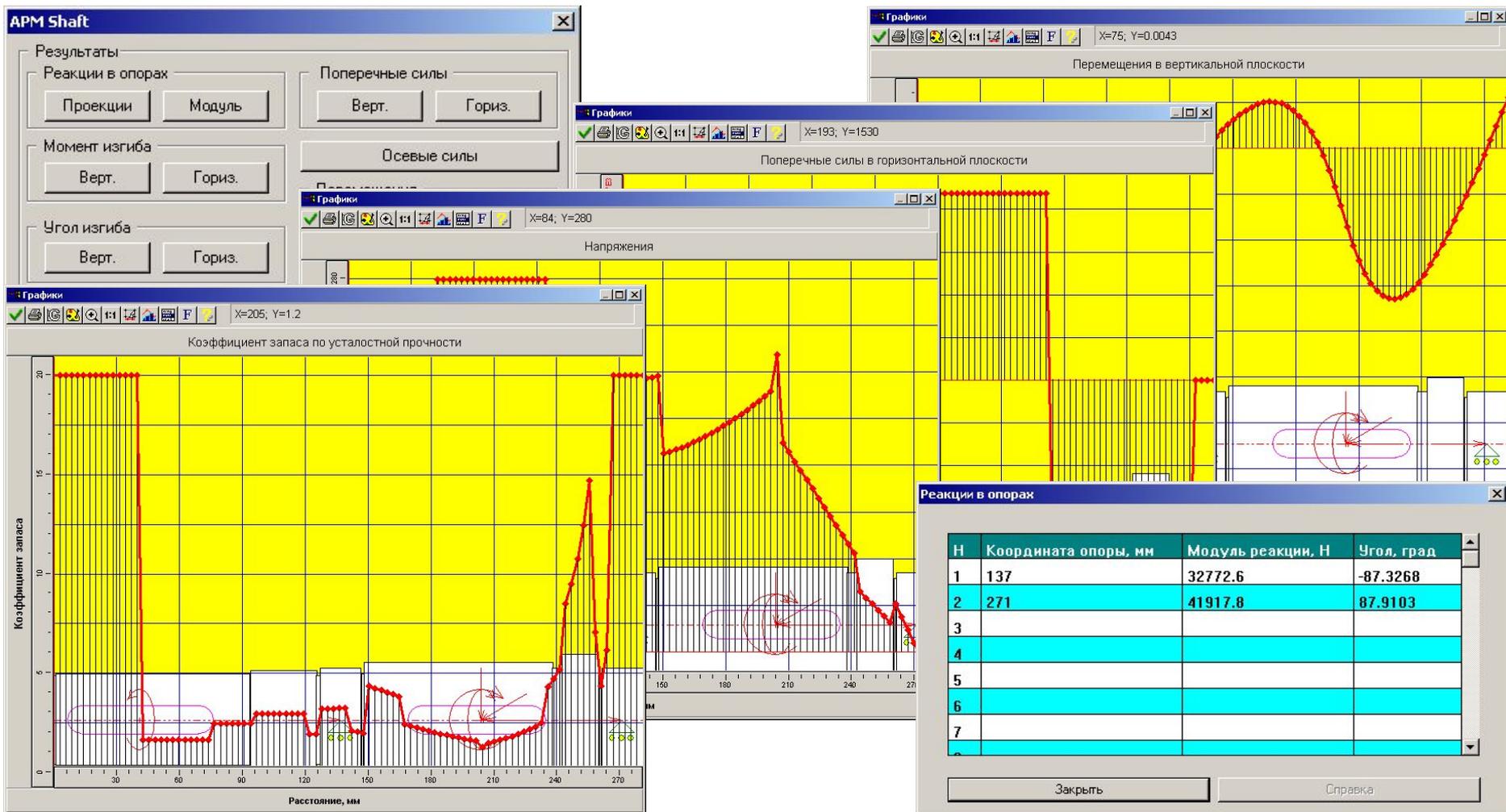
Ok Отмена Справка

Проводим расчет и получаем следующие результаты

APM Shaft



Результаты общего расчета вала



APM Shaft



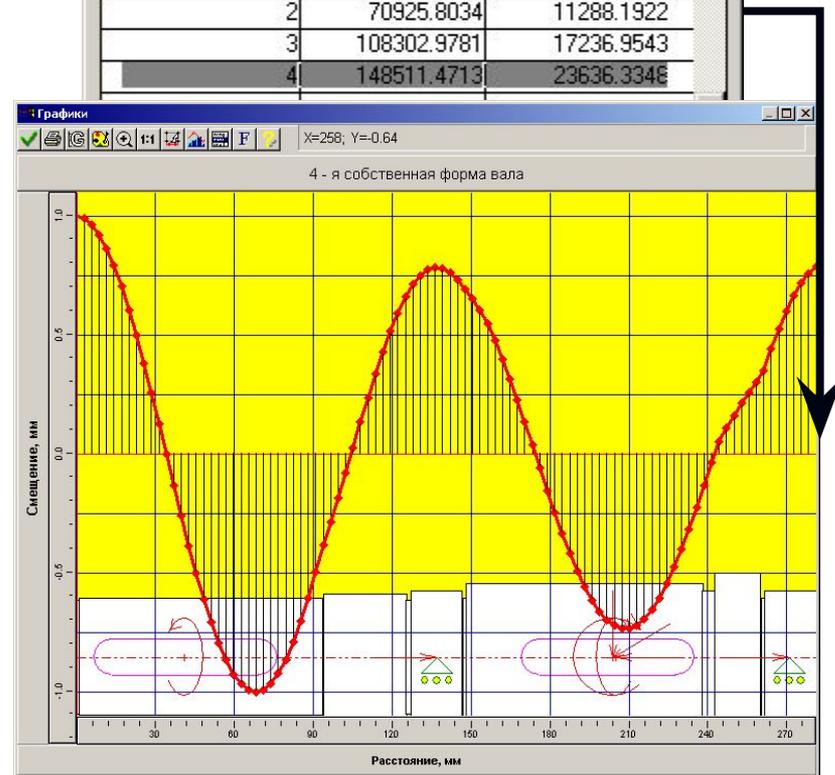
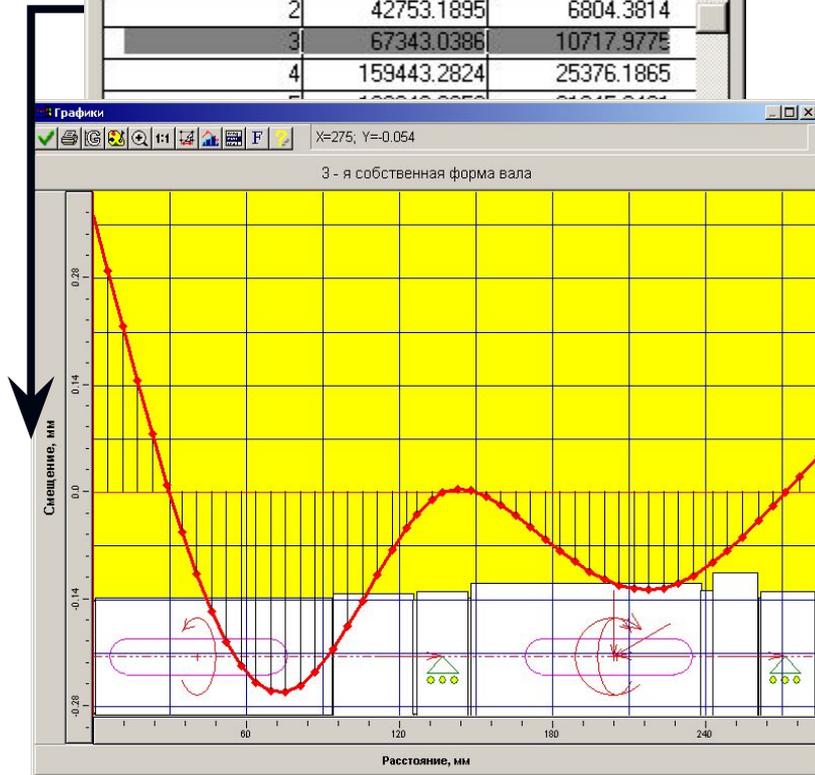
Результаты динамического расчета вала

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

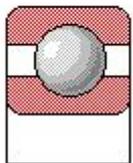


APM Bear

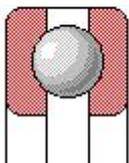


APM Bear – модуль проектирования подшипниковых узлов качения с учетом класса точности их изготовления

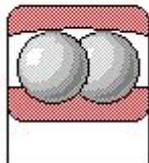
Радиальный шариковый подшипник



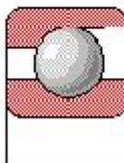
Упорный шариковый подшипник



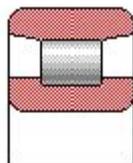
Сферический шариковый подшипник



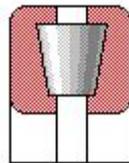
Радиально-упорный шариковый подшипник



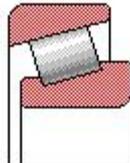
Радиальный роликовый подшипник



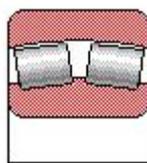
Упорный роликовый подшипник



Радиально-упорный роликовый подшипник



Сферический роликовый подшипник



Биения (нагруженный подшипник)

Распределение биений

Ok Выход Точки Проекция Справка

Нагр. подшипник Оба подшипника Разгр. подшипник

Результаты

Резюме	
Средняя долговечность, час	38184.773
Макс. конт. напр., Н/кв.мм	2357.315
Выделение тепла, Дж/час	10896.177
Осевые биения, мкм	68.093
Радиальные биения, мкм	4.454
Боковые биения, мкм	-2.060
Момент трения, Н м	0.193
Потери мощности, Вт	3.027

Подшипник: Нагруж. Ненагруж.

Параметры трения: Момент трения (Табл., Гисто, Граф), 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

Выберите тип подшипника

Обозначение: Подшипник
Введите данные по геометрии

Внешний диаметр, мм: 0
Внутренний диаметр, мм: 0
Диаметр тел качения, мм: 0

Точность изготовления

Введите данные по точности

Биения внешнего кольца, мм: 0 Б.
Биения внутреннего кольца, мм: 0 Б.

Козфф. динам

Тип установки: Внешнее кольцо Внутреннее кольцо
Тип нагрузки: Статическая нагрузка Переменная нагрузка

Выберите данные

Стандарт: ГОСТ
Подтип: 1/15

Номер Подшипника	Внутр. Диаметр
Подшипник 7304 Г	20.0000 52.0000
Подшипник	

Выбор Отклонения Диаметра

Класс	Точности
Класс точности 0	3/16

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

Ок Отмена База данных Справка

Проводим

Внутреннее кольцо

APM Bear



Результаты расчета

Момент трения (Н x м)

0.178 0.252 0.229 0.21

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

Параметры сил трения (нагруженный подшипник)

Момент трения	0.193
Средняя долговечность, час	38184.773
Сред. конт. напр., Н/кв.мм	2357.315
Потребление 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

Результаты

Резюме

Подшипник: Нагруж. Неагруж.

Мультипликация

Распределение биений (нагруженный подшипник)

Распределение биений

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		

Ok Следующий Справка

Радиально-упорный подшипник (нагруженный подшипник)

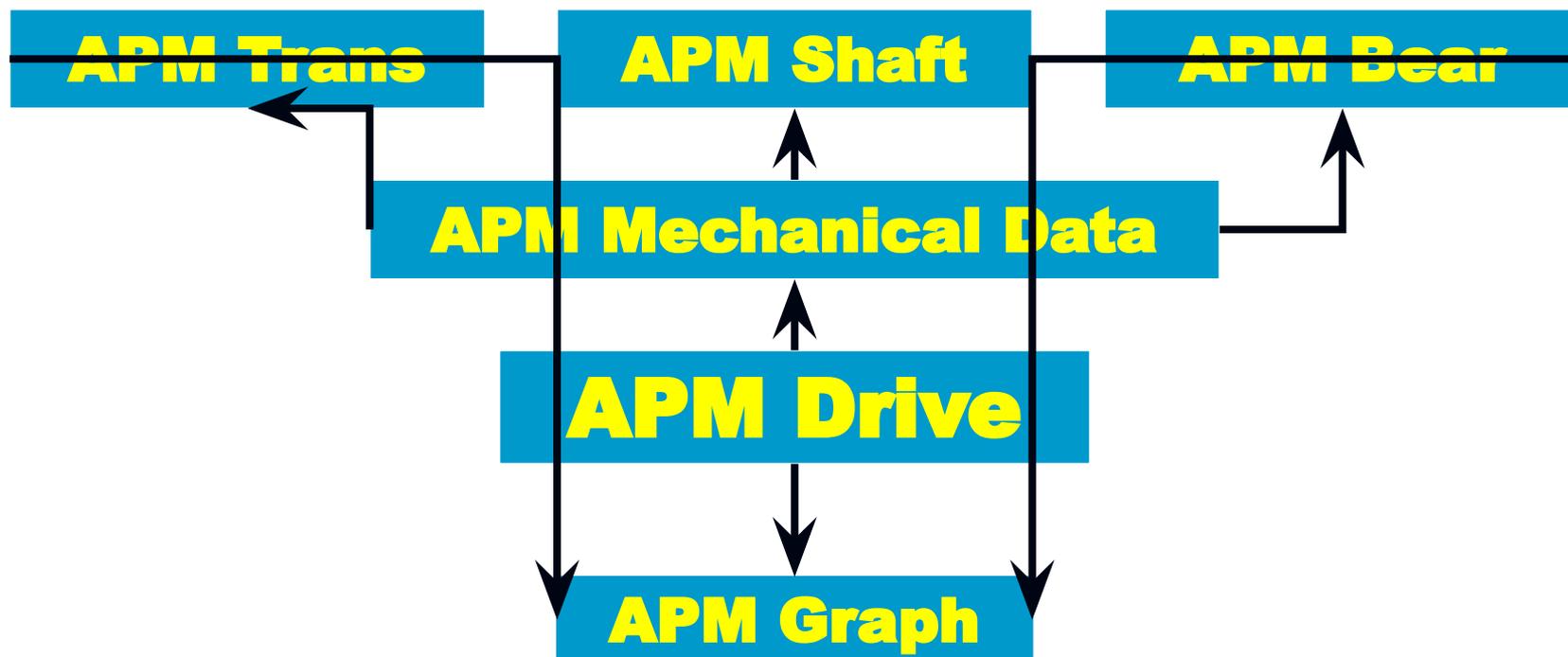
Ok Выход Справка

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):** Contains input fields for:
 - Момент на выходе, Н*м: 1500
 - Частота вращения на выходе, об/мин: 150
 - 64
 - 10000Buttons: Отмена
- Исходные данные (Initial Data):** Contains a table of gear elements:

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

Buttons: Отмена
- Параметры ступени №2 (Gear Stage #2 Parameters):** Contains input fields for:
 - Передаточное отношение передачи: 4
 - Момент вращения на выходном валу, Н*м: 394.736
 - Частота вращения на выходном валу, об/мин: 569.999Buttons: OK, Cancel

APM Drive



Результаты расчета передачи

The screenshot displays the APM Drive software interface with several windows open, showing the results of a gear transmission calculation. The main window shows a schematic of a gear train with a motor (M) and a generator (G).

Графики (Graphics) window: X=1.01; Y=-0.09

Основные геометрические параметры (Main geometric parameters) window:

a_w	72.001	[мм]
m	1.0	[мм]

Силы в зацеплении (Forces in meshing) window:

F_a	287.66	[Н]
F_r	639.025	[Н]
	1.237	[Н]
	97	[мм]
		[мм]

Качество передачи (Quality of transmission) window:

z_{min}	17.097	[-]
α_{tw}	20.259	[град]
ϵ_a	1.716	[-]
ϵ_p	1.561	[-]
ϵ_r	3.278	[-]

Summary Table:

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

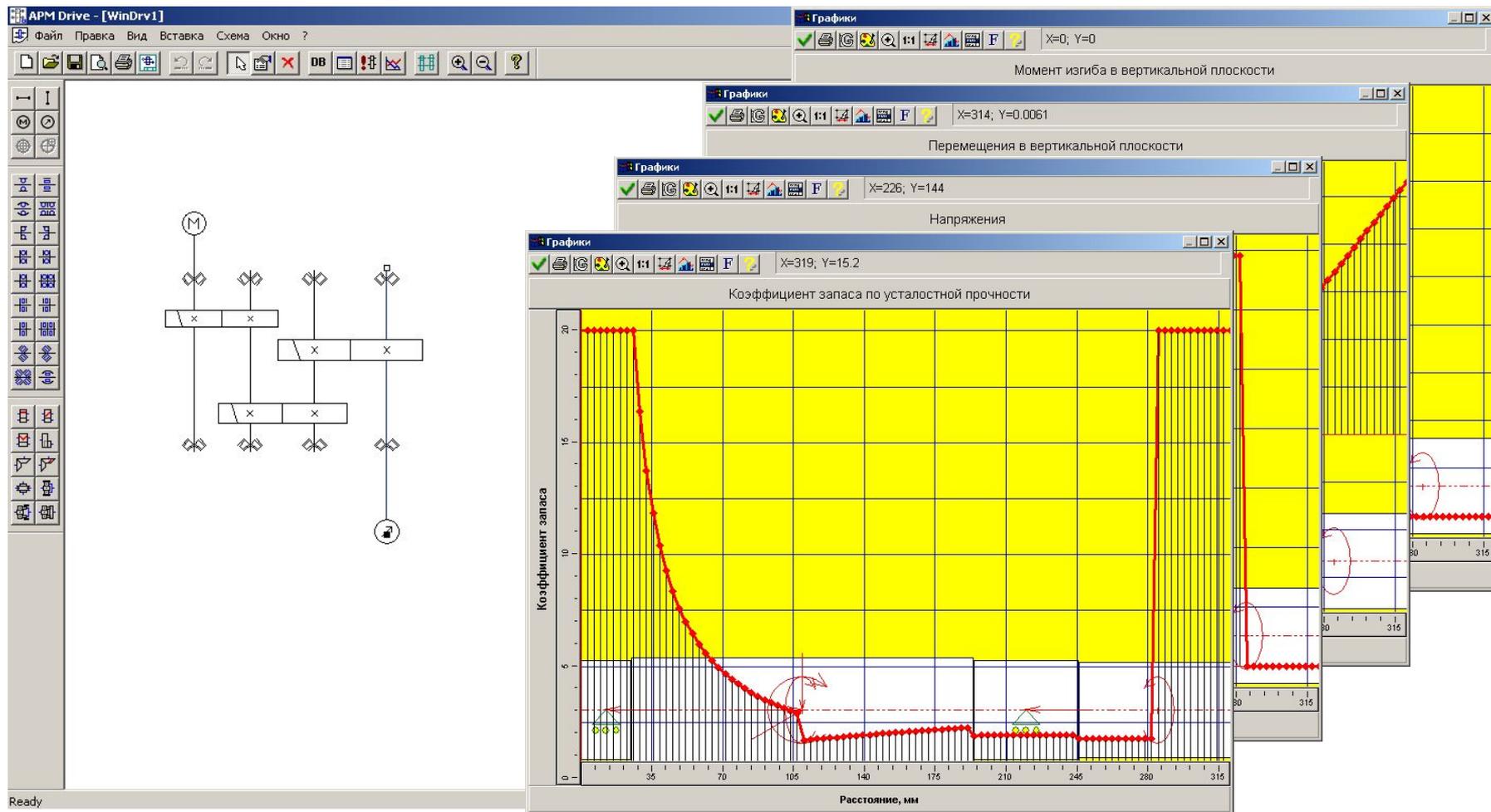
Geometric Diagram: A detailed diagram of a gear meshing zone showing various diameters (d_{w1} , d_{a1} , d_1 , d_{b1} , d_{f1} , d_{w2} , d_{b2} , d_2 , d_{a2}) and the contact angle α_{tw} .

Buttons: Продолжить (Continue), Прервать (Stop)

APM Drive



Результаты расчета вала



APM Drive



Результаты расчета подшипника

Результаты

Резюме	
Средняя долговечность, час	63065.146
.....	1750.000

Силовые, действующие на тела качения (нагруженный подшипник)

Распределение нормальных сил

тел качения	Сила
8	~1000
10	~1500
12	~1000
14	~1500
16	~1000

Радиально-упорный подшипник (нагруженный подшипник)

Биения (нагруженный подшипник)

Распределение биений

Осевые биения, мкм	Боковые биения, мкм	Радиальные биения, мкм
0	0	~50
0	15	~40
0	30	~30
0	40	~20
0	50	~10
0	60	~5
4	0	~50
4	15	~40
4	30	~30
4	40	~20
4	50	~10
4	60	~5
8	0	~50
8	15	~40
8	30	~30
8	40	~20
8	50	~10
8	60	~5
12	0	~50
12	15	~40
12	30	~30
12	40	~20
12	50	~10
12	60	~5

APM Drive



Автоматическое создание чертежей

чертежи деталей

Модель	м	№
Число зубьев	z	20000
Угол наклона зубьев	β	112
Направление линии зуба	-	95.298
Величина хвостика	-	1027105.0

сборочные чертежи

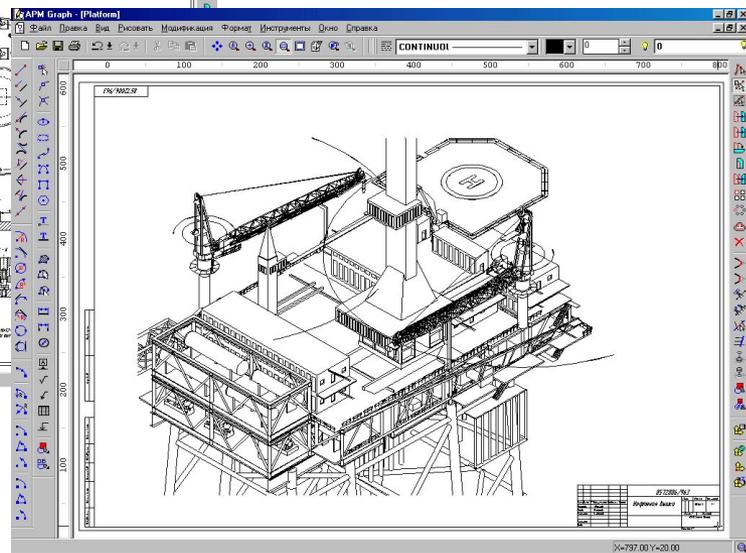
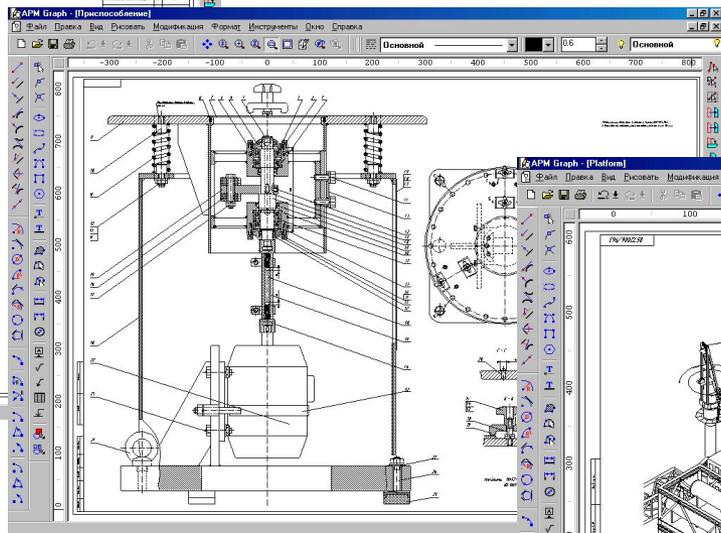
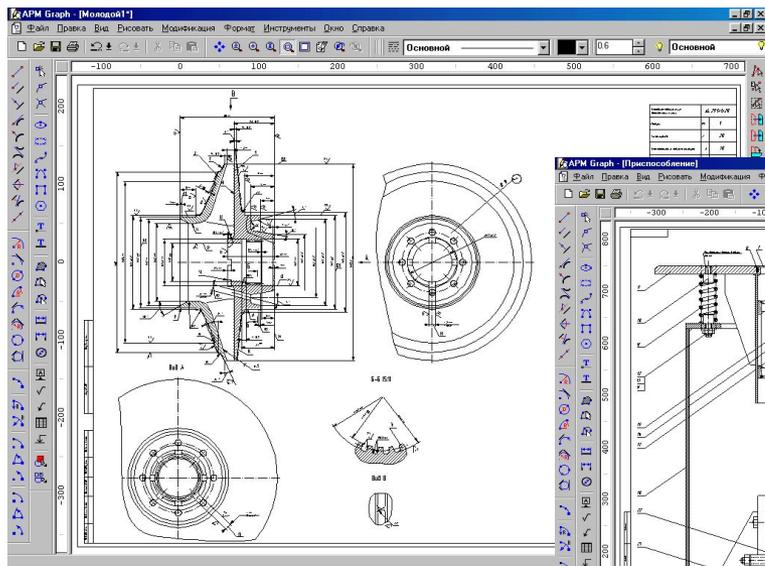
Модель	м	№
Число зубьев	z	18

Б. В одобрено 01.4.8

APM Graph



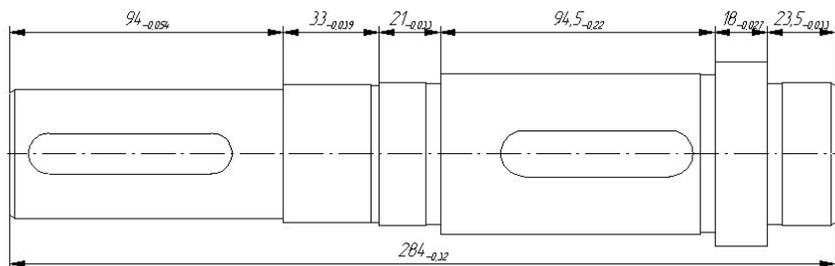
APM Graph – плоский чертежно-графический редактор с инструментом расчета размерных цепей



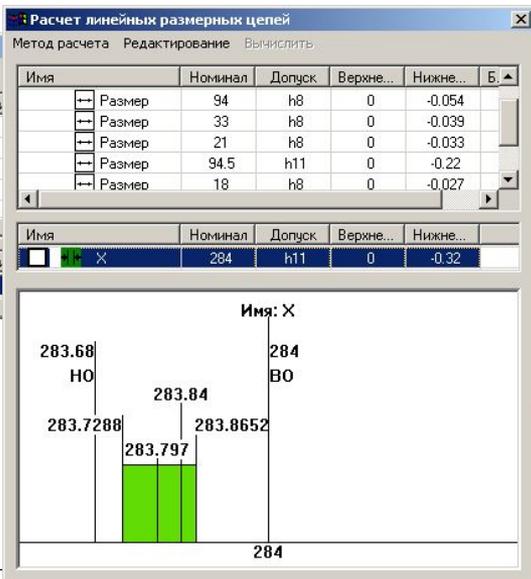
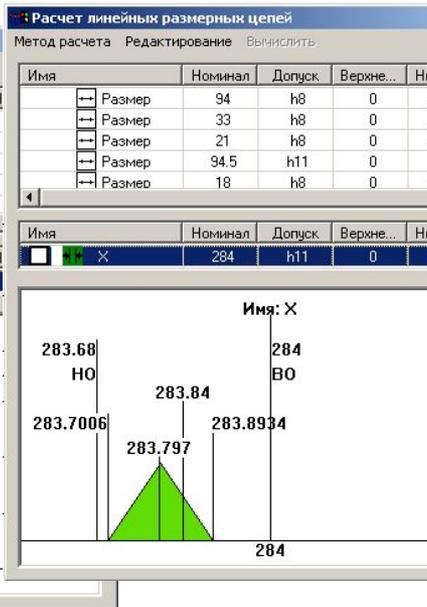
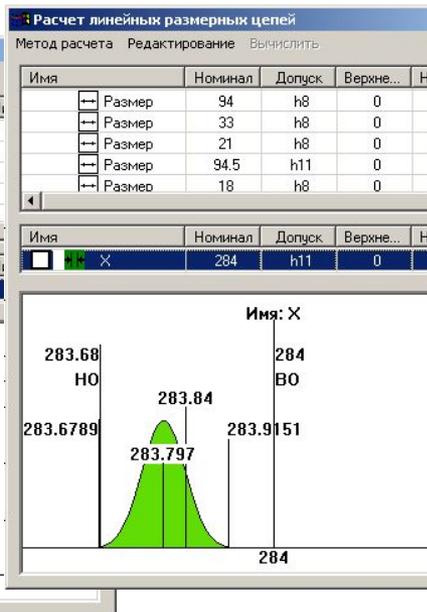
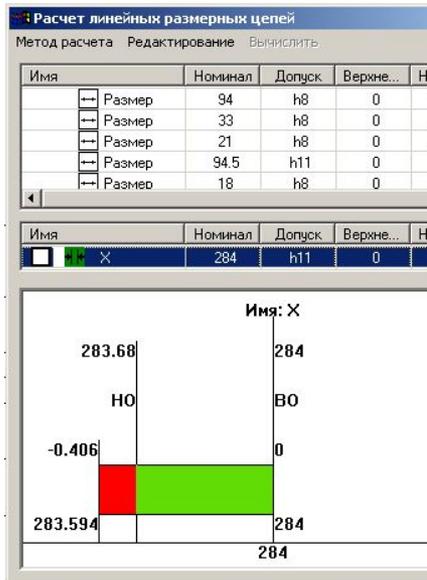
APM Graph



Расчет замкнутых линейных размерных цепей



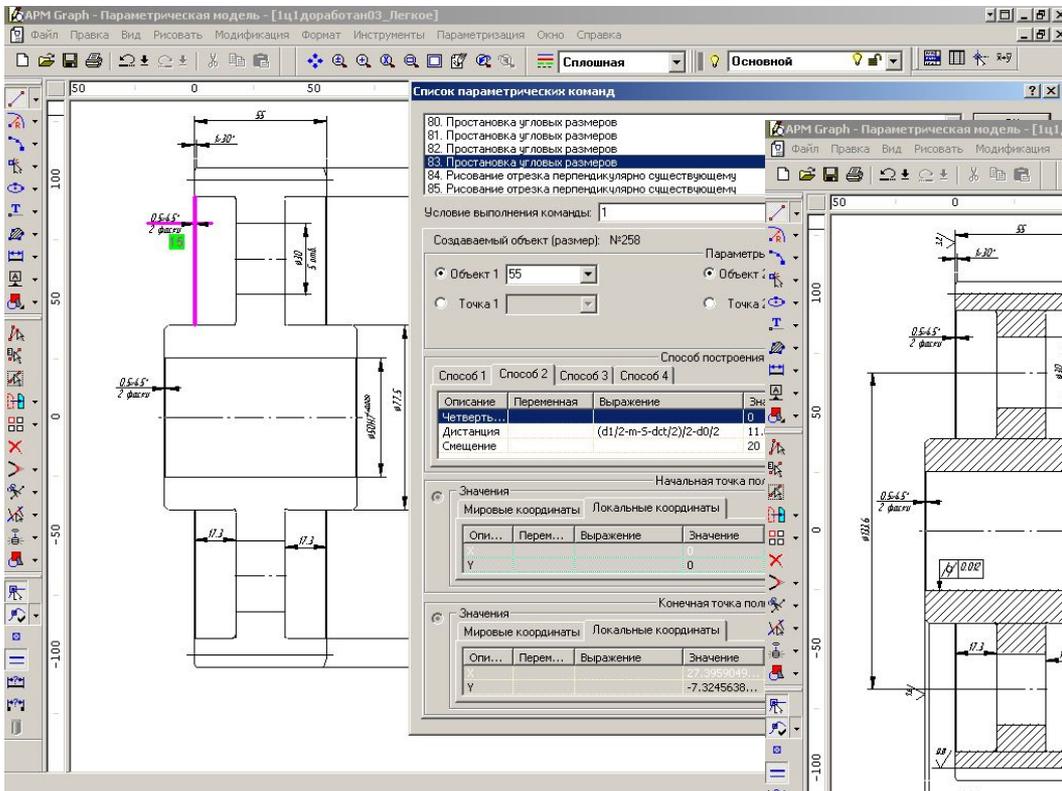
Расчет может быть проведен двумя методами:
методом максимума - минимума
вероятностным методом



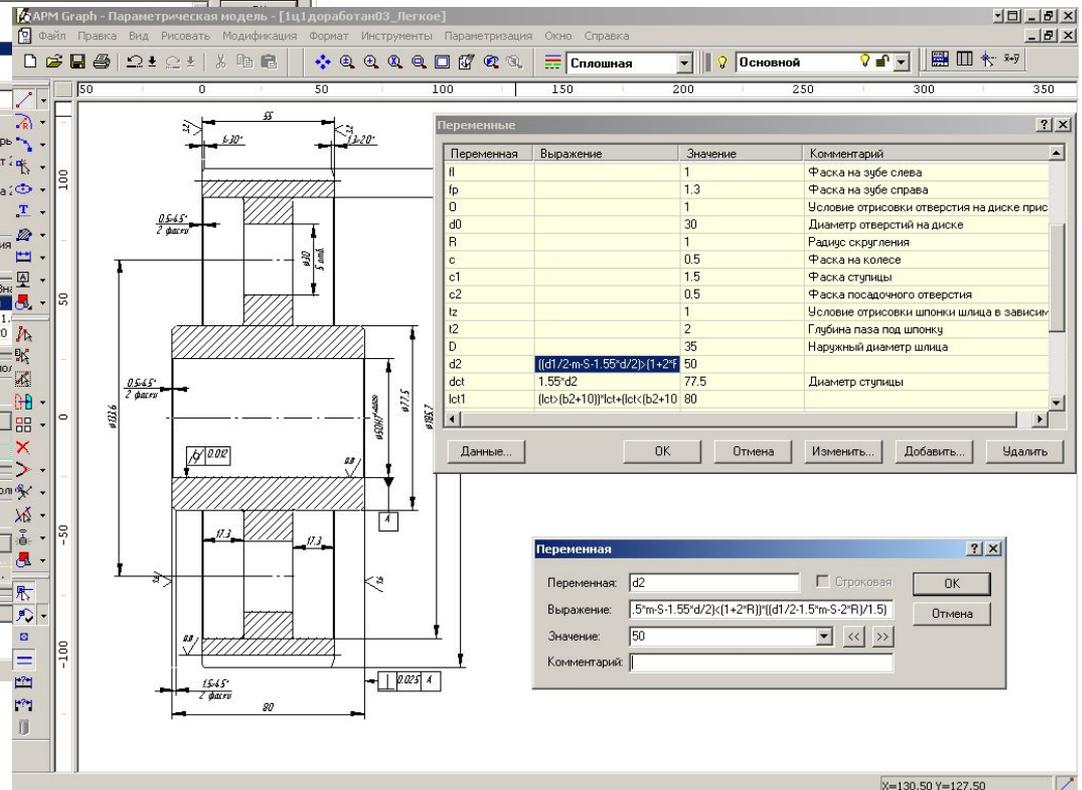
APM Graph



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 is a tree view of the library structure, including categories like 'Шпильки резьбовые', 'Шпильки', 'Шпонки', 'Штифты', 'Шурупы', 'Метрологические данные', 'Механические передачи и их элементы', 'Зубчатые', 'Осевая форма зуба 1', 'Осевая форма зуба 2', 'Осевая форма зуба 3', 'Типы передач', 'Шкивы', 'Муфты', 'Жесткие компенсирующие', 'Жесткие неподвижные', 'Предохранительные', 'Упругие', and 'Втулочно-пальцевая (ГОСТ 21424-93)'. The main window shows a table with columns: 'L...', 'T, Номинальный вращающий момент', 'd, Диаметр вала', 'D, Диаметр муфты', 'D1', 'D2', 'B', and 'h, Толщина ре...'. A context menu is open over the table, listing actions like 'Добавить папку...', 'Добавить группу...', 'Добавить таблицу...', 'Добавить ApmGraph параметрическую модель...', 'Добавить ApmGraph файл...', 'Переименовать', 'Свойства', 'Классификаторы...', 'Задать картинку', 'Открыть базу', and 'Закрыть базу'. A technical drawing of a cross-section of a shaft-hub assembly is visible in the bottom right corner of the software window.

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

**Существует
ВОЗМОЖНОСТЬ
ВНОСИТЬ СВОИ ИЗМЕНЕНИЯ**

APM Material Data



APM Material Data – библиотека материалов

Содержит справочную информацию по материалам

Применяется для проведения различных расчетов

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

30ХГСФЛ	Обозначение
7800	Плотность
210000	Модуль Юнга
0.3	Кoeffициент Пуассона
589	Предел прочности
589	Предел прочности по растяжению
392	Предел текучести
392	Предел текучести сдвига
289	Усталостная прочность по нормальным направлениям
147	Усталостная прочность по касательным направлениям
Категория прочнос	Примечание



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

Web: www.apm.ru