



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

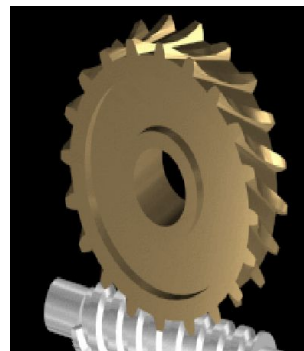
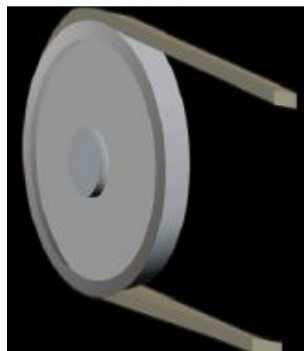
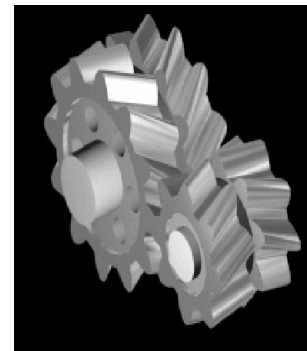
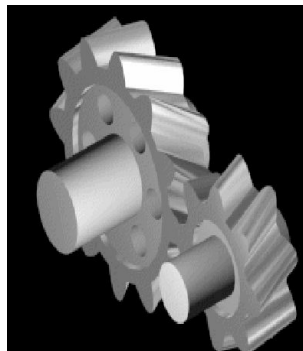
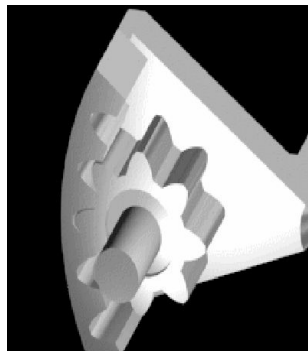
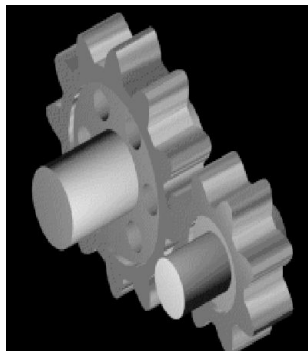
APM Mechanical Data – библиотека стандартных деталей и узлов, справочных данных по машиностроению

APM Material Data – библиотека материалов

APM Trans



APM Trans – модуль проектирования
механических передач вращения

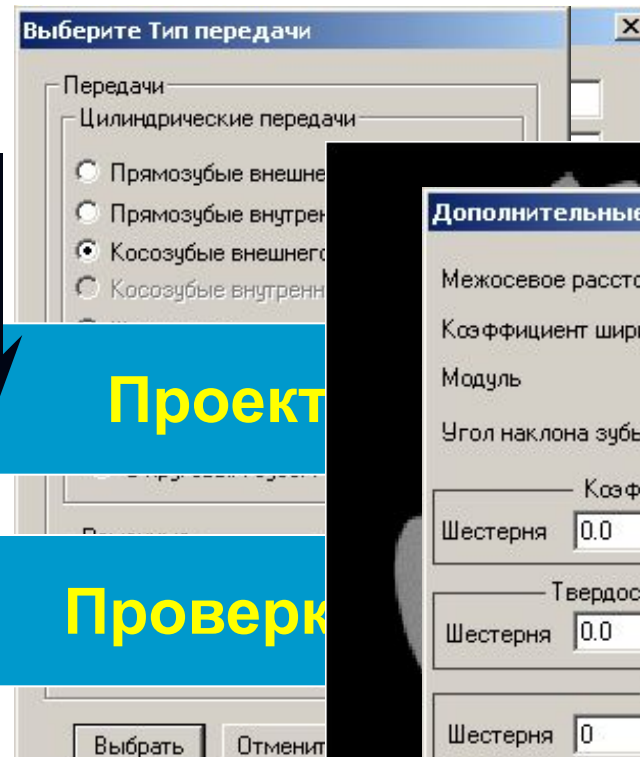


APM Trans



Расчет зубчатой передачи

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

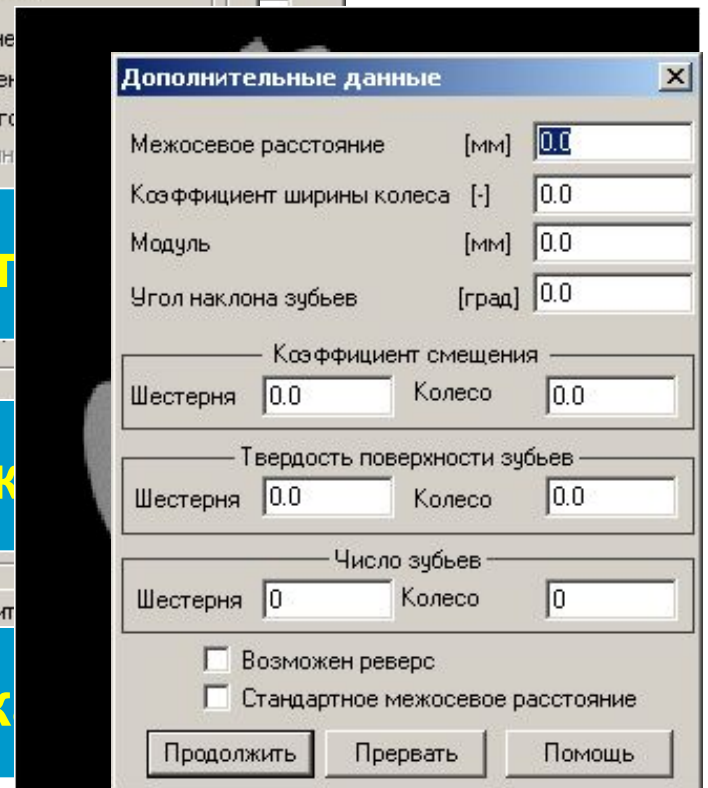


Проект

Проверка

Проверка

Проводим расчет и получаем следующие результаты



APM Trans



Результаты расчета зубчатой передачи

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

Геометрия колес

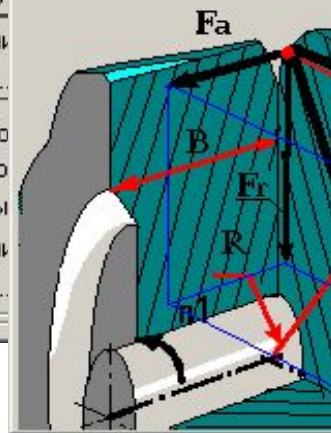
Параметры материалов

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

Силы в зацеплении

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

Параметры материала

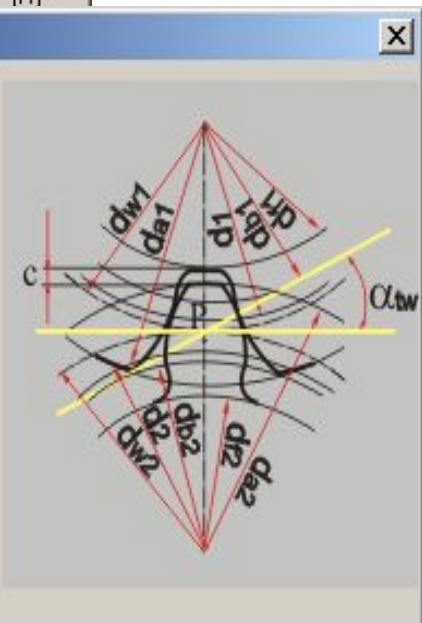


Качество передачи

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



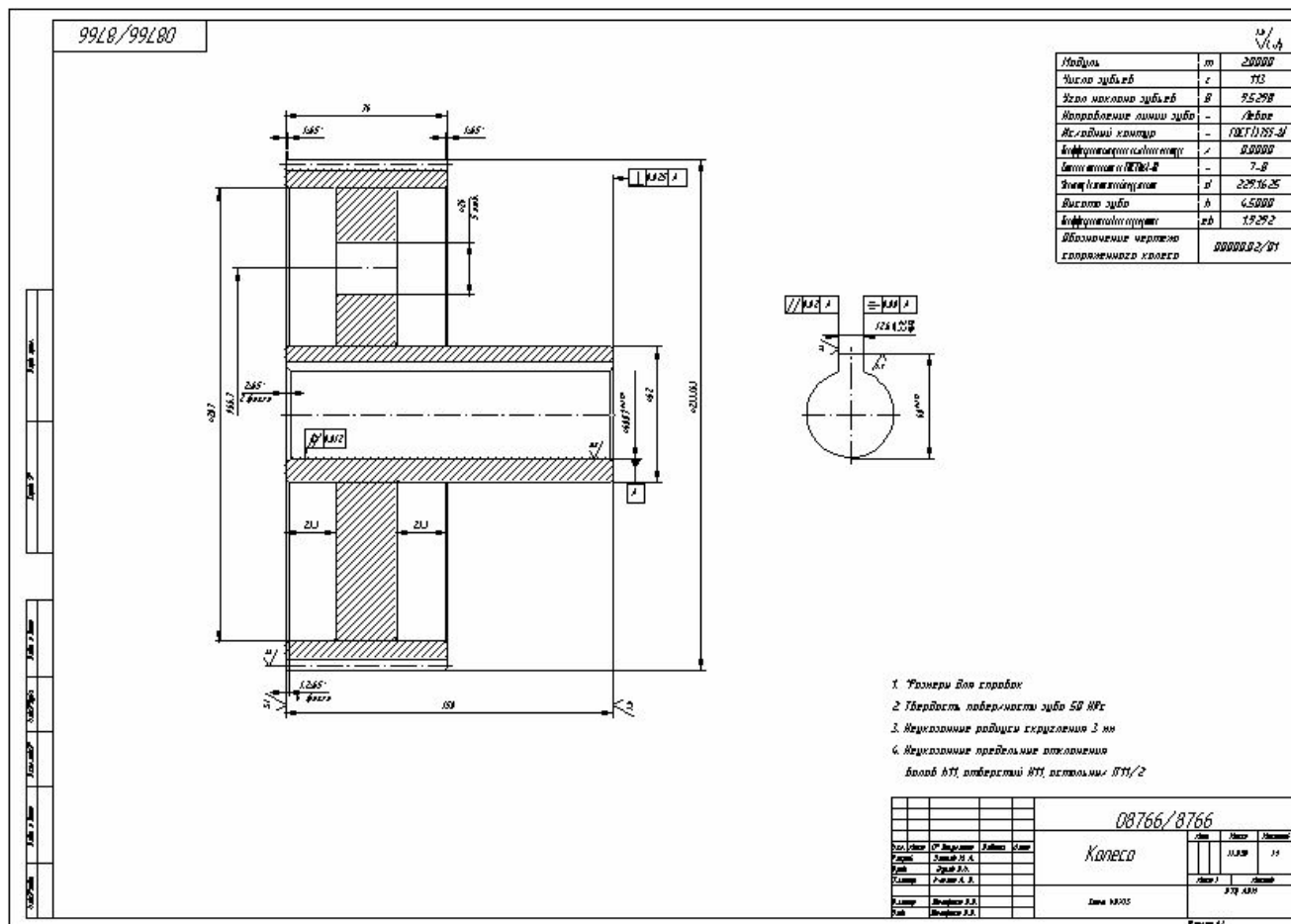
Силовые факторы
в зацеплении

Оценка качества передачи

APM Trans



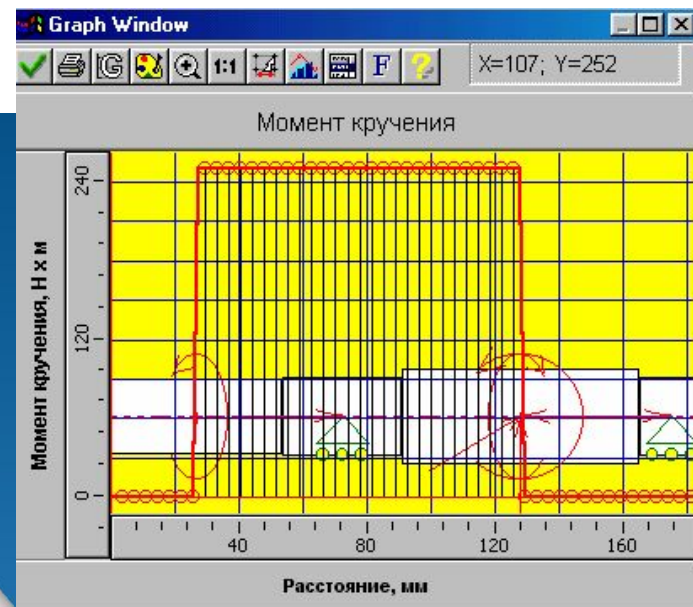
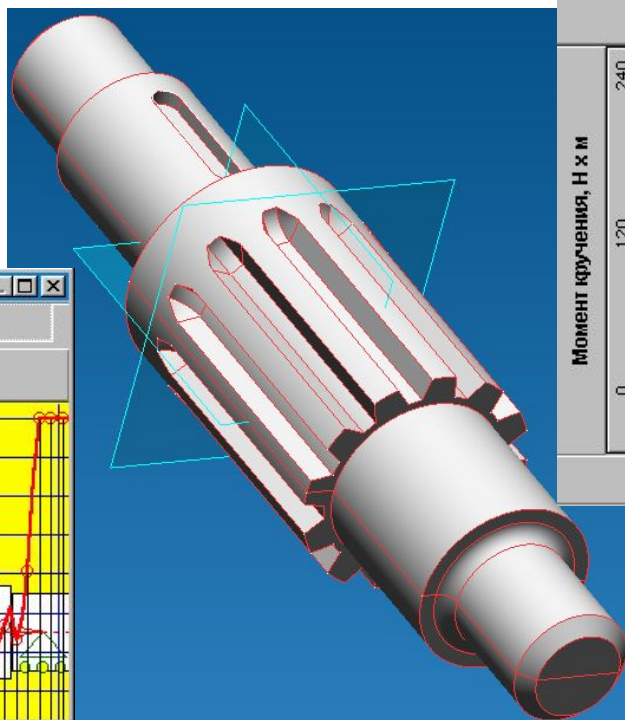
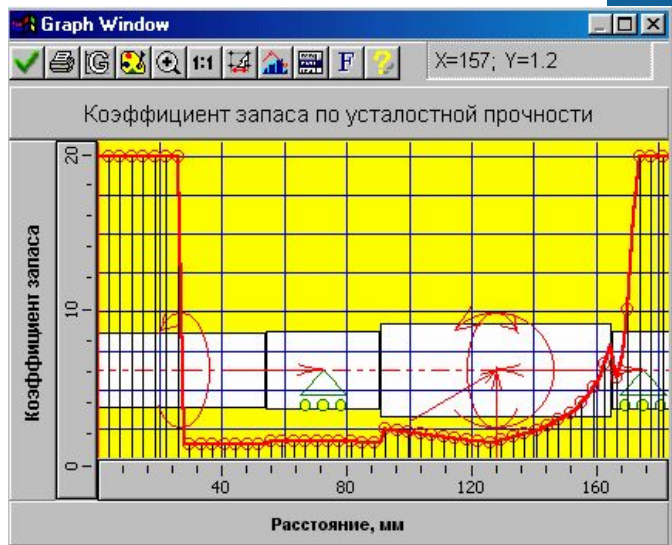
Работа модуля завершается получением чертежа колеса (шестерни) в автоматическом режиме



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] 5000

Частота вращения вала, [об/мин] 50

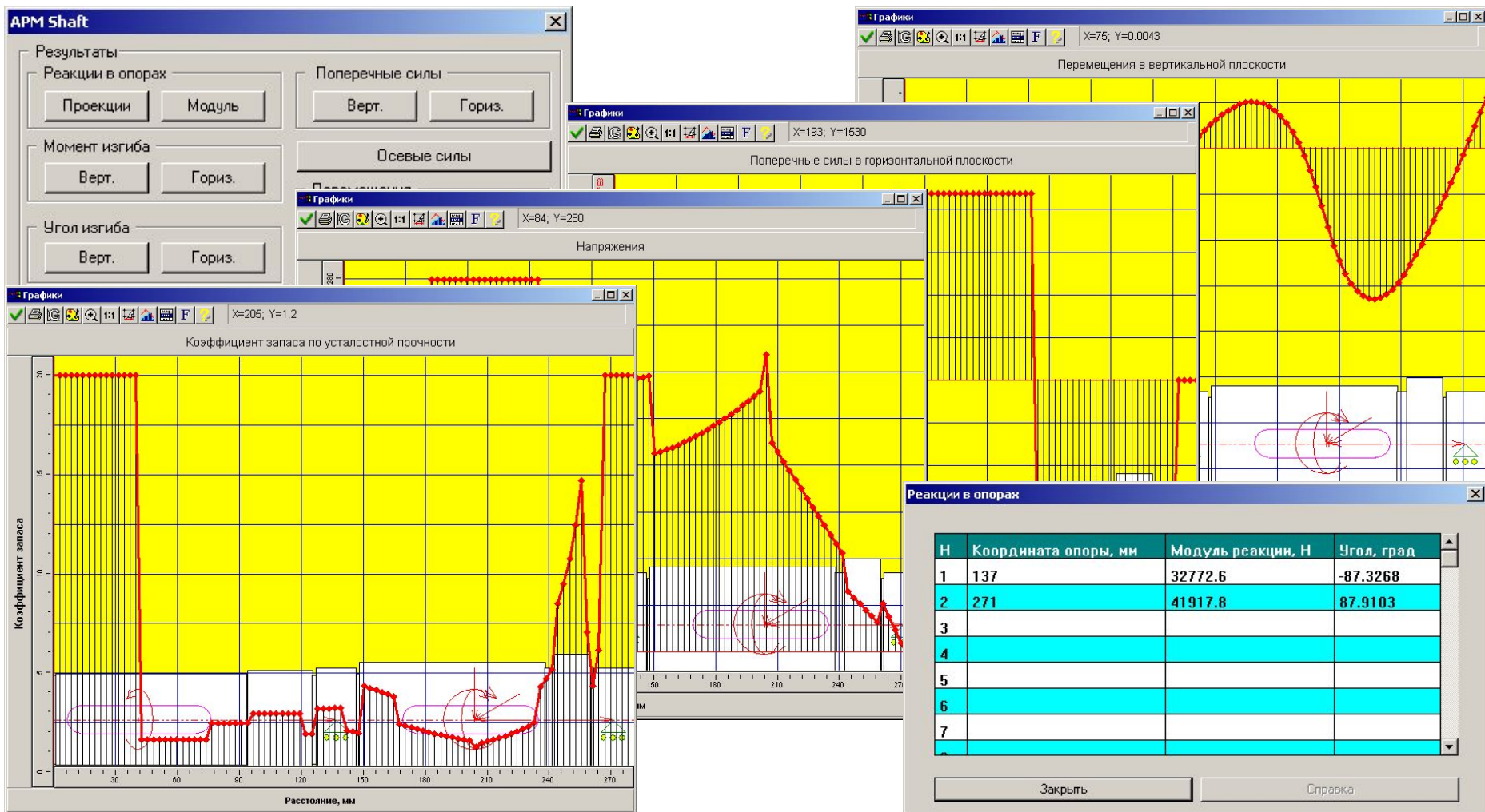
Ok Отмена Справка

Проводим расчет и получаем следующие результаты

APM Shaft



Результаты общего расчета вала



APM Shaft



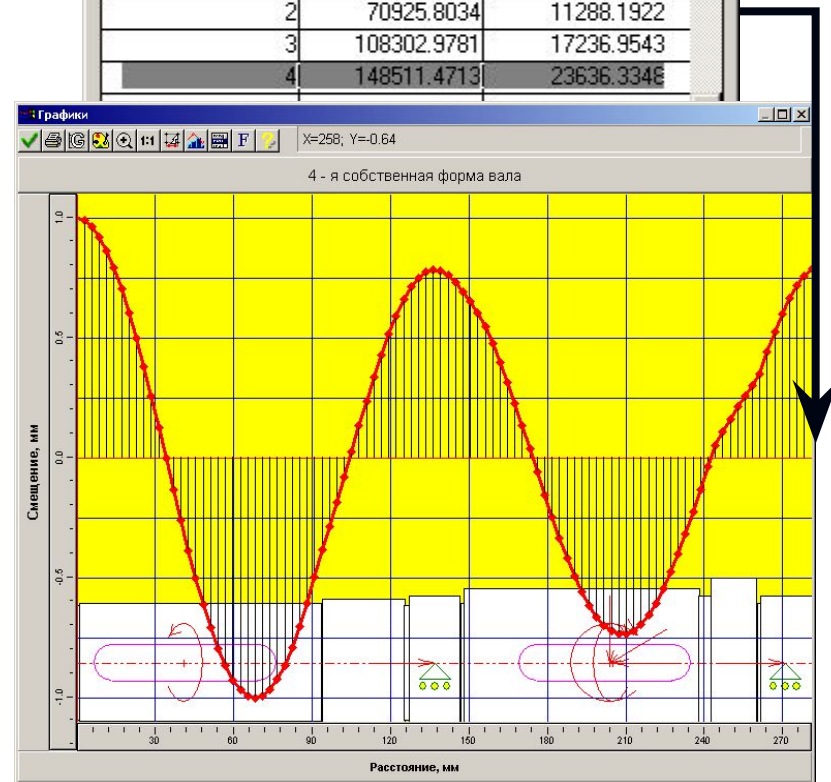
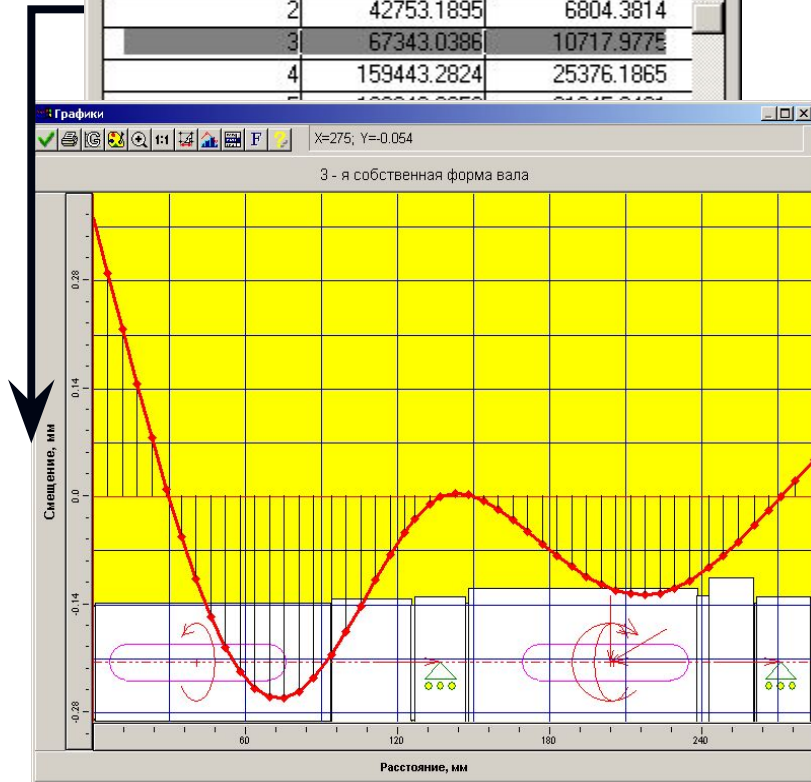
Результаты динамического расчета вала

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

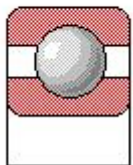


APM Bear

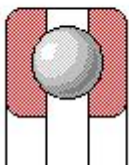


APM Bear – модуль проектирования подшипниковых узлов качения с учетом класса точности их изготовления

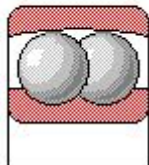
Радиальный шариковый подшипник



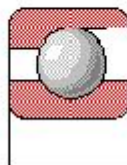
Упорный шариковый подшипник



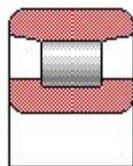
Сферический шариковый подшипник



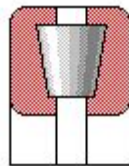
Радиально-упорный шариковый подшипник



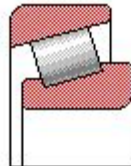
Радиальный роликовый подшипник



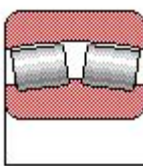
Упорный роликовый подшипник



Радиально-упорный роликовый подшипник



Сферический роликовый подшипник



Биения (нагруженный подшипник)

Распределение биений

Радиальные биения, мкм

Боковые биения, мкм

Осевые биения, мкм

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 работы подшипника

Можно обратиться к базе данных

Нагрузка может быть переменной

Выборите тип подшипника

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

Точность изготовления

Введите данные по точности:

Биения внешнего кольца, мм: 0

Биения внутреннего кольца, мм: 0

Проводим

Внутреннее кольцо

Внешнее кольцо

Выбор Отклонения Диаметра:

Класс диаметра	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

Выборите данные

Стандарт: ГОСТ

Подтип: 1/15

Средняя серия диаметров 3

Легкая широкая диаметров 5

Легкая диаметров 2

Особолегкая диаметров 1

Внутренний диаметр: 30.0000

Внешний диаметр: 52.0000

Класс Точности: Класс точности 0

3/16

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

База данных

APM Bear



Результаты расчета

(нагруженный подшипник)

Момент трения (Н x м)

0.178 0.252 0.229 0.21

Результаты

Резюме

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

Подшипник

Нагруж.

Ненагруж.

Параметры сил трения (нагруженный подшипник)

Параметры сил трения (нагруженный подшипник)

Момент трения

Амплитуда и интервалы 0.13381 0.208227 0.282643 Н x м

Биения (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

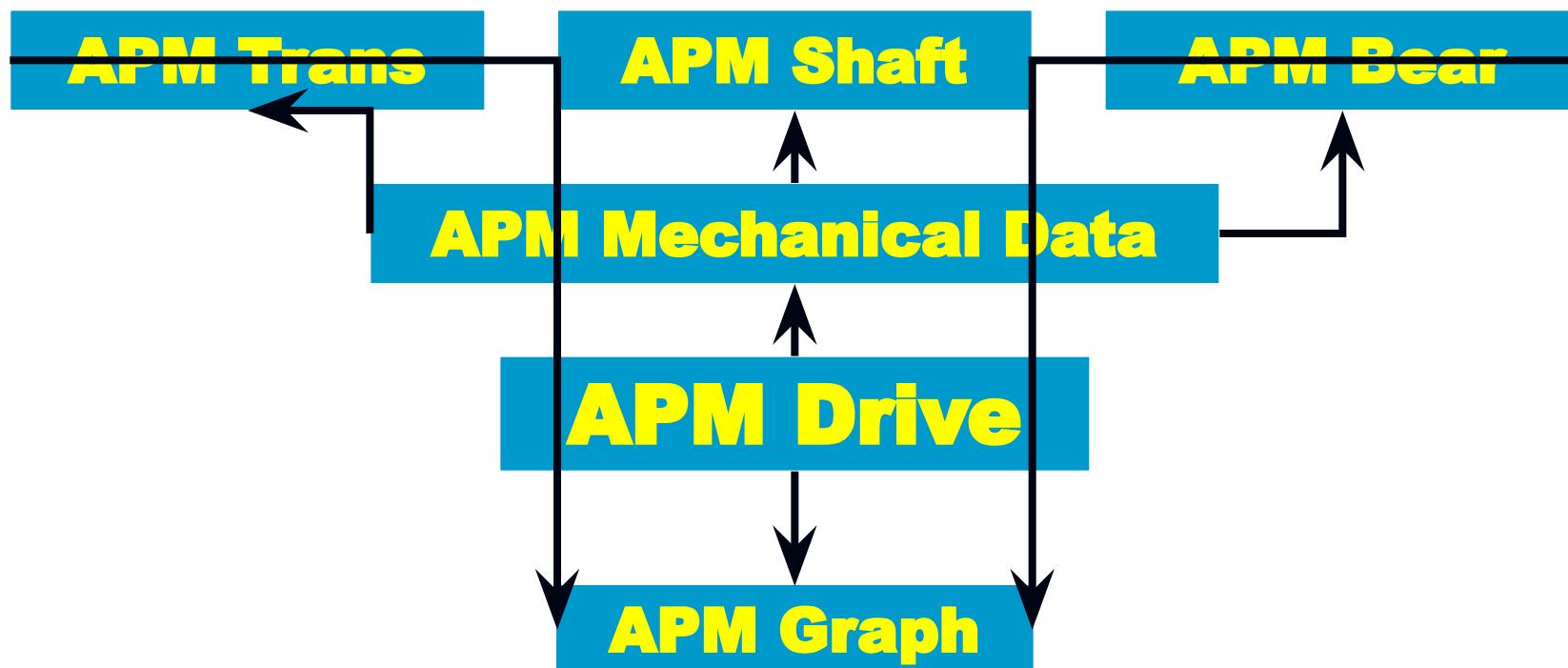
Справка

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 shows the APM Drive software interface with a kinematic scheme and three dialog boxes for data entry.

Кинематическая схема: A schematic diagram of a gearbox with an input shaft (M) and an output shaft (n). The scheme shows a series of gears and shafts connected in a specific configuration.

Начальные данные (Initial Data):

- Момент на выходе, Н*м: 1500
- Частота вращения на выходе, об/мин: 150
- 64
- 10000

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):

- Передаточное отношение передачи: 4
- Момент вращения на выходном валу, Н*м: 394.736
- Частота вращения на выходном валу, об/мин: 569.999

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 gear (Z).

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

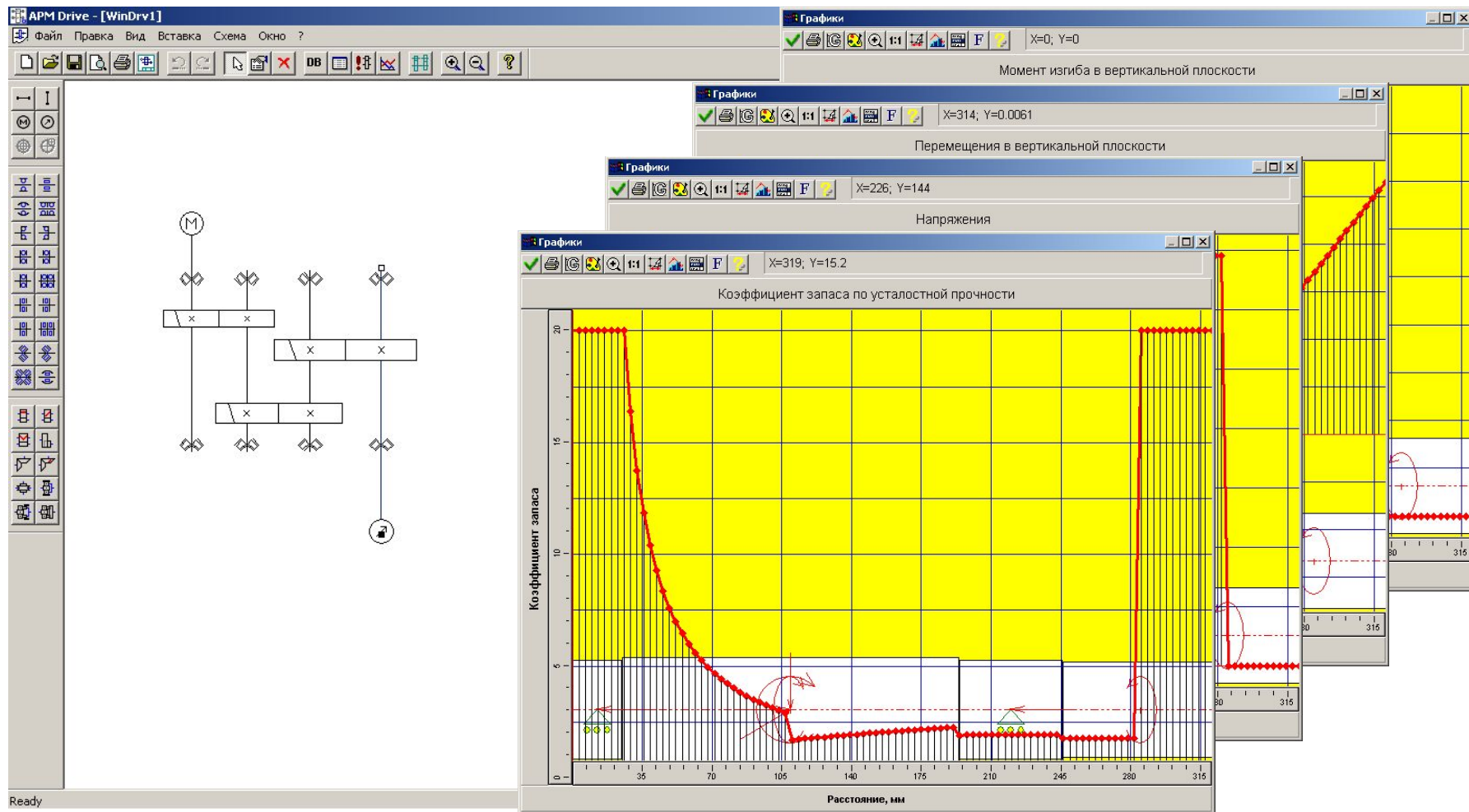
Geometric Diagram: A detailed diagram of the gear meshing geometry showing various diameters (d_{w1} , d_{a1} , d_1 , d_{b1} , d_{f1} , d_{w2} , d_{b2} , d_2 , d_{a2}), pressure angle (α_{tw}), and other parameters.

Buttons:

APM Drive



Результаты расчета вала



APM Drive



Результаты расчета подшипника

Результаты

Резюме	
Средняя долговечность, час	63065.146
Средняя скорость, м/с	1750.000

Силовые, действующие на тела качения (нагруженный подшипник)

Распределение нормальных сил

тел качения	Сила, мН
8	1000
10	1500
12	1000
14	1500
16	1000

Радиально-упорный подшипник (нагруженный подшипник)

Биения (нагруженный подшипник)

Распределение биений

Радиальные биения, мкм	Боковые биения, мкм	Осевые биения, мкм
0	60	0
4	50	4
8	40	8
12	30	12
16	20	16
20	10	20
24	0	24

APM Drive



Автоматическое создание чертежей

чертежи деталей

Модель	м	№
Число зубьев	z	29/200
Угол наклона зубьев	β	15°
Направление линии зуба	-	Влево
Валовый диаметр	-	102.7/105.0

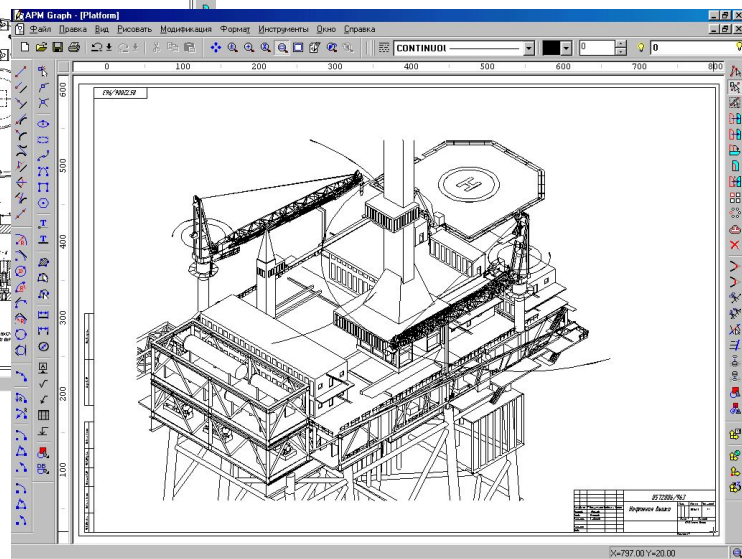
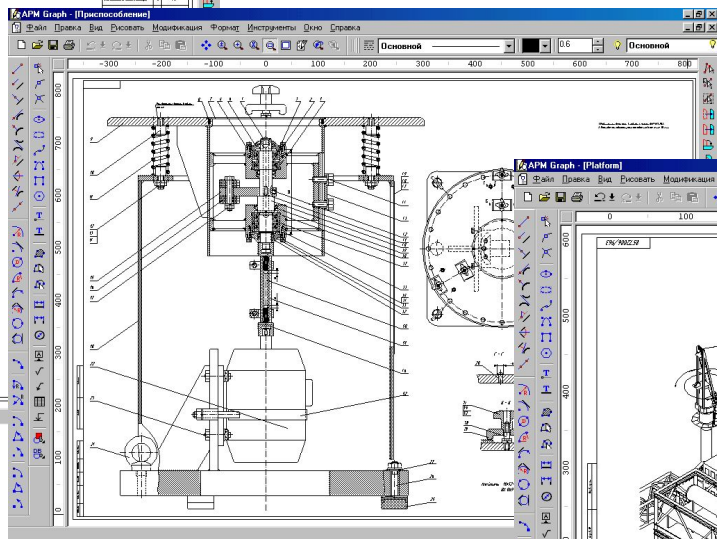
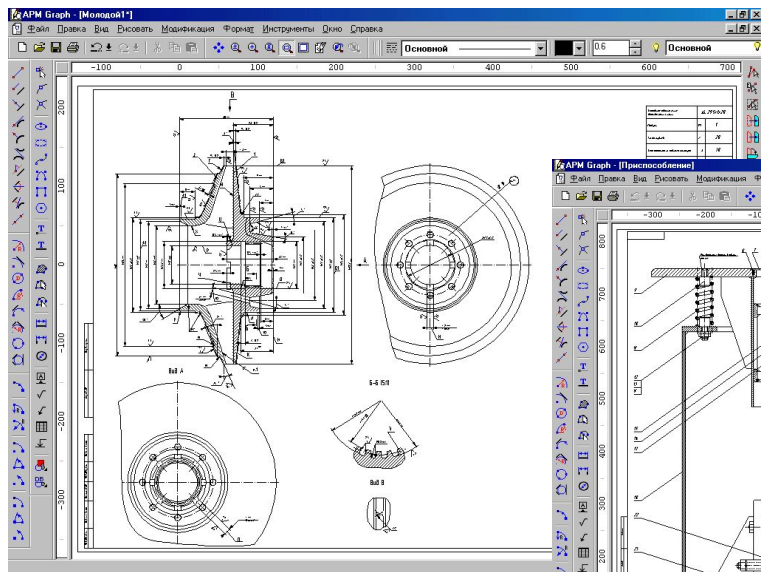
сборочные чертежи

Модель	м	№
Число зубьев	z	18

APM Graph



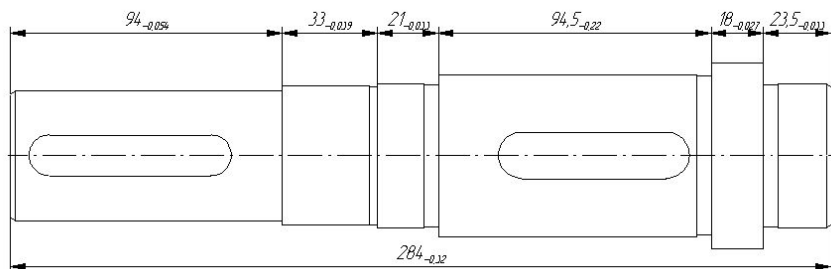
APM Graph – плоский чертежно-графический редактор с инструментом расчета размерных цепей



APM Graph



Расчет замкнутых линейных размерных цепей



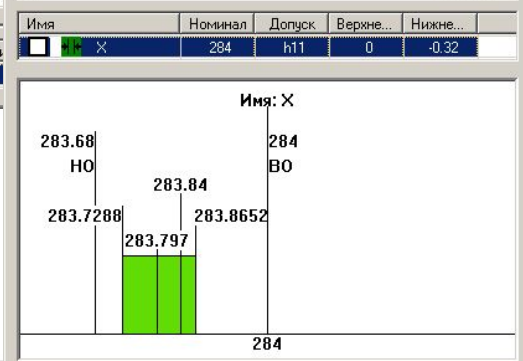
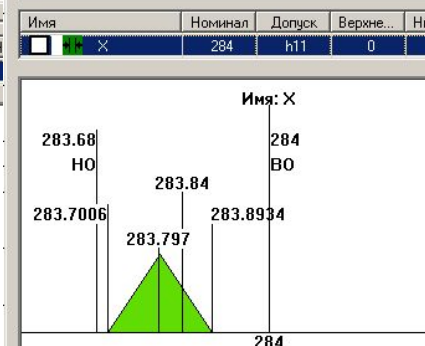
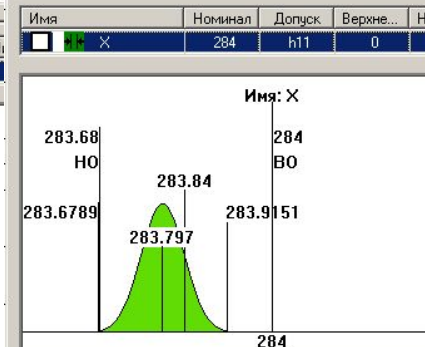
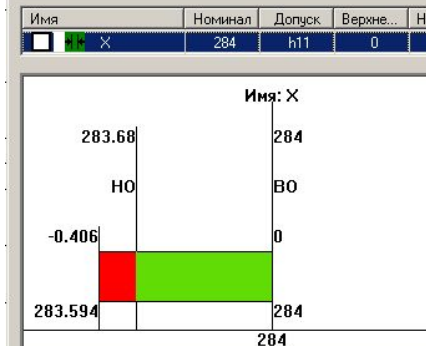
Расчет может быть проведен двумя методами:
методом максимума - минимума
вероятностным методом

Имя	Номинал	Допуск	Верхне...	Н...
Размер	94	h8	0	
Размер	33	h8	0	
Размер	21	h8	0	
Размер	94.5	h11	0	
Размер	18	h8	0	

Имя	Номинал	Допуск	Верхне...	Н...
Размер	94	h8	0	
Размер	33	h8	0	
Размер	21	h8	0	
Размер	94.5	h11	0	
Размер	18	h8	0	

Имя	Номинал	Допуск	Верхне...	Н...
Размер	94	h8	0	
Размер	33	h8	0	
Размер	21	h8	0	
Размер	94.5	h11	0	
Размер	18	h8	0	

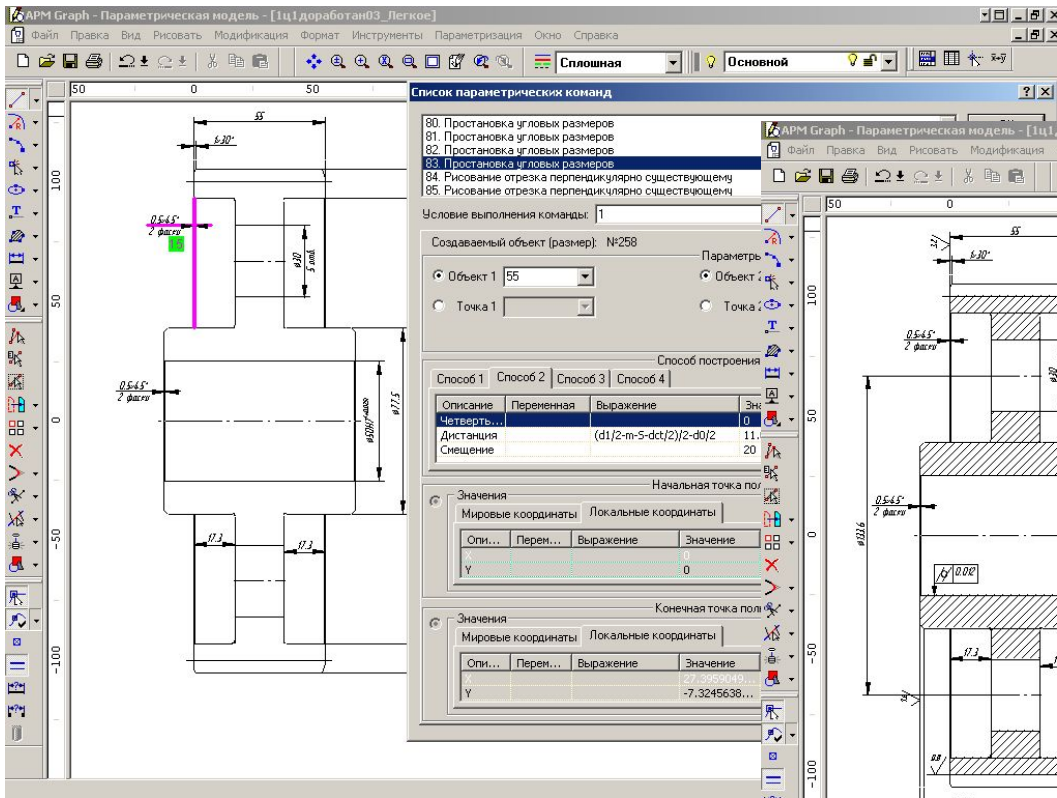
Имя	Номинал	Допуск	Верхне...	Нижне...	Б...
Размер	94	h8	0	-0.054	
Размер	33	h8	0	-0.039	
Размер	21	h8	0	-0.033	
Размер	94.5	h11	0	-0.22	
Размер	18	h8	0	-0.027	



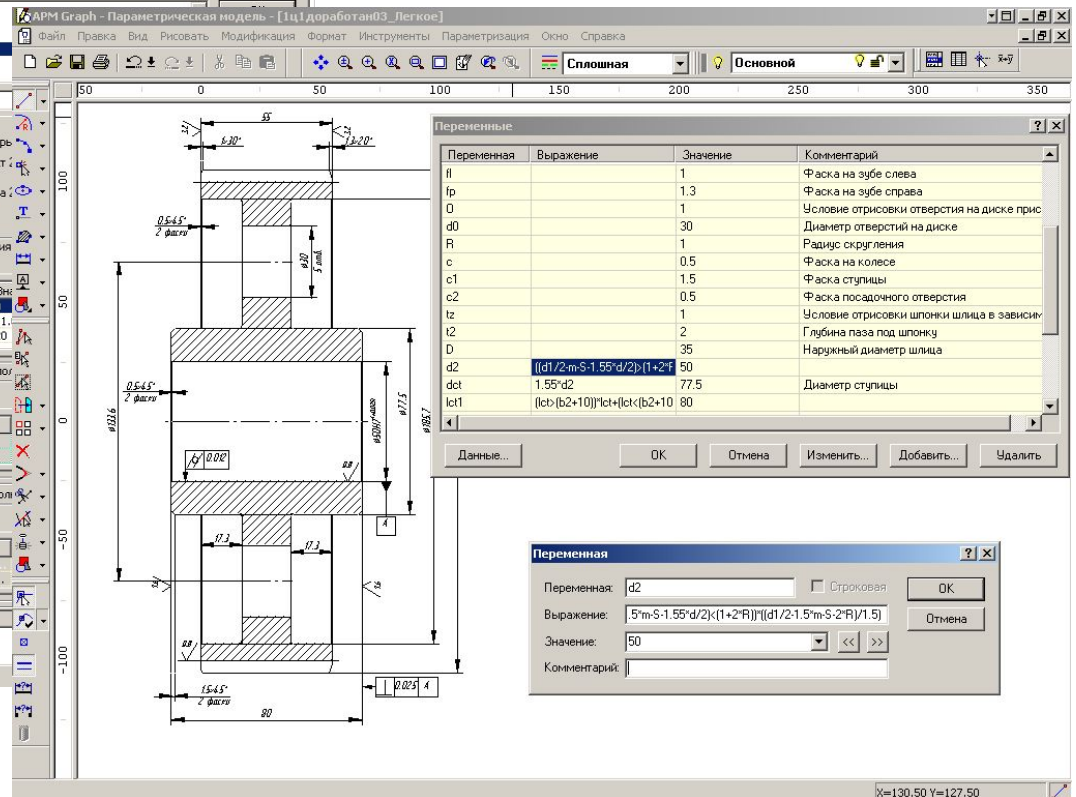
APM Graph



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 'Гайки' (Nuts), 'Шайбы' (Washers), 'Шлицы' (Splines), 'Шпильки резьбовые' (Threaded pins), 'Шпильки' (Pins), 'Шпонки' (Keys), 'Штифты' (Pins), 'Шурупы' (Screws), 'Метрологические данные' (Metrological data), 'Механические передачи и их элементы' (Mechanical transmissions and their elements), 'Зубчатые' (Gears), 'Осевая форма зуба 1' (Axial gear form 1), 'Осевая форма зуба 2' (Axial gear form 2), 'Осевая форма зуба 3' (Axial gear form 3), 'Типы передач' (Transmission types), 'Шкивы' (Pulleys), 'Муфты' (Couplings), 'Жесткие компенсирующие' (Rigid compensating), 'Жесткие неподвижные' (Rigid fixed), 'Предохранительные' (Protective), 'Упругие' (Elastic), and 'Втулочно-пальцевая (ГОСТ 21424-93)' (Sleeve and pin type (GOST 21424-93)).

In the center, a table lists parameters for various parts:

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

On the right, a technical drawing shows a cross-section of a shaft-hub assembly with a key. A context menu is open over the drawing, listing actions such as 'Добавить папку...' (Add folder...), 'Добавить группу...' (Add group...), 'Добавить таблицу...' (Add table...), 'Добавить ApmGraph параметрическую модель...' (Add ApmGraph parametric model...), 'Добавить ApmGraph файл...' (Add ApmGraph file...), 'Переименовать' (Rename), 'Свойства' (Properties), 'Классификаторы...' (Classifiers...), 'Задать картинку' (Set picture), 'Открыть базу' (Open database), and 'Закрыть базу' (Close database).

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: 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

Web: www.apm.ru