



Московский государственный
университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского (ПКУ)

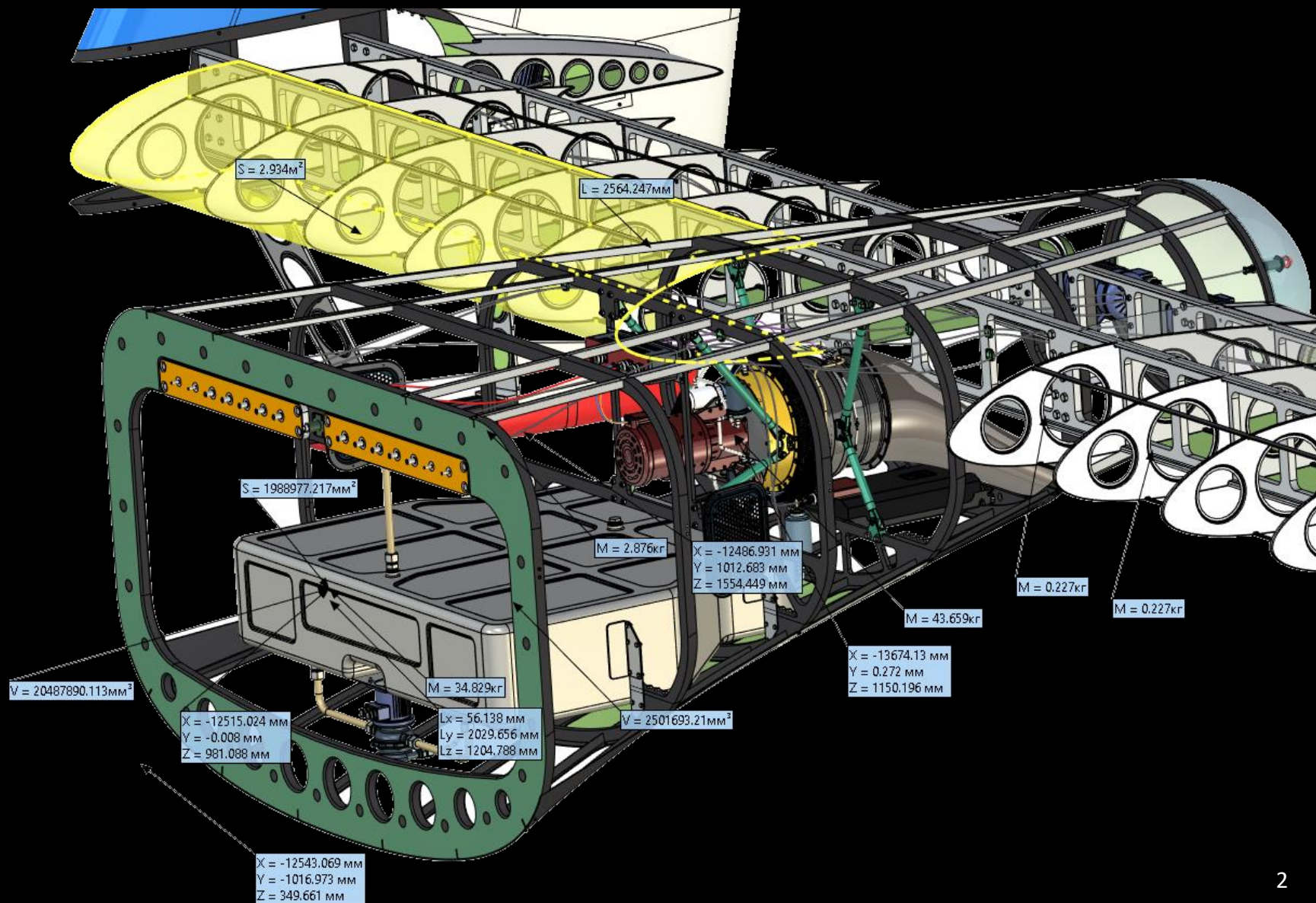
«Детали машин и цифровая среда проектирования»

Автоматизированные системы инженерных расчетов

Завалишин Игорь Владимирович

кандидат технических наук, доцент

Системы автоматизированного проектирования (САПР)



Виды обеспечения автоматизации проектирования

1

- Математическое

2

- Лингвистическое

3

- Информационное

4

- Программное

5

- Техническое

6

- Методическое

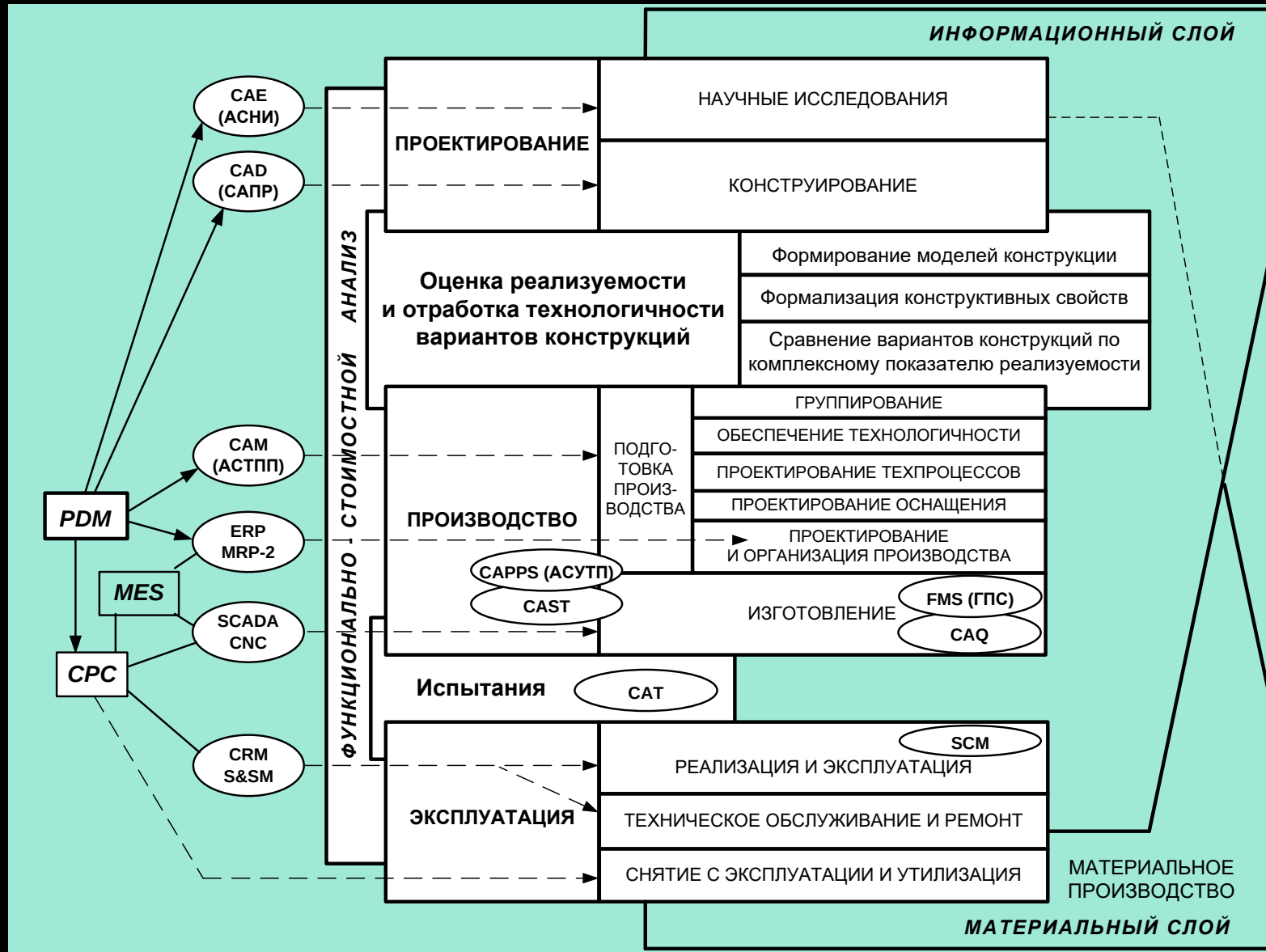
7

- Организационное

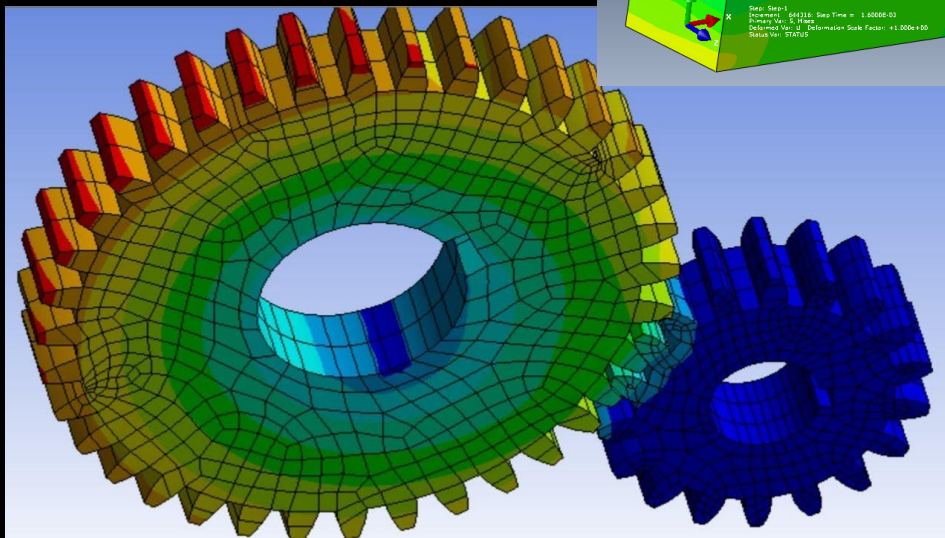
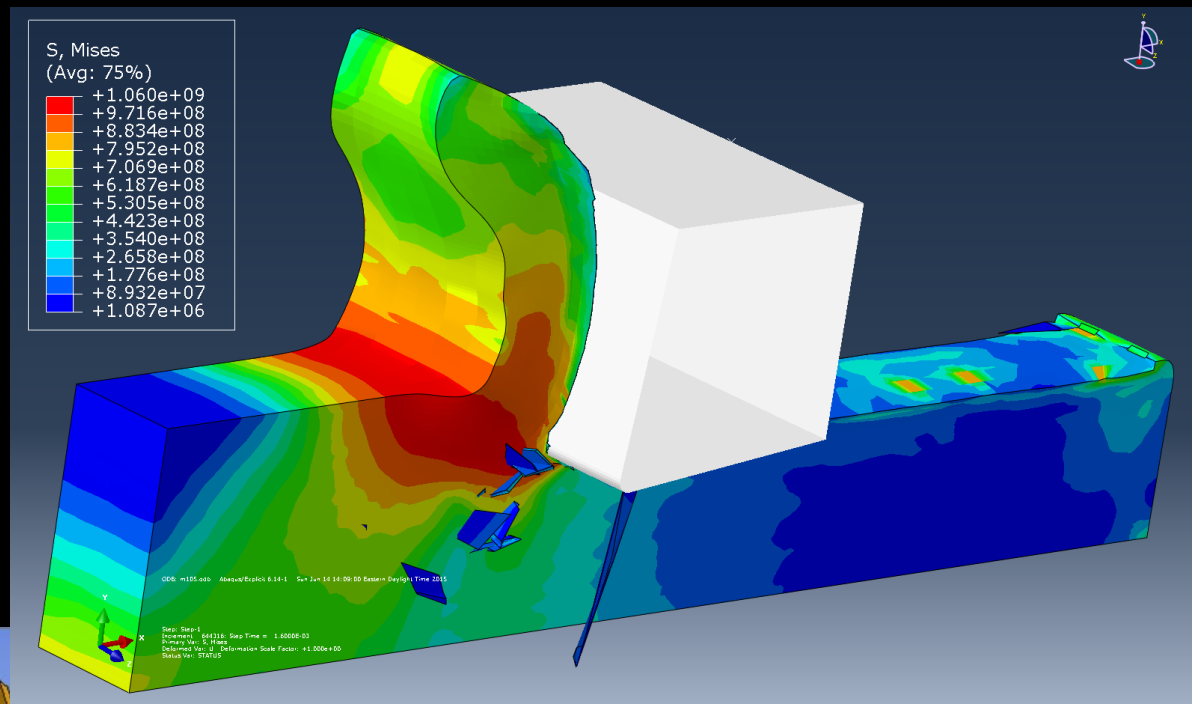
8

- Правовое

Автоматизированные системы сопровождения стадий жизненного цикла изделий



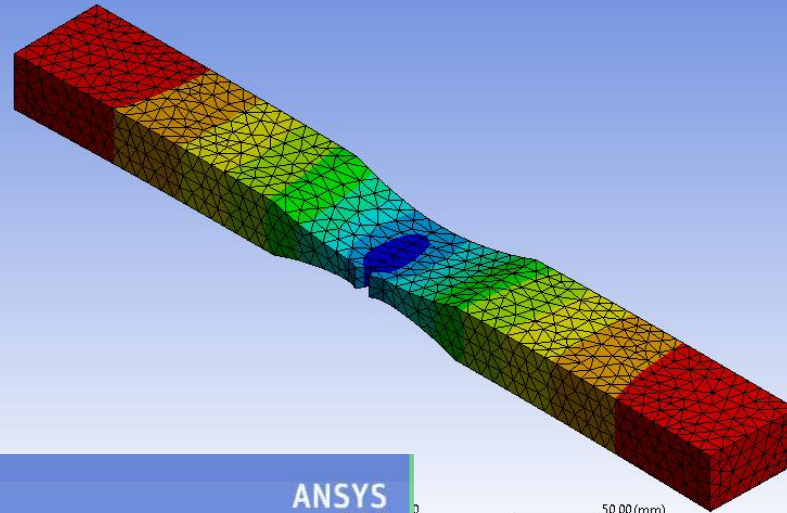
Метод конечных элементов (МКЭ)



Ansys

A: Modal
Total Deformation 3
Type: Total Deformation
Frequency: 19825 Hz
Unit: mm
07.02.2018 11:30

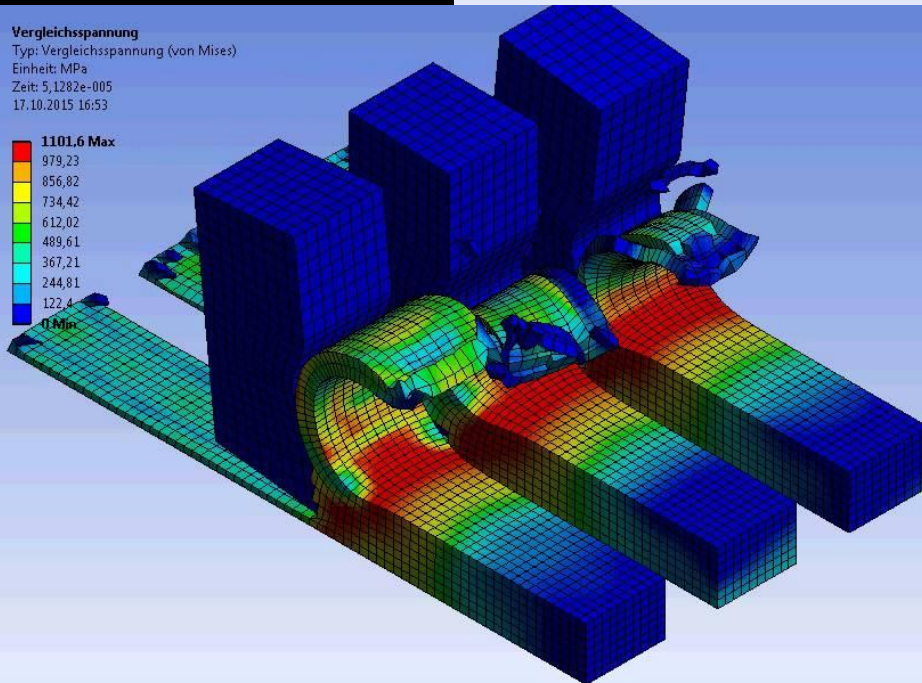
183,14 Max
163,1
143,05
123,01
102,96
82,92
62,876
42,832
22,788
2,7437 Min



ANSYS
R17.2

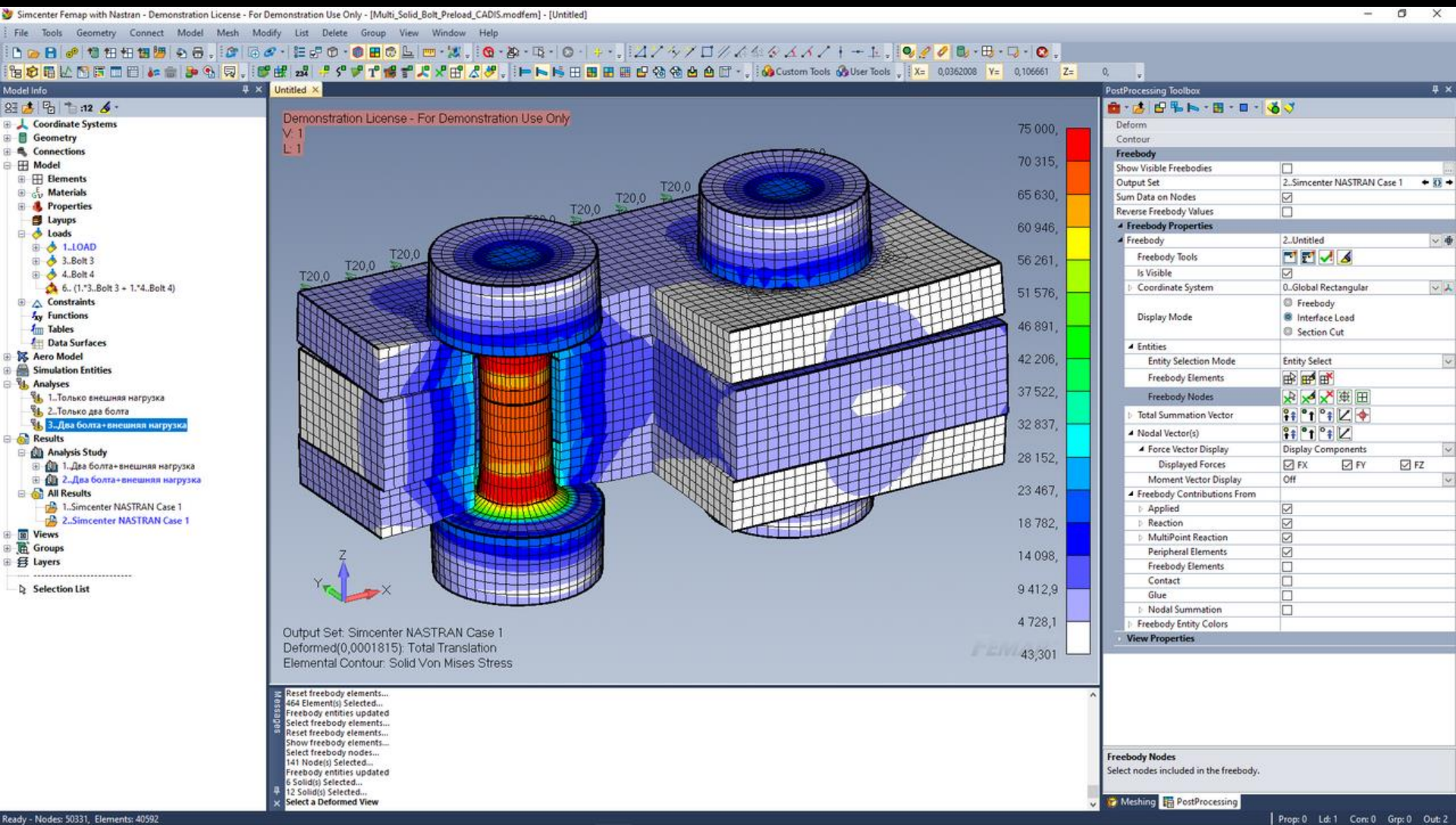
Vergleichsspannung
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)
Einheit: MPa
Zeit: 5,1282e-005
17.10.2015 16:53

1101,6 Max
979,23
856,82
734,42
612,02
489,61
367,21
244,81
122,4
0 Min

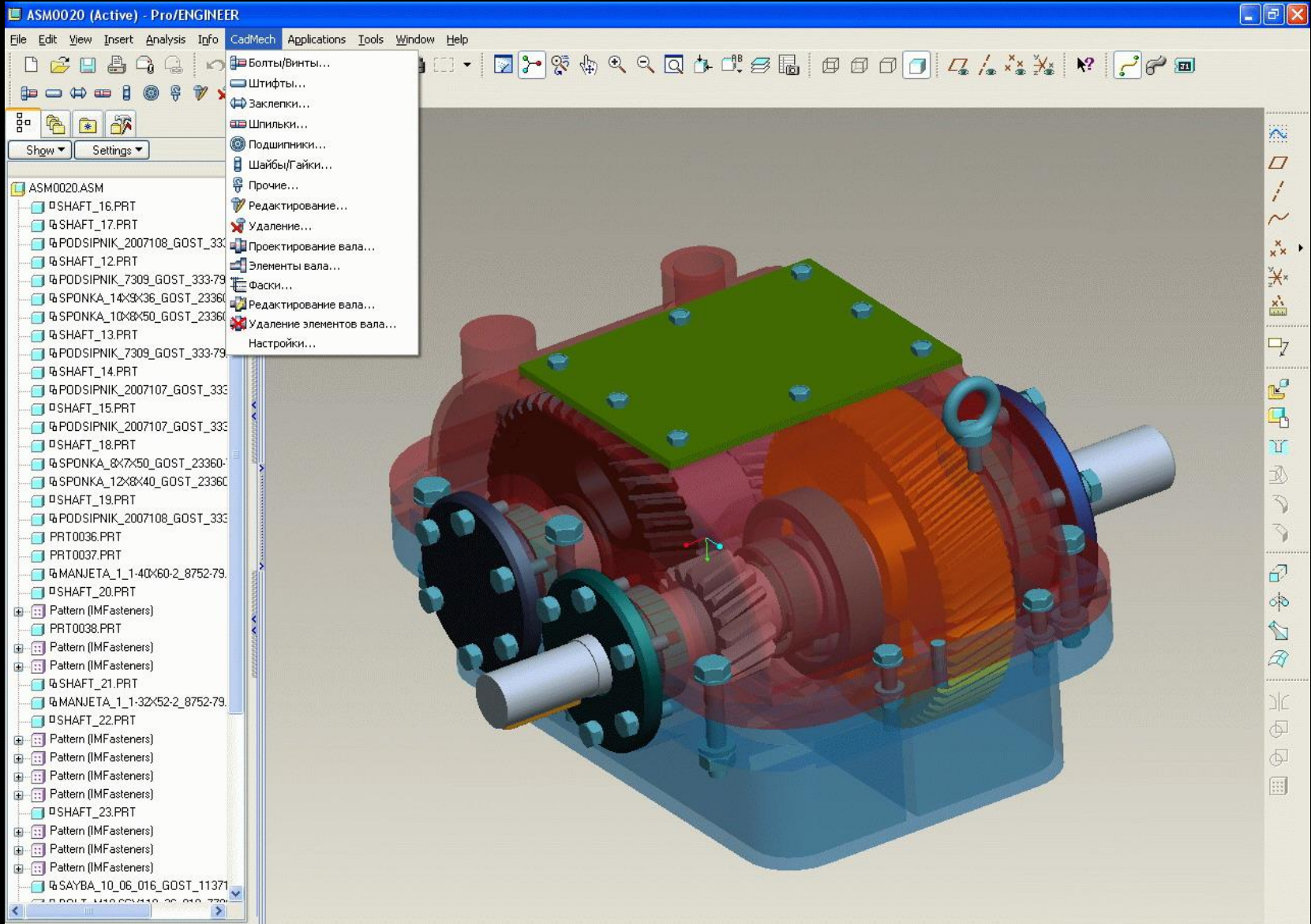


ANSYS
R15.0

MSC/Nastran

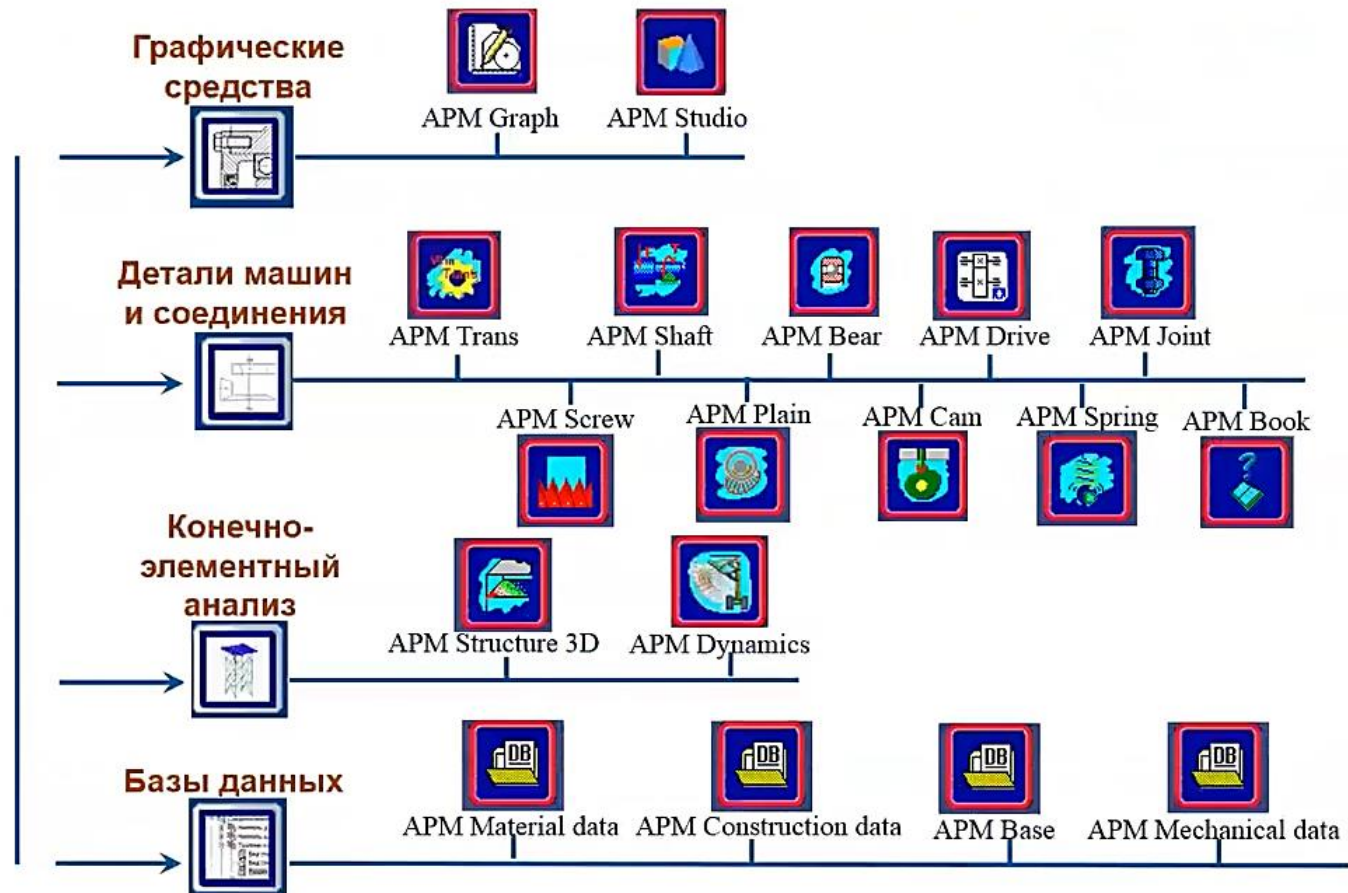


Pro/Engineer



APM WinMachine. Модульная структура

WinMachine →



APM WinMachine. Модуль APM Trans



Прямозубые



Прямозубые
внутреннего зацепления



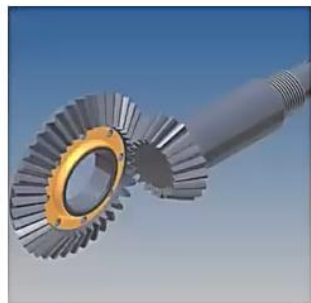
Косозубые



Шевронные



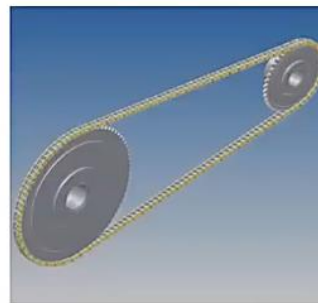
Конические
с круговым зубом



Конические
с прямым зубом



Червячные



Цепные

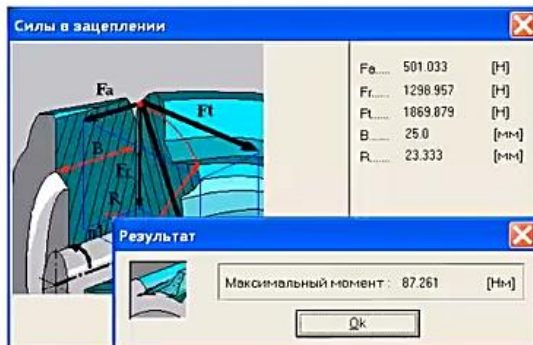


Плоскоременные

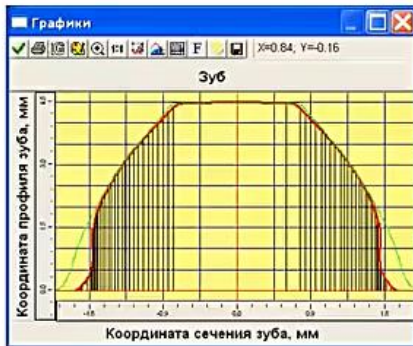


Клиноременные

APM WinMachine. Модуль APM Trans

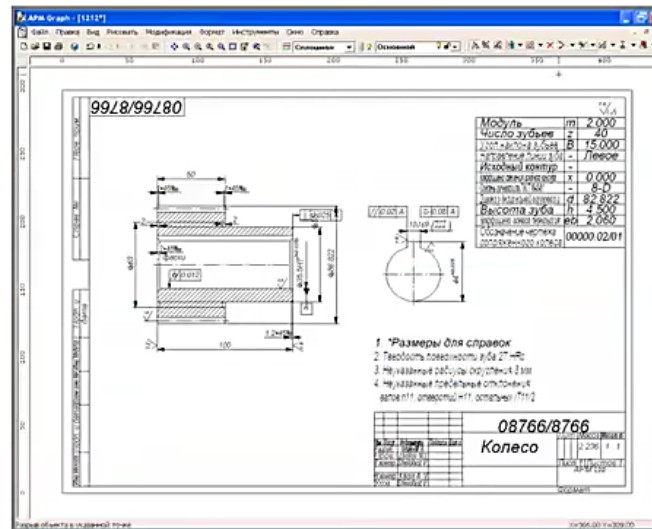


Расчет усилия в зацеплении

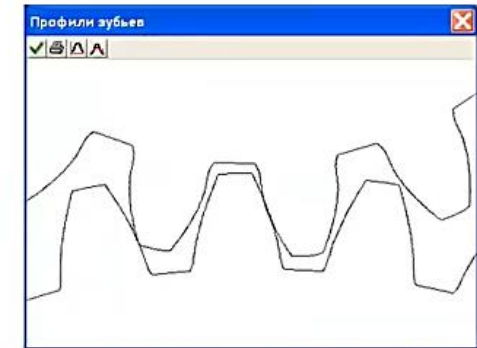


Построение профиля зуба

Примеры вывода результатов расчета



Генерация чертежа элемента передачи



Моделирование зацепления



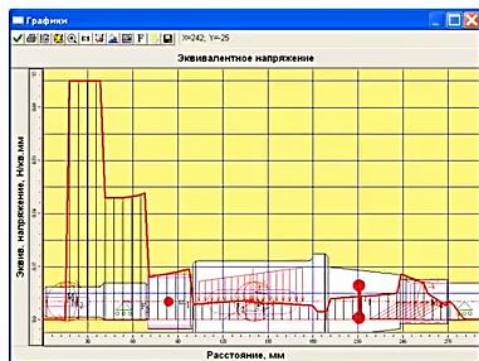
Проверка качества передачи

APM WinMachine. Модуль APM Shaft

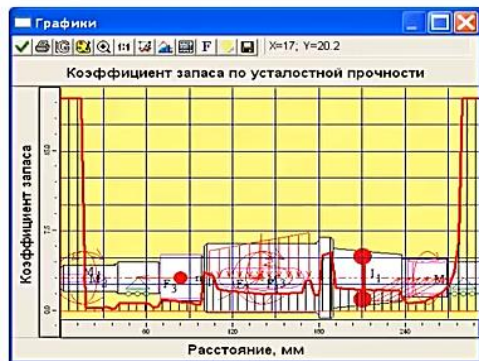
APM Shaft

Комплексное проектирование валов

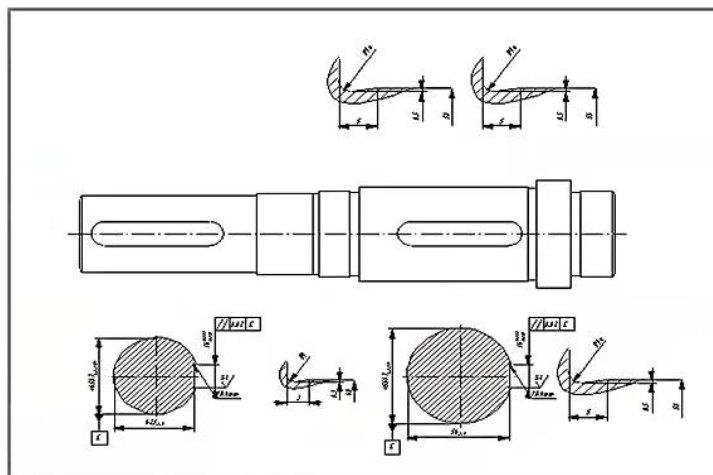
Примеры вывода
результатов расчета



Распределение
эквивалентных напряжений



Распределение коэф. запаса
по усталостной прочности



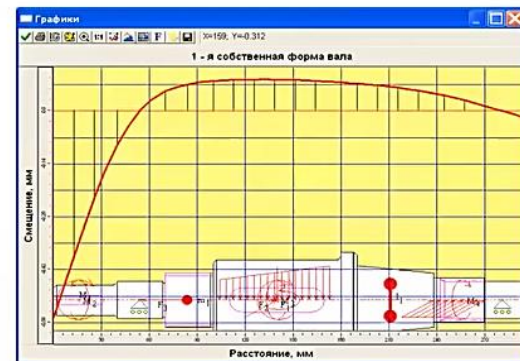
Генерация чертежа вала

Собственные частоты изгибных колебаний

Порядковый Номер	Частота [рад/с]	Частота [Гц]
1	1637.4124	260.6023
2	10806.3807	1719.6889
3	38269.7861	6090.8256
4	88909.7597	14150.4277
5	150318.3639	23923.9107

OK Показать форму Справка

Таблица собственных частот
изгибных колебаний



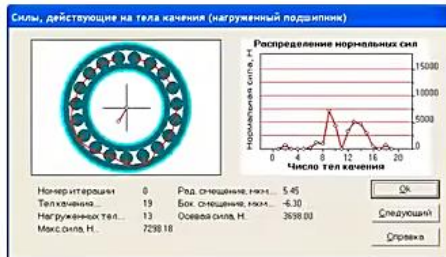
1-я собственная форма
изгибных колебаний

APM WinMachine. Модуль APM Bear

Параметры сил трения (нагруженный подшипник)



Потери мощности



Силы на тела качения

Результаты

Резюме

Средняя долговечность, час	22699.979
Макс. конт. напр., Н/кв.мм	2024.200
Выделение тепла, Дж/час	17876.213
Осевые биения, мкм	-39.612
Радиальные биения, мкм	25.642
Боковые биения, мкм	-0.306
Момент трения, Н x м	0.237
Потери мощности, Вт	4.966

Закреть
Показать все
Справка
Еще...

Подшипник
☒ Нагруж.
☐ Ненагруж.

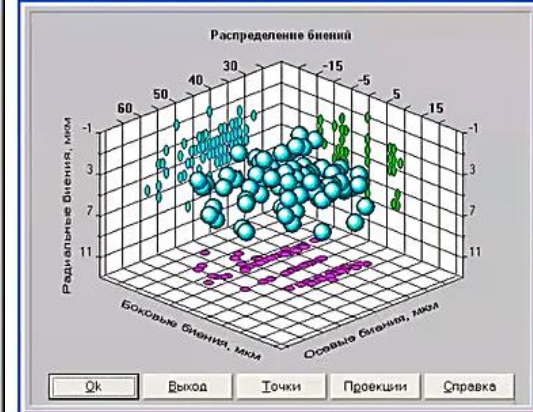
Нормальные силы Мультипликация

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: Граф

Сводная таблица «Результаты»

Биения (нагруженный подшипник)



Биения центра подшипника



Моделирование работы подшипника

APM WinMachine. Модуль APM Plain

Параметры системы смазки

Результаты расчета




Резюме

Минимальная толщина пленки, h_{min}	0.136104 [мм]
Критическая толщина пленки, h_{cr}	0 [мм]
Рекомендуемый радиальный зазор, δ	0.340259 [мм]
Максимальная темп. масла, T_{max}	94.8809 [°C]
Средняя температура масла, T_{av}	83.9708 [°C]
Потери на трение, N	7.14296 [кВт]
Расход масла, Q	0.000194156 [м³/с]

Колебания зазора

Массив Гисто

OK Справка

Общие результаты

Результаты расчета



Резюме

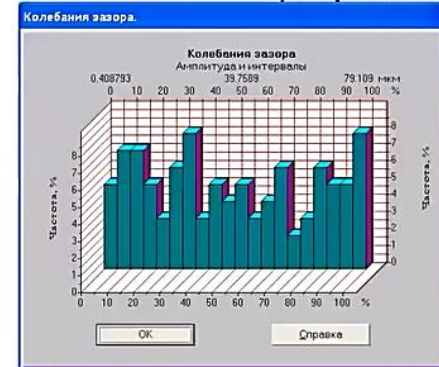
Угол скоса наклонной плоскости, α_c	0.0451815 [град]
Средняя температура масла, T_{av}	50 [°C]
Минимальная толщина пленки масла, h_{min}	0.0289242 [мм]
Критическая толщина пленки масла, h_{cr}	0 [мм]
Полный расход масла, Q	2.53505e-006 [м³/с]
Угловой размер горизонтального участка, θ_2	0.298416 [град]
Угловой размер наклонного участка, θ_1	52.5396 [град]

Осевые биения

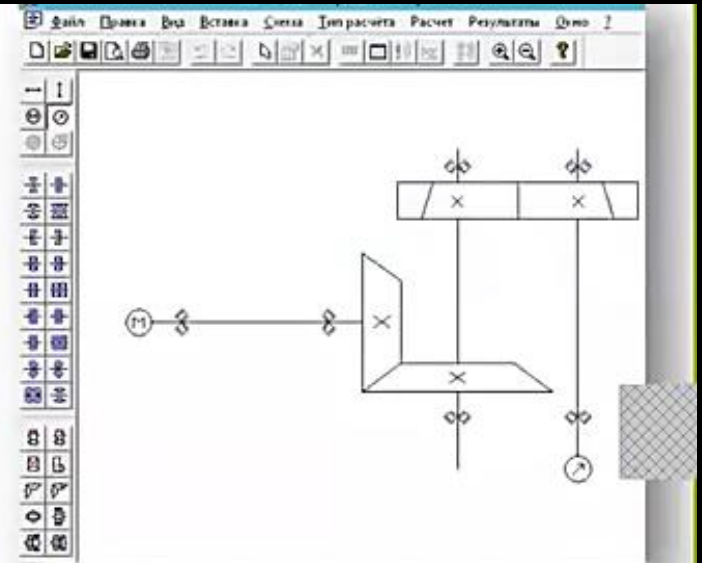
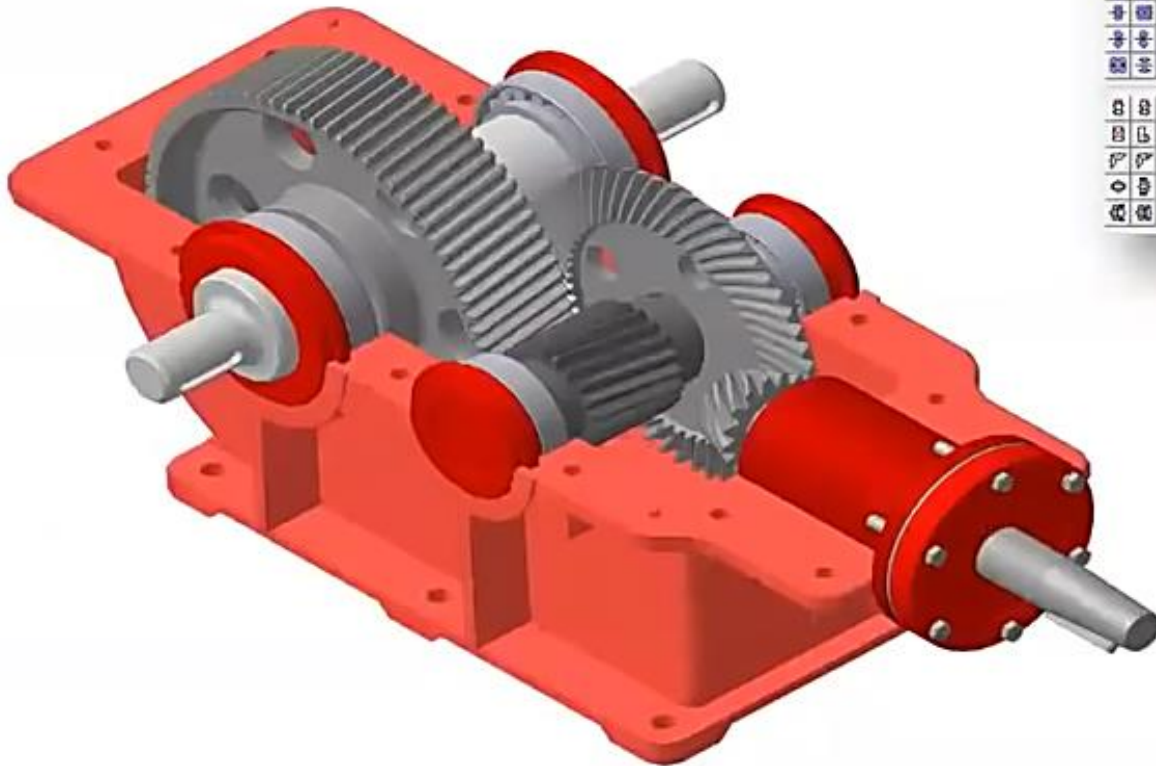
Массив Гисто

OK Справка

Радиальные биения центра вала

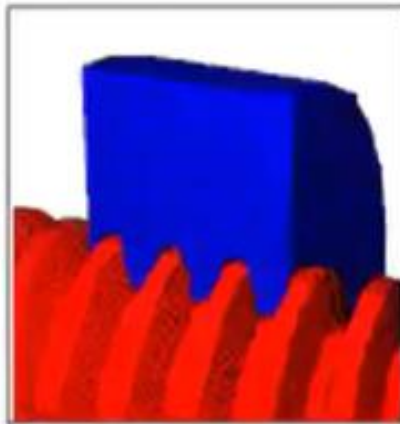


APM WinMachine. Модуль APM Drive



APM WinMachine. Модуль APM Screw

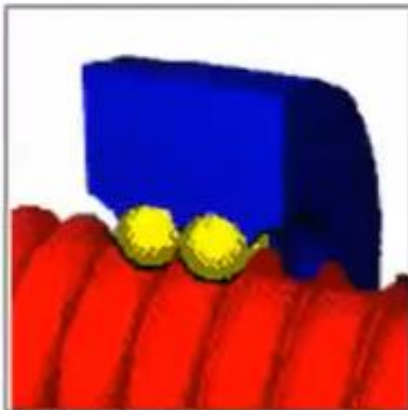
Типы винтовых передач



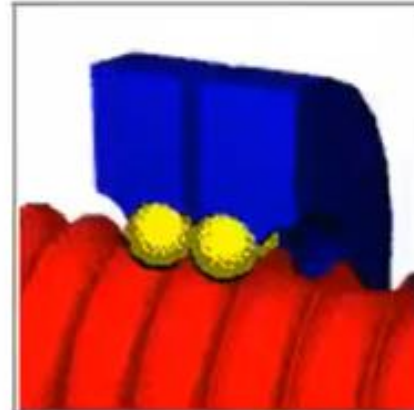
Скольжения



Планетарно-винтовая

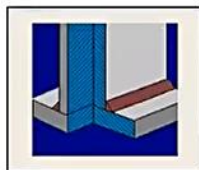
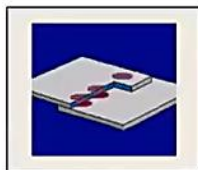
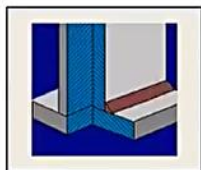
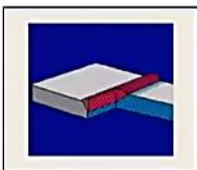


Шарико-винтовая



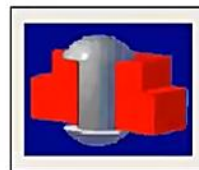
Шарико-винтовая
с преднатягом

APM WinMachine. Модуль APM Joint



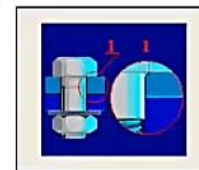
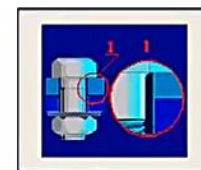
Сварные соединения

Стыковая сварка, сварка односторонним швом, точечная сварка, сварка двухсторонним швом



Заклепочные

Произвольная расстановка заклепок

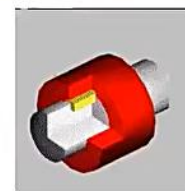
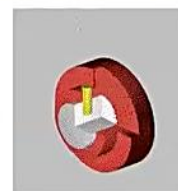
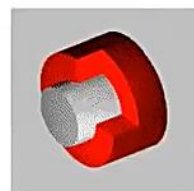
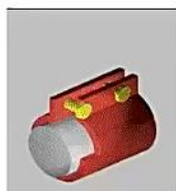
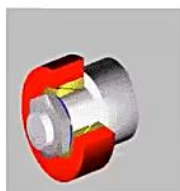


Болтовые соединения

Установленные с зазором и без зазора

Соединения деталей вращения

Цилиндрические и конические с натягом, шлицевые, штифтовые, клеммовые, профильные, шпоночные (клиновой, тангенциальной, призматической, сегментной, цилиндрической шпонкой)



Спасибо за внимание!