



АПМ

ВЕДУЩИЙ РАЗРАБОТЧИК
ПО ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

НА НАС РАССЧИТЫВАЮТ!

Современные инструменты
для решения инженерных задач
в машиностроении

Сергей Розинский



НТЦ «АПМ»

российский производитель САЕ-систем



30

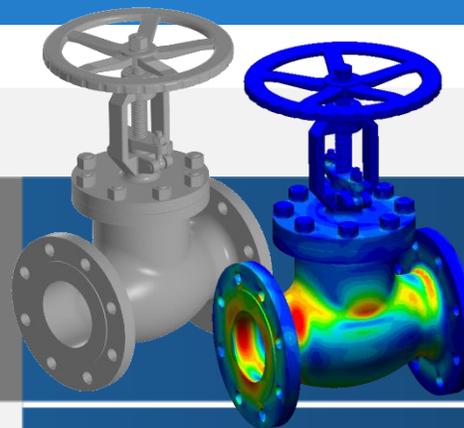
ЛЕТ
НА РЫНКЕ

2000

ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

>10000

ЛИЦЕНЗИЙ



РАСЧЕТЫ
ПО ЗАКАЗУ
ПРЕДПРИЯТИЙ

1

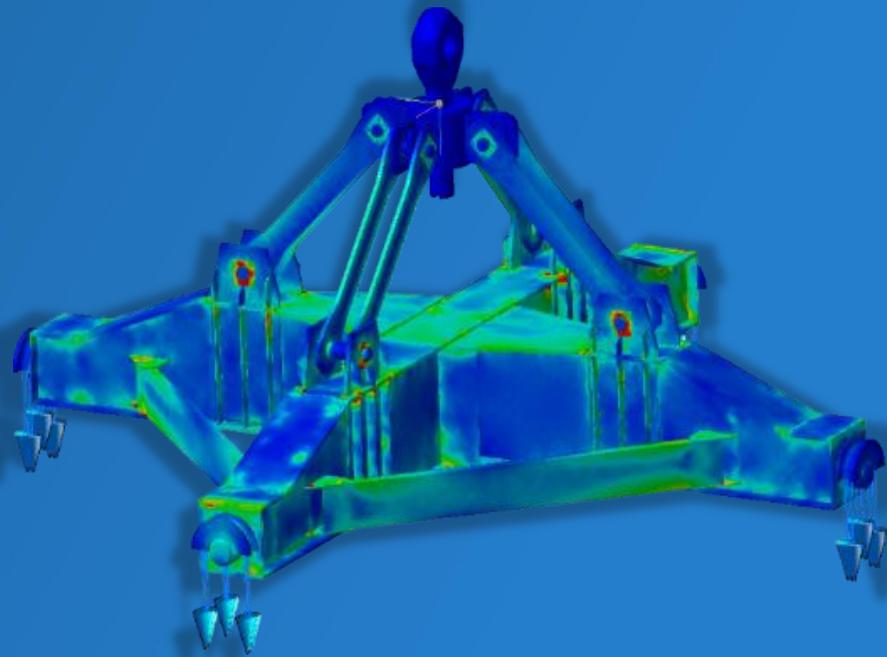
ДВУХУРОВНЕВАЯ
СХЕМА
РЕШЕНИЙ

2

РАЗВИТИЕ

Консорциум разработчиков
инженерного программного обеспечения

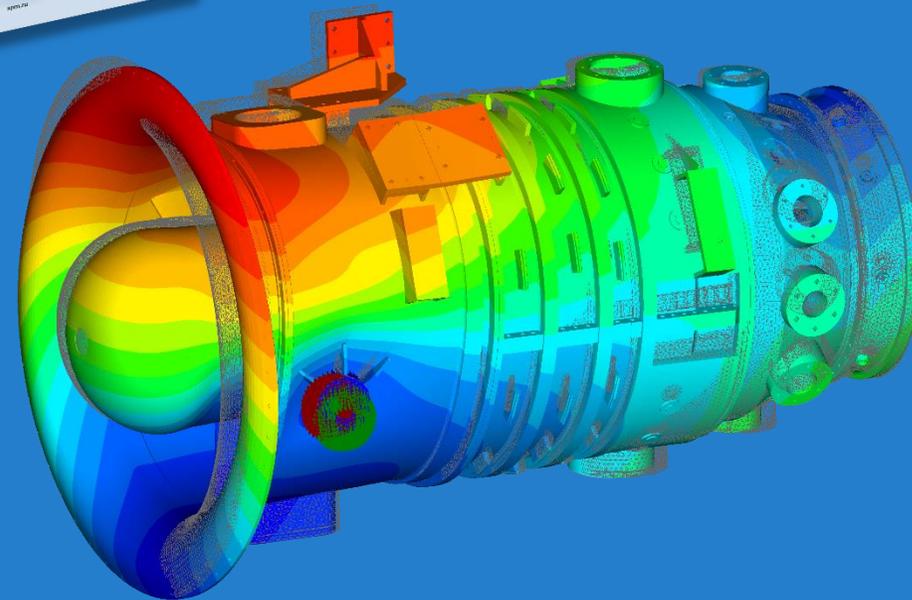
ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ НТЦ «АПМ»



АРМ FEM - Прочностной анализ для КОМПАС-3D



АРМ WinMachine - Прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов



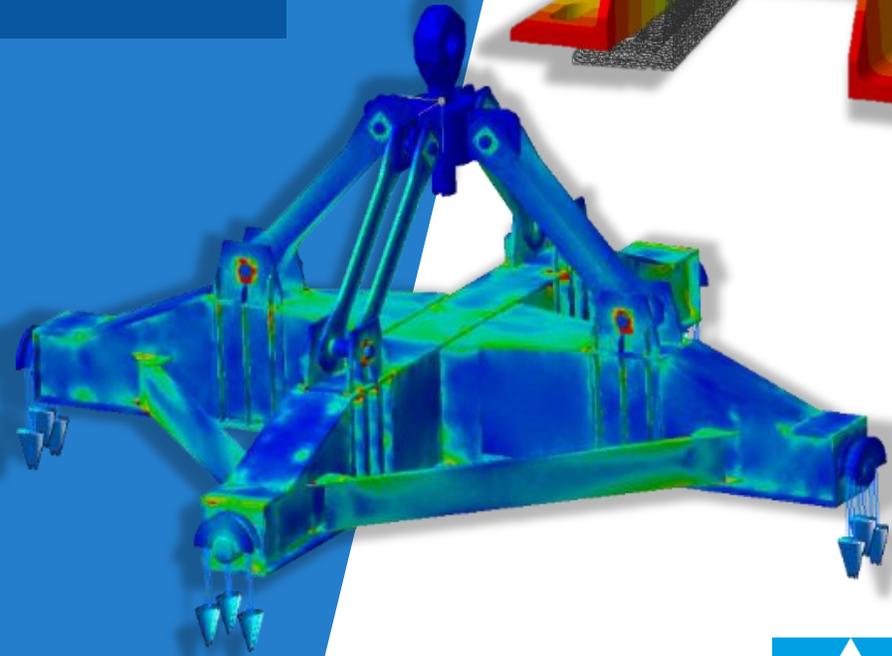
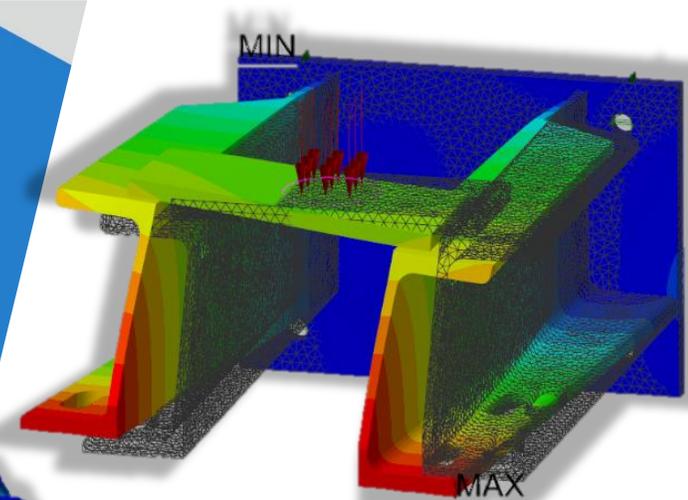
АРМ FEM

Прочностной анализ для КОМПАС-3D

Система прочностного анализа **АРМ FEM** для КОМПАС-3D предназначена для выполнения экспресс-расчетов напряженно-деформированного состояния твердотельных и поверхностных объектов.

В состав продукта входят инструменты:

- подготовки деталей и сборок к расчёту;
- задания граничных условий;
- генераторы конечно-элементной сетки;
- постпроцессор.



АРМ FEM

Прочностной анализ для КОМПАС-3D



СТАРТ

Типовой цикл расчета в АРМ FEM

ФИНИШ

Подключаем приложение АРМ FEM

Определяем совпадающие поверхности

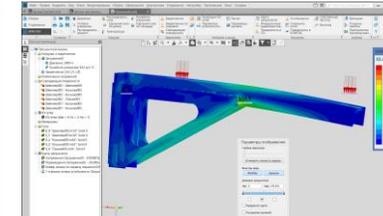
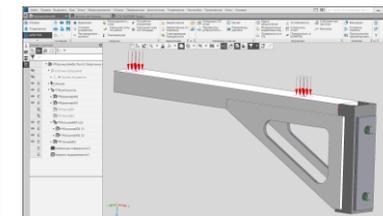
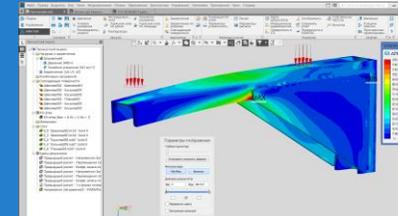
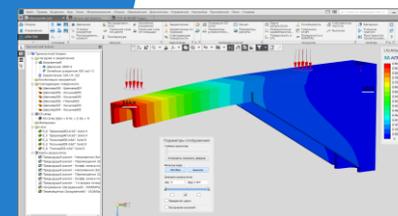
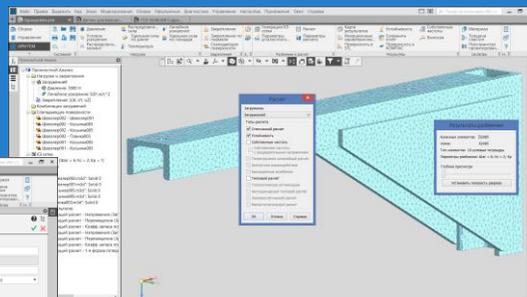
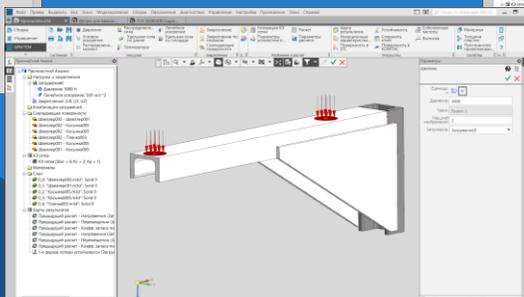
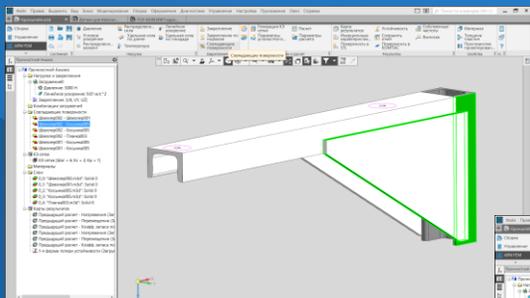
Вводим граничные условия

Генерируем КЭ-сетку

Запускаем необходимый расчет

Выводим, анализируем результаты

Меняем модель, делаем проверку новой конструкции



АРМ FEM

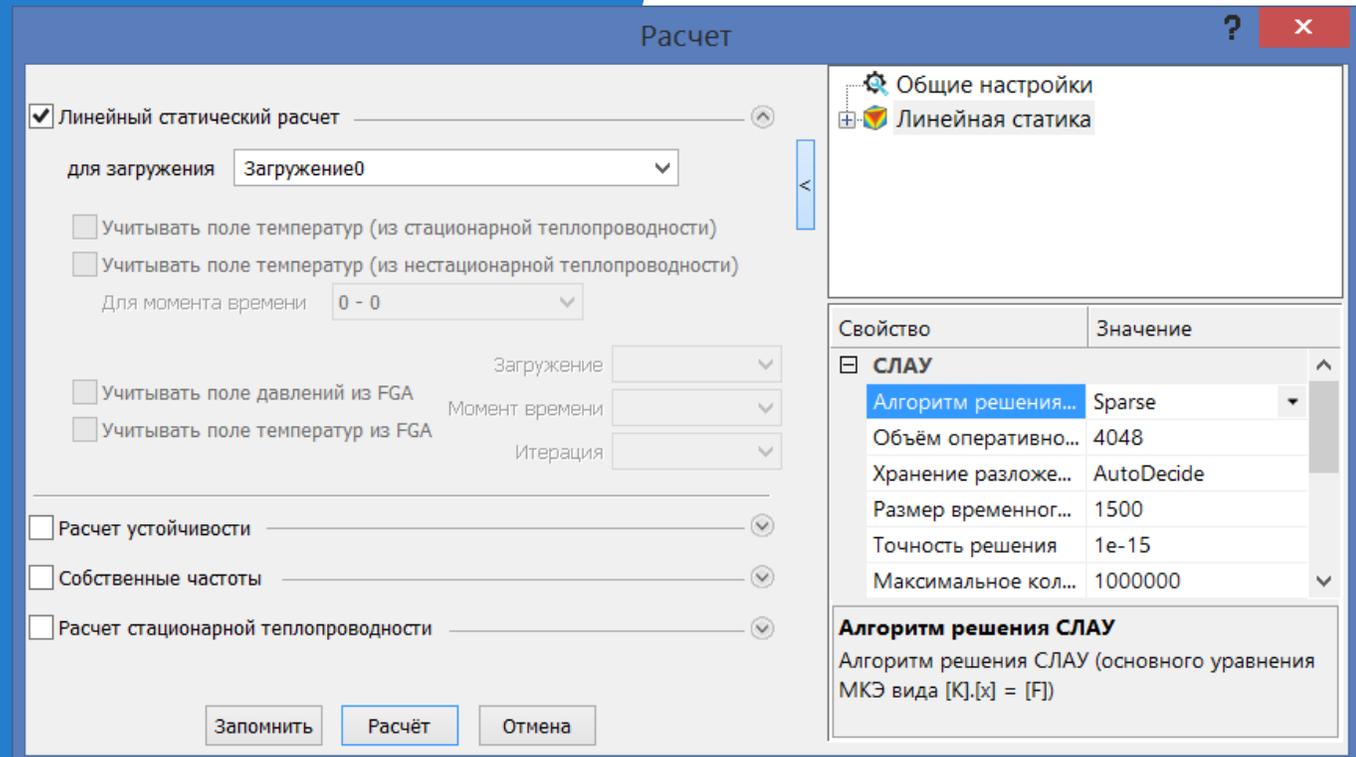
Прочностной анализ для КОМПАС-3D

Выбор типа расчета



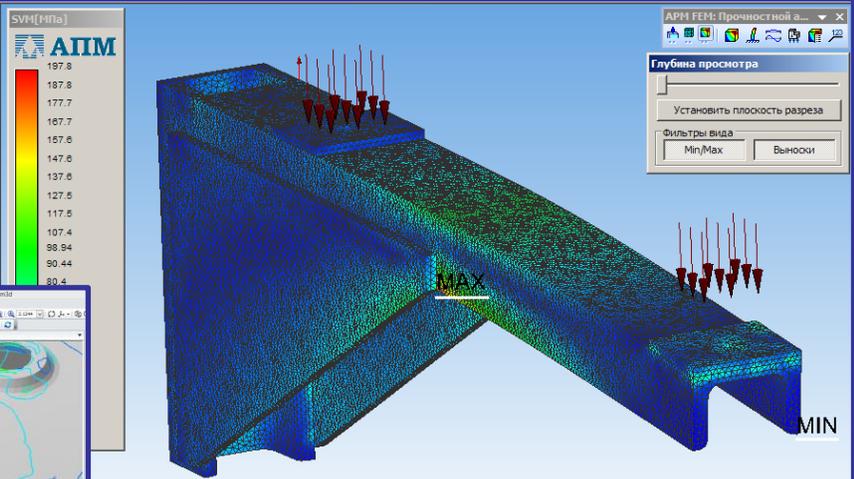
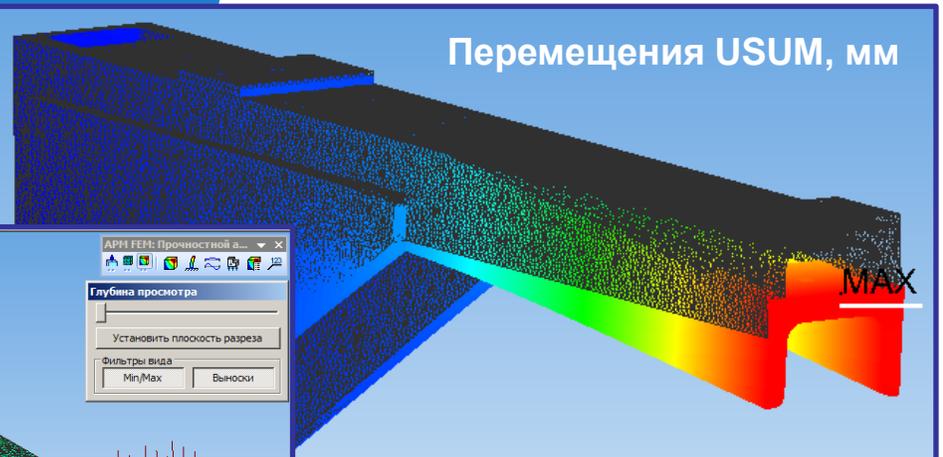
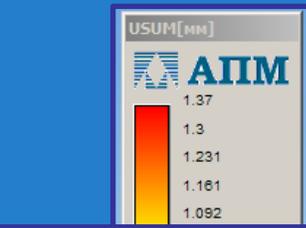
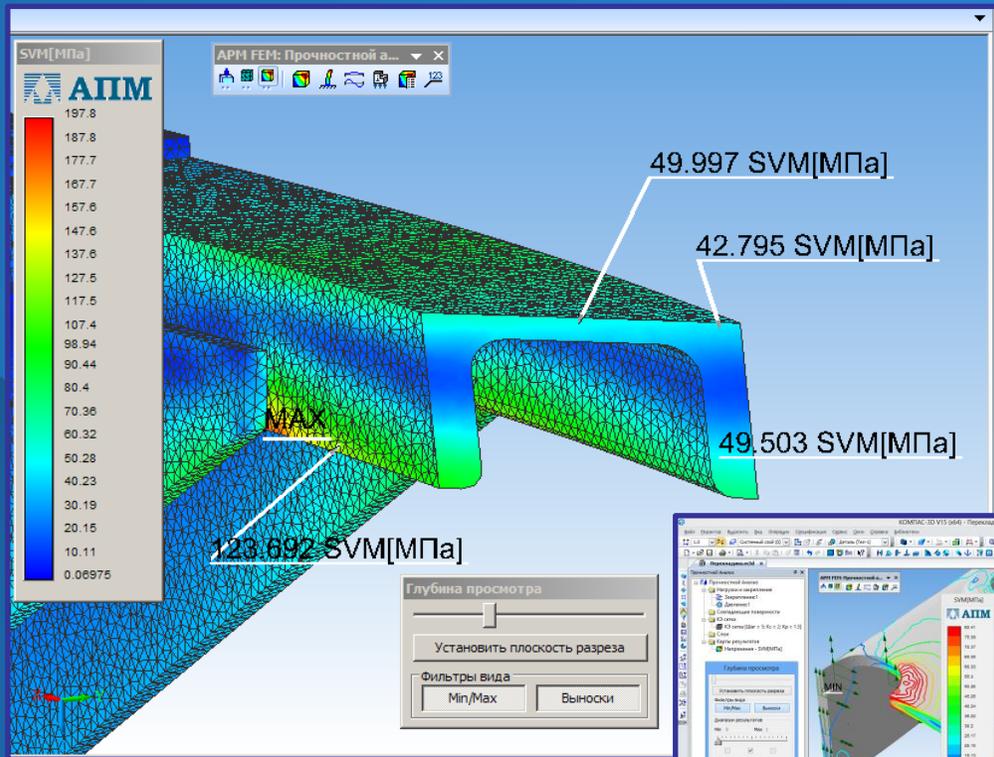
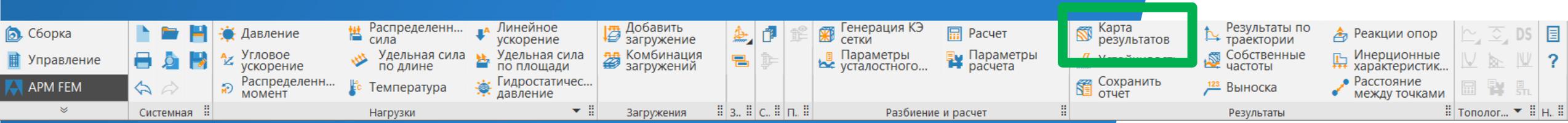
Расчеты доступные в АРМ FEM:

- ✓ Линейный статический расчет
- ✓ Усталостный расчет
- ✓ Расчет устойчивости
- ✓ Расчет собственных частот (резонанса) и собственных форм колебаний
- ✓ Решение задачи стационарной теплопроводности
- ✓ Решение задачи термоупругости (при совместном выполнении статического и теплового расчетов)
- ✓ Топологическая оптимизация



АРМ FEM

Прочностной анализ для КОМПАС-3D



Напряжения SVM, МПа

Примеры вывода карт результатов

ARM FEM

Прочностной анализ для КОМПАС-3D

Два формата сохранения файла отчета: *.xml, *.html



Bracket

Информация о проекте

Организация	
Автор	
Дата создания отчета	17.05.2016, 01:56
Используемая программа	ARM FEM для КОМПАС-3D
Путь к файлу	C:\Program Files\ARM FEM\Sample Models\Bracket

Содержание

1. Вывод
2. Модель
3. Информация о материалах
4. Информация о нагрузках
5. Информация о закреплениях
6. Коэффициент Пуассона
7. Результаты
8. Заключение

1) Вывод

Общие параметры

- Модель
- Информация о материалах
- Информация о нагрузках
- Информация о закреплениях
- Информация о совпадающих поверхностях
- Конечно-элементная сетка

Результаты

- Линейный статический расчет
- Расчет устойчивости
- Собственные частоты
- Расчет стационарной теплопроводности
- Топологическая оптимизация

Запомнить | Выбрать все | По умолчанию | Ок | Отмена

2) Модель



3) Информация о материалах

N	Имя материала
1	C:\Program Files\ARM FEM\Sample Models\Bracket.m3d

Наименование материала: Сталь

Плотность [кг/м³]	235
Модуль упругости [Па]	200000
Коэффициент Пуассона	0.3
Плотность [кг/м³]	7800
Температурный коэффициент линейного расширения [1/°C]	0.000012
Температуропроводность [Вт/(м·°C)]	55
Прочность при растяжении [МПа]	410
Прочность при сжатии [МПа]	209
Прочность при сдвиге [МПа]	139

4) Информация о нагрузках

Наименование	Выборка объектов
Распределенная сила	Грунт: 4
Распределенная сила: 1	

5) Информация о закреплениях

Наименование	Выборка объектов	X [мм]	Y [мм]	Z [мм]
Закрепление: 1	Грунт: 2	Запрещ.	Запрещ.	Запрещ.

Закрепление по поверхности

Наименование	Выборка объектов
Закрепление: 1	Грунт: 4

6) Конечно-элементная сетка

Параметры структуры и количества узлов

Наименование	Значение
Тип элементов	10-тигранный
Максимальная длина стороны элемента [мм]	4
Максимальная коэффициент сужения по поверхности	1
Коэффициент сужения по объему	1
Количество конечных элементов	45391
Количество узлов	80554



7) Результаты

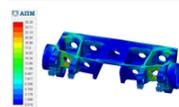
Расчетная схема системы ARM FEM для КОМПАС-3D является программно-средством «Конечно-элементная программа» системы ARM StruCalc3D, лицензия: Лицензионный договор №30 от 18.04.2013 г., издатель: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Федеральное бюро «Центр АРМ»)

Инерционные характеристики

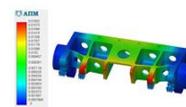
Наименование	Значение
Масса модели [кг]	1.84227
Центр тяжести [мм]	(0.02126; 0.03316; -0.00001)
Моменты инерции относительно центра тяжести [кг·м²]	(0.014385; -; -)
Радиусы инерции относительно центра тяжести [мм]	(0.43823; -; -)
Суммарная реакция опор [Н]	(620.02430; -; -)
Абсолютное значение реакции [Н]	739.796111
Абсолютное значение момента [Н·м]	55.747539

Результаты статического расчета

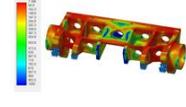
Наименование	Тип	Множитель
Эквивалентное напряжение по Мisesу	SVM [МПа]	0.019



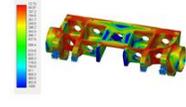
Наименование	Тип	Множитель
Суперэлементное перемещение	UTUM [мм]	0



Наименование	Тип	Множитель
Коэффициент запаса по прочности		7.297541



Наименование	Тип	Множитель
Коэффициент запаса по устойчивости		12.73188



N	Коэффициент запаса по устойчивости
1	0.000305

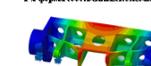
1-я форма собственных частот



Результаты расчета собственных частот

N	Частота [Гц]
1	9746.587764
2	14611.744641
3	15696.947425
4	21072.435927
5	25968.401801

1-я форма собственных частот



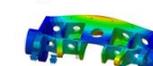
2-я форма собственных частот



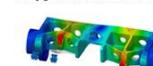
3-я форма собственных частот



4-я форма собственных частот



5-я форма собственных частот



8) Заключение

APM FEM

Прочностной анализ для КОМПАС-3D



Если возможностей APM FEM не хватает, то необходимо передать расчетную модель в модуль прочностного анализа APM Structure3D, который является расчетным ядром российской САЕ-системы APM WinMachine



Интеграция

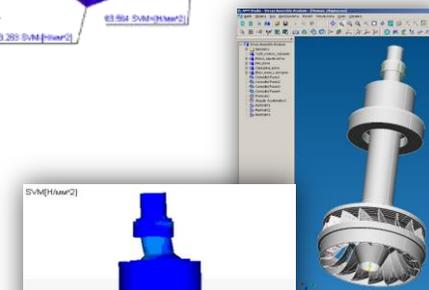
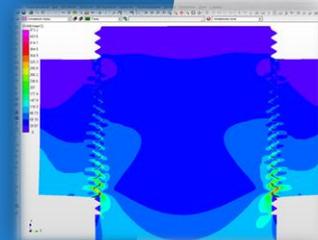
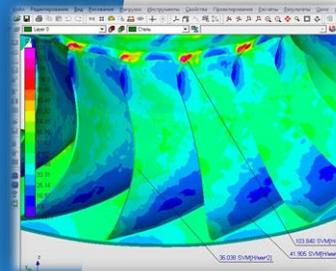
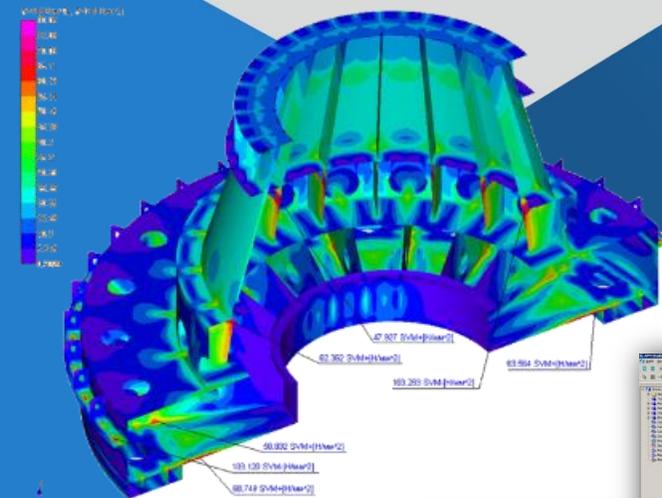
Прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов



APM WinMachine – САЕ-система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения.

Основные решаемые задачи:

- ✓ Проектировочные и проверочные расчеты деталей машин;
- ✓ Кинематический и динамический анализ рычажных механизмов;
- ✓ Подготовка моделей к конечно-элементному анализу, генерация сеток конечных элементов;
- ✓ Анализ напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственной и вынужденной динамики, стационарной и нестационарной теплопроводности;
- ✓ Расчет соединений элементов конструкций.



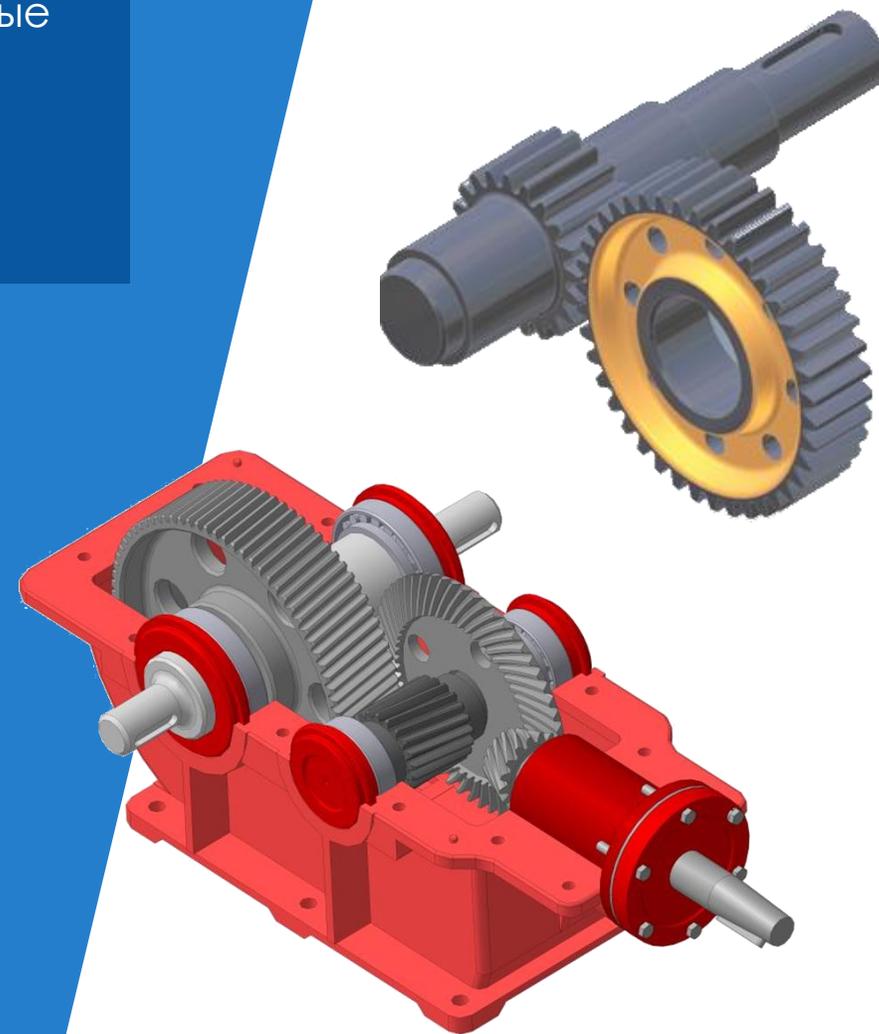
Расчет и проектирование деталей машин и механизмов



Позволяет конструкторам выполнять проектировочные и проверочные расчеты деталей машин и механизмов с использованием инженерных методик, а также создавать документацию в соответствии и ЕСКД с использованием баз данных стандартных изделий и материалов.

Состав расчетных модулей:

- APM Drive** - проектирование привода вращательного движения
- APM Trans** - расчет и проектирование механических передач вращения
- APM Shaft** - расчет и проектирование валов и осей
- APM Bear** - расчета и проектирования подшипниковых узлов качения
- APM Plain** - расчета и проектирования подшипников скольжения
- APM Spring** - расчета и проектирования упругих элементов машин
- APM Screw** - расчета неидеальных винтовых передач
- APM Cam** - расчета и проектирования кулачковых механизмов
- APM Joint** - расчета и проектирования соединений элементов машин
- APM Dynamics** - динамический анализ стержневых систем



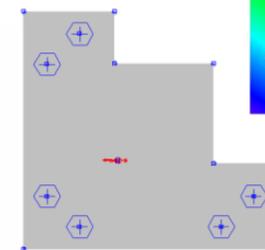
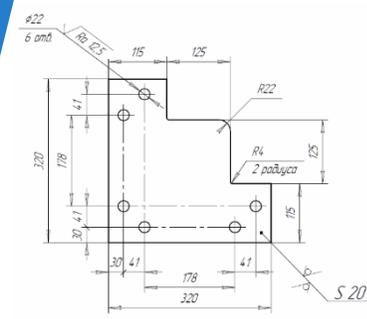
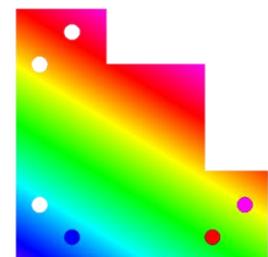
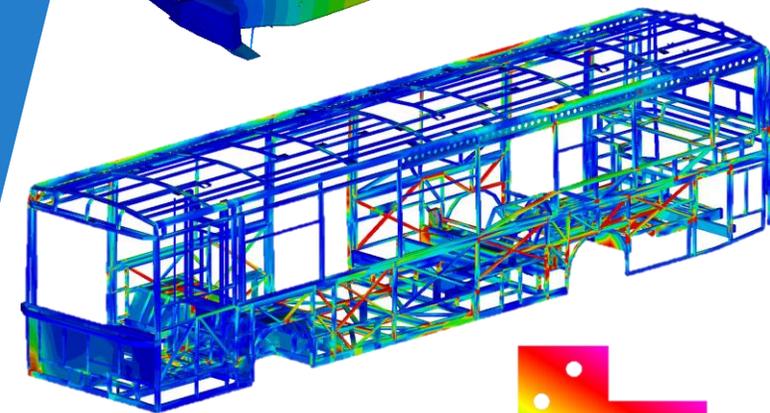
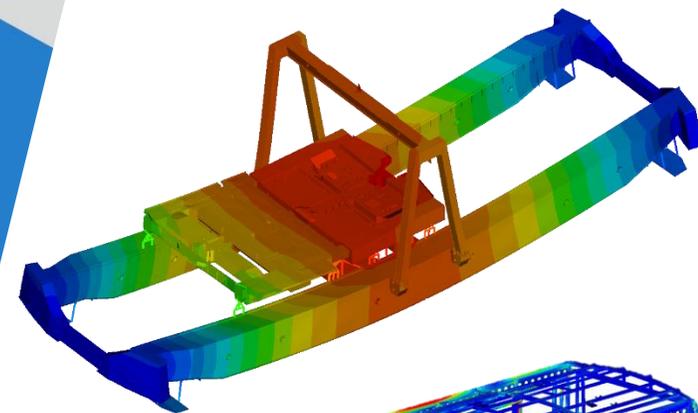
Прочностной расчет конструкций



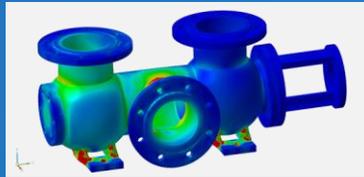
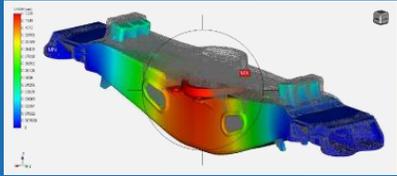
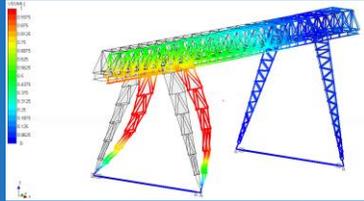
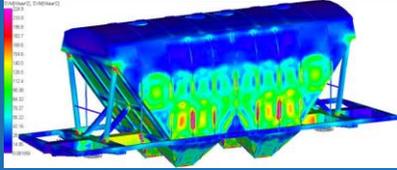
Анализ напряженно-деформированного состояния трехмерных объектов любой сложности. Инструменты конечно-элементного анализа позволяют подготовить к расчету модель конструкции с использованием балочных, пластинчатых и твердотельных, а также специализированных типов конечных элементов.

Основные возможности:

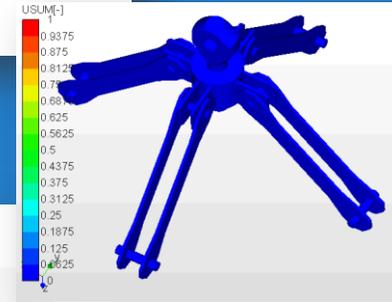
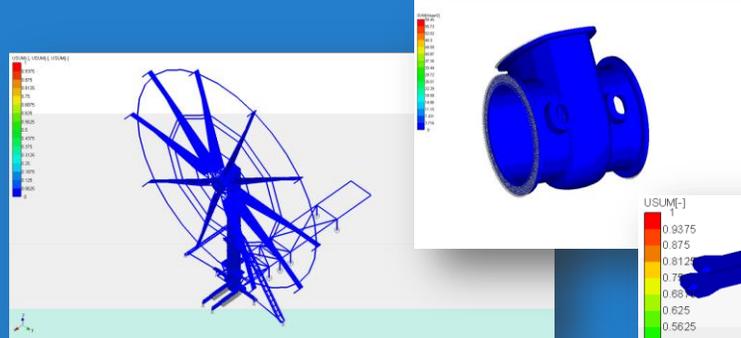
- Линейный статический расчет;
- Усталостный расчет;
- Расчет устойчивости (коэф. запаса и формы потери устойчивости);
- Расчет собственных частот (определение частот колебаний и собственных форм);
- Нелинейный анализ (физическая, геометрическая нелинейность, контактная задача);
- Тепловой анализ (стационарный и нестационарный);
- Расчет вынужденных колебаний (анимация колебательного процесса);
- Гармонический анализ; Расчет ШСВ;
- Проверка несущей способности, автоматический подбор поперечного сечения;
- Работа с материалами (изотропными, анизотропными и т.д.);
- Расчеты сварных, резьбовых, заклепочных соединений.



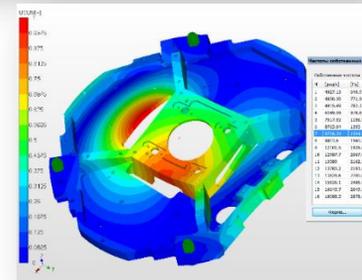
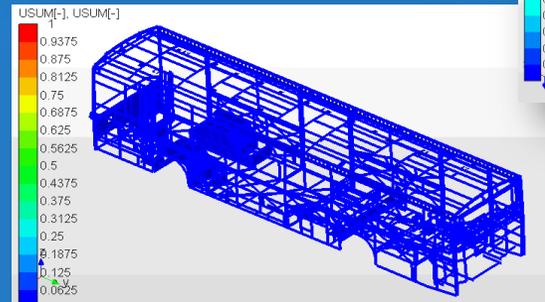
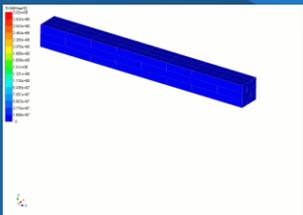
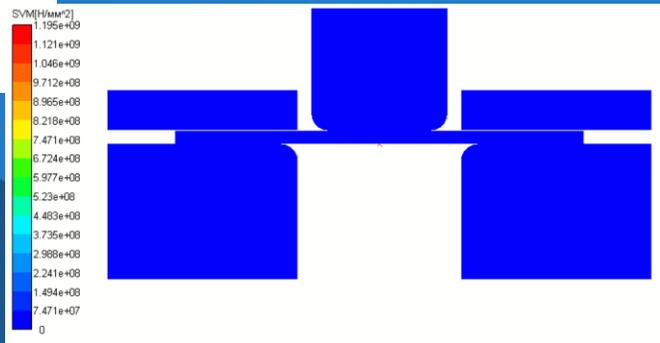
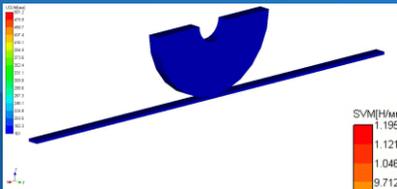
Линейные решения



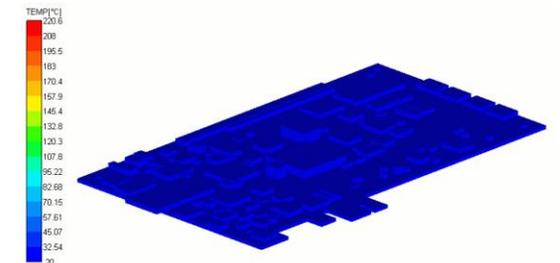
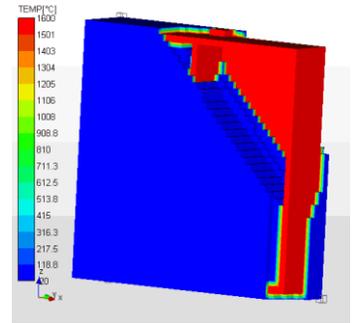
Динамический анализ



Нелинейные решения



Тепловой анализ



Топологическая оптимизация конструкций

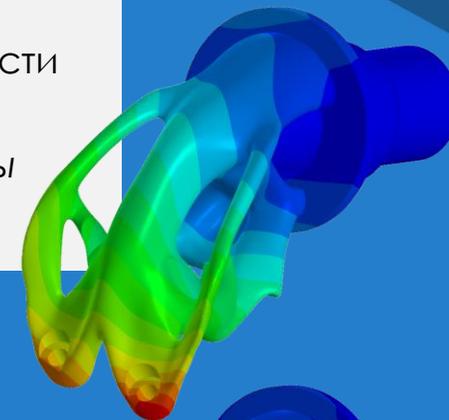
(+ использование КОМПАС-3D с приложением «Свободная форма»)



- ✓ Синтез формы новых конструкций;
- ✓ Оптимизация существующих конструкций;
- ✓ Формирования оптимизационной задачи;
- ✓ Учет технологических ограничений;
- ✓ Экспорт результатов расчета в STL.

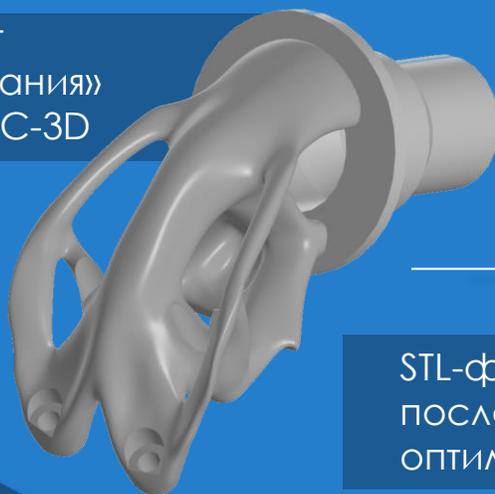
Выдающиеся результаты работ дают

- 30-40% снижения массы несущих конструкций без снижения прочности и жесткости;
- От 2 до 5 раз повышение жесткости и прочности без увеличения массы;
- Изменение низших собственных частот в разы (эффективная отстройка от резонанса).

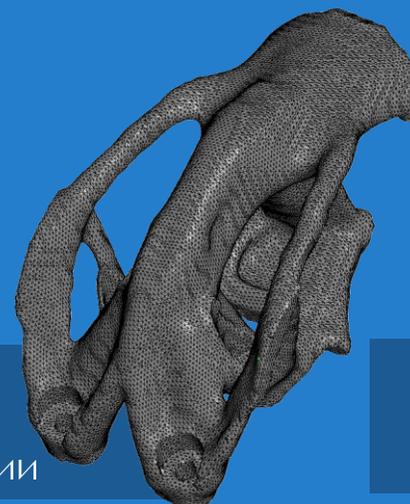


Исходная модель узла шасси самолета

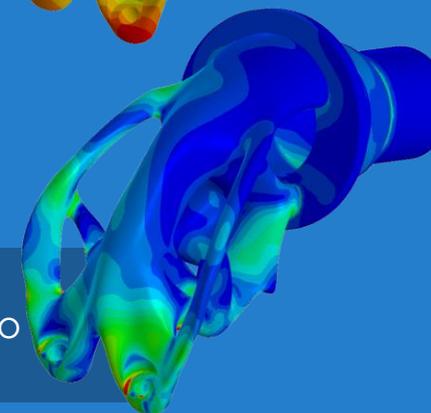
Результат «сглаживания» в КОМПАС-3D



STL-файл после оптимизации



Результаты проверочного расчета



СЕРТИФИКАЦИЯ



АПМ

СЕРТИФИКАТ
СООТВЕТСТВИЯ
нормативным
документам
в области
строительства

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.HB27.H00746
Срок действия с 21.09.2020 по 20.09.2023
№ 0563438

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ per. № RA.RU.11HB27
продукции Общества с ограниченной ответственностью "АбсолютСертПлюс". Место нахождения: 198095, РОССИЯ, ГОРОД САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛИЦА МАРШАЛА ГОВОРОВА, ДОМ 48, ЛИТЕРА А, ОФИС 604.1, фактический адрес: 198095, РОССИЯ, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, дом 49 литер А, помещение 604.1, телефон: +79161840048, электронная почта: absolut.cert.plus@gmail.com. Аттестат аккредитации № RA.RU.11HB27, выдан 17.06.2019 года

ПРОДУКЦИЯ
Программа для ЭВМ АРМ Civil Engineering Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства. Серийный выпуск

код ОК	62.01.29
--------	----------

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

код ТН ВЭД	
------------	--

СП 14.13330.2018 (СНиП II-7-81*), СП 15.13330.2012 (СНиП II-22-81*), СП 16.13330.2017 (СНиП II-23-81*), СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*), СП 63.13330.2018 (СНиП 52-01-2003), СП 64.13330.2017 (СНиП II-25-80), СП 128.13330.2016 (СНиП 2.03.06-85), СТО 36554501-002-2006, ГОСТ 56567-2015, ГОСТ 27751-2014, ГОСТ 28195-89, ГОСТ 28806-90, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, ГОСТ Р ИСО 9127-94, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, СП 22.13330.2016 (СНиП 2.02.01-83*), ГОСТ Р 55525-2017

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр "АПМ". Место нахождения: Российская Федерация, Московская область, 141077, город Королев, бульвар Октябрьский, дом 14, VI, идентификационный номер налогоплательщика: 5018019971, телефон: +74951205810, электронная почта: com@apm.ru

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН
Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр "АПМ". Место нахождения: Российская Федерация, Московская область, 141077, город Королев, бульвар Октябрьский, дом 14, VI, телефон: +74951205810, электронная почта: com@apm.ru

НА ОСНОВАНИИ
Протокола № 49 от 15.09.2020 года, выданного Испытательной лабораторией программного обеспечения, информационных технологий и средств информатизации НП "ТРАНИТ-ЭС" № RA.RU.22СП37

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ
Схема сертификации: Зс

	Смоляникова Оксана Сергеевна инициалы, фамилия
	Азарян Армен Альбертович инициалы, фамилия

Руководитель органа
Эксперт

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

Федеральная служба
по экологическому, технологическому и атомному надзору
(Ростехнадзор)
Федеральное бюджетное учреждение
«Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»
(ФБУ «НТЦ ЯРБ»)
Экспертный совет по аттестации программ для ЭВМ при Ростехнадзоре

**АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ
ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН**

«АРМ Structure3D – базовый расчетный модуль программ
для ЭВМ компании НТЦ «АПМ», версия 16»
(АРМ Structure3d 16)

регистрационный № 488 от 19.12.2019 г.
выдан Обществу с ограниченной ответственностью Научно-технический центр «АПМ» (ООО НТЦ «АПМ») Юридический адрес: Россия, 141070, г. Королев, Московская обл., Октябрьский бульвар, д. 14, офис 6
срок действия до 19.12.2029 г.

Заместитель директора ФБУ «НТЦ ЯРБ»,
Председатель Экспертного совета
по аттестации программ для ЭВМ
при Ростехнадзоре, канд. техн. наук

С.Н. Богдан

ETSON | EUROPEAN TECHNICAL SAFETY ORGANISATIONS NETWORK |

Система менеджмента ISO 9001:2015

АТТЕСТАЦИОННЫЙ
ПАСПОРТ
ПРОГРАММНОГО
СРЕДСТВА
выдан Ростехнадзор
(ФБУ «НТЦ ЯРБ»)



АТОМНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



АВТОМОБИЛЬНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



СУДОСТРОЕНИЕ



НЕФТЕГАЗОВАЯ
ОТРАСЛЬ



ПИЦЦЕВАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



ПЕЧАТНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ



ВОЕННО-
ПРОМЫШЛЕННЫЙ
КОМПЛЕКС



ВУЗы



ТЯЖЕЛОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ



ПОДЪЕМНО-
ТРАНСПОРТНОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ



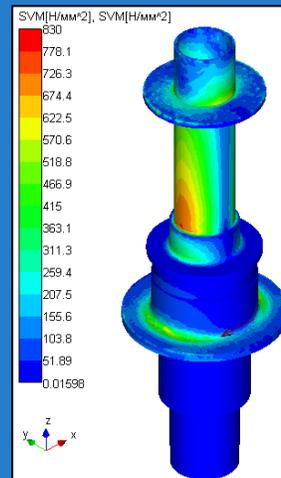
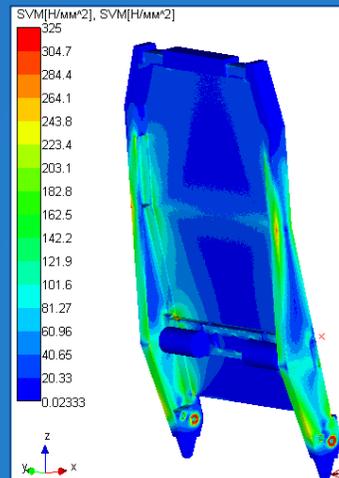
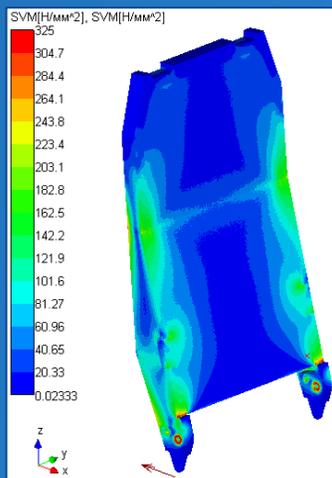
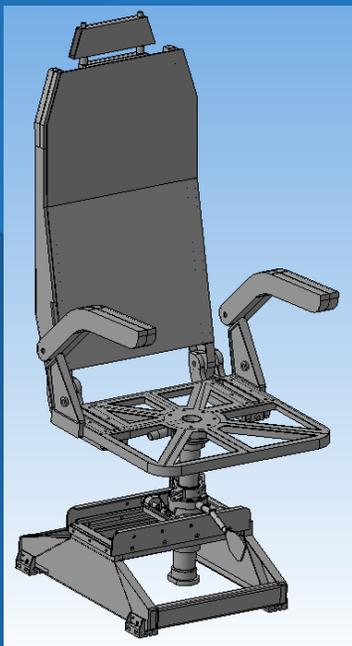
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ
ТРАНСПОРТ



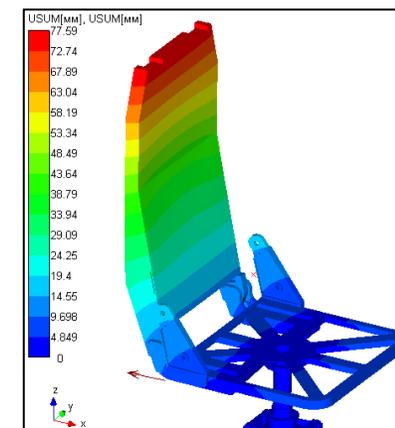
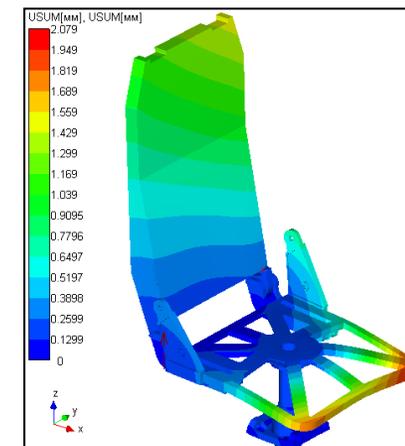
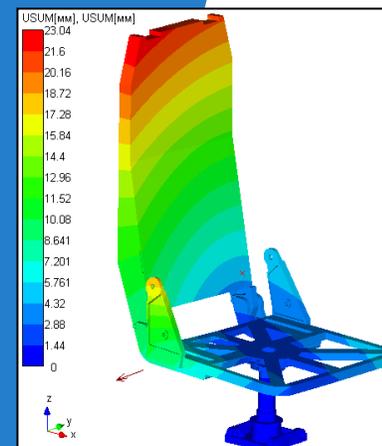
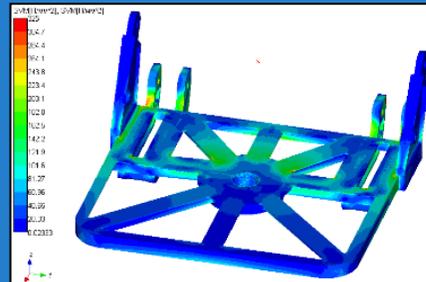
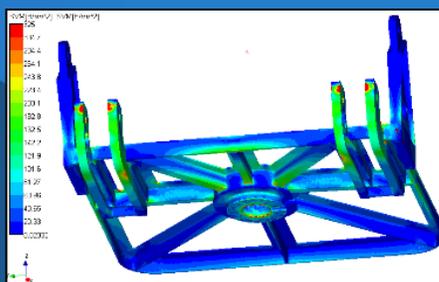
СТАНКОСТРОЕНИЕ

Примеры проектов

Кресло оператора

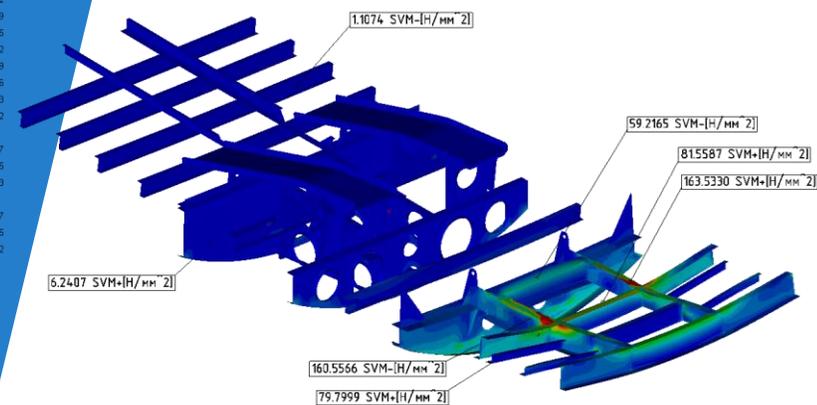
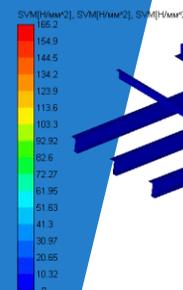
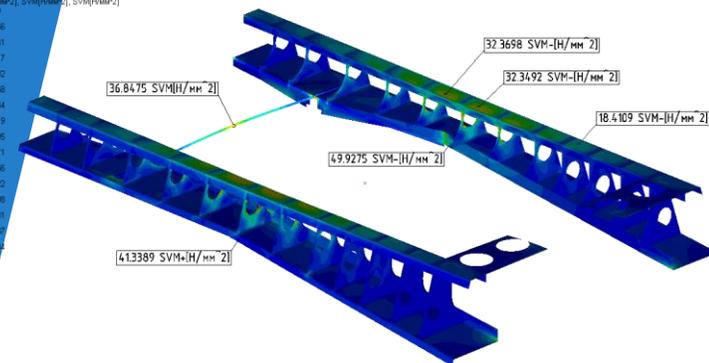
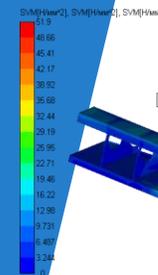
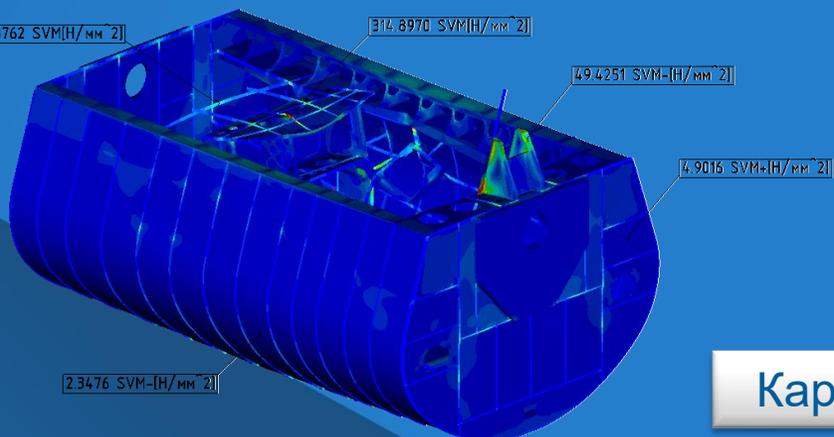
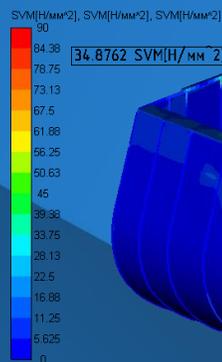
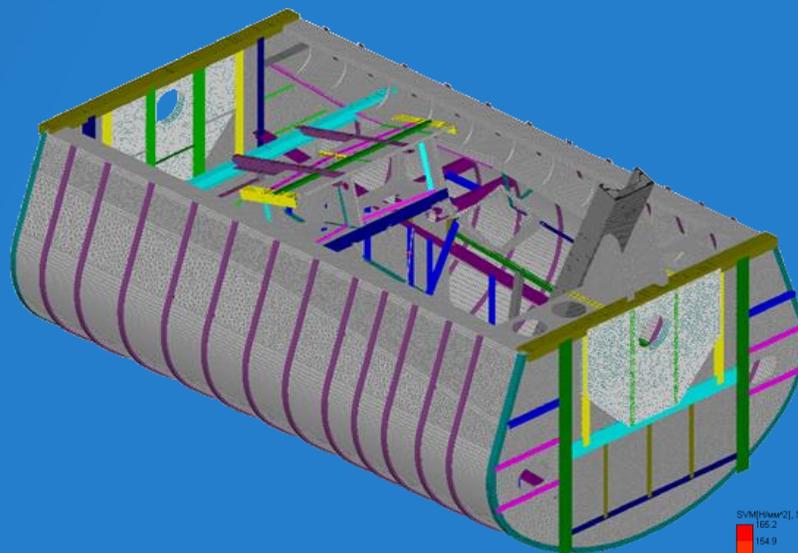
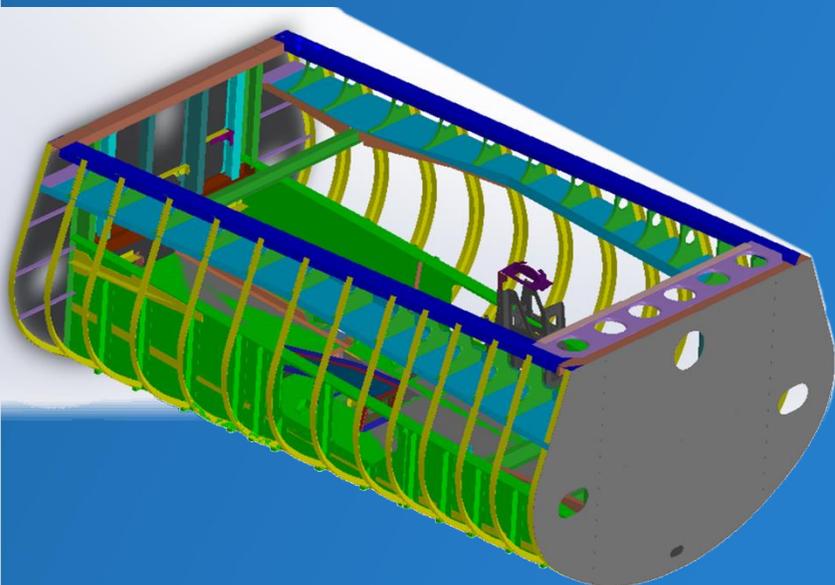


Карты распределения эквивалентных напряжений в элементах кресла



Карты суммарных перемещений конструкции кресла для различных комбинаций нагрузок

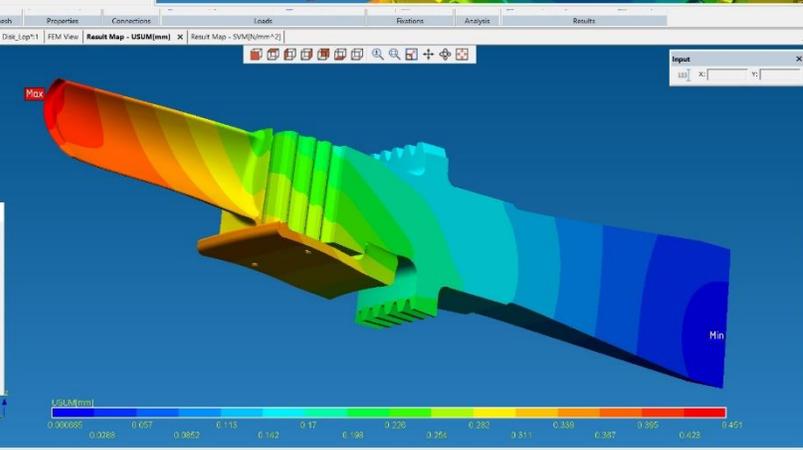
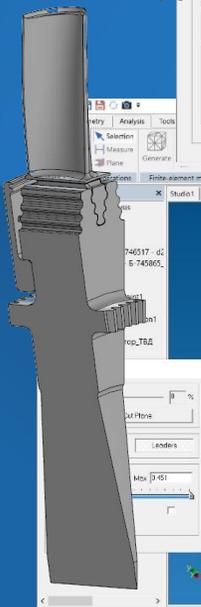
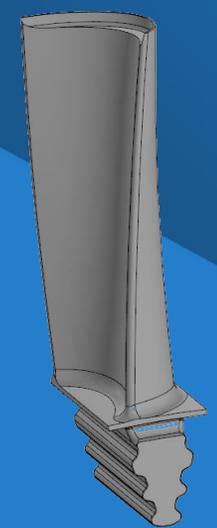
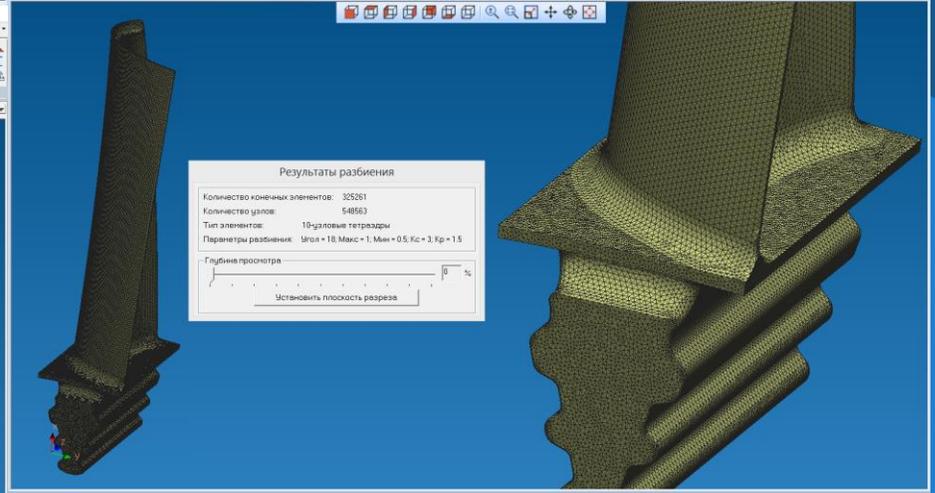
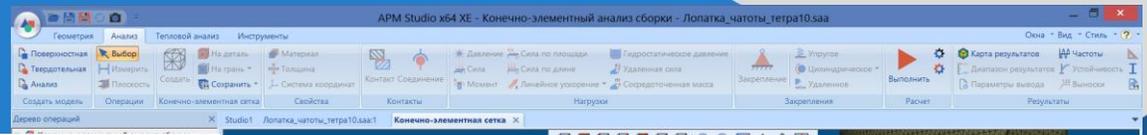
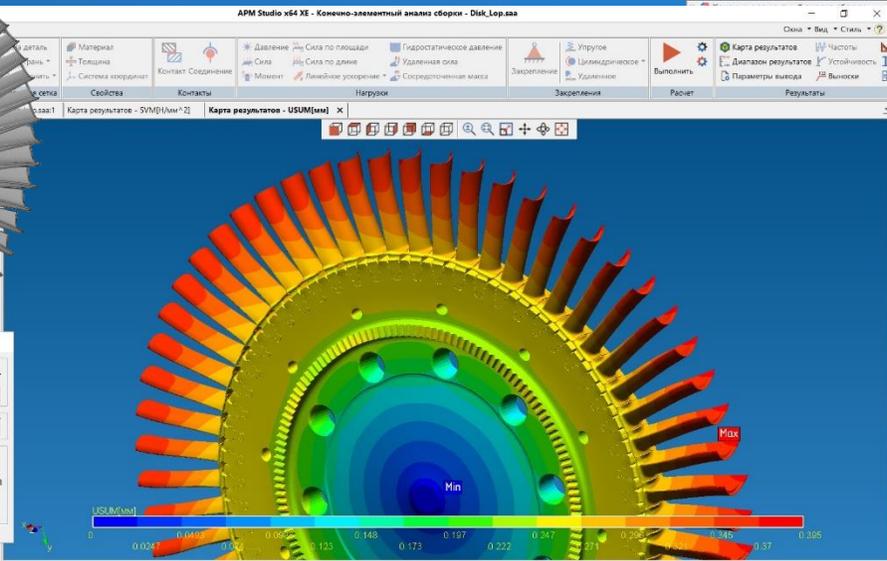
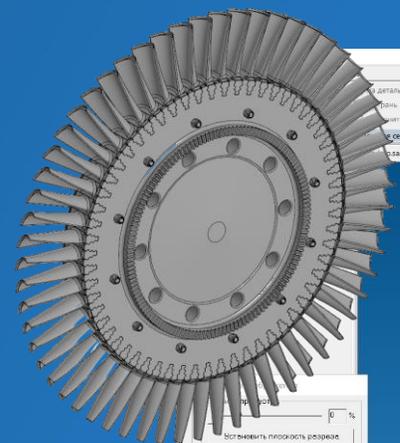
Примеры проектов Макет кабины ЛА



Карты напряжений в конструкции кабины и ее элементов

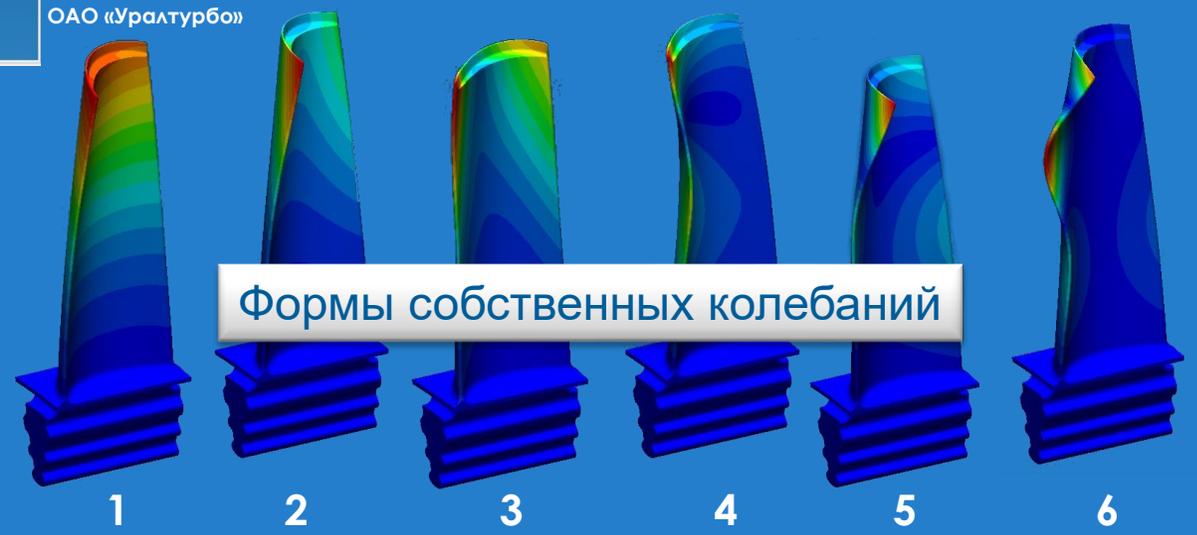
Примеры проектов

Колесо турбины

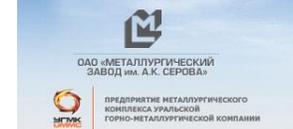
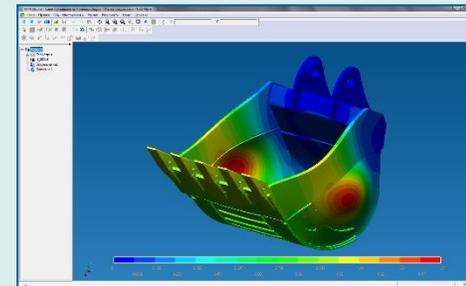
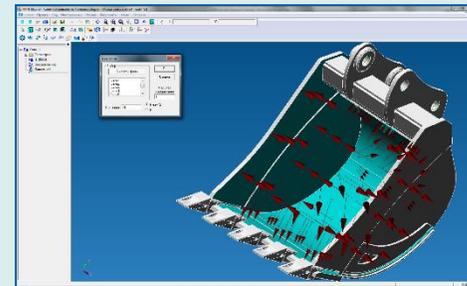
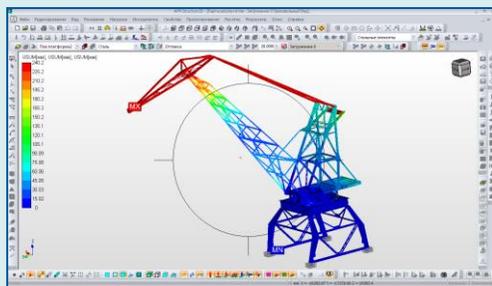
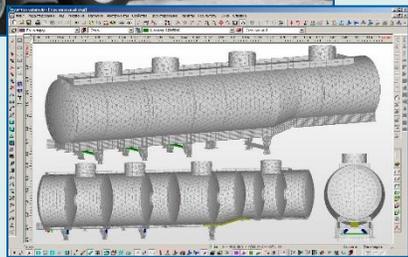
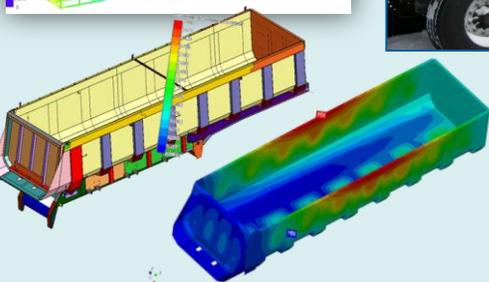
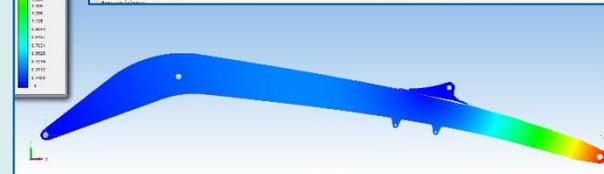
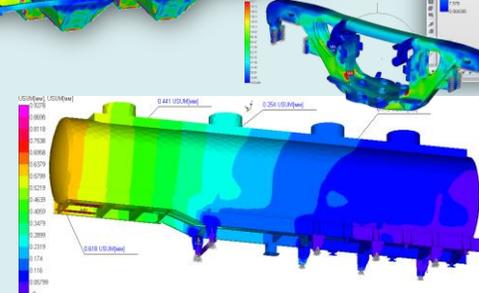
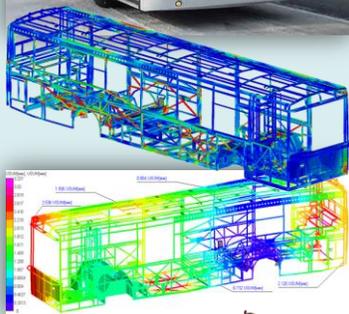
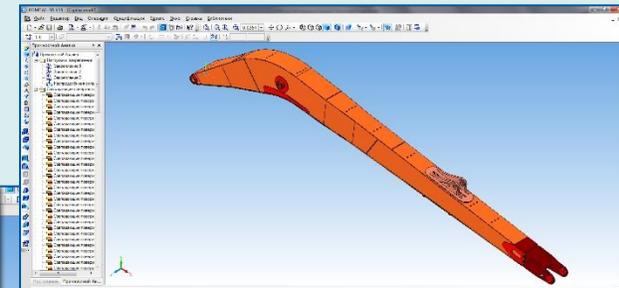
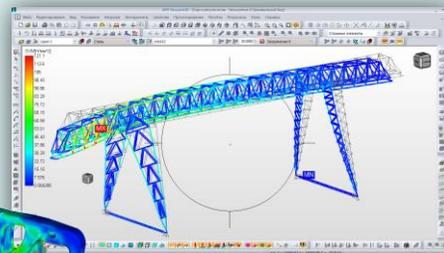
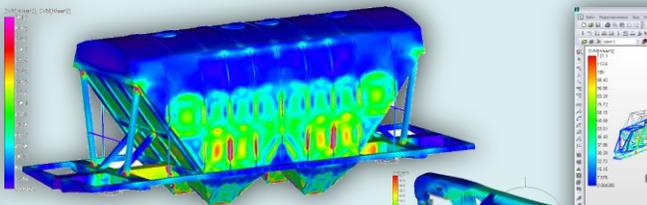


ОАО «Уралтурбо»

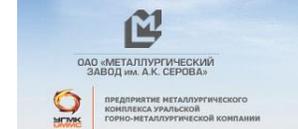
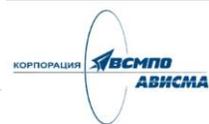
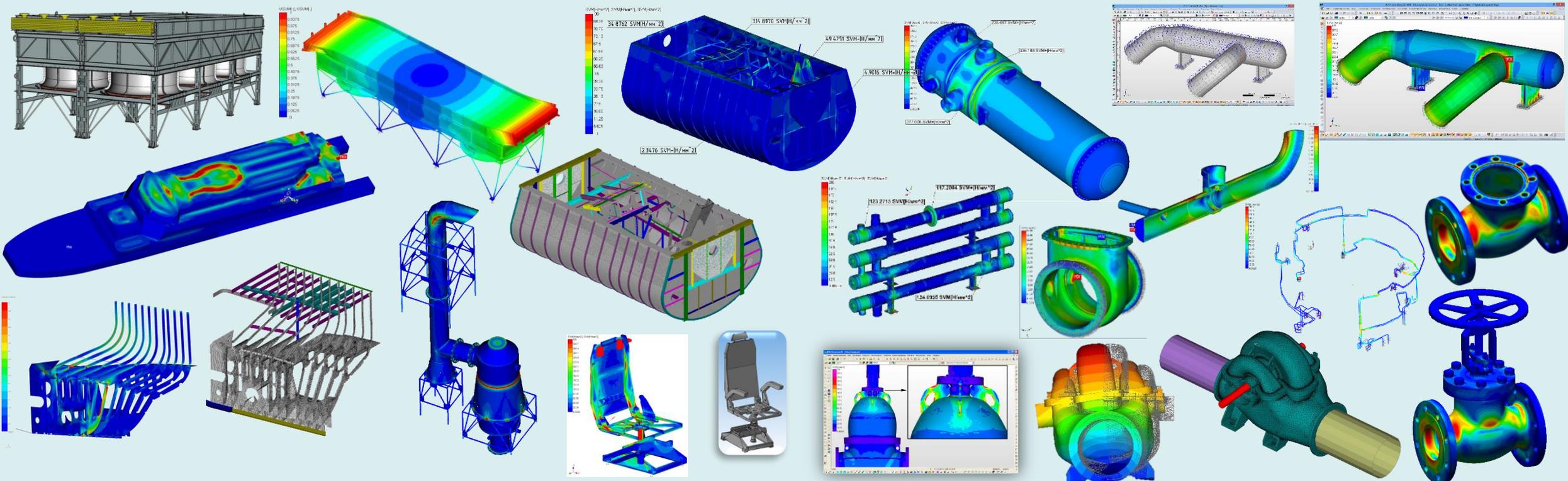
Формы собственных колебаний



ПРОВЕРЕНО АРМ РАБОТАЕТ!



ПРОВЕРЕНО АРМ РАБОТАЕТ!



ОБУЧЕНИЕ



Обучение проводится в двух форматах:

- **ОНЛАЙН;**
- **ОФФЛАЙН.**

Курсы обучения есть по каждому продукту линейки, представлены различные курсы:

- **БАЗОВЫЙ;**
- **СПЕЦИАЛЬНЫЙ;**
- **ПРОФИЛЬНЫЙ;**
- **ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ.**



В ОБЩЕЙ ГРУППЕ

Обучение специалистов
предприятия в учебном
центре в г. Королев



В ГРУППЕ ЗАКАЗЧИКА

Обучение группы
специалистов,
сформированной
заказчиком



ИНДИВИДУАЛЬНОЕ

Обучение группы
специалистов по
индивидуальной
программе



ПРОФИЛЬНОЕ

Обучение
специалистов
в области атомной
энергетики



BASIC

Базовая техническая поддержка (бесплатная)



WARRANTY

Гарантийная техническая поддержка (бесплатная)



LIGHT

Дополнительная техническая поддержка (платная)



ADVANCED

Расширенная техническая поддержка (платная)

Полное техническое сопровождение поставляемого программного обеспечения.

ИТЦ «АПМ» всегда помогает своим пользователям!

Служба технической поддержки обеспечивает максимальную эффективность при применении программного обеспечения, поддерживает постоянную работоспособность всего комплекса программных продуктов линейки АРМ.

Будем рады сотрудничеству!



Научно-технический центр «АПМ»

Московская область, г. Королев,
Октябрьский бульвар, д. 14, офис 6

Тел.: (495) 120-58-10

Internet: www.apm.ru

E-mail: com@apm.ru



Консорциум разработчиков
инженерного программного обеспечения