

14 апреля 2026, Москва

РАЗВИТИЕ

ПРОЧНОСТЬ '26

Ключевые возможности
и новинки программных
продуктов НТЦ «АПМ»

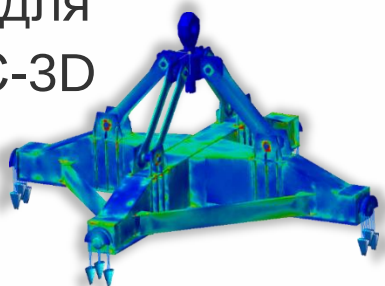
Сергей Розинский
Директор по развитию НТЦ «АПМ»





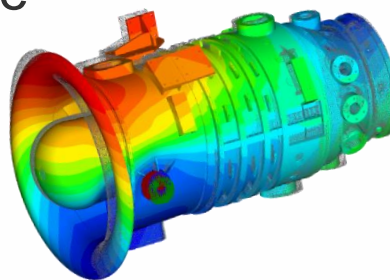
APM FEM

Система прочностного анализа для КОМПАС-3D



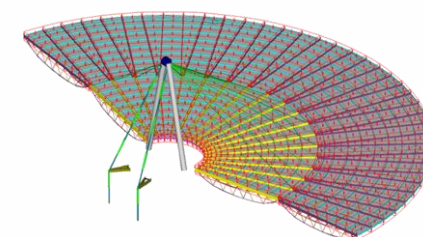
APM WinMachine

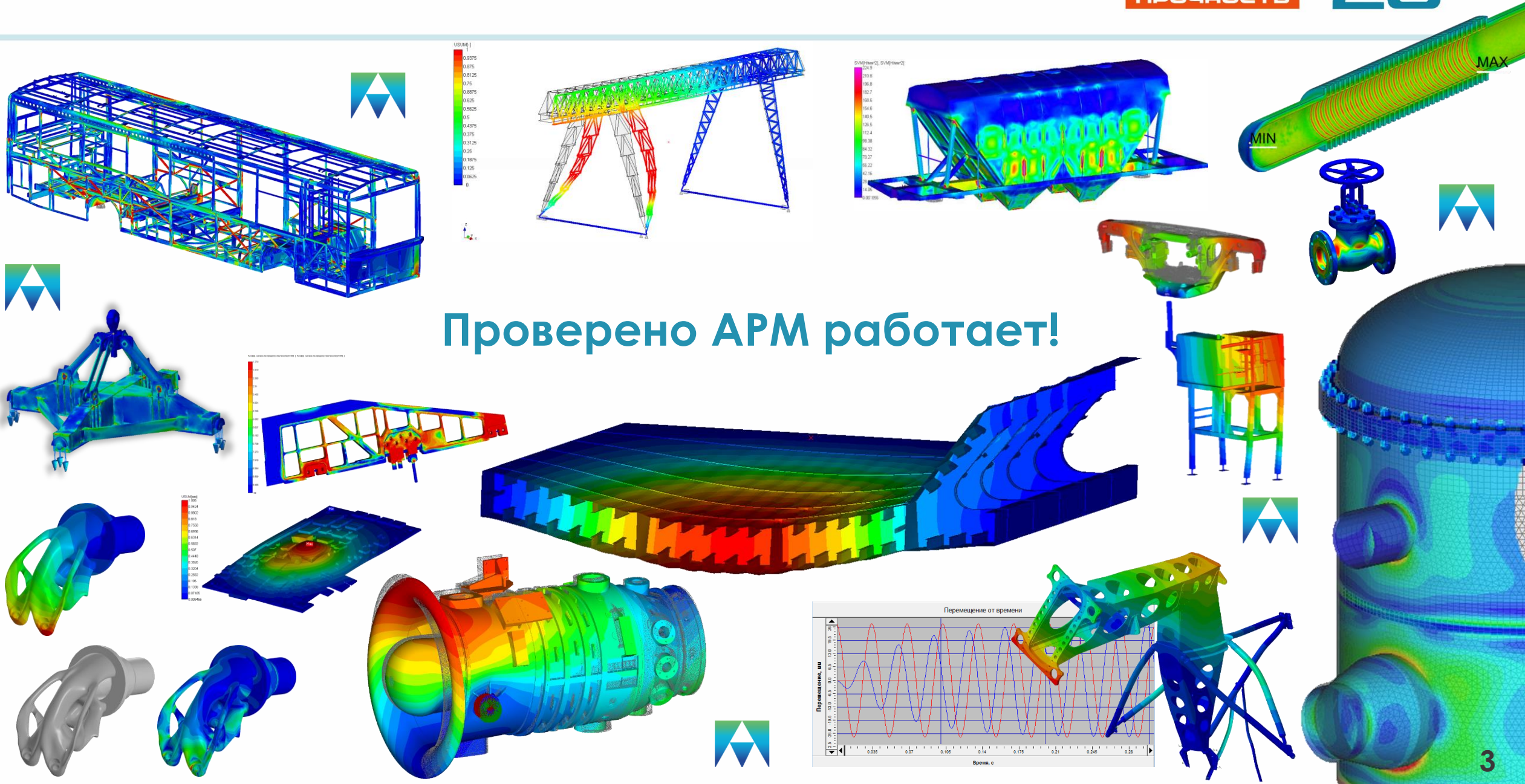
Прочностной расчет и проектирование конструкций, деталей машин и механизмов



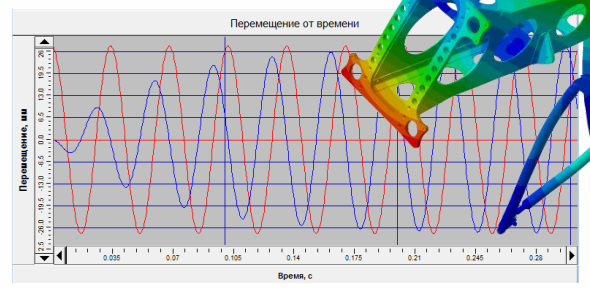
APM Civil Engineering

Расчет и проектирование конструкций для промышленного и гражданского строительства





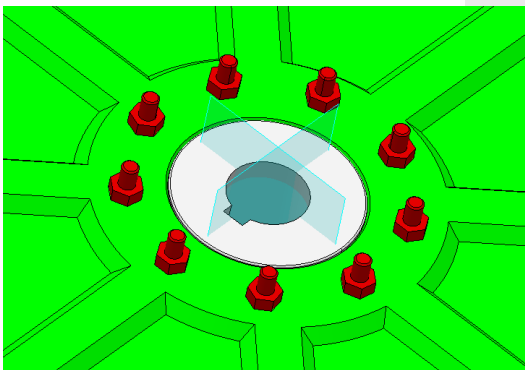
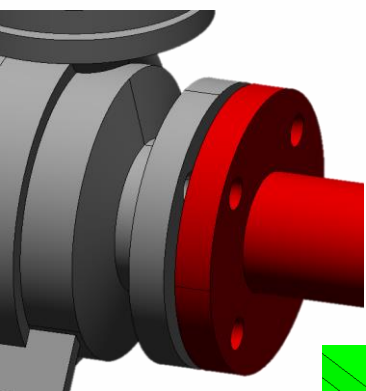
Проверено АРМ работает!



Инструменты для подготовки геометрии расчетной модели

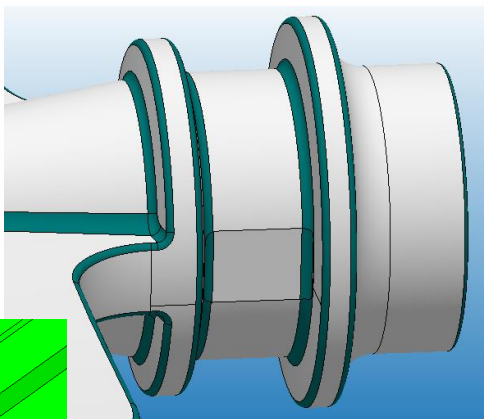
Дополнительные построения

Дорисовка необходимых для расчета элементов



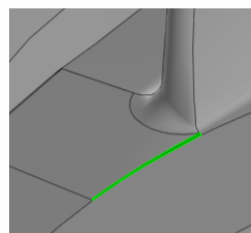
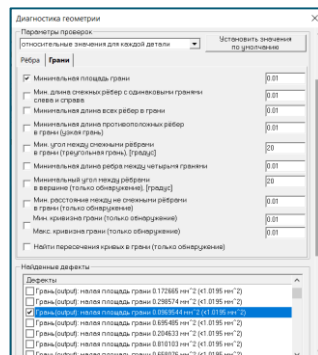
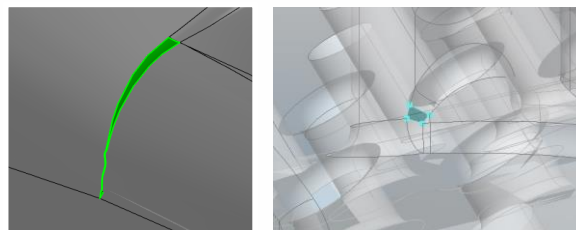
Упрощение модели

Исключение крепежа, удаление фасок, скруглений, отверстий



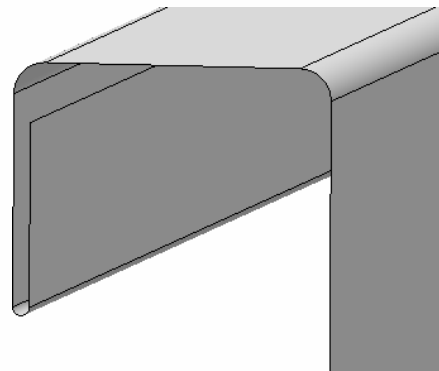
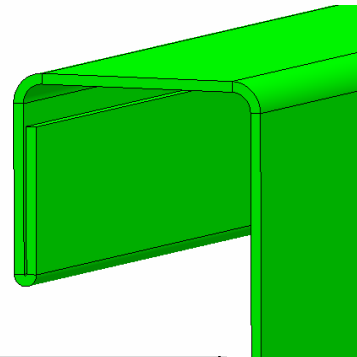
Исправление геометрии

Вырожденные ребра, грани или ребра с самопересечением



Преобразование геометрии

Из твердотельной в поверхностную, в точечную массу, в балки (в разработке)

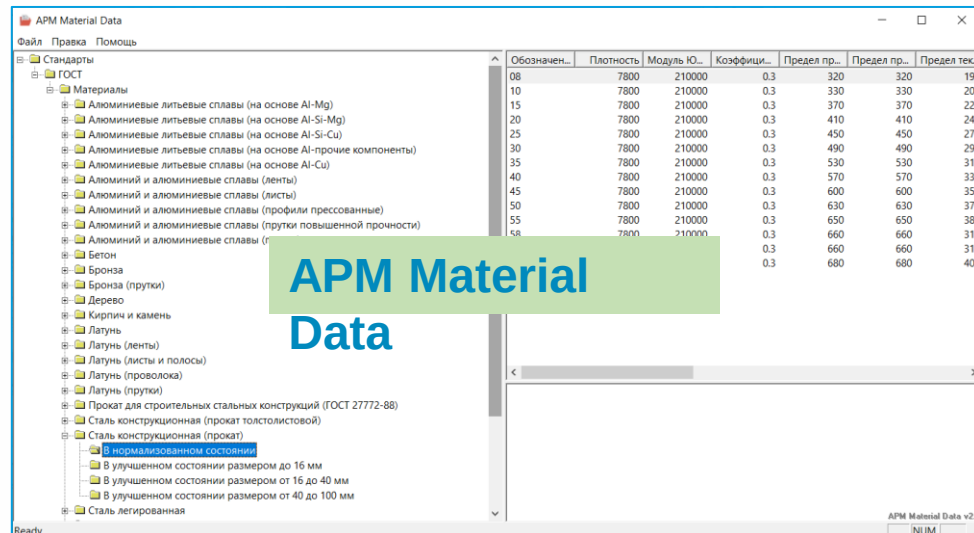


Что мы предлагаем уже сейчас

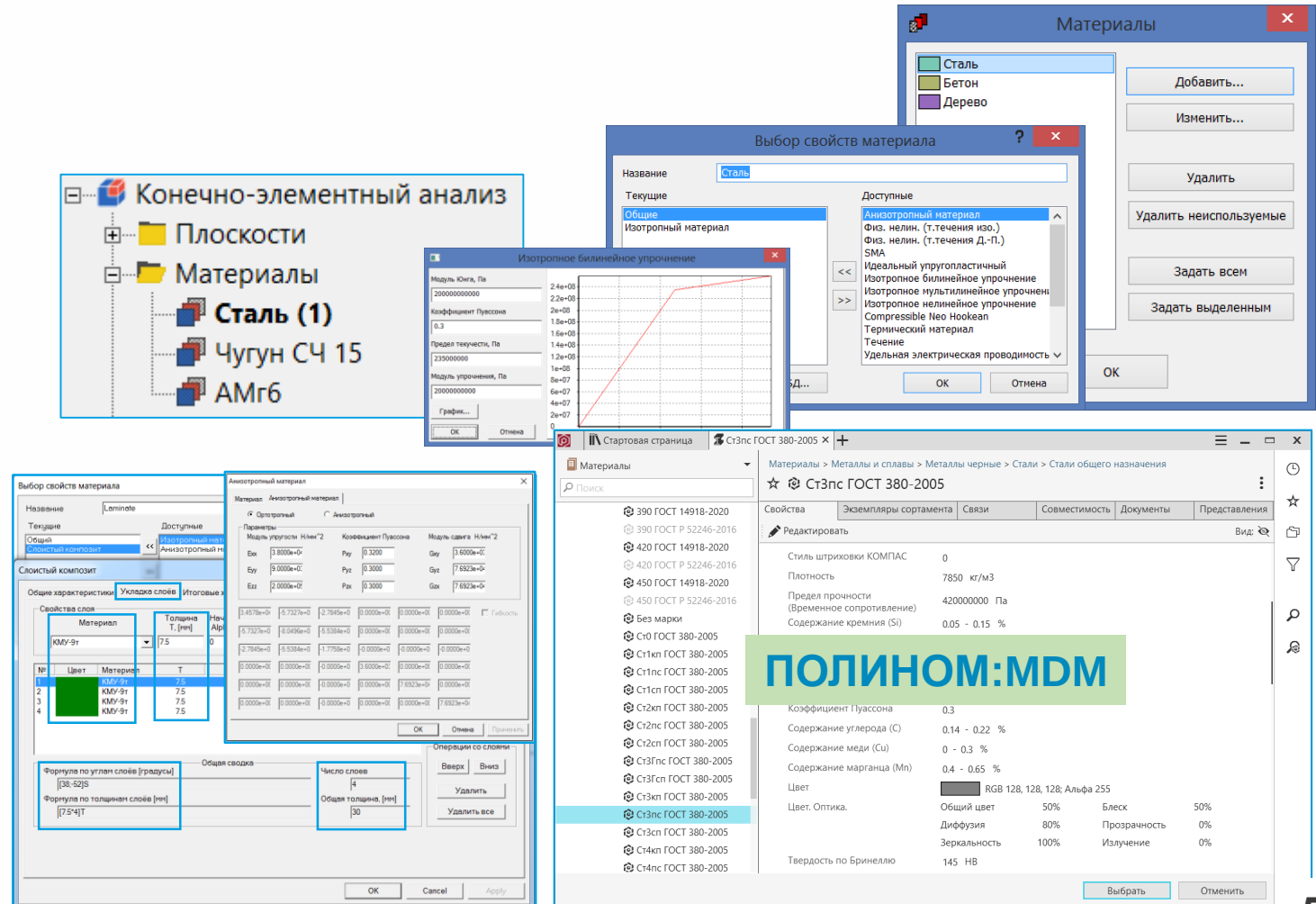
Задание свойств материалов в расчетной модели

Модели материалов

- Линейно-упругие, в том числе композиты (ламинаты)
- Упруго-пластичные
- Гиперупругие (сжимаемый нео-Гука)



APM Material
Data



ПОЛИНОМ:MDM

Инструменты для генерации КЭ-сеток

Свойства	
Свойство	Значение
[-] Тип элементов	
Твердотельные	8-узловые
[-] Параметры	
Значения	относительные
Минимальная длина ребра элемента [мм]	0.1570796327
Макс. коэф. разрежения на поверхности	1.5
Коэф. разрежения в объеме	1.5
Относительные шаги по размерам всей сборки	☐
Относительный средний шаг поверхностной сетки в ...	0.04
Относительный минимальный шаг поверхностной се...	0.2
Относительный максимальный шаг [объемный] в дол...	3
[-] Стратегия разбиения	
Тип сетки	Адаптивная
Угловой шаг [град]	18
Точность	
Игнорировать угловой шаг на малых гранях	☒
Оптимизация	☐
[-] Объединить	
Объединять геометрически близкие элементы моде...	☐
Размер допуска на слияние [мм]	0.05
[-] Расширенные	
[-] Полнота обработки сегментов границ	
Четность числа отрезков на границе	☐
Пропорциональность числа отрезков длинам дуг	☒
Отклонение [%] от точной пропорциональности	6
Распознавание вращательных структур	☒
Распознавание полигональных структур	☐
Тайм-аут [сек] при обработке границ	100
Нижний предел дробления границ	2
Верхний предел дробления границ	6

Применяемые типы элементов

Стержневые

(произвольных поперечных сечений,
типы - балка, ферма, канат)

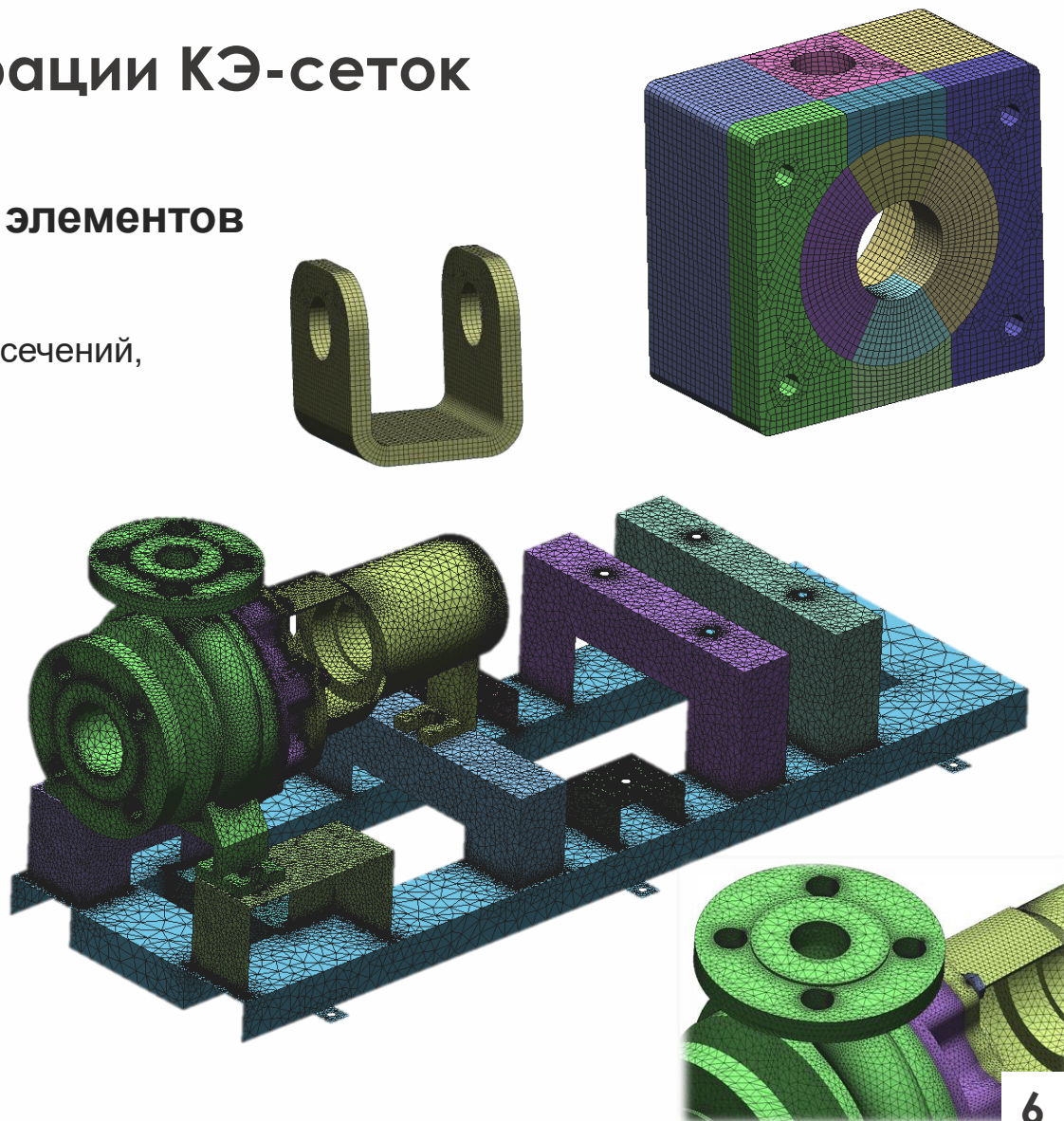
Пластинчатые (оболочки)

(3-х и 4-х узловые)

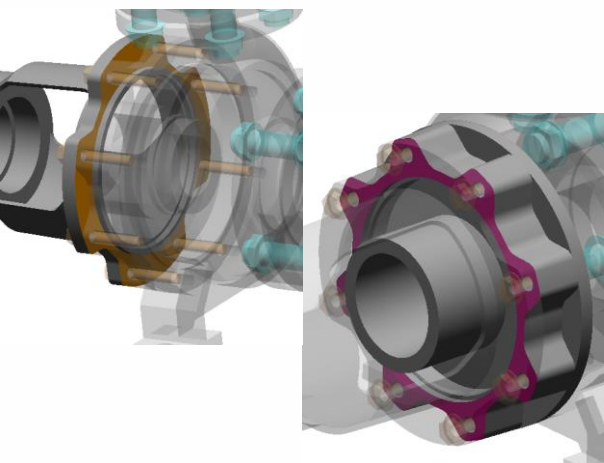
Твердотельные

(4, 5, 6, и 8-ми узловые
и 10, 13, 15 и 20-ти узловые)

Специальные элементы
(PIPE, RBE, упругие связи,
упругие опоры,
контактные элементы,
сосредоточенные массы
и моменты инерции)



Инструменты для задания начальных и граничных условий

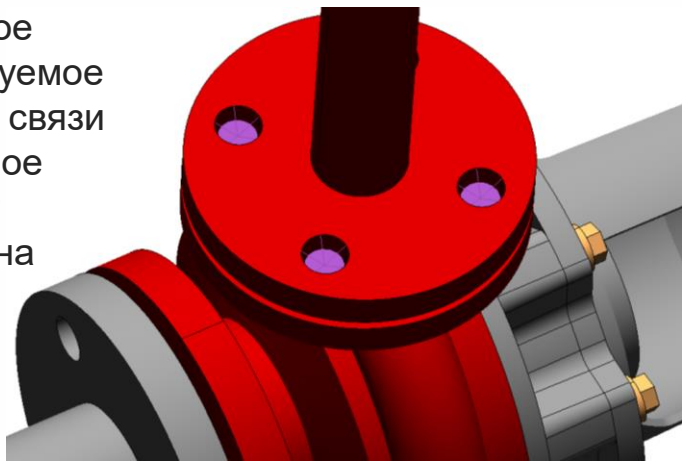


Контакты

- Жесткий
- Скользящий (с трением и без)
- Неразделяемый
- Совпадающая сетка
- Склейка

Соединения

- Жесткое
- Деформируемое
- Уравнение связи
 - Балочное
 - Болт
 - Пружина



Нагрузки

Давление
постоянное

Давление
гидростатическое

Силы/моменты

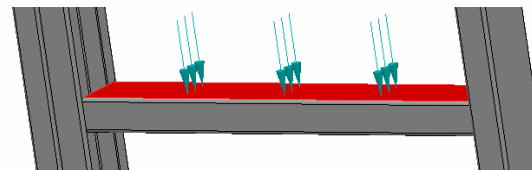
Преднатяг болтов,
посадка с натягом

Удаленная сила

Сосредоточенная
масса

Линейное, угловое
ускорение

Кинематика



Температура

Ветровые нагрузки
и пульсации ветра

Снеговые нагрузки

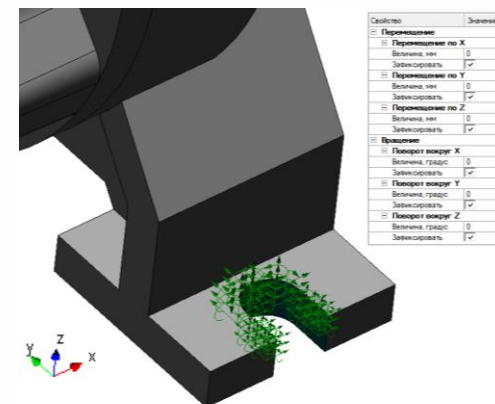
Сейсмические
нагрузки (по СП
и спектры ответа)

Случайная
усталостная нагрузка

Спектральная
плотность мощности
кинематического
ускорения

Закрепления

- Жесткое
- Шарнирное
- Цилиндрическое
 - По нормали
 - Удаленное
 - Упругое

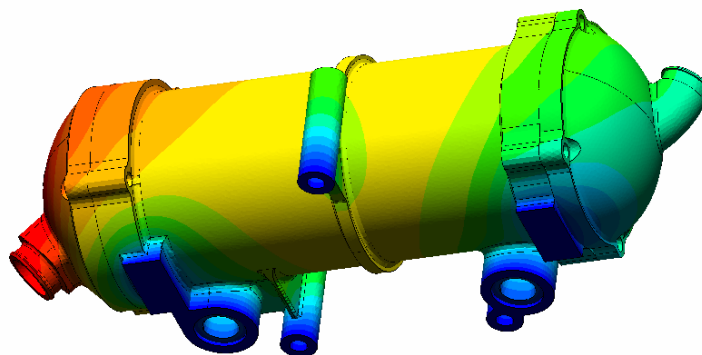


Свойство	Значение
Перемещения	
Перемещение по X	
Величина, мм	0
Закрепить	☒
Перемещение по Y	
Величина, мм	0
Закрепить	☒
Перемещение по Z	
Величина, мм	0
Закрепить	☒
Вращения	
Поворот вокруг X	
Величина, град	0
Закрепить	☒
Поворот вокруг Y	
Величина, град	0
Закрепить	☒
Поворот вокруг Z	
Величина, град	0
Закрепить	☒

Проведение необходимого типа расчета

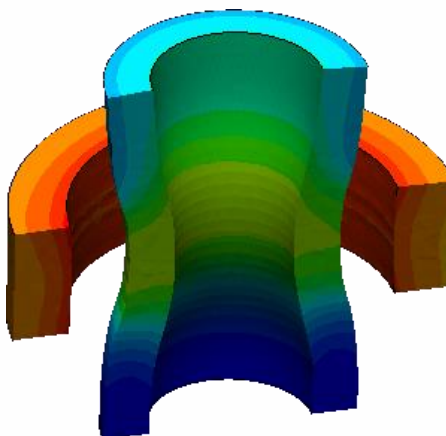
Статический анализ

- Расчет НДС в линейной и нелинейной постановке
- Расчет устойчивости
- Стационарная теплопроводность



Динамический анализ

- Расчет собственных частот (модальный анализ)
- Нелинейный динамический анализ (анализ переходных процессов)
- Гармонический анализ
- Нестационарная теплопроводность



Специализированные расчеты

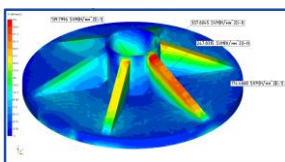
- Усталостный расчет (выносливость)
- Сейсмостойкость конструкций
- Расчет воздействия ШСВ
- Топологическая оптимизация
- Параметрическая оптимизация (в интеграции с продуктами IOSO)
- Расчет FSI (fluid-structure interaction)
- Расчеты по отраслевым нормам

Что мы предлагаем уже сейчас

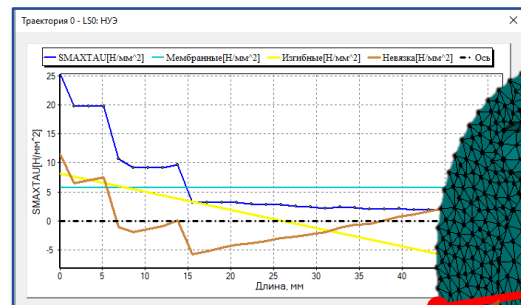
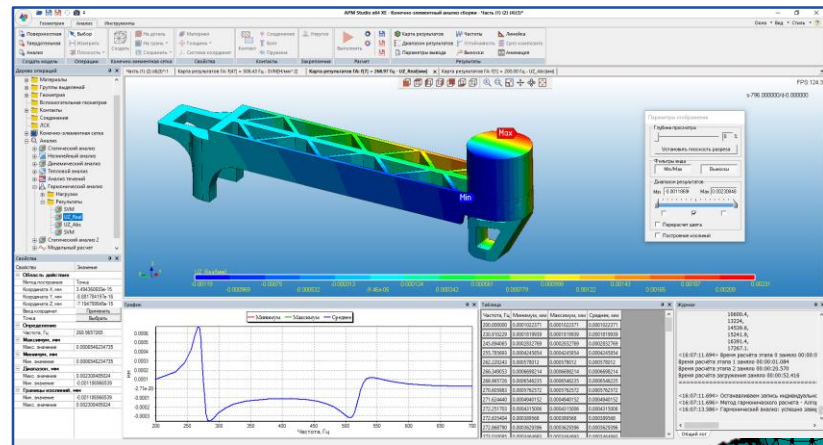
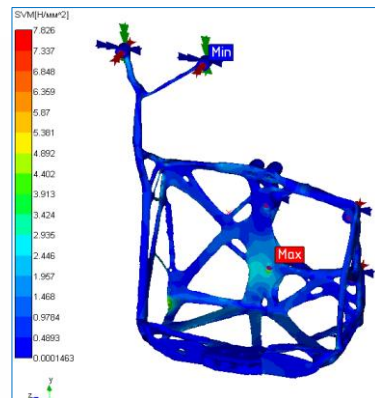
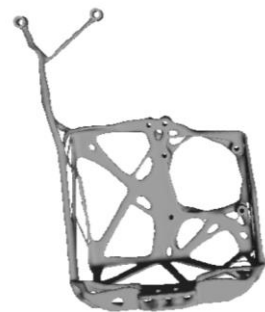
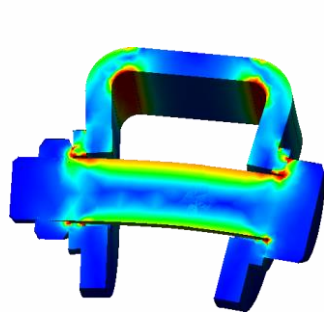
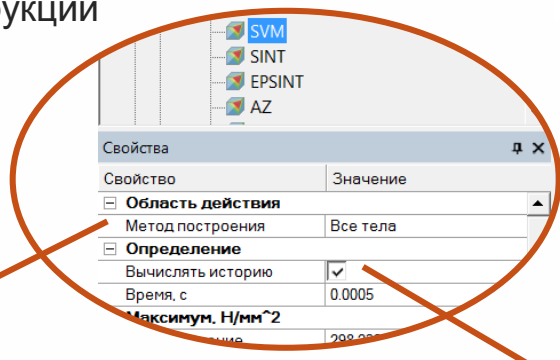
Разнообразные форматы вывода результатов расчета

Возможности карт результатов:

- Отобразить/скрыть элементы
- Результаты в разрезе/сечении
- Результаты на деформированной/ недеформированной конструкции
- Усреднение значений
- Установка «Выносок»

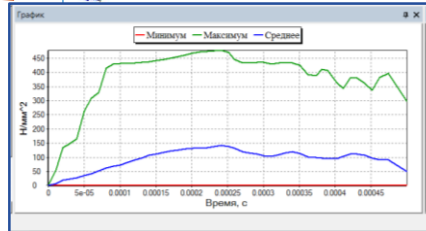
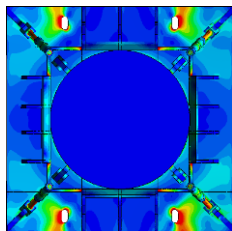
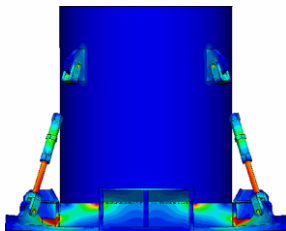


КЭ или узле)
Все тела
Точка
Путь



+ Сохранение данных:

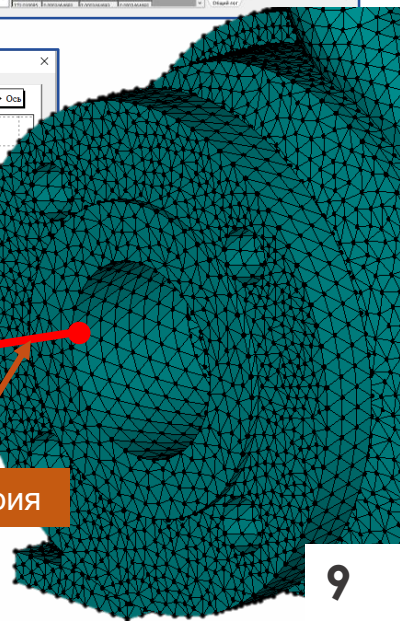
- в текстовые форматы
- в файлы jpg, bmp, png, avi



Время, с	Минимум, Н/мм ²	Максимум, Н/мм ²	Среднее
0.000000	0	0	0
0.000111	0.006110832	55.29248	7.954749
0.000220	0.0555197	134.5819	19.92072
0.000330	0.0890827	147.8918	24.38968
0.000440	0.02434769	164.1305	26.85664
0.000550	0.1455304	263.2485	36.77479
0.000660	0.03923292	309.1655	42.86231
0.000770	0.1130634	328.0635	51.75572
0.000881	0.1921185	414.9975	62.31572

Минимум и максимальные значения:
СМАХТАУ[Н/мм²]: min = 1.834, max = 25.35
Мембрана[Н/мм²]: 5.735
Изгибы[Н/мм²]: 8.171
Нормаль[Н/мм²]: min = -5.792, max = 11.45

Траектория



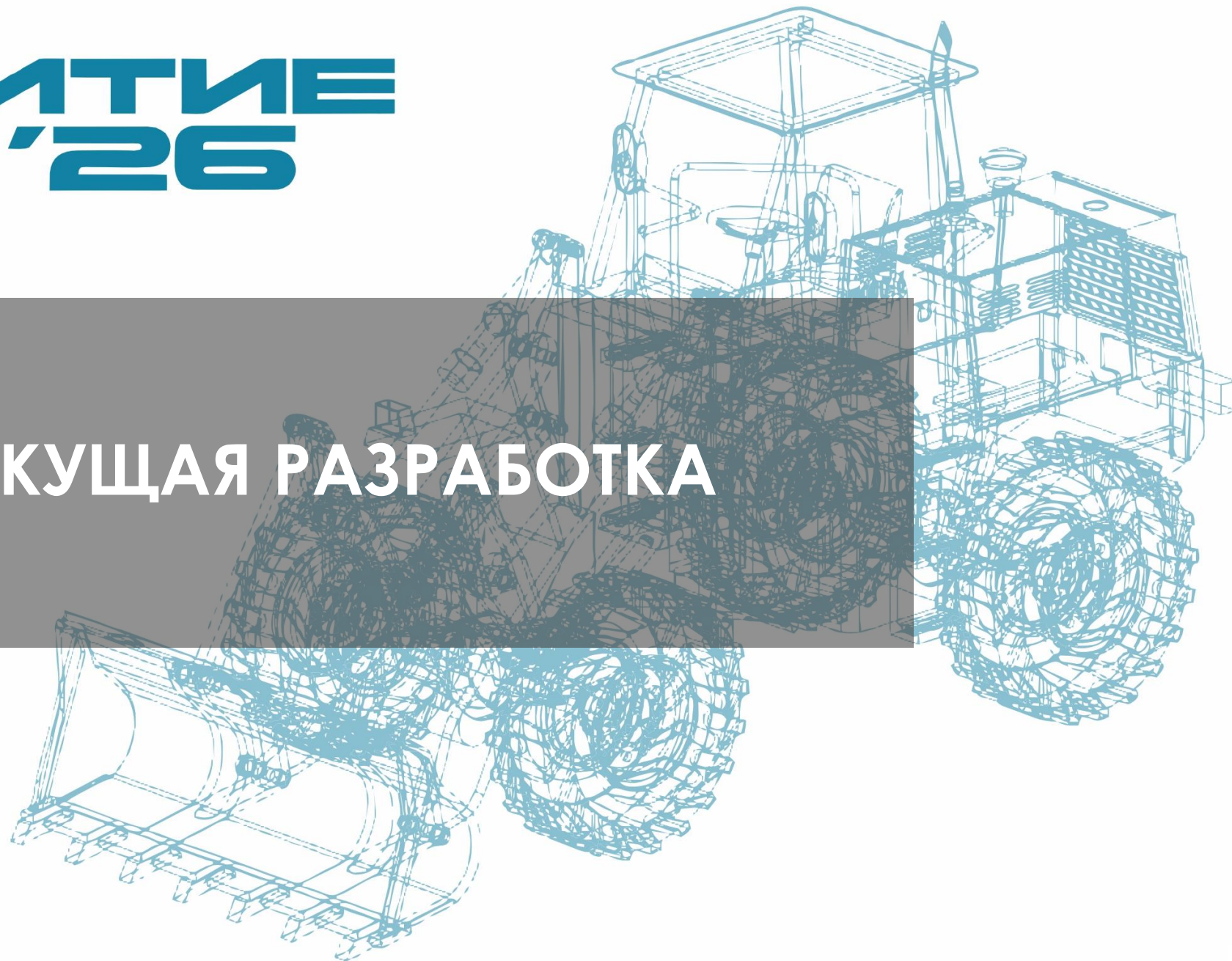


РАЗВИТИЕ

ПРОЧНОСТЬ

'26

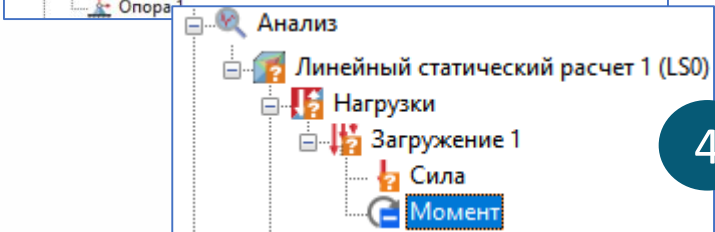
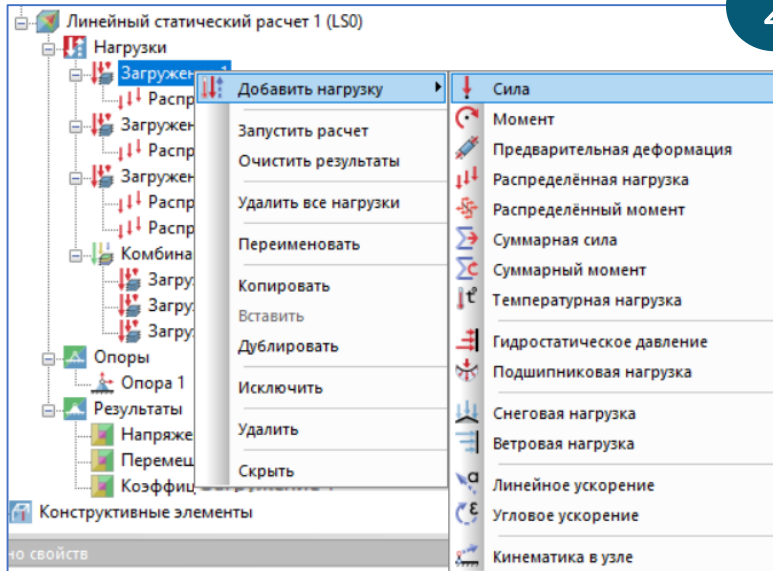
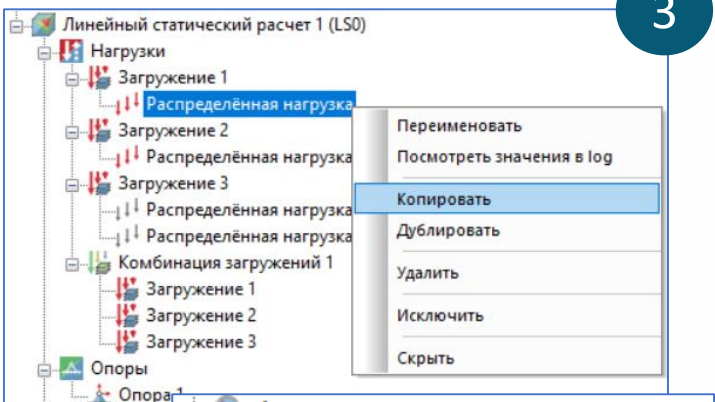
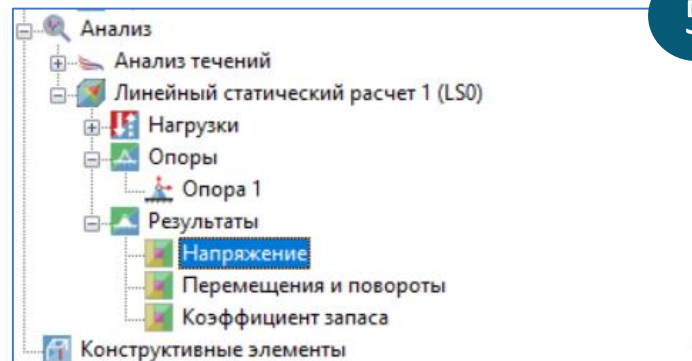
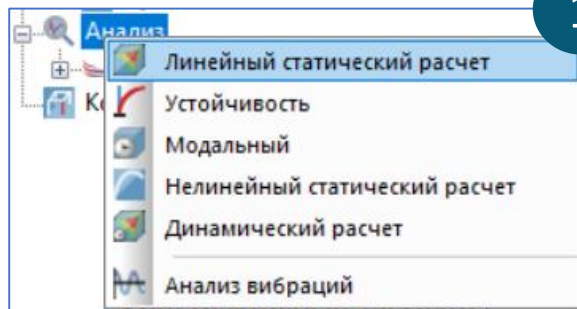
ТЕКУЩАЯ РАЗРАБОТКА



Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Развитие работы с деревом проекта в APM Structure3D

1. Размещение в дереве основных типов расчетов
2. Добавление граничных условий (ГУ) через дерево
3. Мультиселект и копирование ГУ и расчетов
4. Визуализация «статуса» для разделов дерева
5. Раздел «Результаты» в ветке каждого расчета



Свойство	Значение
Общие	
Название	Напряжение
Нагрузки	Загружение 1
Выбор объектов	
Способ выбора	Все
Видимые элементы	Стержни, Оболочки, Объемные ...
Количество	1150
Параметры	
Вид результатов	Эквивалентные
Теория прочности	Губера-Мизеса-Генки
Дополнительные параметры	
Масштабный коэффициент	По-умолчанию
Построение карты	Изообласти
Усреднение по узлам	Да
Количество изоуровней	16
Нижние значения белым	Нет
Шкала в виде гистограммы	Нет

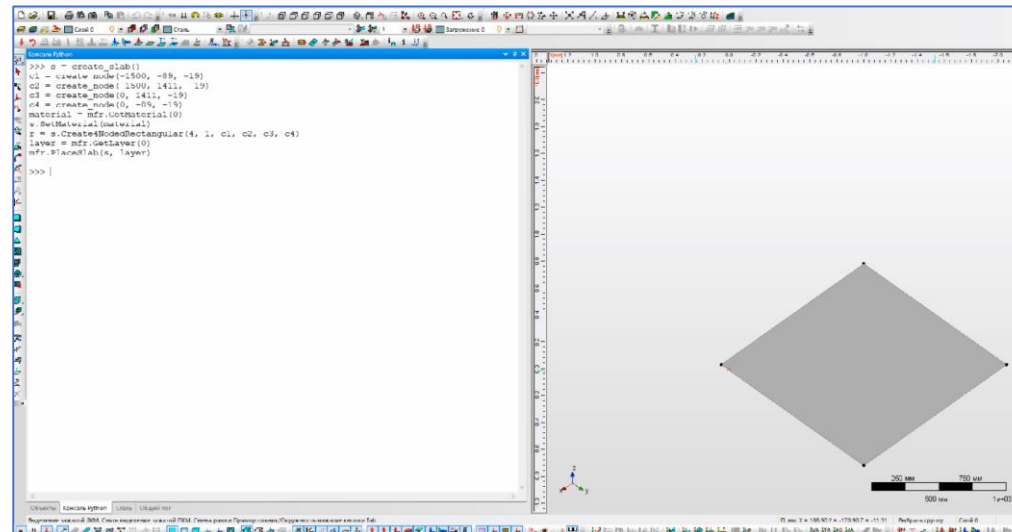
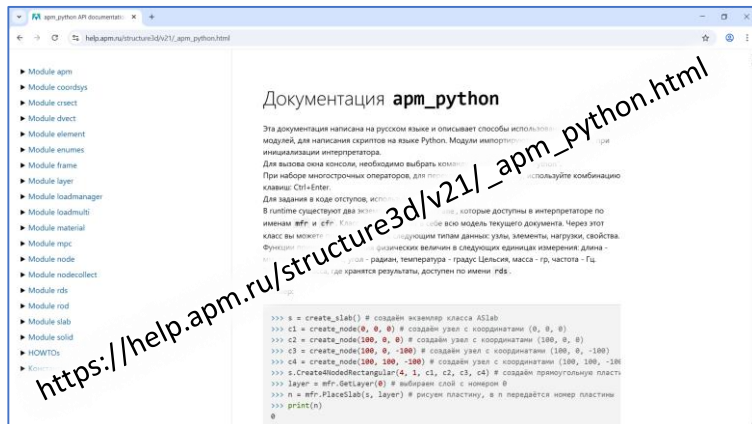
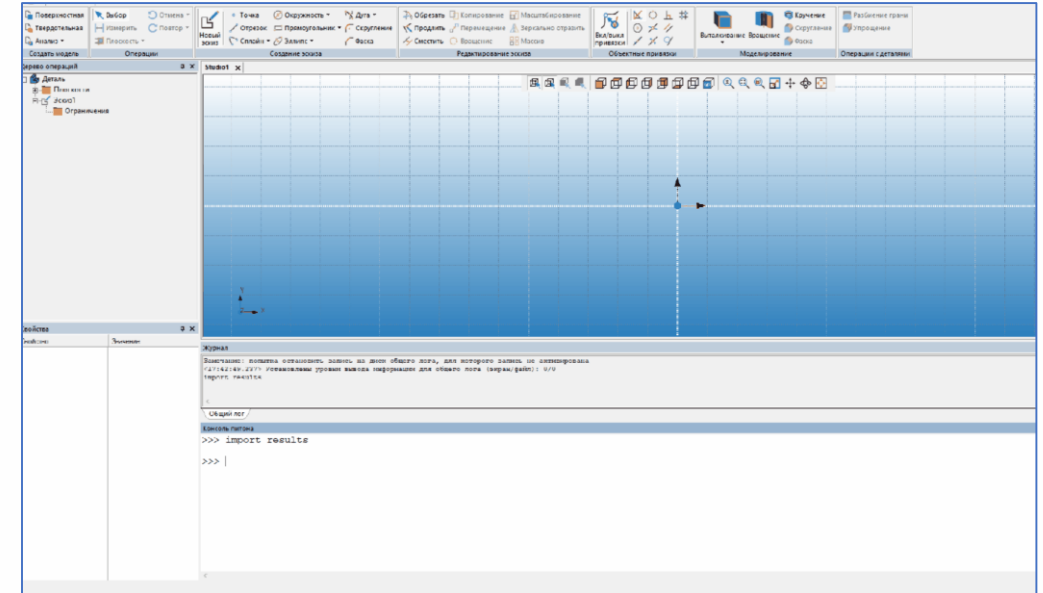
Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

РАЗВИТИЕ
ПРОЧНОСТЬ '26



Развитие возможностей применения в APM Studio и APM Structure3D

- Построение расчетной модели
- Наложение граничных условий
- Генерация КЭ-сеток
- Запуск расчета
- Вывод и обработка результатов



```
# создаём пластину и узлы
s = create_slab()
c1 = create_node(-1500, -89, -19)
c2 = create_node(-1500, 1411, -19)
c3 = create_node(0, 1411, -19)
c4 = create_node(0, -89, -19)
```

```
# задаём материал пластине
material = mfr.GetMaterial(0)
s.SetMaterial(material)
```

```
# рисуем пластину с вершинами в узлах, в слое с номером 0
r = s.Create4NodedRectangular(4, 1, c1, c2, c3, c4)
layer = mfr.GetLayer(0)
mfr.PlaceSlab(s, layer)
```

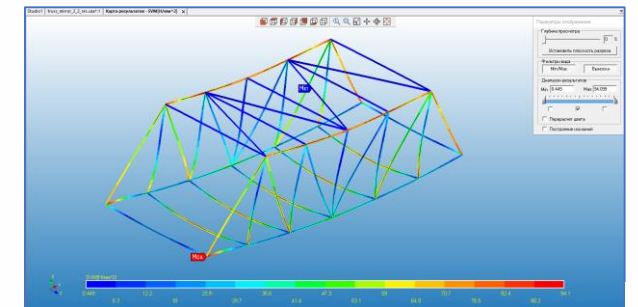
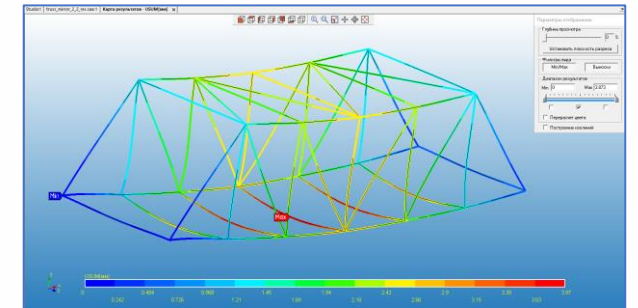
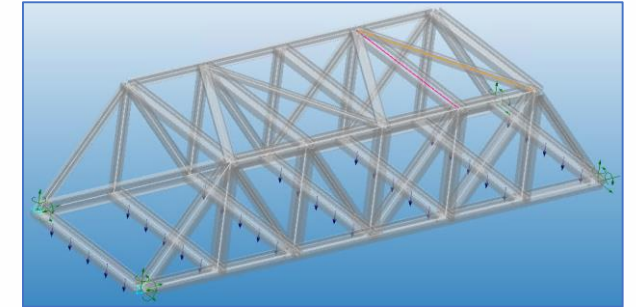
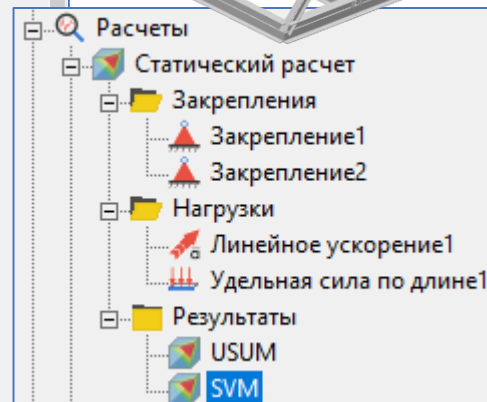
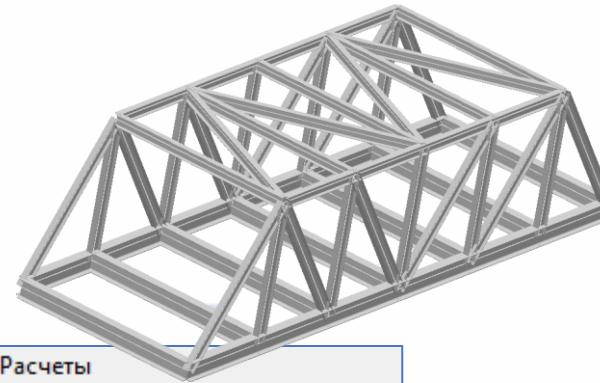
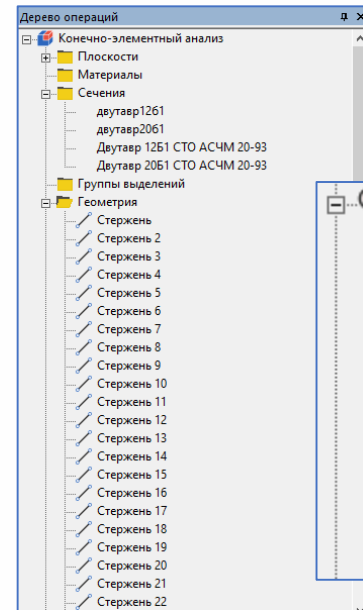
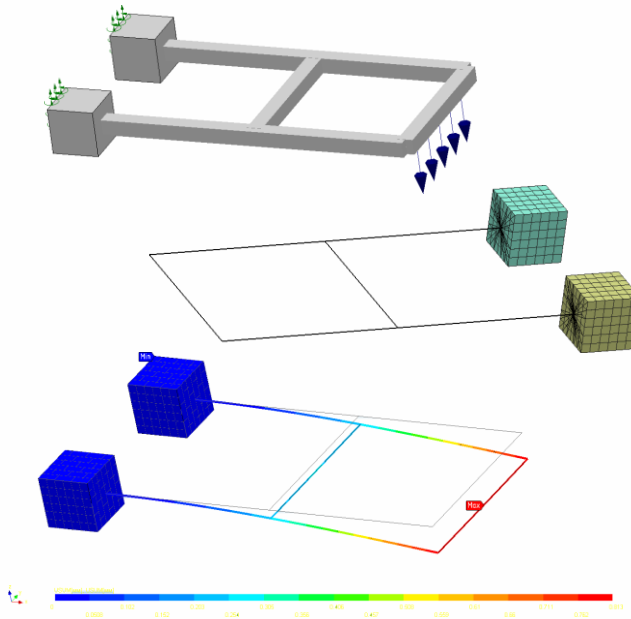
```
# выбираем пластину и разбиваем её на 10 000 пластин
mfr.SelectSlab(0)
c = CPlatesSplit(100, 100, 0, True, True, 0)
split_plates(c)
```

```
# Пробуем в циклах, для задания закреплений в
for id in range(204, 10002, 101):
```

Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Построение расчетной модели из стержневых КЭ в APM Studio

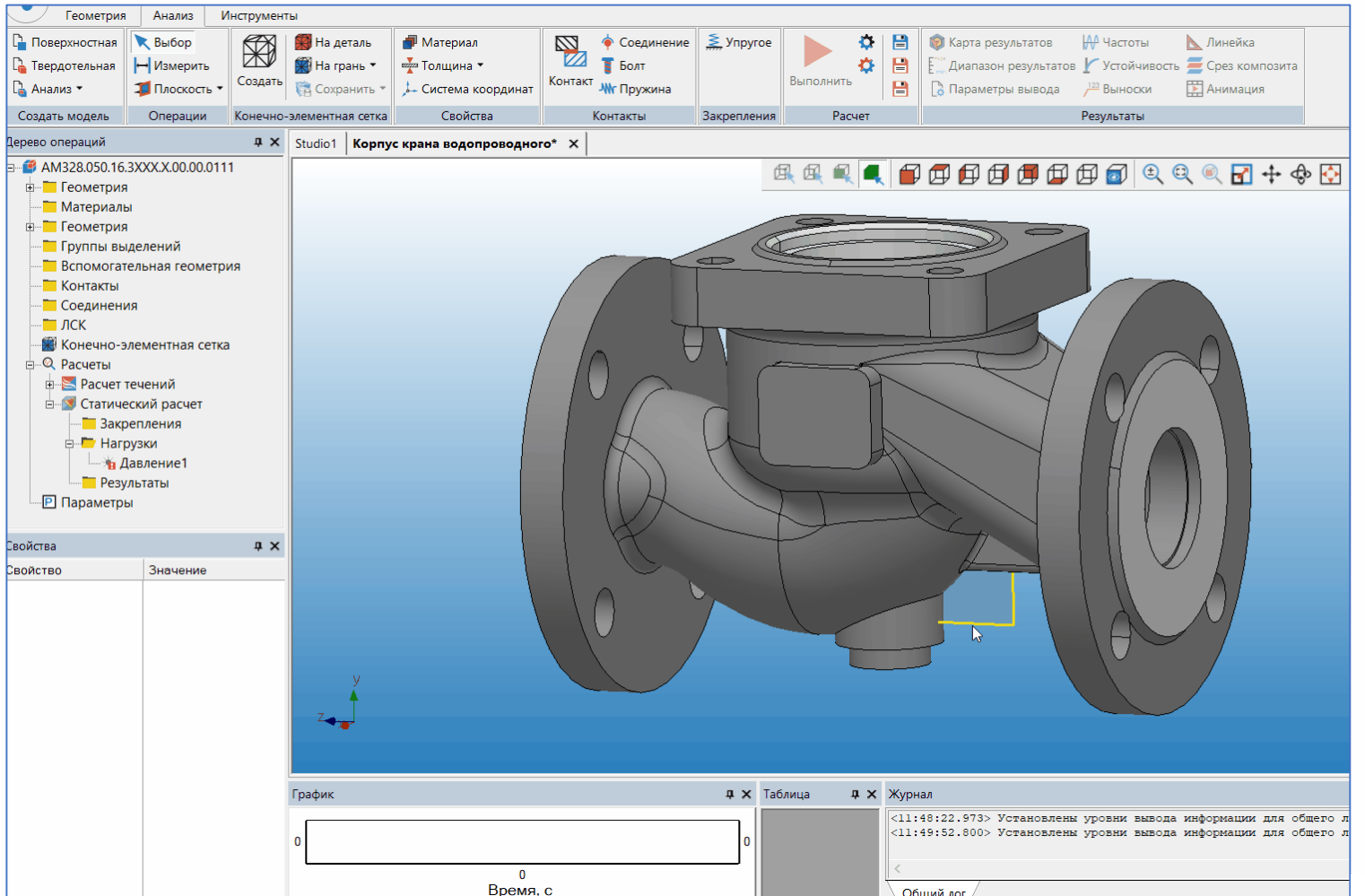
- Построение стержневых КЭ
- Работа с поперечными сечениями стержневых КЭ
- Связи стержневых КЭ с твердотельными и пластинчатыми КЭ
- Задание граничных условий на стержневые КЭ
- Вывод карт результатов



Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Удобное выделение групп поверхностей для задания ГУ в APM Studio

- Одиночное выделение щелчком ЛКМ
- Выделение рамкой
Выделение рамкой + Shift
- Выделение двойным щелчком ЛКМ
+ Shift



Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Определение «статуса контактов» до расчета в APM Studio

Конечно-элементный анализ

Плоскости

Материалы

Группы выделений

Геометрия

Вспомогательная геометрия

Контакты

Ребра

Проушины

Плита

ТУК

Тяги

Сборка

Анализ контактов

Соединения

ЛСК

Конечно-элементная сетка

Расчеты

Параметры

Скрыть

Показать

Переименовать

Создать

Добавить папку

Анализ контактов

Анализ контактов

Имя

Сторона контакта

Тяга - ЛогическаяОперация_7

3 - болт

2 - болт

Тяга - болт

20 - болт

21 - болт

Тяга - болт

Тяга - болт

Тяга - болт

Закрывать

Начальный статус

N	Имя	Сторона контакта	Тип контакта	Статус	Число	Проникновение (мм)	Зазор (мм)	Итоговый пинбол (мм)	Нормальное
35	3 - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	20	0	0	11.2647	
36	2 - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	8	0	0	11.2647	
37	Тяга - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	155	0	0	11.2647	
38	20 - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	62	0	0	11.2647	
39	21 - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	155	0	0	11.2647	
40	Тяга - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	62	0	0	11.2647	
41	Тяга - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	8	0	0	11.2647	
42	Тяга - болт	Контактная	Склейка	Закрывать	20	0	0	11.2647	

Красный

Статус контакта открытый, но тип контакта предполагает закрытый статус. Это верно для контактов типа "Склейка" и "Неразделенный".

Желтый

Статус контакта открытый. Это может быть допустимо.

Оранжевый

Статус контакта закрытый, но наблюдается значительный зазор или проникновение

Серый

Контакт неактивен.

Закрывать

Анализ контактов

Таблица результатов

Проникновение

Статус

Соединения

ЛСК

Конечно-элементная

Расчеты

Параметры

Удалить

Провести анализ контактов

Таблица результатов

Добавить карту проникновения

Добавить карту статуса

Очистить данные

Карта результатов - Статус []

Max

Statvcf[---]1

0

1

2

3

АНАЛИЗ КОНТАКТОВ:

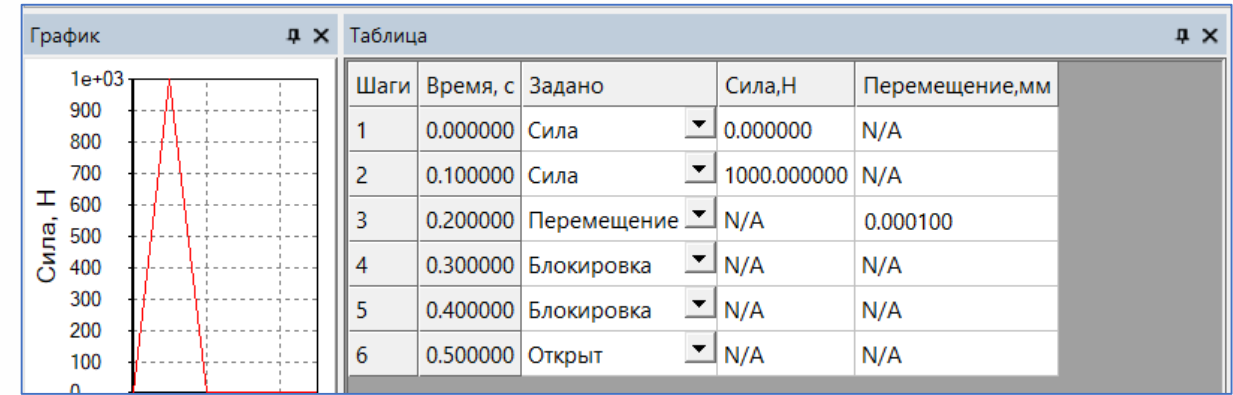
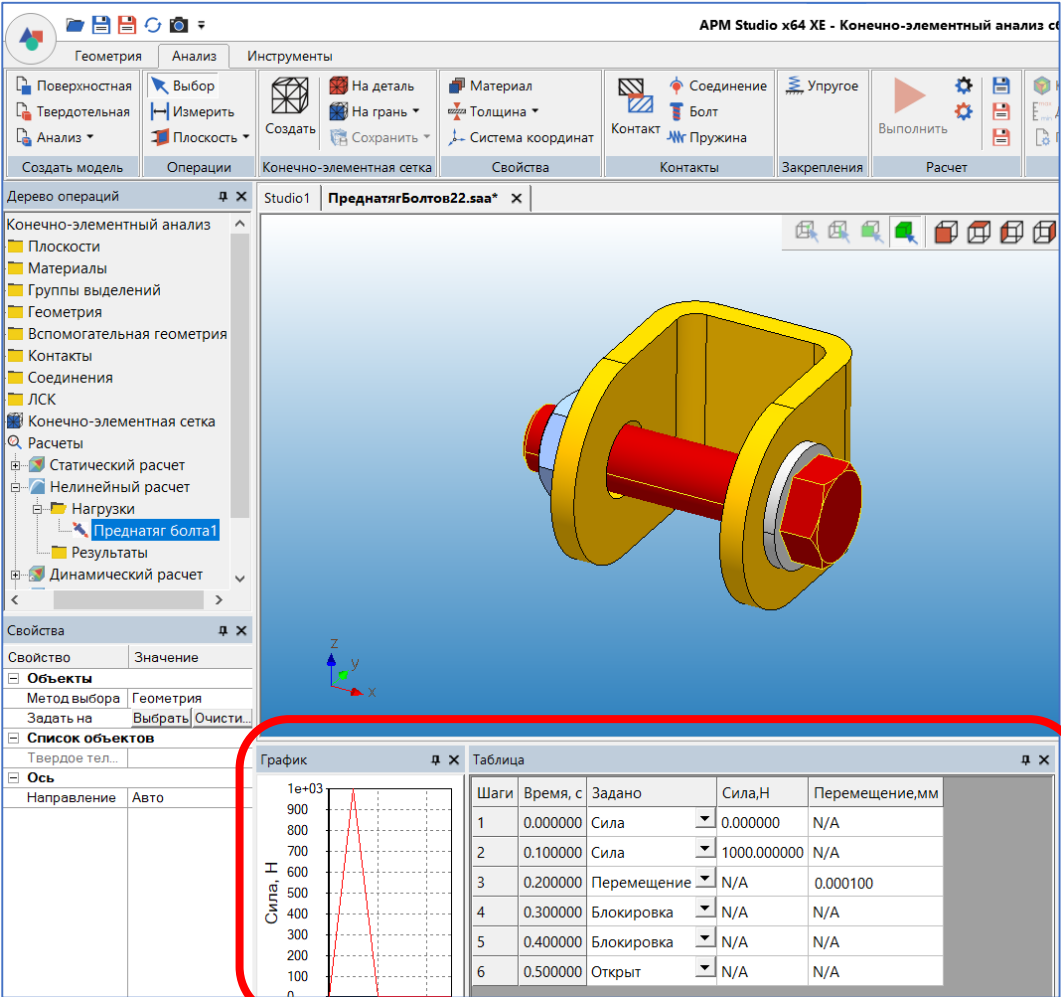
Таблица «Начальный статус»

Карта «Проникновение»

Карта «Статус»

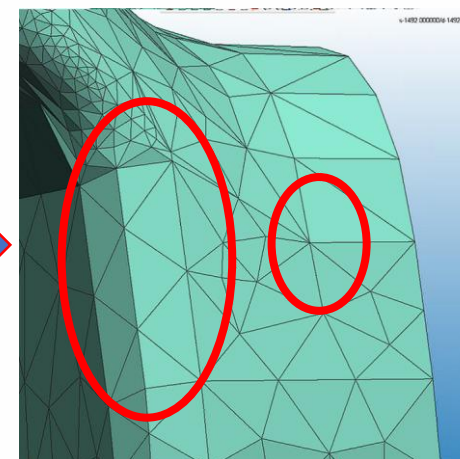
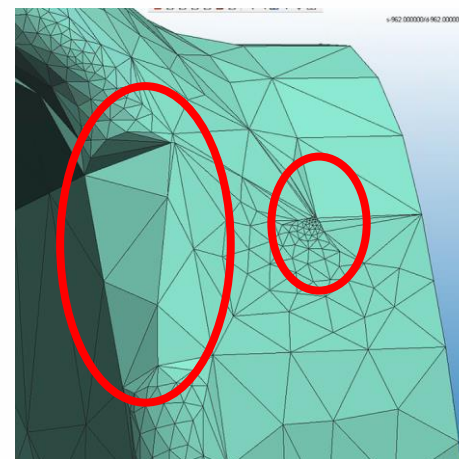
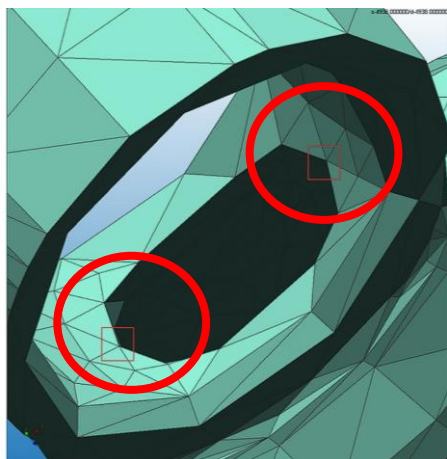
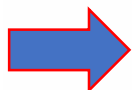
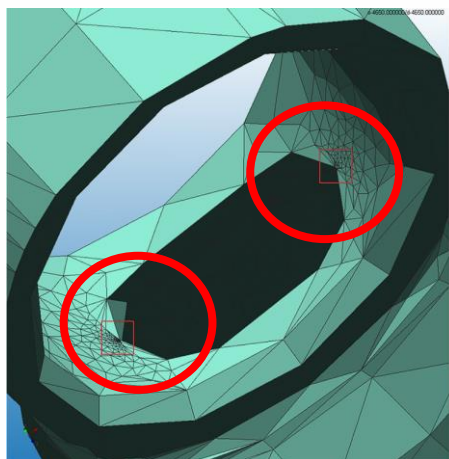
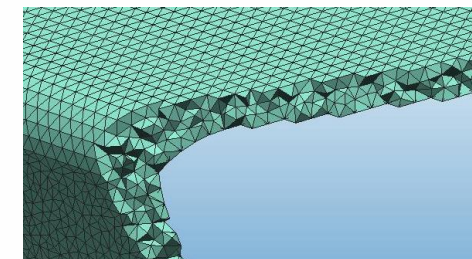
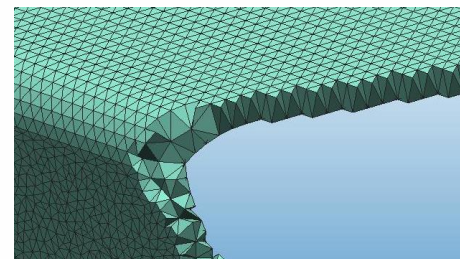
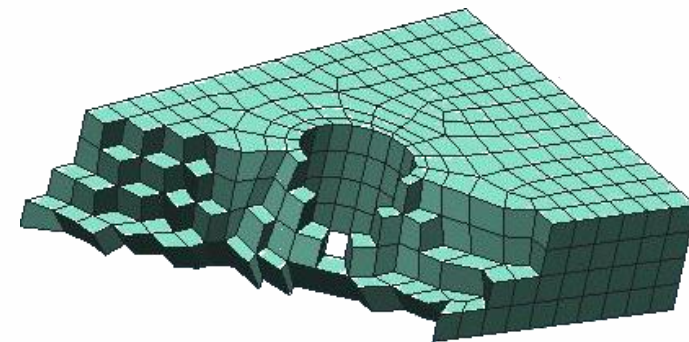
Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Развитие возможностей «преднатяга» болтов в APM Studio



Развитие генератора сеток КЭ в APM Studio

- Автоматическое упрощение геометрии модели через настройку параметра «Объединение близкорасположенных объектов модели»
- Регуляризованная поверхностная 4-узловая КЭ-сетка
- Несколько слоев регулярной сетки вокруг отверстий
- Несколько слоев сетки по глубине на тонкостенных деталях
- Протяжка many-to-one (многие-к-одному)



РАЗВИТИЕ

ПРОЧНОСТЬ

'26

18

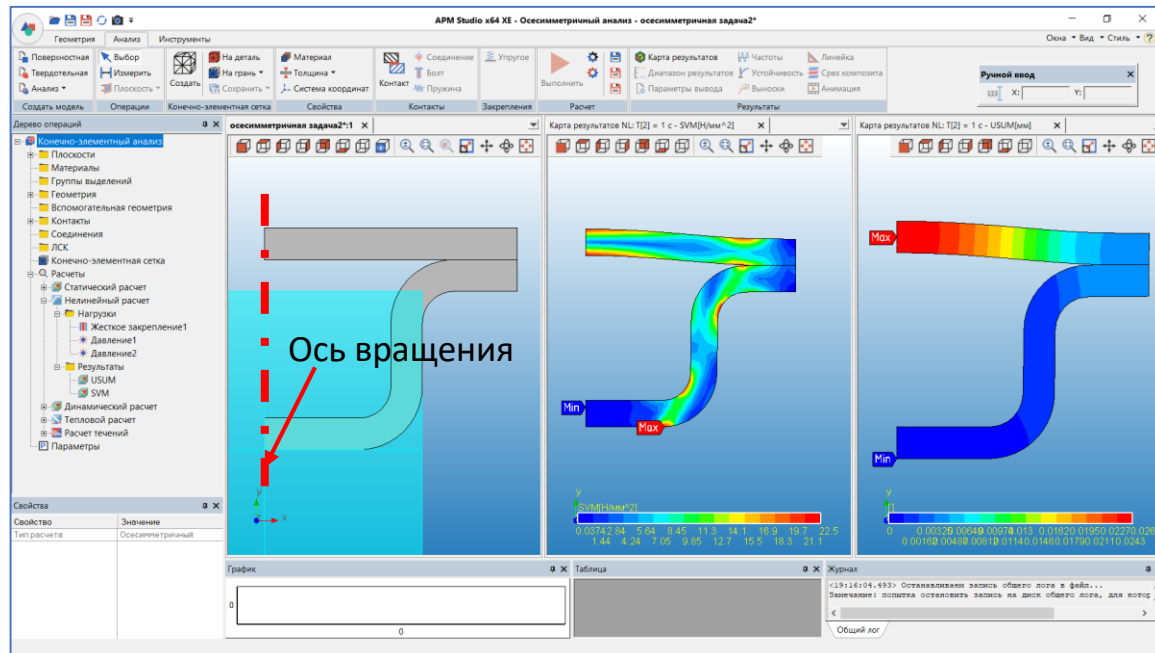
Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Расширение перечня решаемых задач

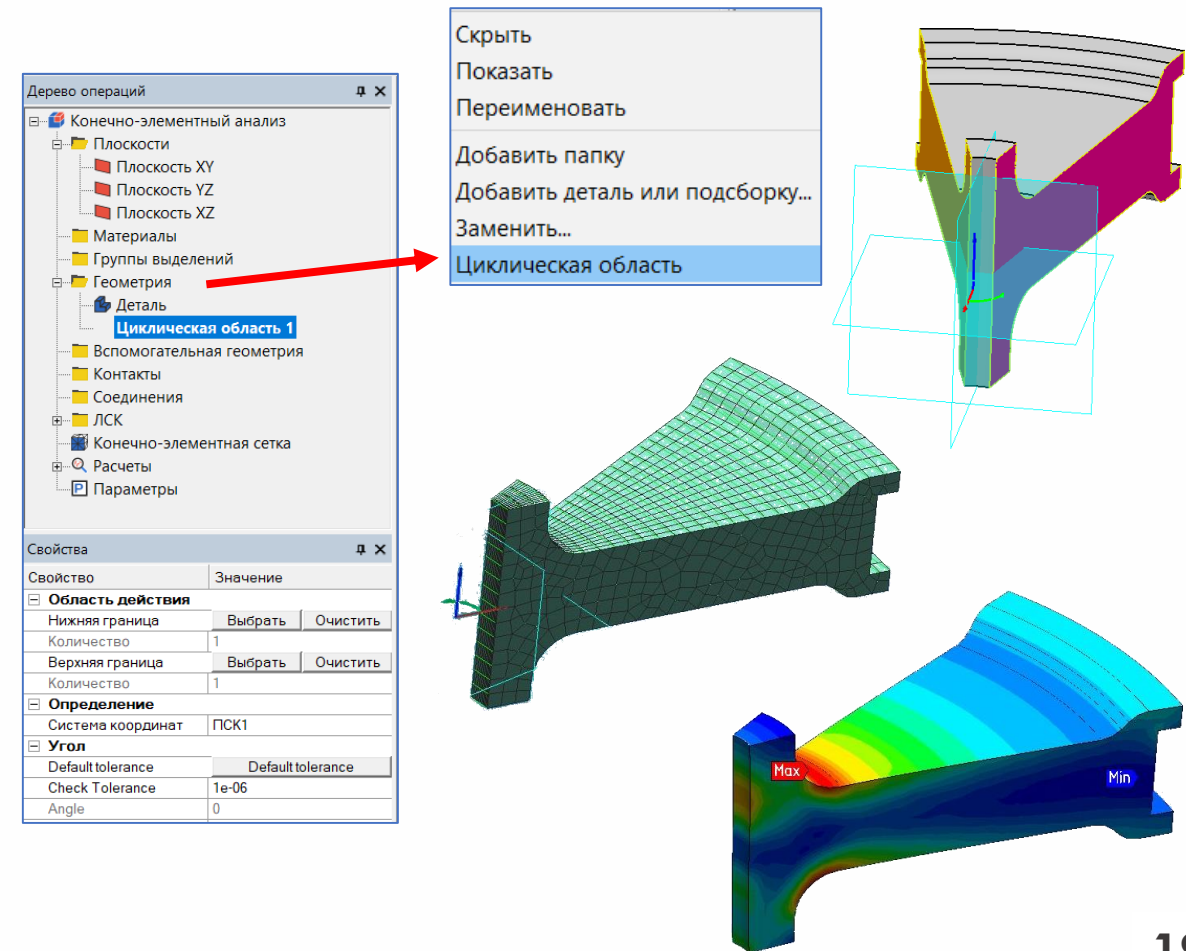
1. Расчет 2D задач (для сборок)
2. Расчет с учетом циклической симметрии (APM Studio)
3. Явная динамика* (APM Studio)
4. Роторная динамика* (APM Studio)
5. Нелинейные расчеты с учетом тепловых полей

* - функционал будет доступен в тестовом режиме

Осесимметричный анализ

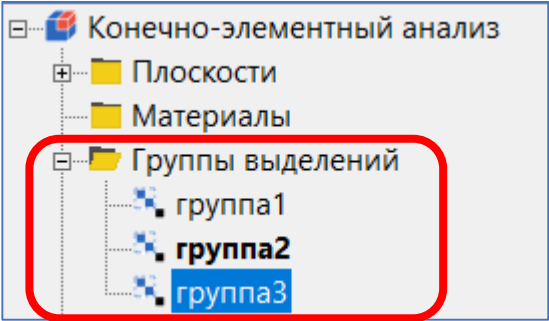


Расчет с учетом циклической симметрии

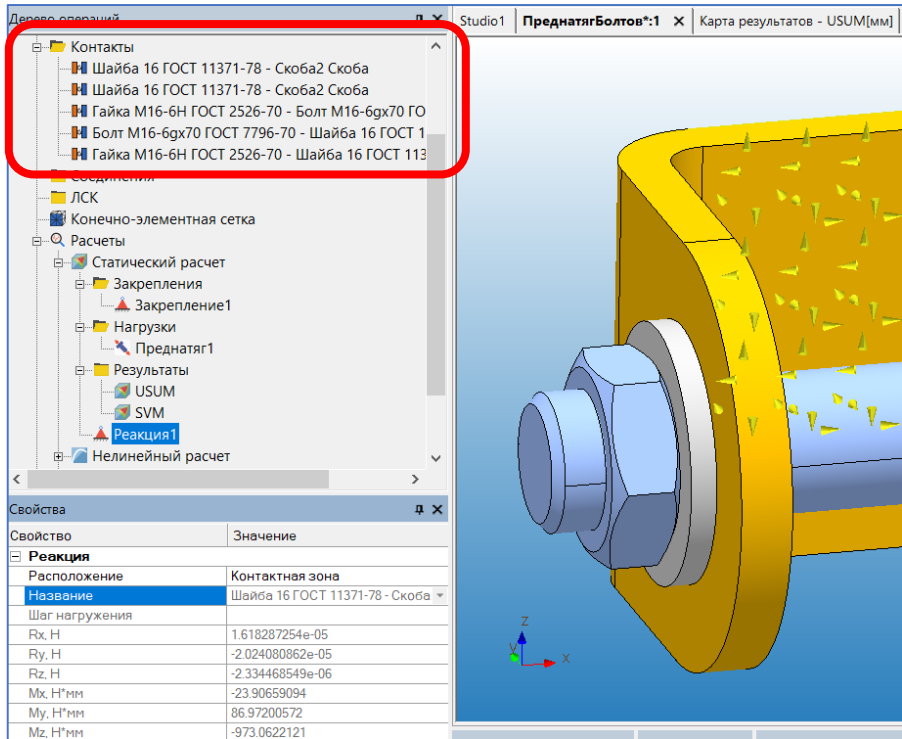
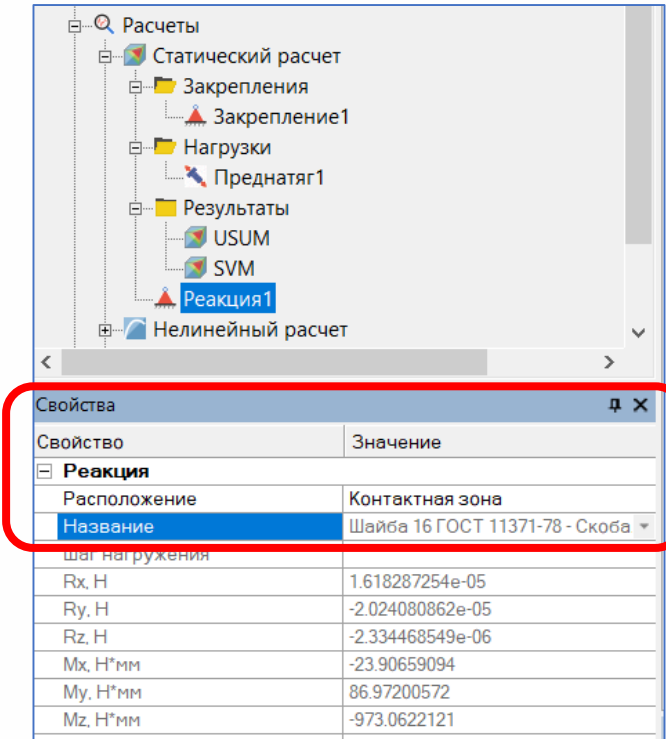


Развитие инструментария для анализа результатов в APM Studio

Использование объектов
из «Группы выделения»
для просмотра результатов



Реакции в контактных парах



Что будет в ближайшей новой версии APM WinMachine 22

Развитие интеграции с продуктами партнеров

Интеграция с приложением «КОМПАС-Композиты»

Текущая работа по импорту файлов HDF5

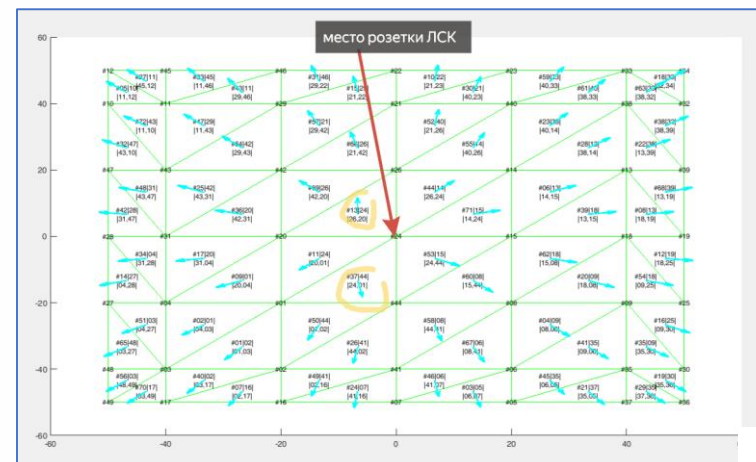
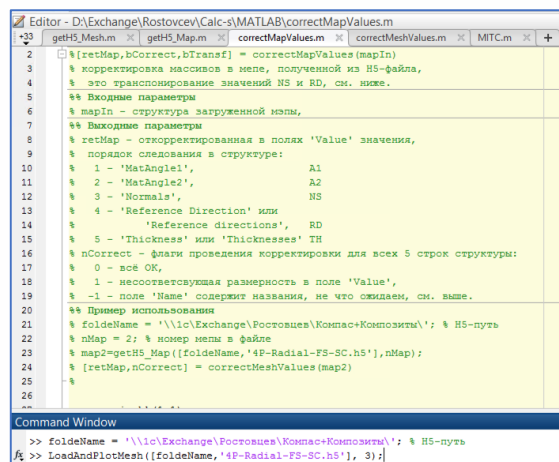
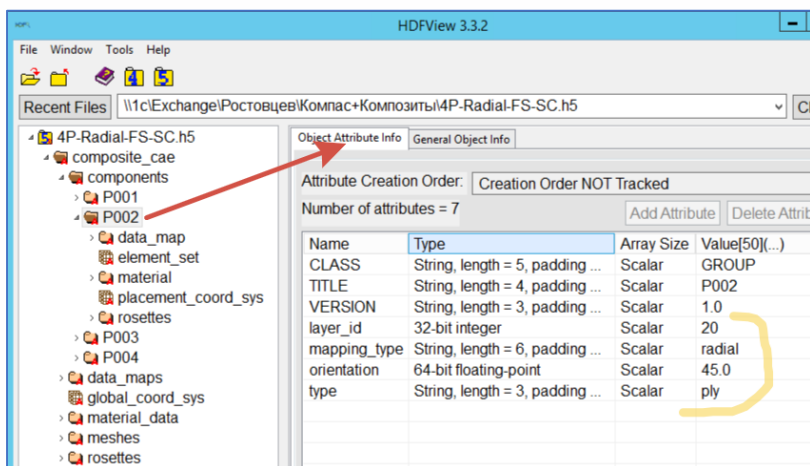
Изучение структуры файлов HDF5 и их содержимого на различных примерах

Разработка тестового варианта кода, который позволяет считывать содержимое файлов HDF5 для дальнейшей визуализации сетки каждого слоя и направляющих векторов

Разработка и программирование алгоритмов по переносу данных с сеток из файла HDF5 на КЭ-сетки, которые используются в расчетах прочности. Верификация переноса данных

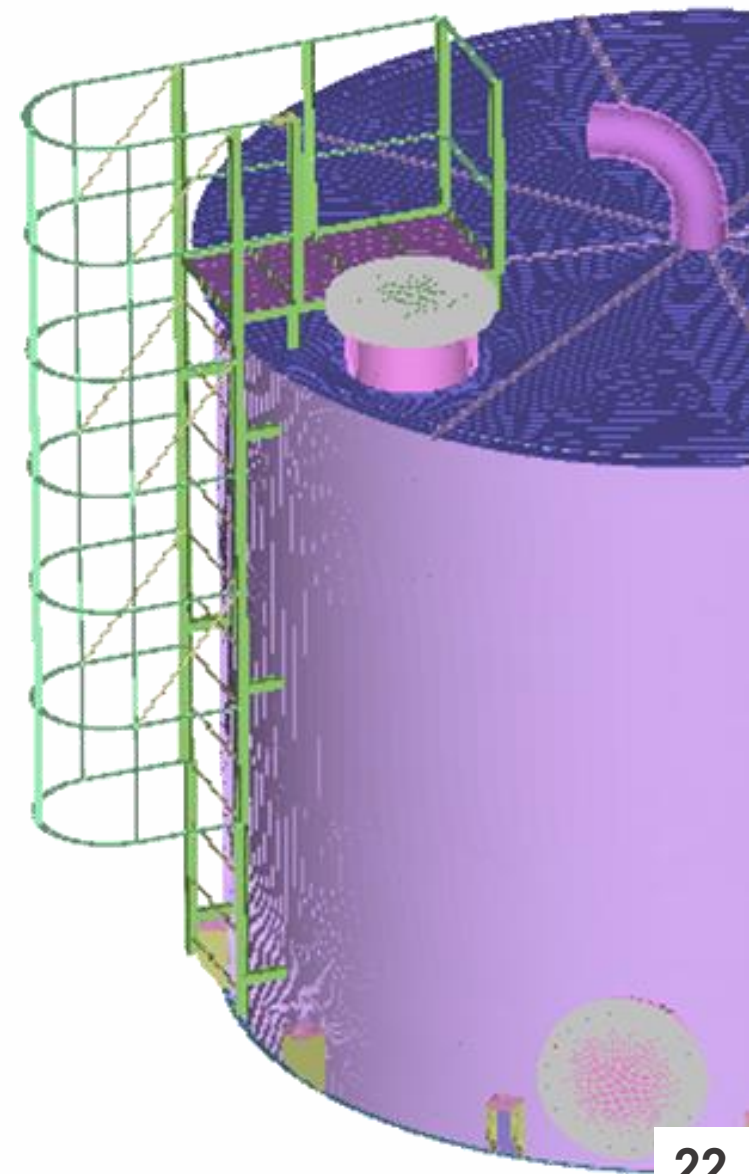
Расчет конструкций из слоистых композитов, структура которых считана из файлов HDF5

Опционально! Изменение структуры слоистого композита (в КОМПАС-3D / в APM) для выполнения требований прочности. Запись информации о новых свойствах композита в файл HDF5



Что будет в ближайшей новой версии APM Civil Engineering 22

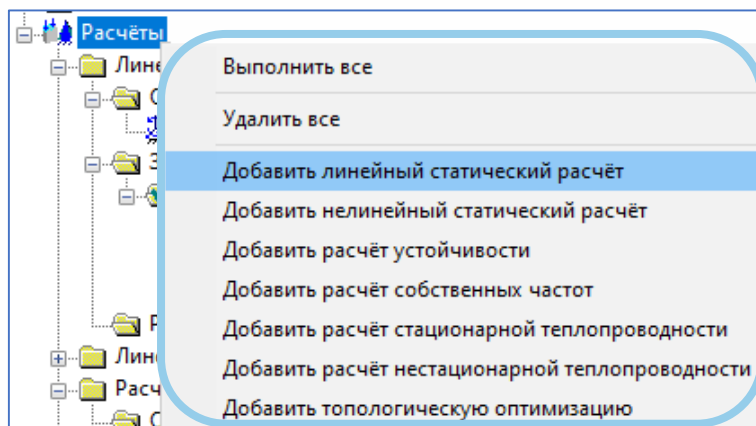
- Обновлено дерево расчетного проекта в APM Structure3D
- Обновлён алгоритм для расчёта стальных конструктивных элементов с расширенными критериями проверки
- Модернизирован расчёт касательных напряжений при свободном кручении стержней
- Реализован расчёт касательных напряжений при действии поперечных сил
- Добавлена возможность просмотра форм потери устойчивости тонкостенных сечений
- Добавлен функционал отображения кривой устойчивости с результатами вычисления критических напряжений
- Реализован интерфейс в дереве проекта и расчёт свайных и плитных фундаментов на соответствие критериям нормативных документов



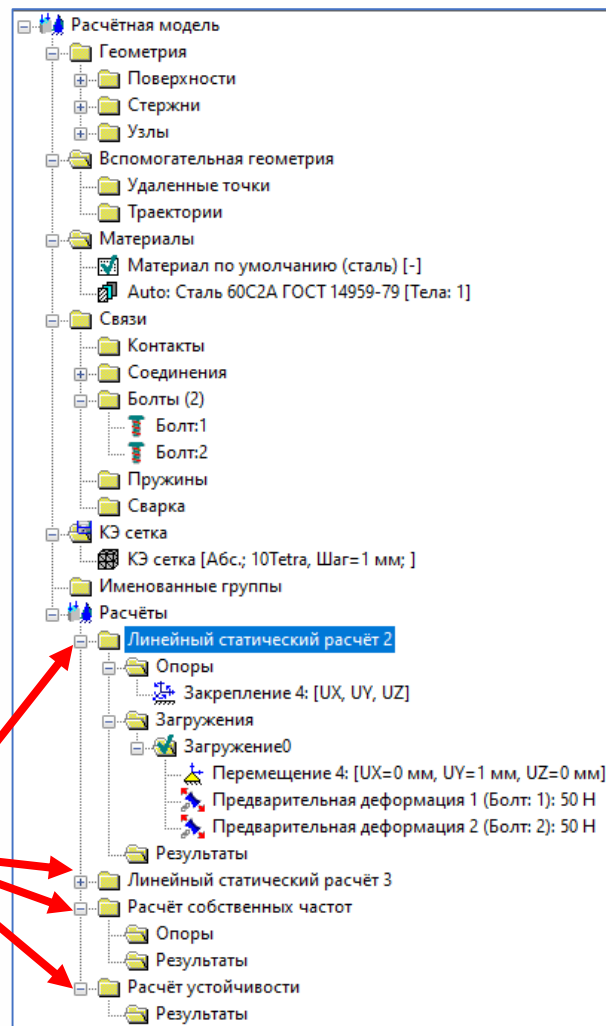
Что будет в ближайшей новой версии ARM FEM v25 для КОМПАС-3D v25

Новая структура и логика работы дерева КЭ-анализа

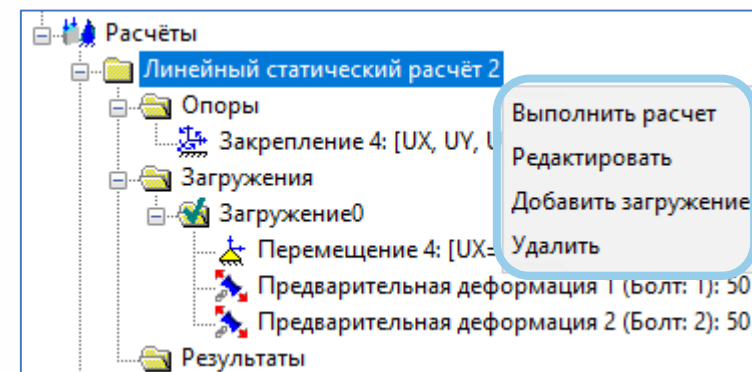
Изменение структуры дерева



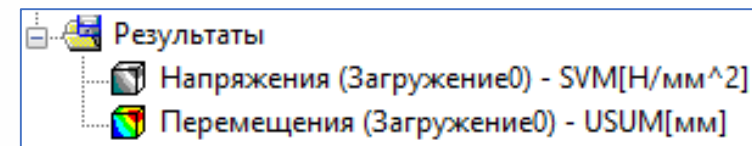
Возможность создания
нескольких расчетов в дереве



Запуск расчетов через дерево



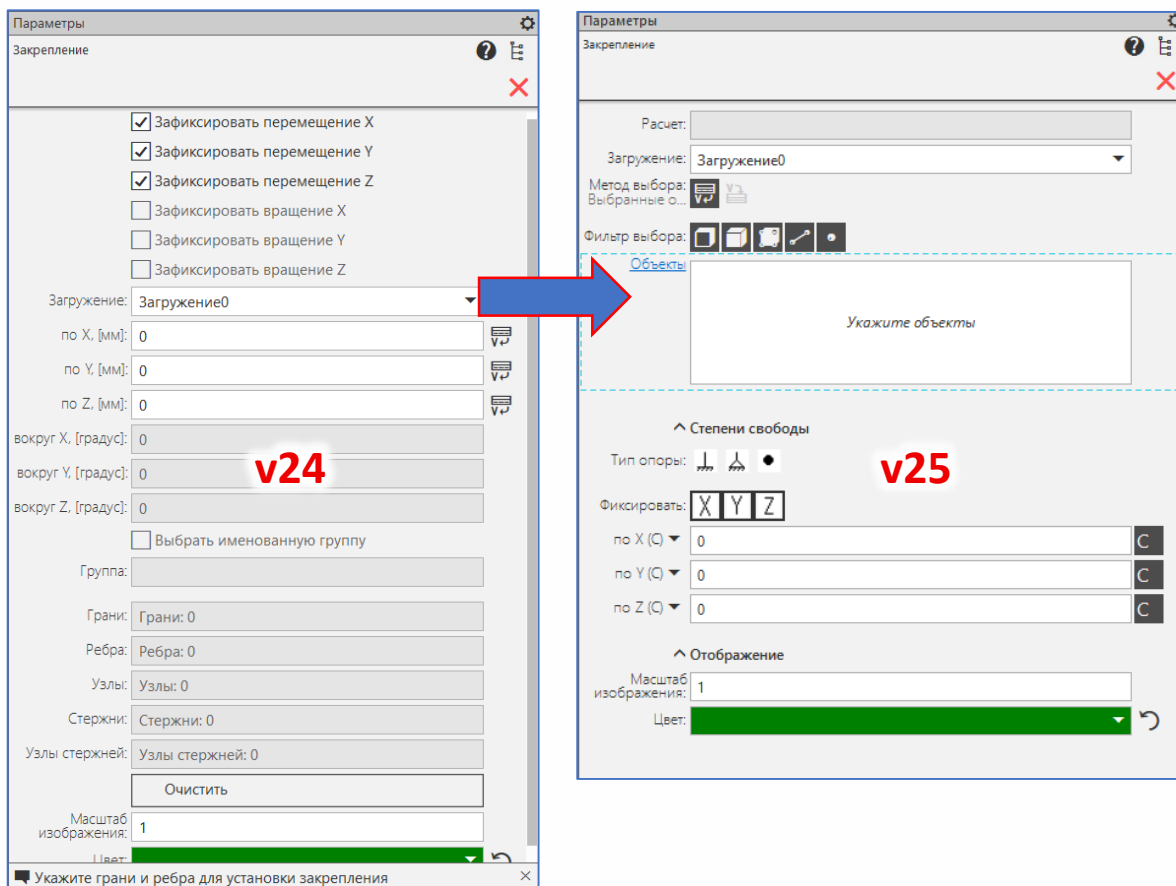
Вывод результатов через дерево



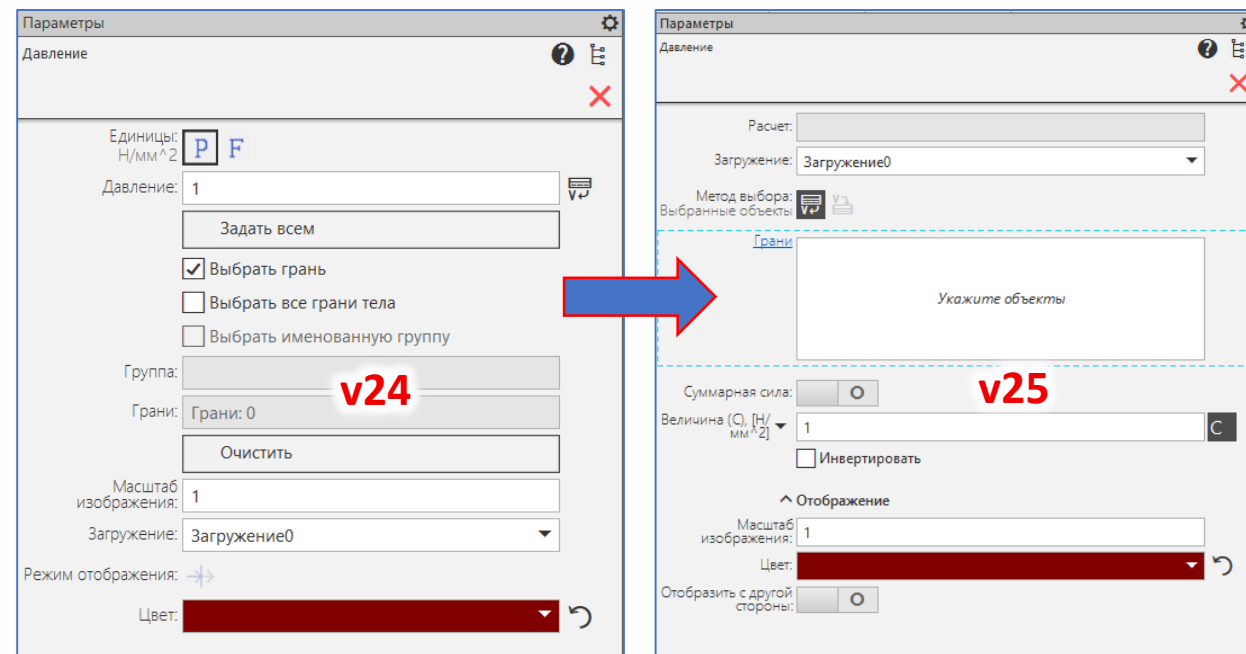
Что будет в ближайшей новой версии ARM FEM v25 для КОМПАС-3D v25

Унификация интерфейса всех команд, используемых в ARM FEM, с нативным интерфейсом и логикой команд КОМПАС-3D

Пример для «ЗАКРЕПЛЕНИЯ»



Пример для «ДАВЛЕНИЯ»

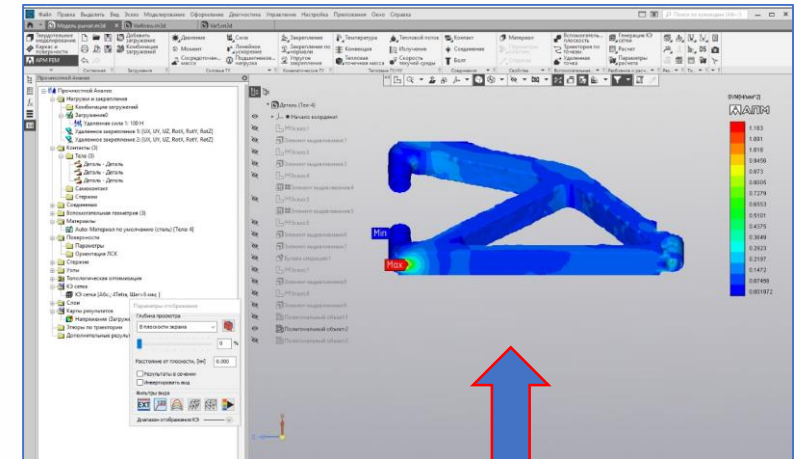
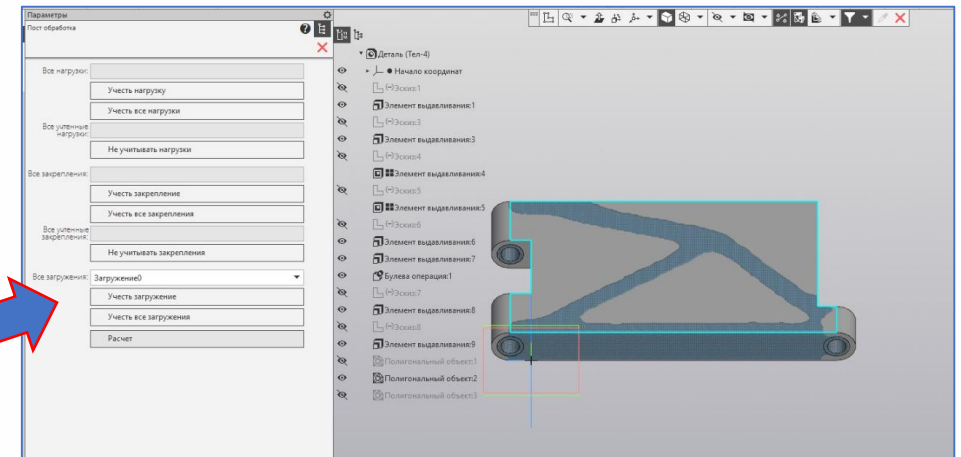
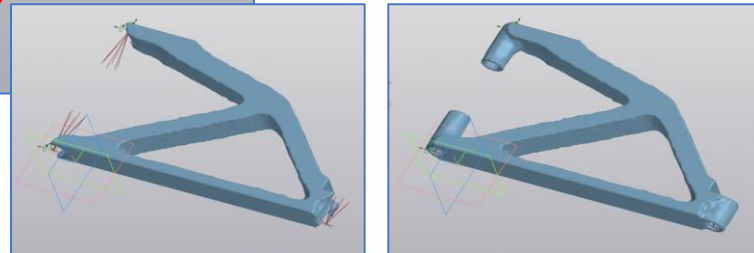
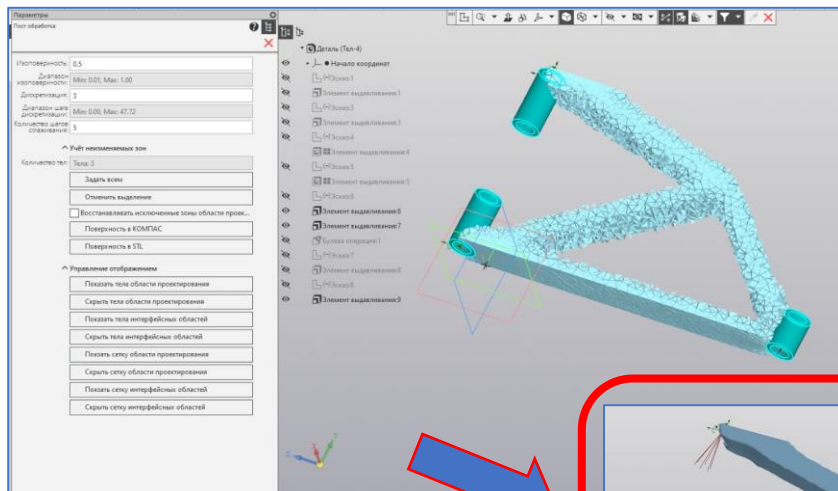


Что будет в ближайшей новой версии ARM FEM v25 для КОМПАС-3D v25

РАЗВИТИЕ
ПРОЧНОСТЬ '26

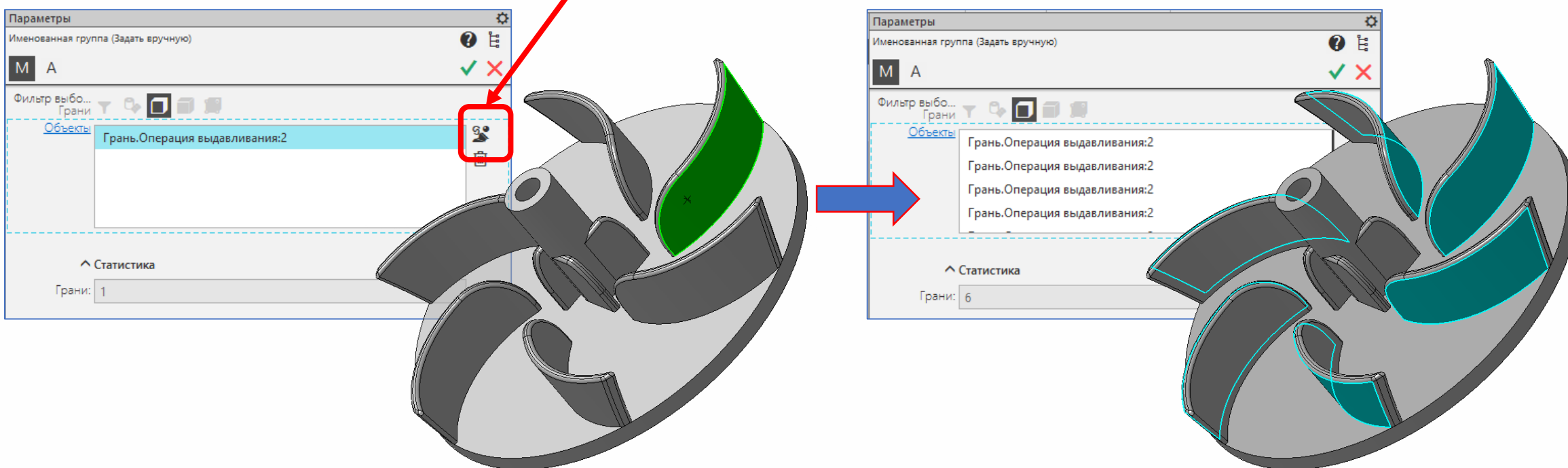
Развитие направления «Топологическая оптимизация»

1. Комбинации технологических ограничений
2. Верификационный расчет модели



Развитие инструментов подготовки моделей к расчету. «Именованные группы»

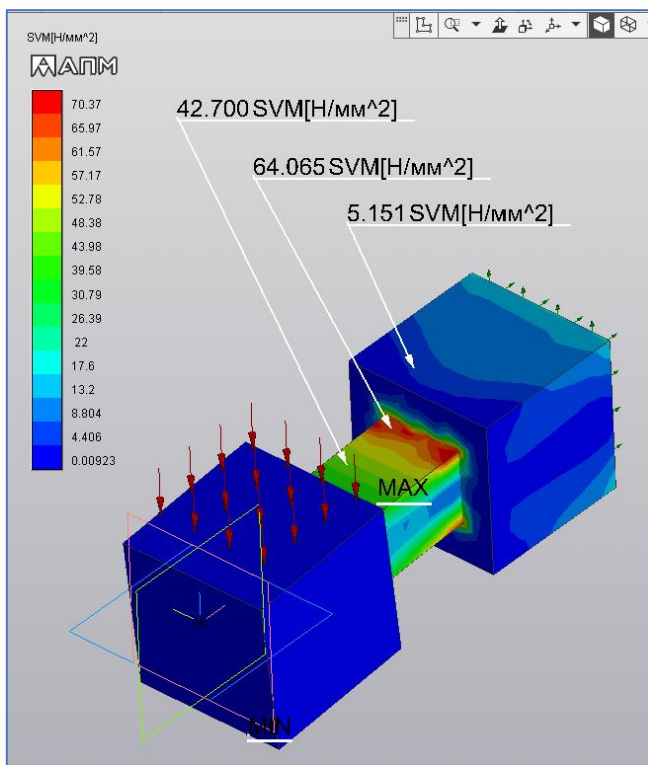
1. Добавление возможности задания множества критериев для автоматического выбора геометрии
2. Выбор объектов по **геометрическому образцу**



Что будет в ближайшей новой версии АРМ FEM v25 для КОМПАС-3D v25

Развитие инструментов анализа результатов

Расширение функционала инструмента «Выноска» для анализа значений в произвольных точках на картах результатов



Параметры

Выноска

Точность сохранения: 3

Индекс	Тип	Значение	Ед. изм.	X
0	SVM	42.700	H/мм ²	-
1	SVM	64.065	H/мм ²	-
2	SVM	5.151	H/мм ²	-

Действия: ● 📄 📊 📋

Динамическое определение: ☒

Координаты выноски, [мм]:

Отображение

Цвет линии:

Цвет текста:

Размер текста: 18

РАЗВИТИЕ

ПРОЧНОСТЬ

'26

ПЛАНЫ РАЗРАБОТКИ



2027

- Продолжение работ по автоматическому генератору 8-ми узловой КЭ-сетки
- Решение задач большой размерности
- Доработка ПО для расчетов ОИАЭ
- Нелинейный упругий элемент/опора
- Учет предварительного нагружения
- Расчет собственных частот с учетом демпфирования
- Расчет ШСВ через собственные формы

2028

- Твердотельный многослойный конечный элемент
- Усталостный расчет (продолжение развития)
- Нелинейная потеря устойчивости

2029

- Усложненные нелинейные модели материалов (пластичность с учетом скорости деформации и анизотропии, ползучесть, модели разрушения)
- Механика разрушения (расчет трещиностойкости)

Linux
100%

60%

80%

2027

- Расчет слоистых композитов (ламинаты) в интеграции с приложением «КОМПАС-Композиты»
- Виртуальные соединители (сварные швы)
- Расчет незакрепленных конструкций (инерциальная разгрузка)
- Учет циклической симметрии
- Инструменты анализа контактов (статус до расчёта)
- Инструменты анализа качества КЭ-сетки
- Инструмент сравнения результатов расчетов
- Топологическая оптимизация с сетчатыми структурами (Lattice structures)

2028

- Усталостный анализ (выносливость)
- Нелинейный динамический анализ
- Интеграция с ПК Универсальный механизм
- Топографическая оптимизация
- Расчеты в 2D-постановке
- Сейсмостойкость

2027

- Обновление ядра для расчёта железобетонных поперечных сечений элементов
- Перенос армированных конструктивных элементов в дерево
- Реализация модели железобетона для стержней, оболочек и объёмных КЭ
- Учёт комбинаций нагрузок в нелинейном статическом расчёте
- Добавление возможности выполнения расчёта на устойчивость и модального анализа в нелинейном статическом расчёте
- Расчёт РСУ в рамках нелинейного статического расчёта
- Расчёт конструктивных элементов в рамках нелинейного статического расчёта
- Создание и редактирование геометрии для моделирования строительных конструкций в APM Studio

2028

- Учет стадийности возведения конструкций
- Расчет на устойчивость против прогрессирующего обрушения в квазистатической и динамической постановках

На нас рассчитывают!

Авиация и космос

Судостроение

Приборостроение

Энергомашиностроение

Атомная отрасль

Автомобильный транспорт

Станкостроение

Железнодорожный транспорт

Общее машиностроение

Промышленное и гражданское строительство

Ищите решение для анализа прочности
на <https://apm.ru>



РАЗВИТИЕ

ПРОЧНОСТЬ

'26

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

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

support@apm.ru

VK: vk.com/ntcapm

Rutube: <https://rutube.ru/u/apm/>