



# Simcenter Femap 2022.1

## Что нового?

SIEMENS

# Содержание

**Кинематические связи**

Деформируемые направляющие

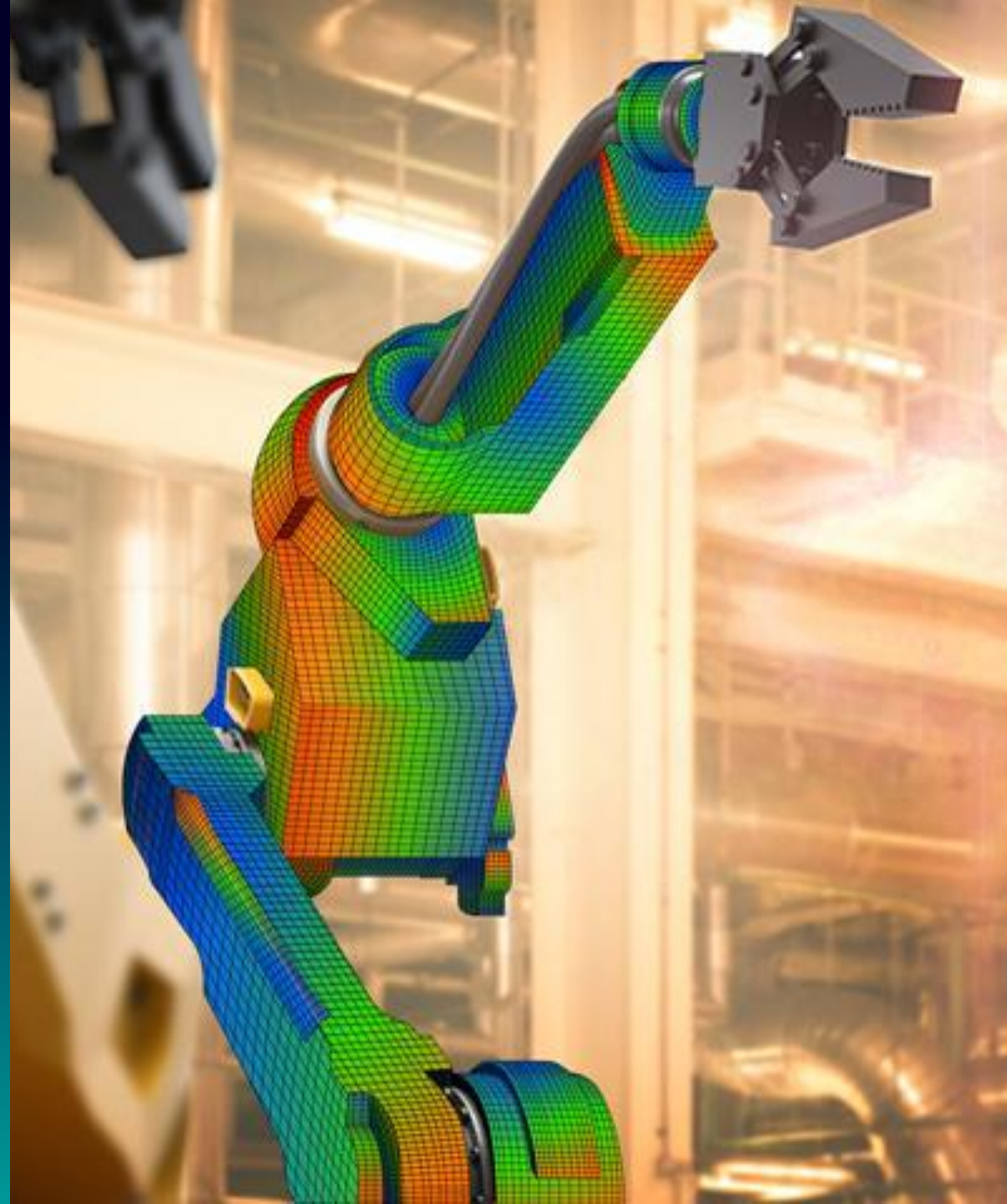
Построение сетки

Улучшения производительности

Пользовательский интерфейс

Поддержка решателей

API





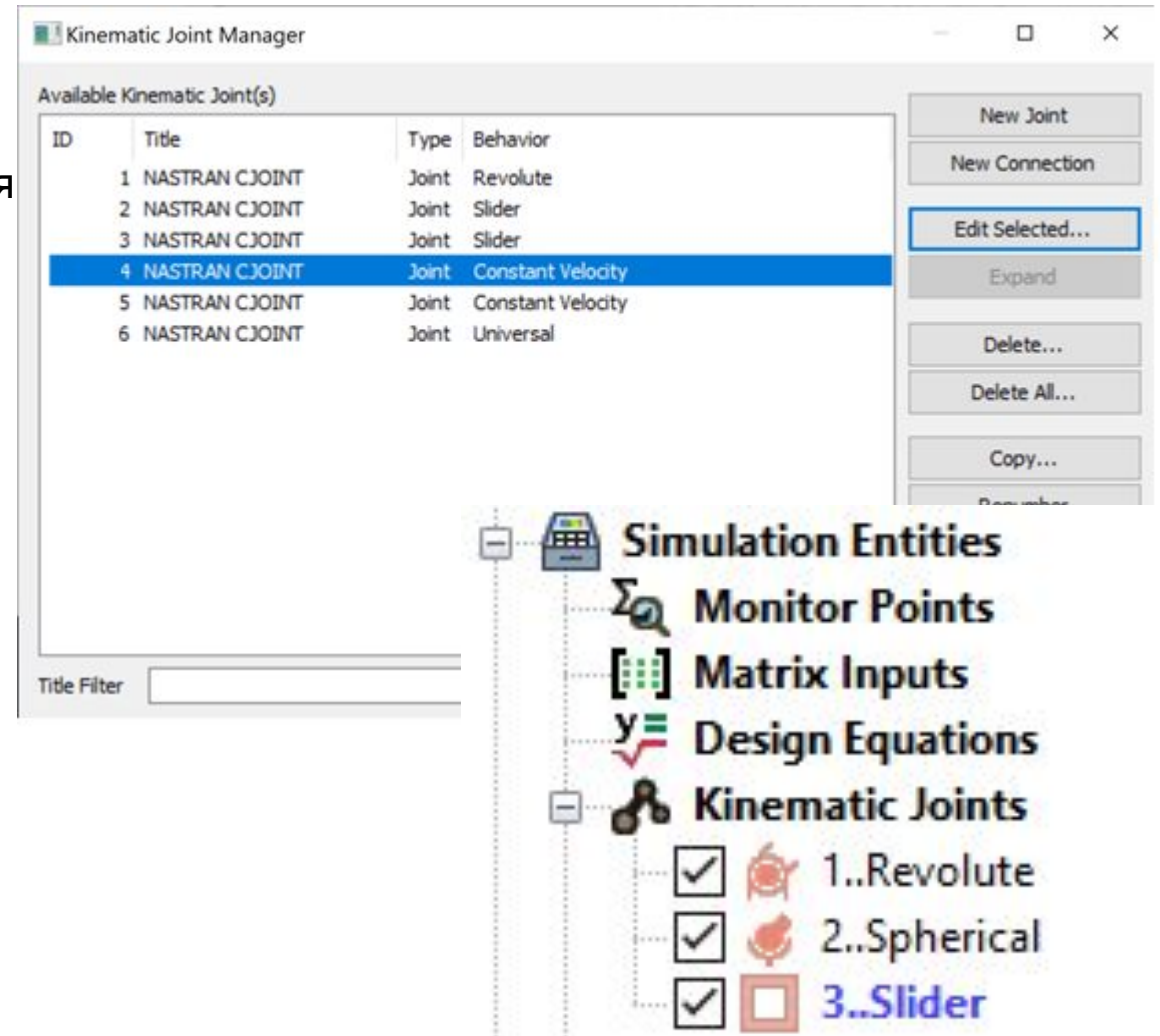
## Кинематические связи – Обзор

Одномерные коннекторы (кинематические пары) позволяют анализировать сложные деформируемые динамические системы в SOL402 (в будущем запланирована поддержка для ANSYS и ABAQUS)

- Компоненты планера самолета
- Газовые турбины
- Промышленные роботы

Виды связей

- Связь между двумя узлами
- Связь по 6 степеням свободы
- Кинематические связи, накладываемые на степени свободы перемещения и вращения, для создания различных типов соединений
  - Цилиндрический, Скольжение, Универсальная связь, и другие
- Локальная система координат в узле



## Кинематические связи – Интерфейс

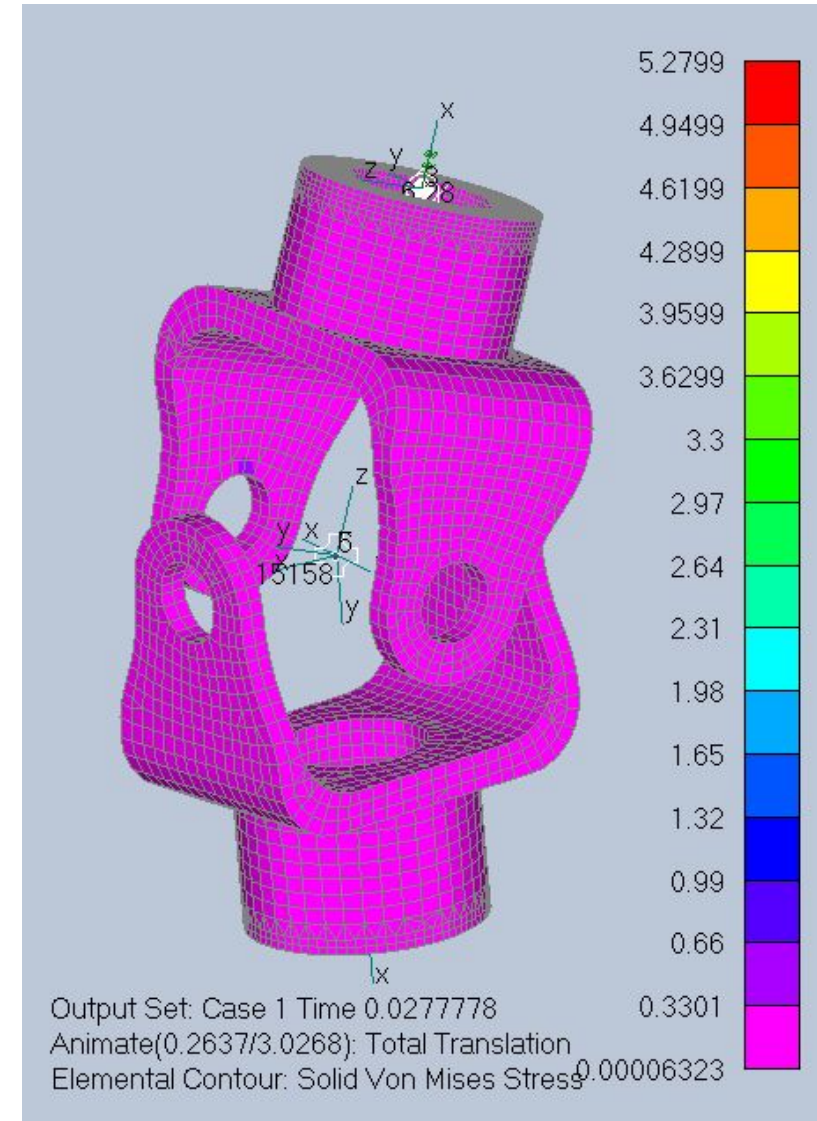
Независимый от типа решателя интерфейс

- Кинематические соединения - это новый «объект моделирования», который имеет единый унифицированный интерфейс для соединительных элементов в SOL402 (в будущем запланирована поддержка решателей для ANSYS и ABAQUS)
  - SOL402 – CJOINT/PJOINT/PJOINT2

Поддерживаемое поведение

- Соединения между совпадающими узлами
  - Цилиндрический («Revolute» – 1 вращ. Z), Сферический шарнир, Жесткая связь, Универсальное (карданный шарнир), Постоянная скорость
- Скользящие связи
  - Вдоль линии, Скольжение, Цилиндрическая со скольжением (1 перемещ. Z, 1 вращ. Z), Универсальная связь, Винтовая связь

Подробнее см. Теория механизмов и машин, обозначения кинематических пар



## Кинематические связи – Создание кинематического соединения

Два подхода к созданию связей в FEMAP –  
Кинематический шарнир (Kinematic Joint) или  
шарнирное соединение (Joint Connection)

- Объект кинематический шарнир — определение вручную:
  - Тип и свойства соединения
  - Связь через два узла
  - Ориентация в местных системах координат
    - «Универсальная» и «Постоянная скорость» - это типы соединений, которые использует системы координат как в узле 1, так и в узле 2
  - Элементы R-типа в Simcenter Nastran используются для крепления к движущимся телам

Define Kinematic Joint

ID 1 Title Joint Property ID 1

Color 124 Layer 1

Property Values

Joint Type 1..Revolute

Relative DOF  TX  TY  TZ  
 RX  RY  RZ

Joint Definition

Nodes

Joint CSys at Node 1 0..Global Rectar

Joint CSys at Node 2 0..Global Rectar

Joint Properties... OK Cancel

## Кинематический шарнир – Определение шарнирного соединения

- Определение соединяемых объектов:
  - Типы шарниров и Свойства шарниров
  - Опорные (Reference) и движущиеся (Motion) объекты могут быть скомбинированы по вариациям:
    - Точки, Линии, и/или Поверхности
    - Узлы и/или Элементы
    - К «Земле (Ground, только опорные объекты)
- Ориентация
  - Ориентации Системы координат для точки 1 может быть определена автоматически
  - Расположение (Location(s))
  - Может быть автоматически сгенерировано с использованием местоположения центра опорного и движущегося объекта

Define Joint Connection

ID 1 Title

Color 124 Layer 1

Joint Type 1..Revolute

Reference Attachment

Points  Nodes

Curves  Elements

Surfaces  To Ground

Select...

Motion Attachment

Points  Nodes

Curves  Elements

Surfaces

Select...

Orientation 1

None

CSys 0..Global Re

Auto - Generates CSys

Orientation 2

None

CSys 0..Global Re

Location(s)

Auto  Specify Points

Point 1 X Y Z

Point 2 X Y Z

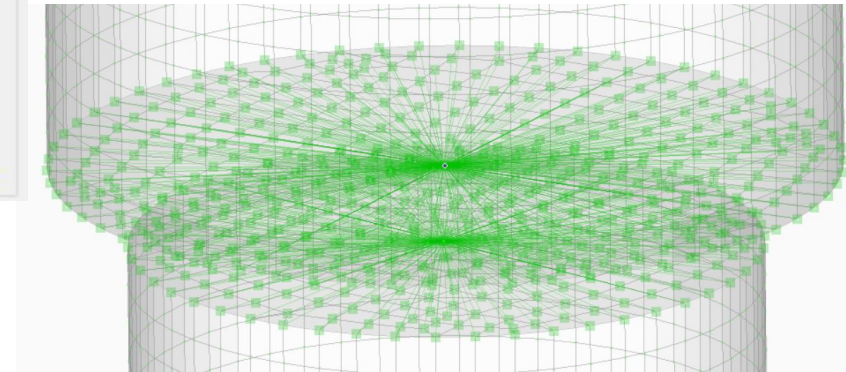
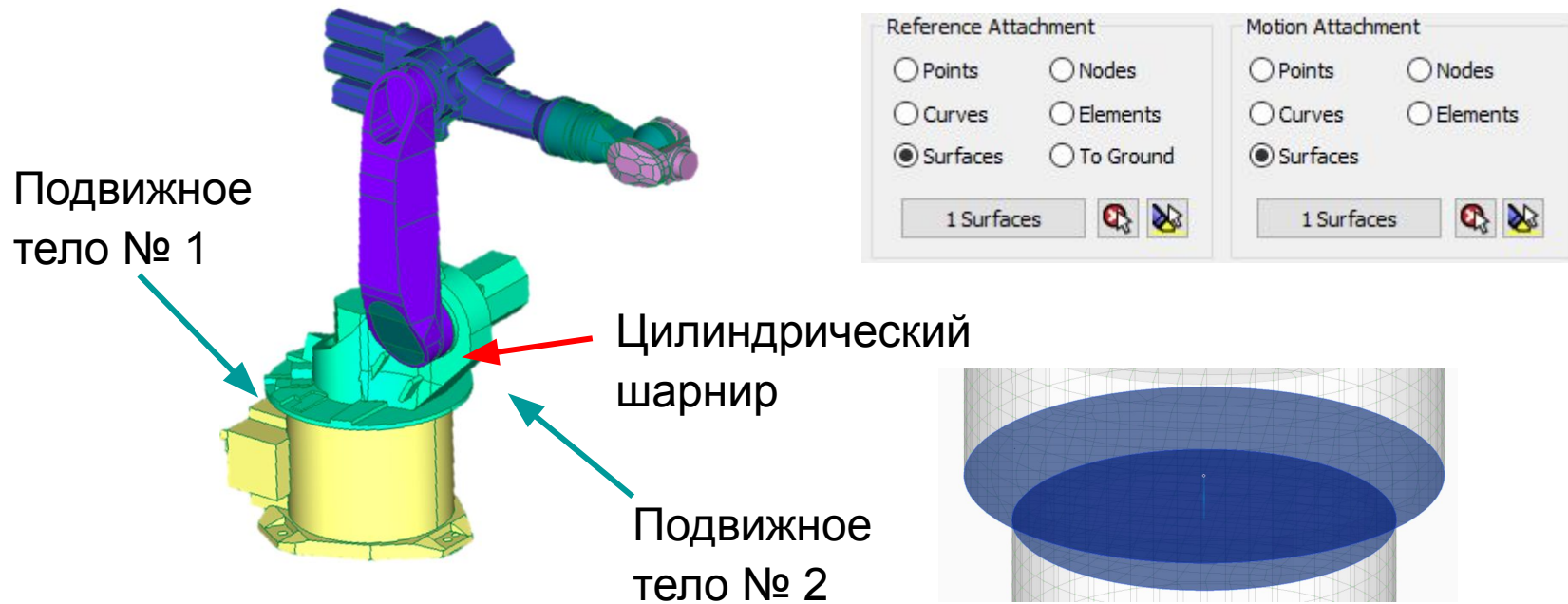
Joint Properties... OK Cancel

Важно правильно задать локальные системы координат!



# Кинематические шарниры – Преимущества использования шарнирных соединений

- При поддержке нескольких решателей важно обеспечить универсальный подход к определению соединений, движущихся частей вне зависимости от комбинаций соединяемых конечно-элементных или геометрических объектов
- Соединения между движущимися телами определяются для передачи в другие решатели (Simcenter Nastran – RBE2 или RBE3, в будущем ANSYS – MPCs или RBE3s, ABAQUS – TBD)



Соединения автоматически определяются для экспорта

## Кинематические шарниры – Свойства

### Шарниры - Дополнительные свойства (Общая)

- Расширенное соединение — выбор узлов, связанных с кривыми и поверхностями, для включения
- Расширенные настройки решателя – выбор между RBE2 (жесткими) и RBE3 для Simcenter Nastran (ANSYS в будущем)

### Шарниры - Дополнительные свойства (Simcenter Nastran таблица)

- Контроль узла
  - Применение подвижной нагрузки к шарниру с одновременным контролем узла позволяет перемещать их синхронно
- Настройки трения
- Поведение материала
  - Линейная/Нелинейная жесткость (Пружины) свойства демпфирования
  - Вариант использования: моделирование нелинейной торсионной пружины

Joint Properties

Simcenter Nastran General

Joint Control

Control Node (G3)

Joint Properties

Translational (KT)

Rotational (KR)

Coefficient (CF)

Tightening Force (FR0)

Length Radius (LR)

Length X (LX)

Length Y (LY)

Length Z (LZ)

Reg. Stiffness (KCF)

Reg. Velocity (TOL)

Liberation Length (LIBL)

Pitch (PITCH)

DOF Option (OPT)

Translational Spring Properties

Translational (K1T)

Force vs. Disp (K1TTID)

Scale Factor (SK1TTID)

Rotational Spring Properties

Rotational (K1R)

Torque vs. Disp (K1RTID)

Scale Factor (SK1RTID)

Translational Damping Properties

Translational (B1T)

Force vs. Vel (B1TTID)

Scale Factor (SB1TTID)

Rotational Damping Properties

Rotational (B1R)

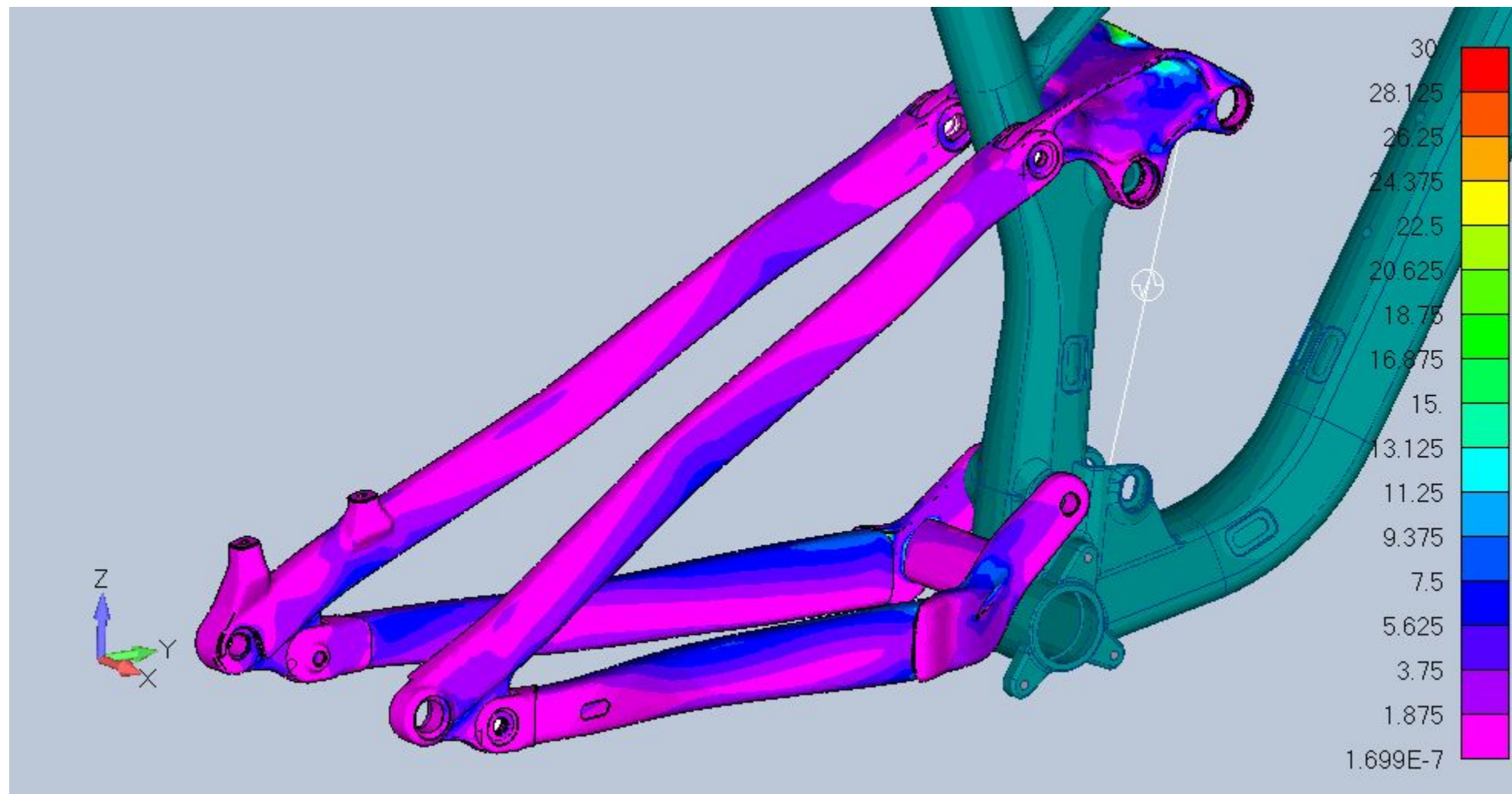
Torque vs. Vel (B1RTID)

Scale Factor (SB1RTID)

OK Cancel



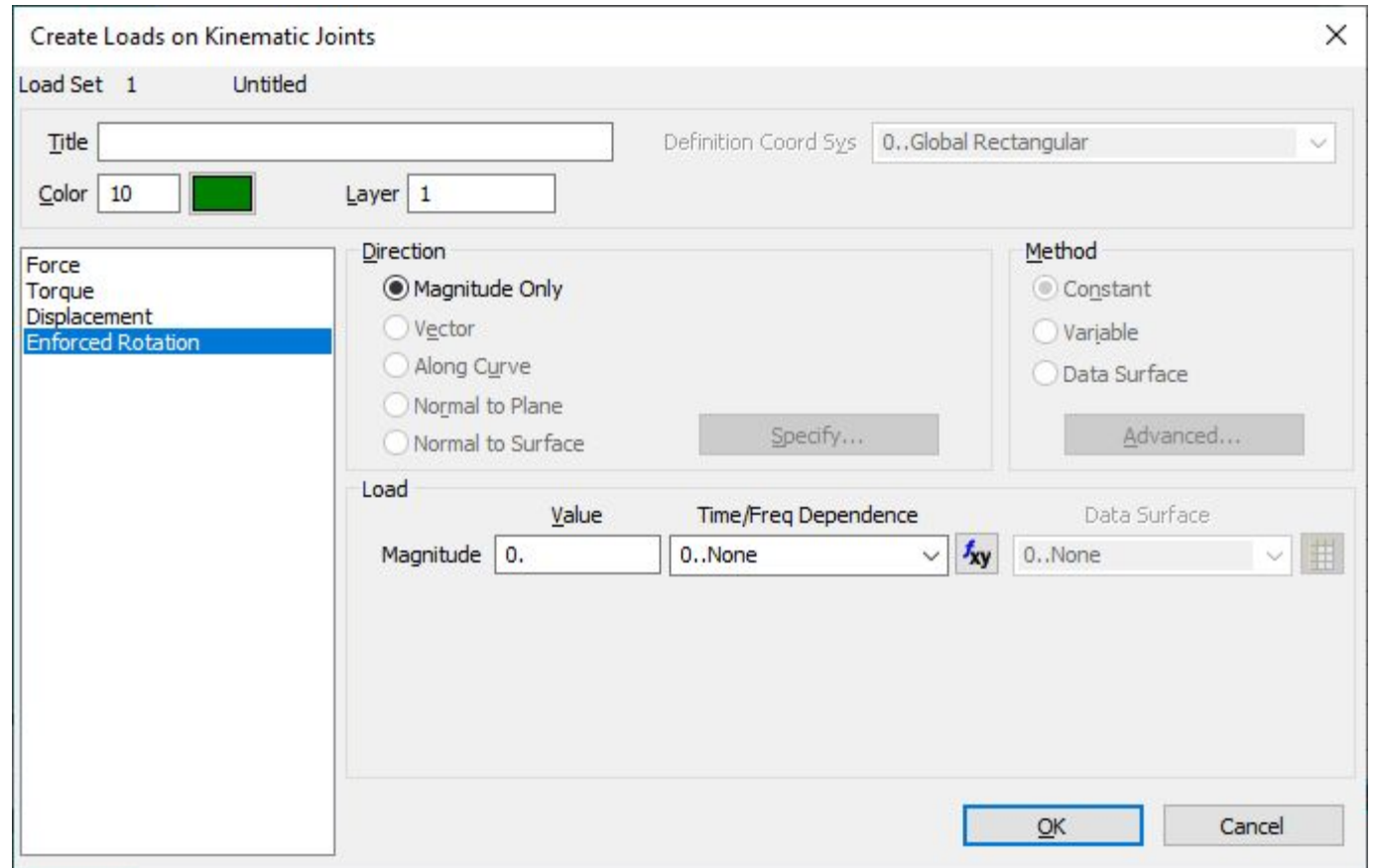
## Кинематические связи – Пример



## Кинематические связи – Граничные условия

“Подвижные” нагрузки для кинематических связей задаются в окне «Create Loads»

- Подвижные нагрузки – Типы (только для решателя Simcenter Nastran SOL 402)
  - Силы
    - По линии, Цилиндрический, Скольжение - Универсальное
  - Крутящий момент
    - цилиндрический, цилиндрический со скольжением
  - Перемещения
    - По линии, цилиндрический, скольжение-универсальный
  - Угловое перемещение
    - цилиндрический, цилиндрический со скольжением



# Содержание

Кинематические связи

**Деформируемые направляющие**

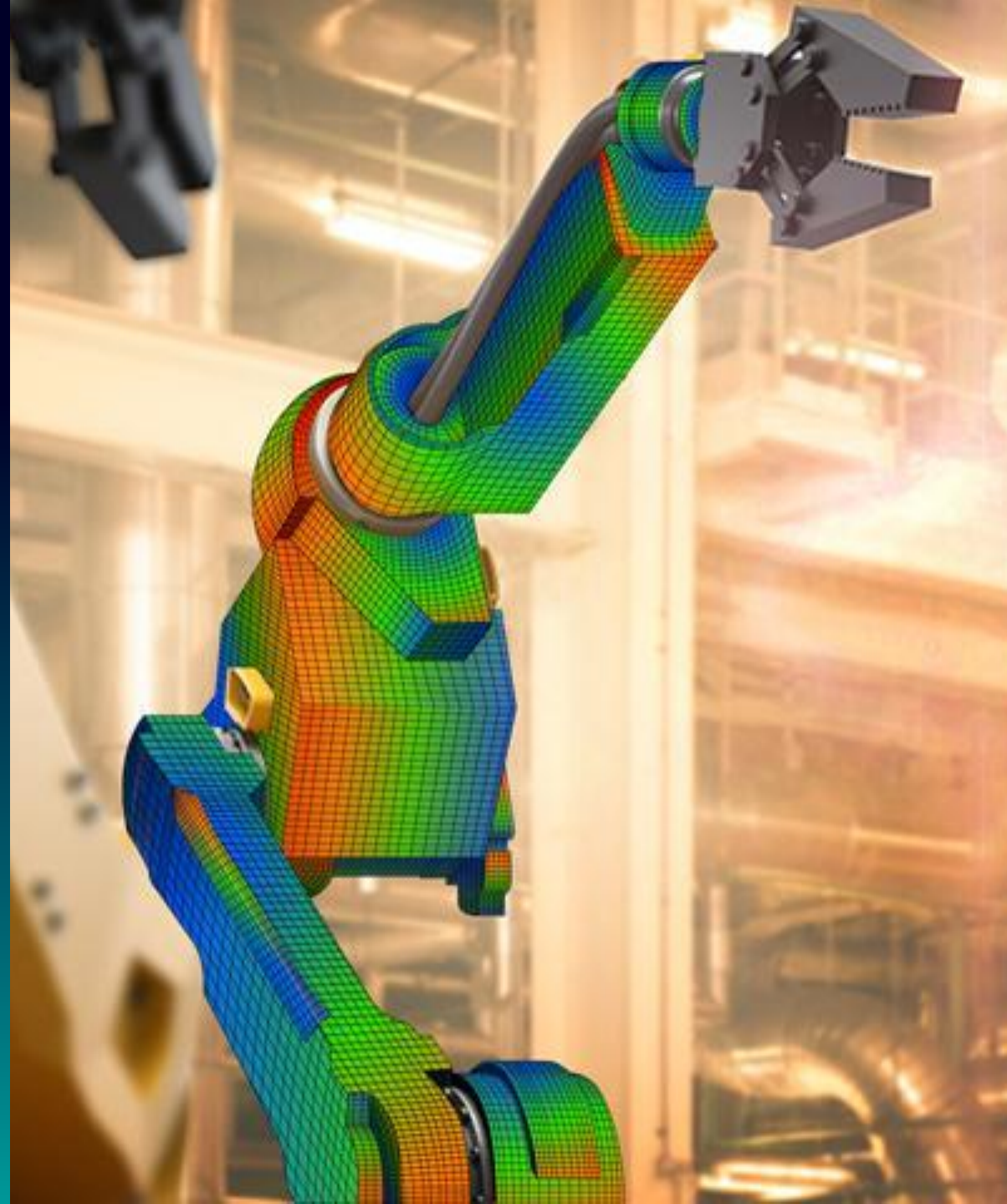
Построение сетки

Улучшения производительности

Пользовательский интерфейс

Поддержка решателей

API





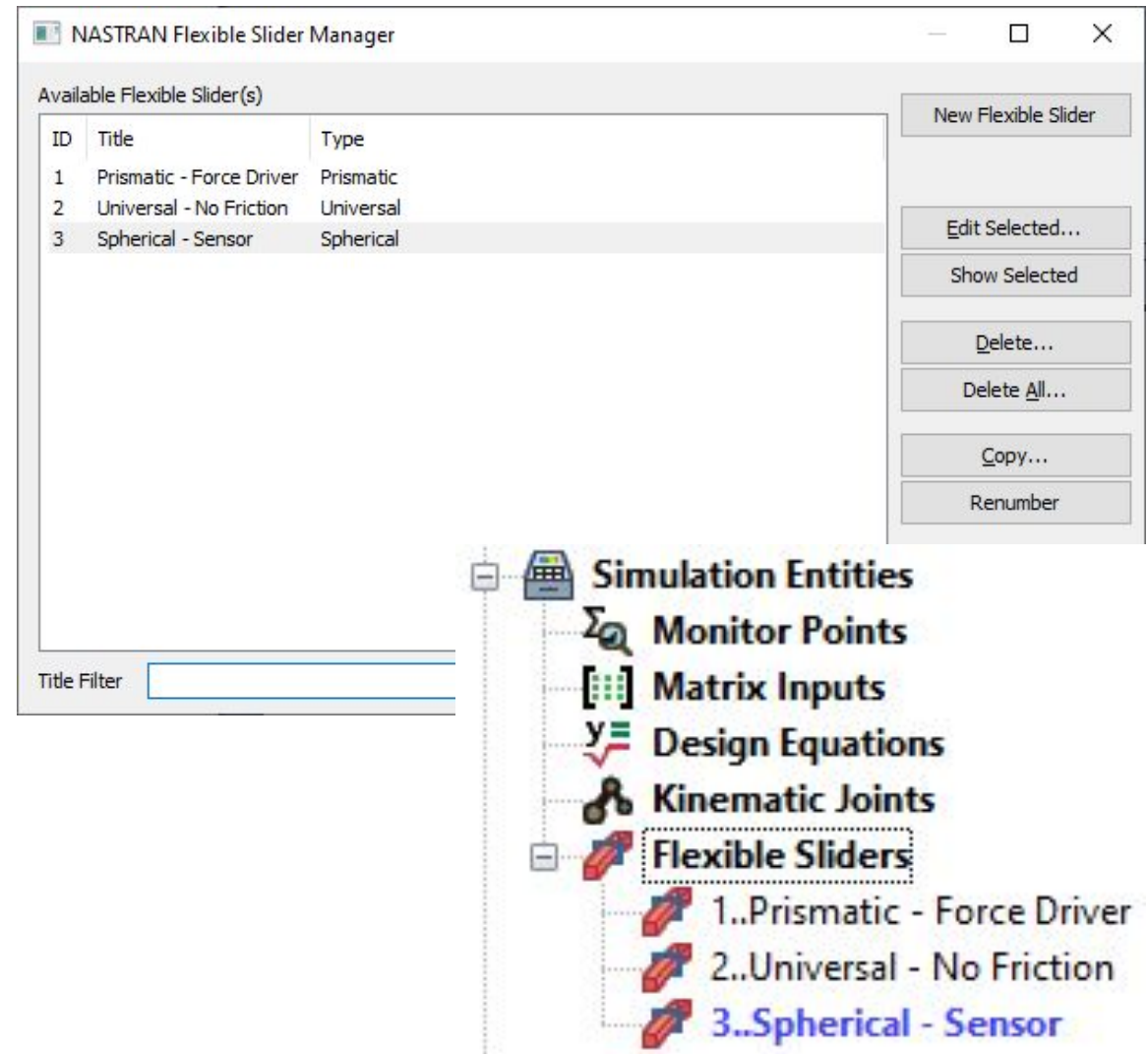
## Деформируемые направляющие – Обзор

Позволяют моделировать деформацию криволинейных направляющих при смещении компонентов сборки вдоль них.

- Аэрокосмическая отрасль и оборона
- Промышленное и горнодобывающее оборудование
- Робототехника и элементы управления
- Потребительские товары
- Развлекательная сфера

Настройки деформируемых направляющих

- Объекты смещения (узлы) перемещаются по траектории направляющей, определяемой балочными элементами
- Различные типы соединений для разных задач
- Движущиеся нагрузки и настройки трения



## Деформируемые направляющие – Определение

Объекты FLXSLI создаются для решателя Simcenter Nastran SOL 402

- Объекты смещения и траектория направляющей могут быть определены с помощью группы или списка выбранных объектов
- Доступны различные шарниры на направляющих
  - Сферический, цилиндрический, призматический и универсальный
- Типы подвижной нагрузки
  - Сила или перемещение – требуется выбрать подвижный узел, задать значение нагрузки (можно графиком), выбрать узел-сенсор
  - Узел-сенсор — требуется выбор только узла драйвера с возможностью выбора узла датчика
  - Опции трения
    - Нет трения, бесконечное трение, скорость, и перемещения
  - Beam Limit – определяет границу зоны скольжения

NASTRAN Flexible Slider

ID 1 Title

Slider Type 0..Spherical  Projection Alignment

Driver Load

Driver Type -1..None

Driver Node 0

Load 0.

Table 0..None

Friction

Option 0..No Frictior

Coefficient 0.

Reg. Velocity 0.

Reg. Stiffness 0.

Displacement Entities

Node Group 0..None

Node List Select...

Sensor Node 0

Slider Trajectory

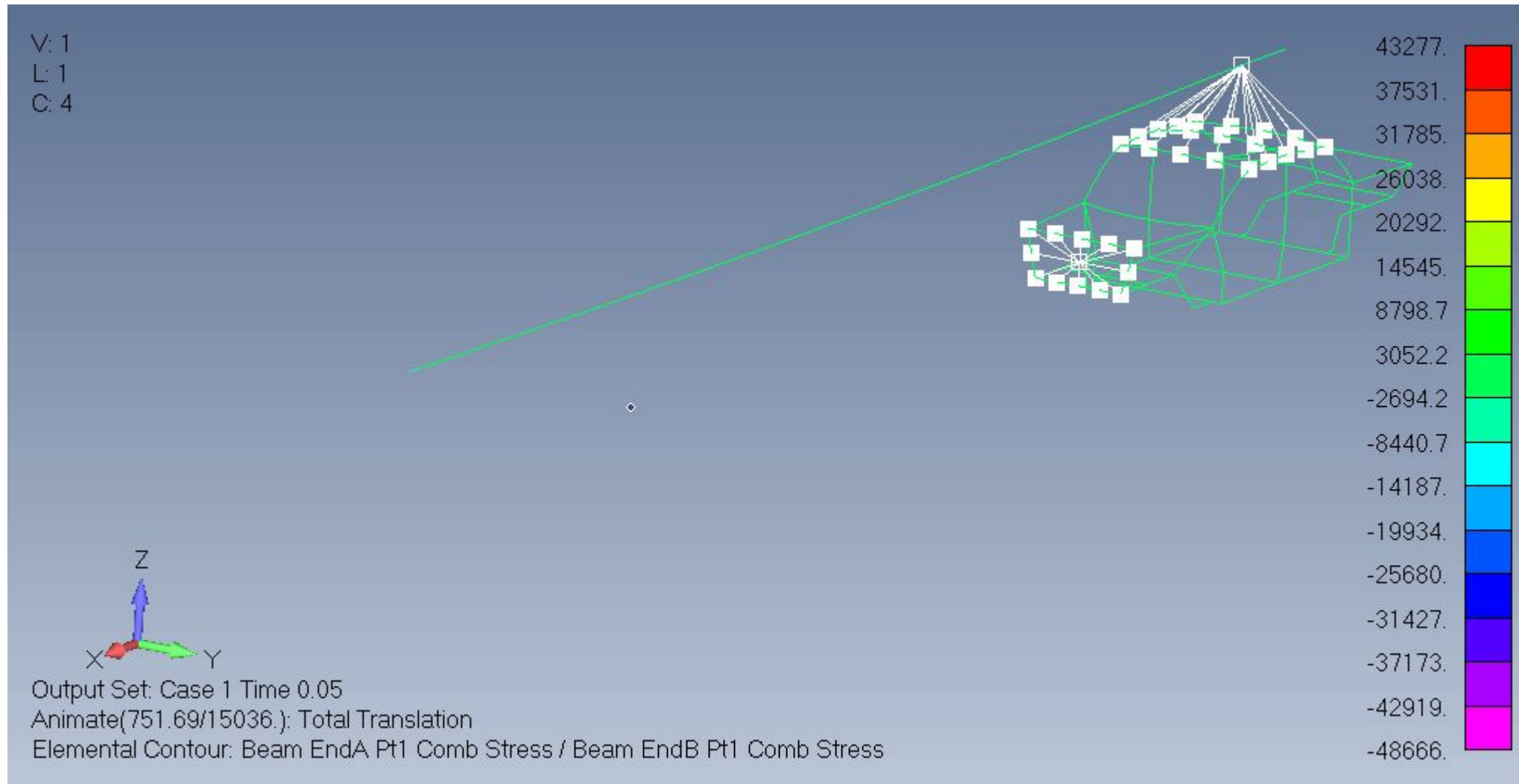
Beam Group 0..None

Beam List Select...

Beam Limit 0

OK Cancel

## Деформируемые направляющие – Пример





# Содержание

Кинематические связи

Деформируемые направляющие

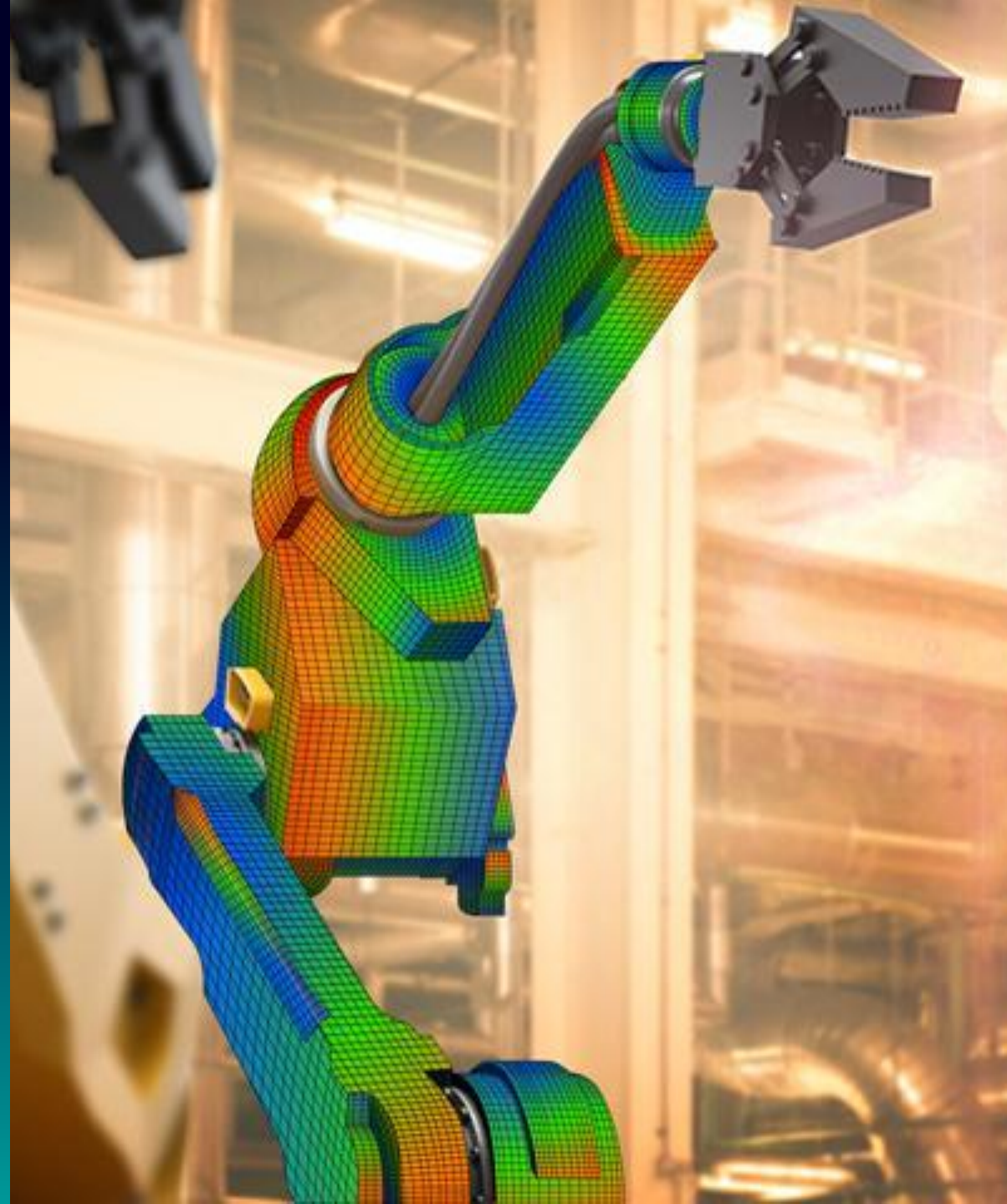
**Построение сетки**

Улучшения производительности

Пользовательский интерфейс

Поддержка решателей

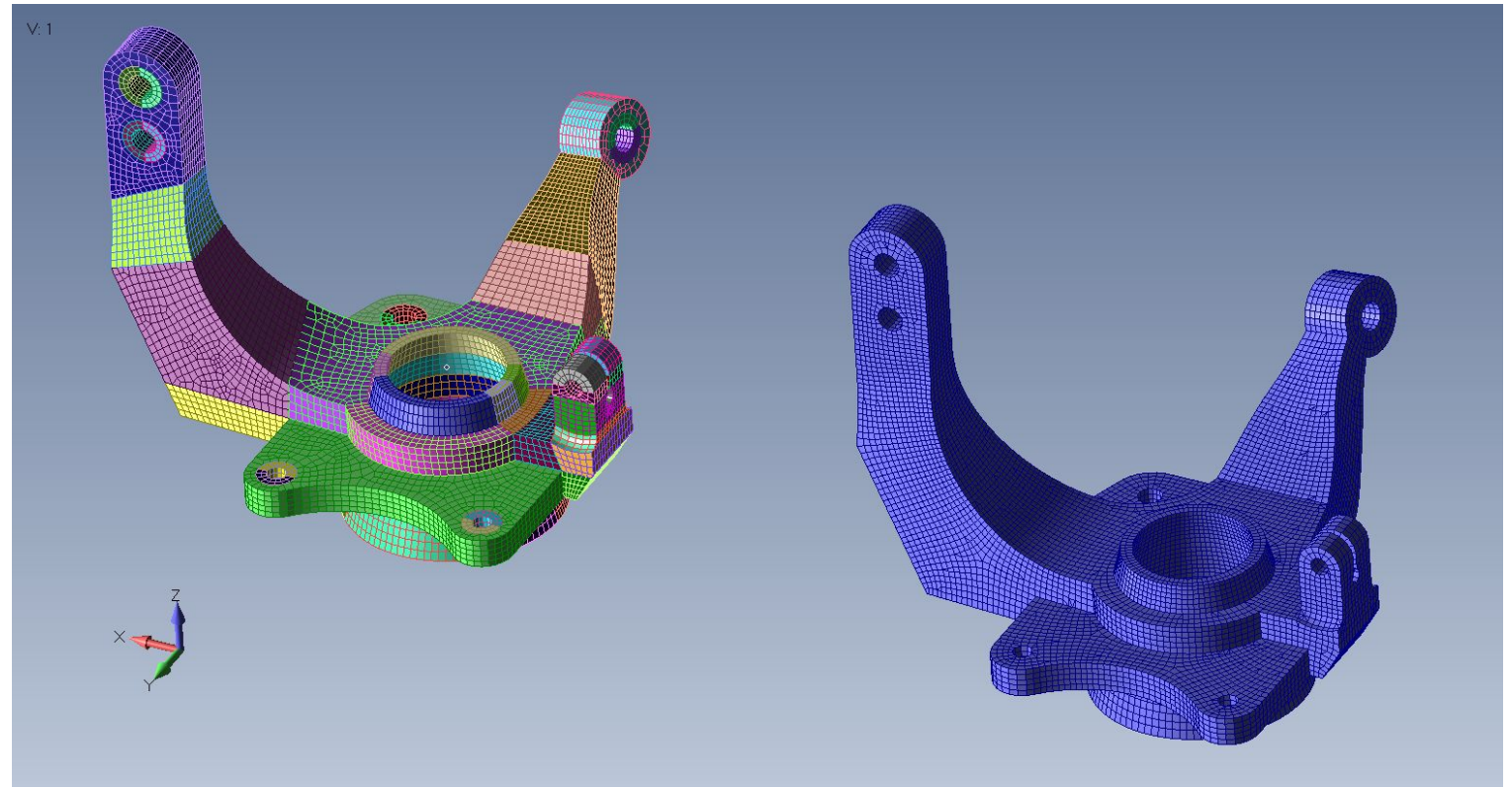
API



## Сеточный генератор Hex Dominant Meshing

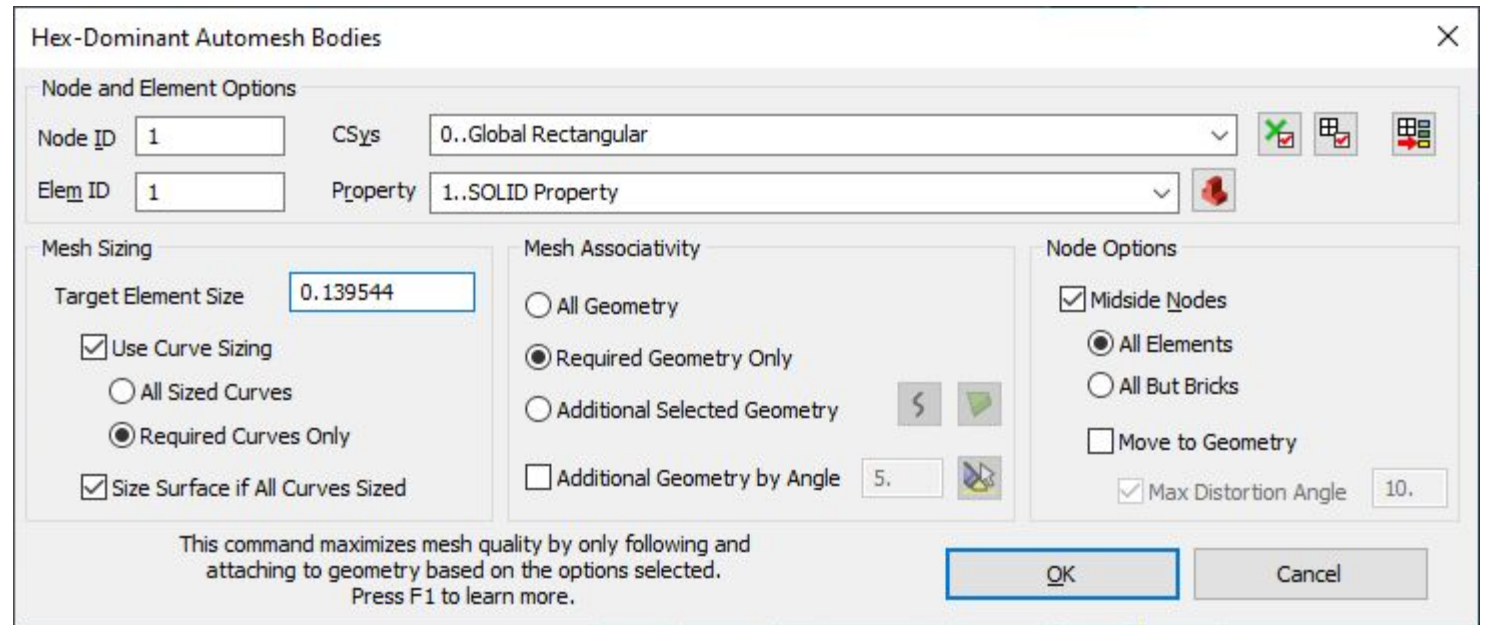
- Новая команда Mesh - HexMesh Bodies
- Использует технологию создания сетки, разработанную FloEFD – еще одним продуктом, предлагаемым Siemens Digital Industries Software
- Подавляющее большинство элементов, созданных этим генератором сеток, представляют из себя гексагональные элементы
- Заполняет остальную часть объема комбинацией клиновидных, пирамидальных и тетрагональных элементов

## Сравнение обычного подхода с Hex Mesh Bodies



## Сеточный генератор Hex Dominant Meshing

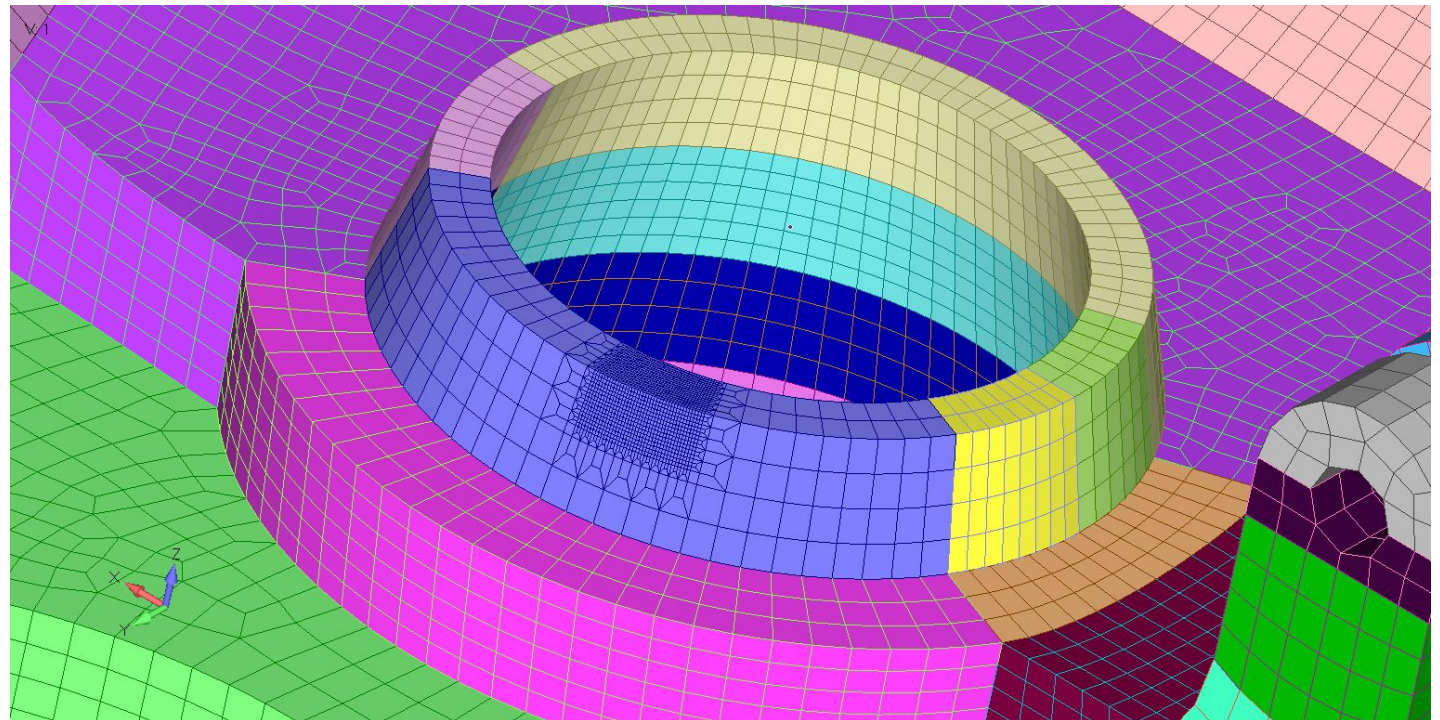
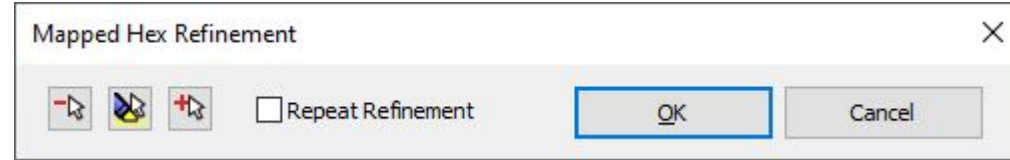
- Ограниченное расположение узлов затрудняет получение приемлемой гексагональной сетки
- Таким образом, параметры очень похожи на Body Mesher, представленный в версии 2021.2, указывается «Размер целевого элемента», а не точный размер
- Более высокий уровень управления сеткой и ассоциативность только в необходимых местах
- Параметры узла для управления порядком элементов и проекцией на геометрию





## Ремешинг (перестроение) гексагональной сетки

- Новая команда Mesh, Editing, Mapped Hex Refine
- Работает по аналогии с командой Mesh, Editing, Element Refine, где элементы для разделения сначала выделяются, затем выделенные элементы разделяются, когда пользователь нажимает кнопку «ОК»
- Также доступна опция «Повторить уточнение» для автоматического продолжения уточнения



# Содержание

Кинематические связи

Деформируемые направляющие

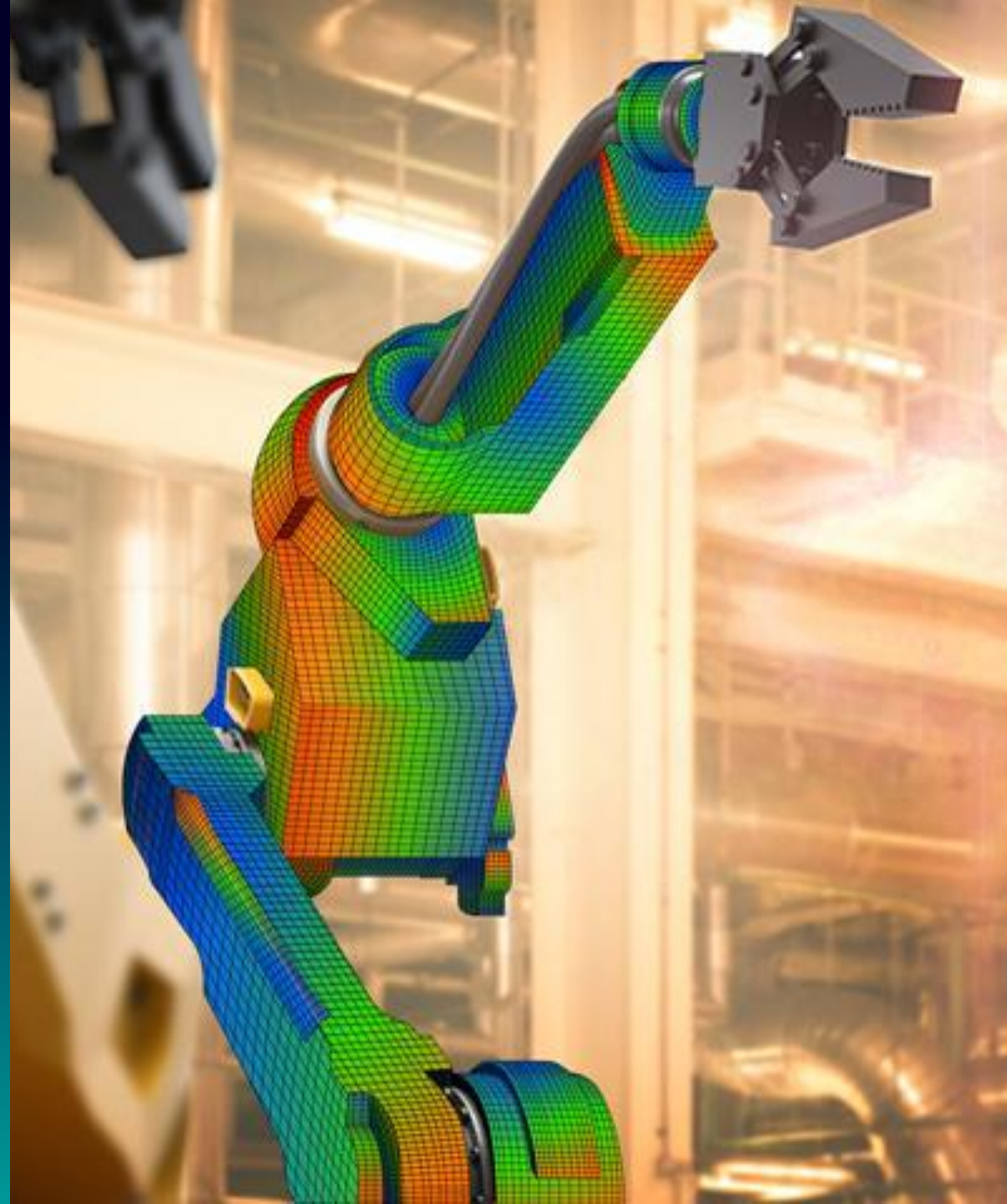
Построение сетки

**Улучшения производительности**

Пользовательский интерфейс

Поддержка решателей

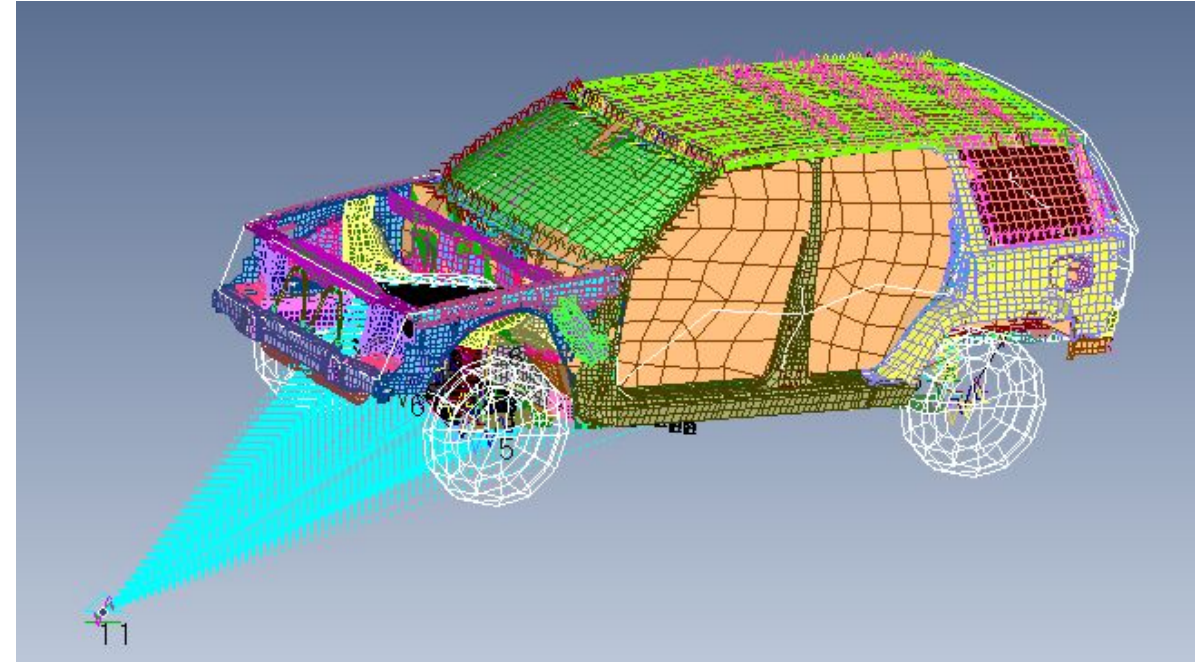
API





## Улучшения производительности

- Опция Performance Graphics (Best Possible) теперь поддерживает:
  - Уравнения связи и метки
  - Регионы (Соединения, Жидкость, неконструкционная масса и болты)
- 2-х улучшение при распределении нагрузок давления от геометрии на грани элементов
- Улучшена производительность при обновлении групп
- До 35-х повышена производительность процесса, используемого для покадрового воспроизведения изображений при анимации в режиме Animate-MultiSet





# Содержание

Кинематические связи

Деформируемые направляющие

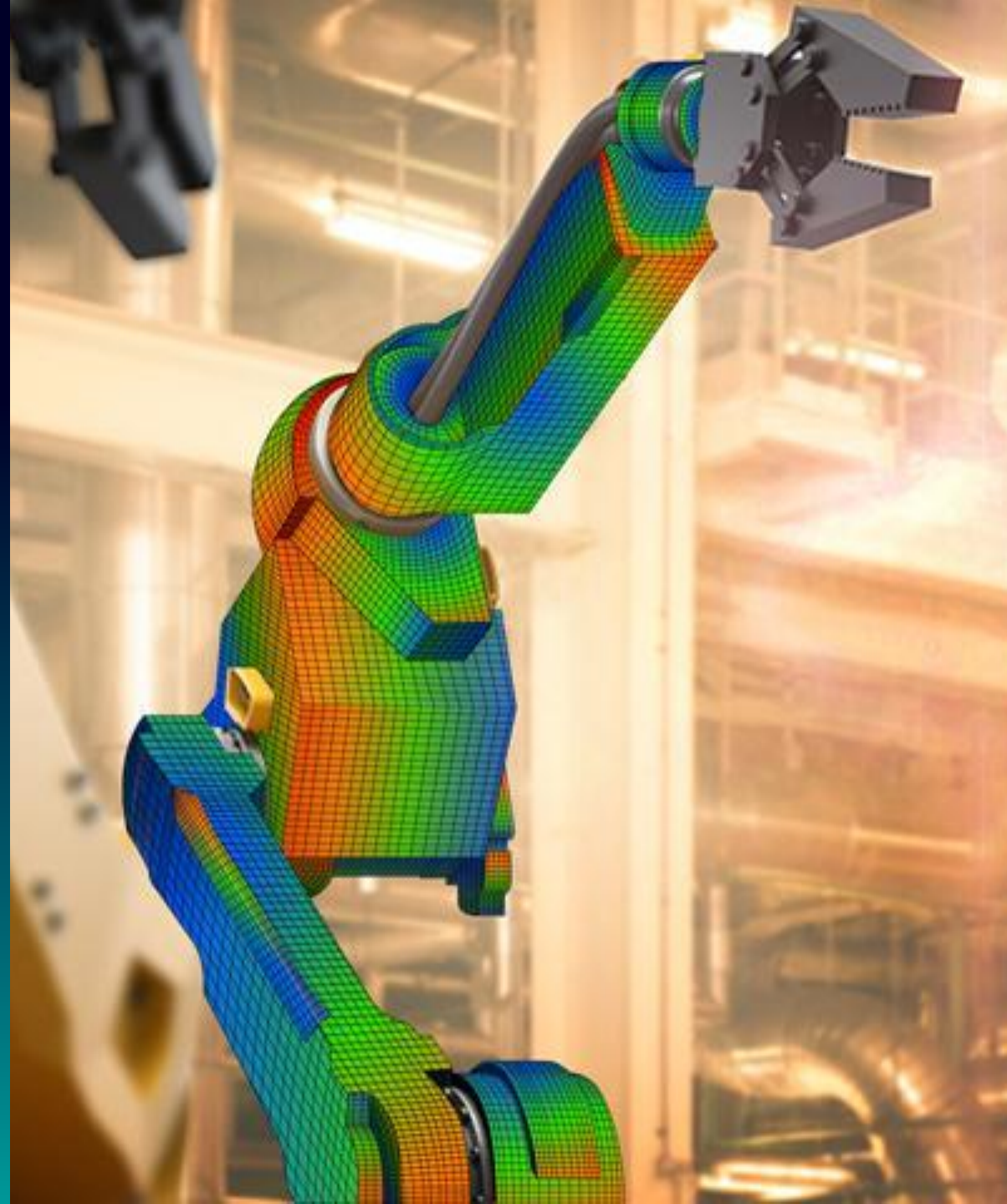
Построение сетки

Улучшения производительности

**Пользовательский интерфейс**

Поддержка решателей

API



## Панель отображения объектов (Entity Display)

### Стандартная панель отображения объектов

Если активен первый значок – то панель инструментов находится в режиме отображения типов сущностей:



Режим объектов

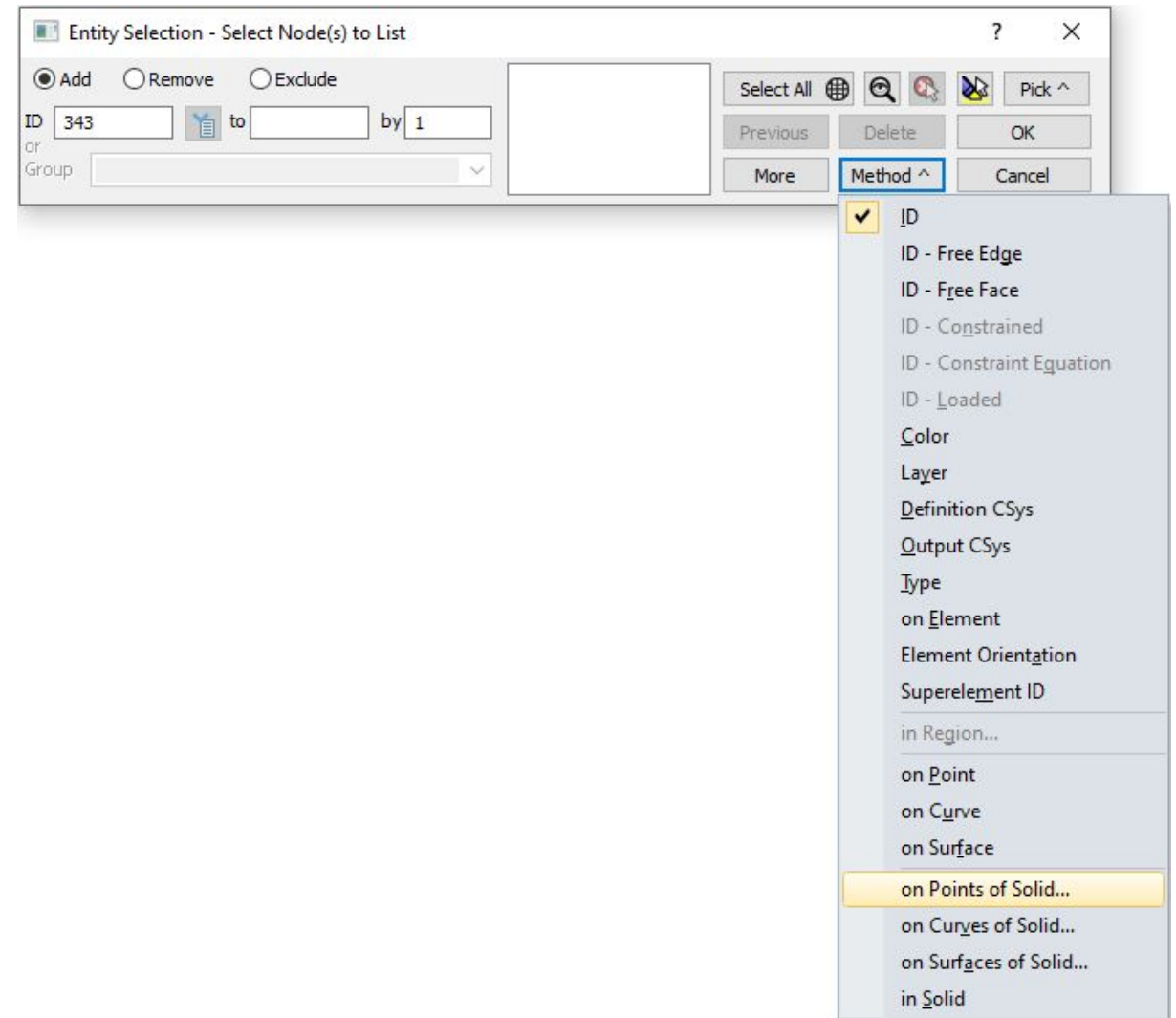
...в противном случае панель инструментов находится в режиме управления меток для типов сущностей:



Режим меток

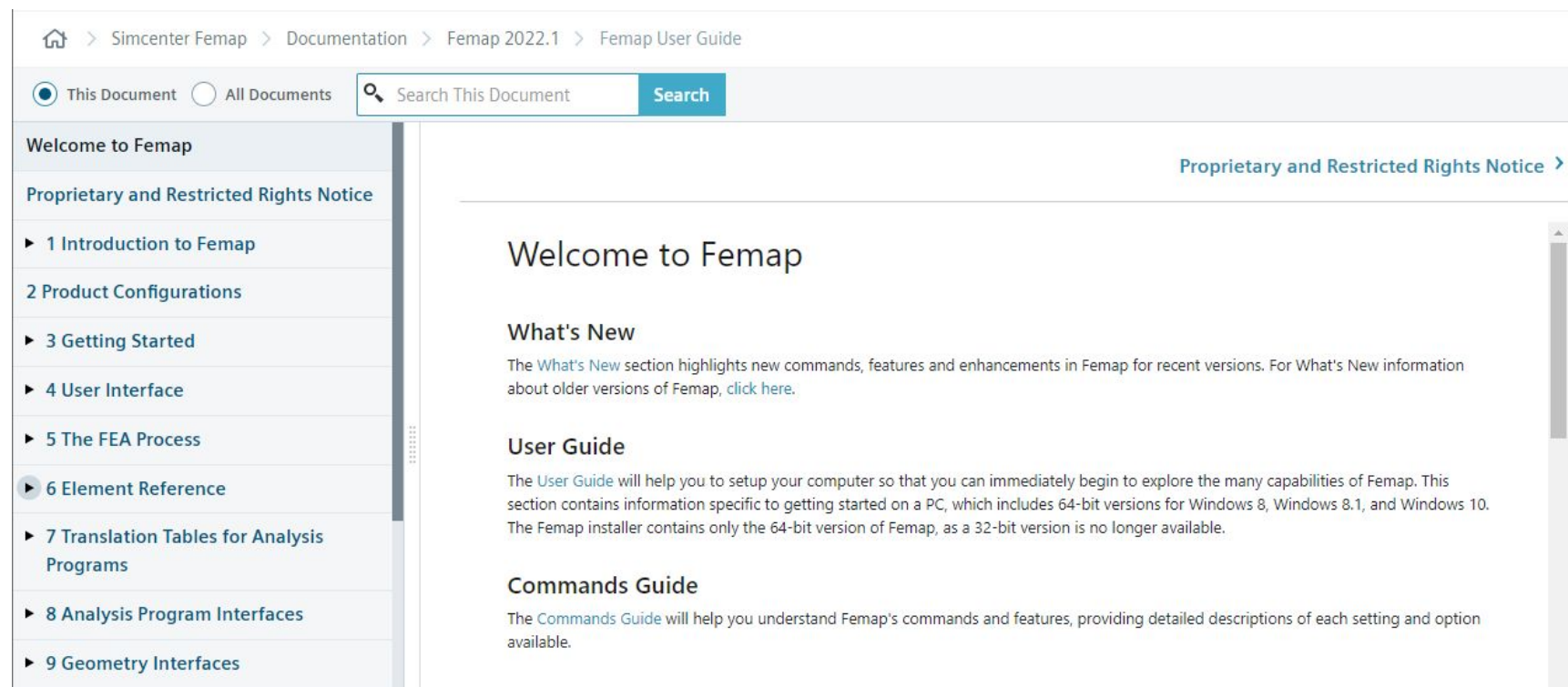
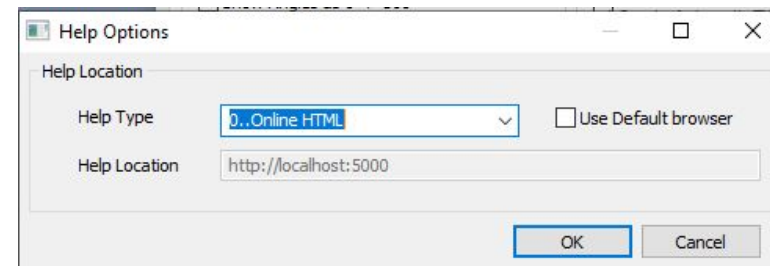
## Группировка и выбор

- Новые команды группировки предназначены для включения узлов или элементов в группу на основе их связи с геометрическими объектами, являющимися частью тела
  - “Группа, Узел на точке тела”
  - “Группа, Узел на кривой тела”
  - “Группа, Узел на поверхности тела”
  - “Группа, Элемент на точке тела”
  - “Группа, Элемент на кривой тела”
  - “Группа, Элемент на поверхности тела”
- Аналогичные опции добавлены в меню Стандартного диалогового окна выбора объектов для узла и элементов
- Команды Копирование/Вращение/Отразить – добавлены настройки в окна для размещения копий объектов



## Прочие улучшения

- HTML справка
- Femap может запускать справку на Siemens GTAC
- Справка также может быть запущена с локального или сетевого сервера
- Все возможности для поиска
- Удобные закладки браузера





# Содержание

Кинематические связи

Деформируемые направляющие

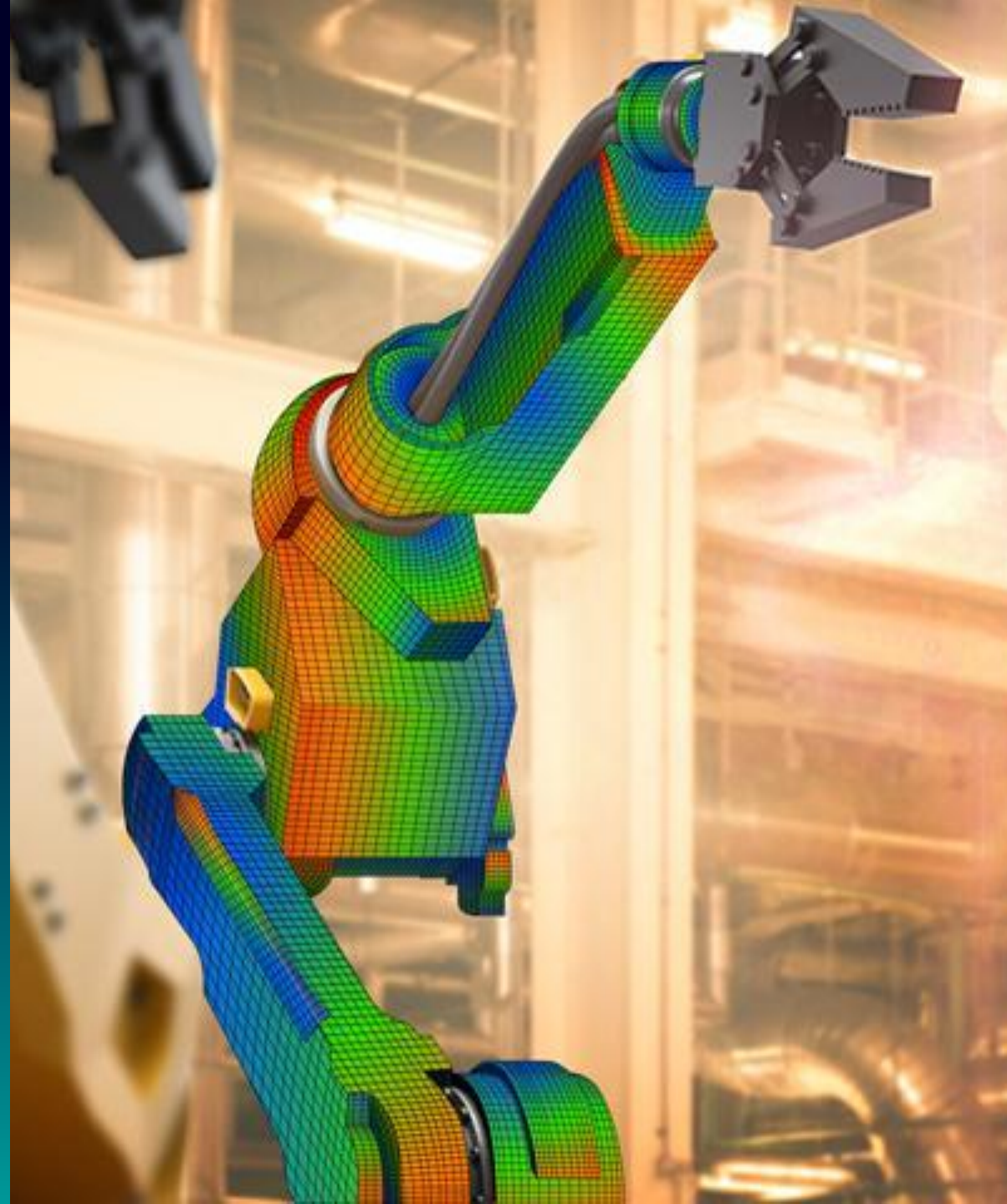
Построение сетки

Улучшения производительности

Пользовательский интерфейс

**Поддержка решателей**

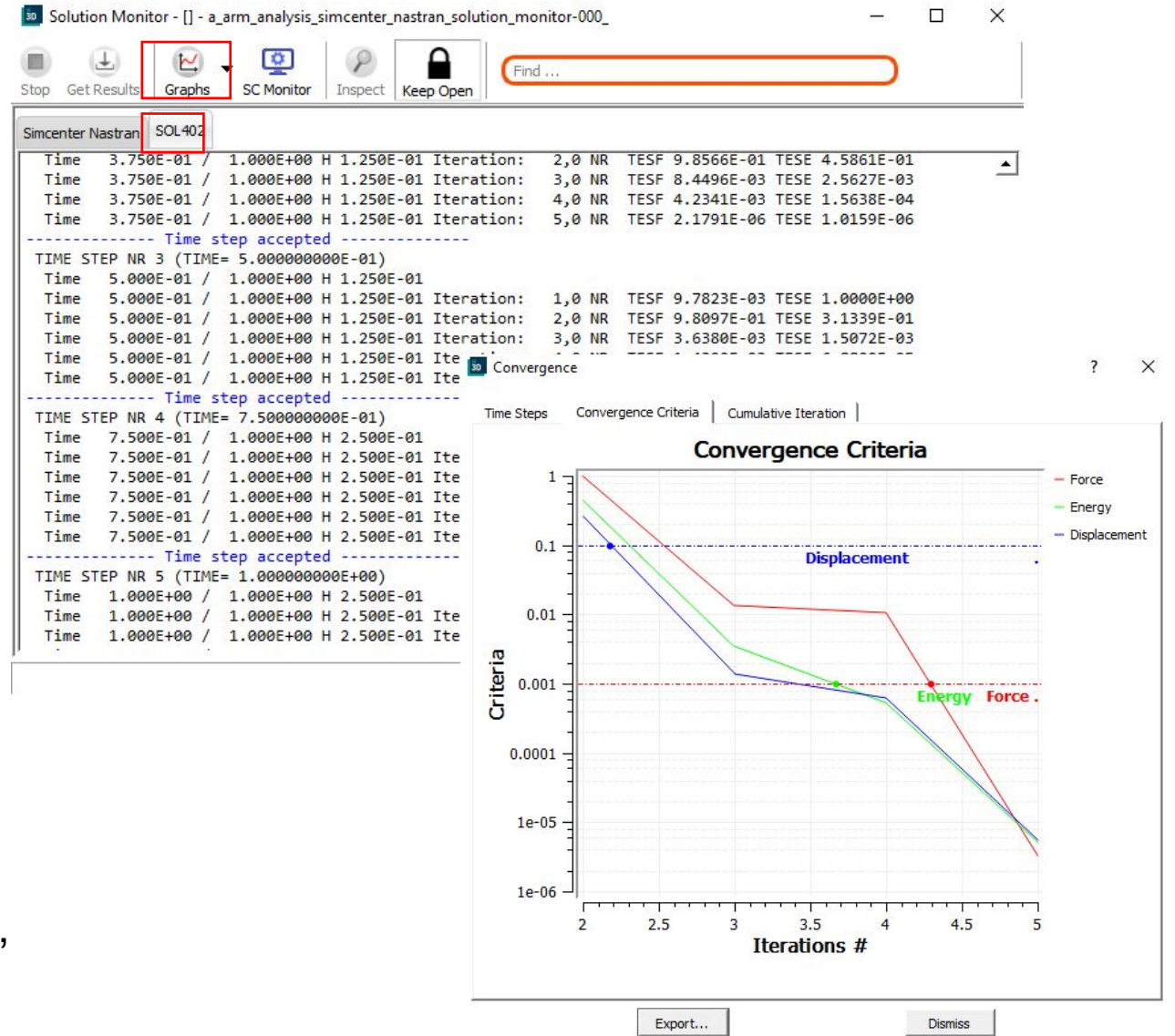
API



## Поддержка решателя – Simcenter Nastran

Окно отображения решения Simcenter Nastran теперь доступно

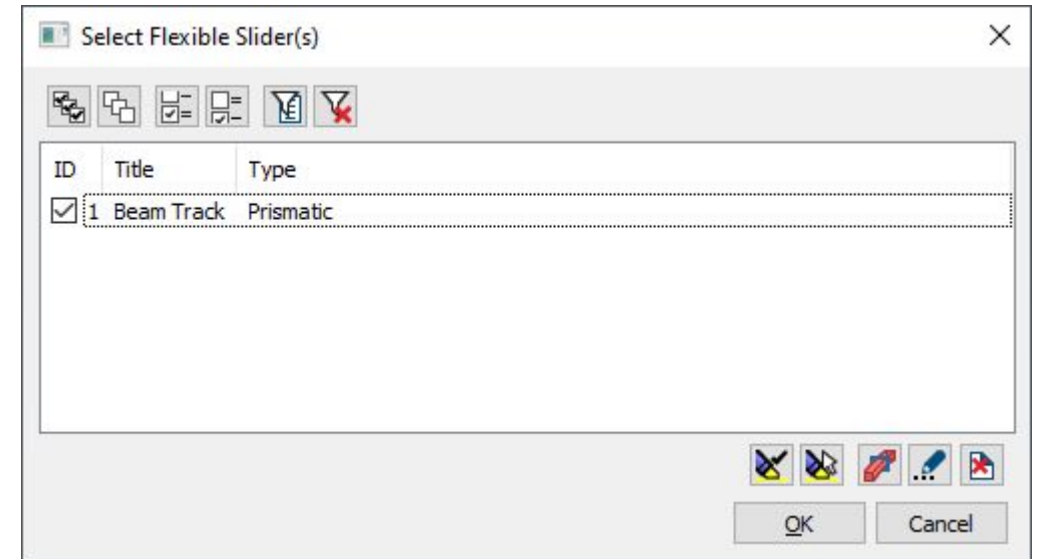
- Для использования необходимо выбрать через диалоговые окна NASTRAN Executive и Solution Options в диспетчере наборов анализа (Analysis Set Manager)
- Отображение управляется решателем Nastran
  - Отображаются предупреждения, информационные сообщения и ошибки
  - Разные вкладки для SOL 401 и 402 для отображения временных шагов и количества итераций при отображении критериев сходимости
  - Графика и информация для временных шагов, итераций, и других объектов определяющих сходимость, пройденное число итераций, элементы с пластической деформацией, и др.



## Поддержка решателя – Simcenter Nastran

Деформируемые направляющие – Выбор для анализа

- Добавлено диалоговое окно "Выбор деф. направляющих" в раздел "Параметры" для SOL 402
- Создает строку управления объектами FLEXSLIM, содержащую один FLXSLI, или несколько объектов FLXADD
- Позволяет выбирать деф. направляющие для конкретного анализа
- Также, диалоговое окно дает возможность:
  - Подсвечивать деф. направляющие выбранные в графическом окне
  - Создать новые деформируемые направляющие
  - Редактировать существующие деф. направляющие
  - Выбрать и удалить деф. направляющие

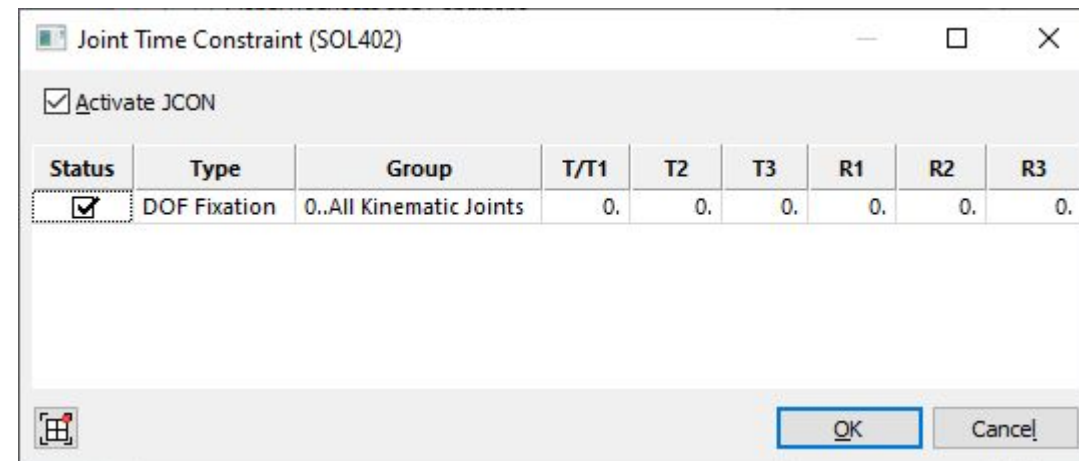




## Поддержка решателя – Simcenter Nastran

Кинематические шарниры – Ограничение во времени (Joint Time Constraint)

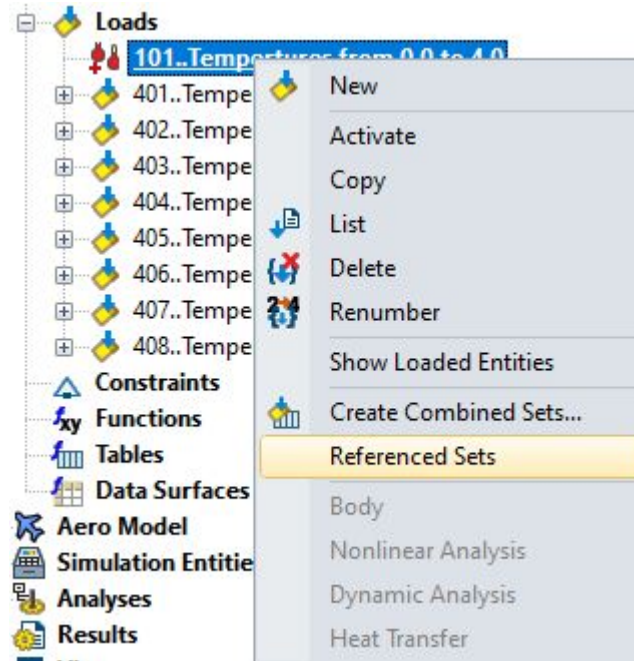
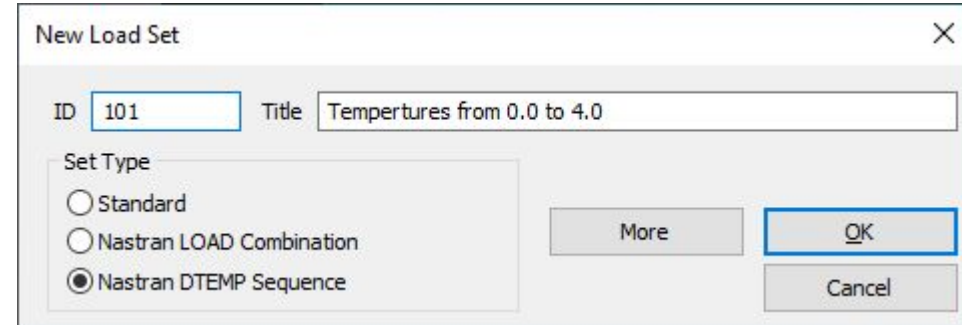
- Создает строку управление JCONSET
- Добавляет диалоговое окно Joint Time Constraint для указания временных интервалов работы кинематических шарниров в SOL 402, используя группы кинематических шарниров
- По умолчанию устанавливается полное время использования для всех кинематических соединений в модели с использованием одной записи в поле T/T1, затем автоматически создаются одиночные JCON
- Если существует несколько записей, можно экспортировать несколько записей JCONON и соответствующих записей ГРУППЫ с помощью JCONADD
- Группу, содержащую множество кинематических шарниров, можно быстро создать с помощью значка Новой группы



# Поддержка решателя – Simcenter Nastran

## DTEMP поддержка

- Зависимости температуры от времени для SOL 401 and SOL 402
- DTEMP реализован как новый Тип набора «Set Type» для наборов нагрузок в виде Последовательности DTEMP Nastran (“Nastran DTEMP Sequence”)
- Для указания шага прироста по времени (Time increments) и выбора набора нагрузок Nastran DTEMP Sequence в диалоговом окне, используется:
  - Команда “Ссылочные наборы” (Referenced Sets ) в контекстном меню для наборов нагрузок
  - Модель, Нагрузки, команды объединения
  - Таблица комбинаций нагрузок в графиках/табличных редакторах



Nastran DTEMP Sequence dialog box showing a table of Time and Load Set values.

	Time	Load Set
0	0.	401..Temperatures at time 0.0
1	0.25	402..Temperatures at time 0.25
2	0.5	403..Temperatures at time 0.5
3	0.75	404..Temperatures at time 0.75
4	1.	405..Temperatures at time 1.0
5	1.5	406..Temperatures at time 1.5
6	2.	407..Temperatures at time 2.0
7	4.	408..Temperatures at time 4.0

## Поддержка решателя – Simcenter Nastran

### Поддержка DDAM (Dynamic Design Analysis Method)

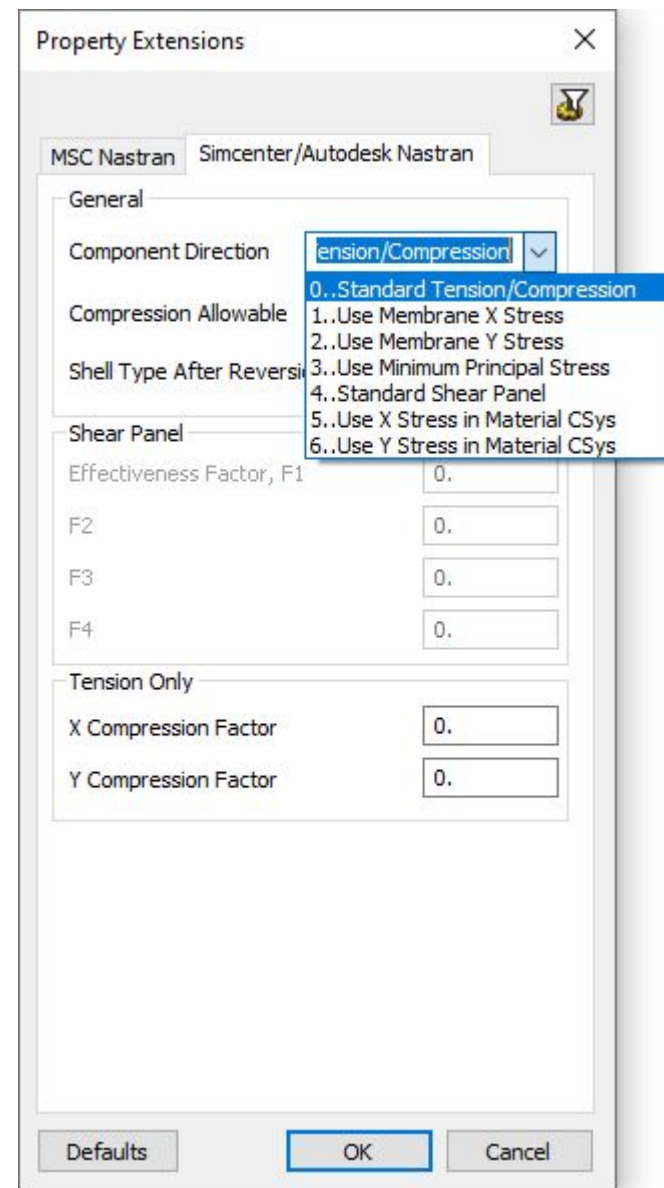
- В версиях Nastran 2022.1-2007
- Добавлена поддержка упрощенного подхода к определению параметров управления для метода анализа динамического проектирования (DDAM)
- DDAM - это трехэтапный процесс, в ходе которого выполняется модальный анализ, затем необходимые результаты и другие входные данные, указанные пользователем, передаются в приложение NAVSHOCK Fortran, а затем получают суммированные модальные результаты
- Новые объекты теперь поддерживаются
  - DDAMCTR – Задаются DDAM параметры бывшие ранее в файле внешнего управления
  - SPDIR – определяет начальное возмущение для DDAM



## Поддержка решателя – Simcenter Nastran

Поддержка четырехугольного поверхностного КЭ, работающего только на растяжение

- В версиях Nastran 2022.1 - 2007 – только в SOL 401
- Записывает строку PSHLPNL, которая дает возможность преобразования элемента оболочки в элемент панели сдвига при выполнении определенных заданных пользователем критериев
- После преобразования элемент будет продолжать работать как панель сдвига на каждом следующем расчетном шаге (subcase)
- Параметр «Только на растяжение» задается в расширенных свойствах пластины
- Параметр, PARAM,TENSOQD, который определяет использование опции «только на растяжение» в конкретном анализе, теперь можно установить используя Analysis Set Manager



## Поддержка решателя – решатели Nastran

Распределенная/сосредоточенная (Nonstructural) масса поддерживается для RBEAM

- Можно указать место расположения сосредоточенной массы с помощью строк Y Axis Offset и/или Z Axis Offset, End A и/или End B в окне свойств балочных элементов
- Nonstructural Mass Property Values представлена отдельной секцией
- Заданные в Nonstructural Mass Property Values массы учитываются при расчёте центра тяжести, массовых характеристик

Define Property - BEAM Element Type

ID: 1 Title: Material: Color: 110 Layer: 1

Property Values

Tapered Beam  Write Zeros at End B (Off=Blank)

	End A	End B
Area, A	0.	0.
Moment of Inertia, I1 or Izz	0.	0.
I2 or Iyy	0.	0.
I12 or Izy	0.	0.
Torsional Constant, J	0.	0.
Y Shear Area	0.	0.
Z Shear Area	0.	0.
Warping Constant	0.	0.
Perimeter	0.	0.
Y Neutral Axis Offset	0.	0.
Z Neutral Axis Offset	0.	0.

Nonstructural Mass Property Values

Nonstructural Mass/Length	0.	0.
Y Axis Offset	0.	0.
Z Axis Offset	0.	0.

Stress Recovery (2 to 4 Blank=Square)

	Y	Z
End A 1	0.	0.
2	0.	0.
3	0.	0.
4	0.	0.
End B 1	0.	0.
2	0.	0.
3	0.	0.
4	0.	0.

Buttons: Shape... Shape End B... Load... Save... Copy... OK Cancel

## Поддержка решателя – ANSYS

- Добавлена поддержка возможности определения промежуточных узлов для параболических элементов
- Добавлена возможность чтения UNBL записей из ANSYS .CDB файлов
- Улучшена поддержка считывания параметров и компонентов в командах, поддерживаемых ANSYS



# Содержание

Кинематические связи

Деформируемые направляющие

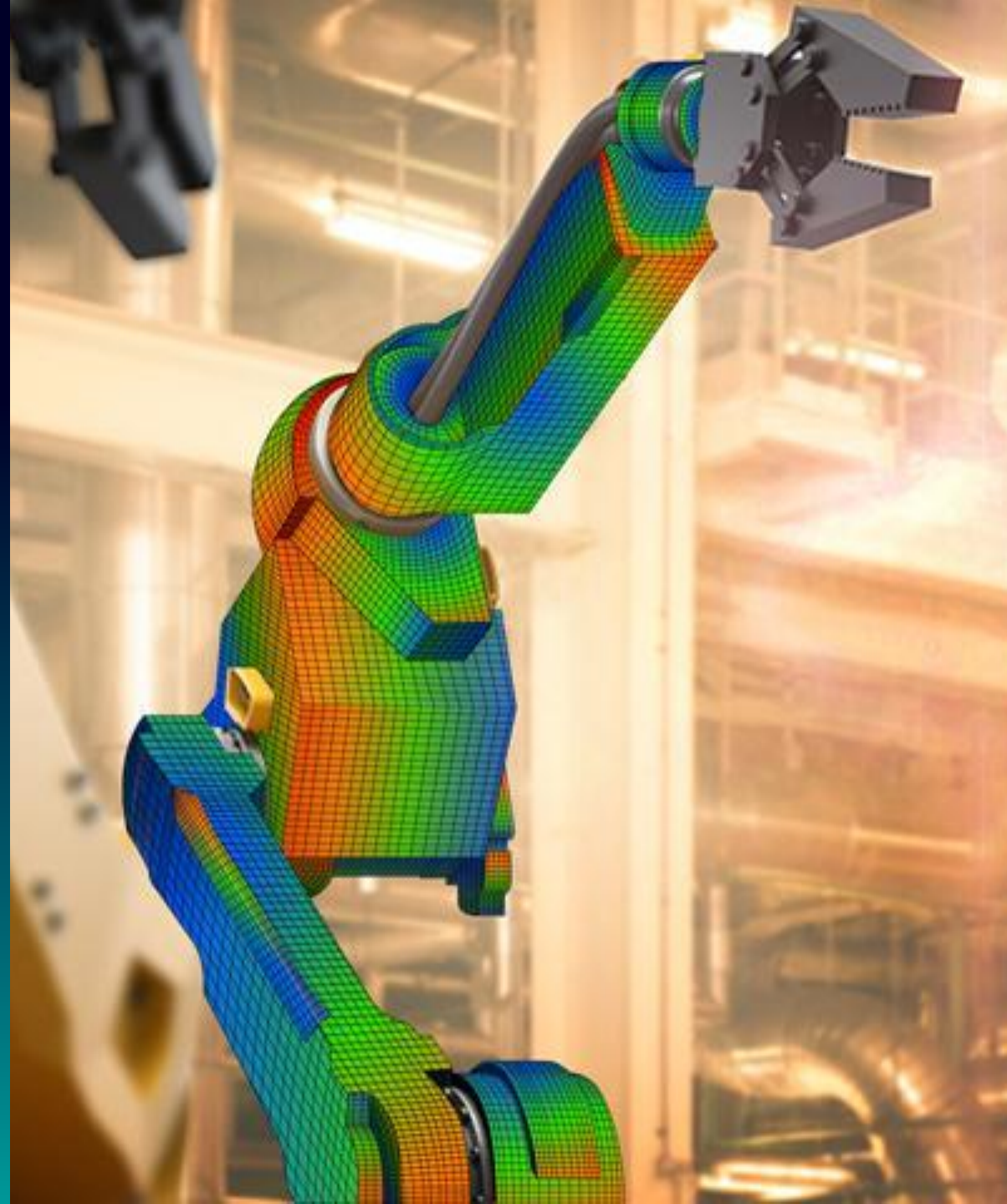
Построение сетки

Улучшения производительности

Пользовательский интерфейс

Поддержка решателей

API



## API

- Добавлен программный доступ к новым объектам моделирования, добавленным в 2022.1: шарнирным соединениям и деформируемым направляющим
- Добавлены свойства `AddToCopiedEntityGroups` для объекта `CopyTool`
- Добавлены свойства `IsSequence` к объектам `LoadSet Object`, например `Nastran DTEMP` зависимости могут быть заданы с помощью API
- Добавлены `NasSoltionMonitorOpt` объекта `AnalysisMgr`. Также добавлены `NasBulkTENSOQD` и `NasBulkTENSOQDval` свойства для указания опции «Только растяжение» поведения элемента и различные методы для указания деформируемых направляющих, используемых в различных анализах
- Добавлены `feCheckCoincidentNode5` для включения опций, которые нельзя было установить ни в одной из предыдущих версий вызовов `feCheckCoincidentNode`.



| Спасибо!

SIEMENS