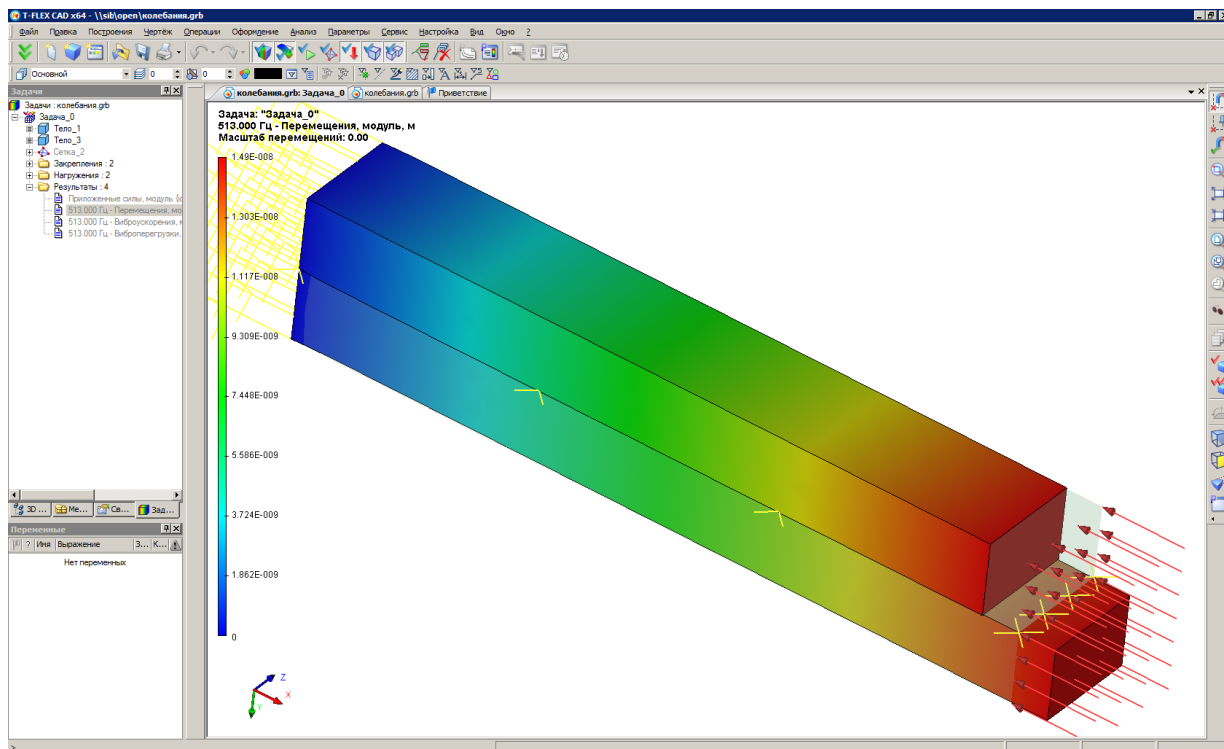


Новые возможности T-FLEX Анализ 12

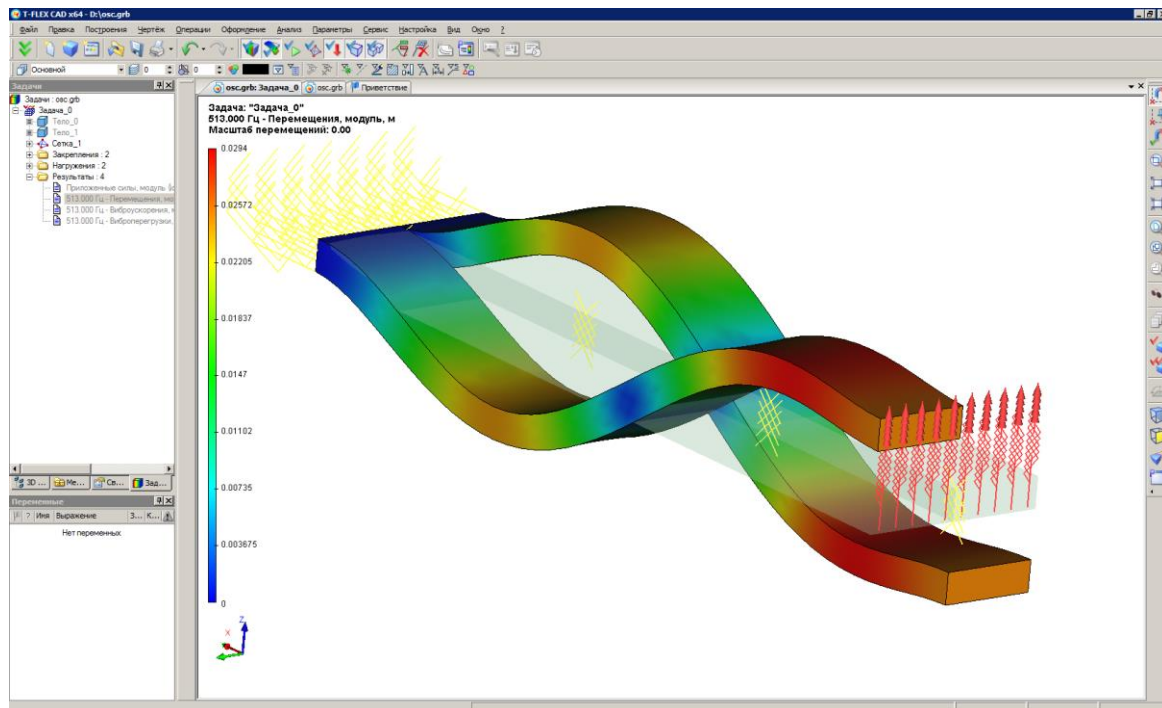
Новый вид расчёта – «Вынужденные колебания»

В T-FLEX CAD Анализ появился новый вид расчёта – «Вынужденные колебания». Анализ вынужденных колебаний проводится для предсказания поведения конструкции под действием внешних воздействий, изменяющихся по гармоническому закону. Внешние воздействия включают в себя силовое и/или кинематическое возбуждение. Кроме того, может учитываться влияние демпфирования системы.



Целью анализа вынужденных колебаний является получение зависимости отклика системы от частоты вынуждающих воздействий. Результатами расчёта являются амплитуды перемещений, виброускорения и виброперегрузки на заданной вынуждающей частоте. Существует возможность просмотра деформированного состояния конструкции в различных фазах. По результатам расчёта для диапазона частот могут быть получены зависимости амплитуд и виброускорений от частоты вынуждающих воздействий, что важно при оценке виброустойчивости системы в заданном диапазоне частот.

Анализ вынужденных колебаний осуществляется в несколько этапов. Последовательность действий пользователя по подготовке задачи и выполнению данного типа анализа во многом схожа с алгоритмом статического анализа.



Новый вид расчёта – «Анализ усталости»

Ещё один новый вид расчёта – «Анализ усталости» – позволяет изучать прочность материала при действии переменных нагрузок.

Перед выполнением расчёта на усталостную прочность необходимо сначала исследовать действие статической нагрузки на рассматриваемую деталь или конструкцию, т.е. выполнить статический анализ, чтобы выяснить, подвергается ли изделие разрушению под действием заданной нагрузки. Если изделие разрушается при заданном статическом нагружении (коэффициент запаса меньше 1), то выполнять Анализ усталости не имеет смысла.

В качестве амплитуды циклических напряжений для расчёта усталостной прочности используются рассчитанные в статическом анализе напряжения (эквивалентные или главные).

При расчёте усталости необходимо, чтобы для материала, из которого изготовлено рассматриваемое изделие, была определена кривая усталости. Кривая усталости может быть выбрана из уже существующих кривых, или задана пользователем самостоятельно.

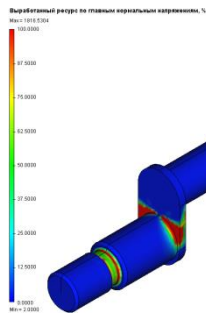
Существует два типа расчета задач анализа усталости: однособытийный и многособытийный. В однособытийном расчете предполагается, что все нагрузки, приложенные к системе, циклически изменяются по одному закону – параметры количество циклов и тип циклического изменения для всех нагружений одинаковы. Многособытийный расчет позволяет оценить воздействие нескольких сил с разными параметрами циклического нагружения. Это может быть как разное количество циклов, так и несовпадающие типы изменения циклического нагружения.

Для циклического нагружения задаются следующие параметры: количество циклов; тип нагружения; метод коррекции напряжений, который задаётся в том случае, если коэффициент асимметрии цикла R не совпадает с коэффициентом заданной кривой усталости; коэффициент масштабного эффекта (коэффициент масштабирования напряжений).

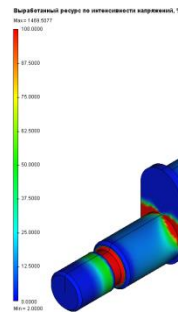
Всего по результатам анализа усталости пользователю доступны 10 результатов, которые можно разбить на 4 группы.

Группа «Выработанный ресурс» включает в себя следующие результаты:

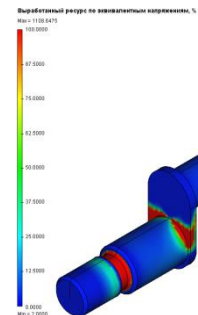
- Выработанный ресурс по главным напряжениям (гипотеза Геста-Мора – гипотеза наибольших главных напряжений);
- Выработанный ресурс по эквивалентным напряжениям (гипотеза Губера-Мизеса-Генки – гипотеза энергии формоизменения);
- Выработанный ресурс по интенсивности напряжений (гипотеза Треска-Сен-Венана – гипотеза максимальных касательных напряжений);



Выработанный ресурс по главным напряжениям



Выработанный ресурс по интенсивности напряжений

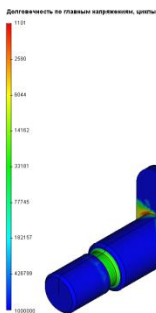


Выработанный ресурс по эквивалентным напряжениям

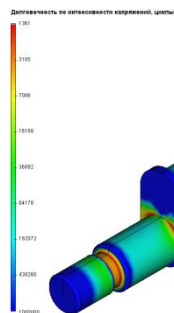
Группа «Долговечность» включает в себя следующие результаты:

- Долговечность по главным напряжениям.
- Долговечность по эквивалентным напряжениям.
- Долговечность по интенсивности напряжений.

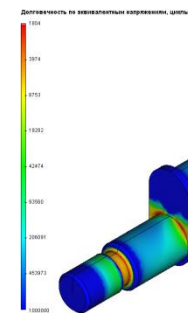
Данный тип результатов доступен только для однособытийного расчёта.



Долговечность по главным напряжениям



Долговечность по интенсивности напряжений



Долговечность по эквивалентным напряжениям

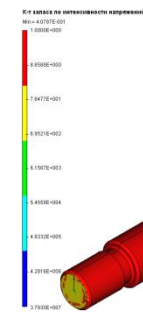
Группа «Коэффициент запаса» включает в себя результаты:

- Коэффициент запаса по эквивалентным напряжениям (гипотеза Губера-Мизеса-Генки – гипотеза энергии формоизменения);
- Коэффициент запаса по интенсивности напряжений (гипотеза Треска-Сен-Венана – гипотеза максимальных касательных напряжений);
- Коэффициент запаса по максимальным главным напряжениям (гипотеза Геста-Мора – гипотеза наибольших главных напряжений).

Данный тип результатов доступен только для однособытийного расчёта.



Коэффициент запаса по главным напряжениям



Коэффициент запаса по интенсивности напряжений



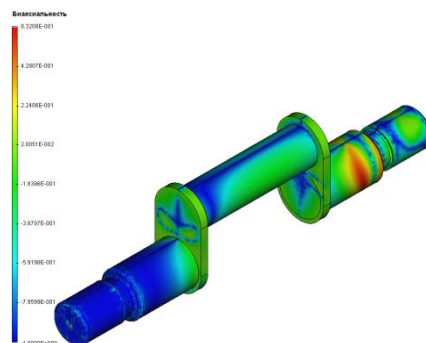
Коэффициент запаса по эквивалентным напряжениям

Группа «Биаксиальность» включает в себя следующие результаты:

- Биаксиальность - коэффициент отношения меньшего главного знакопеременного напряжения (отличного от 0) к большему главному знакопеременному напряжению:

$$b = \frac{\sigma_3}{\sigma_1}, \quad |\sigma_1| \geq |\sigma_2| \geq |\sigma_3|.$$

Биаксиальность характеризует неравенство амплитуд главных напряжений в точке и характеризует пространственную неравномерность распределения главных напряжений по объёму тела в каждой точке. Значение биаксиальности, равное 1, соответствует случаю равнонапряженного состояния $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ в точке.



Данный тип результатов доступен только для однособытийного расчёта.

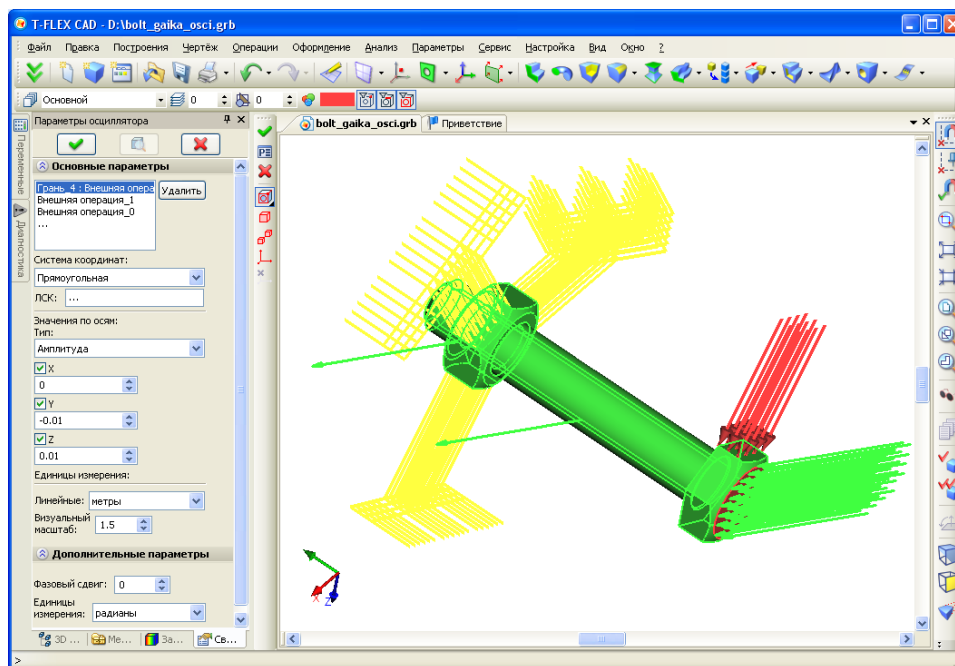
Новый вид нагружения «Осциллятор»

Добавлен новый тип нагружения – “Осциллятор” для задания источника колебаний. С его помощью возможно задание пространственных колебаний с фиксацией направления вдоль осей.

Данный вид нагрузки может выступать в роли полного или частичного закрепления. Если направление колебаний не зафиксировано, оно является закреплённым. Нагрузка прикладывается к граням, ребрам, вершинам тел, а также может прикладываться к отдельным телам сборочной модели. Для указания направления колебаний в команде выбирается локальная система координат, а само направление указывается установкой галочки, соответствующей оси локальной системы координат. Тип кинематической нагрузки выбирается из выпадающего списка и может быть следующим: амплитуда перемещений точек, скорость, ускорение, перегрузка (g). В отдельном поле можно задать сдвиг фазы, измеряемый в градусах либо радианах.

При сочетании нагрузки осциллятора с частичными закреплениями для одного и того же элемента модели направления колебаний и ограничений должны различаться.

Визуально осциллятор отображается как волнистая стрелочка с указанием направления распространения колебаний.



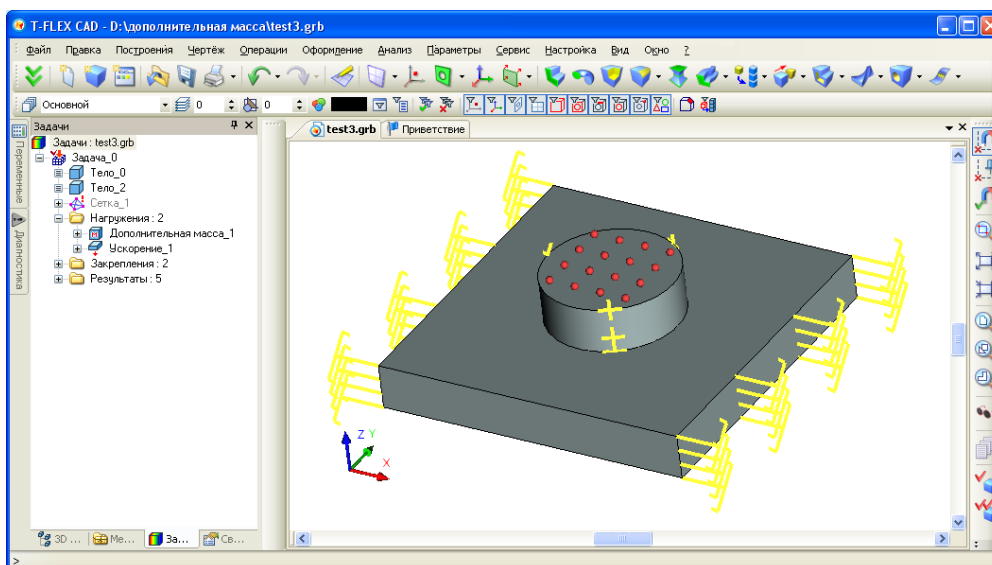
Новый вид нагружения «Дополнительная масса»

Новый вид нагружения – “Дополнительная масса” может использоваться в следующих типах задач:

- статический анализ (не экспресс);
- частотный анализ;
- вынужденные колебания.

Нагружение “Дополнительная масса” может применяться к вершинам, к рёбрам, либо к граням. Диапазон значений: $0..1e^{16}$. Для того, чтобы данное нагружение попало в расчёт, требуется наличие в задаче линейного ускорения.

Визуально дополнительная масса отображается в виде “шариков”.



Новый вид закрепления «Упругое основание»

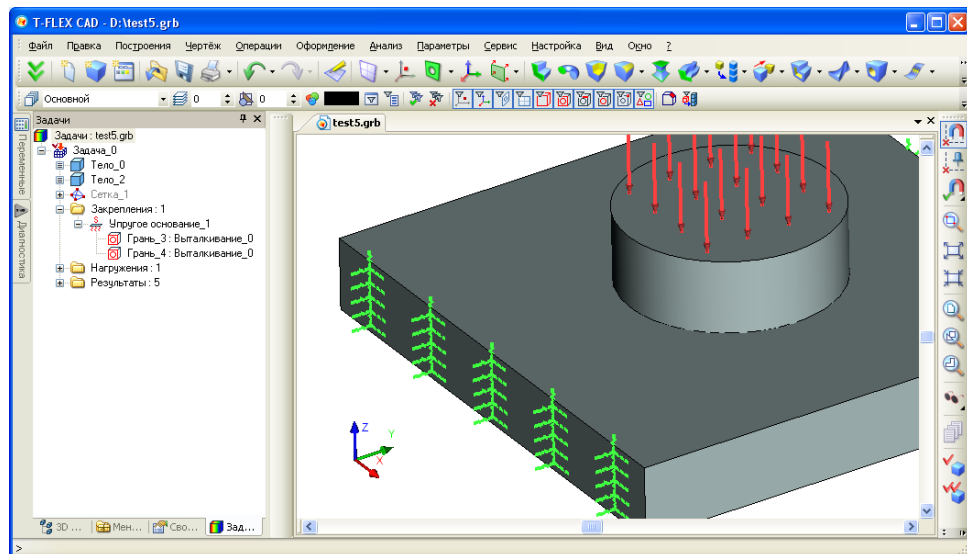
В список закреплений в T-FLEX CAD Анализ добавлен ещё один тип закрепления – “Упругое основание”.

Данный вид закрепления может применяться в следующих задачах:

- статический анализ;
- частотный анализ;

- вынужденные колебания.

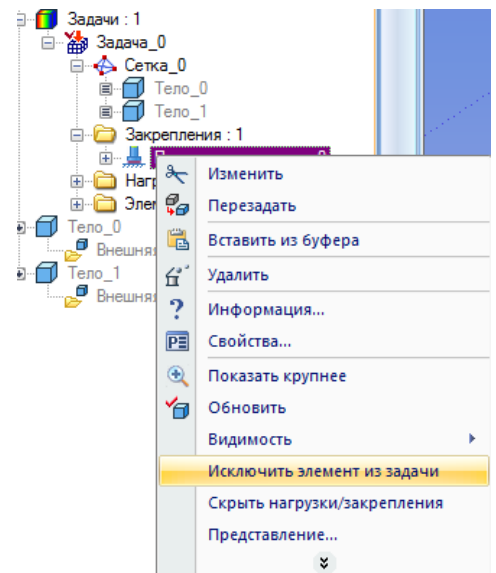
Закрепление “Упругое основание” может применяться к вершинам, к рёбрам, либо к граням. Визуально отображается в виде зигзагообразных линий по компонентам X,Y,Z с внешней стороны тел (граней).



Новая команда “Включить-исключить элемент из задачи”

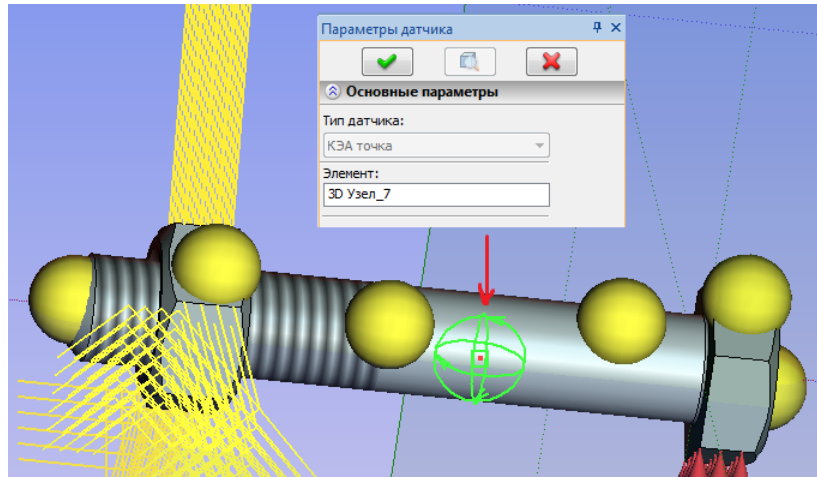
В T-FLEX CAD Анализ появилась новая команда, позволяющая управлять входением в расчёт задачи заданного элемента нагружения/закрепления.

Данная команда вызывается из контекстного меню окна задач Анализа. Исключенные элементы из задачи в расчёте не участвуют.

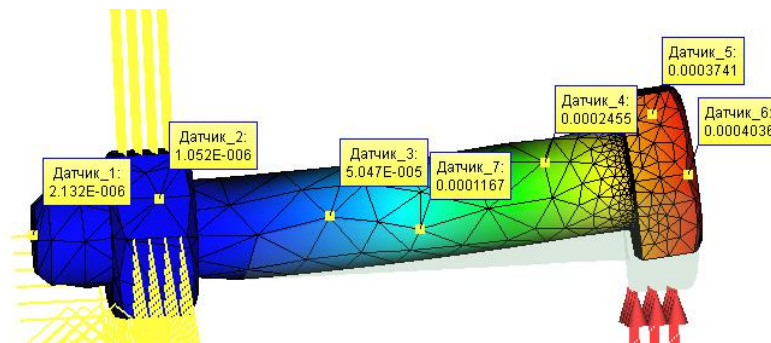


Датчики

Существенно расширена функциональность датчиков. Датчик позволяет отобразить значение соответствующего результата задачи в точке его привязки к модели. Он может быть установлен как в элемент геометрии модели – вершину, точку на ребре или грани, так и в произвольный 3D узел, расположенный либо на поверхности модели, либо в объеме. Привязать датчик к 3D узлу, находящемуся вне модели, нельзя. Для удобства в автоматическом режиме создания датчика добавлена опция построения/редактирования 3D узла.



В общем случае использование датчиков не требует перерасчета задачи. Датчики можно добавить после выполненного расчёта. Показания датчиков в виде характерных меток в точках привязки датчиков будут видны при просмотре соответствующего результата в окне Постпроцессора.



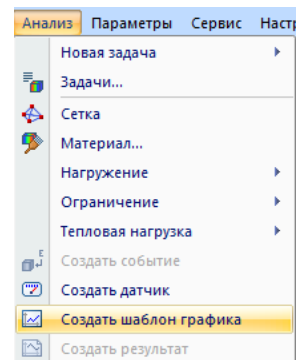
Датчики, созданные с привязкой на кривых поверхностях модели без перерасчета задачи, могут иметь недействительные значения (нулевые) показания, так как будут находиться вне конечно-элементной сетки. Метки таких датчиков обрамляются красной рамкой. Для исключения таких ситуаций требуется обновить конечно-элементную сетку. При перестроении сетки наличие датчиков будет учтено и в точках привязки датчиков автоматически создадутся узлы сетки.

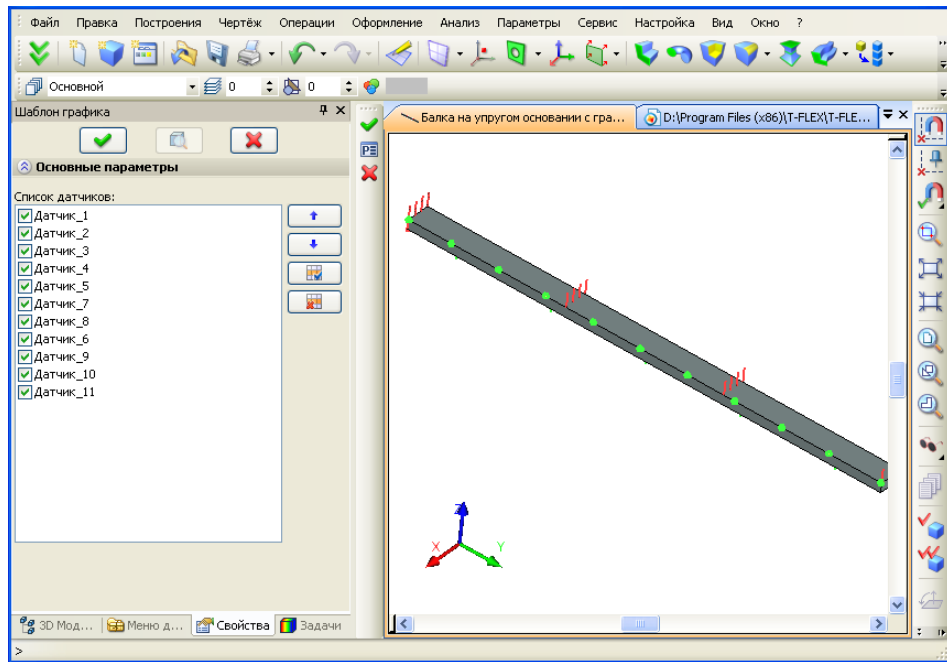
Новые возможности Постпроцессора – шаблоны графиков

В T-FLEX CAD Анализ появилась новая команда **“Создать шаблон графика”**.

Шаблон графика содержит упорядоченный набор датчиков для построения по их значениям графика. Команда не доступна, если в задаче датчиков меньше 2-х. При создании шаблона графика задаются датчики и их порядок следования.

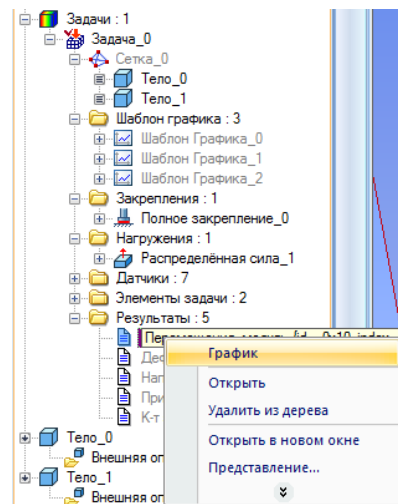
Шаблон графика используется в команде **“График”**.



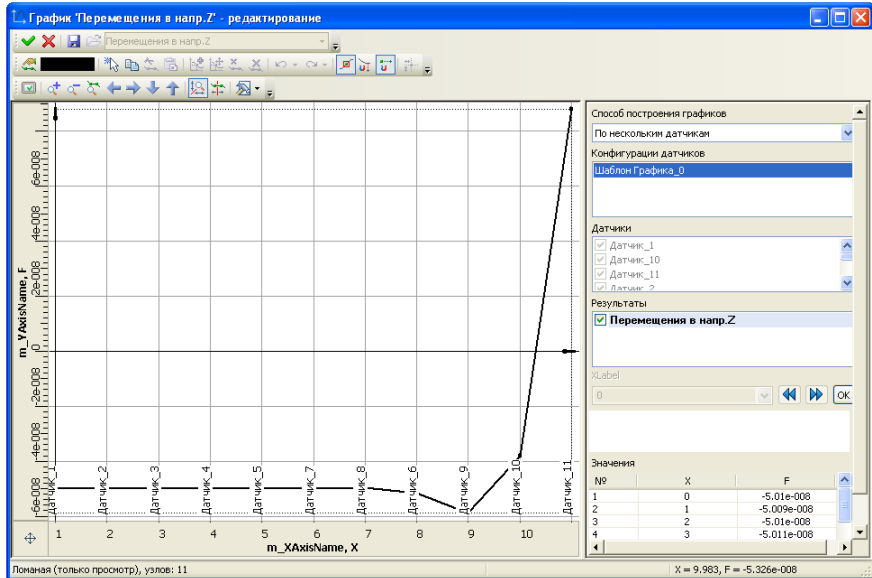
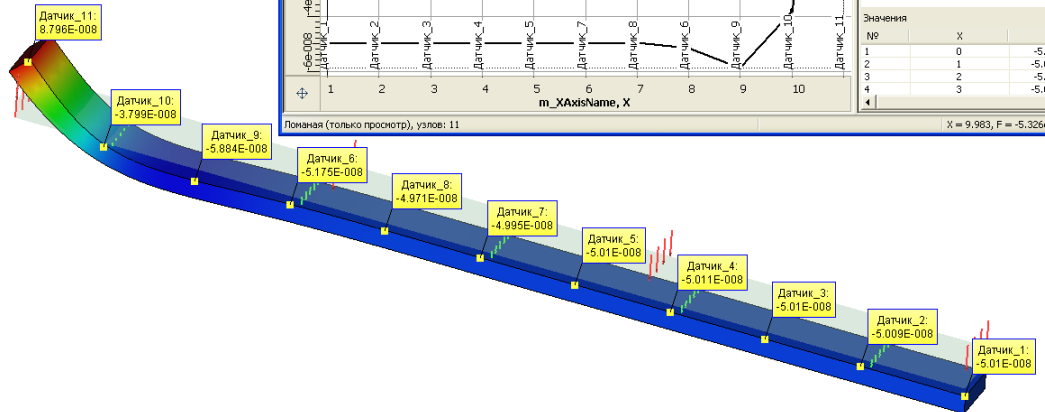


Новые возможности Постпроцессора – графики

Новая команда **“График”** позволяет получить наглядное представление изменения результата по произвольному набору датчиков, заданному посредством «шаблона графика». Команда становится доступна в контекстном меню соответствующего результата (выбранного пользователем) при наличии в задаче хотя бы одного «шаблона графика».



Задача: "Задача_0"
 Перемещения в напр.Z, м
 Масштаб перемещений: 0.00



Новые опции генерации конечно-элементной сетки

В диалоге команды создания конечно-элементной сетки появились новые параметры: исправление самопересечений, критерий выбора геометрии конечных элементов для поверхностной сетки, для объемной сетки, уровень уточнение тонких объемов.

Уточнение тонких объемов (0-4) – опция для автоматического уточнения поверхностной сетки в областях, которые определены в тонких объемах. Данная опция используется для улучшения формы элементов объема в сечениях, где указанный размер сетки не является оптимальным.

Исправлять самопересечения – Опция управляет исправлением самопересечений поверхностной сетки. В конце генерации поверхностной сетки она проверяется на самопересечения, и любые найденные пересечения будут исправлены, если это возможно.

Критерий метрики объемной/поверхностной сетки – опция, управляющая критерием выбора желаемой формы метрики для объемной/поверхностной сетки. Данная опция устанавливает форму метрики, используемой в качестве целевой при различных процедурах улучшения объемной/поверхностной сетки, например, для процедуры оптимизации:

Угол – максимальное значение двугранного угла для треугольников, тетраэдров в градусах. Значение по умолчанию 145. Значение должно быть в диапазоне $145^\circ \leq \text{угол} < 180^\circ$.

Симметрия – критерий эквиобъемной асимметрии. Безразмерный параметр, значение которого должно быть в диапазоне от 0 (равносторонний треугольник, тетраэдр) до 1 (вырожденный элемент).

Сторона – критерий пропорции сторон. Безразмерный параметр, имеющий диапазон значений от 1,0 (равносторонний) до ∞ (вырожденный). Значение по умолчанию составляет для тетраэдров 12,0 и для треугольников 6,0.

