



FIDESYS

система прочностного анализа

Версия 7.0

Выпущена: август 2024

Версия 7.0

Дополнения и улучшения функционала

Добавлен расчет с учетом вязкопластичности по Нортону (Ползучесть по Нортону с пластичностью по Мизесу) (альфа)

Изменение виджета для создания контактных пар

Улучшен алгоритм автопоиска контактных пар для малых поверхностей

Добавлена возможность задания параметров теплового зазора между контактирующими телами

Добавлен расчет усталостной прочности в Фильтре Усталость в постпроцессоре FidesysViewer

Добавлен вывод массово-инерционных характеристик в текстовом виде в папку расчета

Изменен способ задания гу связи, теперь может быть только один мастер-узел, что приводит к ускорению расчета с данным ГУ

Улучшены функции расчета для нелинейных задач, когда используются все три вида нелинейностей

Улучшен итерационный решатель

Улучшена скорость расчета для задач аддитивного производства

Изменилась логика работы с фильтром Запас прочности

Добавлен расчет запаса прочности по теории Хука-Брауна в постпроцессоре (фильтр Запас прочности)

Добавлена опция следящая сила для пружин

Добавлен расчет с учетом распухания

Добавлен новый тип расчета Высокоскоростное разрушение (альфа-версия)

Добавлены периодические граничные условия в теплопроводности

Для осесимметричных задач добавилась поддержка пластичности для критериев Мизеса и Друкера-Прагера

Увеличена производительность и сокращено потребление памяти

Добавлена поддержка импорта файлов *.m3d, *a3d (6.1R2)

Улучшен функционал работы с локальными системами координат

Добавлен расчет эффективной проницаемости неоднородной среды

Добавлено автоматическое определение осей ортотропии вычисленных эффективных свойств и расчет ортотропных характеристик в данных осях

Улучшена точность определения границы представительного объема (либо ячейки периодичности) при оценке эффективных свойств

В CAE Fidesys Help (Справка F1) добавлена статья с перечнем возникающих ошибок и примерными действиями пользователя для их устранения

Дополнения и улучшения препроцессора

Дерево моделей теперь полностью редактируемо из страницы свойств

Добавлена возможность смены имени элементов геометрической модели

Добавлена опция для использования баз данных материалов в виджете Создание Материалов

Добавлена команда для вывода свойств контактов, облочек, балок, пружин, точечных масс в лог-файл

Добавлена функция редактирование таблиц

CDB – запись логов в процессе конвертации

Дополнения и улучшения постпроцессора

Обновлен всплывающий список отображаемых результатов

Реализована передача nodeset в постпроцессор, что делает более удобным расчет суммарных сил реакций и т.д.

Добавлен фильтр для создания эпюр для балочных элементов

Системные требования

Программный комплекс **CAE Fidesys** предъявляет следующие минимальные требования к программному обеспечению и оборудованию.

Аппаратные требования

- Процессор: Dual-core 1,7 ГГц и выше.
- Оперативная память: не менее 4 GB.
- Свободное место на диске: 5 GB.
- Видеокарта уровня NVIDIA GeForce GTX 460 или выше.
- Разрешение экрана: 1024×768 или выше.

Операционная система

Поддерживаются следующие версии операционных систем (64-разрядные версии):

Windows 11
Windows Server 2022
Windows 10
Windows Server 2019
Windows Server 2016
Windows 8.1
Windows Server 2012
Windows Server 2012 R2
Windows 7 SP1
Windows Server 2008 R2 SP1

Важно: Необходимо установить последние обновления ОС Windows.

Ubuntu 20.04, Ubuntu 22.04
Alt Linux 9.2, Alt Linux 10 (для корректной установки необходимо добавить пользователя **root** в файл `/etc/sudoers`, а именно выполнить команду: **echo >>/etc/sudoers root ALL=\(ALL\) ALL**)
Debian 9, Debian 10 (для корректной работы предварительно установите пакет `psmisc`: **apt-get install psmisc**),
Debian 11,
Debian 12
RHEL 7, RHEL 8, RHEL 9
Scientific Linux 7,
Astra Linux 1.6, Astra Linux 1.7 (ядро – linux-5.4.0-54-generic), Astra Linux 2.12
Centos 7, Centos 8, Centos 9
Oracle Linux Server 7, Oracle Linux Server 8,
Oracle Linux Server 9
Fedora 36
РЕД ОС

Дополнения и улучшения функционала

Добавлен расчет с учетом вязкопластичности по Нортону (Ползучесть по Нортону с пластичностью по Мизесу) (альфа)

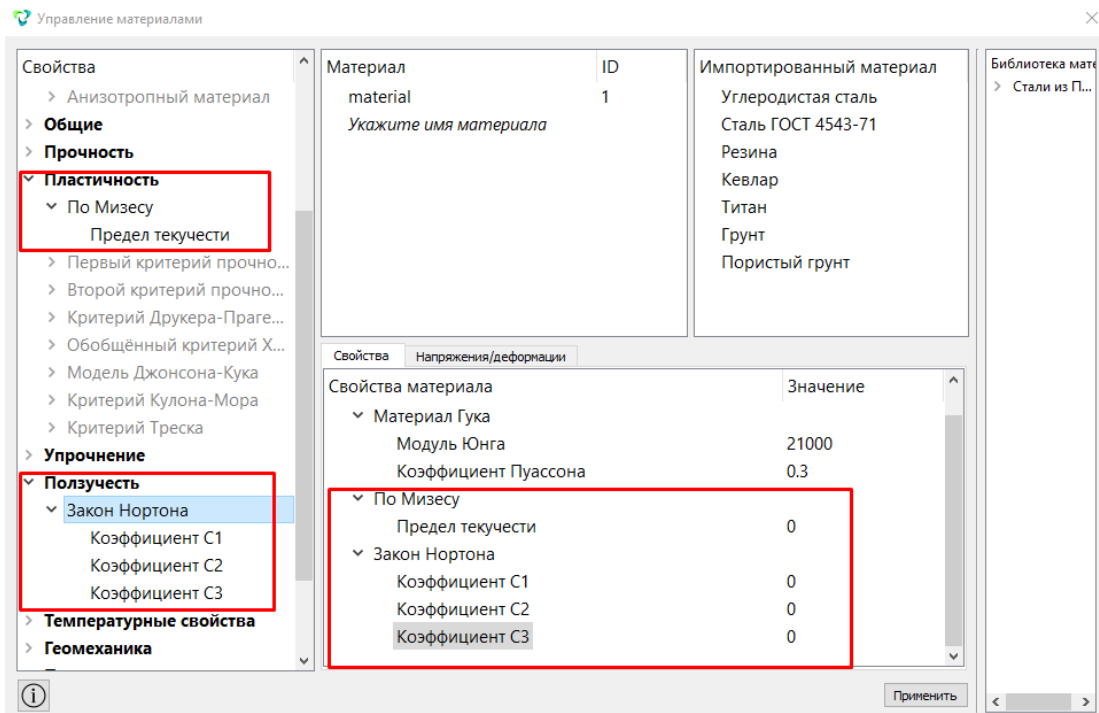
Ползучесть - происходящая с течением времени деформация твёрдого тела под воздействием постоянной нагрузки. Ползучесть наблюдается в большинстве материалов, особенно в металлах при повышенных температурах, бетоне, высокомолекулярных полимерных пластмассах.

В версии 7.0 при создании модели материала стала доступна возможность введения закона ползучести по Нортону:

$$\dot{\varepsilon}^{cr} = C_1 \sigma^{C_2} e^{-\frac{C_3}{T}},$$

где C_1 , C_2 – постоянные ползучести, C_3 – постоянная, определяющая температурную зависимость ползучести, T – температура в Кельвинах.

Для задания ползучести по Нортону в **CAE Fidesys** необходимо в виджете **Управление материалами** сначала задать упругие константы и затем **Пластичность – Предел текучести, Ползучесть – Закон Нортона**:

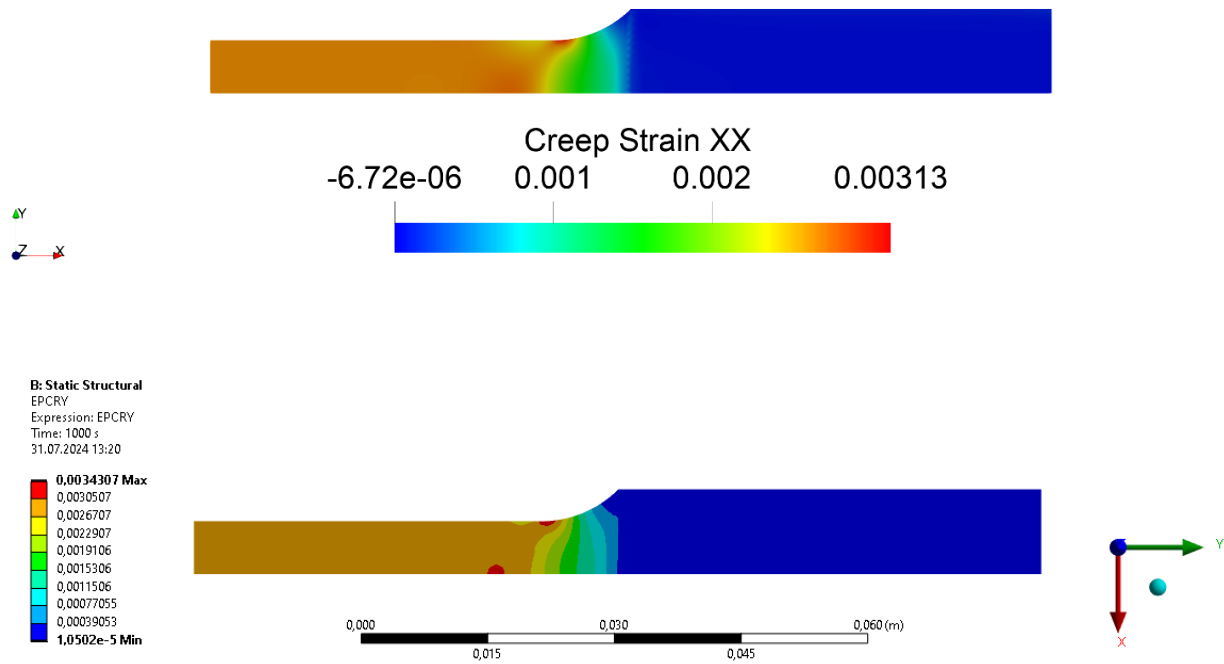


Управление материалами

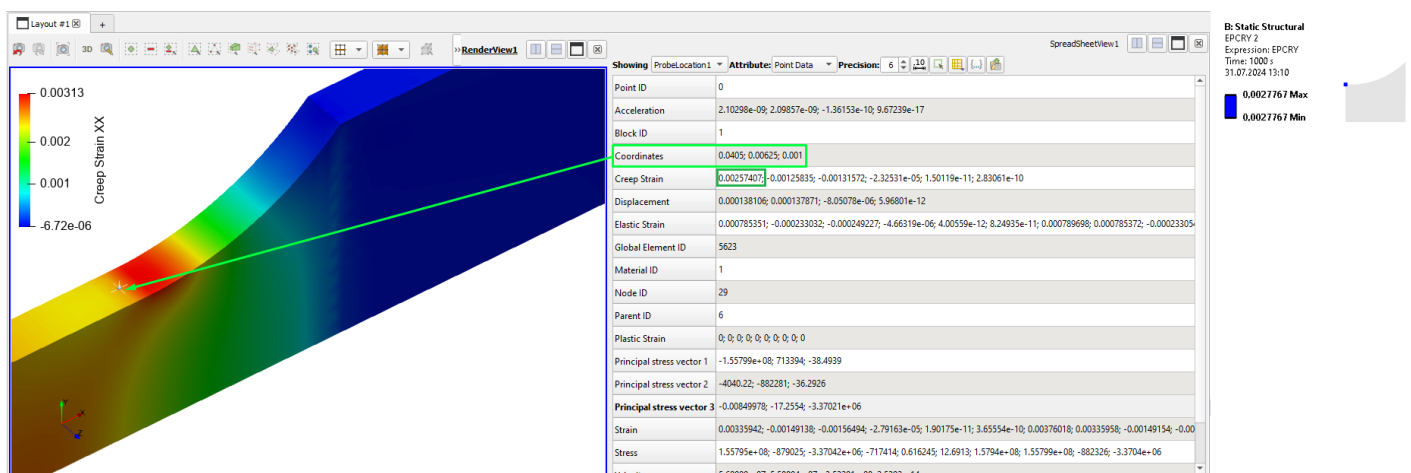
Свойства	Напряжения/деформации	Значение
Материал	ID	Импортированный материал
material	1	Углеродистая сталь
<i>Укажите имя материала</i>		
Библиотека мате		
> Стали из П...		
Импортированный материал		
Углеродистая сталь		
Сталь ГОСТ 4543-71		
Резина		
Кевлар		
Титан		
Грунт		
Пористый грунт		
Свойства		
Свойства материала		
Значение		
Материал Гука		
Модуль Юнга		
21000		
Коэффициент Пуассона		
0.3		
По Мизесу		
Предел текучести		
0		
Закон Нортона		
Коэффициент C1		
0		
Коэффициент C2		
0		
Коэффициент C3		
0		

Применить

Пример растяжения образца с учетом ползучести по Нортону (Максимальное время — 1000 с, шаг по времени – 5с):



Деформации ползучести в начале перехода от рабочей части к головке образца:



Изменение виджета для создания контактных пар

В CAE Fidesys 7.0 существенно изменилась панель создания контактных пар.

Настройки поиска контактных пар теперь вынесены в отдельную сворачиваемую панель и работают только с опцией Автовыбор. Для ручного задания главных и побочных сущностей Настройки поиска и Масштабирование отключаются.

Радиус поиска контактной поверхности – это минимальный радиус, в области которого ищется контакт.

Добавлена опция Масштабирование для улучшения поиска контактных пар с учетом поверхностей малой площади.

В списке Типы контакта добавился новый вид – Тепловой зазор.

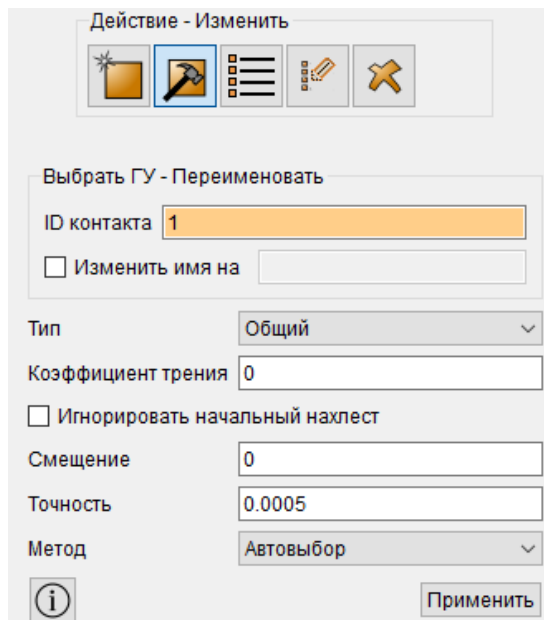
Опция Игнорировать начальный нахлест – при включенной настройке нахлест между сущностями «замораживается».

Поле Точность - область поиска контакта, т.е. максимальный радиус области поиска контактных узлов во время расчета.

Таким образом,

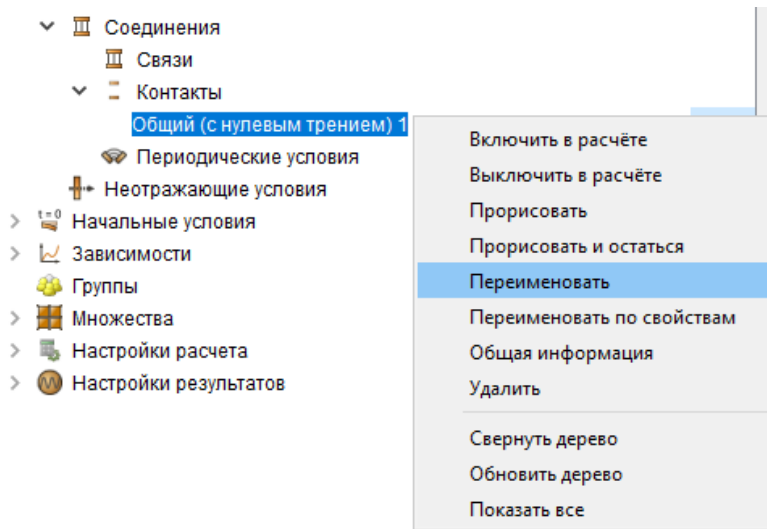
$$\text{Радиус поиска контактных пар} = \text{Радиус поиска контактной поверхности} + \text{Точность}$$

Кроме того, улучшена панель **Действие – Изменить** для модифицирования существующих контактных пар. Теперь изменить можно только сами свойства контактных пар, которые определились автоматически или вручную. Если же необходимо поменять сущности, которые входят в эти контактные пары, то необходимо создать контактную пару заново.

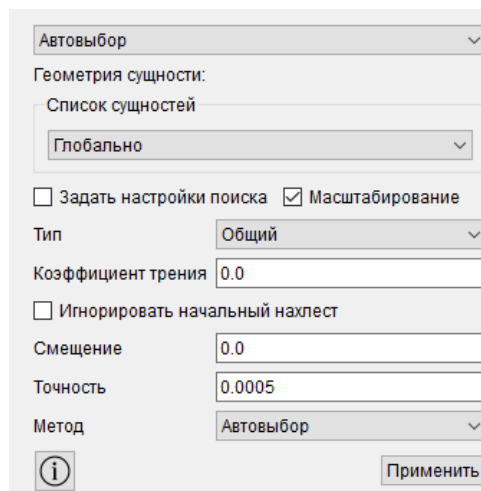


На странице Свойств для созданной контактной пары теперь возможно изменять и сам тип контакта, и все остальные параметры. Также доступно переименование контактной пары в Дереве.

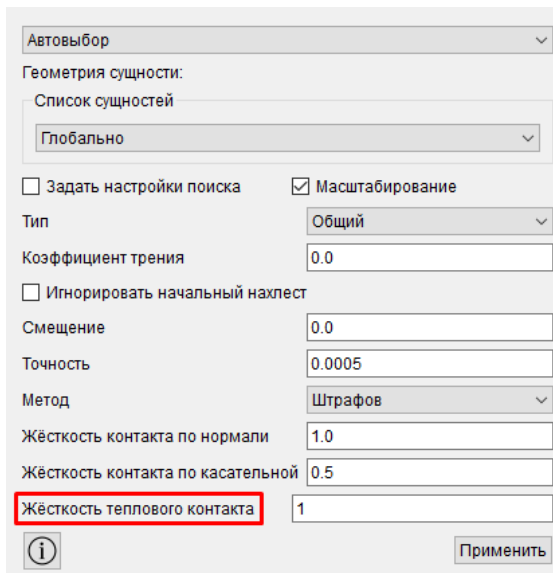
В контекстном меню при клике на название контактного соединения в Дереве появилась опция Переименовать по свойствам, которая изменяет название автоматически в соответствии с типом контакта из страницы Свойств этой контактной пары. Например, если изначально создан контакт без трения, то тип контакта автоматически будет «Общий с нулевым трением», а название в Дереве будет «Общий с нулевым трением <ID>». При изменении коэффициента трения на отличный от нуля тип контакта станет «Общий с трением», а название останется прежним. Чтобы название соответствовало новому типу, необходимо выбрать опцию Переименовать по свойствам – тогда имя контактной пары в Дереве изменится на «Общий с трением <ID+1>».



В настройках общего контакта добавлен преднатяг по перемещениям, который задается через опцию Смещение в единицах длины. (ранее, для таких задач использовался Зазор).



В настройках метода Штрафов добавлена новая настройка Жесткость теплового контакта – жесткость передачи тепла через контактное условие. Настройка необходима для решения задач теплопроводности, где есть передача тепла через контакт.



Автовывбор

Геометрия сущности:

Список сущностей

Глобально

Задать настройки поиска Масштабирование

Тип: Общий

Коэффициент трения: 0.0

Игнорировать начальный нахлест

Смещение: 0.0

Точность: 0.0005

Метод: Штрафов

Жёсткость контакта по нормали: 1.0

Жёсткость контакта по касательной: 0.5

Жёсткость теплового контакта: 1

Применить

Улучшен алгоритм автопоиска контактных пар для малых поверхностей

При автоматическом создании контакта доступны новые опции **Настройки поиска** и **Масштабирования**.

Настройки поиска содержат настройки – **Точность поиска контакта по касательной** и **Радиус поиска контактной поверхности**. При включении этой настройки радиус поиска контакта будет складываться с **Точностью**.

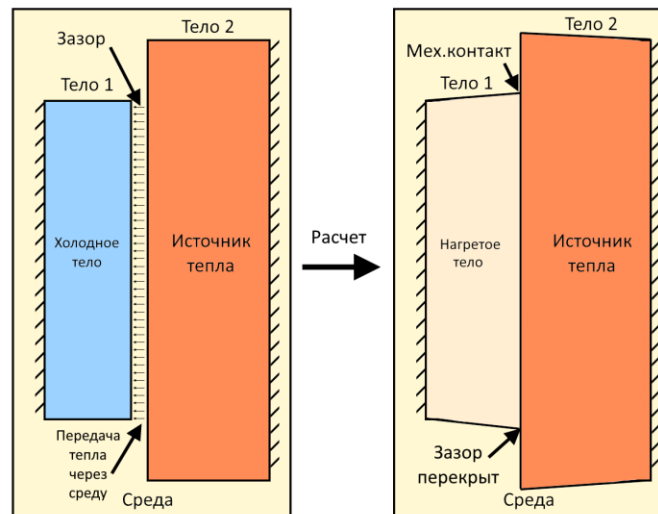
Масштабирование учитывает поверхности с малой площадью. По умолчанию опция включена для автопоиска контактных пар и выключена при ручном выборе главной и побочной сущностей. На уровне программных алгоритмов **CAE Fidesys** улучшена функция поиска контактных пар для малых поверхностей путем автоматического перемасштабирования модели.

При связанном контакте во время расчета учитываются радиус поиска контактной поверхности плюс точность, а при общем контакте учитывается только точность.

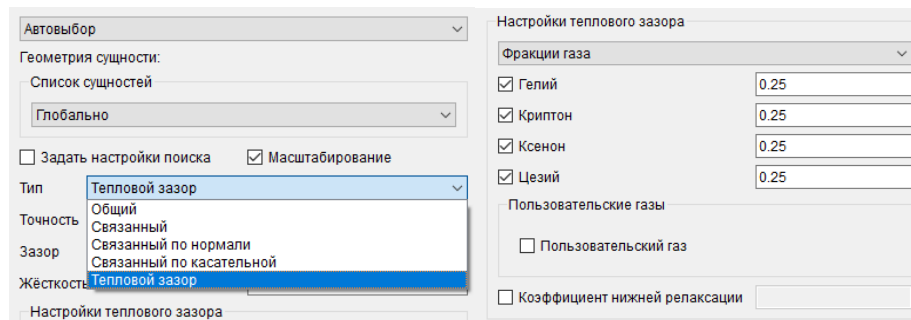
Добавлена возможность задания параметров теплового зазора между контактирующими телами

Контакт типа «тепловой зазор» используется для решения задач теплопроводности или связанных термоупругих задач в конструкциях с малыми зазорами, заполненными различными сжимаемыми или вытесняемыми средами, которые невозможно смоделировать напрямую с применением конечных элементов ввиду их потенциально малого размера и/или возможного значительного деформирования элементов в процессе

решения задачи из-за перекрытия зазора при установлении в данной области механического контакта.



Способы задания газового зазора



Первый способ – через газовую смесь; второй способ – через ID материала, в котором должен быть задан коэффициент теплопроводности.

Газовая смесь в тепловом зазоре

При расчетах используется теория Чепмена – Энскога и потенциал Леннарда – Джонсона, параметры которого задаются (молярная масса [г/моль], диаметр сечения взаимодействия [А] и энергия взаимодействия [К]). В интерфейсе есть предустановленные газы (Гелий, Криптон, Ксенон, Цезий). Смесь задается через молевые доли фракций, сумма которых должна быть равна 1.

Настройки решателя для теплового зазора

Важной парой настроек решателя является жесткость теплового контакта и коэффициент нижней релаксации. Первый коэффициент задает точность, с которой выполняется тепловой зазор. При увеличении требования к жесткости, может появиться нестабильность решения – для стабилизации нужно использовать коэффициент нижней

релаксации $(0;1]$. Чем ниже коэффициент, тем стабильнее расчетная схема, но более медленная сходимость.

Рекомендации по начальным условиям

Не нужно пренебрегать начальными условиями задачи: из-за лучистого теплообмена в зазоре задача нелинейная. Понижение коэффициента релаксации можно избежать, задав более точные начальные условия.

Область действия теплового зазора

В отличие от механического контакта, передача тепла осуществляется через среду на значительные расстояния. Параметр «зазор» отвечает за расстояние между сущностями, при котором активируется модель теплового зазора.

Лучистый теплообмен

Для учета лучистого теплообмена, нужно задать излучательную способность в материалах, которые соответствуют основным и побочным сущностям контакта. Модель использует приближение о малом расстоянии между сущностями (когда лучистым теплообменом вдоль зазора можно пренебречь).

Учет криволинейности геометрии контакта

В расчете учитывается сжатие/расширение плотности теплового потока при переходе от побочной сущности контакта к основной. Т.е. учитывается, что площадь побочной сущности отличается от площади основной сущности. Площадь контакта внутри теплового зазора интерполируется линейно (это соответствует цилиндрической стенке).

Задачи с осевой симметрией

Тепловой зазор поддерживает двухмерные постановки, в том числе осевую симметрию. В таком случае криволинейность контакта определяется радиальной координатой сущностей контакта.

Нестационарные задачи

Распределение температуры в тепловом зазоре считается квазистационарным (т.е. теплоемкость среды в тепловом зазоре нулевая).

Диапазон и шаг расчета коэффициента теплопроводности

В большинстве случаев коэффициент теплопроводности зависит от температуры, для учета этой зависимости нужно задать нижнюю, верхнюю границу и шаг температуры. При выходе за диапазон коэффициент теплопроводности считается постоянным.

Параметры точности расчета теплопроводности

Данный пункт относится только к первому способу задания газового зазора (через смесь газов). До выполнения основных расчетов, вычисляются интегралы столкновений в теории Чепмена-Энскога. Для расчета нужно задать параметры точности (по прицельному

параметру, по углу рассеяния, по скорости). По умолчанию они установлены $1E-2$. При задании более высокой точности расчета может потребоваться заметное время – чтобы его не тратить, при повторных запусках в папке с расчетом сохраняются данные в файле «CollisionMomentsData.bin». При совпадении параметров точности расчета данные будут считаны (только в консольном режиме).

Модель

- Упругость
- Пластичность
- Геометрическая нелинейность
- Теплопроводность
 - Аддитивное производство
 - Лучистый теплообмен между поверхностями
- Пьезопроводность

Задать число шагов статического нагружения

Задать настройки нелинейного решателя

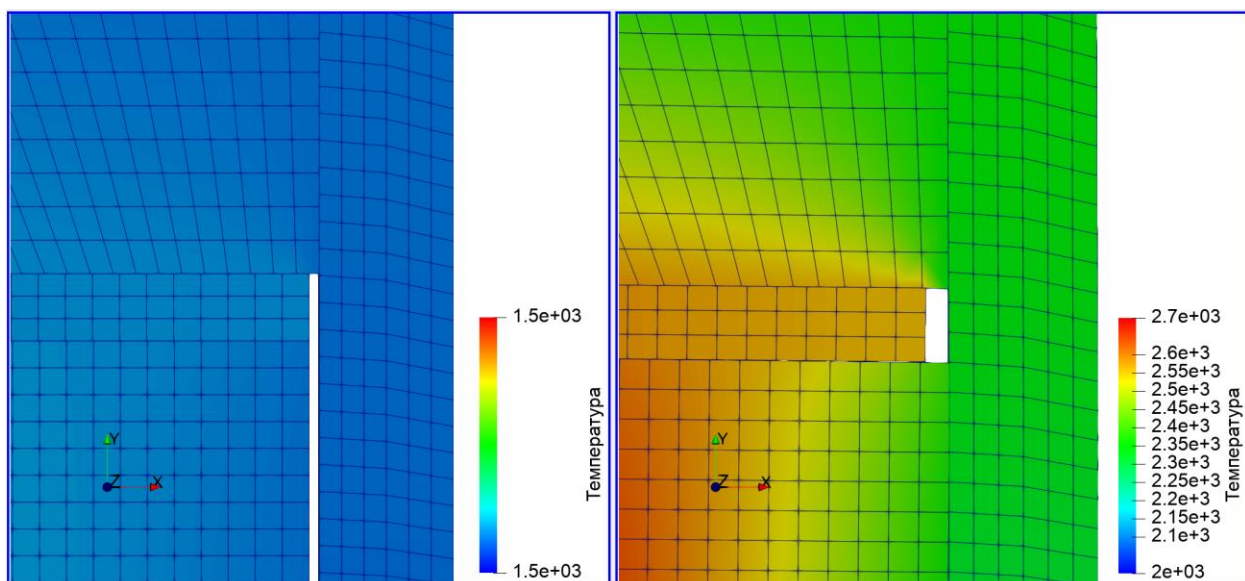
Задать настройки решателя для газового зазора

Настройки решателя для газового зазора

Начальная температура	0.0
Конечная температура	3000.0
Шаг по температуре	1.0
Точность расчета угла рассеяния	$1E-2$
Точность по прицельному параметру	$1E-2$
Точность по относительной скорости	$1E-2$

Особенности просмотра результатов

Поля результатов, которые относятся к области контакта, содержат в названии «теплопроводность».



Добавлен расчет усталостной прочности в Фильтре Усталость в постпроцессоре FidesysViewer

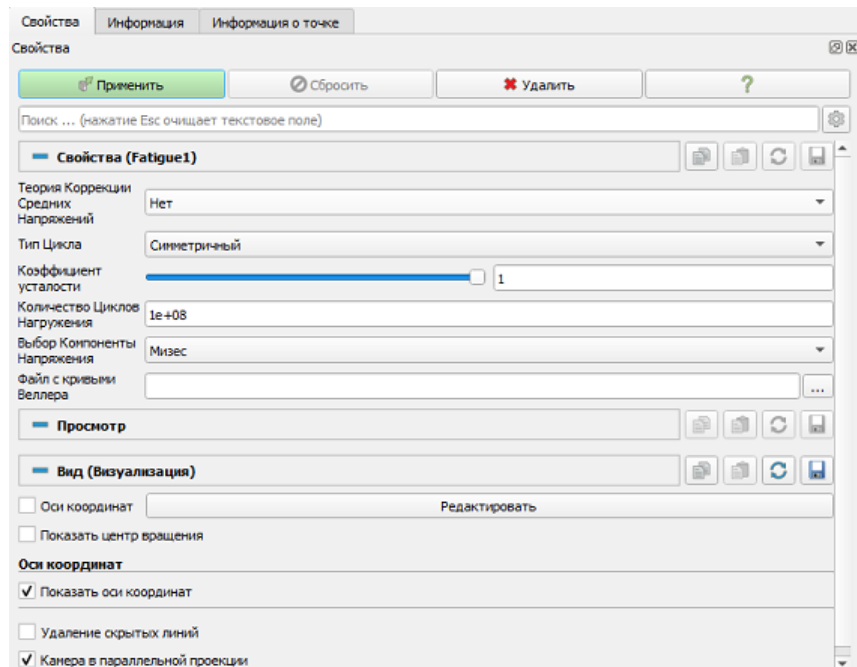
Анализ прочностных характеристик при действии нагрузок, систематически изменяющих свою величину или величину и знак, существенно отличается от анализа прочностных характеристик при действии статических и ударных нагрузок. Поэтому вопрос о проверке прочности материала при действии переменных нагрузок требует особого внимания.

В CAE Fidesys, начиная с версии 7.0, появилась возможность оценить прочность при возникновении циклических напряжений с помощью фильтра "Усталость" в постпроцессоре.

Для корректной работы фильтра необходимо провести статический или временной динамический расчеты. Настройки фильтра можно посмотреть в главном меню постпроцессора во вкладке "Фильтры".

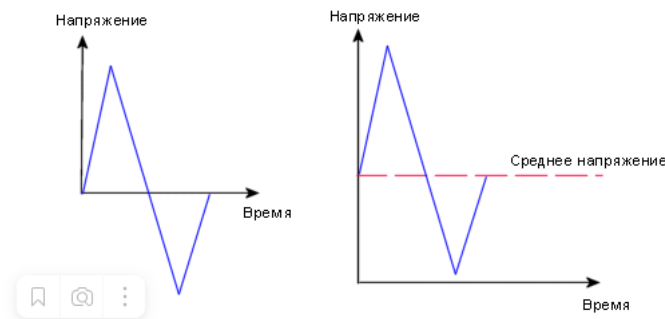
В фильтре реализованы следующие настройки расчета:

- Теория Коррекции Средних Напряжений;
- Тип Цикла;
- Коэффициент усталости;
- Количество Циклов Нагружения;
- Выбор Компоненты Напряжения;
- Файл с кривыми Веллера.



Теория коррекции средних напряжений

Размах знакопеременного напряжения цикла напряжений вычисляется как половина диапазона напряжения в цикле. Величина разрушения, вызванного циклом напряжений, зависит не только от знакопеременного напряжения, но также от среднего напряжения. Например, два цикла ниже имеют одинаковое знакопеременное напряжение, но так как они имеют различные средние значения напряжения, они вызовут различные количества разрушений.



В CAE Fidesys среднее напряжение можно учитывать с помощью теорий коррекции среднего напряжения: Гудмана, Гербера, Содерберга, Эллиптической.

Таким образом, размахи напряжений с учетом теорий коррекций средних напряжений можно определить следующим образом, как показано ниже.

Размахи напряжений с учетом теории коррекции среднего напряжения (слева направо : Гудман, Гербер, Содерберг, Эллиптическая):

$$S_{ac} = \frac{S_a}{1 - \frac{S_m}{S_{ul}}}, \quad S_{ac} = \frac{S_a}{1 - \left(\frac{S_m}{S_{ul}}\right)^2}, \quad S_{ac} = \frac{S_a}{1 - \left(\frac{S_m}{S_y}\right)^2}, \quad S_{ac} = \frac{S_a \cdot S_y}{\left(S_y^2 - S_m^2\right)^{\frac{1}{2}}}$$

В данных формулах введены следующие обозначения:

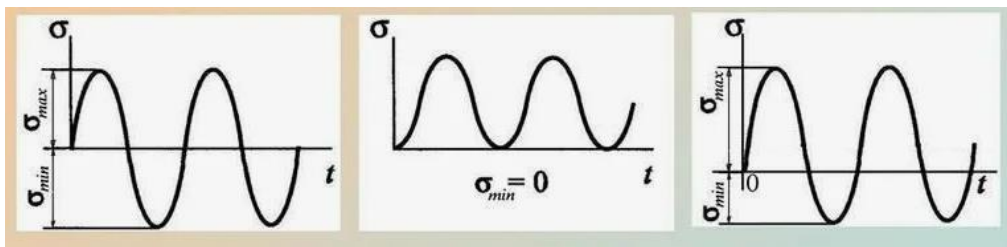
- S_{ac} – размах напряжений с учетом коррекции;
- S_a – размах напряжений;
- S_m – среднее напряжение;
- S_y – предел текучести;
- S_{ul} – предел прочности.

Тип цикла

В CAE Fidesys доступно задание симметричного, околонулевого, асимметричного циклов нагружения.

При задании асимметричного цикла необходимо задать коэффициент асимметрии в пределах от -1 до 1 .

В симметричном и околонулевом циклах коэффициент асимметрии равен -1 и 0 соответственно.



Коэффициент усталости

Испытания материалов на усталостные свойства обычно проводятся в строго определенных условиях. Если условия эксплуатации деталей отличаются от условий, в которых они подвергались испытаниям, можно применить модификационные коэффициенты, чтобы попытаться учесть разницу. Размахи напряжений обычно делятся на этот коэффициент модификации (в данном случае - коэффициент усталости). Деление размаха напряжений эквивалентно умножению пределу усталостной прочности на коэффициент усталости. Коэффициент усталости уменьшает усталостную прочность и должен быть меньше единицы. Обратите внимание, что этот коэффициент применяется только к размаху напряжений и не влияет на среднее напряжение.

Количество циклов нагружения

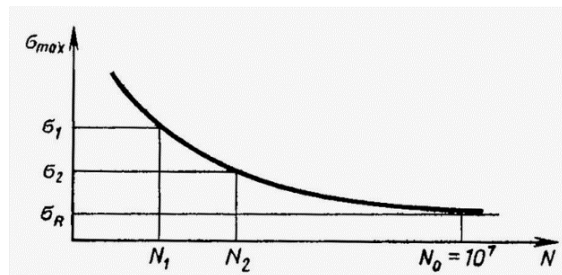
Показывает сколько раз конструкция подвергается заданному внешнему воздействию.

Выбор компоненты напряжения

Выбор компоненты напряжений, полученной в расчете, для анализа усталостных характеристик.

Файл с кривыми Веллера

При расчете усталостной прочности необходимо для каждого материала задавать кривую Веллера. Кривая Веллера – кривая зависимости размахов напряжений от числа циклов до разрушения материала. Пример кривой Веллера представлен на рисунке:



По оси абсцисс – количество циклов до разрушения материала, по оси ординат – размахи напряжений. Кривые Веллера импортируются одной таблицей csv формата. Пример таблицы кривых Веллера для двух материалов представлен на рисунке ниже.

N_1	S_1	N_2	S_2
10	4E+09	1000	2.79e8
20	2,83E+09	1833	2.62e8
50	1,9E+09	3360	2.47e8
100	1,41E+09	6158	2.32e8
200	1,07E+09	11288	2.18e8
2000	4,41E+08	20691	2.05e8
10000	2,62E+08	37927	1.93e8
20000	2,14E+08	69519	1.81e8
100000	1,38E+08	1.27e5	1.70e8
200000	1,14E+08	2.34e5	1.60e8
1000000	86200000	4.28e5	1.51e8
		7.85e5	1.42e8
		1.44e6	1.33e8
		2.64e6	1.25e8
		4.83e6	1.18e8
		8.86e6	1.11e8
		1.62e7	1.04e8
		2.98e7	9.79e7
		5.46e7	9.21e7
		1.00e8	8.66e7

Таким образом, кривые Веллера (N_1,S_1) и (N_2,S_2) относятся к материалам $id = 1$ и $id = 2$, заданным в предпроцессоре.

Добавлен вывод массово-инерционных характеристик в текстовом виде в папку расчета

В **CAE Fidesys** доступен расчет массово-центровочных и модальных (при расчете модального и спектрального анализов) характеристик. Текстовый файл с массово-центровочными характеристиками `PreciseMassSummary.txt` формируется в процессе запуска на расчет и записывается в папку проекта с расчетными файлами.

Для вывода модальных характеристик в настройках расчета в разделе "Поля вывода" необходимо включить опцию "Вычислять эффективную массу".

Массово - центровочные характеристики содержат:

1. TOTAL MASS - полная масса модели;
2. CENTER OF MASS (X, Y, Z) – координаты центра масс модели относительно заданной системы координат;
3. ROTATION CENTER (X, Y, Z) – центр вращения модели относительно заданной системы координат;
4. TOTAL RIGID BODY MASS MATRIX – приведенная матрица масс, записанная в виде:

$$\begin{bmatrix} m & 0 & 0 & 0 & m \cdot z & -m \cdot y \\ 0 & m & 0 & -m \cdot z & 0 & m \cdot x \\ 0 & 0 & m & m \cdot y & -m \cdot x & 0 \\ 0 & -m \cdot z & m \cdot y & I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ m \cdot z & 0 & -m \cdot x & I_{xy} & I_{yy} & I_{yz} \\ -m \cdot y & m \cdot x & 0 & I_{xz} & I_{yz} & I_{zz} \end{bmatrix}$$

где:

- m – масса тела;
 - x, y, z – координаты ЦМ модели, относительно заданной системы координат;
 - I – тензор инерции тела относительно заданной системы координат.
5. TOTAL INERTIA ABOUT CENTER OF MASS – тензор инерции относительно центра масс.

Модальные характеристики содержат:

1. PARTICIPATION FACTOR – коэффициенты участия;

2. EFFECTIVE MASS – эффективные массы;
3. RATIO EFFECTIVE MASS – долевая составляющая каждой эффективной массы относительно общей массы (момента инерции);
4. CUMULATIVE MASS FRACTION – совокупное значение долевой составляющей эффективных масс относительно общей эффективной массы;
5. RIGID BODY EFFECTIVE MASS MATRIX – приведенная матрица эффективных масс;

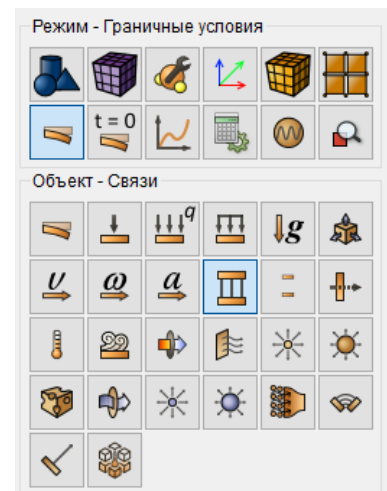
По своему виду данная матрица похожа на приведенную матрицу масс, но в качестве масс и моментов инерции выступают суммарные эффективные массы вдоль соответствующей глобальной степени свободы.

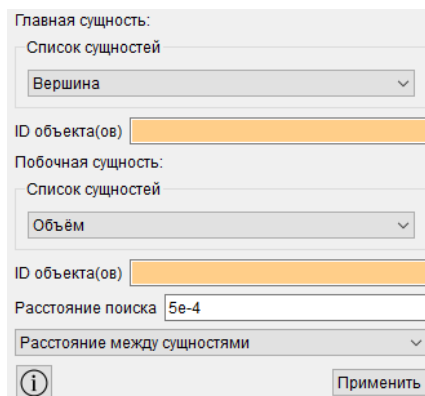
Изменен способ задания гу связи, теперь может быть только один мастер-узел, что приводит к ускорению расчета с данным ГУ

В CAE Fidesys 7.0 добавлен ряд изменений для ГУ «Связи», которые служат для моделирования кинематических связей, упругих пружин (в том числе нулевой длины - связь степени свободы с заданной жесткостью), приложения моментов к объемному телу жестко (связь «расстояние между сущностями») и деформируемо (связь «интерполяция») и т. д.

Для уменьшения количества ошибок применения связей и увеличения производительности все связи были приведены к общему виду: *максимальное количество главных узлов в связи теперь один, на побочные сущности не применяются ограничения на количество узлов.*

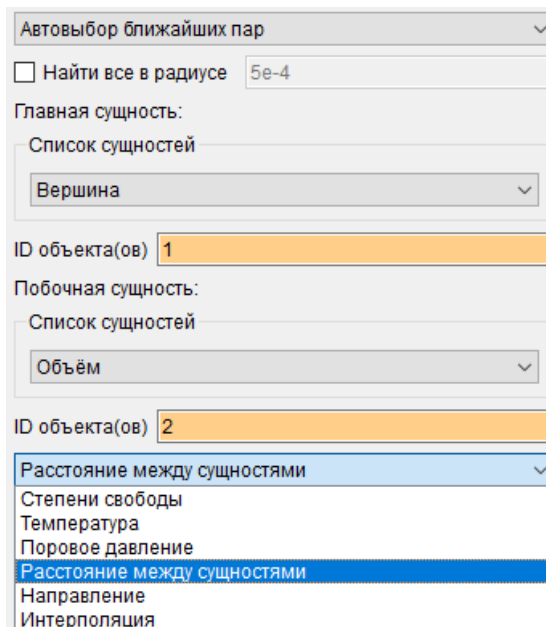
Однако для связи «степени свободы» без задания жёсткости (абсолютно жесткая) рекомендуется применять два совпадающих узла в главной и побочной сущности. В иной ситуации, из-за особенностей работы связи, может возникнуть приложенный момент, который не будет отображаться в реакциях.





Связью «по умолчанию» теперь является связь «расстояние между сущностями», являвшаяся аналогом связи RBE2 или RIGID REGION.

Для удобства использования интерфейса для создания связей теперь поля главной и побочной сущности запоминают последний выбор пользователя и не обнуляются при выборе нового типа связи.



Изменен алгоритм автопоиска связей (автовыбор ближайших пар). Алгоритм создает количество связей равное количеству мастер узлов заданной в главной сущности. Главную сущность при автовыборе можно задать номерами узлов, вершин или набором узлов. По умолчанию (с выключенной галкой «найти все в радиусе») алгоритм находит один ближайший к мастеру узел из набора узлов побочной сущности (на любом расстоянии) и создает с ней связь. Если выбрать опцию найти все в радиусе, то алгоритм найдет все узлы в радиусе от мастера узла и добавит их в побочную сущность. Если узлы побочной сущности, попадающие в радиус, не будут найдены, связь не будет создана.

▼
 Автовывбор ближайших пар

Найти все в радиусе

Также для удобства пользования настройка автопоиска «Найти в радиусе» была перенесена в виджете сразу под выбором способа создания связи.

ВАЖНО: изменение претерпела связь «Интерполяция». Теперь у нее один главный узел и много побочных сущностей, по аналогии с другими связями.

Улучшены функции расчета для нелинейных задач, когда используются все три вида нелинейностей

Проведена работа по оптимизации, рефакторингу и общему улучшению расчетных алгоритмов для задач, где участвуют три вида нелинейностей: геометрическая нелинейность, физическая нелинейность и общий контакт. Задачи получили лучшую сходимость, например, в задачах штамповки или прессовки по сравнению с предыдущими версиями.

Улучшен итерационный решатель

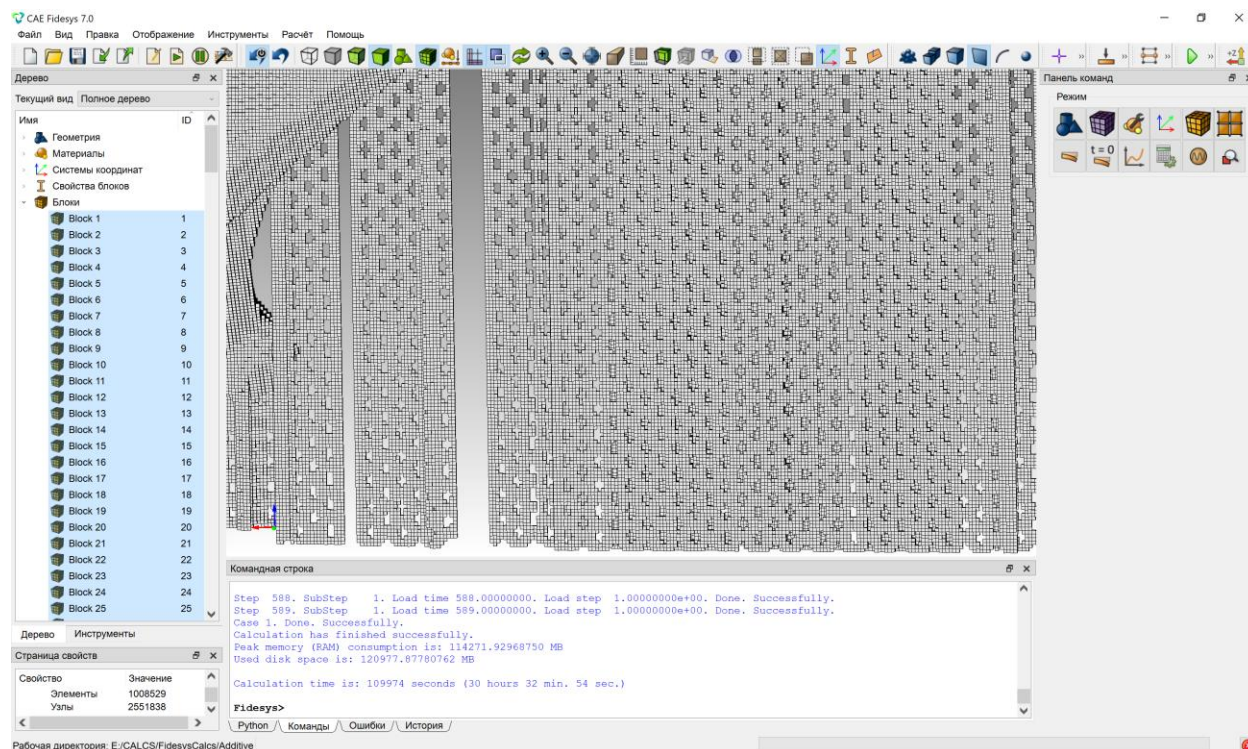
Проведена работа по улучшению алгоритмов, оптимизации процессов и расчетных функций итерационного решателя. Ниже приведены результаты прогона некоторых задач в сравнении с версией 6.1.

Задача	Кол-во узлов	Оперативная память, МБ		Время расчета, сек	
		CAE Fidesys 6.1	CAE Fidesys 7.0	CAE Fidesys 6.1	CAE Fidesys 7.0
Задача Буссинеска	178752	14455	12587	72	66
Многослойная труба под действием изгибающего момента	63 292				
Задача о нестационарной теплопроводности (турбина и вал)	49 643	1558	1550	71	66
Тепловое нагружение изогнутой трубы	18 480	2435	1945	20	18

Задача	Кол-во узлов	Оперативная память, МБ		Время расчета, сек	
Статическое нагружение несимметричного железобетонного сооружения, 3D	99 561	7246	6426	155	147
Статическое нагружение несимметричного железобетонного сооружения	99 561	4337	3827	23	21
Собственные колебания несимметричного железобетонного сооружения	99 561	7265	6955	192	96
Вынужденные колебания несимметричного железобетонного сооружения с учетом демпфирования	99 561	6115	5999	170	169
Нагружение квадратной пластины сжимающим давлением, одна сторона свободна	121	281	7	279	7

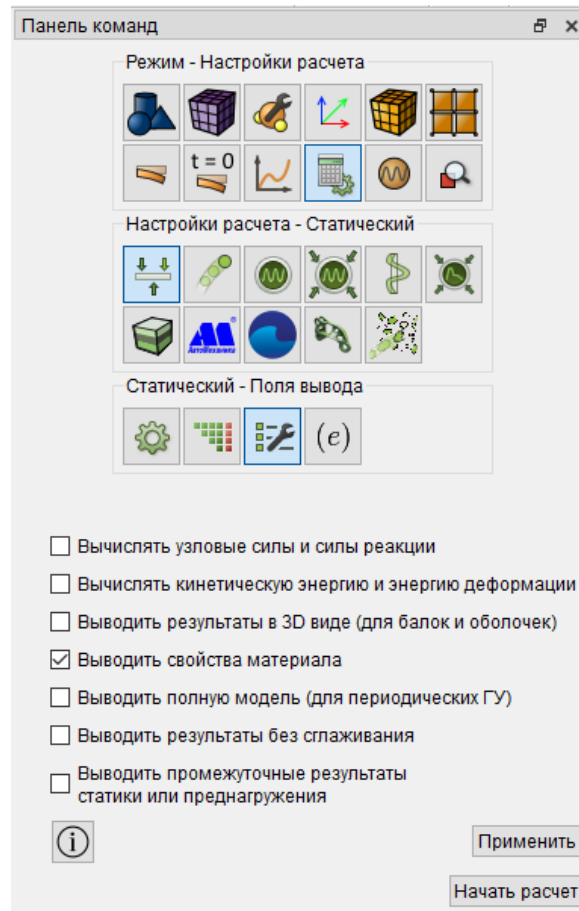
Улучшена скорость расчета для задач аддитивного производства

Проведена оптимизация расчетного ядра по ускорению решения больших промышленных задач для моделирования процесса аддитивного производства с числом элементов более 1 миллиона. Это позволило добиться 20-кратного прироста скорости расчета. Так что теперь решение одной задачи подобного размера проходит за время порядка 1 суток, что дает возможность осуществить несколько расчетов в неделю на одном персональном компьютере.



Изменилась логика работы с фильтром Запас прочности

В версии 7.0 для вычислений запасов прочности через соответствующий фильтр необходимо в настройках расчета установить флаг Выводить свойства материала (Панель команд – Настройки расчета – Статический – Поля вывода).



Кроме того, исправлен вывод результатов фильтра Запас прочности на шагах нагружения и улучшена общая работа расчетных функций фильтра.

Добавлен расчет запаса прочности по теории Хука-Брауна в постпроцессоре (фильтр Запас прочности)

В Фильтр Запас прочности добавлен новый расчет по критерию Хука-Брауна, который подходит для моделирования поведения скальных грунтов.

Обобщенный критерий разрушения:

$$\sigma_1' = \sigma_3' - |\sigma_{ci}| \left(m_b \frac{-\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s \right)^a,$$

где m_b , s , a – безразмерные параметры, зависящие от минералогического состава и состояния рассматриваемой породы.

$$m_b = m_i e^{\frac{GSI - 100}{28 - 14D}}, \quad s = e^{\frac{GSI - 100}{9 - 3D}}, \quad a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left[e^{-\frac{GSI}{15}} - e^{-\frac{20}{3}} \right],$$

$\sigma_c = -|\sigma_{ci}|s^a$ – предел прочности рассматриваемой породы на одноосное сжатие,

$\sigma_c = -|\sigma_{ci}|s^a$ – предел прочности рассматриваемой породы на растяжение,

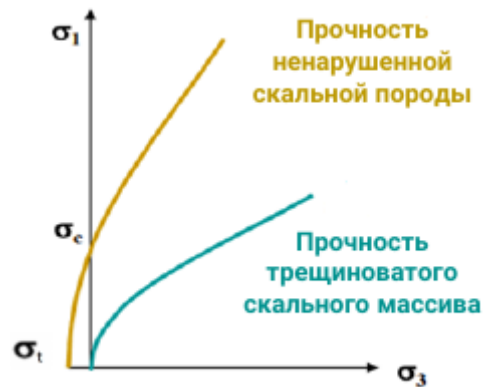
σ_{ci} – предел прочности ненарушенной породы на одноосное сжатие,

m_i – параметр ненарушенной породы,

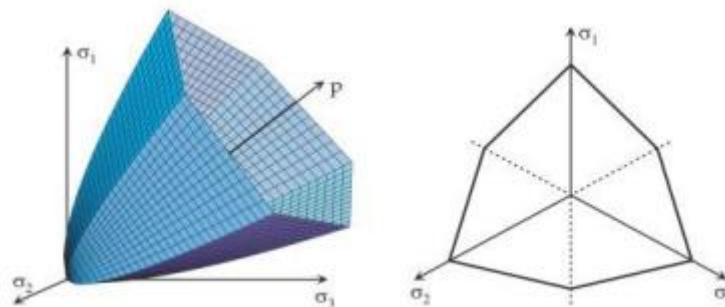
GSI (Geological Strength Index) – геологический индекс прочности,

D – коэффициент нарушения.

Критерий разрушения Хука-Брауна в главных напряжениях:

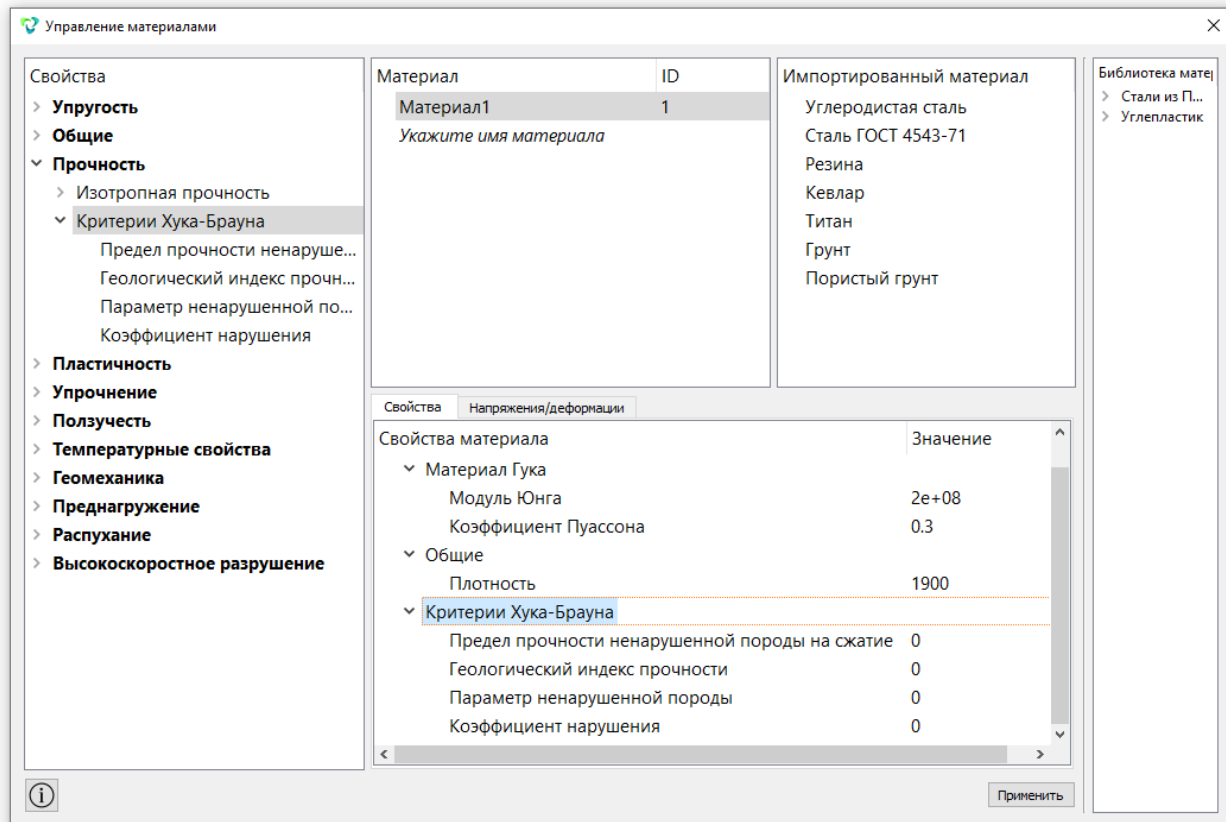


Поверхность разрушения Хука-Брауна:

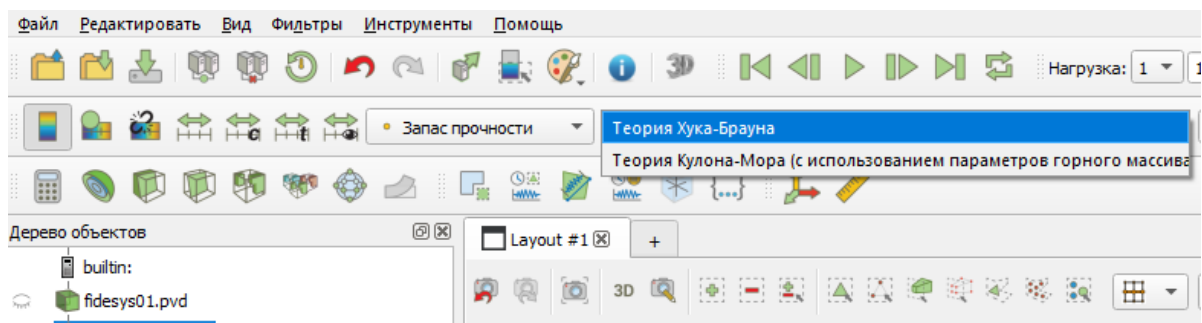


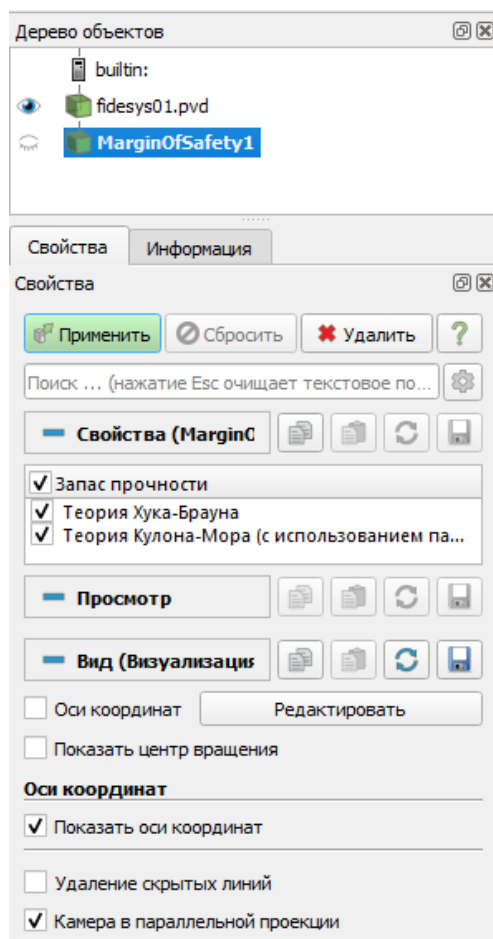
Для вычисления запаса прочности по критерию Хука-Брауна в САЕ Fidesys необходимо в виджете Управление материалами выбрать раздел Прочность – критерии Хука-Брауна и задать следующие константы материала:

- предел прочности ненарушенной породы на сжатие,
- геологический индекс прочности,
- параметр ненарушенной породы,
- коэффициент нарушения.



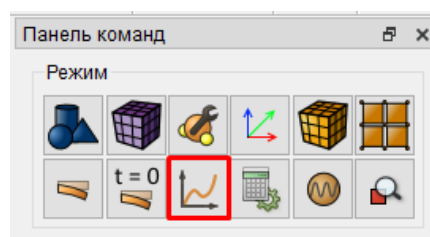
При запуске на расчет в настройках полей вывода необходимо поставить флаг Выводить свойства материала. Тогда в фильтре Запас прочности появится теория прочности.

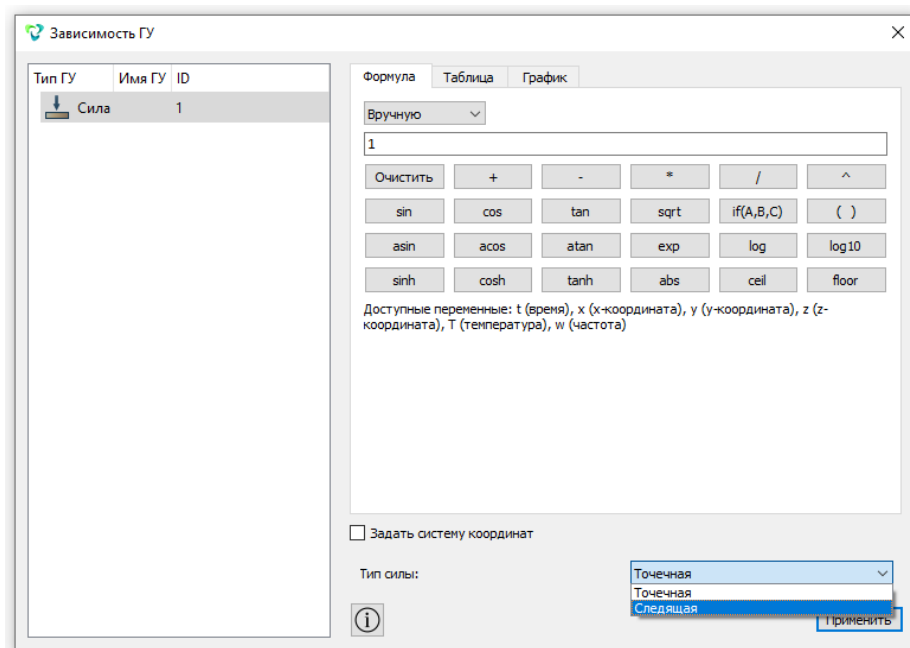




Добавлена опция следящая сила для пружин

В виджете **Зависимость ГУ** от времени и/или координат появилась возможность выбора опции следящая нагрузка.





Добавлен расчет с учетом распухания

Для решения задач радиационного распухания добавлена модель линейного распухания, новый тип нагрузки «Флюенс» и новое свойство материала «Коэффициент линейного распухания».

Распухание (Swell) – это расширение материала (объемное расширение), вызванное нейтронной бомбардировкой или другими эффектами (такими как влажность). В общем случае скорость деформации при распухании зависит от таких факторов, как температура, от времени, флюенса (поток × время) и напряжения.

$$\dot{\varepsilon}^{SW} = \varepsilon^{SW}(t, T, \Phi_t, \sigma),$$

где t – время;
 T – температура;
 Φ_t – флюенс;
 σ – напряжения.

В CAE Fidesys 7.0 реализована модель линейного распухания в которой деформации распухания зависят только от величины флюенса и коэффициента линейного распухания:

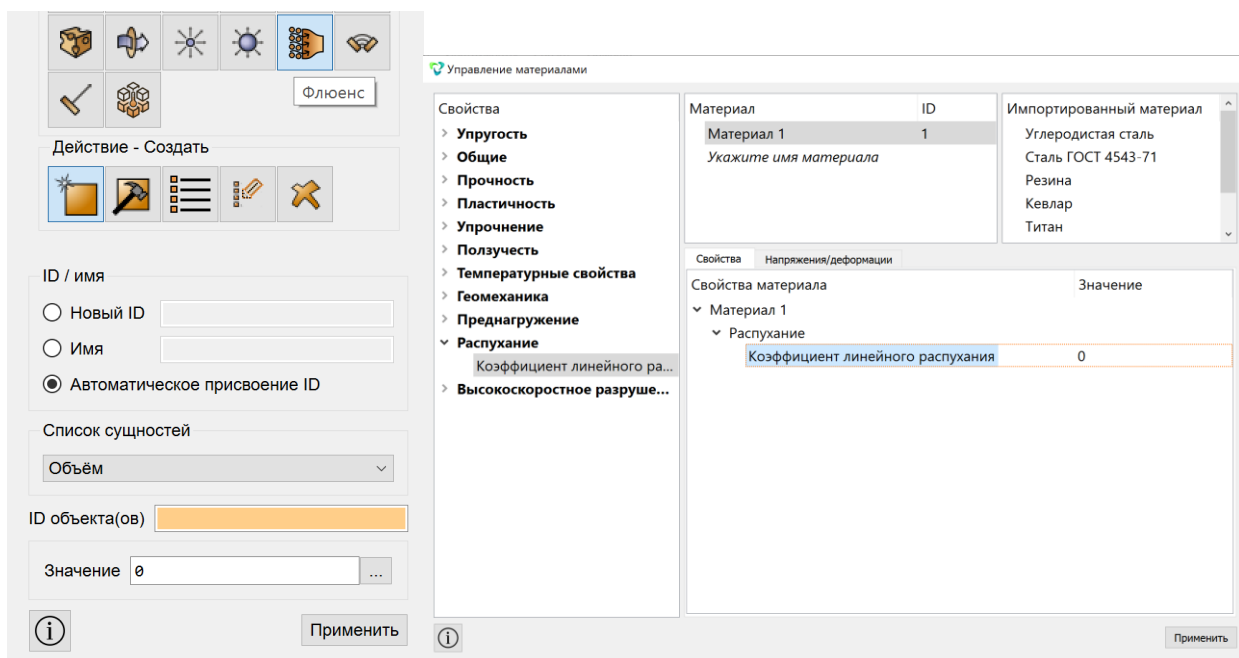
$$\varepsilon^{SW} = C\Phi_t$$

Деформация распухания моделируется с использованием добавки к разложению деформаций, выраженной как:

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}^{el} + \dot{\varepsilon}^{pl} + \dot{\varepsilon}^{cr} + \dot{\varepsilon}^{SW},$$

- где ε – полная деформация;
 ε^{el} – упругая деформация;
 ε^{pl} – деформация пластичности;
 ε^{cr} – деформация ползучести;
 ε^{SW} – деформация распухания.

Распухание может комбинироваться с другими моделями материалов с такими деформациями как пластичность и ползучесть.



Добавлен новый тип расчета Высокоскоростное разрушение (альфа-версия)

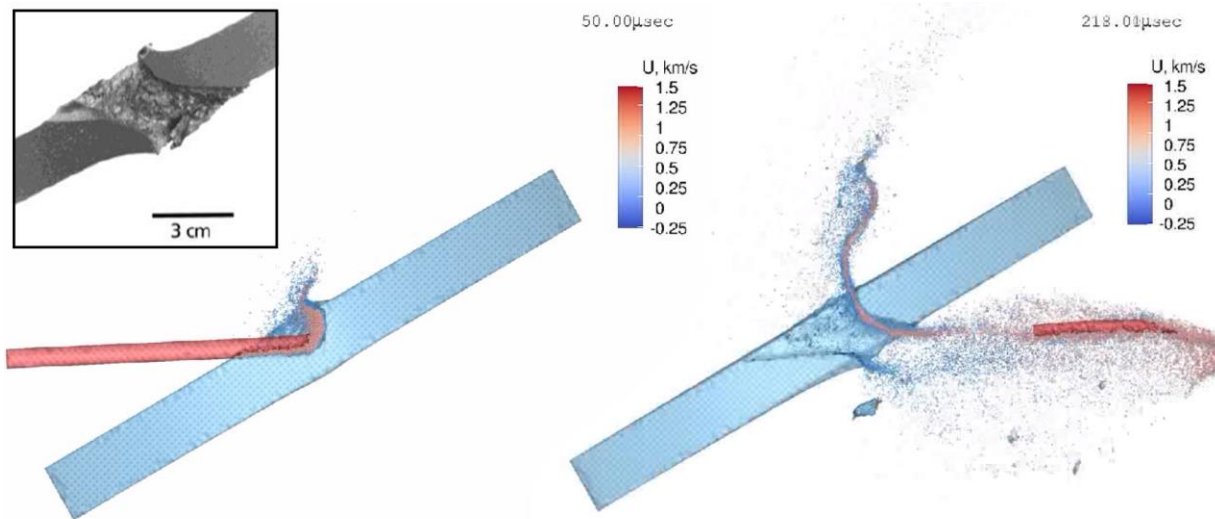
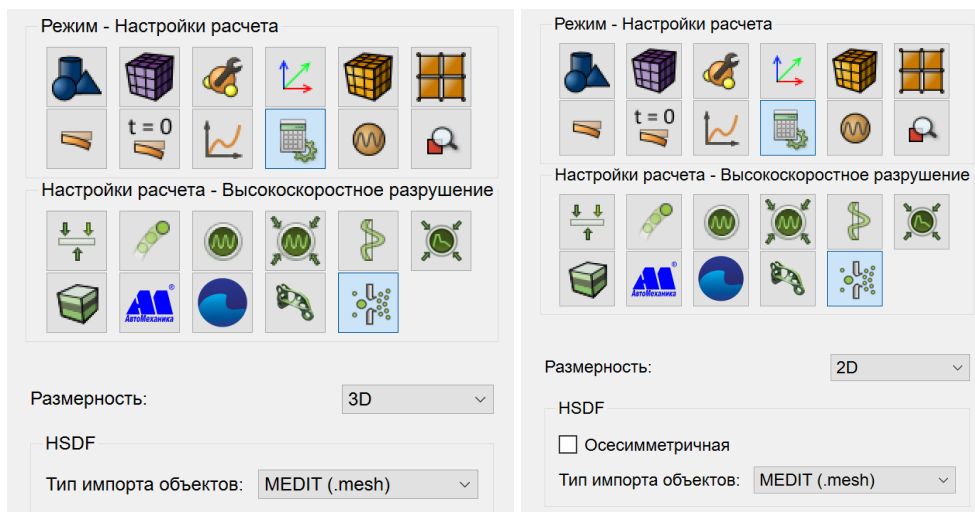
Для решения задач высокоскоростного взаимодействия тел добавлен решатель, использующий уравнения состояния вещества для описания физики поведения материалов в процессе деформирования.

Для решения используются следующие уравнения состояния:

- а) линейное уравнение состояния;
- б) термодинамическое малопараметрическое уравнение состояния;
- в) широкодиапазонное малопараметрическое уравнение состояния;
- г) экспериментальное уравнение состояния.

Решатель позволяет моделировать процессы взаимодействия тел на скоростях от 50 м/с до 20 000 м/с с учетом образования осколков в результате взаимодействия.

Реализована поддержка как двухмерной (2D) плоской и осесимметричной постановки, так и трехмерной (3D).



Расчеты поддерживаются только для ОС Windows.

Добавлены периодические граничные условия в теплопроводности

В CAE Fidesys 7.0 стало возможным использовать ячейку периодичности в задачах многошаговой теплопроводности.

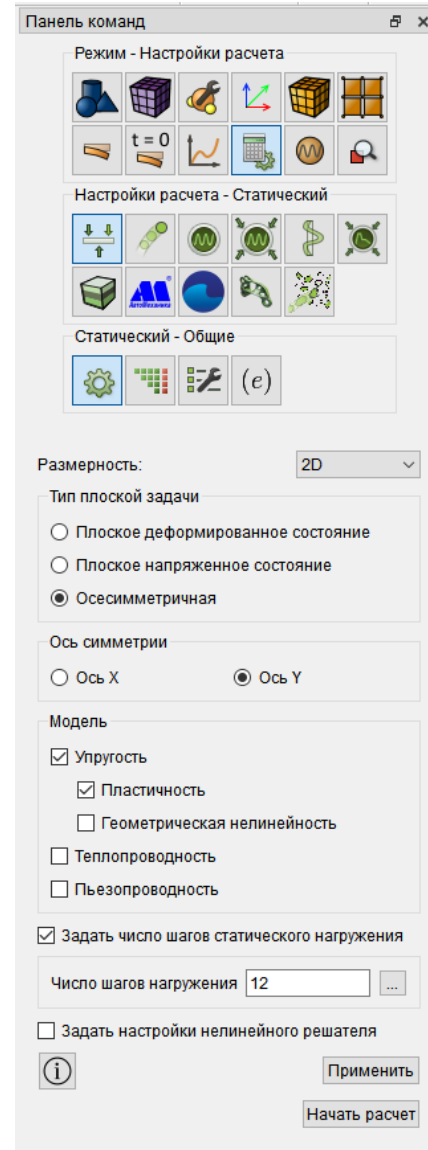
The screenshot displays the FIDESYS software interface. On the left, a tree view shows the project structure, with 'Периодическое условие' (Periodic condition) selected under 'Граничные условия' (Boundary conditions). The main window shows a 3D grid of a cube with a red arrow pointing to a specific cell. On the right, the 'Панель команд' (Command panel) is open, showing the 'Режим - Граничные условия' (Mode - Boundary conditions) section. The 'Объект - Периодическое условие' (Object - Periodic condition) section is active, showing a grid of icons for various boundary conditions. The 'Действие - Создать' (Action - Create) section is also visible. Below the command panel, the 'Автоматическое присвоение ID' (Automatic ID assignment) section is checked. The 'Главная сущность' (Main entity) section shows 'Поверхность' (Surface) selected. The 'ID объекта(ов)' (Object ID) field is set to 5. The 'Побочная сущность' (Secondary entity) section shows 'Поверхность' (Surface) selected. The 'ID объекта(ов)' (Object ID) field is set to 3. The 'Температура' (Temperature) section is expanded, showing 'Общий' (General) selected, with 'Температура' (Temperature) selected in the list. The 'Поровое давление' (Pore pressure) section shows 'Количество секторов' (Number of sectors) set to 600. The 'Применить' (Apply) button is visible at the bottom right.

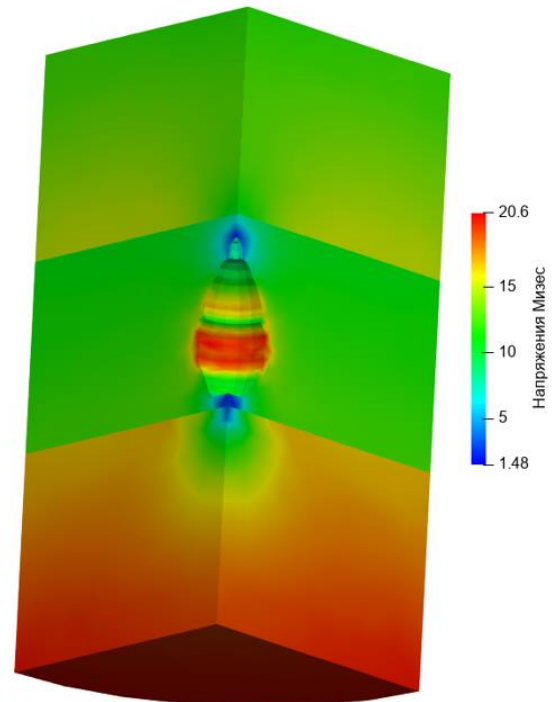
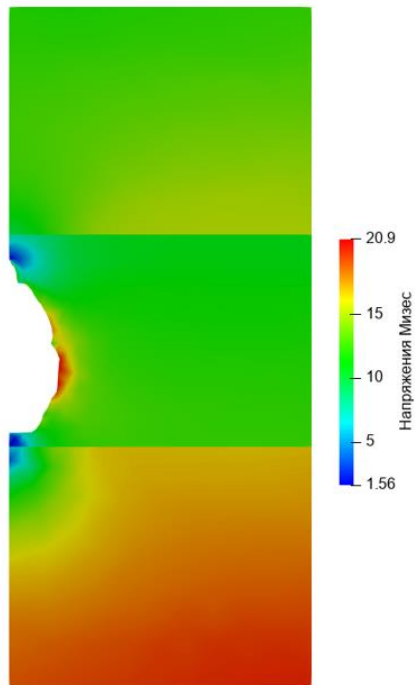
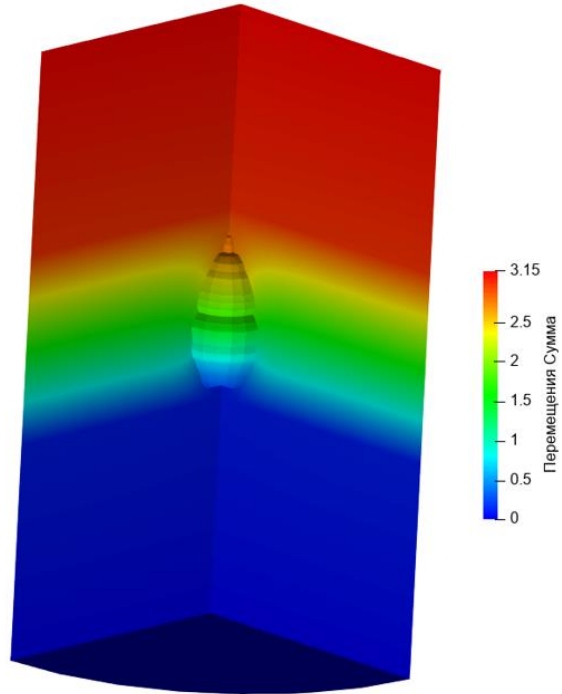
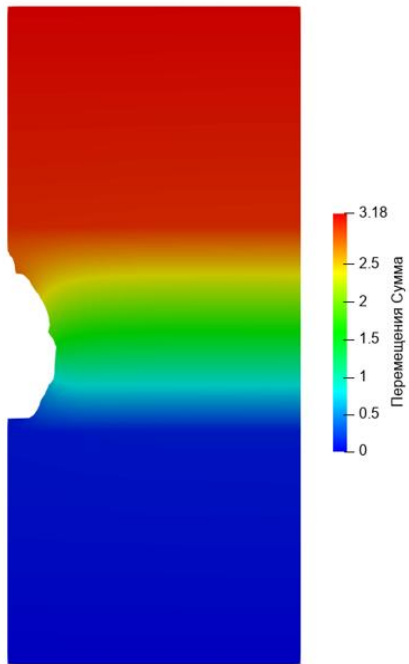
Для осесимметричных задач добавилась поддержка пластичности для критериев Мизеса и Друкера-Прагера

Для статических и динамических задач в осесимметричной постановке добавились расчеты с учетом пластичности для моделей Мизеса и Друкера-Прагера.

Также добавилась поддержка спектральных элементов и выбор оси симметрии – X или Y

Ниже продемонстрирована задача в осесимметричной постановке на основе https://fidesys-solvers.ru/analysis/static-calculations/axisymm-cavern?sphrase_id=8399 (Анализ напряженно-деформированного состояния горного массива с выработкой, состоящего из трёх слоёв разных материалов). В задаче используется модель материала Друкера-Прагера. Приведены сравнения результатов для осесимметричной и твердотельной постановки.





Увеличена производительность и сокращено потребление памяти

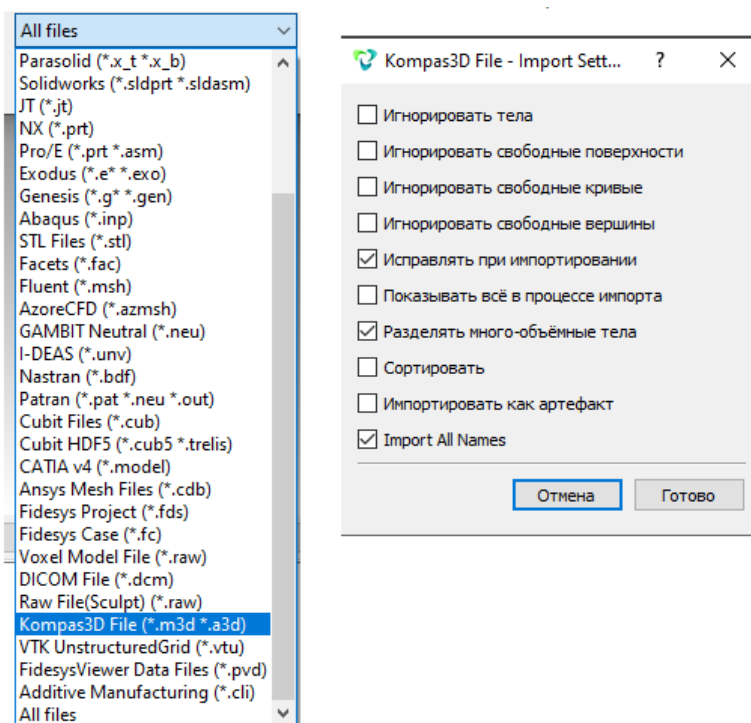
Проведена работа по улучшению алгоритмов, оптимизации процессов и расчетных функций прямого решателя. Ниже приведены результаты прогона некоторых задач в сравнении с версией 6.1.

Название задачи	Количество узлов	Оперативная память, ГБ		Время расчета, сек	
		CAE Fidesys 6.1	CAE Fidesys 7.0	CAE Fidesys 6.1	CAE Fidesys 7.0
Задача Буссинеска	178 752	23.2	12.3	214	64
Многослойная труба под действием изгибающего момента	63 292	41.3	29.4	3091	1526
Задача о нестационарной теплопроводности (турбина и вал)	49 643	1.5	1.5	68	65
Нагружение бонового заграждения с учетом геометрической нелинейности	33 900	1.5	1.4	62	49
Нагружение внутренним давлением двух труб, объединенных общим контактом	97 421	19.9	17.1	462	726
Тепловое нагружение изогнутой трубы	18 480	2.4	1.9	19	18
Статическое нагружение несимметричного железобетонного сооружения, 3D	99 561	7.1	6.3	158	148
Статическое нагружение несимметричного железобетонного сооружения	99 561	4.5	3.7	23	20
Собственные колебания несимметричного железобетонного сооружения	99 561	7.1	6.8	186	93
Вынужденные колебания несимметричного железобетонного сооружения с учетом демпфирования	99 561	6.0	5.9	165	181

Название задачи	Количество узлов	Оперативная память, ГБ		Время расчета, сек	
		CAE Fidesys 6.1	CAE Fidesys 7.0	CAE Fidesys 6.1	CAE Fidesys 7.0
Нагружение квадратной пластины сжимающим давлением, одна сторона свободна	121	0.3	0.3	6	6
Нагружение квадратной пластины сжимающим давлением, две стороны свободны	121	0.3	0.3	6	6
Нагружение оболочечно-балочной модели давлением и сжимающей силой 1.534e5	38 912	6.1	6.0	206	332
Нагружение оболочечно-балочной модели давлением и сжимающей силой 3.93e7	38 912	6.1	6.0	202	182

Добавлена поддержка импорта файлов *.m3d, *a3d (6.1R2)

Добавлена возможность импортировать\экспортировать файлы формата m3d\a3d (при наличии лицензии для ПО Компас на пользовательском компьютере).



Улучшен функционал работы с локальными системами координат

При создании локальной системы координат для выбора опорных точек добавили опцию Вектор.

Также для выбора сущностей Узел или Вершина появилась возможность выбирать их на модели в графическом окне.

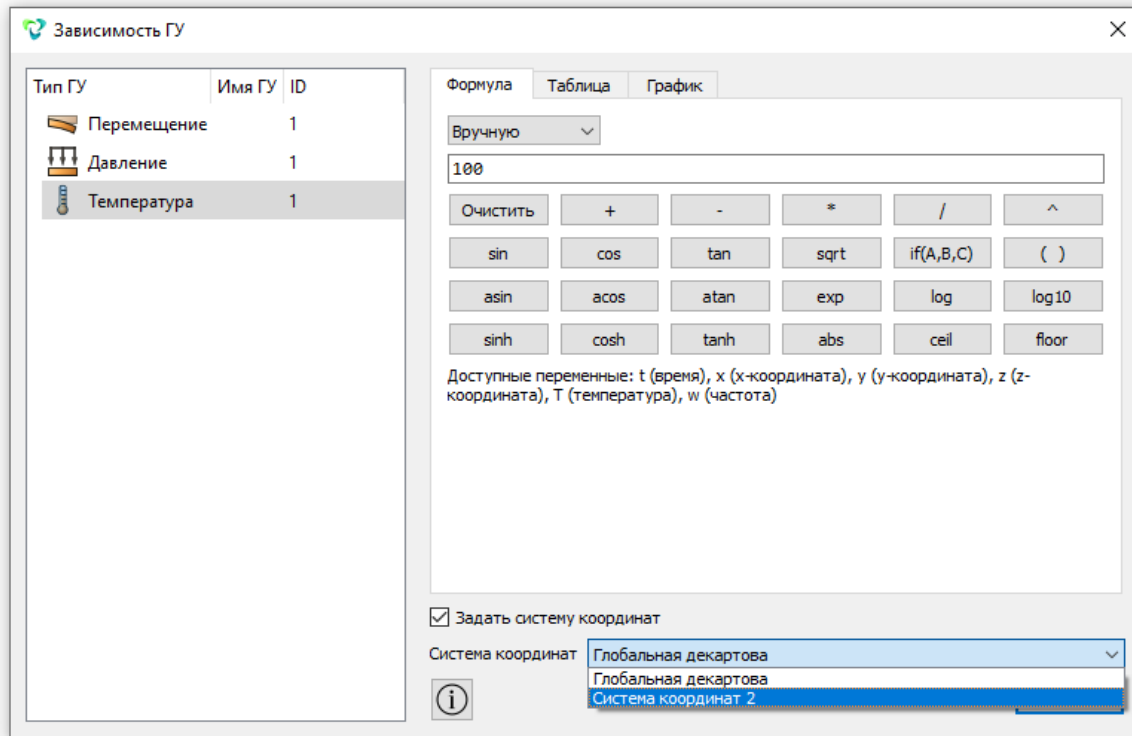
Улучшен функционал задания нагрузок (давление, температура, конвекция) в лск (в т.ч. сферическая/цилиндрическая)

Использовать локальные системы координат можно несколькими способами:

1. Как система координат блока. В таком случае для зависимостей свойств, если они заданы от координат, будет использоваться эта СК.

В случае блока с многослойной оболочкой эта СК будет использоваться для ориентации элементов – ось X в каждом элементе будет получена проецированием этой СК на каждый элемент, ось Y перпендикулярно оси X и лежит в плоскости элемента, ось Z перпендикулярна плоскости элемента

2. Приложенным граничным условиям и нагрузкам можно задать любую из созданных СК. В таком случае, для осей этих граничных условий будут использоваться оси выбранной СК.

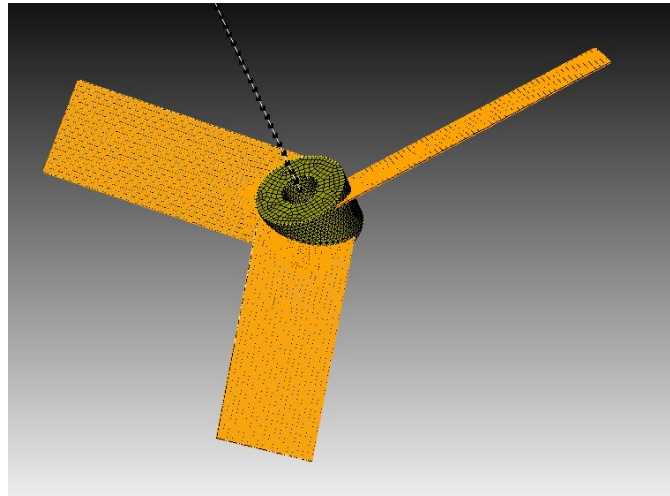


Давление в локальных системах координат

Направление действия давления всегда определено геометрией поверхности, на которую приложено. Но для некоторых задач необходимо необходима возможность задания закона изменения амплитуды этого давления от координаты. Для этого необходимо создать нагрузку Давление и локальную систему координат, а затем присвоить систему координат данной нагрузке и задать ей формульную зависимость в зависимости от системы координат в виджете Зависимость ГУ от времени и/или координат.

Ниже показан пример миксера, где нагрузка приходит в зависимости от цилиндрической локальной системы координат. Скрипт для задания формульной зависимости для давления от координаты X и для присвоения созданной локальной системе координат нагрузке.

```
bcdep pressure 1 value '10000*x'
bcdep pressure 1 cs 2
```



Страницы свойств для Давления, где задана формульная зависимость и локальная система координат:

Дерево Текущий вид: Полное дерево

- Имя ID
- > Геометрия
- > Материалы
- > Системы координат
- > Свойства блоков
- > Блоки
- > Граничные условия
 - > Нагрузки
 - > Силы
 - > Распределённые силы
 - > Давления
 - Давление 1
 - > Силы гравитации
 - > Напряжения

Дерево Инструменты

Страница свойств

Свойство	Значение
Общие	
Тип	Давление
ID	1
Имя	
Сущность	Sideset 1
ID системы координат	2
Имя системы координат	Система координат 2
Шаг	all
Использовать в расчёте	Да
Компоненты	
Значение	10000*x (formula 1)

Дерево Текущий вид: Полное дерево

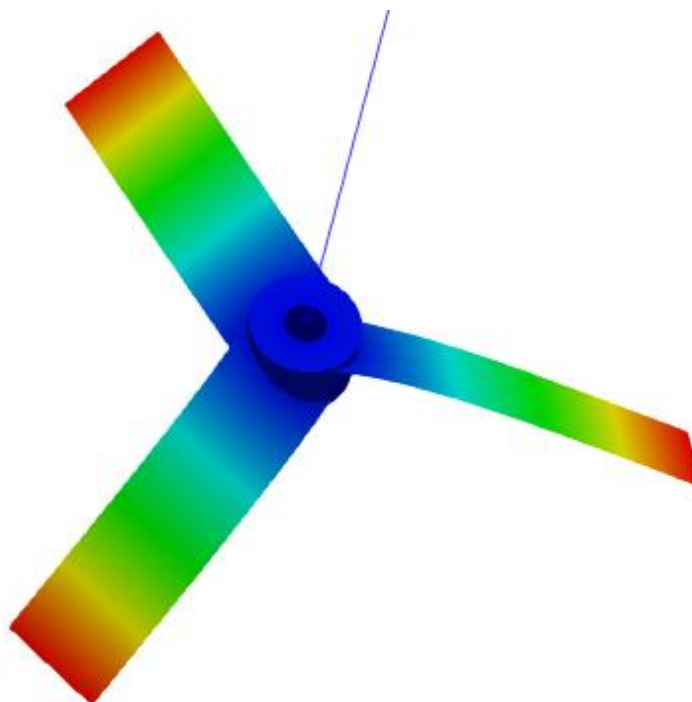
- Имя ID
- > Геометрия
- > Материалы
- > Системы координат
 - > Глобальная декартова 1
 - Система координат 2 3
- > Свойства блоков
- > Блоки
- > Граничные условия
- > Начальные условия
- > Зависимости
- > Группы
- > Множества
- > Настройки расчета

Дерево Инструменты

Страница свойств






Свойство	Значение
Общие	
ID	3
Имя	Система координат 2
Параметры	
Тип	Цилиндрическая
Начало отсчета	(0, 0, 0)
Направление X	(1, 0, 0)
Направление Y	(0, 0, 1)

Результат расчета CAE Fidesys 7.0:



Добавлены новые варианты преобразований локальных систем координат по перемещениям, вращениям и отражению

Изменен вид панели Системы координат – Преобразовать. В опцию Переместить добавлены методы: расстояние, к координатам, в направлении к поверхности к объекту. В опцию Повернуть добавлены оси вращения глобальной СК и создание своей оси вращения различными способами по существующей геометрии. Также добавлены новая опция Отразить в плоскости глобальной СК или созданной вручную.

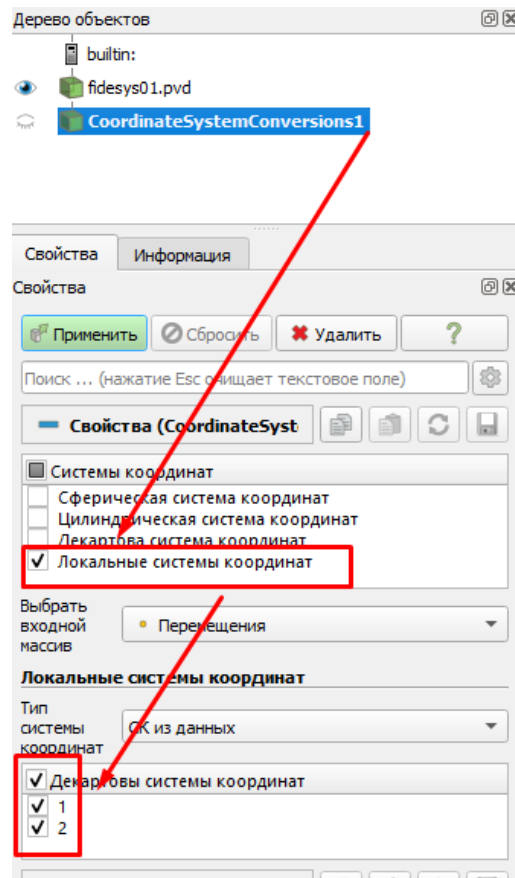
Вид в CAE Fidesys 6.1	Вид в CAE Fidesys 7.0
<p>Системы координат - Преобразовать</p>  <p>Выбрать систему координат</p> <p>ID <input type="text"/></p> <p>Повернуть Переместить Повернуть</p> <p>Угол <input type="text" value="0"/></p> <p>Направление X <input type="text" value="1"/></p> <p>Направление Y <input type="text" value="0"/></p> <p>Направление Z <input type="text" value="0"/></p> <p> Применить</p>	<p>Выбрать систему координат</p> <p>ID <input type="text"/></p> <p>Повернуть</p> <p>Угол <input type="text" value="0"/></p> <p>Повернуть вокруг</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ось X <input type="radio"/> Пара вершин</p> <p><input type="radio"/> Ось Y <input type="radio"/> Кривая</p> <p><input type="radio"/> Ось Z <input type="radio"/> Нормаль к поверхности</p> <p><input type="radio"/> Задать ось</p> <p><input type="checkbox"/> Вращать относительно</p> <p> Применить</p>
<p>Выбрать систему координат</p> <p>ID <input type="text"/></p> <p>Переместить</p> <p>Расстояние по X <input type="text" value="0"/></p> <p>Расстояние по Y <input type="text" value="0"/></p> <p>Расстояние по Z <input type="text" value="0"/></p> <p> Применить</p>	<p>Выбрать систему координат</p> <p>ID <input type="text"/></p> <p>Переместить</p> <p>Выбрать метод</p> <p><input checked="" type="radio"/> Расстояние <input type="radio"/> К объекту</p> <p><input type="radio"/> К координатам</p> <p><input type="radio"/> В направлении нормали к поверхности</p> <p>Расстояние по X <input type="text" value="0"/></p> <p>Расстояние по Y <input type="text" value="0"/></p> <p>Расстояние по Z <input type="text" value="0"/></p> <p> Применить</p>



<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <div style="border-bottom: 1px solid #ccc; padding-bottom: 5px;"> Повернуть </div> <div style="padding: 5px;"> <p>Угол <input type="text" value="0"/></p> <p>Направление X <input type="text" value="1"/></p> <p>Направление Y <input type="text" value="0"/></p> <p>Направление Z <input type="text" value="0"/></p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Применить </div> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <div style="border-bottom: 1px solid #ccc; padding-bottom: 5px;"> Выбрать систему координат </div> <div style="padding: 5px;"> <p>ID <input type="text"/></p> </div> <div style="border-bottom: 1px solid #ccc; padding-bottom: 5px;"> Отразить </div> <div style="padding: 5px;"> <p>Плоскость отражения</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p><input checked="" type="radio"/> Плоскость YZ</p> <p><input type="radio"/> Плоскость XY</p> <p><input type="radio"/> Плоскость XZ</p> <p><input type="radio"/> Плоскость по трем точкам</p> </div> <div> <p><input type="radio"/> Пара вершин</p> <p><input type="radio"/> Кривая</p> <p><input type="radio"/> Задать плоскость</p> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Применить </div> </div>
--	---

Добавлено отображение локальных систем координат в постпроцессоре Fidesys Viewer

В фильтре **Системы координат** добавлен новый параметр – Локальные системы координат, что позволяет использовать созданные в расчете локальные системы координат в постпроцессорной обработке. Системы координат передаются по присвоенным в препроцессоре ID.



Добавлен расчет эффективной проницаемости неоднородной среды

Расчёт эффективной проницаемости задаётся в настройках расчёта эффективных свойств галочкой «Проницаемость». С целью расчёта эффективных коэффициентов проницаемости на гранях модели задаются различные поровые давления, соответствующие различным градиентам порового давления в модели. Используются градиенты, направленные вдоль каждой координатной оси.

Эффективная проницаемость материала оценивается в виде закона Дарси:

$$u_i = -\frac{\kappa_{ij}}{\eta} (\nabla P)_j$$

Результатом расчёта являются эффективные коэффициенты проницаемости κ_{ij} , выводимые в командную строку и в JSON-файл с названием EffProps.json, находящийся в рабочей директории. Коэффициенты вычисляются в той системе координат, в которой проводился расчёт (координатным плоскостям/осям которой параллельны грани/стороны расчётной модели).

Матрица коэффициентов κ_{ij} содержит 6 независимых констант – зачастую это больше, чем достаточно для описания эффективной линейной проницаемости исследуемого неоднородного материала. Поэтому предусмотрена возможность автоматического пересчёта полученных эффективных коэффициентов линейной проницаемости в константы ортотропного или изотропного материала. После завершения расчёта появляется окно «Обработать данные по эффективным свойствам». Эффективные коэффициенты проницаемости κ_{ij} показаны на вкладке «Пороупругость» справа внизу в виде симметричной матрицы проницаемости размером 3x3 (часть матрицы ниже главной диагонали не отображается в силу симметричности).

Если вычисленные эффективные коэффициенты проницаемости являются нефизическими – сразу после открытия окна обработки данных появляется окно с соответствующим предупреждением, что матрица не является симметричной с достаточной точностью либо не является положительно определённой. В этом случае следует ещё раз проверить правильность выбора модели для расчёта: является ли она прямоугольным параллелепипедом с гранями, параллельными координатным плоскостям (в двумерном случае – прямоугольником со сторонами, параллельными координатным осям), и является ли она ячейкой периодичности в случае расчёта с периодическими граничными условиями. Если модель построена правильно – вероятно, необходимо улучшить (измельчить) сетку.

Пользователь может оценить, соответствует ли матрица с полученными κ_{ij} ортотропному материалу, с удовлетворяющей его точностью. Для точного ортотропного материала эта матрица должна выглядеть следующим образом (здесь буквами X обозначены те компоненты, которые могут быть ненулевыми).

$$\begin{pmatrix} X & 0 & 0 \\ & X & 0 \\ & & X \end{pmatrix}$$

Но, поскольку компоненты матрицы представляют собой результат численного расчёта эффективных свойств – они, как правило, содержат некоторую ошибку. Если с точки зрения пользователя матрица соответствует ортотропному материалу с приемлемой точностью, можно выбрать тип температурных свойств «Ортотропный» и нажать кнопку «Обработать данные», в результате чего будут посчитаны три константы ортотропного материала. Если материал не является ортотропным с достаточной точностью либо если ортотропные коэффициенты линейной проницаемости получились нефизическими – при нажатии кнопки «Обработать данные» откроется окно с соответствующим предупреждением.

Если ортотропные константы не зависят от направления (разные коэффициенты проницаемости одинаковы либо отличаются друг от друга в пределах приемлемой погрешности) – тогда можно выбрать тип материала «Изотропный» и снова нажать кнопку «Обработать данные». Будет посчитана одна константа – изотропный коэффициент линейной проницаемости материала. Если материал не является изотропным с

достаточной точностью – при нажатии кнопки «Обработать данные» откроется окно с соответствующим предупреждением.

Добавлено автоматическое определение осей ортотропии вычисленных эффективных свойств и расчет ортотропных характеристик в данных осях

Эффективные свойства, включая ортотропные, изначально оцениваются в системе координат, заданной в препроцессоре. Если материал имеет собственные оси ортотропии, не совпадающие с осями заданной системы координат – направляющие векторы этих осей автоматически вычисляются. Также автоматически вычисляются ортотропные эффективные свойства материала в этих осях. Именно они используются в окне «Обработать данные по эффективным свойствам» при выборе ортотропного материала.

Улучшена точность определения границы представительного объема (либо ячейки периодичности) при оценке эффективных свойств

При проведении численной оценки эффективных характеристик модель для расчёта (представительный объём материала либо ячейка периодичности) обязана иметь форму прямоугольного параллелепипеда. В ходе расчёта расположение внешних граней этого параллелепипеда определяется автоматически. В текущей версии алгоритм этого определения модифицирован для улучшения точности. Данная модификация актуальна при работе с моделями, импортированными в CAE Fidesys из других программных продуктов вместе с сеткой

В CAE Fidesys Help (Справка F1) добавлена статья с перечнем возникающих ошибок и примерными действиями пользователя для их устранения

Содержание | Указатели | Поиск

- Руководство пользователя CAE Fidesys
- Введение
- Основные элементы управления
- Геометрия
- Построение сетки
- Создание сетки граничного слоя
- Конечно-элементная модель
- Конечно-элементный анализ
- Пошаговое руководство по интерфейсу
- Работа в FidesysViewer
- Пошаговые примеры решения задач
- Ошибки и пути устранения
 - Таблица ошибок расчета
- Приложение
- Быстрая справка

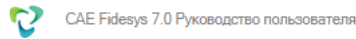


Таблица ошибок расчета

№	Сообщение	Причина	Действия оператора
1	MESH QUALITY ERROR: Aspect ratio exceed default value in 'asp_ratio_element' element.	Ошибка качества сетки.	Перестроить конечно-элементную сетку.
2	Error: There is no block in the model or material is not assigned to some block.	Не задан материал.	Задать свойства материала.
3	Error: Density is 0 in material 'material_number'.	Нулевая плотность для материала модуля 3.	Задать плотность.
4	Error: Analysis type is not defined.	Не определен тип расчета.	Указать тип расчета.
5	Error: There is not enough memory for solution.	Недостаточно оперативной памяти для решения.	Проверить рабочую директорию, повторно запустить расчёт.

Список возникающих ошибок планируется расширять от версии к версии.

Дополнения и улучшения препроцессора

Дерево моделей теперь полностью редактируемо из страницы свойств

Завершена работа по доработке **Дерева моделей** в препроцессоре **CAE Fidesys**. Теперь на странице свойств можно отредактировать граничные условия, параметры материалов и настройки расчета.

Настройки расчета:

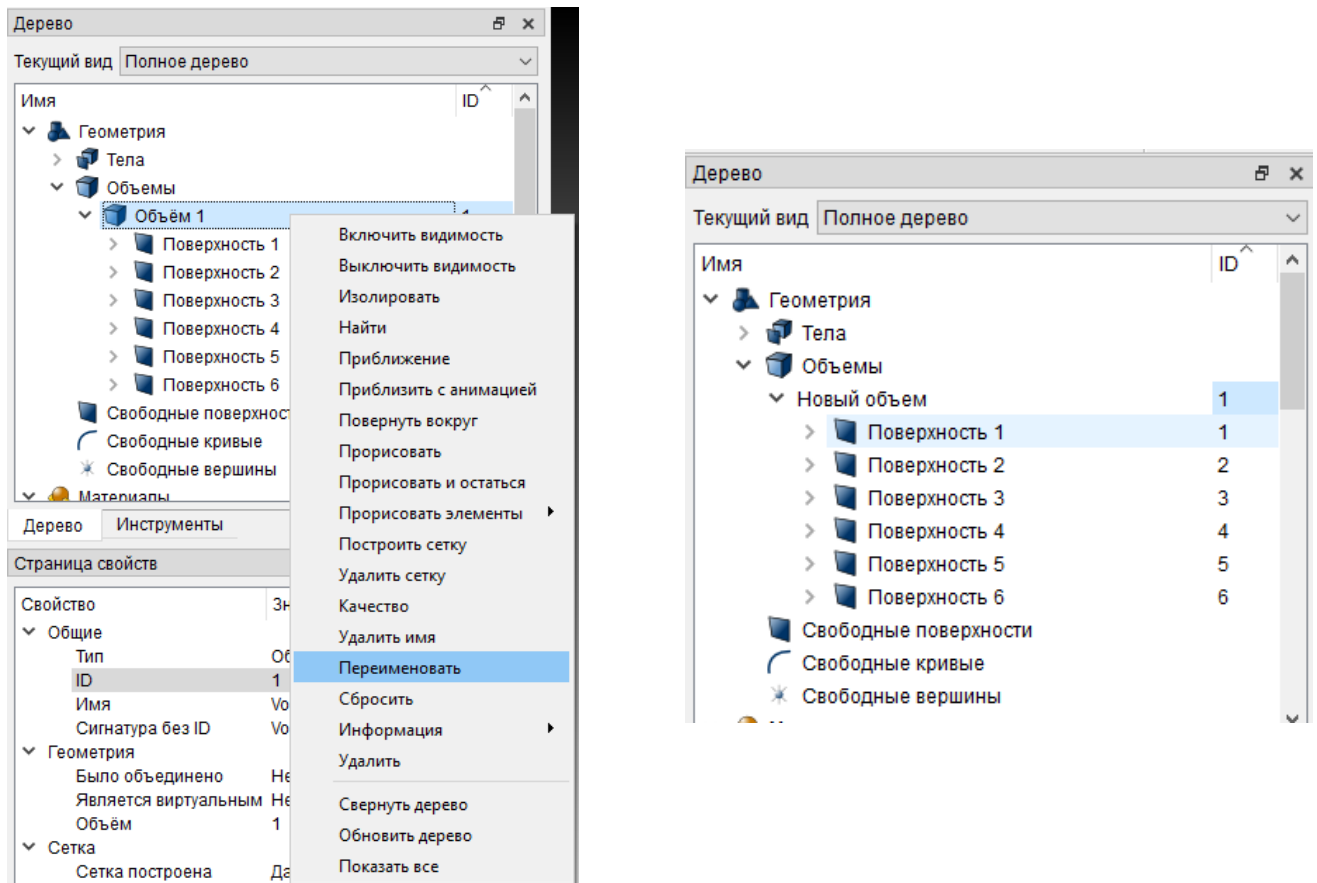
Свойство	Значение
Общие	
Тип анализа	Статический
Размерности	3D
Модель	
Теплопроводность	Да
Настройки статики	
Число шагов	10
Настройки нелинейного решателя	
Мин. число подшагов нагружения	1
Начальное число подшагов нагружения	1
Макс. число подшагов нагружения	1000
Максимальное число итераций	100
Точность	0.001
Целевое число итераций	5
Линейный решатель	
Метод	Автовыбор
Перебор методов решения	Да
Поля для вычисления	
Узловые силы и силы реакции	Нет
Энергия деформации	Нет
3D запись	Нет
Свойства материала	Нет
Полная периодическая модель	Да
Промежуточные результаты	Да
Без сглаживания	Нет
Свойства среды	
Температура	0

Свойства Периодических ГУ:

Свойство	Значение
Общие	
Тип	Температура
ID	1
Имя	Periodic 1
ID системы координат	1
Имя системы координат	Глобальная декартова
Количество секторов	1
Шаг	all
Использовать в расчёте	Да
Параметры	
Главная сущность	surface 6
Побочная сущность	surface 4
Переменные	
Значение	100

Добавлена возможность смены имени элементов геометрической модели

Изменить имя геометрии возможно, вызвав функцию **Переименовать** в контекстном меню.



Добавлена опция для использования баз данных материалов в виджете Создание Материалов

В виджете **Управление материалами** появилась новая колонка Библиотека материалов. Теперь пользователь может сам создавать группы и добавлять в них необходимые материалы.

Управление материалами

Свойства

- ▼ **Упругость**
 - Материал Гука
 - Материал Муни-Ривлина
 - Материал Блейца-Ко
 - Материал Мурнагана
 - Материал Нео-Гук
 - Ортотропный материал
 - Трансверсально изотропны...
 - Анизотропный материал
- Общие
- ▼ **Прочность**
 - Изотропная прочность
 - Критерии Хука-Брауна
- Пластичность
- Упрочнение
- Ползучесть
- Температурные свойства
- Геомеханика
- Преднапряжение
- Распухание
- Высокоскоростное разрушение

Материал	ID
ЛУ-П/ЭНФБ	1
УКН5000/ЭХД-МК	2
Т300Ероху	3
Т800Н/Ероху	4
М46J/Ероху	5
М60J/Ероху	6

Укажите имя материала

Импортированный материал

- Углеродистая сталь
- Сталь ГОСТ 4543-71
- Резина
- Кевлар
- Титан
- Грунт
- Пористый грунт

Библиотека материалов

- > Стали из ПНАЭ Г-7-00...

Создать группу...
 Удалить

Свойства	Напряжения/деформации	Значение
Свойства материала		
▼ УКН5000/ЭХД-МК		
▼ Ортотропный материал		
Модуль Юнга X		1.2e+11
Модуль Юнга Y		9.6e+09
Главный коэффициент Пуассона XY		0.3
Модуль сдвига XY		3.8e+09
▼ Изотропная прочность		
Предел прочности		1.3e+09
Предел прочности на сжатие		8e+08

Применить

Управление материалами

Свойства

- ▼ **Упругость**
 - Материал Гука
 - Материал Муни-Ривлина
 - Материал Блейца-Ко
 - Материал Мурнагана
 - Материал Нео-Гук
 - Ортотропный материал
 - Трансверсально изотропны...
 - Анизотропный материал
- Общие
- ▼ **Прочность**
 - Изотропная прочность
 - Критерии Хука-Брауна
- Пластичность
- Упрочнение
- Ползучесть
- Температурные свойства
- Геомеханика
- Преднапряжение
- Распухание
- Высокоскоростное разрушение

Материал	ID
ЛУ-П/ЭНФБ	1
УКН5000/ЭХД-МК	2
Т300Ероху	3
Т800Н/Ероху	4
М46J/Ероху	5
М60J/Ероху	6

Укажите имя материала

Импортированный материал

- Углеродистая сталь
- Сталь ГОСТ 4543-71
- Резина
- Кевлар
- Титан
- Грунт
- Пористый грунт

Библиотека материалов

- > Стали из ПНАЭ Г-7-002-86
- ▼ Углепластик
 - ЛУ-П/ЭНФБ
 - УКН5000/ЭХД-МК
 - Т300Ероху
 - Т800Н/Ероху
 - М46J/Ероху
 - М60J/Ероху

Свойства	Напряжения/деформации	Значение
Свойства материала		
▼ ЛУ-П/ЭНФБ		
▼ Ортотропный материал		
Модуль Юнга X		1.4e+11
Модуль Юнга Y		9.6e+09
Главный коэффициент Пуассона XY		0.3
Модуль сдвига XY		4.6e+09
▼ Изотропная прочность		
Предел прочности		7e+08
Предел прочности на сжатие		6e+08

Применить

Материалы можно создавать вручную, используя интерфейс виджета, и перетаскивать в группу в колонке Библиотека материалов. Также возможен вариант, когда пользователь создает самостоятельно файл xml с параметрами материалов и добавляет его в Импортированные материалы, а затем уже перетаскивает его группу материалов.

Пример файла xml для создания библиотеки однонаправленных углепластиков из двух материалов:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MaterialDB name="Углепластик">
  <material name="ЛУ-П/ЭНФБ" lang_id="ru_RU" group="">
    <property name="ORTHOTROPIC_E_X">
      <value>1.4e+11</value>
    </property>
    <property name="ORTHOTROPIC_E_Y">
      <value>9.6e+09</value>
    </property>
    <property name="ORTHOTROPIC_PR_XY">
      <value>0.3</value>
    </property>
    <property name="ORTHOTROPIC_G_XY">
      <value>4.6e+09</value>
    </property>
    <property name="ISO_ULTIMATE_STRENGTH">
      <value>7e+08</value>
    </property>
    <property name="ISO_ULTIMATE_STRENGTH_COMPR">
      <value>6e+08</value>
    </property>
  </material>
  <material name="УКН5000/ЭХД-МК" lang_id="" group="">
    <property name="ORTHOTROPIC_E_X">
      <value>1.2e+11</value>
    </property>
    <property name="ORTHOTROPIC_E_Y">
      <value>9.6e+09</value>
    </property>
    <property name="ORTHOTROPIC_PR_XY">
      <value>0.3</value>
    </property>
    <property name="ORTHOTROPIC_G_XY">
      <value>3.8e+09</value>
    </property>
    <property name="ISO_ULTIMATE_STRENGTH">
      <value>1.3e+09</value>
    </property>
    <property name="ISO_ULTIMATE_STRENGTH_COMPR">
      <value>8e+08</value>
    </property>
  </material>
</MaterialDB>
```

ВАЖНО: По Файл "default.xml", из которого по умолчанию происходит импорт материалов, устанавливается в папку программы, что делает его не изменяемым в ОС Windows при включённом контроле учётных записей. Соответственно, каждый пользователь компьютера использует свою копию исходного файла "default.xml". Для обмена данными достаточно передавать файл default.xml. Добавленная база данных будет всегда доступна в виджете **Управление материалами**, даже после переустановки программы.

Добавлена команда для вывода свойств контактов, оболочек, балок, пружин, точечных масс в лог-файл

Разработаны команды, которые сохраняют свойства выбранных блоков для балок, оболочек, пружин и точечных масс в указанный пользователем файл. Аналогичным образом сохраняются в файл свойства контактных пар.

Полный синтаксис команд:

```
list contact {[[id] [<id> [<id range start> to <id range finish>...]]...} [<name>] [all]
    [except {<except id> [<except id range start> to <except id range finish>...]]...}]
    [file <filename>]

list beam properties {[[id] [<id> [<id range start> to <id range finish>...]]...} [all]
    [except {<except id> [<except id range start> to <except id range finish>...]]...}]
    [file <filename>]

list lumpmass properties {[[id] [<id> [<id range start> to <id range finish>...]]...} [all]
    [except {<except id> [<except id range start> to <except id range finish>...]]...}]
    [file <filename>]

list shell properties {[[id] [<id> [<id range start> to <id range finish>...]]...} [all]
    [except {<except id> [<except id range start> to <except id range finish>...]]...}]
    [file <filename>]

list spring properties {[[id] [<id> [<id range start> to <id range finish>...]]...} [all]
    [except {<except id> [<except id range start> to <except id range finish>...]]...}]
    [file <filename>]
```

Пример использования:

```
list contact 1 file 'D:/hh.txt' - ВЫВОДИТ свойства контактной пары Contact 1 в файл hh.txt
list shell properties 1 file 'D:/hh.txt' - ВЫВОДИТ свойства оболочек 1 в файл hh.txt
list beam properties all file 'D:/hh.txt' - ВЫВОДИТ свойства балок 1 в файл hh.txt
list spring properties all file 'D:/hh.txt' - ВЫВОДИТ свойства пружин 1 в файл hh.txt
list lumpmass properties all file 'D:/hh.txt' - ВЫВОДИТ свойства точечных масс 1 в файл hh.txt
```

Функции Python, доступные в модуле fidesys:

```

string get_contact_properties(int id)

int get_contact_properties_count()

list<int> get_contact_properties_ids()

string get_beam_properties(int id)

int get_beam_properties_count()

list<int> get_beam_properties_ids()

string get_lump_mass_properties(int id)

int get_lump_mass_properties_count()

list<int> get_lump_mass_properties_ids()

string get_shell_properties(int id)

int get_shell_properties_count()

list<int> get_shell_properties_ids()

string get_spring_properties(int id)

int get_spring_properties_count()

list<int> get_spring_properties_ids()

```

Пример использования:

```

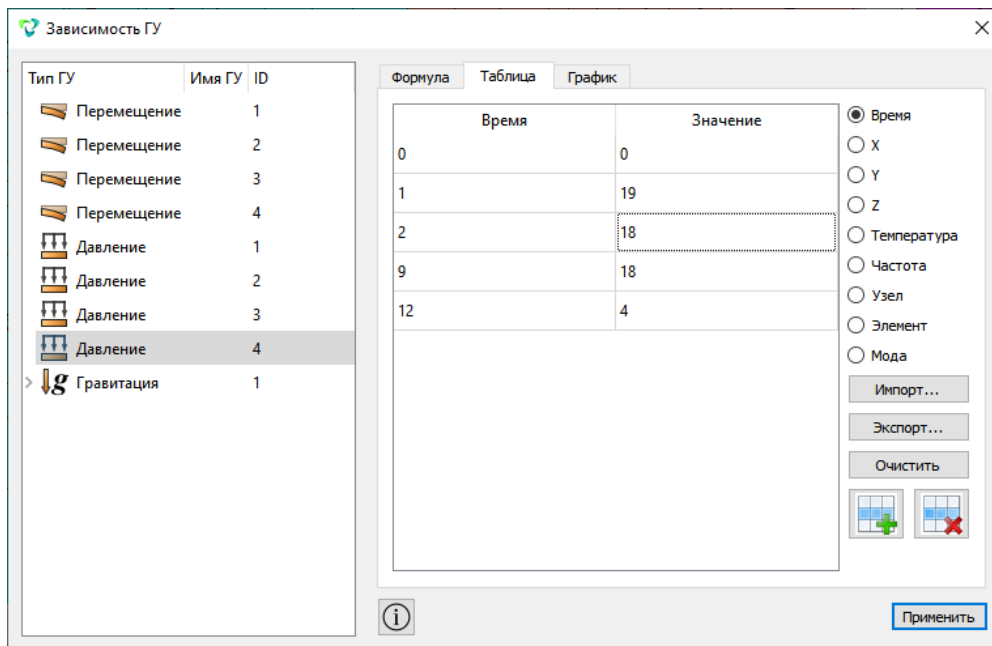
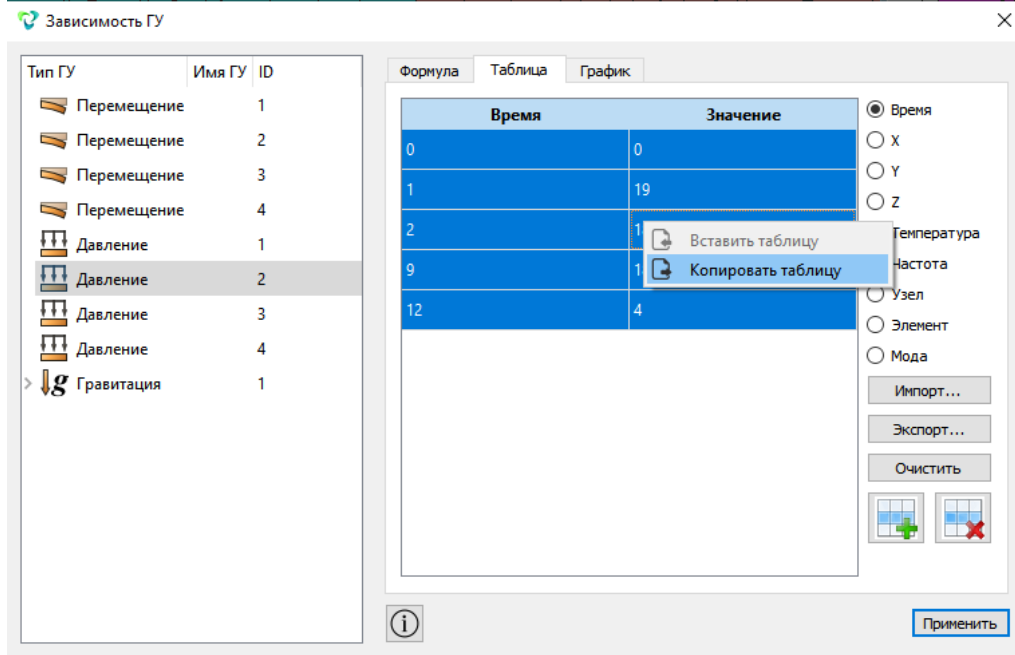
ids = fidesys.get_shell_properties_ids()
for id in ids:
    print(fidesys.get_shell_properties(id))

```

Добавлена функция редактирование таблиц

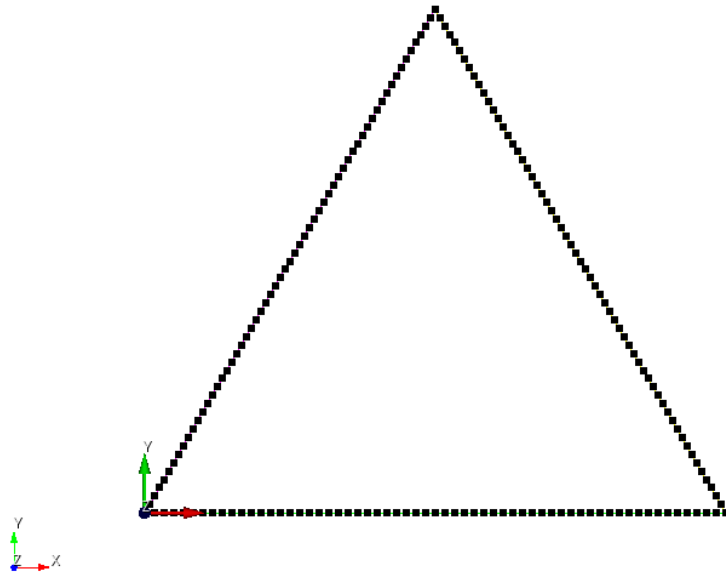
Теперь можно осуществлять операции **Копировать\Вставить** для таблиц, что существенно упрощает работу с табличными данными. Кроме того, доступны действия при помощи стандартных сочетаний кнопок Ctrl+A, Ctrl+C, Ctrl+V

Перенос табличных данных из ГУ Давление 1 в ГУ Давление 4:



CDB – запись логов в процессе конвертации

В CAE Fidesys 7.0 появилась возможность логирования при импорте *.cdb-файлов. Для этого необходимо прописать в командную строку знакомую конструкцию `import cdb 'полный путь до файла *.cdb'` и дополнить ее параметром `log {on/off}`. По умолчанию логирование выключено.



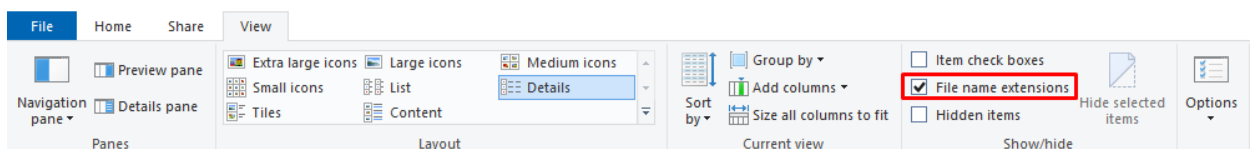
```
Fidesys> import cdb 'D:/Hraimenkov/1_Tasks/31_CDB-FC/triangle_beam_structure/apd1/triangle_beam_structure.cdb' log on
```

Новый *.log-файл сохраняется в ту же директорию, где находится исходный *.cdb-файл:

File Explorer path: This PC > New Volume (D:) > Hraimenkov > 1_Tasks > 31_CDB-FC > triangle_beam_structure > apd1

Name	Date modified	Type	Size
triangle_beam_structure.cdb.log	08.07.2024 9:00	Text Document	4 KB
triangle_beam_structure1.err	27.11.2023 19:35	ERR File	1 KB
triangle_beam_structure1.out	27.11.2023 19:35	Fidesys model file	29 KB
triangle_beam_structure2.err	27.11.2023 19:35	ERR File	1 KB
triangle_beam_structure2.out	27.11.2023 19:35	Fidesys model file	29 KB
triangle_beam_structure3.err	27.11.2023 19:35	ERR File	1 KB
triangle_beam_structure3.out	27.11.2023 19:35	Fidesys model file	29 KB
triangle_beam_structure0.log	27.11.2023 19:34	Text Document	16 KB
triangle_beam_structure.cdb	27.11.2023 17:49	CDB File	41 KB

Для удобства возможно включить отображение расширений:



Структура *.log'a

В самом log'e содержится информация о типе анализа, исходном количестве узлов, элементов и материалов:

```

Ansys Analysis Type = 2 i.e.: MODAL

Count of entities known as node = 183

Count of entities known as element = 189

Count of entities known as material = 1

Count of entities known as real constant = 3

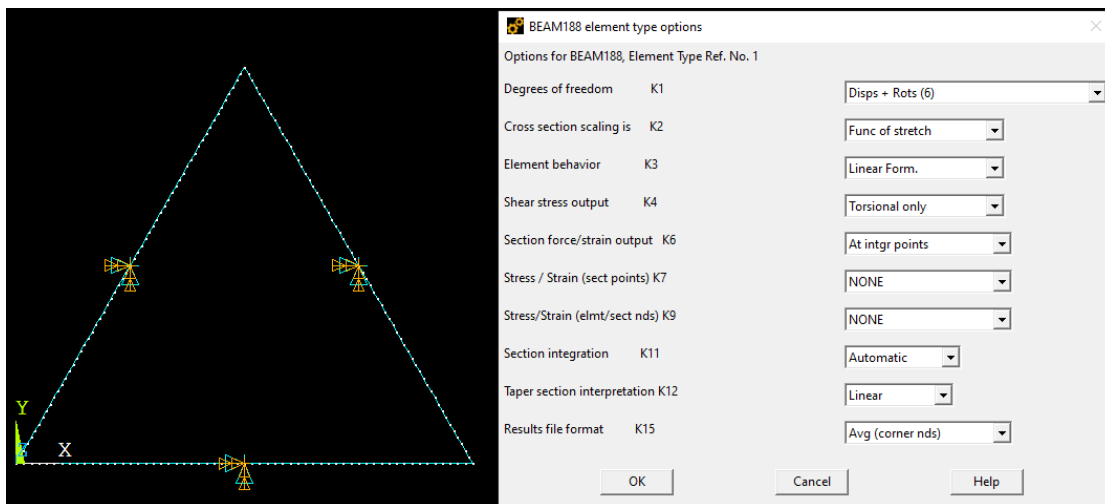
Count of entities known as section = 1

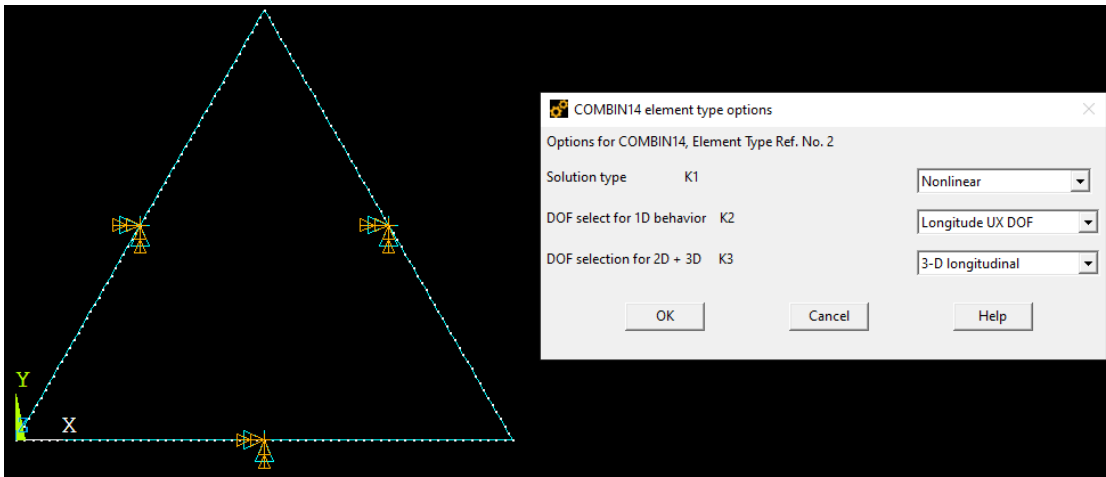
Count of entities known as element type = 4
    
```

Приводятся опции элементов. Например:

<pre> Ansys Element Type = 188 (#1 in CDB file) Its Keyopts: Value of Keyopt 1 Not assigned Value of Keyopt 2 Not assigned Value of Keyopt 3 Not assigned Value of Keyopt 4 Not assigned Value of Keyopt 5 Not assigned Value of Keyopt 6 Not assigned Value of Keyopt 7 Not assigned Value of Keyopt 8 Not assigned Value of Keyopt 9 Not assigned Value of Keyopt 10 Not assigned Value of Keyopt 11 Not assigned Value of Keyopt 12 Not assigned Value of Keyopt 13 Not assigned Value of Keyopt 14 Not assigned Value of Keyopt 15 Not assigned </pre>	<pre> Ansys Element Type = 14 (#2 in CDB file) Its Keyopts: Value of Keyopt 1 = 1 Value of Keyopt 2 = 1 Value of Keyopt 3 Not assigned Value of Keyopt 4 Not assigned Value of Keyopt 5 Not assigned Value of Keyopt 6 Not assigned Value of Keyopt 7 Not assigned Value of Keyopt 8 Not assigned Value of Keyopt 9 Not assigned Value of Keyopt 10 Not assigned Value of Keyopt 11 Not assigned Value of Keyopt 12 Not assigned Value of Keyopt 13 Not assigned Value of Keyopt 14 Not assigned Value of Keyopt 15 Not assigned </pre>
---	--

Они же в APDL:





Отдельное место занимают граничные условия, коэффициенты демпфирования и т.д.:

```

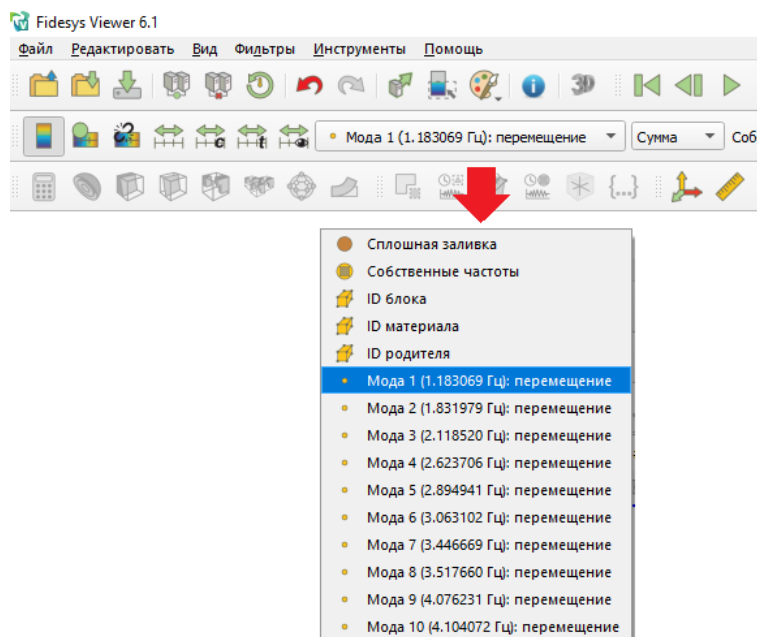
Finite Elements Count = 180 Ansys type = 188 Fidesys type = 36
Finite Elements Count = 9 Ansys type = 14 Fidesys type = -1
TotalCount = 189 Maximum Finite Element Id = 189
Value of Mass Matrix Multiplier For Damping = 0.000000
Value of Stiffness Matrix Multiplier For Damping = 0.000000
Value of Constant Modal Damping Ratio = 0.000000
Value of Constant Structural Damping Coefficient = 0.000000
Count of D statements in CDB file = 0 Count of nodes with restrictions = 3
Count of F statements in CDB file = 0 Count of nodes with Forces = 0 Count of nodes with consolidated Forces = 0
Value of Acceleration = -0.000000 = -0.000000 = -0.000000
Value of Angular velocity = 0.000000 = 0.000000 = 0.000000
Count of Material data records in CDB file = 4 Count of materials in CDB file = 1 Count of materials in FC file = 1
Id of block of real constants = 1 Count of values = 6
Id of block of real constants = 2 Count of values = 6
Id of block of real constants = 3 Count of values = 6
    
```

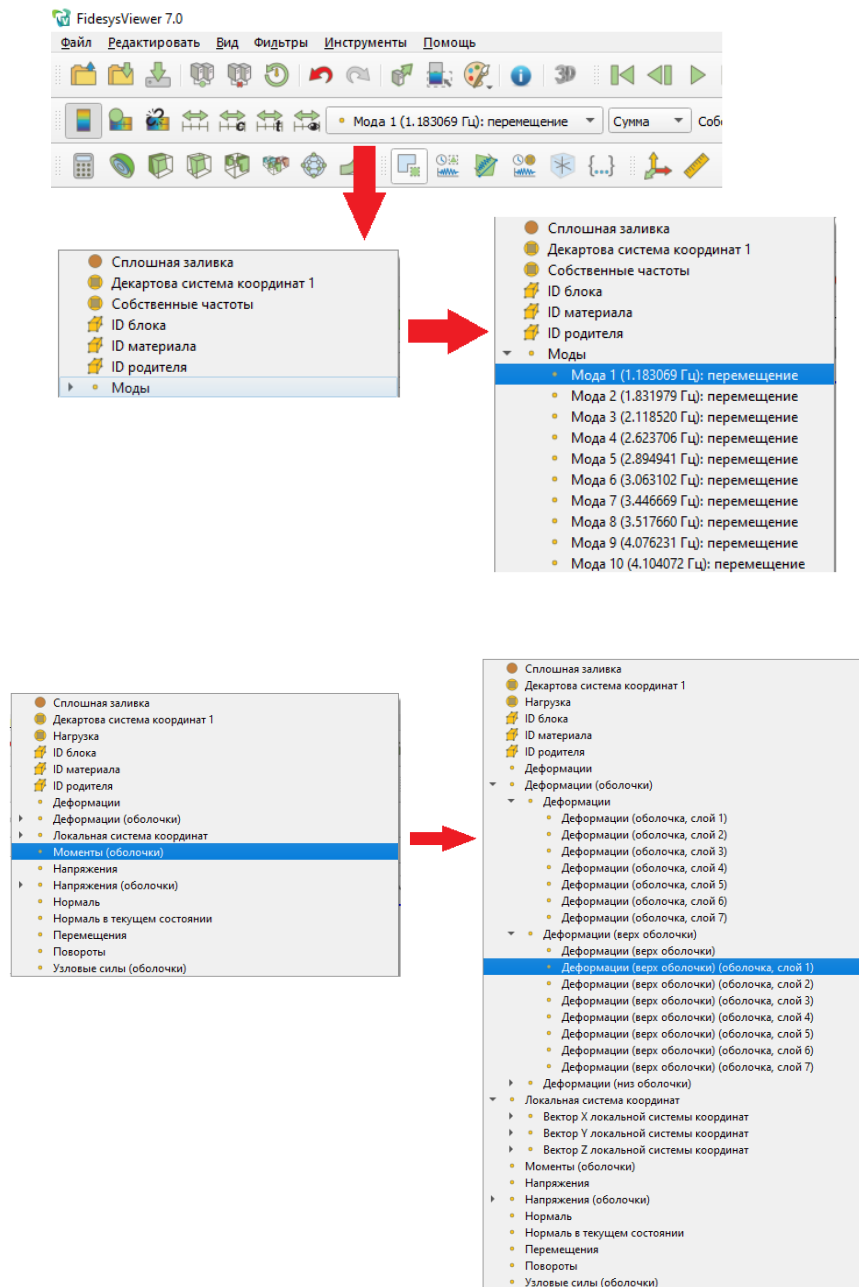
Дополнения и улучшения постпроцессора

Обновлен всплывающий список отображаемых результатов

В **FidesysViewer 7.0** была обновлена структура всплывающего списка полей результатов для раскраски. В новой версии она представляет собой иерархию дерева: добавлены группировки для мод, оболочек, напряжений, деформаций и т.п.

Данное обновление позволяет пользователю влиять на размеры всплывающего списка, скрывая или, наоборот, открывая различные объекты дерева.





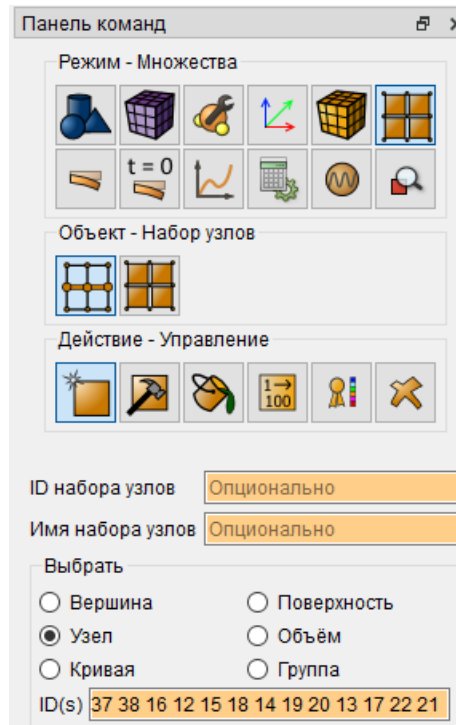
Реализована передача nodeset в постпроцессор, что делает более удобным расчет суммарных сил реакций и т.д.

Добавлена передача заранее созданных наборов узлов и наборов сторон в постпроцессор. Далее, наборы сторон можно использовать для выделения узлов и применения фильтра “Извлечь выделенное”.

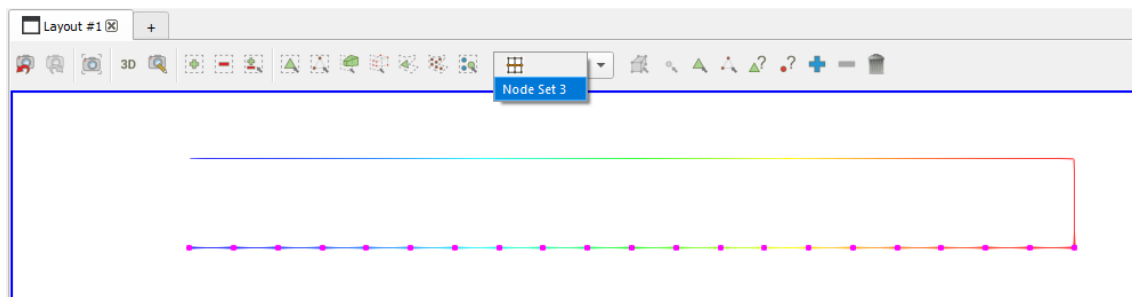
ВАЖНО: В версии 7.0 необходимо вручную (отдельно от ГУ) создать отдельный набор узлов (nodeset), на котором необходимо посмотреть данные. Наборы узлов можно создать на Панели команд – Множества – Набор узлов\Набор сторон – Создать. В этом случае набор узлов возможно будет использовать для постпроцессорной обработки в FidesysViewer. Наборы узлов, полученные при создании граничных условий, в версии 7.0 не передаются в постпроцессор. В 7.1 ожидается обновление логики работы.

Пример работы с наборами узлов\наборами сторон в версии 7.0:

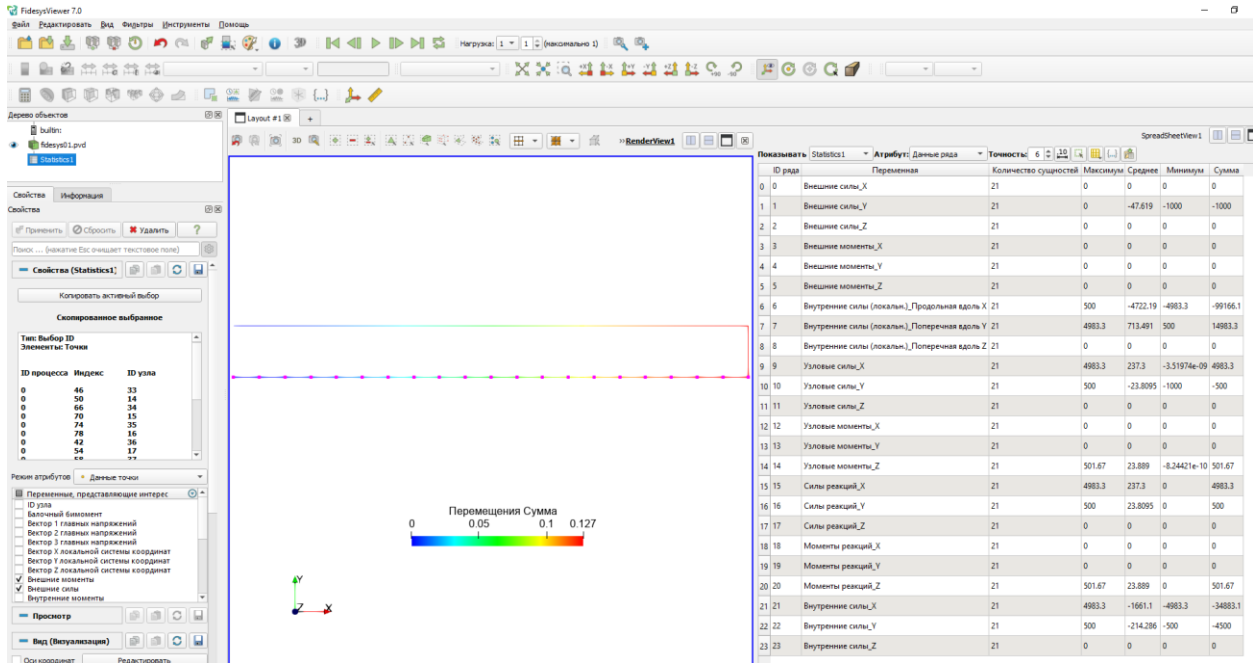
1. Создается отдельный набор узлов



2. После успешного завершения расчета в Fidesys Viewer возможно отразить на модели созданный набор узлов при помощи кнопок Выбрать узлы



3. Далее, можно использовать фильтр Статистика для вывода суммарных характеристик на выделенных узлах.

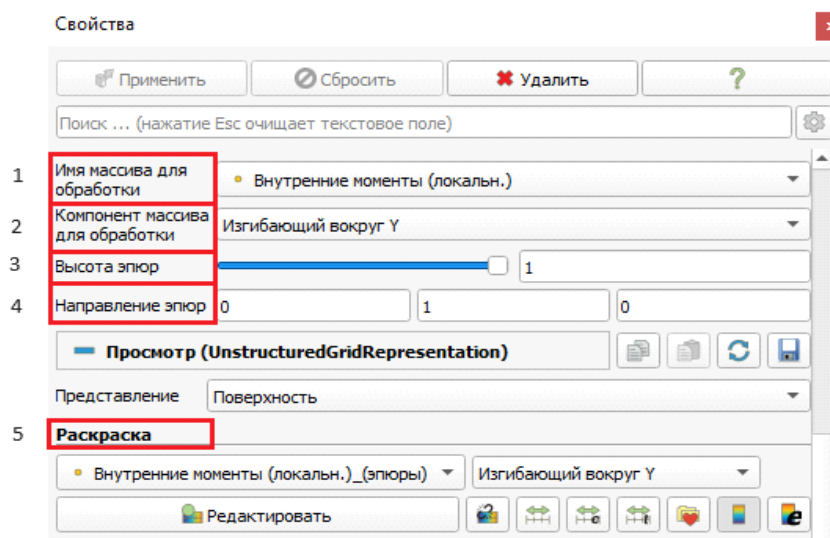


Добавлен фильтр для создания эпюр для балочных элементов

Фильтр "Построить эпюры" (Force and moment diagram) используется для построения эпюр внутренних сил и моментов на балочных элементах. Эпюры могут быть переориентированы и отмасштабированы для удобства отображения.

Фильтр работает с балочными элементами, даже если элементы балок имеют общие узлы с объемными элементами. В результате работы фильтра на выделенных элементах балок визуально отображаются эпюры внутренних моментов и сил в зависимости от выбора пользователя.

Свойства балочных элементов задаются в свойствах блока. Конечные элементы должны быть линейными.



Объекты эпюры выводятся на модели в 3Д. Отображение объектов (высоту и направление эпюр) можно регулировать с помощью функций **Высота эпюр (3)** и **Направление эпюр (4)**. Эпюры строятся в плоскости, определенной двумя векторами. Первый вектор всегда направлен по оси балки, второй определяет пользователь в поле **Направление эпюр**. **Высота эпюр** скалярная величина и определяет масштаб отображения полей.

Имя массива для обработки (1) из выпадающего списка можно выбрать эпюру для построения: внутренние силы или внутренние моменты.

Компонент массива для обработки (2) из выпадающего списка можно выбрать компонент силы или момента для построения: продольная или поперечная для силы, и изгибающая или крутящая для момента.

Раскраска (5) из выпадающего списка можно выбрать соответствующий массив входных данных для раскраски эпюры.

Чтобы использовать этот фильтр, выберите ячейки входного набора данных с помощью **сквозного выбора точек**, нажмите **применить** и задайте параметры отображения.

Примеры работы фильтра **Построить Эпюры**:

