



Резидент Инновационного центра «Сколково»

03.05.2018г.

## СПИСОК НОВЫХ ФУНКЦИЙ и ВОЗМОЖНОСТЕЙ программных продуктов линейки «APM»

**V16**

### Уважаемые пользователи!

Коллектив НТЦ «АПМ» сообщает, что в 2018 г. планируется к выпуску новая 16-я версия наших программных продуктов – расчетных систем линейки «APM». Ниже мы приводим список новых функций и возможностей основных расчетных модулей и продуктов.

#### **APM Structure3D**

**Модуль расчета напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций методом конечных элементов**

#### **Функционал**

Топологическая оптимизация конструкций:

- Новая постановка задачи – минимизация массы с ограничением напряжений;
- Добавлена возможность проводить топологическую оптимизацию для конструкций, состоящих из стержневых КЭ;
- Введены дополнительные технологические ограничения: «максимальная толщина», «симметрия», «штамповка»;
- Реализован учёт объёмных (например, гравитация) и поверхностных сил (например, давление на поверхность твердотельных КЭ)

Расчеты:

- При расчете собственных частот предварительно нагруженных конструкций реализован учет силовых факторов, полученных из нелинейного расчёта;
- Расчёт вынужденных колебаний конструкций возможен с учетом собственных частот, посчитанных с предварительным нагружением;
- При проверке несущей способности стальных конструктивных элементов появились новые возможности:
  - предельная гибкость элемента – вычисляется автоматически;
  - в один конструктивный элемент допускается помещать несвязные между собой стержни;
  - для наглядности результатов выводятся цветные карты коэффициентов использования
- Расчет FSI – анализ НДС с учетом поля давлений и/или температур из APM FGA
- Нелинейный расчет: «Трещины - жизнь/смерть элементов» - добавлена возможность проводить анализ конструкций на прочность и трещиностойкость в строительной области (например, расчет железобетонной балки)

Стационарный тепловой анализ:

- Добавлена граничные условия следующих типов: «Скорость потока», «Тепловой поток», «Излучение», «Конвекция»;
- Реализована возможность выбора решателей СЛАУ стационарной теплопроводности

#### Расчеты электромагнитных полей:

- Доступны новые решатели СЛАУ для магнитостатики и электростатики

#### Расчеты с использованием видеокарт (технология CUDA):

Реализовано применение технологии CUDA для следующих типов расчетов:

- статического расчета;
- расчета устойчивости;
- расчета собственных частот;
- постобработки результатов после топологической оптимизации конструкций

#### Расчеты ЖБ конструкций:

- Реализован проверочный и проектировочный расчет поперечного армирования ЖБ-пластин. Внесены соответствующие изменения в диалоговом окне ЖБ КЭ;
- Расчет РСУ для поперечного армирования;
- Добавлен вывод поперечного армирования пластин на карте армирования

#### Работа с пластинчатыми КЭ:

- Добавлена команда рисования прямоугольной пластины с отверстием;
- Реализован расчет поперечных сил в пластинах;
- Расчёт сдвиговых поперечных напряжений и деформаций для пластин (типа MITC)

#### Новые объекты для построения расчетных моделей:

- «Трубопроводная арматура». Команда позволит задать массу и расположение арматуры для учета ее массово-инерционных характеристик при расчете трубопроводных систем

#### Работа с узлами:

- Проекция узлов на плоскость, цилиндр, сферу;
- Соединение группы узлов с группой узлов совместными перемещениями

#### Построение геометрических фигур и работа с примитивами:

- Добавлена возможность переключения между вводом радиуса или диаметра при создании окружности;
- При разбиении стержня возможно сохранение ранее введенных внешних нагрузок, распределенных по длине стержня

#### Импорт сторонних файлов:

- Импорт КЭ-сетки BDF|DAT из командной строки;
- Импорт твердотельных призм второго порядка и пирамид из файлов BDF|DAT

#### Операция выделения/редактирования объектов:

- Новый алгоритм «выделения/развыделения» рамкой;
- «Выделение/развыделение» произвольным контуром;
- «Выделение/развыделение» по нормали (для пластин и тв. КЭ);
- Группы выделения;

- Операция «Редактирование»:
  - захватывает объекты без предварительного их выделения;
  - копирует объекты при нажатии клавиши Shift;
  - может перемещать объект на определенное расстояние, заданное пользователем.

Операции с сеткой КЭ: "Встроить трещину в модель (4 узловые тетраэдры)"

- Добавлена возможность вычисления J-интеграла в статических расчетах;
- Добавлена возможность вычисления числа циклов до разрушения по Парису в задачах на усталость (в случае, если характер изменения нагрузки повторно-переменный);
- Добавлена возможность вычисления коэффициентов запаса для случайных нагружений в задачах на усталость (в случае, если характер изменения нагрузки случайный или стохастический);

### Интерфейс

Проведено объединение команд "стержень по узлам" и "стержень по длине и углу". Дополнительно появилась возможность рисования параллельных и перпендикулярных стержней к ранее выделенным

Добавлена возможность ввода свойств материала для расчета усталостной механики разрушения (константы C и n)

Поддержка работы сочетаний «Горячих клавиш»:

- Выделение всей конструкции Ctrl+A
- Отмена произведенной операции Ctrl+Z
- Повтор отмененной операции Ctrl+Y

С целью повышения удобства использования в диалоговом окне "Расчет" реализована возможность «открыть/скрыть» свойства того или иного расчета

Добавлена возможность заменить нижнюю часть шкалы на карте результатов на белый цвет, что помогает визуально «подсветить» наиболее нагруженные места

Вывод верхнего предела на картах коэффициентов запаса ограничен значением 10

### **APM Studio**

**Пре- и постпроцессор для расчета трехмерных твердотельных и оболочечных моделей**

Существенно ускорен процесс генерации граничных условий (крайний этап при построении КЭ-сетки)

Добавлена возможность проведения нелинейного анализа (геометрическая нелинейность, контактное взаимодействие)

Для проведения расчетов встроены решатели на технологии CUDA

Реализовано чтение файлов формата STEP 242 протокола

Добавлен специальный режим при генерации КЭ-сетки – «Погружение». Режим необходим для автоматического «погружения» детали в среду и совместного разбиения детали и среды на КЭ (работа в режиме APM FGA)

### **APM FGA**

#### **Анализ течений жидкостей и газов**

Реализовано граничное условие "Расход", которое представлено в вариантах "объемного расхода" или "массового расхода" и может быть задано на поверхности в виде удельных или суммарных величин

Реализован новый функционал "Подвижная стенка" в граничном условии "Скорость"

Реализовано задание "нормальных/относительных условий"

Встроена отрисовка векторных карт результатов на узлах расчетной модели

Реализована возможность учета ранее полученных результатов в качестве исходных для вновь проводимого анализа течений Навье-Стокса

Реализована автоматическая передача результатов анализа течений Навье-Стокса (полей давлений и температур) в качестве нагрузок для расчета напряженно-деформированного состояния для твердых тел (расчет FSI)

### **APM ECA**

#### **Расчет электрических цепей**

Реализована возможность создания модели электрической цепи с использованием «подсистем», загружаемых из ранее созданных файлов. Файл «подсистемы» должен иметь связь с основным файлом модели электрической цепи – в этом случае он может использоваться сразу в нескольких моделях и любые изменения в нем отразятся на работе всех моделей электрических схем. Либо файл «подсистемы» интегрируется в основной файл модели электрической цепи – при этом изменения в нем приведут только к локальному изменению работы модели конкретной электрической схемы

Каждая «подсистема» может иметь определенный набор экспортируемых свойств

Реализована возможность задания свойств элементов через вычисляемые математические выражения, которые могут включать в себя переменные величины

Организована интеграция со средами исполнения языков программирования высокого уровня. Текущая версия работает с языком Julia 0.5.

Добавлена возможность создания программируемых элементов, функция работы которых описывается в виде программы на стороннем языке программирования. Данный тип элемента возможно многократно использовать в текущем документе. Программно описанный тип элемента возможно экспортировать и использовать в других моделях электрических цепей

Реализована возможность использования построенной модели электрической цепи во внешней программе. Программа на поддерживаемом языке программирования может

изменять значения свойств элементов модели, переменных окружения и вызывать различные виды расчета для построенной модели

В набор методов решения нелинейных негладких жестких задач включены высокопроизводительные методы: Nonexactly Newton (с вариациями), Trust region

Организовано формирование пользовательских библиотек элементов («подсистем») и их хранение. Возможно добавлять наиболее часто используемые «подсистемы» на панель элементов программы в дополнение к базовым

При подготовке последующих версий расчетных систем линейки «АРМ» планируется проводить работы по совершенствованию интерфейса, алгоритмов и методик расчета, а также расширению существующих возможностей, в том числе и по пожеланиям пользователей!

**С уважением и пожеланием успехов в работе,  
коллектив НТЦ «АПМ»**