

## Список НОВЫХ ФУНКЦИЙ и ВОЗМОЖНОСТЕЙ программных продуктов линейки «АРМ» v19

### Уважаемые коллеги и друзья!

Коллектив НТЦ «АПМ» сообщает, что в декабре 2021г. вышла новая 19-я версия наших программных продуктов – расчетных систем линейки «АРМ».

В актуальном состоянии развития продукты могут подсказать пользователю оптимальные конструктивные решения (оптимальные структуру и параметры конструкции) с помощью топологической и параметрической оптимизации на основе проведенного прочностного анализа, что является важной задачей в рамках проектирования конкурентоспособных изделий.

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**

1. Существенно расширен функционал для работы с моделью через дерево «Расчетная модель». В дерево добавлены такие разделы как:
  - Статические нагрузки;
  - Сечения балочных/ферменных КЭ;
  - Свойства трубопроводов;
  - Инженерно-геологические данные
  - Соединения.
2. В дерево «Расчетная модель» добавлены новые типы расчетного анализа: «Нелинейный статический расчет» и «Динамический расчет». Они учитывают большинство возможностей присущих отдельным видам нелинейных расчетов, которые были реализованы в предыдущих версиях.
3. Для проведения нелинейного анализа добавлена очередная новая модель нелинейных свойств материала: «Гиперупругая модель Compressible NeoHookean».
4. Расширяются возможности раздела «Гармонический анализ». Работа по его настройке и запуску перенесена в дерево «Расчетная модель», а также в новой версии будет доступен учет ШСВ (широкополосной случайной вибрации).
5. Реализованы специальные конечные элементы: жесткий элемент, деформируемый элемент, уравнение связи. Это позволит существенно расширить возможности по моделированию конструкций.
6. Добавлен новый тип соединителей «Односторонняя связь». Инструмент универсальный и поддерживает работу как в режиме «только растяжение» /

- «только сжатие», так и в режиме «растяжение/сжатие» с разными характеристиками жесткости (в таком варианте возможно моделирование сильфонов).
7. Дополнен функционал расчета «Топологическая оптимизация». Для расширения перечня решаемых задач были добавлены:
    - Новый критерий работоспособности конструкции – «Устойчивость»;
    - Возможность оптимизации с учетом собственных частот конструкции;
    - Новый отклик - полное перемещение узлов;
    - Новый отклик - полная реакция в опоре;
    - Выбор нескольких узлов для ограничения реакции в опоре;
    - Новый метод оптимизации.
  8. Проведена доработка расчетных алгоритмов, использующих технологию CUDA, а также усовершенствован метод решения СЛАУ – TENSORTRAIN.
  9. При проведении «Расчета устойчивости» теперь возможен выбор сразу нескольких «Загружений».
  10. Ускорено решение задач устойчивости с использованием метода ПКД (поиск корней детерминанта).
  11. Реализовано сохранение ЛОГ-файла с информацией о действиях пользователя и программы на диск. Причем пользователь самостоятельно может настроить «объем сохраняемых данных» в нескольких вариантах: нормальный, расширенный, отладочный, системный.
  12. Добавлена функция назначения «горячих клавиш» на любые команды, необходимые для построения расчетной модели, ее расчета и анализа результатов.
  13. Реализован новый режим «Фрагментация модели», который позволяет быстро сделать видимой только ту часть конструкции, с которой непосредственно сейчас работает пользователь.
  14. Стала возможна настройка вывода значений на шкале результатов (десятичное/экспоненциальное и количество знаков после запятой).
  15. Реализован дополнительный функционал «Калькулятор» в полях ввода значений в диалоговых окнах.
  16. Реализован механизм отображения сечения модели на картах результатов.
  17. Для удобства использования была унифицирована операция «Информация об элементе».
  18. Добавлен фильтр вида для отключения отображения шарниров, освобождения связей.
  19. Добавлен фильтр вида для отключения ускорений.
  20. Разные типы нагрузок теперь визуальны расцвечены разными цветами.
  21. «Единицы измерения» добавлены в дерево «Настройки программы».
  22. Реализована дополнительная настройка «Снимать выделение после операций».
  23. Внесены улучшения для разбиения группы стержней «с привязкой».
  24. В диалог «Конструктивные элементы» добавлен фильтр, который выключает показ конструктивных элементов входящих в группы. Также он выключает показ групп, которые находятся в других группах.
  25. Для удобства работы с конструктивными элементами реализован автоматический показ ЛСК на стержневых конечных элементах.

26. Доработан алгоритм построения карт напластования грунта.
27. Работа с разделом «Грунты» полностью перенесена в дерево «Расчетная модель». Это повысило удобство работы, а также позволило задать новые параметры грунтов, необходимые для дальнейшего расчета фундаментов.
28. Реализован выбор конечных элементов по индексу (применяется, например, при подготовке и анализе результатов Топологической оптимизации).
29. Добавлена новая команда «Выделить узлы/снять выделение с узлов», принадлежащие выделенным элементам».
30. Добавлен режим «Отобразить узлы», принадлежащие видимым на рабочем поле элементам конструкции.
31. При отображении выноски на карте результатов, возможно добавить координаты точки откуда она была сделана.
32. В режиме «Выбрать всё» (Ctrl+A) будет выделяться только то, что в данный момент видно на рабочем поле. То есть, учитываться работа фильтров вида.
33. В «Строке состояния» добавлено отображение размера прямоугольника или радиуса окружности при работе операции «Выделение рамкой» (как в режиме выделения, так и в режиме развыделения).

### **APM Studio**

#### **Модуль геометрического моделирования с инструментами конечно-элементного анализа**

1. Реализован переход на новый ленточный интерфейс.
2. Обновлено и реструктурировано дерево расчетной модели. В нем по умолчанию сделана группировка информации в виде следующих разделов: Плоскости, Материалы, Контакты, Соединения, Закрепления, Нагрузки, Конечно-элементная сетка.
3. Для элементов дерева модели по правой кнопке мыши добавлена опция – «Исключить из расчета». Эта опция работает на все элементы и операции в дереве. Например, выключить деталь или нагрузку. Когда исключается из расчета деталь, то также исключаются из расчета все связанные с ней операции.
4. Добавлена возможность одновременного редактирования группы контактов. Выделяем в дереве группу контактов, с использованием ПКМ выбираем «Редактировать» и меняем, например, тип контакта.
5. Выделение объектов дерева реализовано с использованием клавиш Shift и/или Ctrl. Клавиша Shift используется для выделения от первого до N-ого элемента, а Ctrl для выделения каждого, который был указан.
6. Названия материалов в дереве по умолчанию теперь берутся из диалога «Материал».
7. Добавлена возможность интерактивного редактирования геометрии детали (детали из сборки), с последующей автоматической заменой ее в сборке в режиме выполнения КЭ-анализа. При этом не требуется повторного задания граничных условий и прочих настроек.
8. Добавлены специализированные «Фильтры выделения» для удобства выбора на рабочем поле: точек, ребер, граней, тел.

9. Добавлен режим «Выделить всё».
10. Режим «Выделение рамкой» теперь доступен при задании граничных условий, материалов, толщин и т.п.
11. В «Строке состояния» добавлены текстовые подсказки, которые помогут пользователю выполнить ту или иную операцию.
12. Расширены возможности инструмента измерения геометрии. Теперь возможно померить длину ребра, диаметр отверстия, а также вычислить площадь поверхности, объем тела.
13. Появилась возможность установки шарнирных опор для твердотельных и поверхностных деталей. Данная возможность реализована в рамках новой команды «Удаленное закрепление».
14. Добавлена команда «Упругое закрепление».
15. Добавлена команда «Гидростатическое давление».
16. Добавлена команда «Сосредоточенная масса».
17. Добавлена команда «Удаленная сила».
18. Добавлена команда «Соединение» для моделирования связей/шарниров.
19. Локальные настройки КЭ-сетки на деталях могут работать для группы выделенных деталей. В итоге в дереве «Конечно-элементный анализ» появляется отдельная строка, фиксирующая проведение подобной операции, которую можно отредактировать, удалить или исключить из расчета.
20. Предварительное разбиение ребра на детали теперь можно задавать в том числе и количеством элементов.
21. Для помощи пользователю в выборе корректного шага разбиения модели в диалоге «Параметры разбиения...» выводится длина наименьшего ребра.
22. Добавлена автоматическая функция «проверки целостности» модели перед процессом генерации КЭ-сетки. Это актуально для проверки правильности подготовки к расчету моделей сборок.
23. Появилась возможность остановки (прерывания) процесса генерации КЭ-сетки на модели.
24. Расширены возможности по использованию различных моделей материалов, что актуально для проведения нелинейного анализа.
25. Добавлена возможность проведения нелинейного анализа с учетом больших перемещений конструкции при линейных свойствах материала.
26. Развито контекстное меню (вызов по ПКМ) для объектов в рабочей области редактора. Добавлены операции: «Добавить деталь или подсборку», «Показать все», «Включить в расчет все детали», «Выделить все», «Снять выделение», «Инвертировать выделение».
27. Развито контекстное меню (вызов по ПКМ) для детали. Добавлены операции: «Удалить», «Скрыть», «Скрыть остальные», «Исключить из расчета», «Открыть деталь», «КЭ сетка на детали».

## APM FGA

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

1. Реализован анализ течений Стокса в различных комбинациях постановок задач:
  - стационарной / нестационарной,
  - изотермической / термической,
  - однофазной / двухфазной.
2. Добавлены граничное условие и свойство фазы «Объемная доля» для анализа течений Стокса со свободной поверхностью в двухфазной постановке.
3. Добавлены начальные условия: «Начальное давление», «Начальная скорость», «Начальная температура» для анализа течений Стокса в нестационарной постановке.
4. Реализована поддержка анализа течений Стокса в постановке задач одностороннего FSI.
5. Задание граничных условий «стенка» на свободных поверхностях объемных элементов реализовано в автоматическом режиме при отсутствии в модели данных граничных условий для анализов течений Стокса и Навье-Стокса.
6. Реализована отрисовка граничных условий в модуле APM Structure3D.
7. Добавлен результат анализа «Расстояние до стенки» для анализа течений Навье-Стокса в турбулентной постановке.
8. Расширен функционал постпроцессора новыми дополнительными результатами для анализов течений Стокса и Навье-Стокса:
  - поля скоростей деформаций и завихренности,
  - минимальные, максимальные и средние значения полей характеристик на выделенных поверхностях объемных элементов.

При подготовке последующих версий расчетных систем линейки «APM» 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»**