

## Femap with NX Nastran

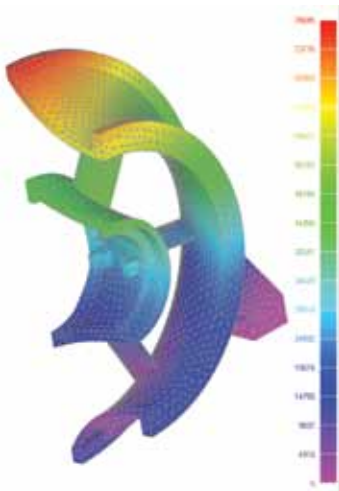
Инструмент, созданный инженерами для инженеров

Siemens PLM Software

[www.siemens.ru/plm](http://www.siemens.ru/plm)

- Femap является всемирно известным и признанным во многих областях промышленности инструментом для проведения эффективного конечно-элементного моделирования с широкими возможностями. Использование Femap with NX Nastran, а также дополнительных модулей и решателей позволяет существенно снизить количество натуральных испытаний изделий и заменить их виртуальными численными экспериментами.

- Femap – доступное решение для конечно-элементного анализа, оснащенное мощным пре-/постпроцессором и тесно интегрированное с системой NX Nastran



- Femap отличается простотой применения и высокой производительностью. Это мощная расчетная система, предназначенная для решения задач компьютерного инжиниринга на ранних этапах проектирования изделия

### Инженерный анализ в Femap

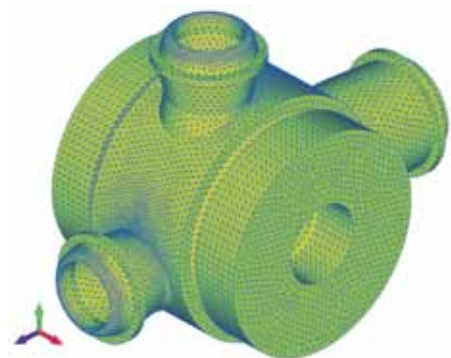
Для решения задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкостей и газов, механики теплопереноса в Femap в качестве базового используется метод конечных элементов (МКЭ). Применение МКЭ требует создания математической и дискретной (конечно-элементной) моделей. Femap предоставляет необходимый набор инструментов для построения КЭ сеток на основе исходной геометрии, прямого создания и редактирования расчетной сетки, работы с геометрическими данными, создания расчетного случая, обработки и анализа полученных результатов. Большое значение имеет качество КЭ модели (сетки). Если сетка будет низкого качества (большие элементы, вырожденная форма элементов), то можно не получить сходимости при решении либо не получить верный результат. Но при этом высокая степень дискретизации модели должна быть оправдана целью.

Во время процесса расчета Femap позволяет проводить так называемый мониторинг хода решения. Для выявления проблем с решением на раннем этапе необходимо следить за сходимостью решателя, за сходимостью контактного алгоритма, за нелинейной или нестационарной историей решения и т.д.

### Основные возможности Femap

Femap имеет мощные возможности для автоматического и ручного создания КЭ моделей, содержит удобные инструменты приложения условий нагружения и граничных условий, дает возможность проверки разработанной расчетной модели по многим критериям. Инструменты визуализации позволяют анализировать, просматривать и обрабатывать несколько типов результатов. Femap поддерживает широко используемый в промышленности решатель NX Nastran.

При моделировании в Femap происходит автоматическая организация расчетной модели по логическим признакам, например, по типу конечных элементов с созданием соответствующей группы в дереве модели. Femap создает КЭ модели высокого класса с экономией количества элементов и дает возможность использовать полный набор существующих типов конечных элементов (0D, 1D, 2D и 3D) при больших возможностях контроля КЭ разбиения.



- Femar не зависит от применяемых CAD-систем и конечно-элементных решателей. Система позволяет быстро и легко импортировать геометрию из большинства систем автоматизированного проектирования.
- Femar предоставляет конструкторам и инженерам интуитивно понятные средства выполнения конечно-элементного анализа для точного и быстрого решения самых сложных задач в привычной среде Windows. Включая возможности Solid Edge и Teamcenter Express, среда Velocity Series является полнофункциональным решением для создания виртуального макета и автоматизированной подготовки производства.
- API-интерфейс программы Femar основан на OLE/COM-технологии и имеет собственную среду программирования, встроенную в пользовательский интерфейс Femar.
- В Femar поддерживаются самые различные типы графических файлов и виды отображения результатов, что позволяет быстро создавать отчеты и совместно оценивать итоги проведенного анализа.

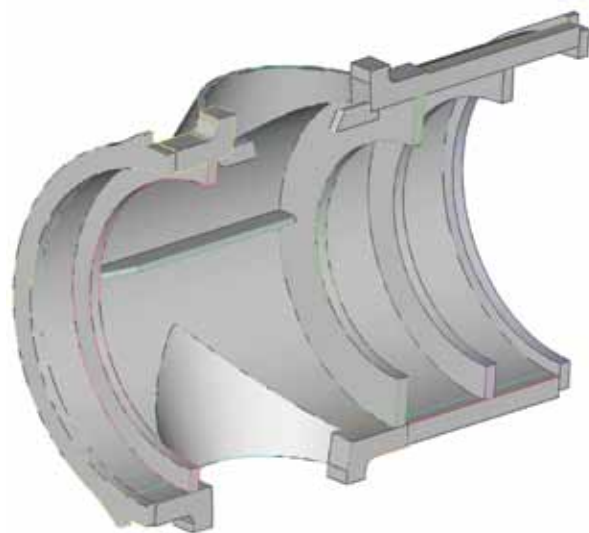
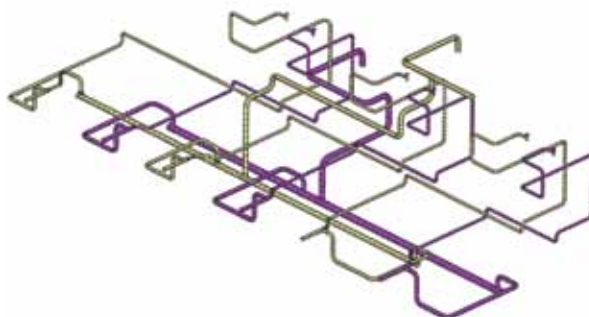
### Ускорение создания расчетной модели

Femar V10 в ходе пре- и пост-процессинга предоставляет инженерам-расчетчикам следующие преимущества:

- *Высокая эффективность создания моделей.* Поскольку весь расчет зависит от построения конечно-элементной сетки, в Femar V10 введены новые инструменты для ее создания. Новейшая версия автоматизирует существующую технологию построения сеток и предоставляет новое интерактивное средство создания КЭ сетки с мгновенной визуализированной проверкой качества конечных элементов. Новые средства повторной генерации и управления качеством сетки объединены в пользовательском интерфейсе. Это упрощает рабочие процессы и облегчает создание адекватных моделей для расчетов методом МКЭ.
- *Ускорение построения оболочечных КЭ моделей.* Новый метод построения на основе срединной поверхности упрощает и ускоряет создание расчетных моделей тонкостенных конструкций.
- *Работа с большими моделями.* Система Femar интегрирована с NX Nastran, при этом оба приложения поддерживают 64-разрядную версию Windows. Это обеспечивает большой доступный объем оперативной памяти при препроцессинге и гарантирует расчет больших моделей, состоящих из многих миллионов конечных элементов.
- *Более тесная интеграция с решателем.* В версии 10 улучшена интеграция с решателем NX Nastran, включая поддержку осесимметричных элементов, новых видов сварных швов и крепежа, контактных элементов с различными условиями.

### Подготовка геометрической модели

Для конечно-элементного анализа конструкции используются геометрические данные, созданные не только в Femar, но и в других CAD-системах также могут использоваться импортированные данные на основе стандартных форматов IGES, STEP, Parasolid и JT. В Femar доступен набор инструментов для редактирования геометрических данных вне зависимости от способа создания геометрии. Для создания эффективной расчетной модели зачастую необходимо изменять исходную геометрию путем удаления или упрощения элементов конструкции, а также добавлять дополнительные геометрические элементы для контроля КЭ разбиения или вследствие особенностей граничных условий и нагрузжений. Femar построен на базе математического ядра Parasolid и позволяет инженеру использовать широкий набор инструментов обработки геометрии.



### Создание конечно-элементных моделей

Наличие высокоэффективных технологий работы с геометрией и генерирования конечно-элементных сеток позволяет создавать КЭ модели высокого качества с использованием 2D, 3D конечных элементов для тел и 1D-элементов для кривых или ребер. Богатый набор средств позволяет связывать разные КЭ сетки, используя средства связи типа точка-точка, ребро-ребро, точка-ребро, точка-грань, ребро-грань, грань-грань. Также существует способ задания связей непосредственно между конечными элементами.

Возможности генератора сеток Femap позволяют создавать КЭ модели с использованием разных типов элементов:

- 3D тетраэдральные и гексаэдральные,
- 2D плоские, оболочечные и осесимметричные (2D<sup>1/2</sup>),
- 1D и 0D стержневые, упругодемпферные, массовые и т.д.

При разбиении модели на конечные элементы в Femap существует большое количество параметров для контроля и улучшения КЭ сетки.

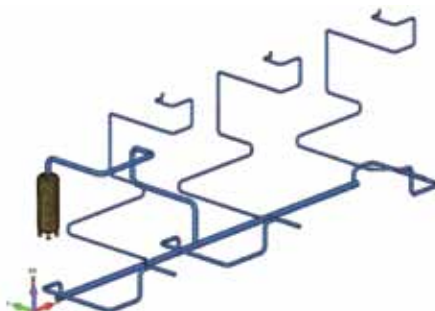
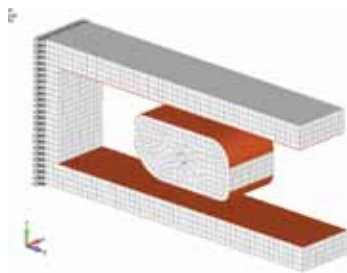
Обширная библиотека конечных элементов позволяет быстро и эффективно выполнять различные типы анализов. Доступно более 120 стандартных типов элементов, включая линейные и параболические твердотельные, оболочечные, композитные, осесимметричные, стержневые, упругие, демпферные, массовые, жесткие связи, зазоры с контактом. Существующие инструменты задания сечений стержневых элементов включают в себя не только стандартные виды профилей, но и дают возможность определять произвольный вид сечения на основе CAD-геометрии.

Для сокращения временных ресурсов и избежания ошибок во время решения поставленной задачи Femap имеет средства для проверки КЭ модели на дублирование узлов и элементов, искажение формы элементов. Интерактивная визуальная шкала позволяет в соответствии с заданными настройками пороговых значений проводить визуализированный анализ качества построенной КЭ модели. При необходимости изменения КЭ сетки в локальных проблемных областях можно воспользоваться соответствующими операциями с элементами и узлами: создание, перемещение, удаление узлов; создание и изменение элементов и их физических свойств.

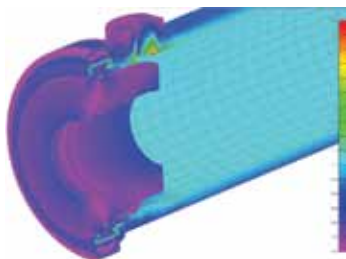
### Создание материалов в Femap

В поставку Femap входит стандартная библиотека материалов, которая содержит набор физико-механических характеристик для различных материалов. Стандартная библиотека материалов Femap может быть дополнена материалами таких типов, как:

- изотропные, ортотропные и анизотропные материалы с учетом/без учета температурной зависимости свойств или зависимости характеристик от частоты с учетом физической нелинейности материала и эффекта ползучести;
- гиперупругие материалы;
- композитные материалы;
- материалы жидкостей и газов;
- специализированные типы материалов для таких решателей как Abaqus, Marc, LS-Dyna.



### Наглядное представление результатов



Femар обеспечивает пользователя обширными графическими возможностями и способами анализа и обработки результатов, что в свою очередь помогает четко представить картину поведения моделируемой конструкции. Основные инструменты построения результатов:

- вывод анимации, динамических плоскостей сечения, динамических изоповерхностей;
- отображение распределений в виде контурных рисунков, изолиний, линейчатых диаграмм;
- экспорт в файлы разных форматов (JT, PNG, JPEG, GIF, TIFF, BMP, анимированный GIF);
- построение графиков и вывод данных в табличном представлении;
- импорт результатов из различных систем КЭ анализа (Nastran, Abaqus, Ansys, LS-Dyna).

Основными видами анализов, поддерживаемых в Femар with NX Nastran, являются:

- Анализ механики деформируемого твердого тела:
  - линейный статический (SOL 101) с линейным контактом;
  - определение собственных частот и форм колебаний (SOL 103);
  - анализ устойчивости (SOL 105);
  - нелинейный статический (SOL 106);
  - частотный (гармонический) анализ (SOL 108);
  - динамический анализ (SOL 109);
  - модальный гармонический анализ (SOL 111);
  - модальный динамический анализ (SOL 112);
  - линейный и нелинейный динамический анализ (SOL 129);
  - расширенный нелинейный анализ (SOL 601);
  - расширенный нелинейный анализ на основе явной схемы интегрирования (SOL 701).
- Стационарный анализ теплопереноса (SOL 153)

Кроме этого, в Femар доступен ряд дополнительных решателей:

- Femар Thermal/Advanced Thermal Solver для комплексного анализа теплопереноса;
- Femар Flow solver для анализа гидрогазодинамических процессов;
- Femар Optimization для оптимизационного анализа и анализа чувствительности.

Линейка продуктов Velocity Series, в которую входит пакет для проведения численного инженерного анализа Femар, – это исчерпывающий набор модульных интегрированных PLM-решений для предприятий среднего размера. Velocity Series включает в себя предварительно настроенный комплект приложений для проектирования, анализа конструкций и управления данными, основанных на лучших типовых решениях, применяемых в промышленности, что обеспечивает исключительную простоту установки и использования данного продукта.

### Siemens PLM Software в РФ:

123610, Москва Краснопресненская наб., 12, Центр  
Международной Торговли, офис 507  
тел.: +7 495 967 07 73  
факс: +7 495 967 07 75  
[www.siemens.ru/plm](http://www.siemens.ru/plm)