

SIEMENS

Ingenuity for life

Авиационно-космическая и оборонная промышленность

Lockheed Martin Space Systems

Системы Femap и NX Nastran сыграли ключевую роль в создании нового космического корабля Orion, разрабатываемого НАСА

Продукты

Femap, NX

Задачи

Необходимость расчета свыше 900 вариантов нагружения, соответствующих режимам штатного и аварийного пуска

МКЭ-модели содержат до миллиона элементов

Огромный объем результатов расчета, который требуется сортировать для поиска критических нагрузок

Ключи к успеху

Интегрированные МКЭ-решатель, пре- и постпроцессор

Удобные функции пре- и постпроцессирования и развитые средства визуализации (для ОС Windows)

Возможность импорта геометрии из системы Pro/ENGINEER

Создание пользовательских функций при помощи интерфейса Femap API

Результаты

Сложные исследования компромиссных вариантов конструкции выполняются всего за две-три недели

Высокая точность расчетов

Группа из 60 инженеров-расчетчиков при помощи интегрированных решателя, пре- и постпроцессора оптимизировала конструкцию преемника «космического челнока».

Создание корабля для исследования дальнего космоса

Компания Lockheed Martin Space Systems является одним из четырех основных подразделений корпорации

Lockheed Martin и главным подрядчиком проекта по созданию многоцелевого пилотируемого космического корабля Orion. Это первый за многие годы новый корабль, разрабатываемый НАСА для исследования дальнего космоса. Экипаж корабля Orion составляет до шести человек. Корабль оснащен системами аварийного спасения и жизнеобеспечения. Он способен безопасно входить в атмосферу на второй космической скорости.

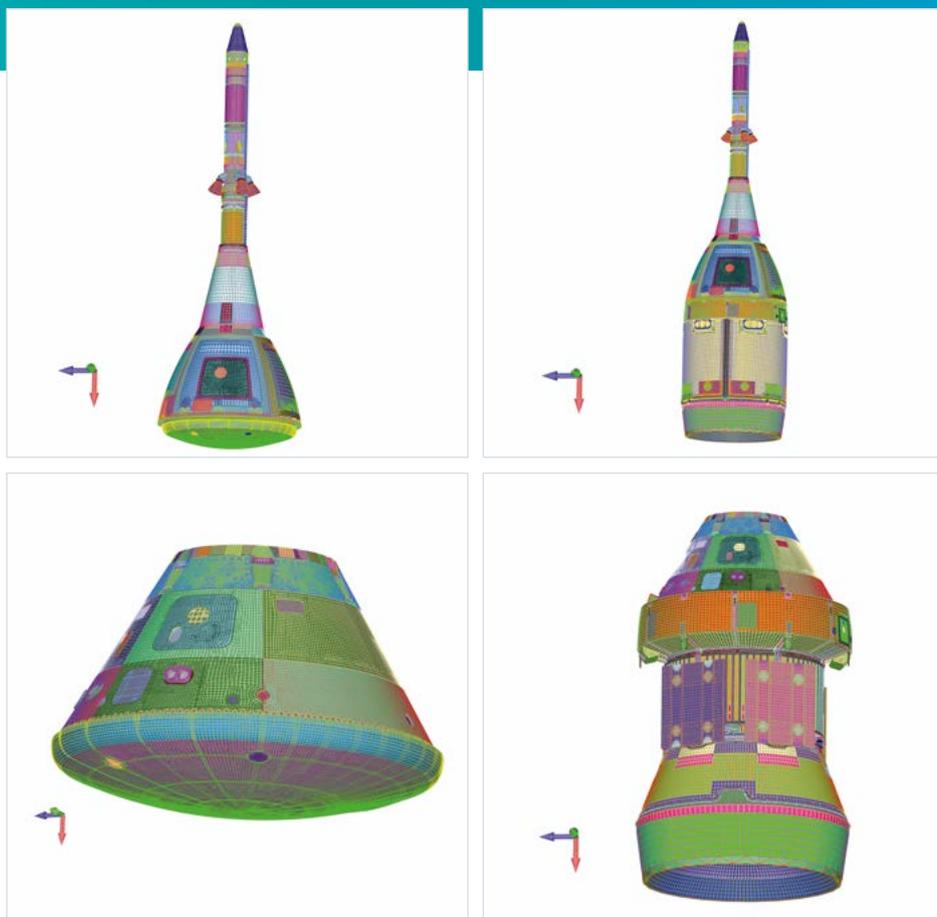
Orion состоит из трех блоков: отсек экипажа, служебный отсек и отсек



Результаты (продолжение) благодаря качественной визуализации и наличию инструментов редактирования геометрии, что помогает проверить правильность построения МКЭ-модели

Быстрая сортировка сотен вариантов нагружения при помощи функций ранжирования данных и построения диаграмм свободных тел

Автоматизация часто выполняемых задач при помощи сценариев экономит время и повышает точность расчетов у



“Я работал во многих системах, и именно Femap полностью соответствует нашим процессам применения МКЭ”.

Джозеф Хесс
Старший аналитик
Red Canyon Engineering and Software

Сегодня Льюис и его коллеги исследуют порядка 900 сочетаний нагрузок, соответствующих различным штатным и аварийным сценариям запуска.

системы аварийного спасения на старте. Расчет методом конечных элементов (МКЭ) играет ключевую роль в проектировании всех трех отсеков. С его помощью разработчики исследуют нагрузки и напряжения в конструкции на всех этапах полета. По результатам расчетов выполняется оптимизация таких параметров, как масса и жесткость, производится выбор материала, геометрии и прочностных свойств отдельных деталей.

Это типовой итерационный процесс, в который вовлечены конструкторы и инженеры-прочности. На основе МКЭ-расчетов принимаются оптимальные проектные решения. В ином случае работа растянулась бы на годы, а конечноэлементные модели имели огромные размеры (до миллиона элементов). Еще одно важное отличие — большое число вариантов нагружения, подлежащих расчету. Это связано как со сложностью запуска корабля в



“В Femap предусмотрено множество различных отображений модели, а вывод ее различных элементов и участков геометрии можно включать или отключать. Это помогает нам проверять модели и находить ошибки”.

Эрик Льюис
Специалист по прочностным расчетам и старший аналитик
Lockheed Martin Space Systems

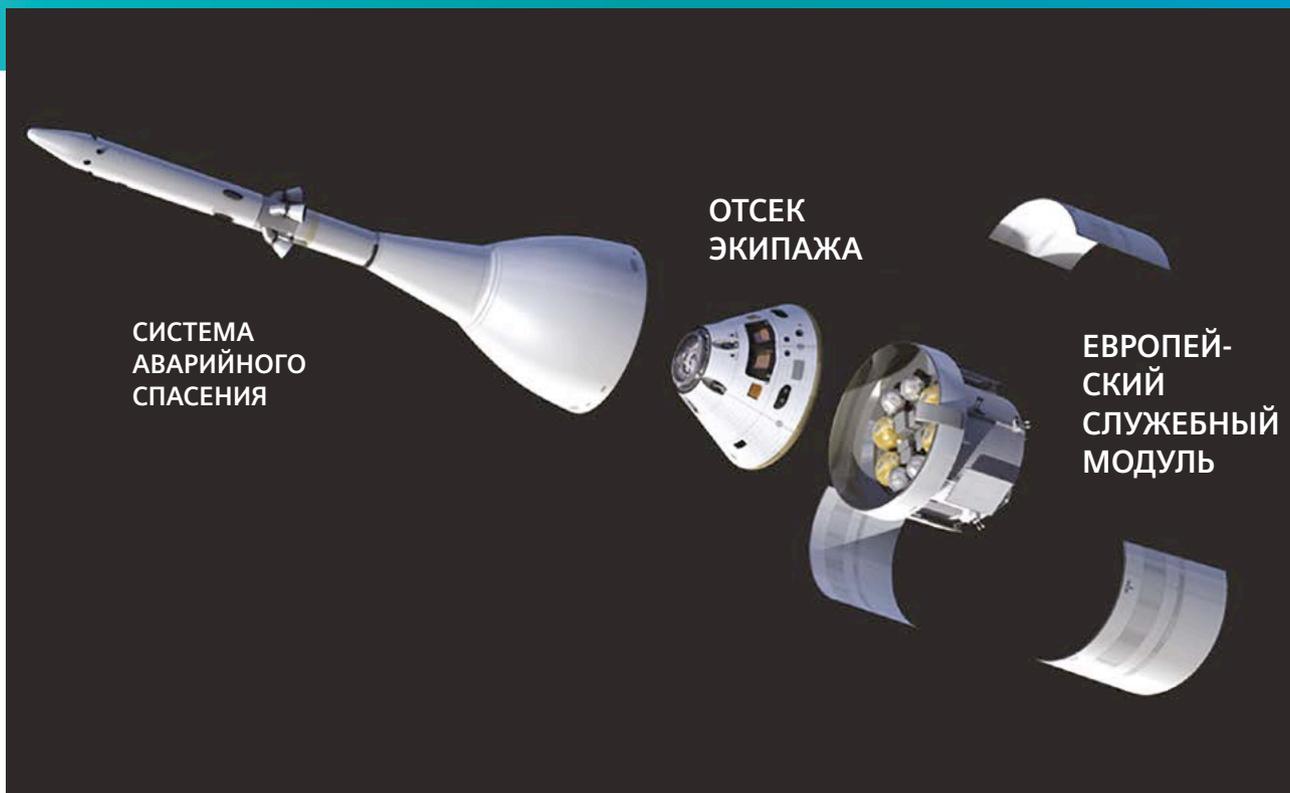
космос и его возвращения на Землю, так и с ограниченной производительностью компьютерной техники (МКЭ-расчеты выполняются на кластере из серверов с ОС Linux).

«Когда в начале 1990-х гг. я проектировал самолеты, мы рассматривали всего 100 вариантов нагружения, и не более пяти из них были критически важными», — вспоминает Эрик Льюис (Eric Lewis), специалист по прочностным расчетам и старший инженер в компании Lockheed Martin Space

Systems. Он входит в группу расчетчиков, занимающихся проектированием служебного отсека и системы аварийного спасения корабля Orion. «По мере роста вычислительных мощностей и возможностей программного обеспечения в большинстве подобных проектов стало возможным проводить расчеты гораздо большего числа вариантов нагружения». Сегодня Льюис и его коллеги исследуют порядка 900 сочетаний нагрузок, соответствующих различным сценариям запуска корабля Orion.

“За один рабочий день мы выполняем несколько циклов расчета моделей, содержащих около миллиона элементов, а на весьма сложные исследования альтернативных решений требуется всего две-три недели”.

Эрик Льюис
Специалист по прочностным расчетам и старший аналитик
Lockheed Martin Space Systems



“На наших рабочих станциях установлено программное обеспечение для Windows, благодаря чему информацию из Femap удобно переносить в другие программы, например, в Excel. Изображения переносятся очень удобно”.

Джозеф Хесс
Старший аналитик
Red Canyon Engineering and
Software

Интегрированные МКЭ-решатель, пре- и постпроцессор

Компания Martin Space System выбрала системы Femap™ и NX™ Nastran®, объединяющие МКЭ-решатель, пре- и постпроцессор, в качестве средства проведения конечноэлементных расчетов. Разработчиком этих систем является компания Siemens PLM Software — поставщик решений по управлению жизненным циклом изделия (PLM). По словам Льюиса, Femap с NX Nastran обладают массой преимуществ при проведении расчетов корабля Orion.

«Я работал во многих системах, и именно Femap полностью соответствует нашим процессам применения МКЭ», — отмечает Джозеф Хесс (Joseph Hess), инженер-прочник компании Red Canyon Engineering and Software, работающий на полную ставку по проекту Orion.

Например, Femap не привязана к одной конкретной CAD-системе. Инженеры могут импортировать

геометрию из Pro/ENGINEER® и на ее основе создавать модели для МКЭ-расчетов. Кроме того, в Femap предусмотрено множество инструментов создания и редактирования геометрии. С их помощью расчетчики могут при необходимости вносить изменения в конструкторские модели, на основе которых строятся модели для конечноэлементных расчетов. Модели с крупной сеткой конечных элементов применяются в прочностных расчетах. Специалисты по анализу нагрузок и динамики выполняют комбинированные расчеты единой системы «корабль + ракетоноситель». Кроме того, создаются модели с более мелкой сеткой. Они служат для более точного расчета механических напряжений, а также оптимизации массы и жесткости деталей.

Хесс отмечает тот факт, что Femap работает под управлением операционной системы Windows®. «На наших рабочих станциях установлено программное обеспечение для Windows, благодаря чему информацию из Femap удобно копировать в

другие программы, например, в Excel. Изображения переносятся очень удобно», — отмечает он.

Прочностисты применяют имеющийся в системе Femar интерфейс разработки приложений (API) для создания сценариев, автоматизирующих выполнение часто повторяющихся задач. В частности, один такой сценарий переносит набор сжимающих усилий с одной модели на другую. Другой сценарий пересчитывает значения массы и площади несущих элементов оболочки, чтобы получить фактическую полную массу. Остальные сценарии рассчитывают оптимальную толщину оболочки, исходя из напряжений в элементах и результирующих усилий среза. В расчетах применяются конечные элементы типа CBUSH, CBAR и CBEAM.

Функции расчета критических случаев нагружения экономят время

Около 60 специалистов по прочностным и динамическим расчетам работают в Femar с NX Nastran по проекту Orion (данная система применяется расчетчиками, разрабатывающими как отсек экипажа, так и служебный отсек, и систему аварийного спасения).

Одним из основных преимуществ Femar является удобство системы в работе, что позволяет быстро выполнять поиск компромиссных технических решений. «В Femar очень просто редактировать модели целых систем изделия. Это очень помогает, когда вы вносите изменения в одну или несколько деталей и хотите выяснить, как это повлияет на всю систему в целом», — отмечает Льюис. «За один рабочий день мы выполняем несколько циклов расчета моделей, содержащих около миллиона элементов, а на весьма сложные исследования альтернативных решений требуется всего две-три недели».

“Нам нравится этот инструмент, так как с его помощью мы строим сечения корабля на разных уровнях и быстро выявляем траектории передачи и типы нагрузок в различных участках конструкции”.

Эрик Льюис
Специалист по прочностным расчетам и старший аналитик
Lockheed Martin Space Systems

Решений/Услуги

Femap с NX Nastran
www.siemens.com/plm/femap

Основной вид деятельности клиента

Компания Lockheed Martin Space Systems является одним из четырех основных подразделений корпорации Lockheed Martin.
www.lockheedmartin.com/us/ssc.html

Местонахождение клиента

Денвер, шт. Колорадо, США

Льюис добавляет: «Что мне еще нравится в Femap — это высокая степень визуализации всех процессов. При создании конечноэлементной модели очень легко допустить ошибку. В Femap предусмотрено множество режимов отображения модели, а вывод ее различных элементов и участков геометрии можно включать или отключать. Это помогает нам проверять модели и находить ошибки».

При работе над данным проектом ряд функций системы Femap принес особую пользу. В частности, из-за огромного количества рассматриваемых вариантов нагружения результаты требовалось часто сортировать, чтобы выявить, какие нагрузки являются критическими. Предусмотренная в Femap функция ранжирования табличных данных сортирует их, быстро показывая максимальное и минимальное значения. Это устраняет необходимость экспортировать результаты в Excel, а затем писать в нем функции поиска минимума и максимума. «Таблица данных выполняет эту задачу автоматически», — говорит Хесс. «Это существенно экономит время».

Еще одна функция, помогающая сократить число критических вариантов нагружения — имеющееся в Femap средство расчета свободных тел, входящее в состав инструментов процессора. Оно строит так называемые диаграммы свободных тел (силовые схемы) и позволяет определять нагрузки в местах контакта. «Нам нравится этот инструмент, так как с его помощью мы строим сечения корабля на разных уровнях и быстро выявляем траектории передачи и типы нагрузок в различных участках конструкции», — поясняет Льюис.

Льюис называет себя «приверженцем Femap»: он постоянно рассказывает своим коллегам из авиационно-космической отрасли о преимуществах этой системы. «Я говорю о том, насколько система удобна в работе и как легко ее освоить», — отмечает он. «Femap — очень мощная и интуитивно понятная среда».

Siemens PLM Software

Москва +7 (495) 223-3646
Санкт-Петербург
+7 (812) 336-7015
Екатеринбург +7 (343) 356-5527

www.siemens.com/plm

© 2017 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens и логотип Siemens являются зарегистрированными товарными знаками компании Siemens AG. D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Syncrofit, Teamcenter и Tecnomatix являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками компании Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. или ее филиалов в США и других странах. Excel и Windows — торговые марки или зарегистрированные торговые марки корпорации Microsoft. Pro/ENGINEER является зарегистрированной торговой маркой корпорации PTC. Linux является зарегистрированной торговой маркой Линуса Торвальдса. Nastran — зарегистрированная торговая марка НАСА. Все прочие товарные знаки, зарегистрированные товарные знаки или знаки обслуживания являются собственностью их владельцев.

62899-A13 4/17 o2e