

Лаборатория реактивного движения

Инженеры NASA использовали Femap, чтобы гарантировать, что Curiosity может выдержать «Семь минут террора»

Решение

Femap

Бизнес-требования

Проектирование и строительство новой передвижной научно-исследовательской автоматической станции «Марсианская научная лаборатория»

Разработка и внедрение абсолютно новой процедуры посадки для «самой сложной миссии когда-либо ...»

Пропуск окна запуска (астрономически благоприятного времени для запуска космического корабля) означало бы более двух лет задержки

Ключевые факторы успеха

Инновационная единственная в своем роде разработка продукта

Тщательное планирование и выполнение проекта

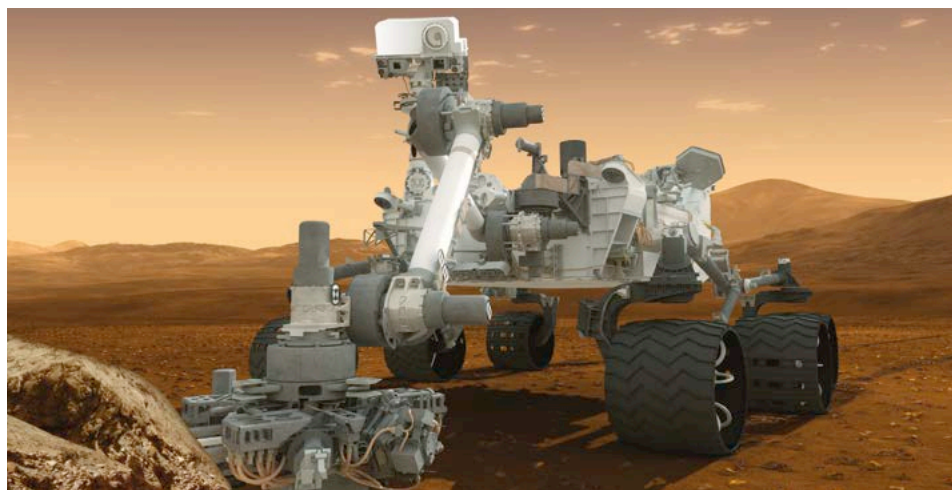
Точное машиностроение и производство

Результаты

Мягкая посадка без ущерба для компонентов

Продолжение новой эры в исследовании Марса

Исследование существования жизни на Марсе в прошлом



ПО Femap помогает оптимизировать компоненты и детали для миссии Curiosity на Марсе, самой сложной и трудной

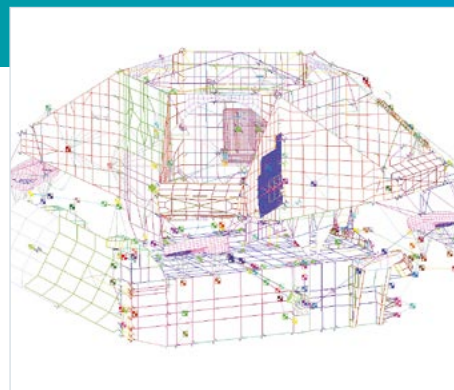
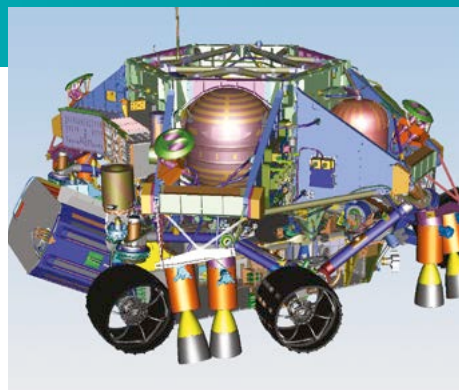
Отправка груза на Марс - сложное дело

Доставка передвижной научной лаборатории с Земли на планету Марс требует тщательного планирования и точности работы. У вас есть только один шанс сделать это правильно, нет права на ошибку. Инженеры и ученые Лаборатории реактивного движения NASA в Калифорнийском технологическом институте должны были принимать

важнейшие решения тысячи раз в течение многолетнего графика разработки продукта, чтобы успешно посадить марсоход «Curiosity» на дне Кратера Гейл в 6 августа 2012 года.

Они занимаются ракетостроением в Лаборатории реактивного движения с 1930-х годов. В 1958 году ученые Лаборатории реактивного движения запустили Explorer, первый американский спутник, который вышел на орбиту Земли, а затем совершил множество успешных миссий не только вблизи Земли, но и других планет и звезд.

Инженеры Лаборатории реактивного движения используют набор инженерных программных приложений компании Siemens PLM Software, помогающий им принимать обоснованные решения. Ключевым компонентом этого инструментария является Femap, программное обеспечение для расширенного инженерного моделирования, которое помогает создавать модели конечно-элементного анализа сложных технических продуктов и систем и отображать результаты решения.

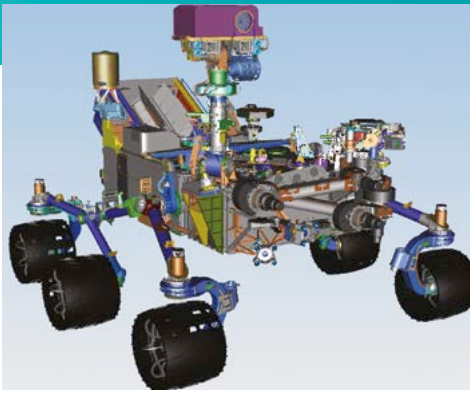


На ранних стадиях проектирования с помощью Femap был проанализирован спускаемый аппарат, в котором находился марсоход Curiosity.

Инженеры Лаборатории реактивного движения используют набор инженерных программных приложений компании Siemens PLM Software, помогающий им принимать обоснованные решения. Ключевым компонентом этого инструментария является Femap™, программное обеспечение для расширенного инженерного моделирования, которое помогает создавать модели конечно-элементного анализа (КЭА) сложных технических продуктов и систем и отображать результаты решения. Используя ПО Femap, инженеры Лаборатории реактивного движения виртуально смоделировали компоненты, сборки и системы Curiosity и провели имитационное моделирование их работы в различных условиях.

От 13 000 до 0 миль/ч за семь минут
Также известный как Научная лаборатория Марса (MSL), этот марсоход намного массивнее по сравнению с более ранними аппаратами, которые НАСА спускала на «Красную Планету». В развернутой конфигурации с выдвинутым щупом марсоход имеет ширину 2,5 метра, длину 4,5 метра и высоту 2,1 метра. Имея массу почти в тонну, марсоход Curiosity в пять раз больше массы и вдвое превосходит своих предшественников, а это значит, что нужно было разработать совершенно новую и гораздо более мягкую процедуру посадки.

Инженеры Лаборатории реактивного движения используют набор инженерных программных приложений компании Siemens PLM Software, помогающий им принимать обоснованные решения.



Фемар сыграл решающую роль в выполнении всех видов КЭА по всем аспектам транспортного средства. Для каждого компонента транспортного средства были построены модели нагрузок высокого уровня, и эти модели были объединены для создания полной модели космического аппарата.

НАСА необходимо было замедлить космический корабль со скоростью в 13 000 миль в час до практически полной остановки, чтобы мягко посадить марсоход во время того, что НАСА называет «семь минут террора». После завершения серии «S» маневров, развертывания огромного парашюта, а затем с беспрецедентным использованием специально разработанного «небесного крана», марсоход был осторожно установлен так, чтобы не повредить функциональные и научные компоненты лаборатории.

Эти компоненты включают в себя роботизированный манипулятор длиной 2,1 метра, который используется для сбора порошкообразных образцов из горных пород, вычерпывания грунта, обработки поверхностей щетками и доставки образцов для аналитических приборов. Научные инструменты на башне манипулятора включают в себя преобразователь изображений с ручной лупой (камера MAHLI) и альфа-спектрометр (APXS). Другие инструменты на башне являются компонентами подсистемы сбора, обработки и перемещения образцов (SA/SPaH): буровая установка PADS, инструмент пылеулавливания DRT и устройство сбора и обработки внутренних марсианских скальных анализов CHIMRA.

Curiosity также унаследовал многие элементы конструкции от предыдущих марсоходов «Spirit» и «Opportunity», которые достигли Марса в 2004 году. Эти элементы включают в себя привод на шесть колес, систему подвески с качающейся подвеской и камеры, установленные на мачте, чтобы помочь рабочей группе миссии на Земле задавать цели исследования и маршруты движения на Марсе.

Практически все космические аппараты и их полезная нагрузка подвергались имитационному анализу с использованием Femar для предварительной и последующей обработки данных. Имитационное моделирование, выполненное до производства деталей и систем, включало линейный анализ, статический анализ, анализ нормальной нагрузки, анализ устойчивости, нелинейный анализ, анализ случайных колебаний и расчёт нестационарного процесса. Тысячи проектных решений были сделаны с использованием информации из имитационных моделей Femar.

Практически все космические аппараты и их полезная нагрузка подвергались имитационному анализу с использованием Femar для предварительной и последующей обработки данных. Имитационное моделирование, выполненное до производства деталей и систем, включало линейный анализ, статический анализ, анализ нормальной нагрузки, анализ устойчивости, нелинейный анализ, анализ случайных колебаний и расчёт нестационарного процесса. Тысячи проектных решений были сделаны с использованием информации из имитационных моделей Femar.

В дополнение к сложному характеру самой миссии, инженеры, разрабатывающие марсоход от первоначального проекта до окончательной доставки всех компонентов к мысу Канаверал, работали с большим напряжением, чтобы выполнить задание в срок. Идеальный временной промежуток для отправки груза с Земли на Марс - это период в 2-3 недели, который происходит примерно каждые 26 месяцев. Пропуск окна запуска задержало бы миссию более чем на два года, поэтому инженеры Лаборатории реактивного движения должны были быстро и эффективно анализировать детали и компоненты, чтобы их можно было произвести.

Роль Femar

Femar является основным пре- и пост-процессором Лаборатории реактивного движения для КЭА. Для Марсианской научной лаборатории инженеры начали использовать Femar на ранней стадии проектирования, когда они проводили исследования альтернативных решений в различных конфигурациях или различных вариантов подхода к миссии. По мере того как конфигурация выкристаллизовывалась, они использовали Femar для создания главной модели конечных элементов, которая использовалась

для проверки различных сценариев нагрузок.

Большинство специалистов по прочности материалов Лаборатории реактивного движения используют Femar для создания или просмотра результатов прогона КЭА. Программное обеспечение использовалось как для высокоуровневого линейного анализа, так и для очень детального нелинейного анализа. Это два очень разных типа анализа, использующих один и тот же программный продукт.

Определенные работы были просто слишком сложны для одного человека, и в некоторых случаях инженерам приходилось опираться на работу других людей, которые ранее использовали Femar для создания моделей КЭА. Femar был разработан как очень простой в использовании пакет программ, созданный для инженеров-расчетчиков инженерами-расчетчиками, которые прекрасно знают, что нужно инженерам и как они работают. Они легко могут восстановить свои навыки работы в нем после шести месяцев неиспользования и вернуться к максимальному уровню квалификации за очень короткое время.

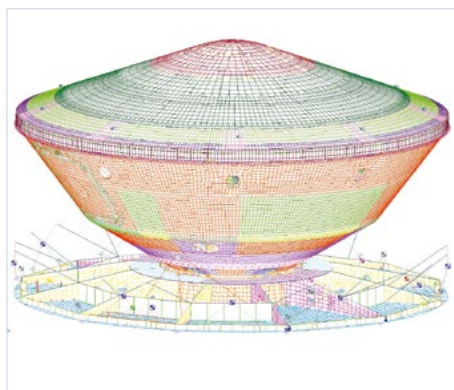
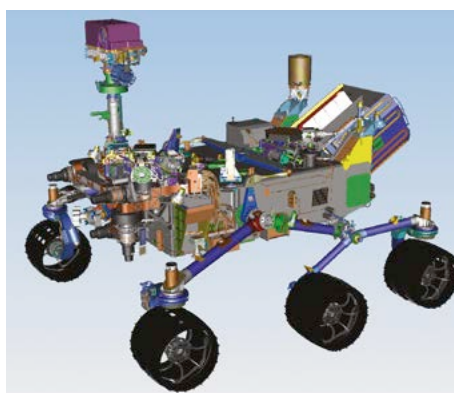
Практически все космические аппараты и их полезная нагрузка подвергались имитационному анализу с использованием Femar для предварительной и последующей обработки данных.

Фетар сыграл решающую роль в выполнении всех видов КЭА по всем аспектам транспортного средства. Для каждого компонента транспортного средства были построены модели нагрузок высокого уровня, и эти модели были объединены для создания полной модели космического аппарата. Инженеры Лаборатории реактивного движения работали по различным сценариям «что если», в том числе по 37 различным вариантам нагрузок того, как парашют будет разворачиваться во время процесса посадки.

Миссия Curiosity - это не единственный текущий проект Лаборатории реактивного движения. Другие задачи включают в себя спутниковый мониторинг ситуации на Земле, телескопы, научные эксперименты и другие космические аппараты.

Запланированные миссии включают миссию InSight, которая опустит посадочный модуль на Марс в 2016 году, чтобы просверлить его поверхность и исследовать недра планеты, чтобы лучше понять эволюцию Марса. Существуют даже планы относительно предполагаемой межпланетной космической миссии на Марс, целью которой является сбор образцов марсианского грунта и доставка его на Землю для анализа (Mars Sample Return mission).

Инженеры Лаборатории реактивного движения в настоящее время используют и, вероятно, продолжат использовать Фетар, чтобы помочь в выполнении этих и других инженерных задач, стоящих на пути выполнения этих миссий.



Используя ПО Фетар, инженеры Лаборатории реактивного движения виртуально смоделировали компоненты, сборки и системы Curiosity и провели имитационное моделирование их работы в различных условиях.

Решения и услуги

Femap www.siemens.com/plm/femap

Основной бизнес клиента

Лаборатория реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory) - это научно-исследовательский центр, финансируемый федеральным правительством и управляемый Калифорнийским технологическим институтом для Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства.
www.jpl.nasa.gov

Местоположение клиента

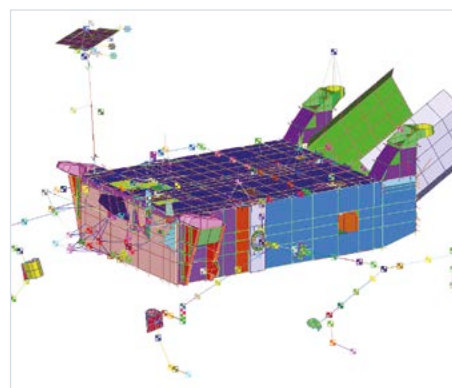
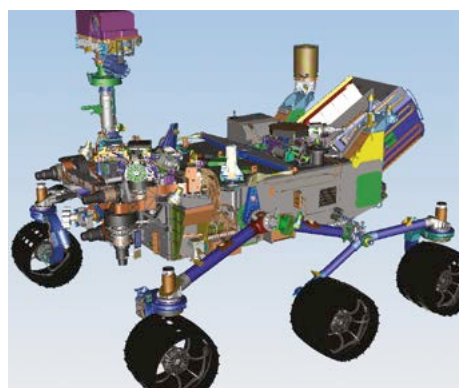
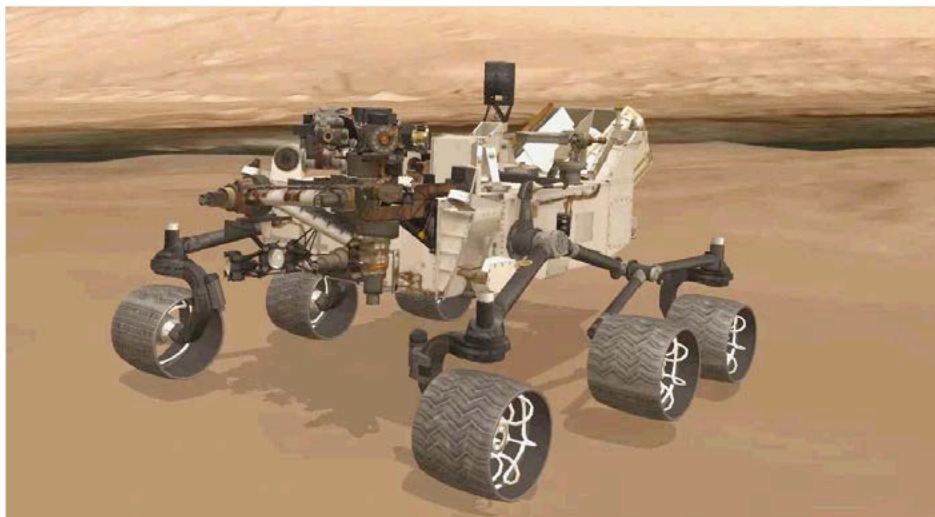
Калифорнийский технологический институт
Пасадена, Калифорния
США

Femap был разработан как очень простой в использовании пакет программ, созданный для инженеров-расчетчиков инженерами-расчетчиками, которые прекрасно знают, что нужно инженерам и как они работают. Они легко могут восстановить свои навыки работы в нем после шести месяцев неиспользования и вернуться к максимальному уровню квалификации за очень короткое время.

Siemens PLM Software

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

www.siemens.com/plm



Программное обеспечение использовалось как для высокоуровневого линейного анализа, так и для очень детального нелинейного анализа.

© 2017 г. Логотипы Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens, Siemens и SIMATIC IT являются зарегистрированными товарными знаками компании Siemens AG. Camstar, D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX, Omneo, Parasolid, Solid Edge, Syncrofit, Teamcenter и Tecnomatix являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками корпорации Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. или ее дочерних компаний в США и других странах. Все остальные логотипы, товарные знаки, зарегистрированные товарные знаки и знаки обслуживания являются собственностью соответствующих владельцев.
62454-A17 4/17 o2e