

## ➤ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ ИМЕНИ ГОДДАРДА (NASA)

### Моделирование работы компонентов космического телескопа "Джеймс Уэбб"

#### Построение машины времени

Использование программного обеспечения Femap™ от Siemens PLM Software помогает NASA разработать машину времени. Космический телескоп им. Джеймса Уэбба (JWST) — орбитальная обсерватория, запуск которой запланирован на 2018 год, — будет работать на орбите высотой 1,5 миллиона километров над поверхностью Земли. Его задача амбициозна: как сообщается на сайте JWST, она заключается в изучении каждого этапа космической истории "от первых неярких отсветов после Большого взрыва до формирования галактик, звезд и планет и эволюции нашей Солнечной системы". Телескоп будет смотреть сквозь световые годы в прошлое. Причем это отнюдь не замена космическому телескопу "Хаббл", поскольку JWST является инфракрасным телескопом, что позволяет наблюдать более отдаленные объекты с большим красным

смещением. "Хаббл" же используется для изучения Вселенной в оптическом и ультрафиолетовом диапазоне. Имея габариты 22 на 12 метров, JWST будет почти таким же, как Boeing 737, в то время как "Хаббл" по своим размерам напоминает грузовик с прицепом.

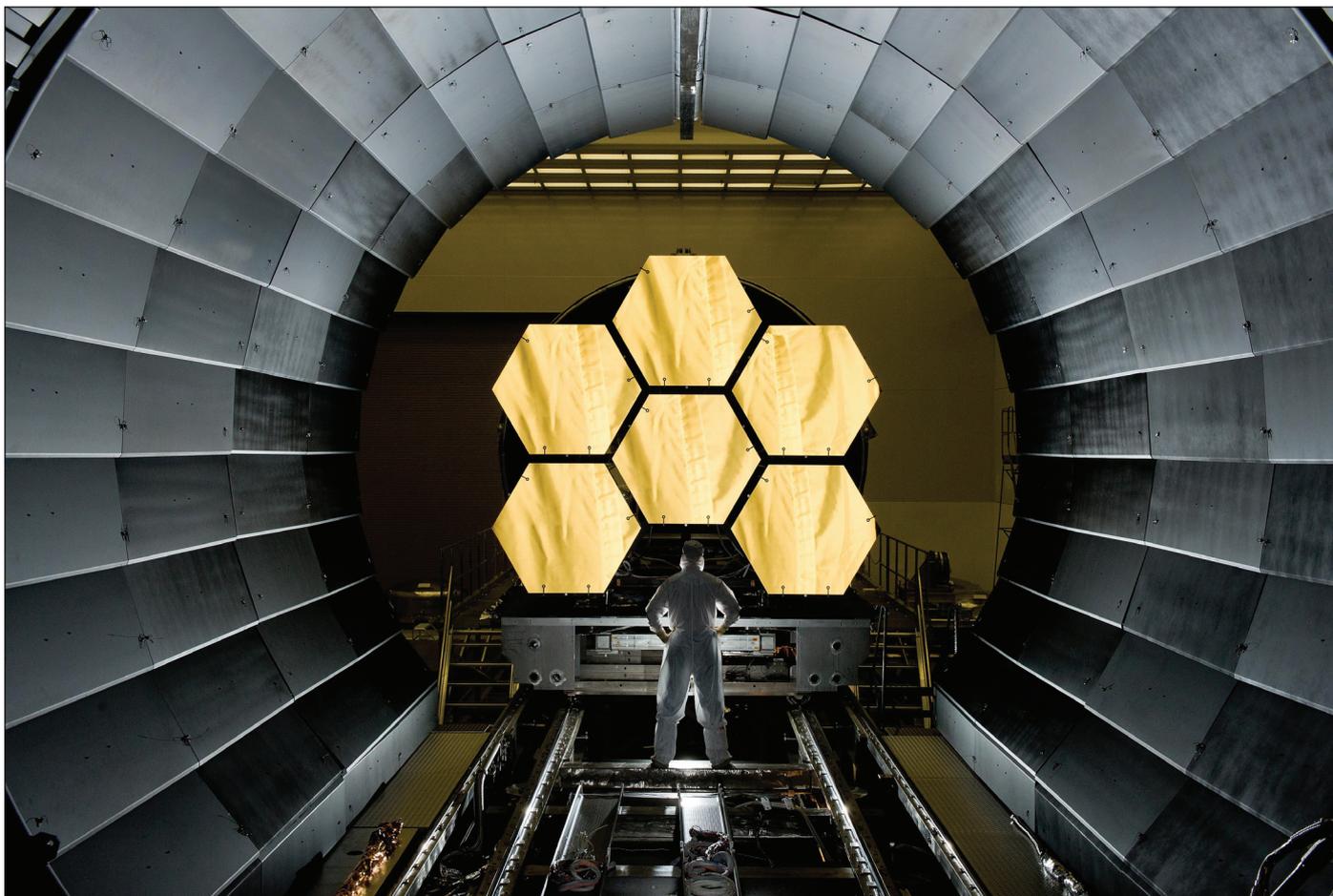
Площадь отражающего зеркала полностью развернутого JWST в семь раз больше, чем у "Хаббла". Телескоп будет запущен в космос ракетой Ariane 5 со стартовой площадки Европейского космического агентства (ESA) во Французской Гвиане.

Обсерватория JWST будет иметь как горячий, так и холодный борт. Горячий борт обсерватории космического корабля содержит блоки управления, наведения и связи, а также щит, блокирующий тепло и излучение Солнца, Земли и Луны. Холодный борт JWST, где разместится оборудование — научное сердце телескопа, будет функционировать при тем-

#### О Центре космических полетов имени Годдарда

Центр космических полетов имени Годдарда — крупнейшая в США организация, объединяющая ученых, инженеров и технологов, которые создают космические аппараты, приборы и новые технологии для изучения Земли, Солнца, Солнечной системы и Вселенной. Центр, созданный в 1959 году как первый комплекс космических полетов NASA, был назван именем пионера американской ракетной техники д-ра Роберта Х. Годдарда. Исследования и научные открытия, проводимые специалистами Центра, играют решающую для NASA роль в деле освоения космоса.

[www.nasa.gov/goddard](http://www.nasa.gov/goddard)



Первичные сегменты зеркала, подготовленные к началу окончательного криогенного тестирования в Центре космических полетов имени Маршалла (NASA)

пературах, близких к абсолютному нулю.

Среди основных приборов, которые будут введены в эксплуатацию, — камера ближней (длинноволновой) инфракрасной области (NIRCam), предоставляемая университетом штата Аризона; спектрограф ближней инфракрасной области (NIRSpec), предоставленный ESA; дополнительная измерительная аппаратура, предоставляемая Центром космических полетов имени Годдарда (GSFC); инструмент средней инфракрасной области (MIRI), совместно предоставляемый ESA и Лабораторией реактивного движения NASA (JPL); датчик точного наведения/тепловизора ближней инфракрасной области спектра и бесщелевой спектрограф, предоставляемые Канадским космическим агентством.

В работе над созданием JWST принимают участие более тысячи специалистов из семнадцати стран, в том числе сотрудники академических и про-

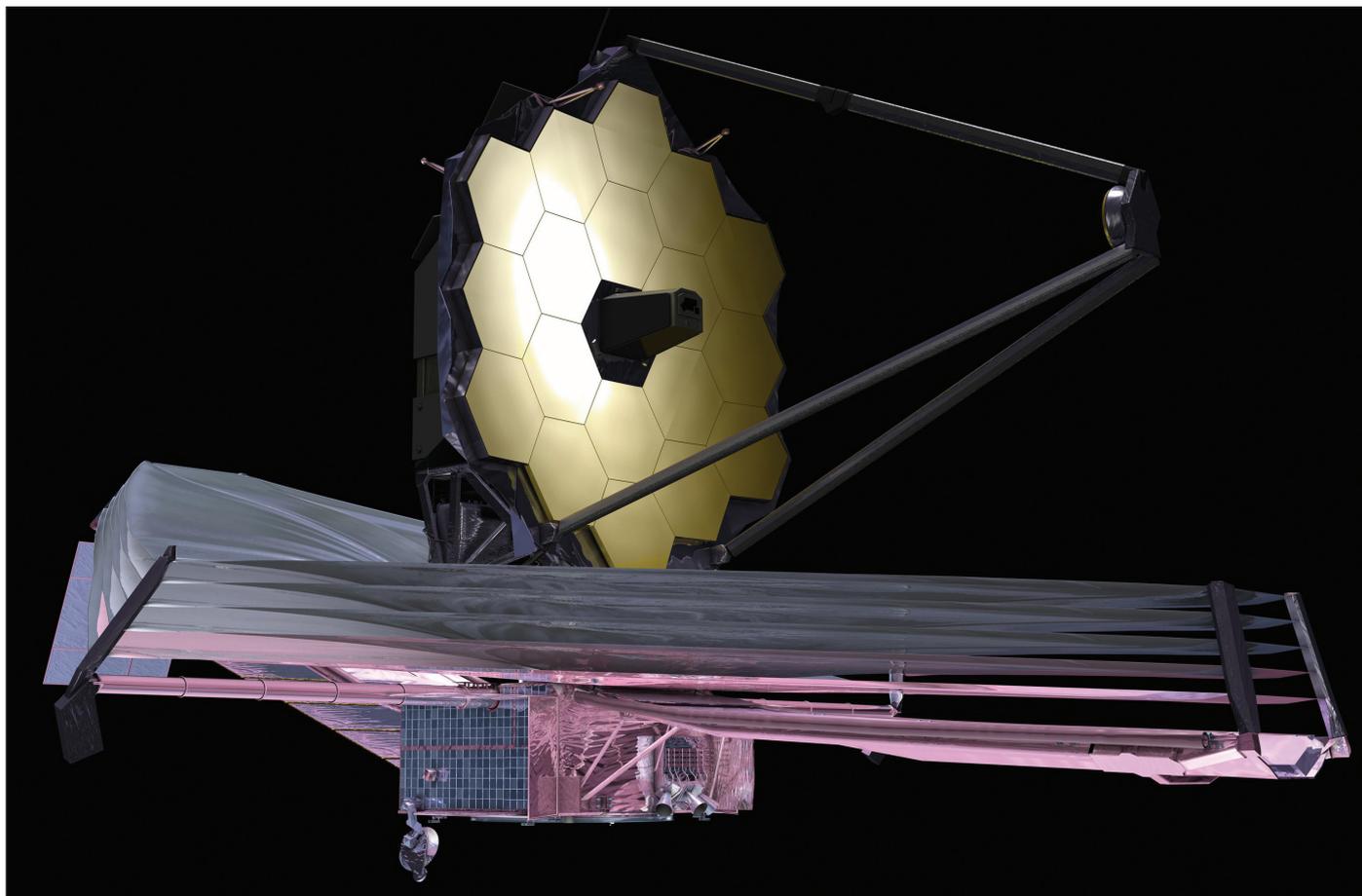
Мы используем Femap как пре- и постпроцессор. Команда механического проектирования предоставляет нам САД-файлы, и мы с помощью Femap создаем сетку для своей математической модели, а после анализа методом конечных элементов просматриваем состояние и форму конструкции при различных условиях нагружения».

**Эммануэль Кофи,**  
руководитель группы анализа температурных деформаций Центра космических полетов имени Годдарда (NASA)

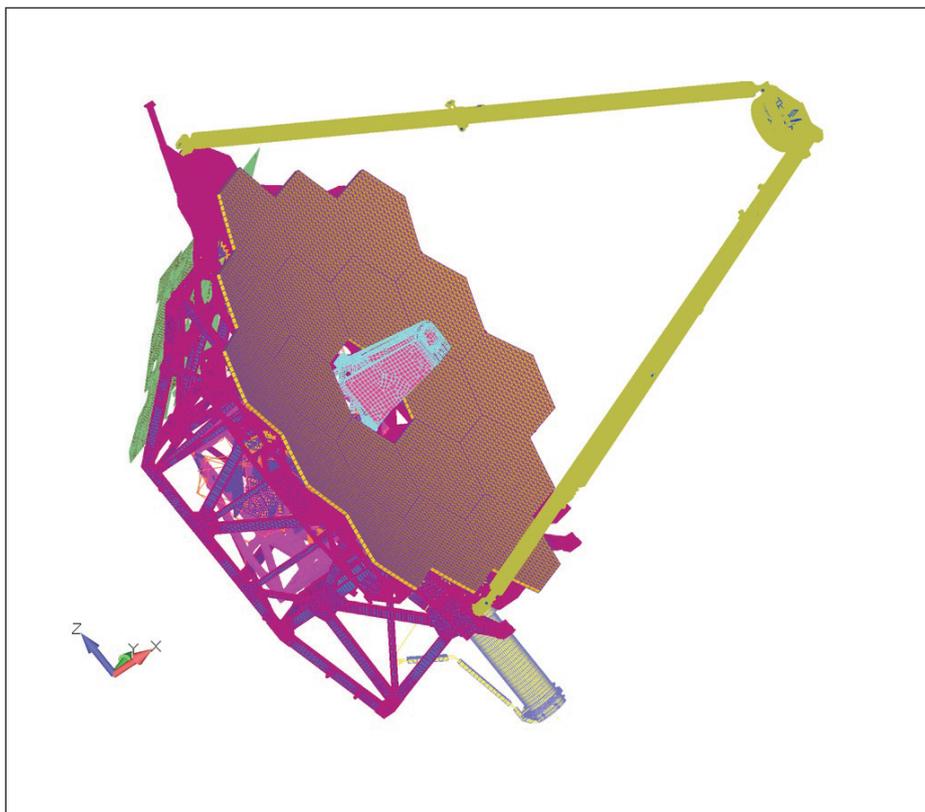
мышленных партнеров ATK, Ball Aerospace, ITT, Lockheed Martin, Northrop Grumman (генеральный подрядчик) и Научный институт космического телескопа.

### Результаты исследований могут направляться для анализа в Femap

Команда создателей JWST, работающая на трех континентах, обеспечивает проектирование, тестирование, строительство и монтаж оборудования. Сейчас упомянутые выше инструменты находятся в стадии разработки и проходят испытания с использованием различных систем автоматизированного решения инженерных задач (CAE) для модального, теплового анализа, температурных деформаций и анализа прочности конструкций. Интеграция всех этих работ по анализу и моделированию в одно целое — это стандартное применение системы Femap, осуществляемое командой JWST для пре- и постобработки.



Телескоп "Джеймс Уэбб" глазами художника



Полная модель телескопа в Femap

## Резюме проекта

### Продукт

Femap.

(Подробнее о продукте Femap:  
[www.siemens.com/plm/femap](http://www.siemens.com/plm/femap))

### Бизнес-задачи

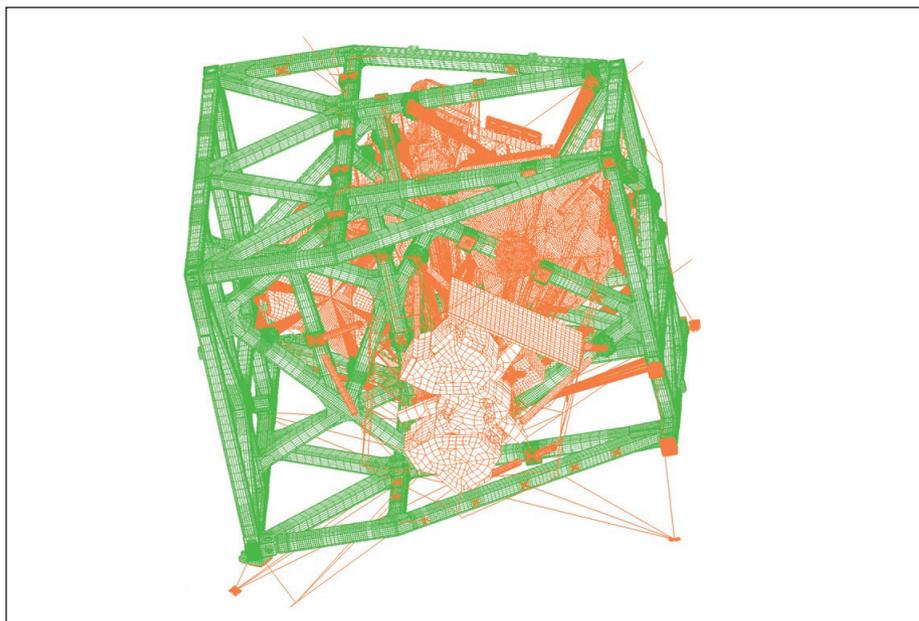
- Разработка космического телескопа нового поколения.
- Системы координат, поставляемые из нескольких источников.
- Эксплуатация при температурах, близких к абсолютному нулю.

### Ключи к успеху

- Международная кооперация и сотрудничество.
- Использование одного пре- и пост-процессора.
- Применение опыта полученного ранее.

### Результаты

- Выбор Femap в качестве стандарта сокращает время обучения.
- Визуализация позволяет выявить потенциальные дефекты в компонентах.
- Поиск и устранение потенциальных проблем задолго до запуска телескопа.

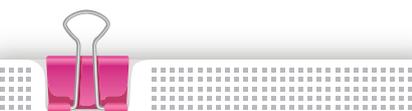


Модель ISIM (шасси для установки приборов) с приборами в Femap

"Мы используем Femap как пре- и постпроцессор, — говорит Эммануэль Кофи, занимающийся проведением анализа температурных деформаций конструкции ISIM (шасси для установки приборов). — Команда механического проектирования предоставляет нам САД-файлы, и мы с помощью Femap создаем сетку для своей математической модели, а после анализа методом конечных элементов просматриваем состояние и форму конструкции при различных условиях нагружения. Это основной инструмент, который мы используем для визуализации конструкции в процессе эксплуатации и при запуске перед тестированием в реальных условиях".

Поскольку у JWST будет лишь одна возможность для успешного запуска, каждая часть и сборка каждой системы должна быть тщательно проверена на Земле, чтобы убедиться, что все инструменты будут функционировать без сбоев. Симуляция работы JWST на Земле является единственным способом определить, как обсерватория будет функционировать в реальных условиях. Это единственная в своем роде работа на заказ.

Используя решатели САЕ в сочетании с Femap, инженеры NASA проводят моделирование с целью выявления возможных контактов частей JWST между



«Femap — очень полезный и доступный инструмент с оптимальным соотношением «цена/качество». Он позволяет успешно анализировать состав и тепловые характеристики системы и ее составных частей».

«Визуализация результатов с использованием Femap является важным преимуществом, поскольку позволяет увидеть именно то, что происходит».

**Марк Макгиннис,**  
руководитель группы анализа температурных деформаций Центра космических полетов имени Годдарда (NASA)

собой при деформации, определения прочности деталей и узлов и их способности выдержать чрезмерный нагрев, низкую температуру и вибрации, которые они будут испытывать во время запуска и в реальных условиях эксплуатации. "Femap — очень полезный и доступный инструмент с оптимальным соот-

ношением «цена/качество», — говорит Марк Макгиннис, руководитель группы температурных деформаций Центра космических полетов имени Годдарда. — Он позволяет успешно анализировать состав и тепловые характеристики системы и ее составных частей. Femap прост в освоении и использовании, а также обеспечивает эффективную работу с любым решателем". По его оценкам, программное обеспечение постоянно используют по меньшей мере 75 инженеров NASA в Годдарде.

"Например, мы будем импортировать модель сборки объединительной платы от подрядчика и заполнять ее восемнадцатью зеркалами, чтобы представить их себе собранными вместе, — продолжает Марк Макгиннис. — Мы должны быть уверены, что узлы по границам сеток совпадают должным образом. Затем эти узлы используются для создания сетки

с более чем восемью миллионами узлов, что делает модель с вычислительной точки зрения очень большой. Мы собираем модель в единое целое с помощью Femap". Большинство инженеров, работающих на JWST, использовали Femap еще в середине 1990-х годов. Эммануэль Кофи вспоминает, что этот программный продукт применялся в процессе разработки телескопа "Хаббл". "В те дни, как и сегодня, мы использовали его для решения многих задач, — говорит он. — Femap помогает понять условия нагружения, так что мы можем взять конструкцию, запустить анализ и посмотреть, что становится горячим, а что холодным. Это помогает нам понять, можно ли создать такую конструкцию".

Марк Макгиннис соглашается с тем, что ключевым преимуществом, которое обеспечивает Femap при постобработке, является визуализация: "Инженер может легко понять математические результаты анализа, произведенного решателем. Но визуализация этих результатов с использованием Femap является важным преимуществом, поскольку позволяет увидеть именно то, что происходит".

По материалам компании  
Siemens PLM Software