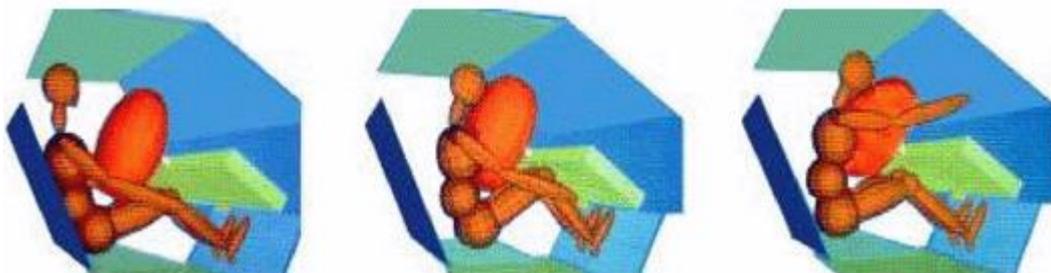
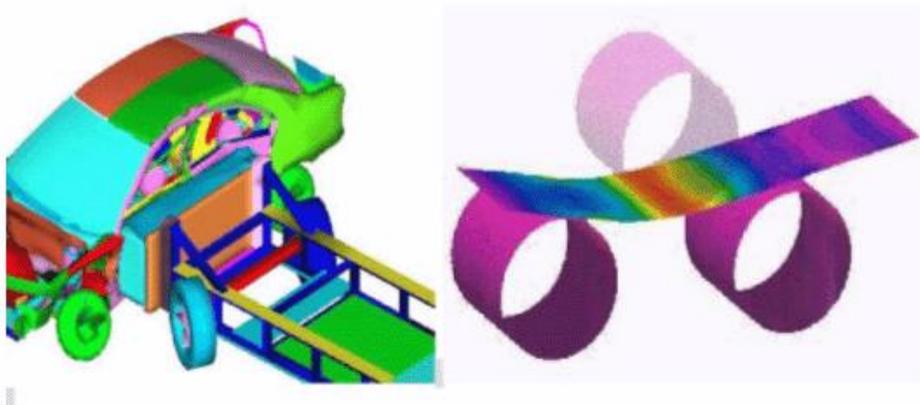


LS-DYNA - Самый известный и самый передовой программный комплекс для динамического анализа.



LS-DYNA - многоцелевая программа, использующая явную постановку метода конечных элементов (explicit finite element program) - предназначена для анализа нелинейного динамического отклика трехмерных неупругих структур. Полностью автоматизированный процесс решения контактных задач, а также множество функций по проверке получаемого решения позволяют инженерам во всем мире успешно решать сложнейшие задачи удара, разрушения и формования.

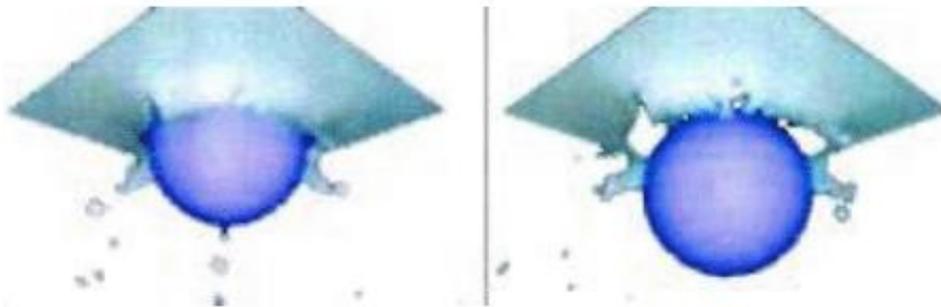


1. Аналитические возможности >
2. Приложения
3. Библиотека элементов
4. Модели материала
5. Контакт
6. Специализированные функции для проблем автомобилестроения
7. Адаптивность
8. Функциональность
9. Оценка корректности
10. Компьютерные платформы

1. Аналитические возможности

- LS-DYNA имеет следующие возможности по моделированию физического поведения трехмерных структур:
- Нелинейная динамика

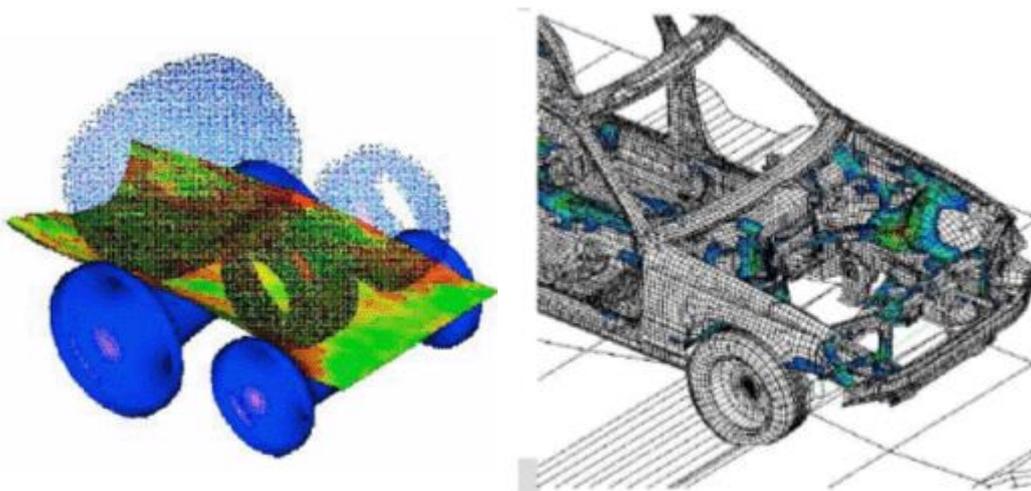
- Тепловые задачи
- Разрушение
- Развитие трещин
- Контакт
- Квази-статика
- Эйлеровские свойства (Eulerian)
- Произвольное Лагранж-Эйлеровское поведение (Arbitrary Lagrangian - Eulerian ALE)
- Акустика в реальном масштабе времени
- Многодисциплинарный анализ: прочность, теплофизика, акустика (Multi - physics coupling (structural , thermal fluid , acoustics , etc .))



2. Приложения

- Оценка сопротивляемости удару (crashworthiness simulations, crash test): автомобили, летательные аппараты, поезда, суда
- Анализ безопасности пассажира (Occupant safety analyses): взаимодействие воздушной подушки и виртуальной модели человека (airbag - dummy interaction), ремни безопасности, и др.
- Формование металла: прокат, выдавливание, штамповка, литье, волочение, пластическое формование, прокат профилей, глубокая вытяжка, гидроформование (включая большие деформации) и многоступенчатые процессы (rolling , extrusion , forging , casting , spinning , ironing , superplastic forming , sheet metal stamping , profile rolling , deep drawing , hydroforming (including very large deformations), and multi - stage processes .
- Резка металла
- Задачи о вылете лопатки турбинных двигателей (Jet engine blade containment)
- Птицестойкость
- Расчет тонкостенных, жестяных контейнеров
- Производство автомобильных комплектующих: корпус, бамперы, колесные диски, рулевые колонки, (Automotive part manufacturing : car body , bumpers , girders , steering wheel , steering column , etc .)
- Электронные компоненты
- Проникновение (penetration)
- Формование стекла
- Пластики: литье, инжекционное литье
- Биомедицинские приложения (Biomedical applications)
- Взрывная нагрузка (Blast loading)

- Анализ ячеистых, сотовых и тонкостенных кессонных конструкций
- Точечно-сварные, заклепочные и болтовые соединения
- Инженерный расчет изделий народного потребления (инструменты, спортивный инвентарь, защитные шлемы и т.д.)
- Взаимодействие потоков жидкости и газа с конструкцией
- Моделирование землетрясений
- Расчет грузовых контейнеров



3. Библиотека элементов

Элементы низкого порядка, используемые в LS - DYNA просты, эффективны и точны - используются специальные элементы с редуцированным числом точек интегрирования. Для оболочечных и твердотельных элементов изменения формы с нулевой энергией деформации (zero - energy modes) контролируются как вязкостью, так и жесткостью (hourglass viscosity or stiffness). Все элементы практически на 100% векторизованы (оптимизированы под векторную архитектуру компьютера).

- прямоугольные тонкие оболочки
- треугольные оболочечные элементы
- мембраны
- элементы толстой оболочки (hexahedral thick shells)
- элементы твердого тела
- балки
- 2-х узловые ферменные стержневые элементы (2- nodes truss element)
- элементы "только растяжение" (cable elements)
- пружины и демпферы
- точечные массы
- элементы "ремень безопасности"(seatbelt elements)
- абсолютно жесткие тела (rigid bodies)
- моделирование сварки

4. Модели материала

LS-DYNA имеет 100 различных моделей металлических и неметаллических материалов.

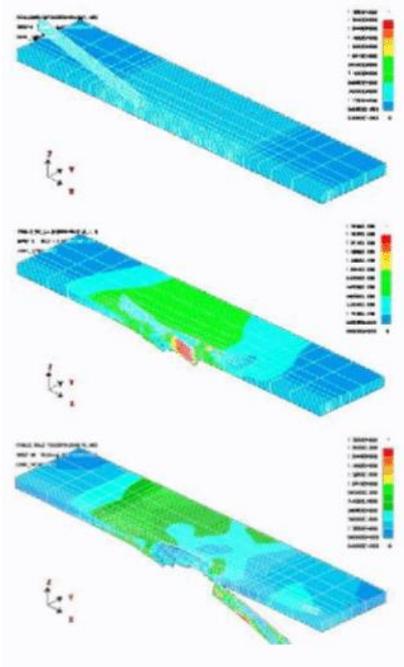
- упругую
- упругопластическую
- эластомеры (упругие полимеры)
- модели вспененных материалов
- линейная вязко-упругая
- стекло
- геологические модели
- элементы ткани
- кевлар (kevlar) с повреждениями
- уравнения состояния гидродинамики
- акустическое давление
- композиты
- задаваемые пользователем модели
- специальные возможности по анализу потоков

5. Контакт

Решение контактных задач в LS-DYNA полностью автоматизировано. В решении используются constraint and penalty methods для удовлетворения условий контакта. Эта методика прекрасно зарекомендовала себя и на протяжении последних более чем двадцати лет LS-DYNA используется в таких сложнейших приложениях, как анализ сопротивляемости удару как целиком автомобиля (или любого транспортного средства), так и отдельных его компонентов, анализ безопасности пассажира.

Возможен также расчет объединенного термо-механического контакта. В программе осуществляется более 20 моделей контакта. Большинство из них связано с контактом деформируемого в деформируемое тело, контакт отдельных поверхностей деформируемого тела и контакт деформируемого с абсолютно жестким телом, например:

- контакт с абсолютно жесткими поверхностями
- связанные поверхности (tied surfaces)
- узлы, привязанные к поверхности (nodes tied to surfaces)
- края оболочек, привязанные к поверхности оболочек (shell edges tied to shell surfaces)
- смятие (folding)
- интерфейс между потоками и конструкцией
- эродирующий контакт
- контакт край в край (edge-to-edge contact)
- расчет результирующей силы при контакте и моделирование контакта при известной результирующей силе (resultant force contact)
- отбортровка (drawbeads)
- импорт поверхностей из CAD - систем



В программу включены специальные возможности по моделированию контакта между абсолютно жесткой поверхностью (обычно определяемой аналитически) и деформируемой конструкцией, например штамповка металла, где штамп и прессформа могут быть импортированы в форматах IGES - или VDA и далее считаются абсолютно жесткими. Следующим примером может быть моделирование состояния пассажиров в транспортном средстве где жесткий манекен контактирует с деформируемыми поверхностями воздушных подушек и панели управления.

LS-DYNA реализует следующие возможности в моделировании трения:

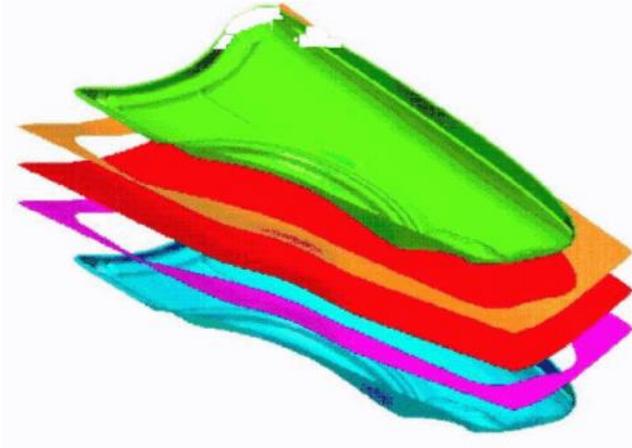
- Статическое и динамическое Кулоновское трение
- вязкое трение
- модели трения, определяемые пользователем

Задание контактирующих поверхностей предельно упрощено, и пользователь может специфицировать части конструкции (или всю конструкцию целиком), вступающие в контакт, графически - выбирая с помощью мыши или просто задавая соответствующий идентификатор.

6. Специализированные функции для проблем автомобилестроения

- Расчет ремней безопасности - включая моделирование акселерометра, натяжителя, датчиков, контактных колец (accelerometer, pretensioner, retractor, sensor, and slip ring)
- насос для накачки воздушных подушек (Inflator models)
- модели
- ткани
- воздушной подушки (Airbag fabric constitutive models)
- акселерометры (Accelerometers)
- датчики воздушной подушки (Airbag sensors)

- прорыв воздушной подушки (Airbag breakout)
- Эйлеровское раскрытие воздушных подушек
- контейнер воздушной подушки (Airbag folder)
- размещение готового манекена
- сверка раскрытого состояния воздушных подушек с нераскрытым положением
- специальные демпферы для снятия бокового удара на манекен пассажира
- интерфейсная модель прошитой воздушной подушки/ прижимы (Airbag stitched interface model / straps)



7. Адаптивность

Традиционные конечноэлементные программы не позволяют проводить расчеты в области больших деформаций. Явная формулировка метода, используемая в LS-DYNA позволяет без потери точности деформировать КЭ сетки вплоть до вырождения отдельных элементов, что, наряду с автоматической регенерацией сеток, сводит участие пользователя в решении высоко нелинейных задач к минимуму.

- адаптивные сетки
- нормы ошибок
- специфицируемые пользователем уровни сгущения сеток (refinement)
- вложенные циклы итерирования
- графический вывод

8. Функциональность

Множество опций, контролирующих функций и вложенных процедур дают пользователям необычайно гибкий инструментарий для решения конкретных задач

- ввод с использованием ключевых слов
- прямой импорт модели в формате Nastran (Nastran bulk data files)
- разбиение вводного файла на несколько меньшего объема
- пользовательские процедуры
- функция адаптивного перестроения сеток (remapping)
- функция общего перезапуска

- перенесение граничных условий
- динамическое размещение данных (dynamic storage allocation)
- опции контроля вывода результатов в базу данных
- программно опрашиваемые переключатели - монитор слежения за статусом процесса
- динамическая релаксация (для моделирования квазистатики)
- интерактивная графика в режиме реального времени
- приложение предварительного напряжения к конструкции по результатам линейного решения из ANSYS , Nastran
- двойная точность для 32-битных рабочих станций
- оптимизация

9. Оценка корректности

Результаты анализа проведенного на LS-DYNA полностью совпадают с данными натурных испытаний. Перед выпуском каждой версии программа подвергается всестороннему тестированию - решается более 1000 пробных задач.