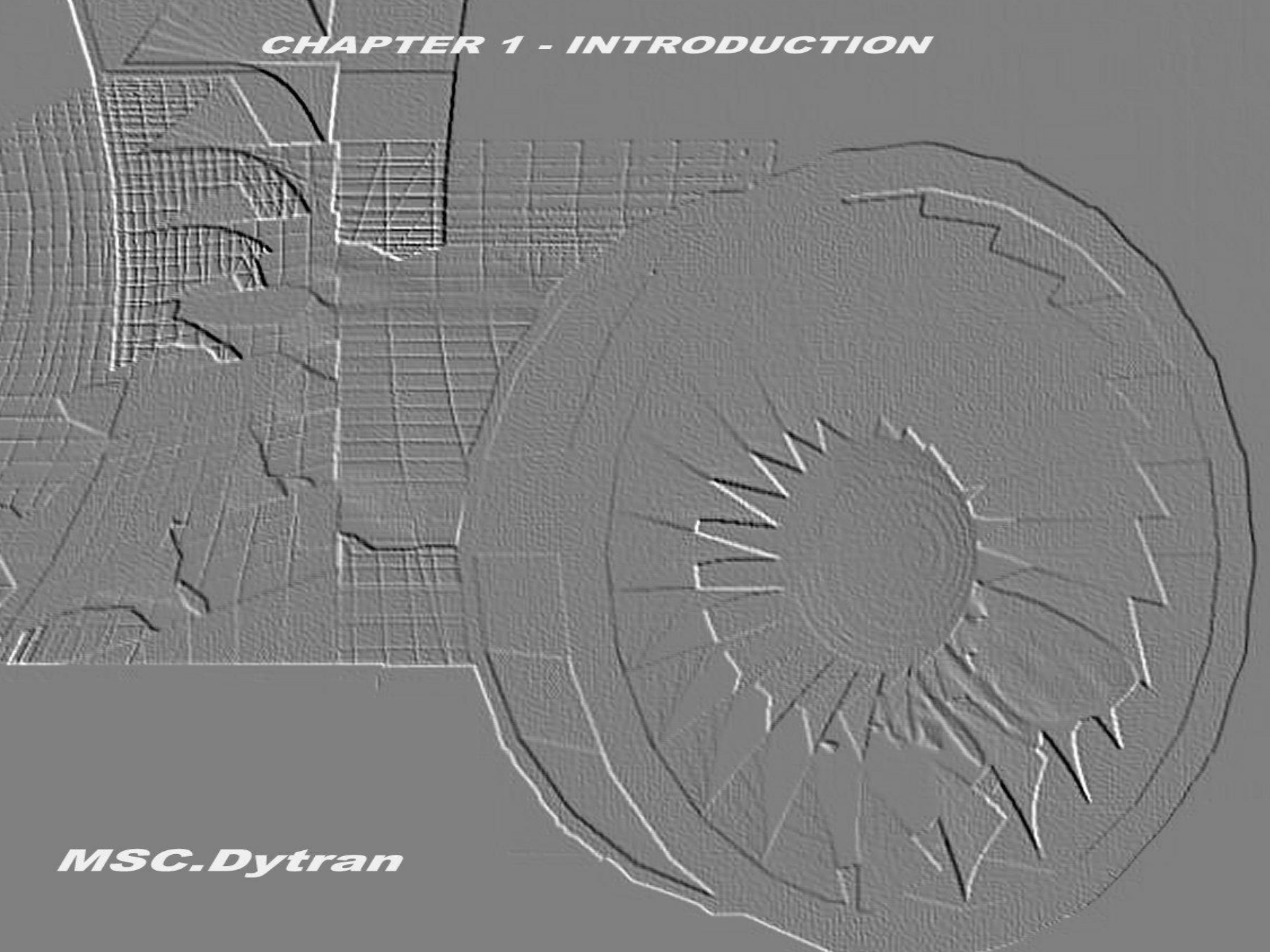
CHAPTER 1 - INTRODUCTION



MSC.Dytran

Содержание

Цель данного курса обучения

История MSC.Dytran

Основные положения

***Лагранжева* и *Эйлерова* технологии**

Технология моделирования контакта конструкция-конструкция

Технология моделирования взаимодействия конструкция-жидкость

Примеры использования

Отличие *явного* и *неявного* методов интегрирования

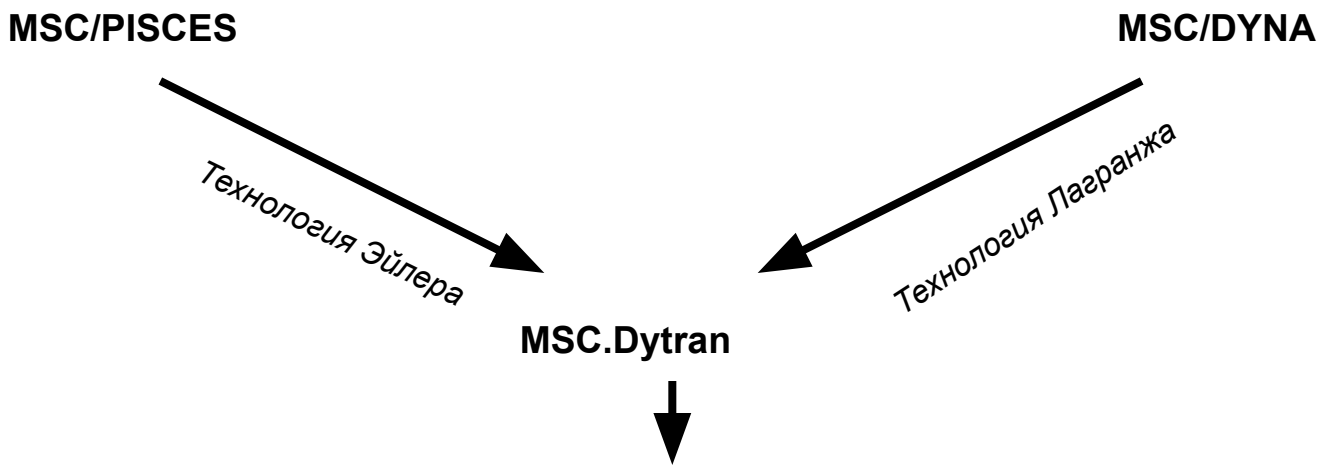
MSC.Dytran Delivery Package (состав *поставки* MSC.Dytran)

Web ресурсы MSC

Цель данного курса обучения

В центре внимания данного курса – *применение*, а не теоретические аспекты технологии *явного* метода интегрирования. Программа курса ориентирована на ознакомление слушателей с технологиями моделирования на основе подходов Лагранжа и Эйлера с использованием MSC.Dytran и MSC.Patran.

История MSC.Dytran



Version 1	Июнь 1991
Version 4.6	Январь 1999 (в т.ч. версия для Windows NT)
Version 2000	Апрель 2000 (версия только для Windows NT)
Version 2000 r2	Ноябрь 2000 (все платформы, в т.ч. Linux)
Version 2002 r2	Октябрь 2002 – расширенные возможности в области исследования пассивной безопасности

Основные положения

LAGRANGIAN Метод моделирования поведения *конструкций*

EULERIAN Метод моделирования поведения *жидкостей*

CONTACT Алгоритм моделирования взаимодействия конструкция-конструкция

COUPLING Алгоритм моделирования взаимодействия конструкция-жидкость

EXPLICIT Интегрирование по времени

РЕШАТЕЛЬ **ЛАГРАНЖА**

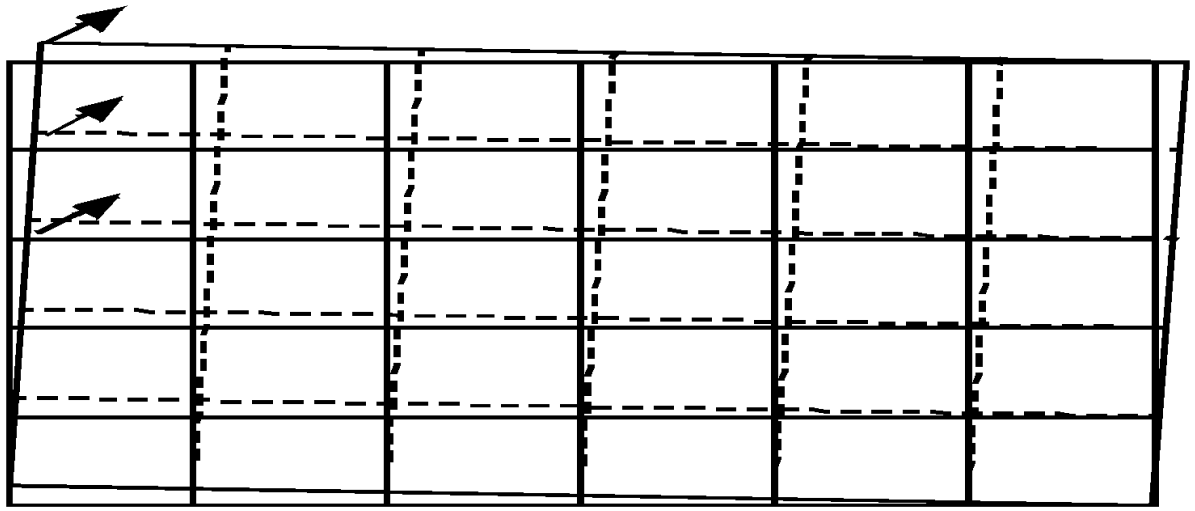
- Конечно-*элементная* формулировка

  Решатель Лагранжа в MSC.Dytran использует конечно-элементную технологию, аналогичную используемой в MSC/DYNA

- Динамика конструкций

  Лагранжева сетка используется для моделирования части задачи, представляющую *конструкцию*

- *Масса* элемента неизменна



РЕШАТЕЛЬ ЭЙЛЕРА

- Конечно-*объёмная* формулировка

  Решатель Эйлера в MSC.Dytran использует конечно-объёмную технологию, аналогичную используемой в MSC/PISCES

- Гидро-газодинамический анализ

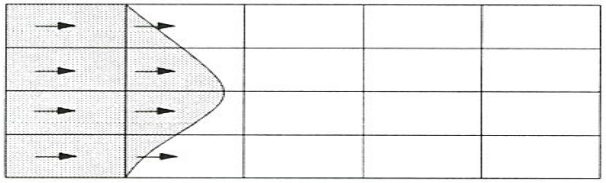
  Эйлерова сетка используется для моделирования части задачи, представляющую *жидкости* и *газы*

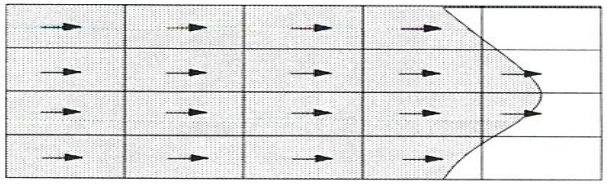
- *Течение* материала

  Эйлеров *решатель* в MSC.Dytran может использовать полный тензор напряжений и, следовательно, может применяться для моделирования конструкционных материалов, например, стали и т.п.

  Эта возможность используется для моделирования больших деформаций (течение материала), т.е. в тех случаях, когда деформации для лагранжевой сетки слишком велики

- *Объём* элемента неизменен



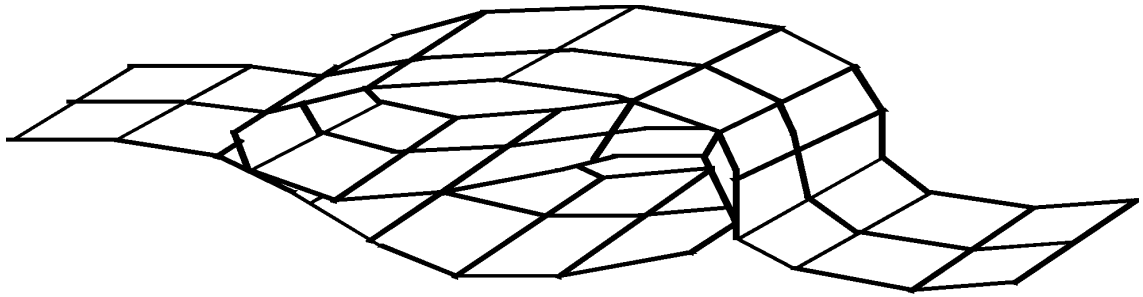


КОНТАКТ

Slave Segments

Master Segments

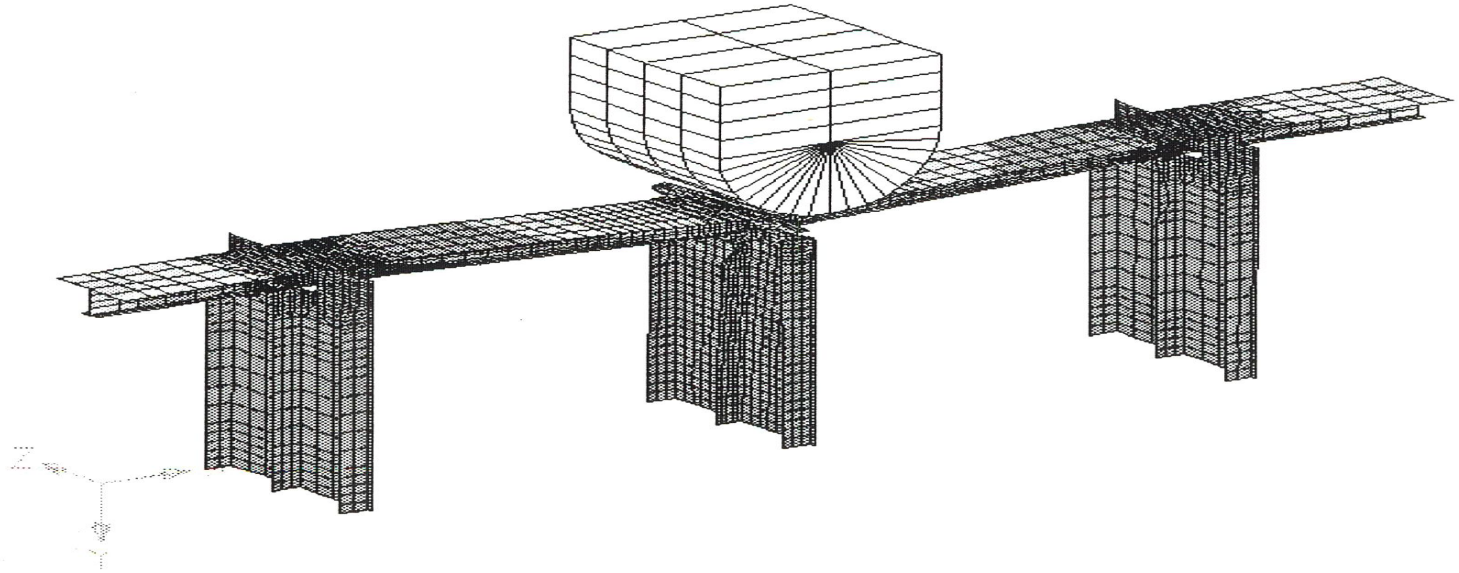
Контакт двух поверхностей



***Самоконтакт* поверхности**

- Возможен учёт трения
- Автоматический *реверс* нормалей поверхностей
- Проверка начального проникновения

ПРИМЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИИ “САМОКОНТАКТ”



ОБОБЩЁННЫЙ АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

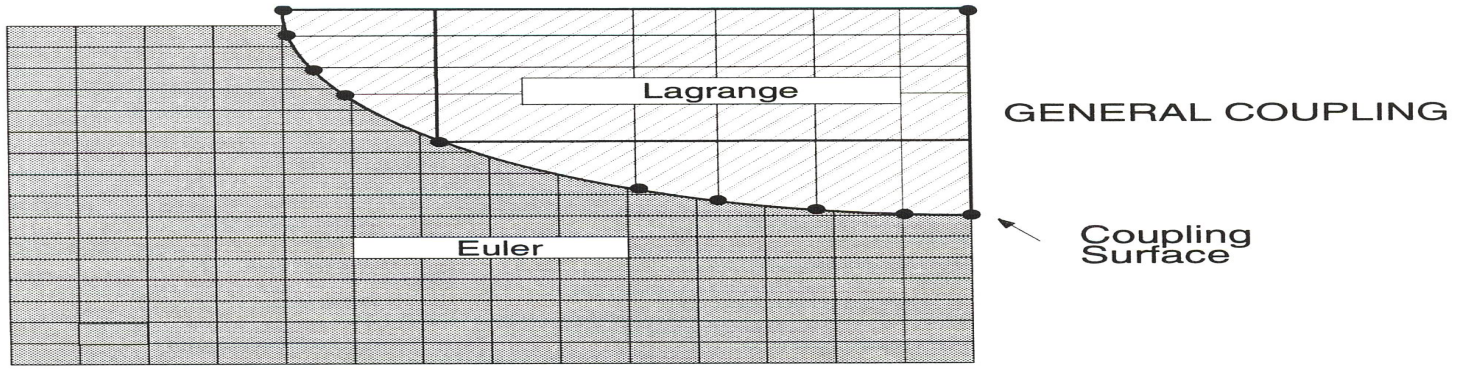
- Взаимодействие конструкция-жидкость

  Лагранжева и эйлерова сетки могут использоваться одновременно и взаимодействовать друг с другом

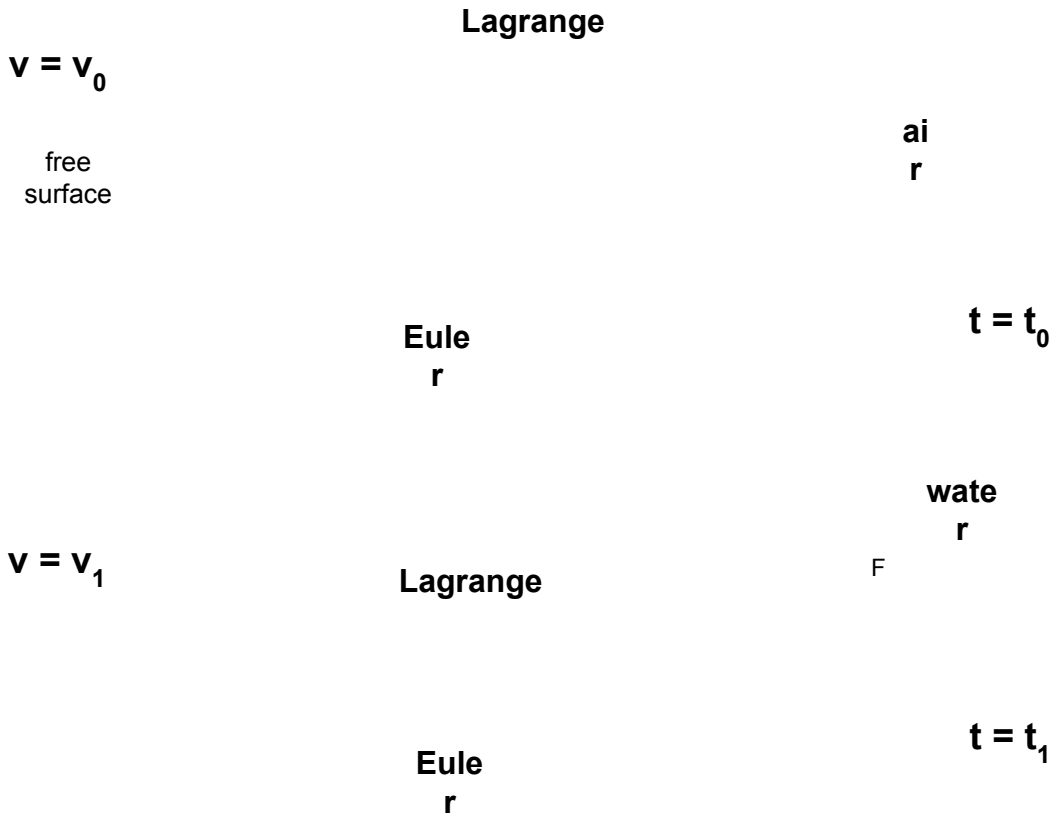
- Произвольный характер перемещения

  Взаимодействующие поверхности могут иметь любую форму и двигаться по “произвольным” траекториям

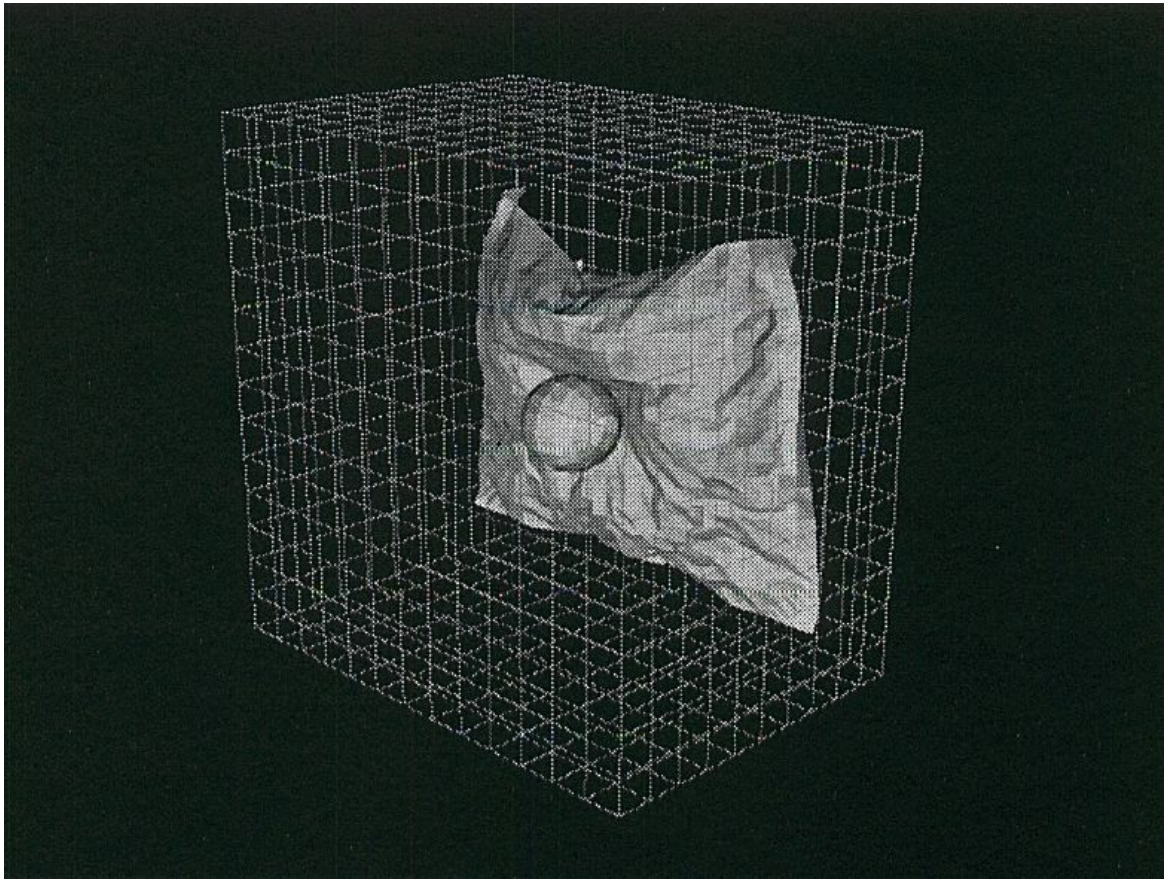
- Лагранжева сетка действует как граница течения материала в эйлеровой сетке
- Эйлерова сетка “нагружает” конструкцию



ОБОБЩЁННОЕ ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВО (FLUID-STRUCTURE) ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ



ПРИМЕР ОБОБЩЁННОГО ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



Моделирование “раскрытия” подушки безопасности

“ПРОИЗВОЛЬНОЕ” (ARBITRARY) ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (ALE)

- Более высокая, по сравнению с обобщённым взаимодействием, эффективность

  Сокращение времени счёта по сравнению с затратами времени при использовании обобщённого взаимодействия

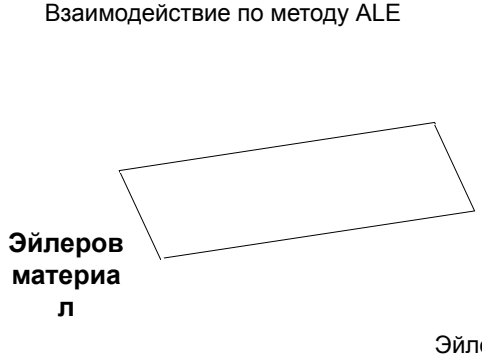
- Взаимодействие конструкция-жидкость

  Поверхность взаимодействия ALE может иметь любую форму

  Расположение узлов поверхности взаимодействия ALE совпадает с расположением узлов эйлеровой сетки

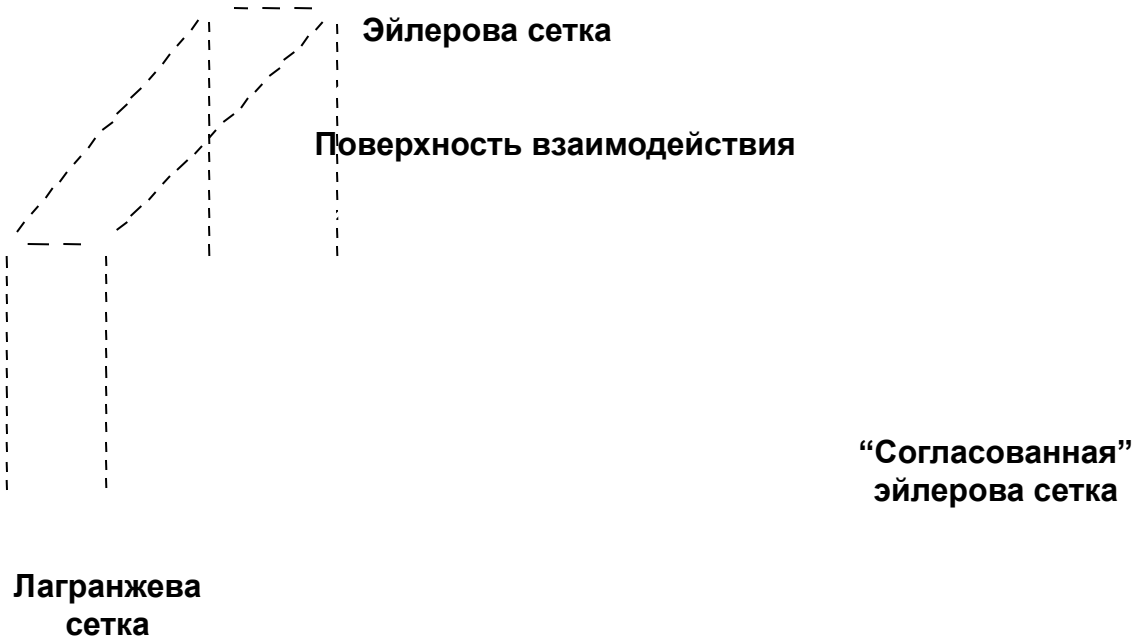
- “Плавность” деформаций

  Деформации конструкции должны быть “плавными” для того, чтобы эйлерова сетка могла их “отслеживать”

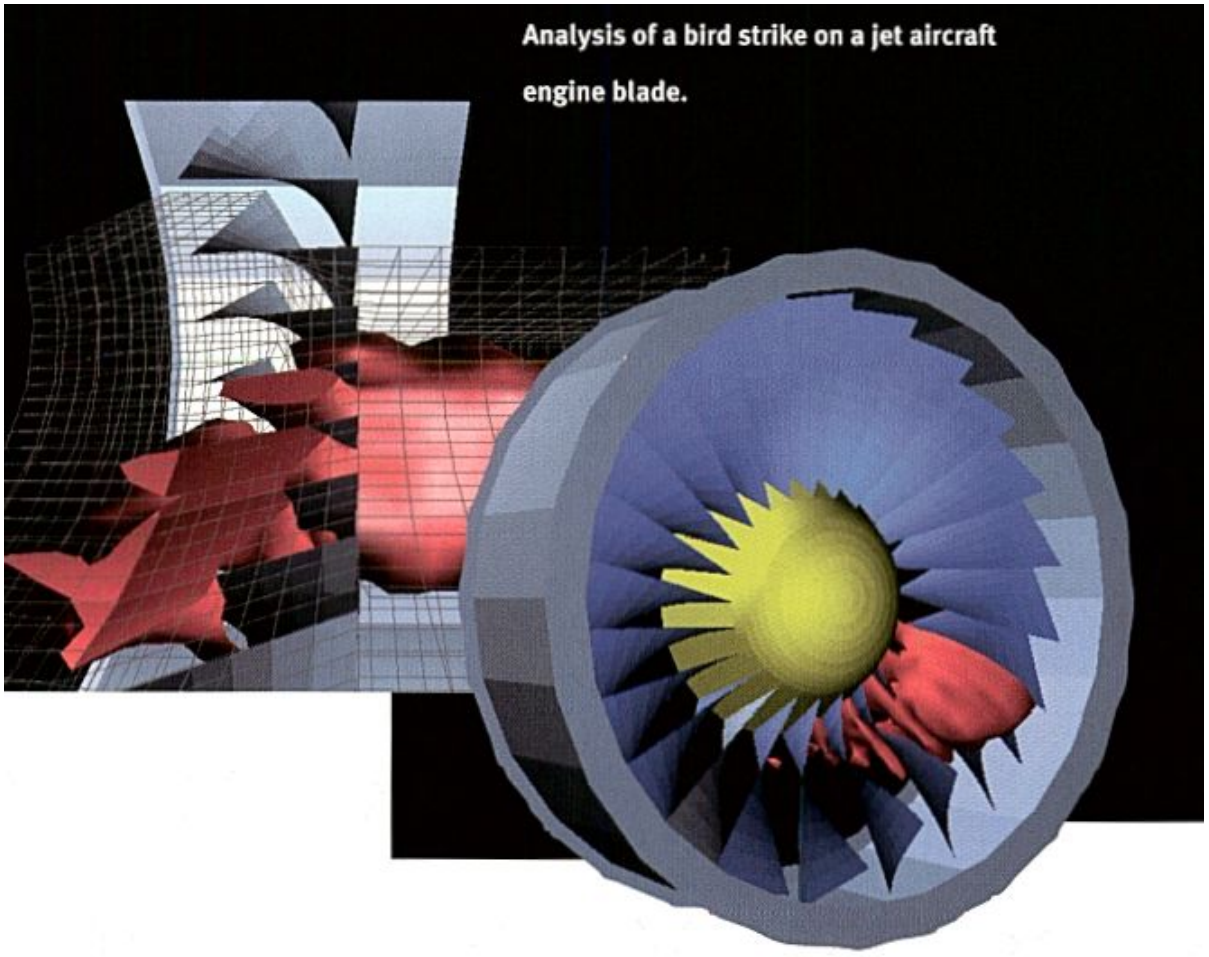


“ПРОИЗВОЛЬНОЕ” (ARBITRARY) ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (ALE)

- Перемещение узлов эйлеровой сетки при взаимодействии ALE определяется перемещением конструкции
- Эйлерова сетка должна быть “согласована” с лагранжевой сеткой
- Для внутренних узлов эйлеровой сетки необходимо задать режим ”grid motion”



ПРИМЕР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ALE

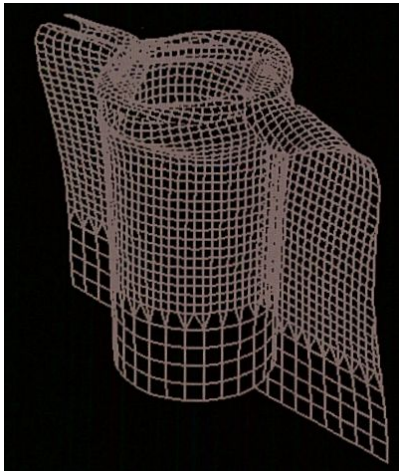


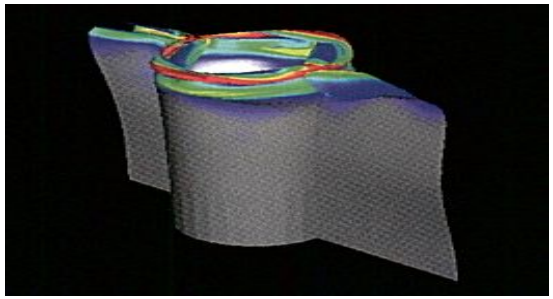
Моделирование попадания птицы в авиадвигатель

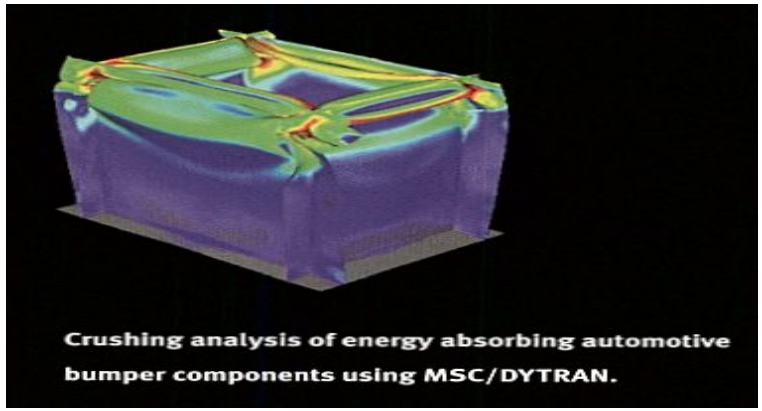
ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

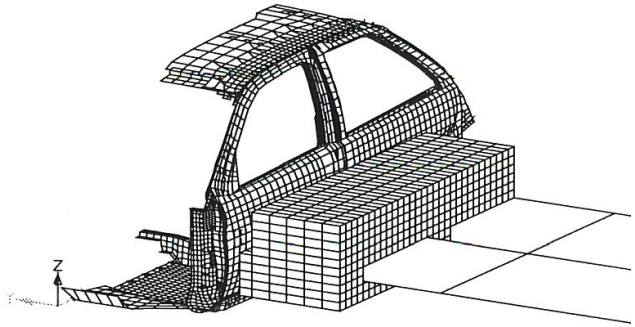
•Моделирование столкновений автомобилей

Поглощение энергии деталями бампера
Энергопоглощающие элементы кузова (лонжероны, усилители дверей ...)
Фронтальное столкновение автомобиля
Боковой удар
Опрокидывание







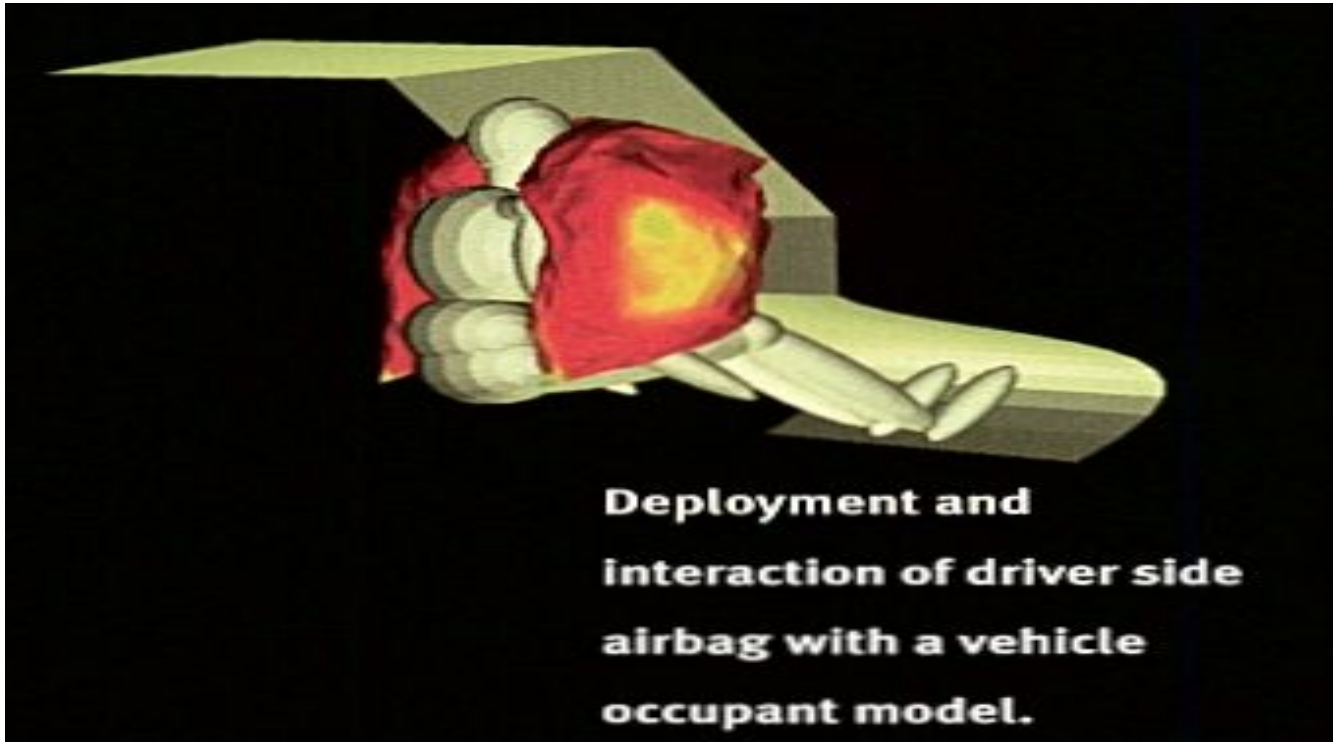


Моделирование бокового удара

ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- **“Защита” пассажира**

“Раскрытие” и наполнение подушек безопасности
Взаимодействие пассажира с подушкой безопасности
Системы, “удерживающие” пассажира (ремни безопасности, элементы защиты коленей)

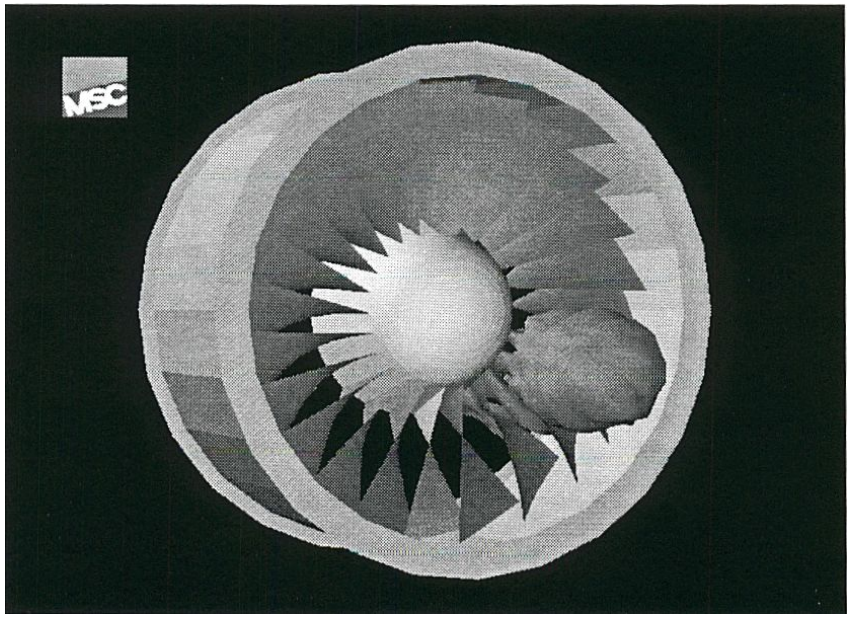


ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- **Ударное воздействие на авиационные конструкции**

  Удар птицы о

  - **Фонарь кабины**
  - **Фюзеляж**
  - **Передние кромки крыльев**
  - **Кожух двигателя**
  - **Лопатки первых ступеней компрессора двигателя**



Моделирование попадания птицы в авиадвигатель

ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

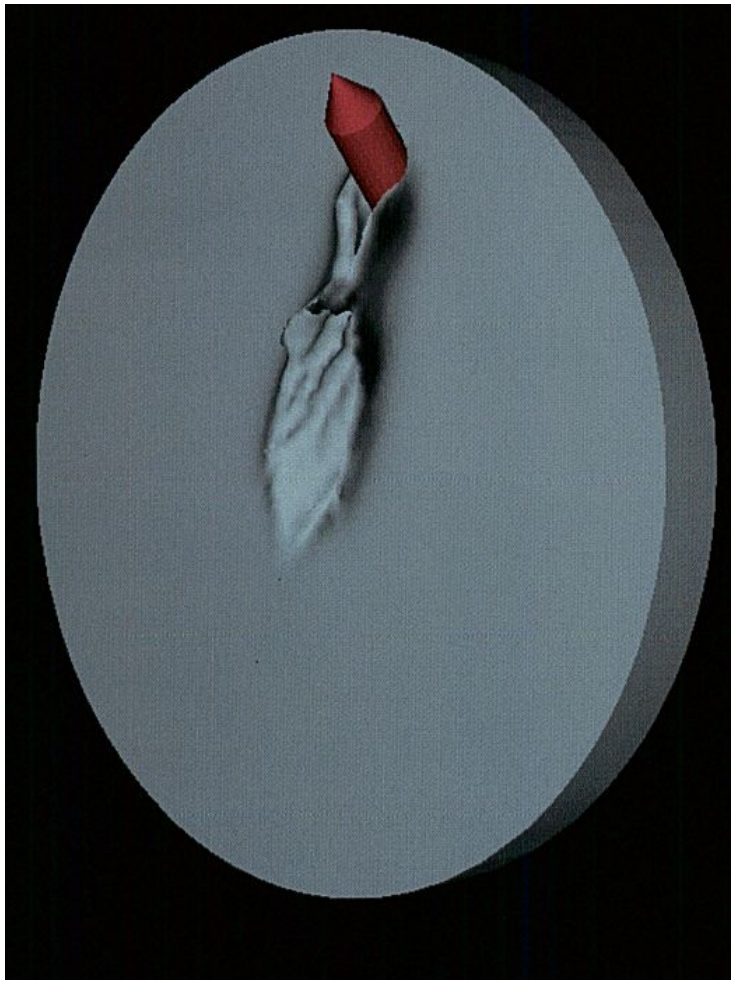
- **Производственные процессы**

  Штамповка взрывом
  Ковка
  Суперпластическое формование
  Вытяжка
  Листовая штамповка

Листовая штамповка

ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- **Моделирование процессов выстрела**
  - **Движение снаряда в стволе**
  - **Работа противооткатных устройств**
- **Моделирование удара и проникания снаряда**
  - **Инициирование взрывателей**
  - **Формирование осколков**
  - **Оценка бронепробиваемости и стойкости брони**



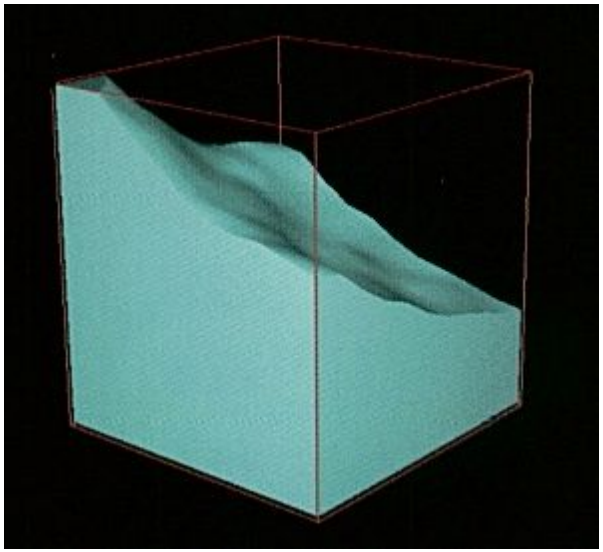
Проникание снаряда

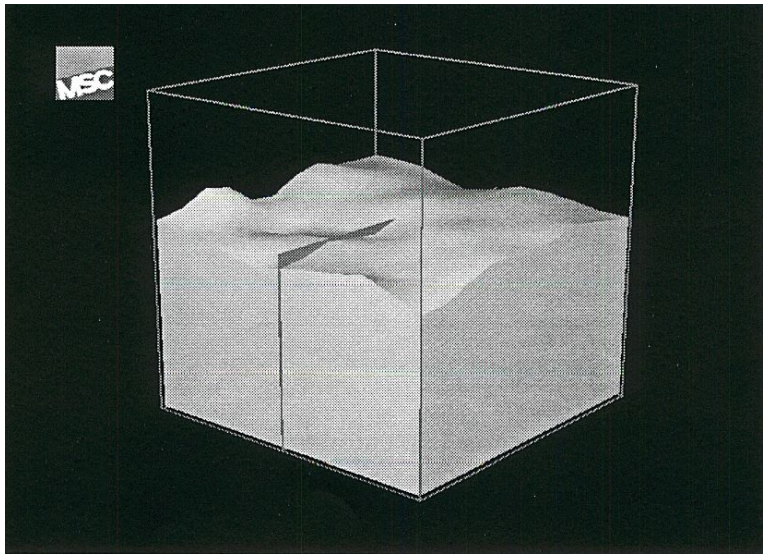
ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- **Столкновение судов**
- **Колебание жидкости при наличии свободной поверхности**

  Car fuel tank sloshing

  Ship tank sloshing

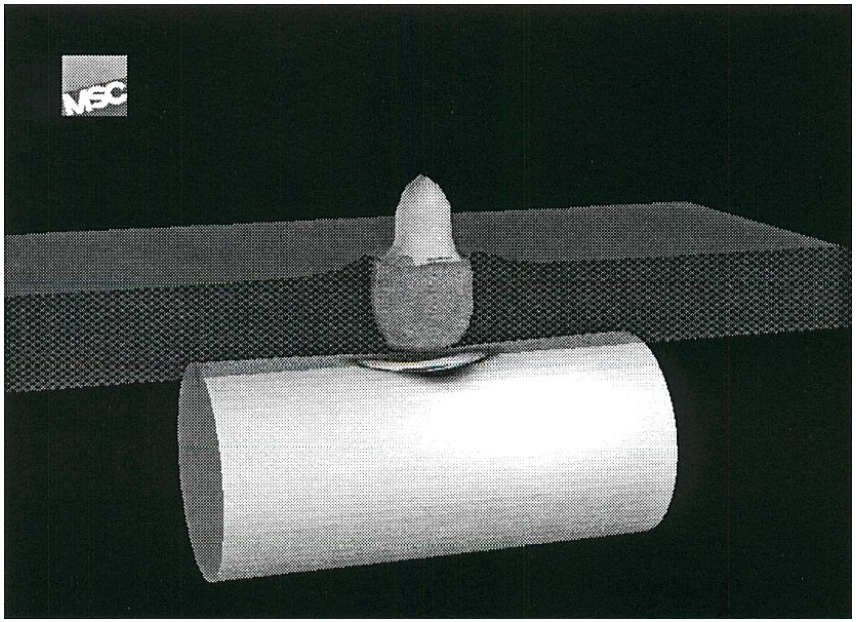


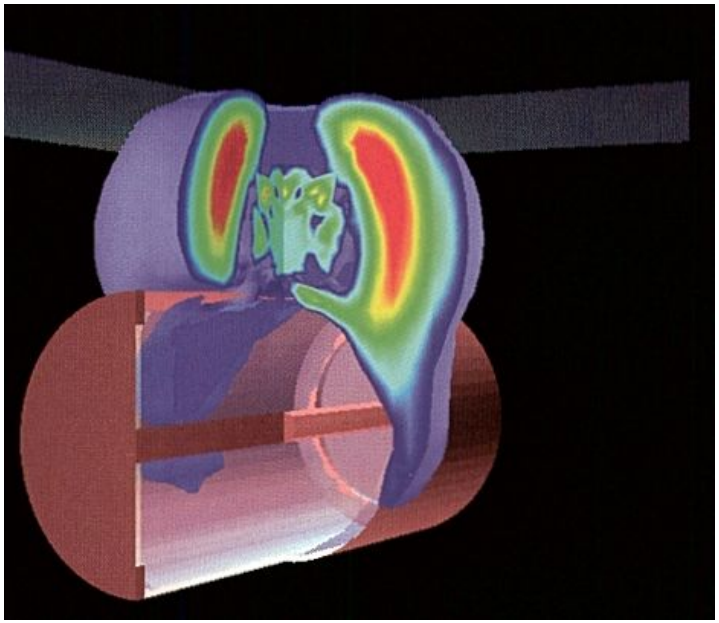


Моделирование колебаний жидкости в баке

ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- **Подводный взрыв**





Подводный взрыв с “выбросом” в атмосферу

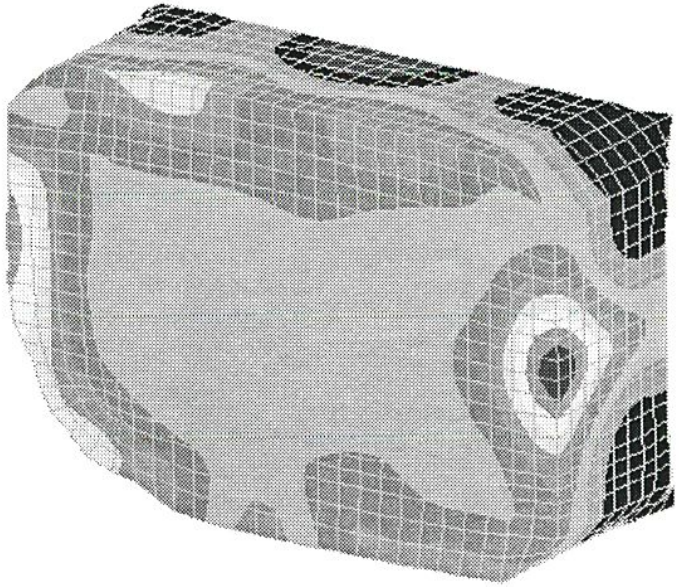
ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- **Реакция конструкции на воздействие взрыва**

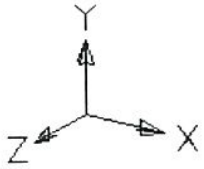
- **Повышение “взрывостойкости” самолётов**

Взрывостойкий контейнер

Компоненты, уязвимые к воздействию взрыва



Взрывостойкий контейнер в багажном отсеке



ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- Анализ происшествий на атомных и химических объектах

  Моделирование разрыва трубопроводов

  Взрывостойкие контейнеры

  Анализ компонентов, уязвимых к воздействию взрыва

  Повреждения при воздействии осколков

- Моделирование ударного воздействия на контейнеры для транспортировки жидких радиоактивных веществ

  Моделирование испытаний “1m” и ”9m” по требованиям IAEA

- Моделирование гиперскоростных соударений

Отличие *явного* и *неявного* методов интегрирования

- **Физическая нелинейность (нелинейность свойств материала)**

Линейные изотропные материалы (металлы) — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Нелинейные изотропные материалы (резины) — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Линейные ортотропные материалы (композиты) — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Идеально-пластичные материалы — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Упругопластичные, упрочняемые материалы (металлы) — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Вязкопластичные материалы (полимеры) — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Частично ортотропные материалы (штамповка) — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Накопление повреждений и разрушение — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Трещинообразование и разрушение — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Взрыв и детонация — MSC.Dytran

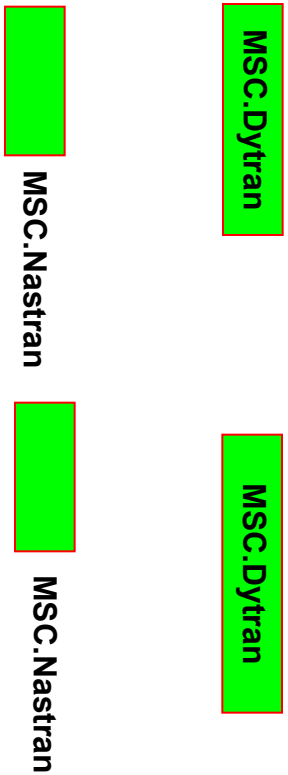
- **Геометрическая нелинейность (большие перемещения и деформации)**

Малые деформации и повороты — MSC.Nastran, MSC.Dytran
Малые деформации и *конечные* повороты — MSC.Dytran
Конечные деформации и повороты — MSC.Dytran
Большие деформации (100% и более) и большие повороты — MSC.Dytran
Течение материала (в т.ч. многофазное) — MSC.Dytran

Отличие *явного* и *неявного* методов интегрирования

- **“Контактная” нелинейность**
  - “Небольшие” зазоры
  - Трение в контакте
  - “Большие” зазоры
  - Контактное взаимодействие поверхностей
  - Самоконтакт поверхностей
  - Взаимодействие конструкции и жидкости

- **Движение (перемещение)**
  - Статическое равновесие без закреплений
  - Квазистатическое равновесие
  - Вибрации, собственные формы
  - Удар и вибрация
  - Распространение волн деформации
  - Распространение ударных волн
  - Динамика
  - Волны детонации



СОСТАВ ПОСТАВКИ (DELIVERY PACKAGE) MSC.Dytran

- **MSC.Dytran**

  MSC.Dytran поставляется на CD в виде *исполняемых* модулей и в виде *объектных* модулей для использования в комплексе с пользовательскими подпрограммами

- **MSC.Dytran User's Manual** (руководство пользователя)

- **MSC.Dytran Example Problem Manual** (примеры решаемых задач)

  Примеры решаемых задач поставляются также на инсталляционном CD

- **MSC.Dytran Installation and Operations Guide** (руководство по инсталляции и эксплуатации MSC.Dytran)

- **MSC.Dytran Release Notes** (описание новых возможностей программы)

WEB РЕСУРСЫ MSC ПО ПРОГРАММЕ MSC.Dytran

Посетив нашу Web-страницу по адресу http://www.mscsoftware.com, Вы получите:

- Информацию о продуктах MSC.Software, включая MSC.Dytran
- Поддержку (помощь):
  - e-mail: mscdytran.support@mscsoftware.com
  - TAN (Technical Application Notes) – документация с обсуждением наиболее часто встречающихся вопросов использования программного обеспечения
  - Обновления программного обеспечения (Service Packs)
  - Доступ к дискуссионному *форуму* пользователей
  - Расписание семинаров по обучению работе с продуктами MSC
- Возможность разместить заказ на проведение инженерного анализа и предложить свои услуги по выполнению подобной работы (“Engineering Exchange”)