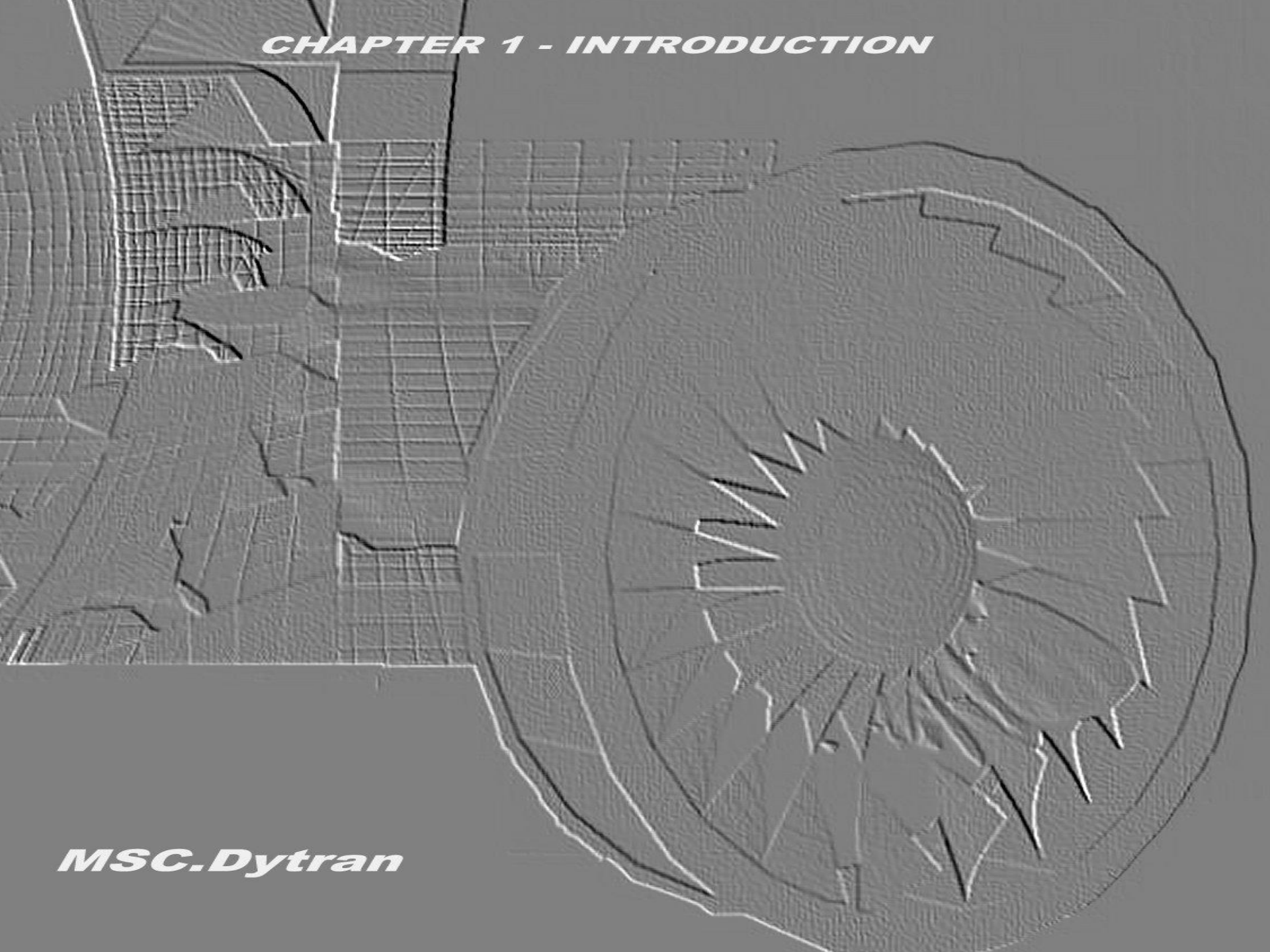


***CHAPTER 1 - INTRODUCTION***



***MSC.Dytran***

## Содержание

Цель данного курса обучения

История MSC.Dytran

Основные положения

*Лагранжева и Эйлера 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)

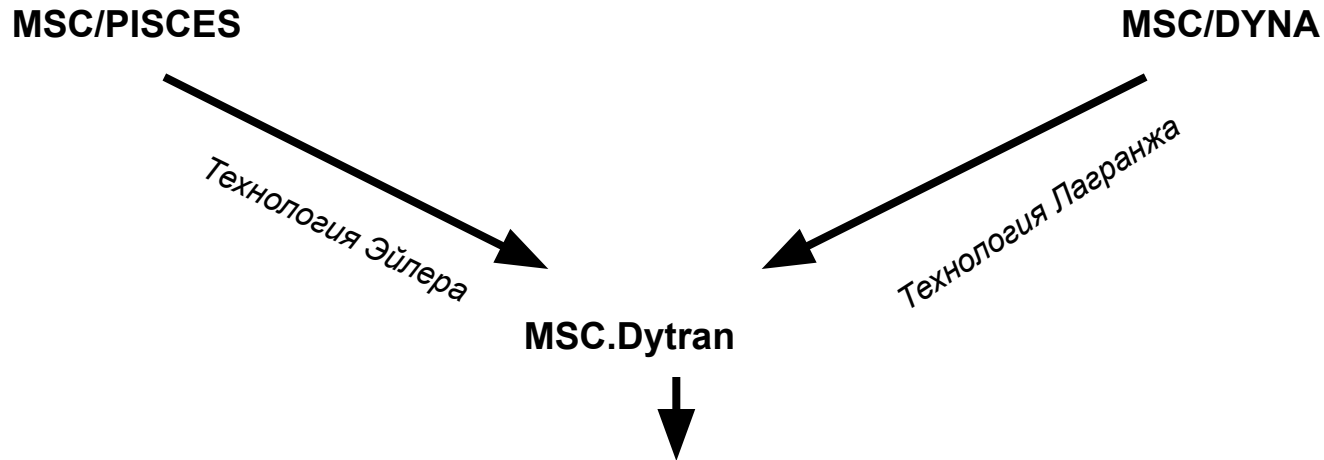
Web ресурсы MSC

## 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

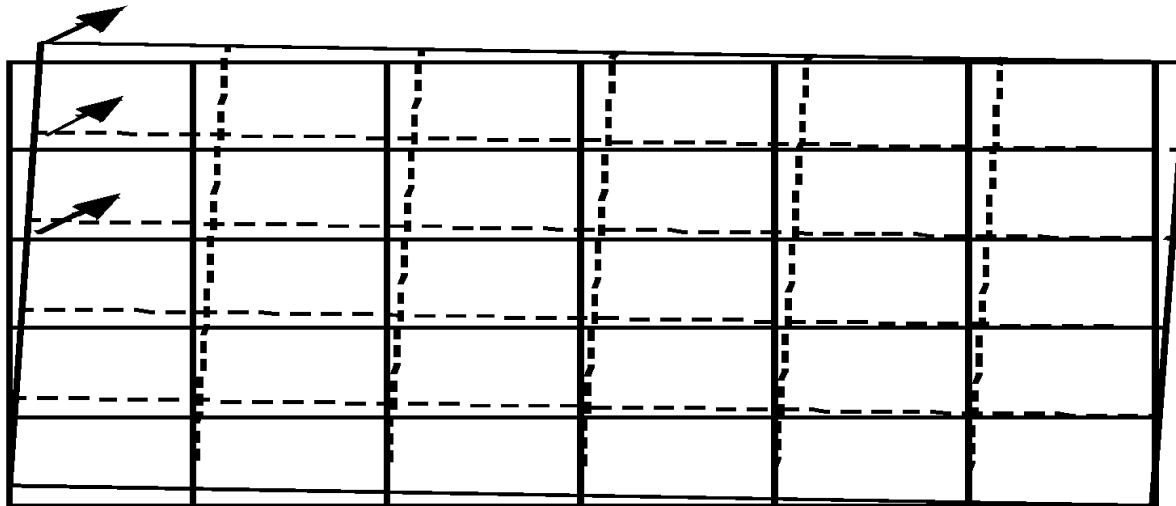
- Конечно-элементная формулировка

*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

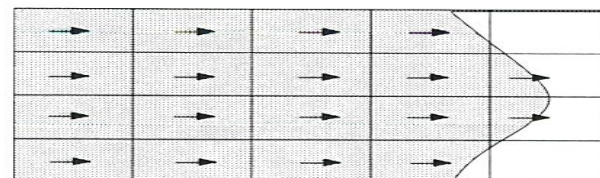
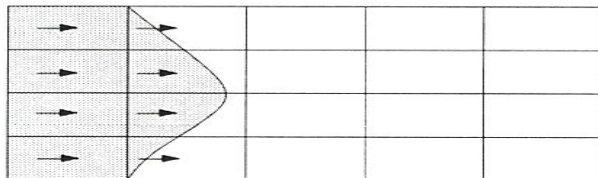
Эйлерова сетка используется для моделирования части задачи, представляющую *жидкости и газы*

- *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

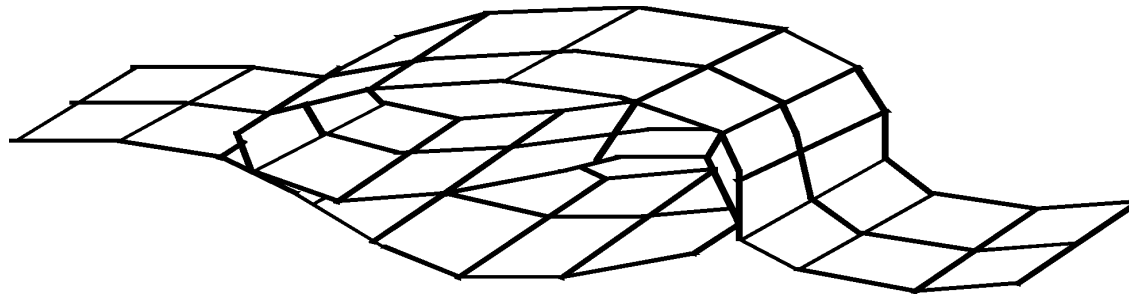


## КОНТАКТ

Slave  
Segments

Master  
Segments

### Контакт двух поверхностей

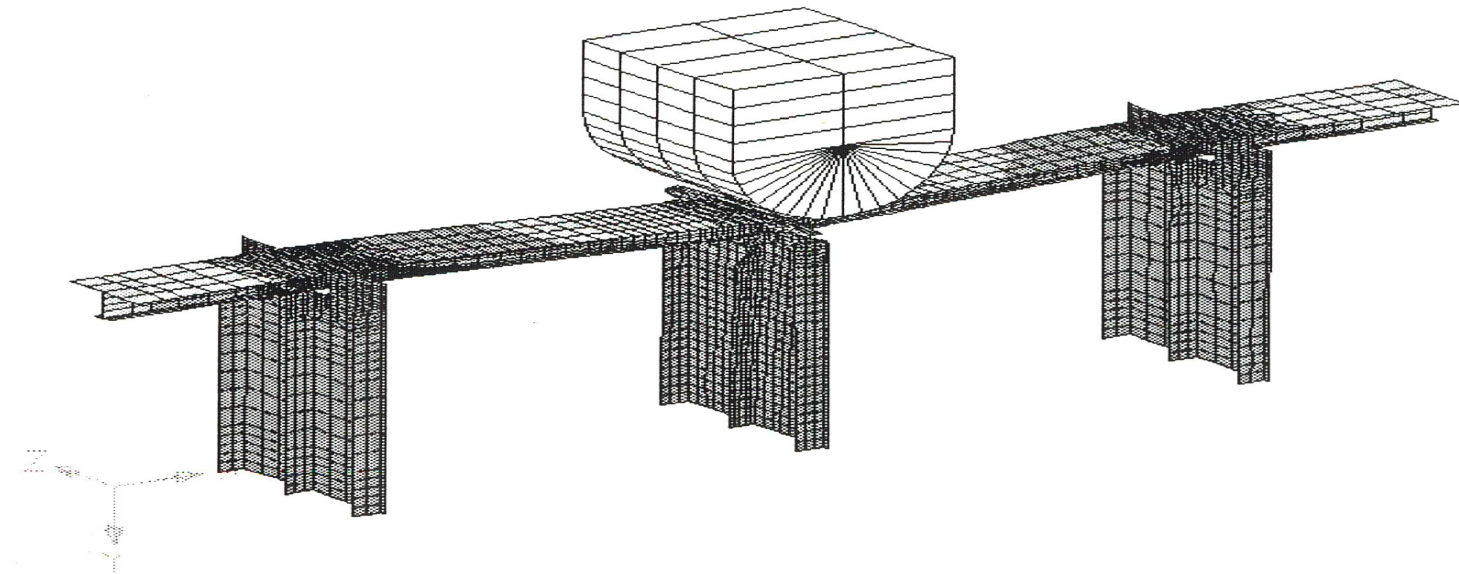


### Самоконтакт поверхности

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



## ПРИМЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИИ “САМОКОНТАКТ”



## ОБОБЩЁННЫЙ АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

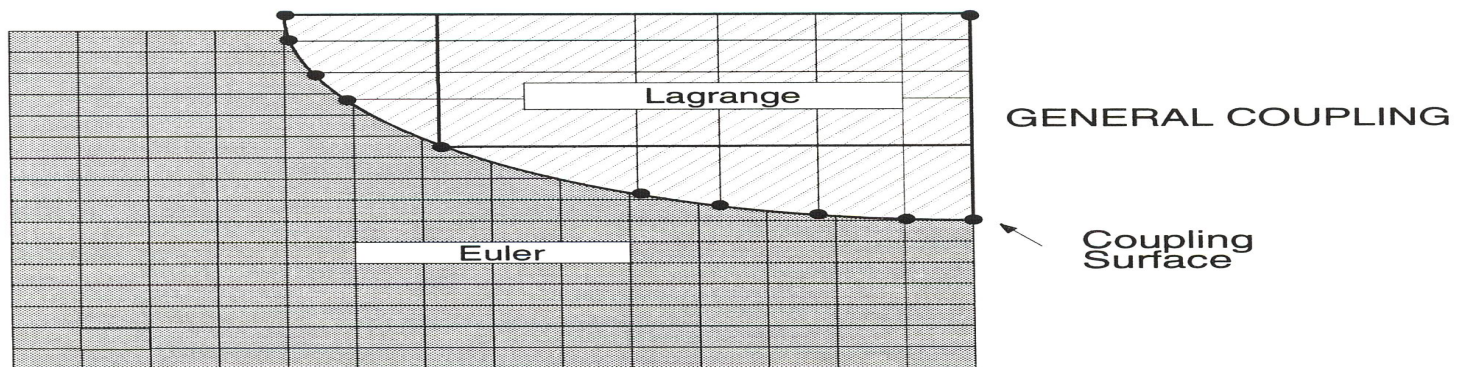
- Взаимодействие конструкция-жидкость

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

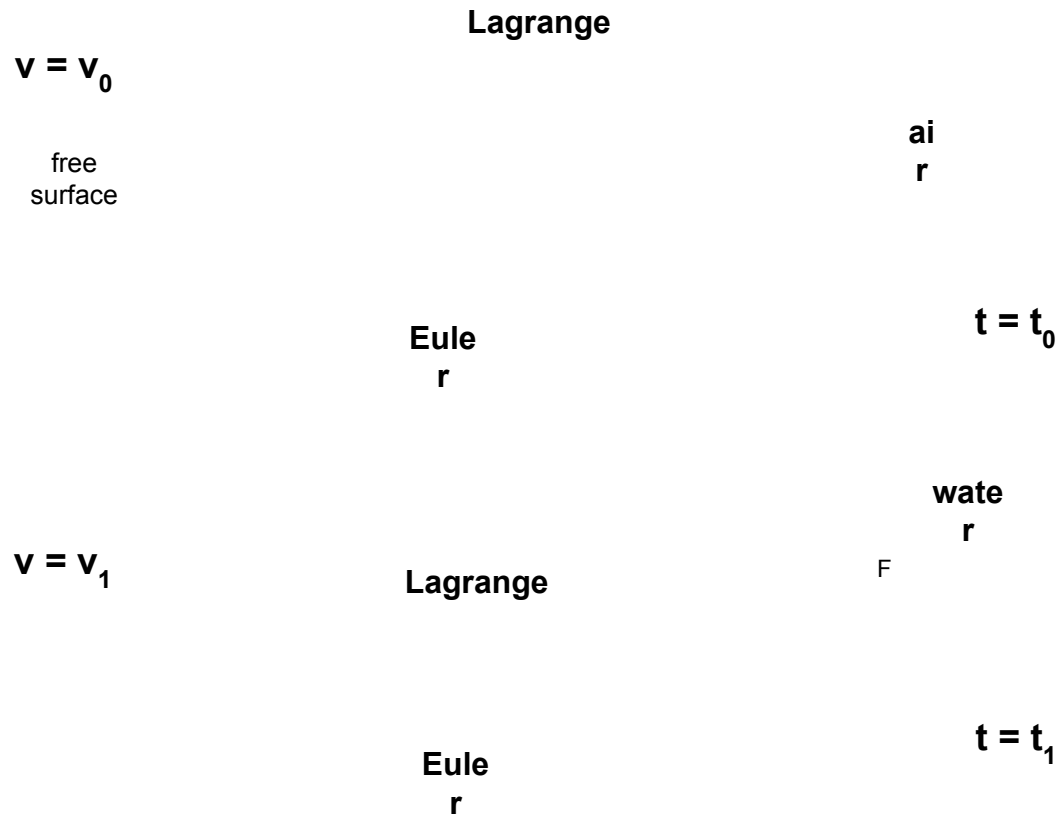
- Произвольный характер перемещения

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

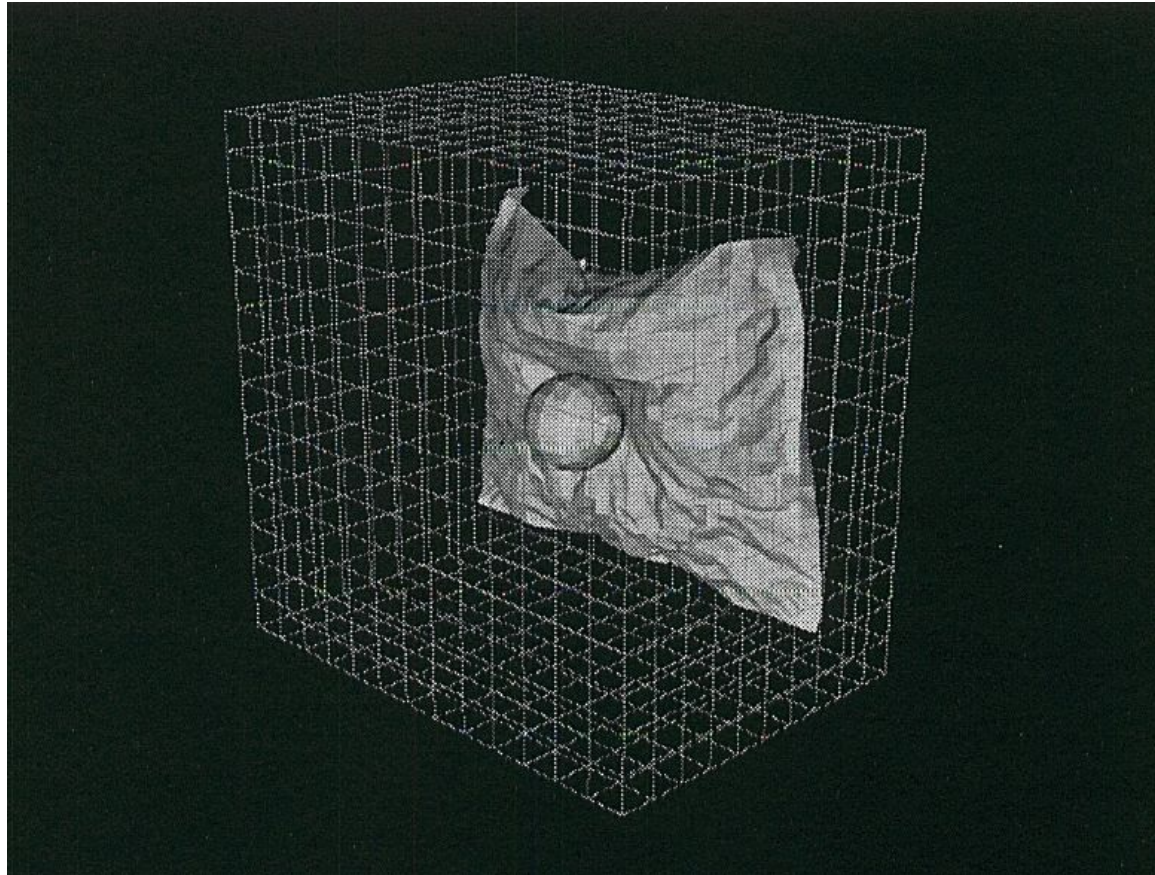
- Лагранжева сетка действует как граница течения материала в эйлеровой сетке
- Эйлерова сетка “нагружает” конструкцию



# ОБОБЩЁННОЕ ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВО (FLUID-STRUCTURE) ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ



## ПРИМЕР ОБОБЩЁННОГО ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



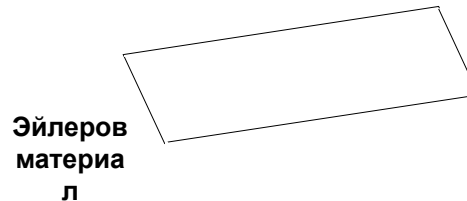
Моделирование “раскрытия” подушки безопасности

## “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”

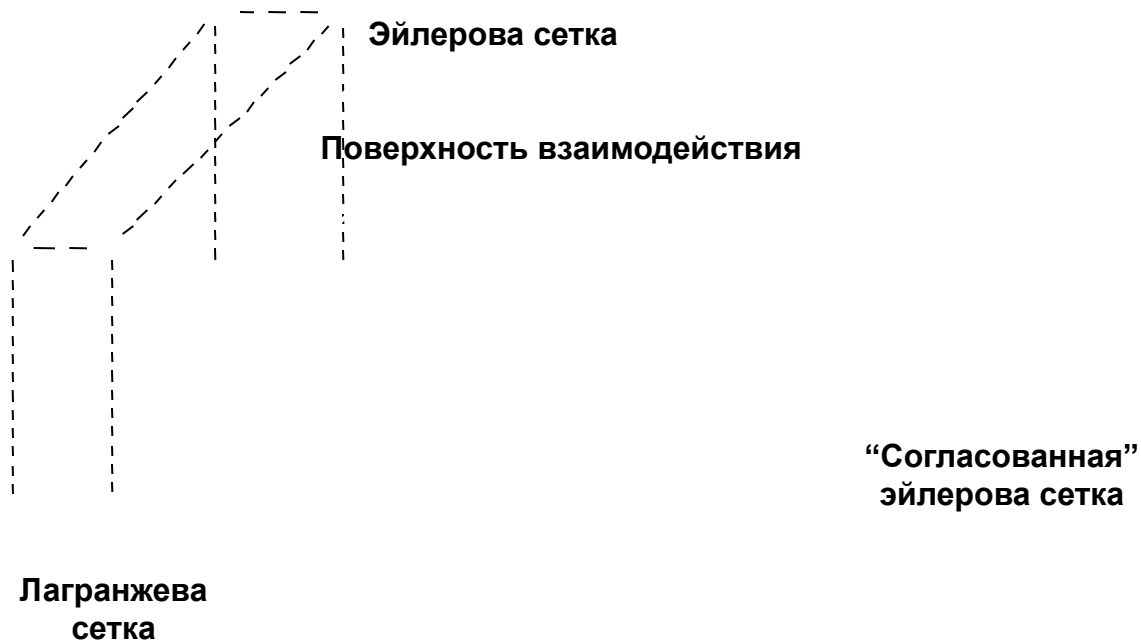
Взаимодействие по методу ALE

Лагранжева сетка

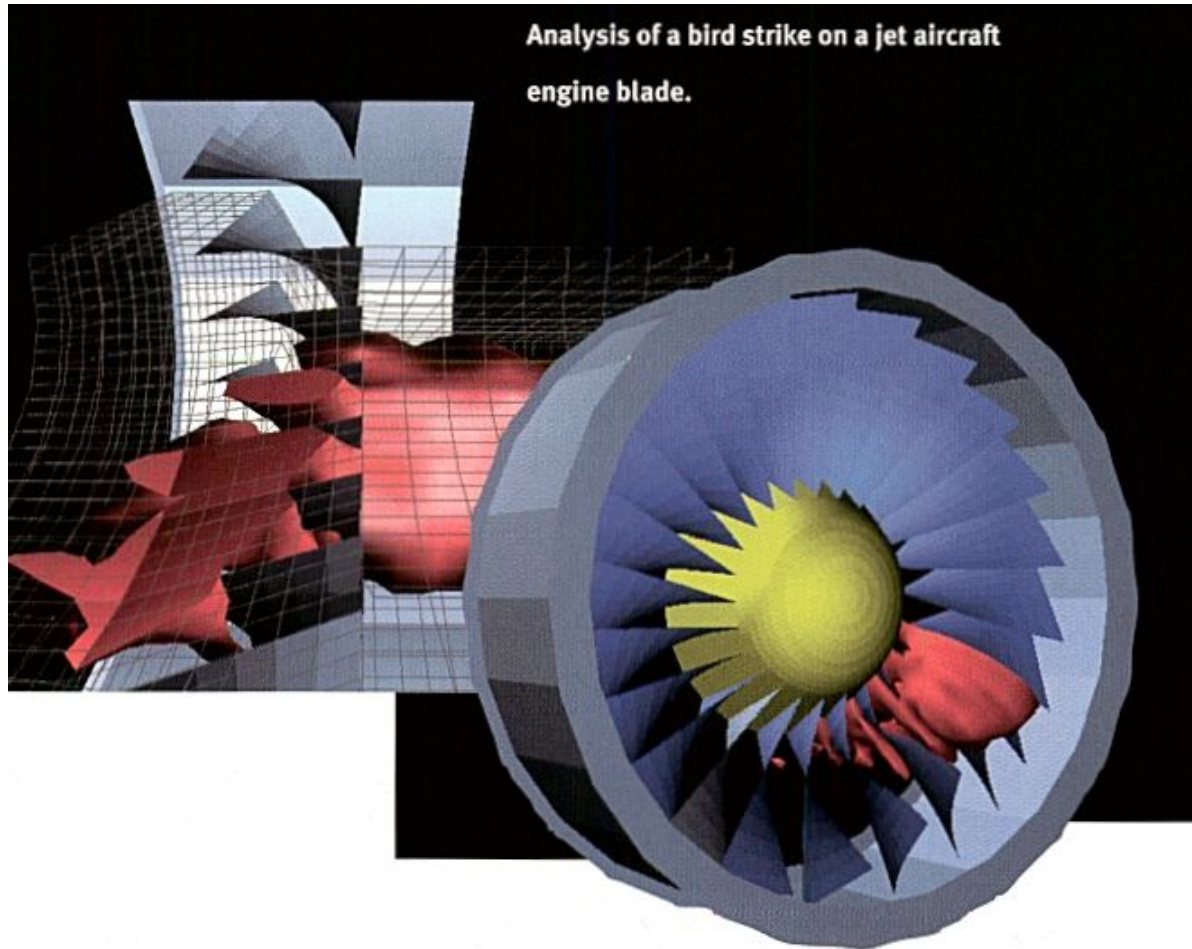


## “ПРОИЗВОЛЬНОЕ” (ARBITRARY) ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (ALE)

- 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

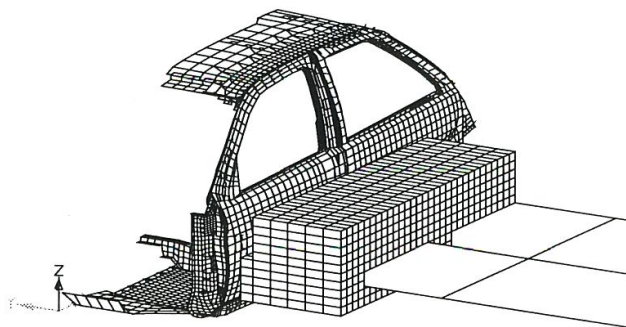
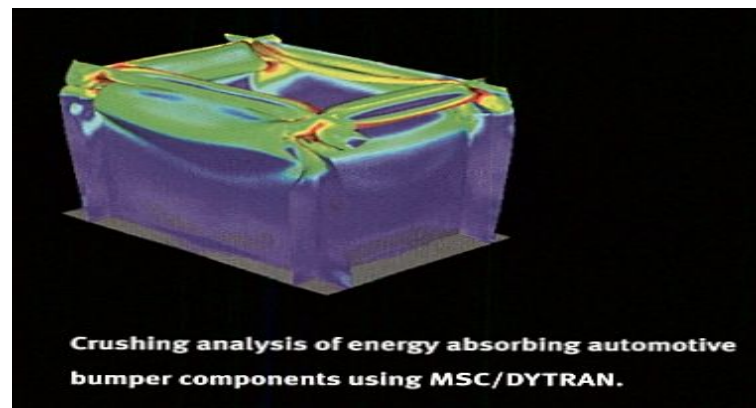
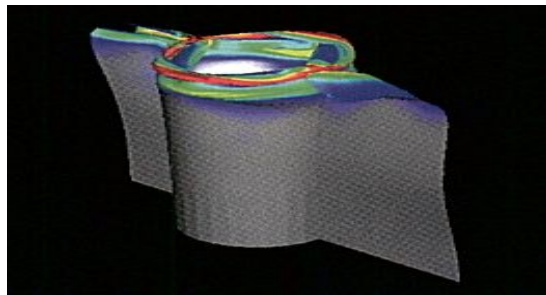
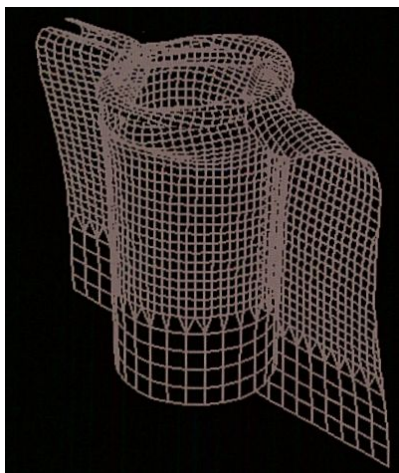


Моделирование попадания птицы в авиадвигатель

## 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



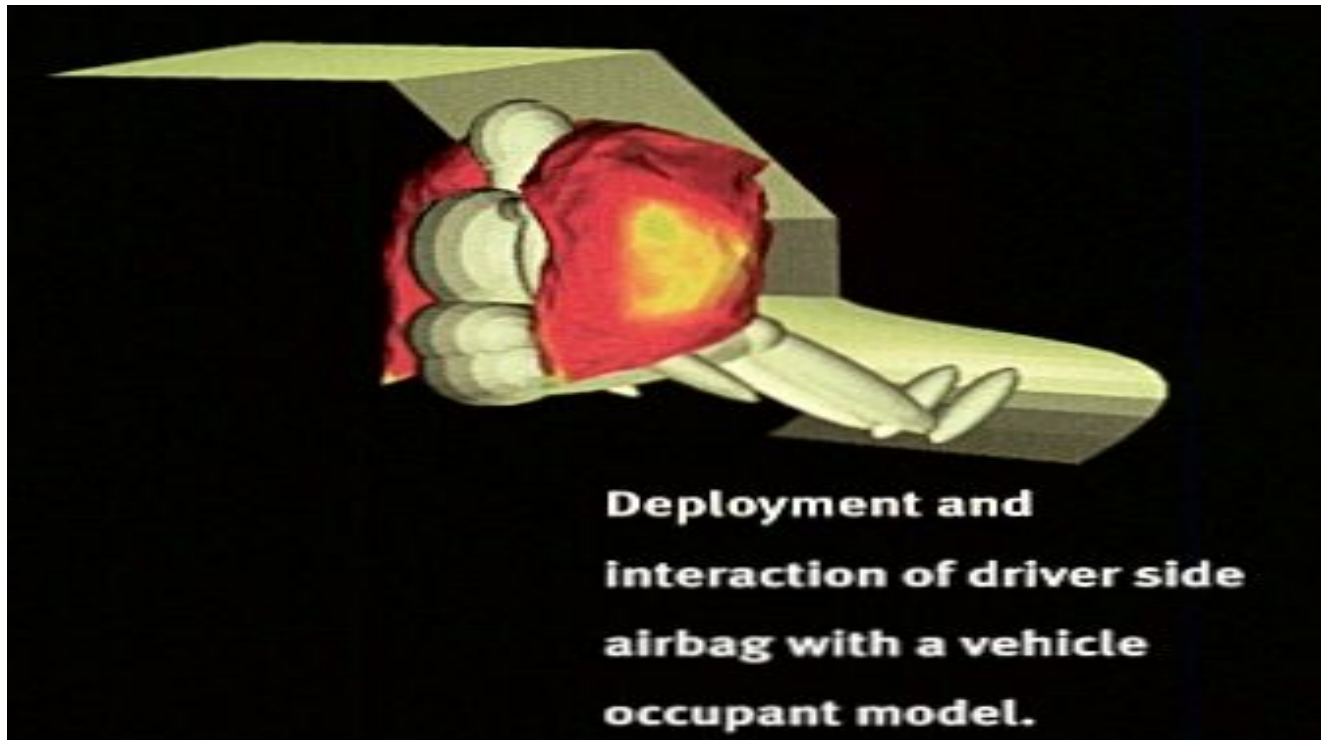
## ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- “Защита” пассажира

“Раскрытие” и наполнение подушек безопасности

Взаимодействие пассажира с подушкой безопасности

Системы, “удерживающие” пассажира (ремни безопасности, элементы защиты коленей)

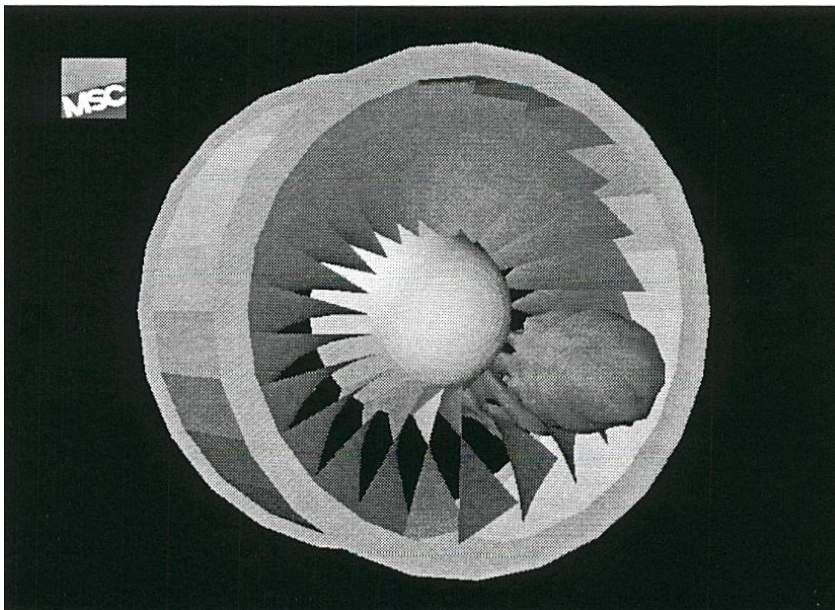


## ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- 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

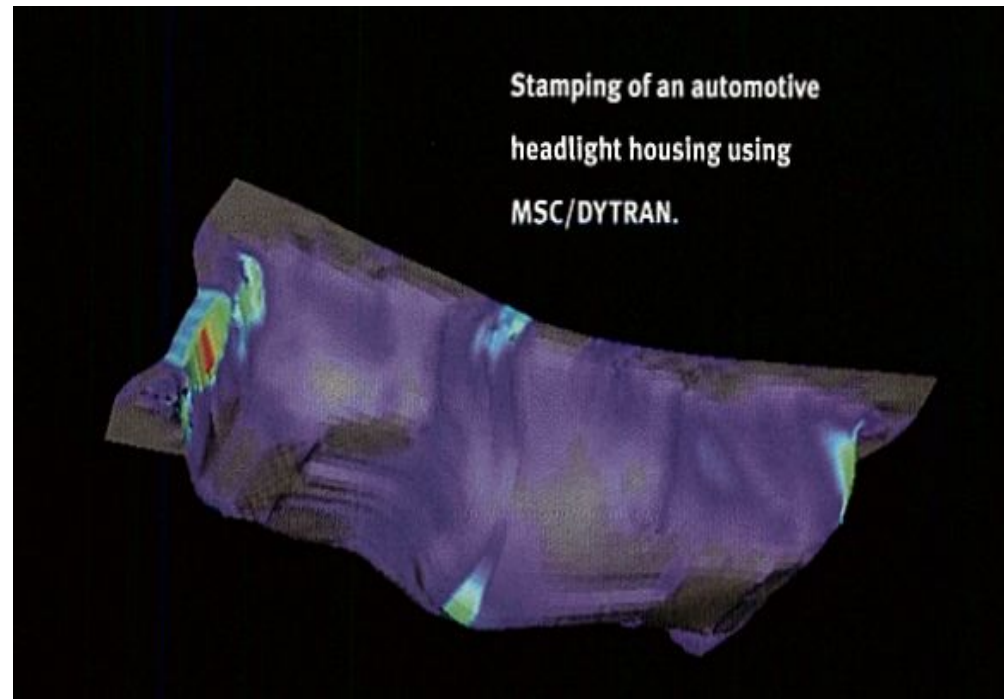
- Штамповка взрывом

- Ковка

- Суперпластическое формование

- Вытяжка

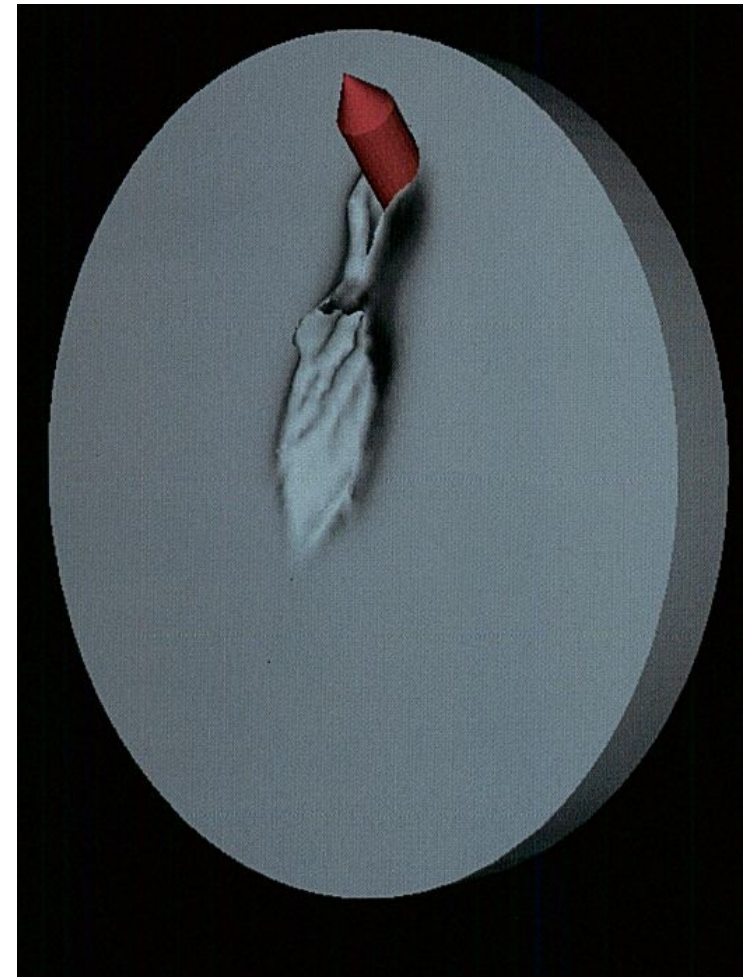
- Листовая штамповка



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



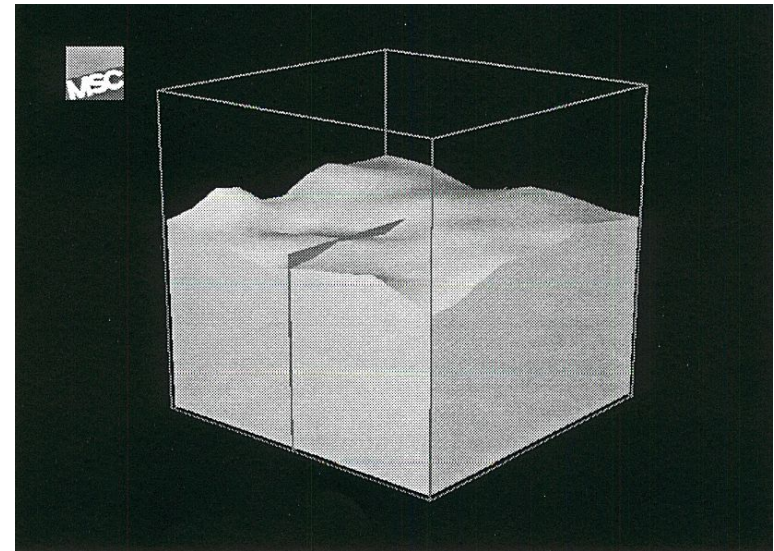
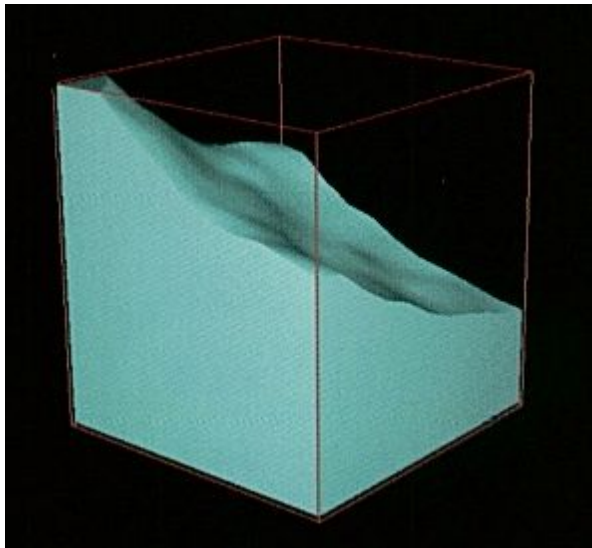
Проникание снаряда

## ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- Столкновение судов
- Колебание жидкости при наличии свободной поверхности

Car fuel tank sloshing

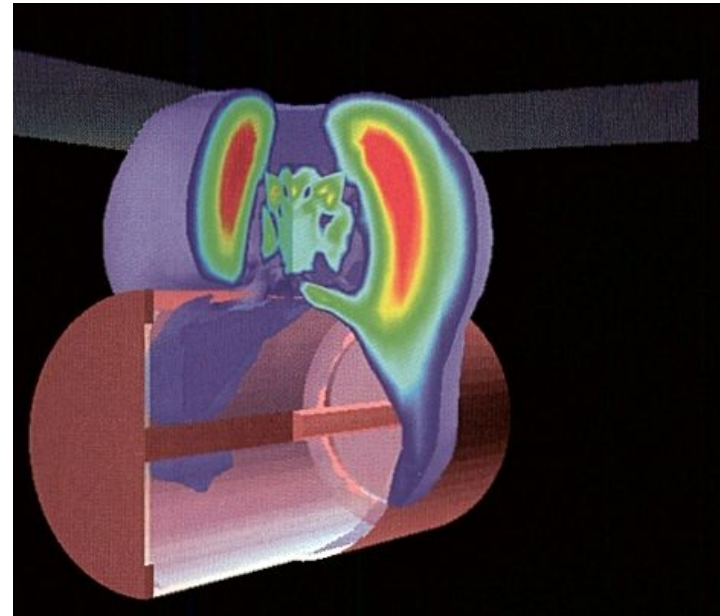
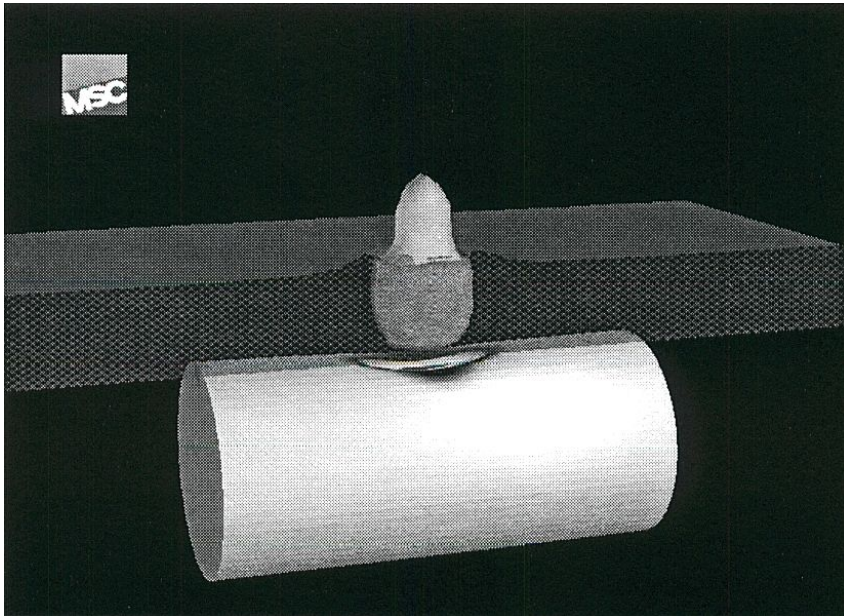
Ship tank sloshing



Моделирование колебаний жидкости в баке

## ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

- Подводный взрыв



Подводный взрыв с “выбросом” в атмосферу

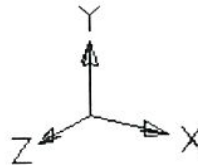
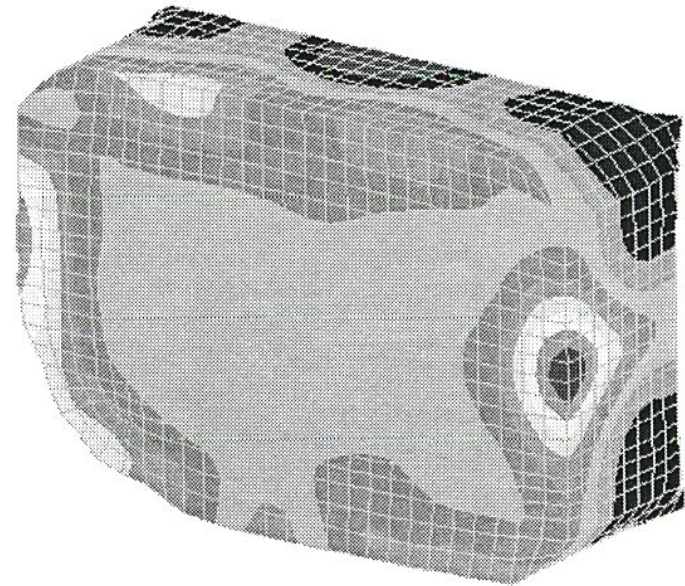
## ПРИМЕРЫ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ

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

MSC.Nastran

MSC.Dytran

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

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

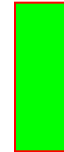
MSC.Nastran

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



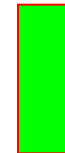
MSC.Nastran



MSC.Dytran

- Движение (перемещение)

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



MSC.Nastran



MSC.Dytran

## 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](mailto: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”)