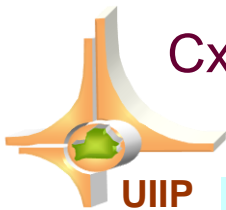


# Машинная графика Computer Graphics

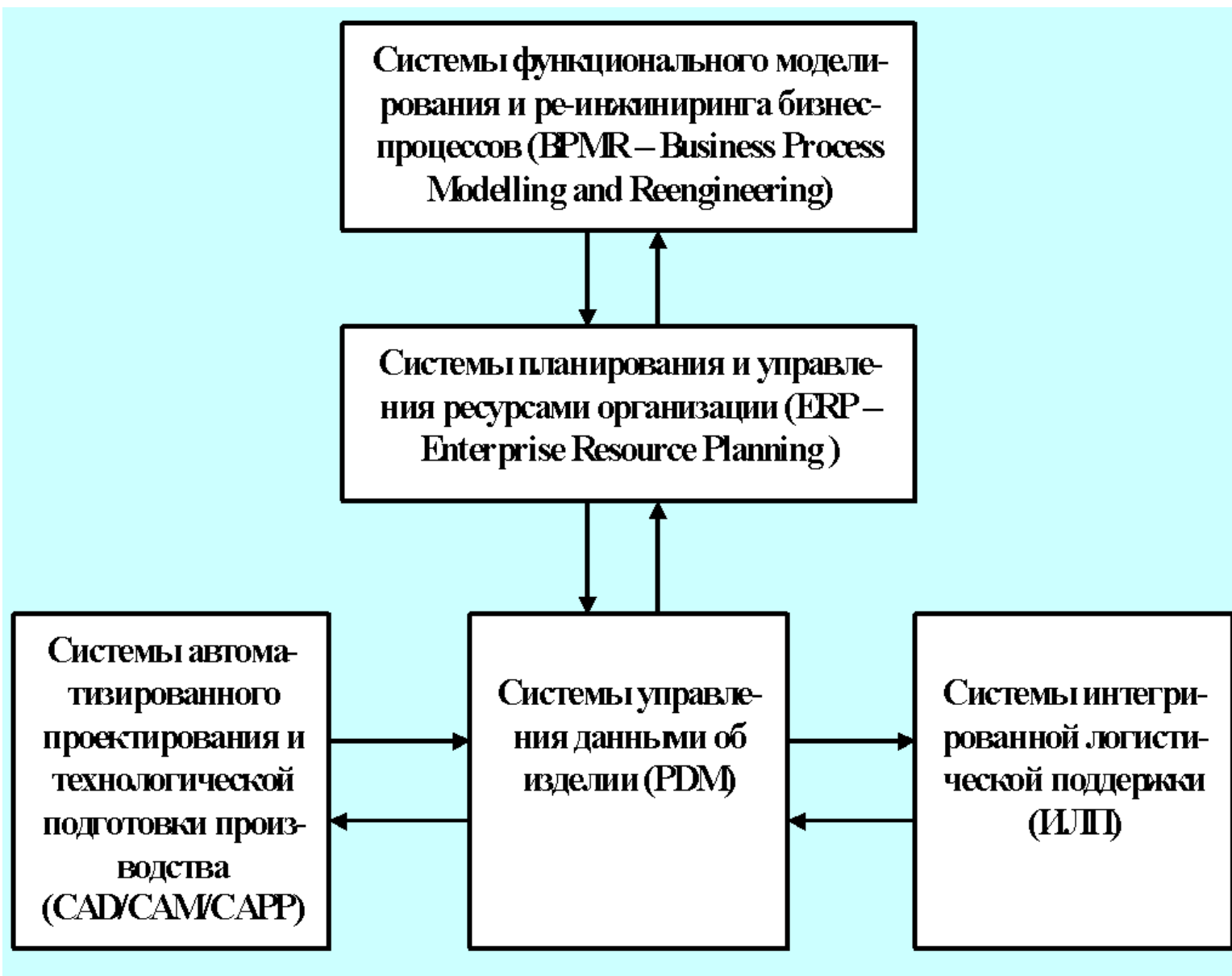
Лекция 20

**Примеры.**

**Моделирование машиностроительных  
объектов**

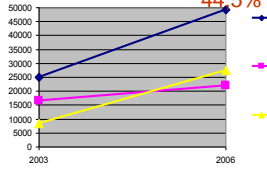


# Схема информационного взаимодействия компонентов CALS-систем



# ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЙ ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ

**производство МТЗ в 2006 году**  
 Объем производства – 49 322 трактора  
 43 модели  
 Объем производства старых моделей – 44,5%

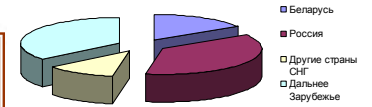


**Маркетинг**

**Расширение территории, знакомой с продукцией РУП «МТЗ»**



**Производство МТЗ в 2006 году**  
 По данным за декабрь 2006 года  
 продукция поставлялась в 24 страны



**Утилизация**

**Эксплуатация**

**Реализация**

**Проектирование**

**Производство**

**Подготовка производства**

Двухпоточная гидрообъемная трансмиссия

Создание спецификаций машино- и тракторо-комплектов  
 Конфигурируемость электронных спецификаций

Подсистема технической поддержки пользователей продукции ПО «МТЗ»

Базовые компоненты тракторов серий 500/800/900 и БЕЛАРУС-922

Облицовки тракторов БЕЛАРУС-2522 и БЕЛАРУС-921/922

Подсистема управления заказами

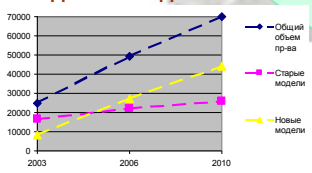
Прочностной расчет рукава заднего моста трактора БЕЛАРУС-1025

Прочностной расчет барабана трактора

Зубчатые передачи

Производство должно обеспечить много и разного товара

Бизнес-план МТЗ до 2010 года

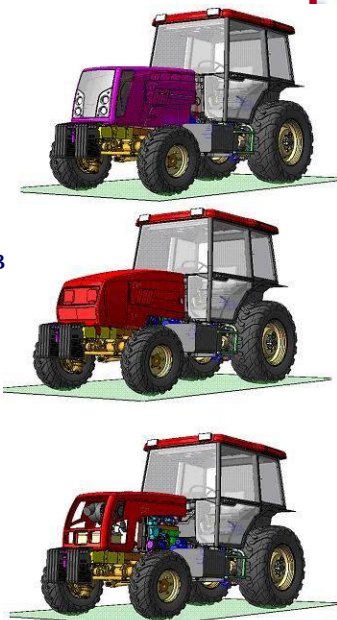


Рост может происходить за счет новых моделей и новых производств



# Результаты проектирования в интегрированной трехмерной среде

Компоновки  
нескольких вариантов  
новых моделей  
тракторов



Дизайн-проекты, компоновочные привязки и 3D-модели новых  
облицовок для тракторов БЕЛАРУС-2522 и БЕЛАРУС-921/922



Эскизный проект трактора тягового  
класса 4 (БЕЛАРУС-2325)

# Автоматизировано создание спецификаций машино-комплектов на основе контрактных спецификаций комплектаций



# Разработан программный комплекс «Сайт предприятия товаропроводящей сети РУП «МТЗ»

оформление заказа

Диалоговое окно веб-страницы

Комплектация модели БЕЛАРУС-82.1

**Ваши изменения были сохранены**

|                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Паспорт и сервисная книжка       | Паспорт и сервисная книжка (С) |
| Исполнение климатическое         | тропическое                    |
| Пневмооборудование               | Привод однопроводный           |
| Шторка радиатора                 | Шторка радиатора               |
| Система обледенения пуха         | ЭАП                            |
| Система пуска                    | 12В                            |
| Накладки ИС                      | Безнабесствые                  |
| Ограничение скорости             | без ограничения                |
| Давление                         | Давление в                     |
| Давление в магистрали управления | не уст-ся в станд. компа.      |
| Пневмопереходник                 | Давление в                     |
| Давление в магистрали управления | Давление в                     |
| Узлы пневмооборудования          | Без пневмопереходника          |
| Узлы узлы колеса                 | Кран и головка                 |
|                                  | 16.5R24                        |

on-line-консультирование

Задайте вопрос консультанту

Выберите консультанта:

К сожалению, ни один из консультантов не доступен в данный момент. Задайте вопрос и подождите появления консультанта.

Цель вопроса:

Попкупка товаров  
Попкупка товаров  
Обращение за помощью

Заполните анкету

Тип климата:

Умеренный

Рельеф:

Равнинный

Область использования:

Сельское хозяйство

[Продолжить](#)

поиск по каталогу

оформление заявки на  
техническую поддержку

Новая заявка

1. Выберите товар, по которому у Вас возникли проблемы (если товара нет в списке его следует [зарегистрировать](#)):

Товар: БЕЛАРУС-2022 (2022-11)

2. Опишите возникшую проблему:

Тема заявки: Дворники

Описание: Не работает правый дворник. В чем может быть причина?

[Отправить заявку](#)

## НАВИГАЦИЯ

Серия 1200  
БЕЛАРУС-1222  
БЕЛАРУС-1221

## ФУНКЦИИ

## Технические параметры

### Общее описание

### Фотогалерея

### Комплектация модели

### Документы

## ОТЗЫВЫ О МОДЕЛИ



БЕЛАРУС-1221

(Цена договорная)



## Технические характеристики

|  | Двигатель                                |
|--|--|
| Модель   | 260.2С                                   |
| Мощность кВт (л.с.)  | 96 (130)                                 |
| Номинальная частота вращения об/мин                              | 2100                                     |
| Число цилиндров  | 6  |
| Равный объем, л  | 7,12                                     |
| Максимальный крутящий момент при 1400 об/мин, Н.м (кгс.м)        | 500 (51)                                 |
| Удельный расход топлива при номинальной мощности, г/кВтч (л/с.ч) | 226 (166)                                |
| Коэффициент запаса крутящего момента, %                          | 20                                       |
| Емкость топливного бака, л                                       | 160                                      |
| Диаметр цилиндра, мм   | 110                                      |
| Ход поршня, мм   | 125                                      |
|  | Трансмиссия                              |
| Задний ВОМ   | 1000                                     |
| независимый II, об/мин   |  |
| Муфта сцепления  | Сухая, двухдисковая, постоянно-замкнутая |

# Интегрированная информационная среда РУП «МТЗ»

Модули интеграции БКИ с КИС

Банк конструкторской  
информации  
(БКИ)

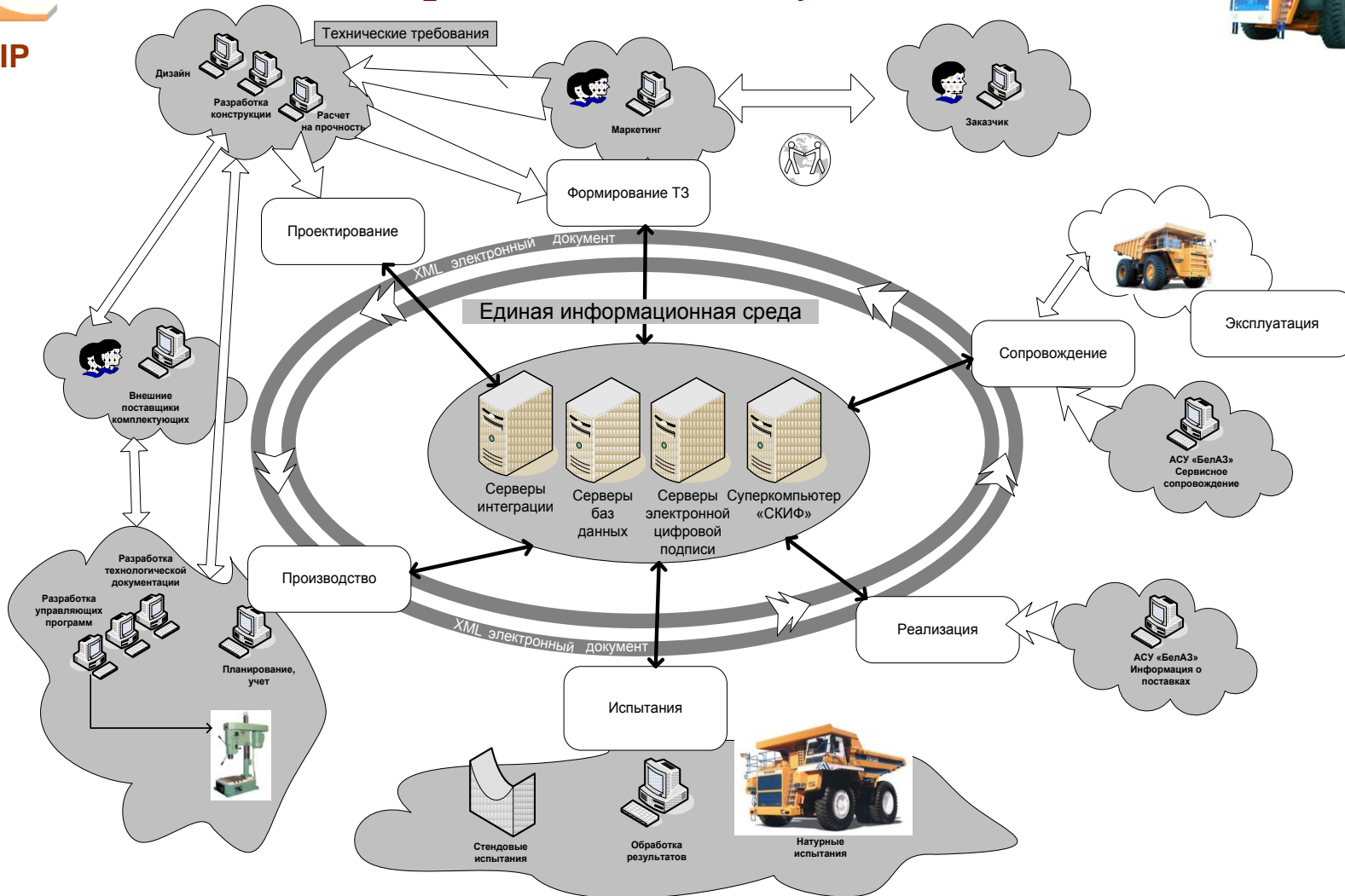
Корпоративная  
информационная система  
(КИС)



Модули интеграции КИС  
и сайта ТПС



# Единая информационная среда подразделений и служб БелАЗ

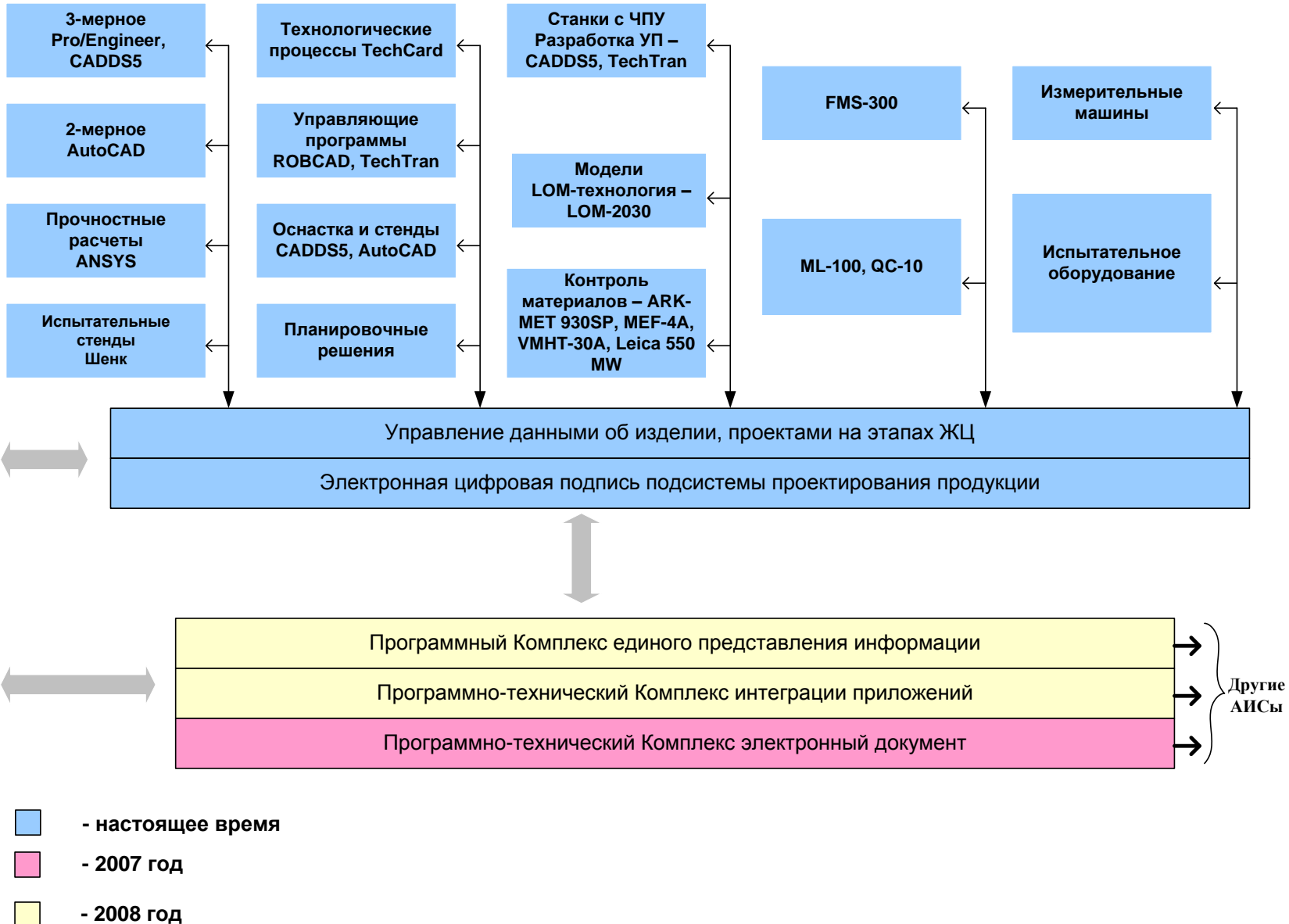






# Структура КИС CALS BELAZ

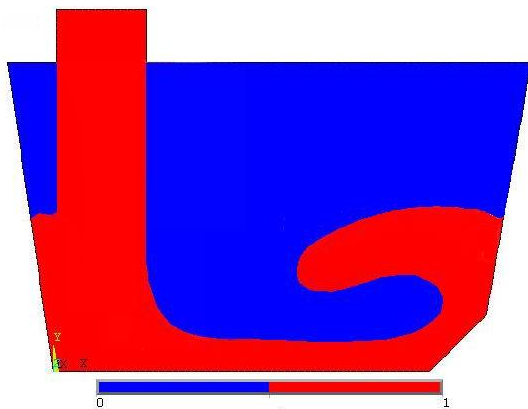
## Проектирование продукции



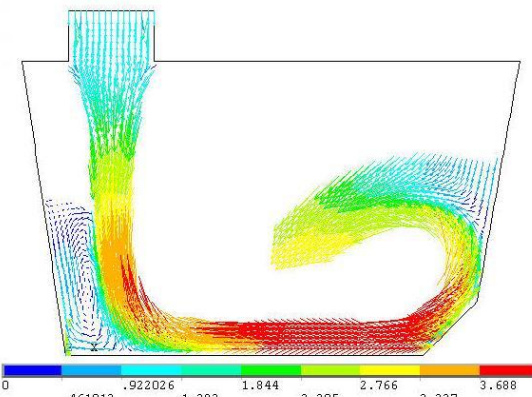


# Моделирование гидродинамических процессов в проковше (БМЗ)

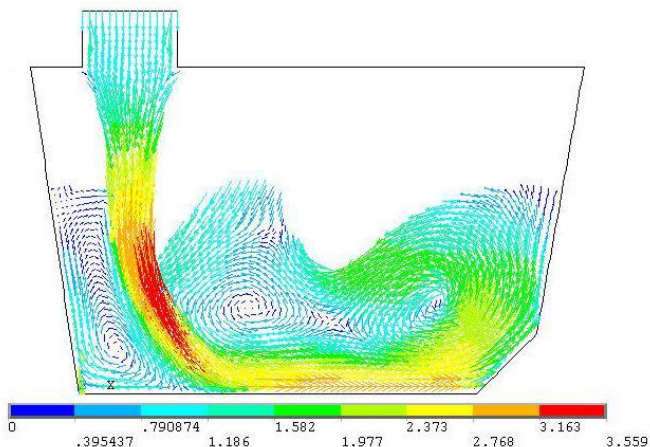
БНТУ



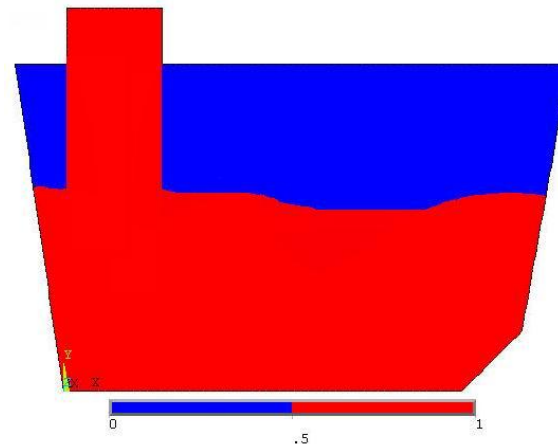
**Начальное заполнение металлом проковша**



**Векторы скоростей потока металла через 1 с после начала заполнения проковша**



**Векторы скоростей потока металла через 4 с после начала заполнения проковша**



**Положение металла в проковше по окончании заполнения (до уровня 700 мм через 5 с после пуска металла)**



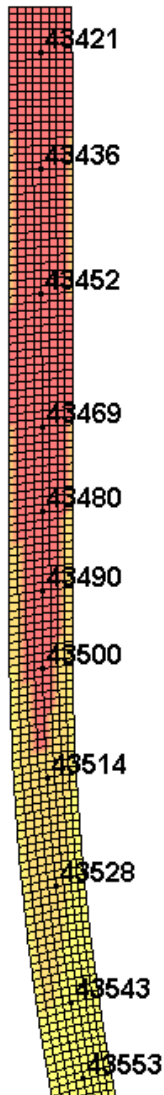
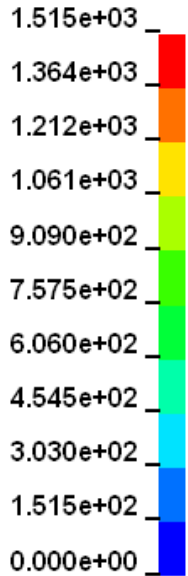
# Расчет распределения температуры вдоль полосы при непрерывном литье заготовок (БМЗ)

БНТУ

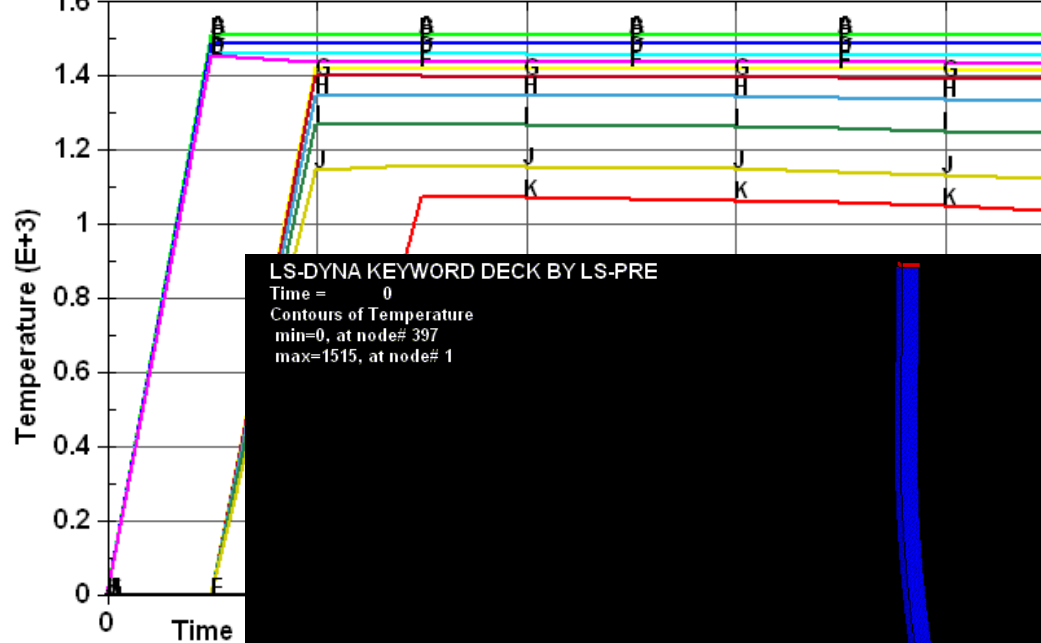
## LS-DYNA KEYWORD DECK BY LS-PRE

Time = 4.9983  
Contours of Temperature  
min=0, at node# 77978  
max=1515, at node# 94

### Fringe Levels



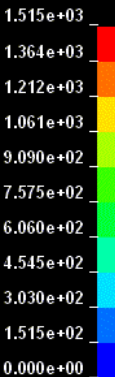
## LS-DYNA KEYWORD DECK BY LS-PRE



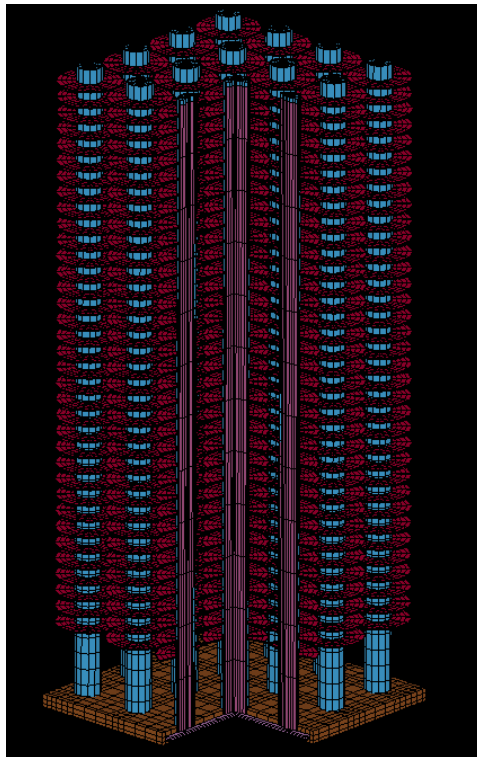
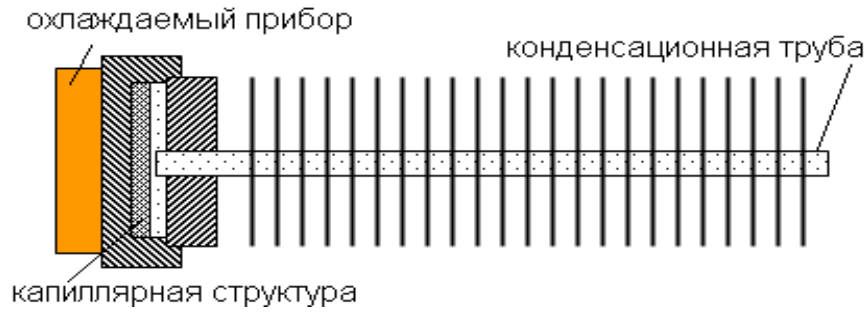
## LS-DYNA KEYWORD DECK BY LS-PRE

Time = 0  
Contours of Temperature  
min=0, at node# 397  
max=1515, at node# 1

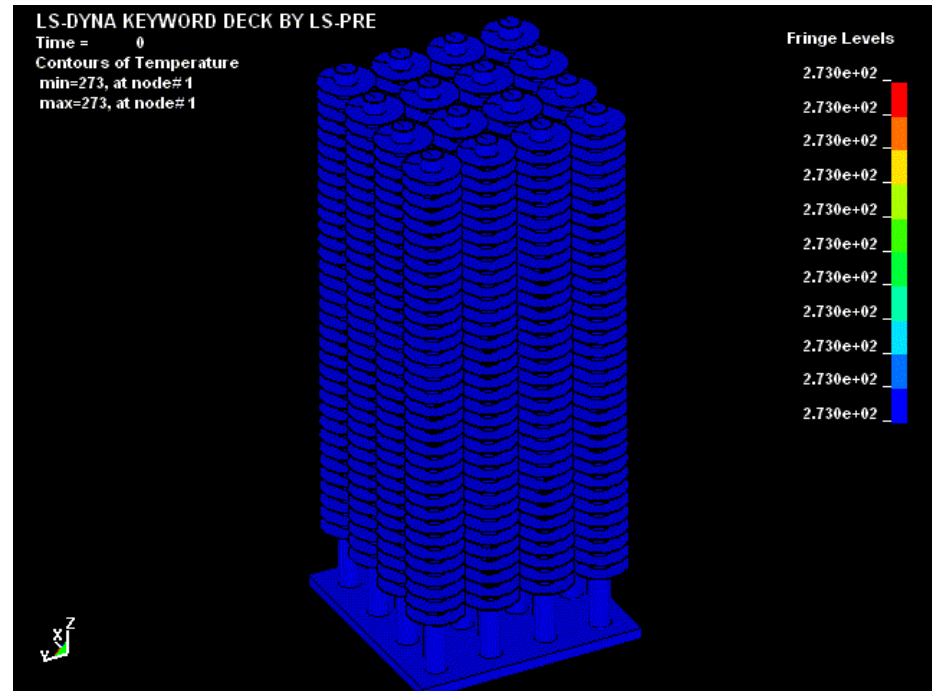
### Fringe Levels



# Моделирование комплектов тепловых труб



Конечно-элементная модель массива тепловых труб с общей нагревательной частью

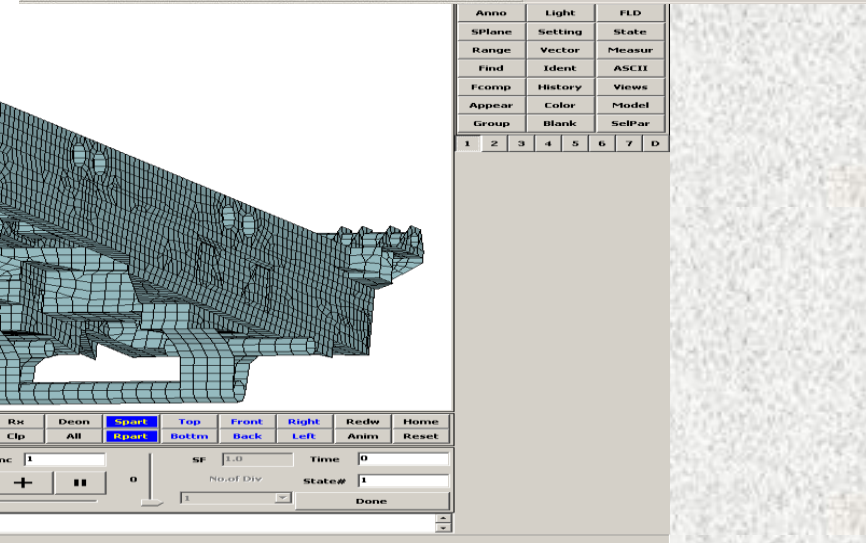
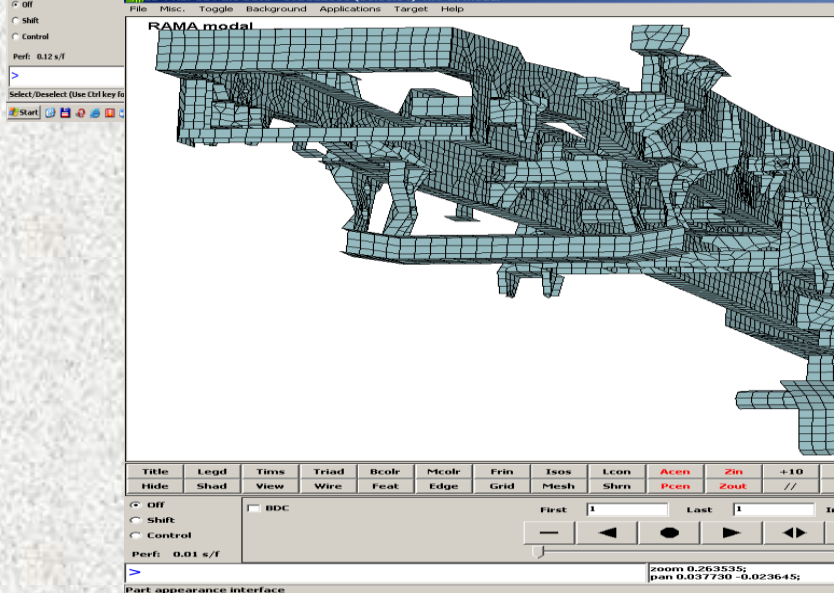
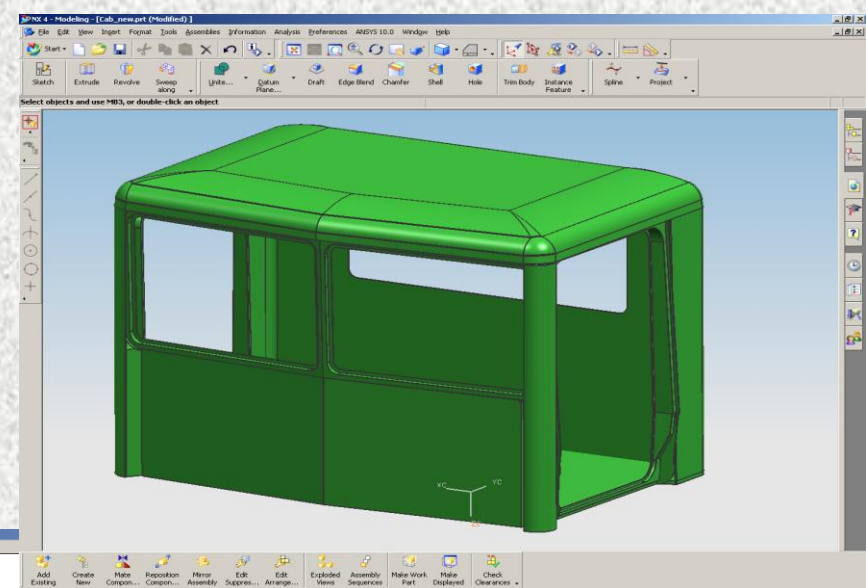
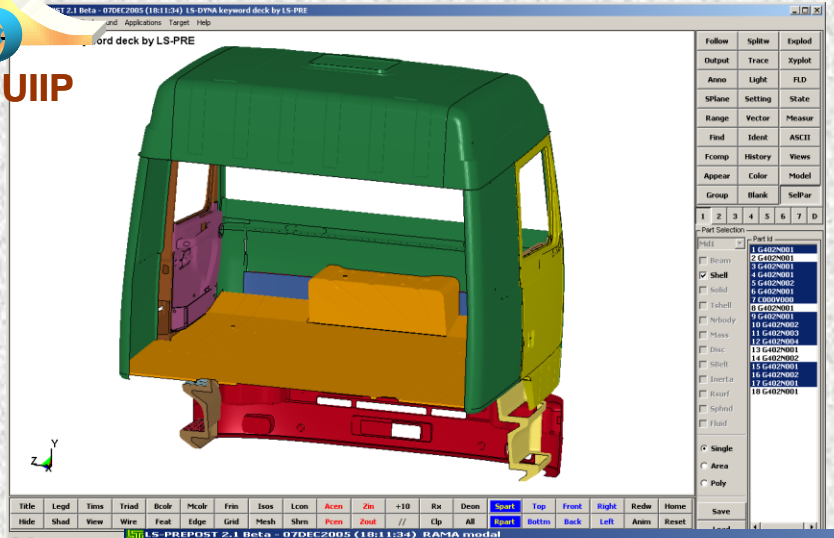


Распределение температуры  
вдоль массива тепловых труб с оребрением



# Моделирование кабин и рамы большегрузного автомобиля МЗКТ

ОИМ



Part appearance interface



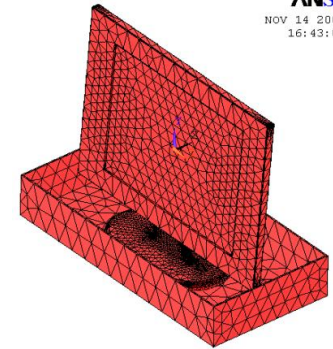
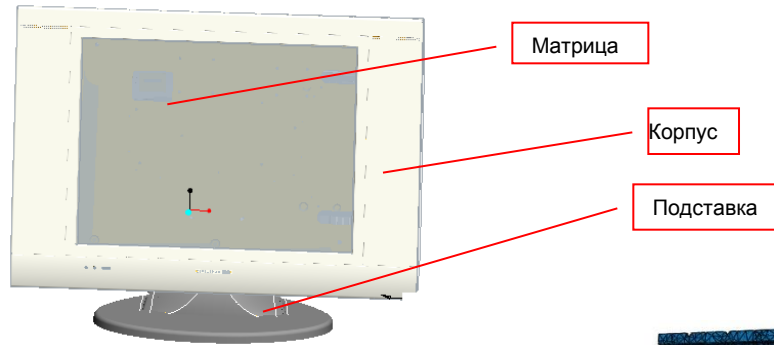


UIIP

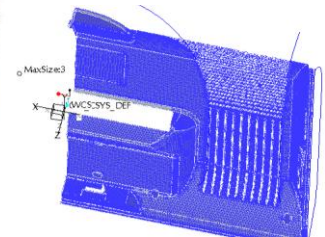
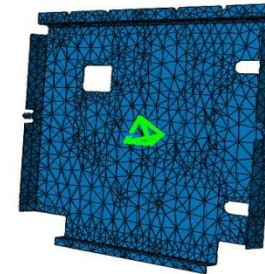
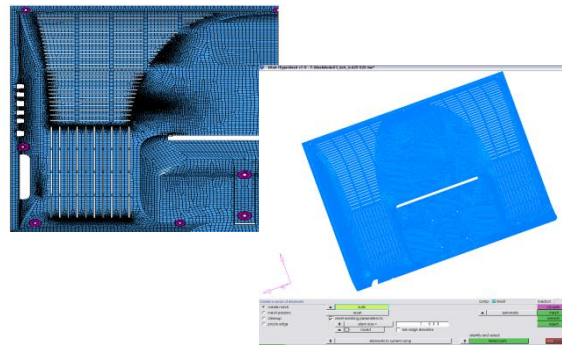
# Инженерные расчеты аудио- видео техники (ГОРИЗОНТ)

ANSYS  
NOV 14 2006  
16:43:08

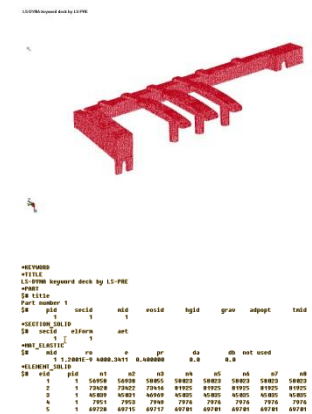
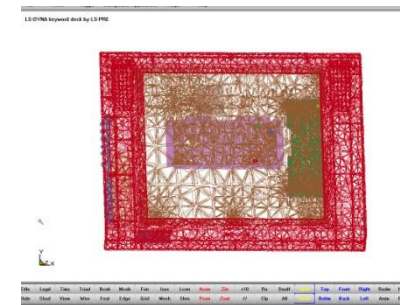
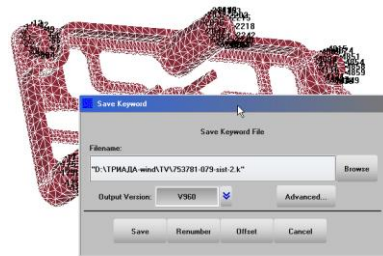
- Конструкторские 3D-модели деталей и сборок телевизора получены в среде CAD-системы Pro/Engineer



- Создание конечно-элементных сеток 3D-моделей



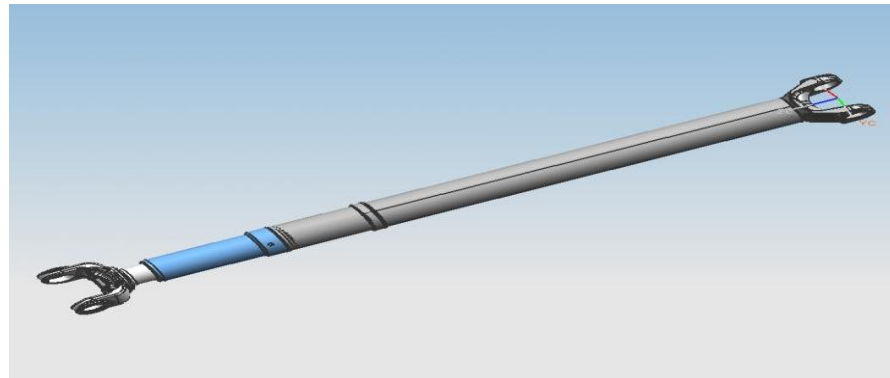
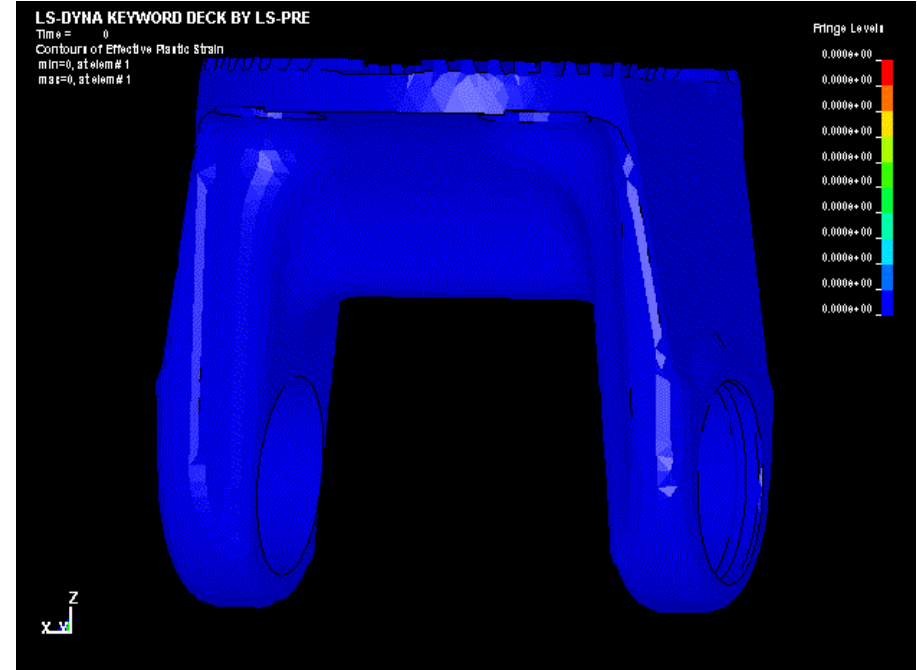
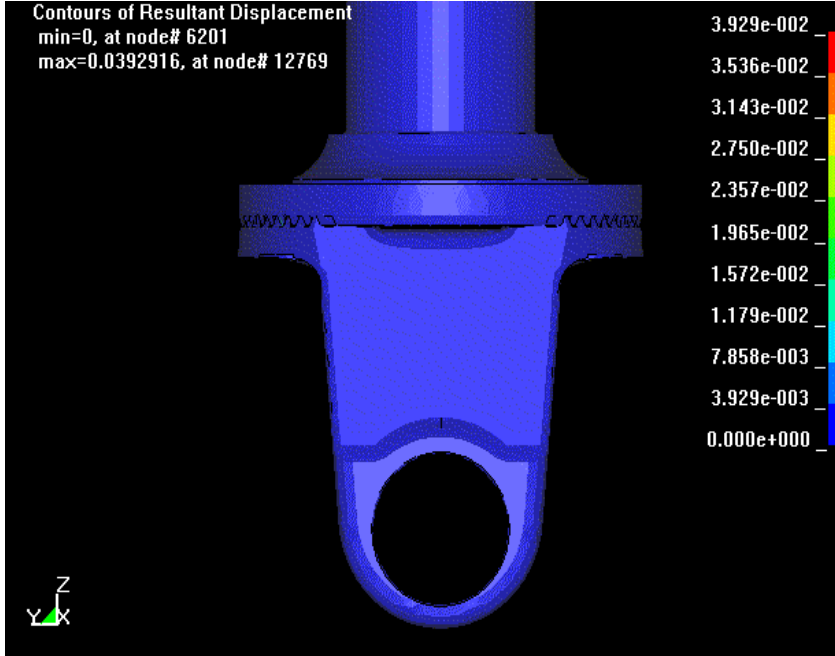
- Трансляция сеток в среду препроцессора LS-DYNA



- Подготовка расчетной модели для проведения расчетов в среде LS-DYNA



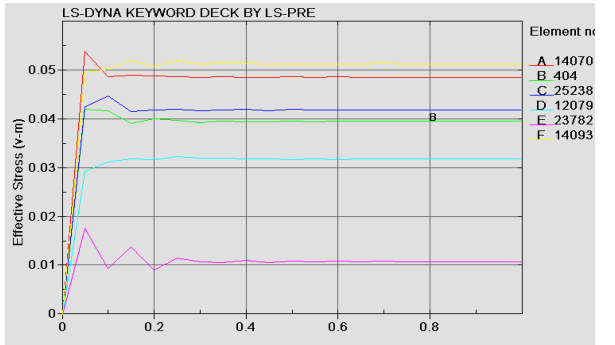
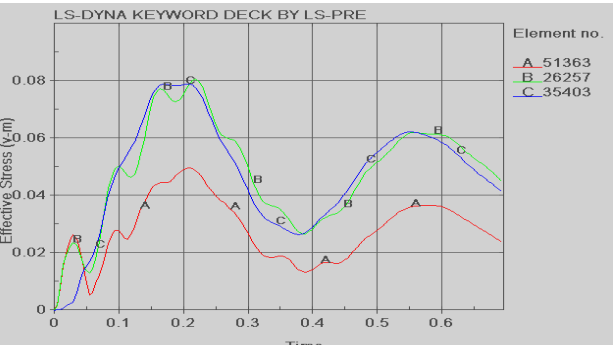
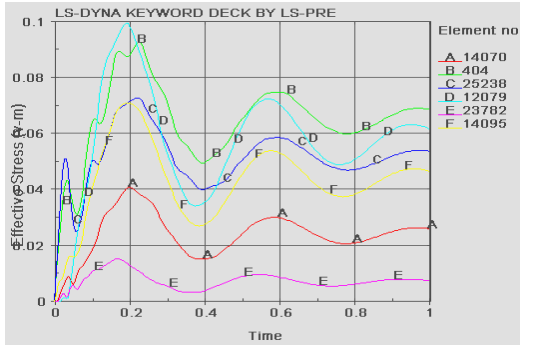
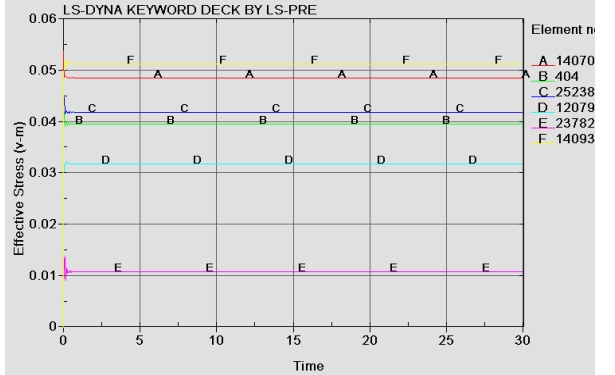
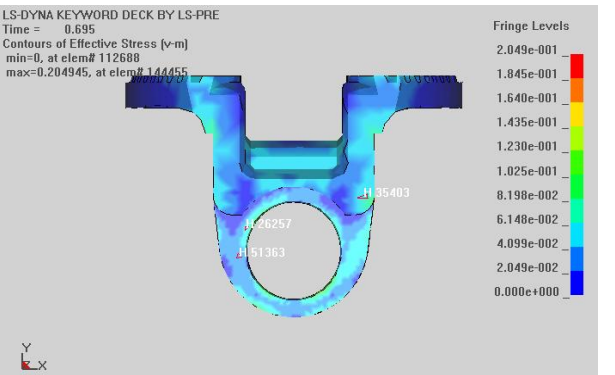
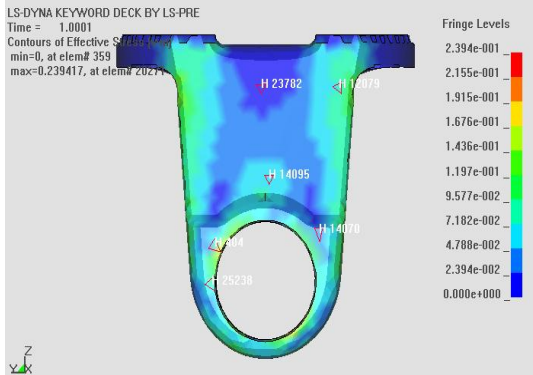
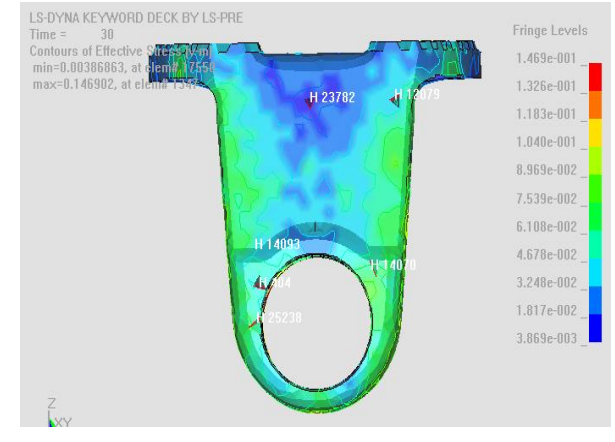
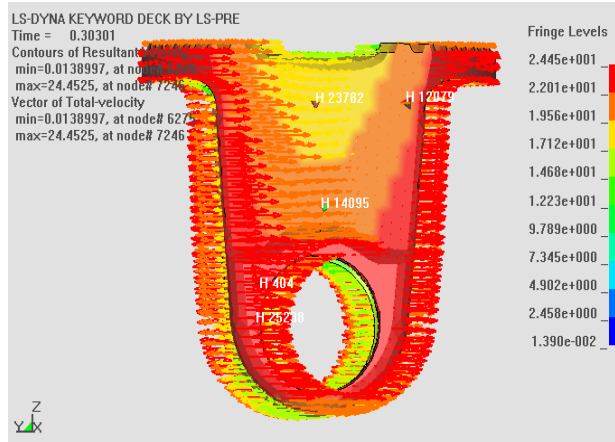
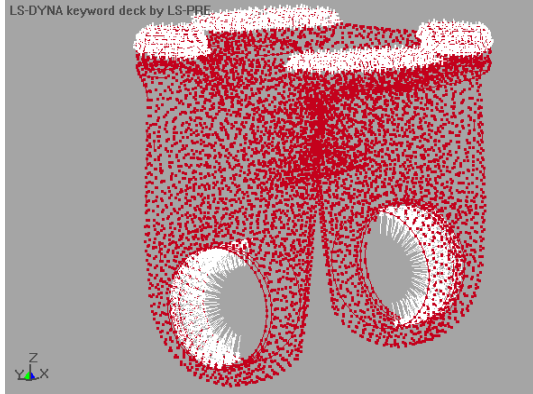
# Моделирование процессов проектирования и изготовления карданных передач (БЕЛКАРД)







# Моделирование процессов проектирования и изготовления карданных передач (БЕЛКАРД)



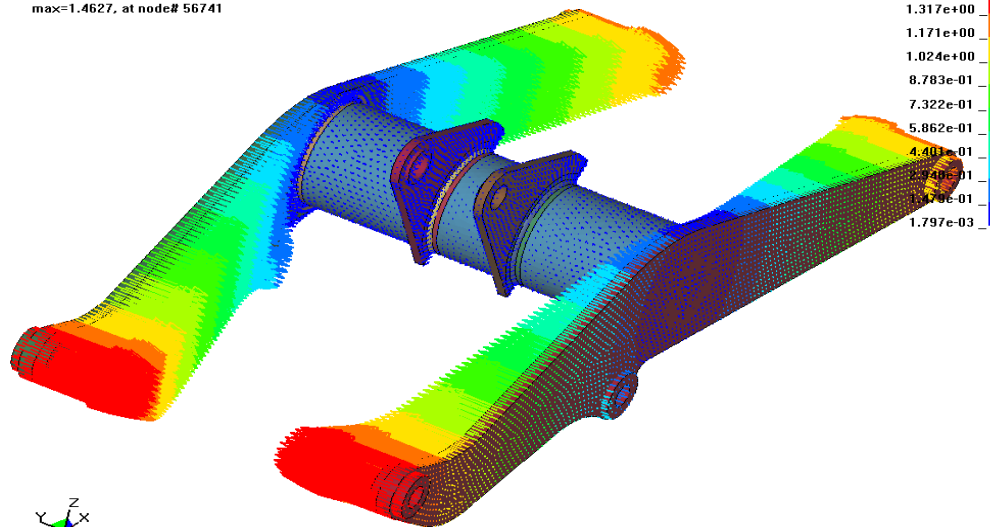


# Прогнозирование общих остаточных сварочных напряжений и деформаций (АМКОДОР)

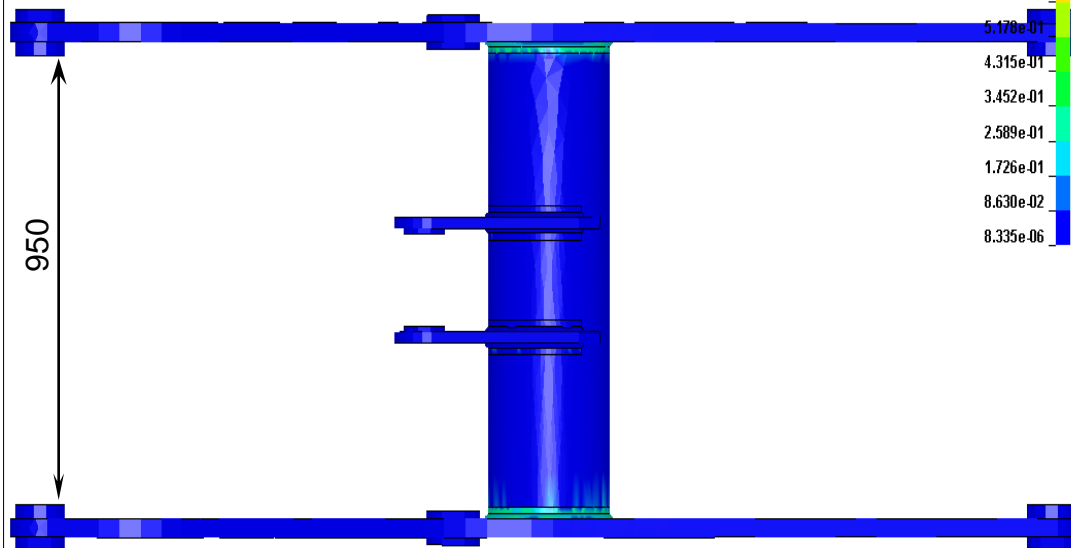
FILE: DIM\_02\_KDP  
 Time = 257.25  
 Vector of Total-displacement  
 min=0.00179745, at node# 64054  
 max=1.4627, at node# 56741

Fringe Levels

1.463e+00  
 1.317e+00  
 1.171e+00  
 1.024e+00  
 8.783e-01  
 7.322e-01  
 5.862e-01  
 4.401e-01  
 2.940e-01  
 1.479e-01  
 1.797e-03



0.041e-01  
 5.170e-01  
 4.315e-01  
 3.452e-01  
 2.589e-01  
 1.726e-01  
 8.630e-02  
 8.335e-06

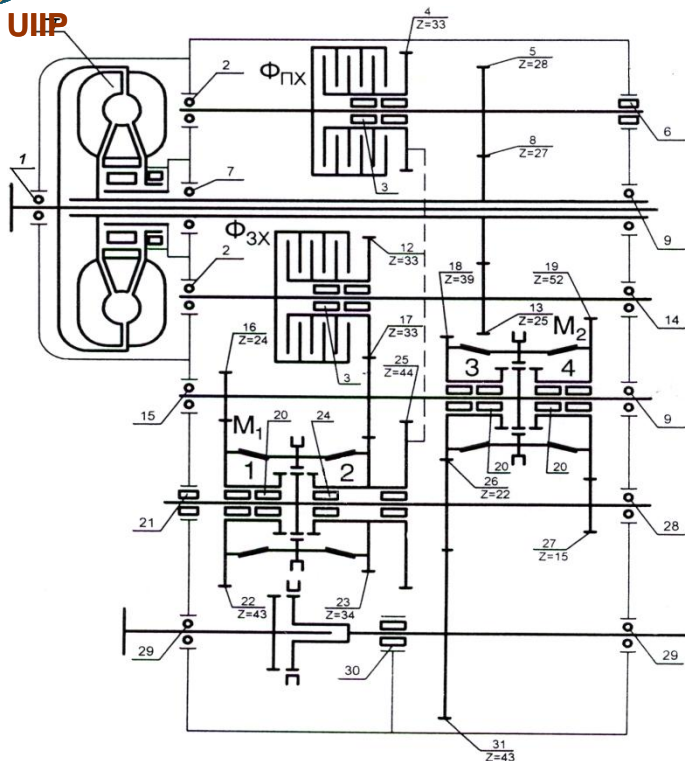


|               |  |  |  |      |        |         |
|---------------|--|--|--|------|--------|---------|
| Перв. приме.  |  |  |  |      |        |         |
| Справ. N      |  |  |  |      |        |         |
| Лист. и дата  |  |  |  |      |        |         |
| Изм. N субл.  |  |  |  |      |        |         |
| Взам. инв. N  | 1. * Размеры для справок<br>2. Н14, h 14, ± IT/2 |  |  |      |        |         |
| Лист. и дата  | <h2>Стрела</h2>                                  |  |  |      |        |         |
| Изм. N разр.  |  |  |  |      |        |         |
| Изм. N лист.  |  |  |  | Лит. | Масса  | Масштаб |
| Изм. N док.   |  |  |  | Лист | Листов |         |
| Изм. N контр. |  |  |  |      |        |         |
| Изм. N утв.   |  |  |  |      |        |         |

Копировал Формат А4

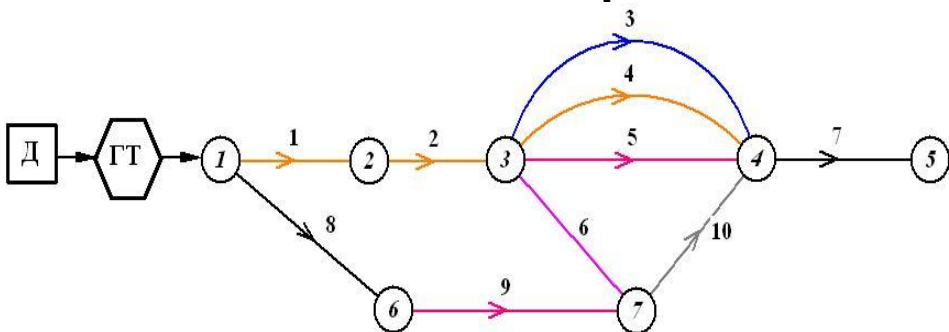


# Оптимизация параметров гидромеханических трансмиссий (АМКОДОР)



| РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПЕРЕДАЧ                 |   |        |        |        | ЛИСТ 1 |
|--|---|--------|--------|--------|--------|
| НОМЕР ПЕРЕДАЧИ                             |   | 1      | 2      | 3      | 4      |
| МОЩНОСТЬ ПРИВЕДЕННАЯ, КВТ                  | К | 54.27  | 52.64  | 46.96  | 47.50  |
|  | И | 54.27  | 52.64  | 46.96  | 47.50  |
| ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПРИВЕДЕННАЯ, ЧАС             | К | 1357   | 1357   | 4400   | 1463   |
|  | И | 818    | 818    | 3766   | 1418   |
| ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ НА ВЫХОДЕ, ОБ/МИН         |   | 2210.3 | 2084.0 | 843.7  | 2628.8 |
| ТИП ПЕРЕДАЧИ                               |   | ЦП     | ЦП     | ЦП     | ЦП     |
| ПЕРЕДАТОЧНОЕ ОТНОШЕНИЕ                     |   | 0.767  | 1.061  | 2.091  | 0.675  |
| (СРЕДНИЙ) ДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ВЕДУЩЕГО, ММ |   | 120.0  | 132.0  | 88.0   | 160.0  |
| (СРЕДНИЙ) ДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ВЕДОМОГО, ММ |   | 92.0   | 140.0  | 184.0  | 108.0  |
| ШИРИНА ПЕРЕДАЧИ, ММ                        |   | 25.5   | 16.0   | 21.0   | 13.6   |
| МАССА ПЕРЕДАЧИ, КГ                         |   | 3.042  | 4.344  | 3.952  | 4.100  |
| (СРЕДНИЙ) МОДУЛЬ, ММ                       |   | 4.00   | 4.00   | 4.00   | 4.00   |
| ЧИСЛО ЗУБЬЕВ ВЕДУЩЕГО                      |   | 30     | 33     | 22     | 40     |
| ЧИСЛО ЗУБЬЕВ ВЕДОМОГО                      |   | 23     | 35     | 46     | 27     |
| КОЭФФИЦИЕНТ СМЕЩЕНИЯ ВЕДУЩЕГО              |   |        | -0.018 | 0.023  | 0.053  |
| КОЭФФИЦИЕНТ СМЕЩЕНИЯ ВЕДОМОГО              |   |        | -0.225 | -0.266 | 0.204  |
| МЕЖОСЕВОЕ РАССТОЯНИЕ, ММ                   |   | 106.00 | 135.00 | 135.00 | 135.00 |
| УГОЛ НАКЛОНА, ГРАД. МИН. СЕК               |   |        |        |        |        |

Кинематическая схема трансмиссии



Граф-схема трансмиссии

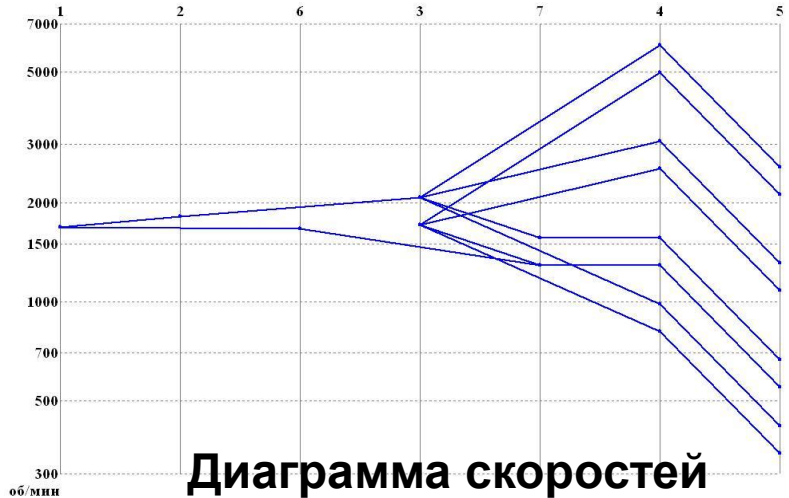
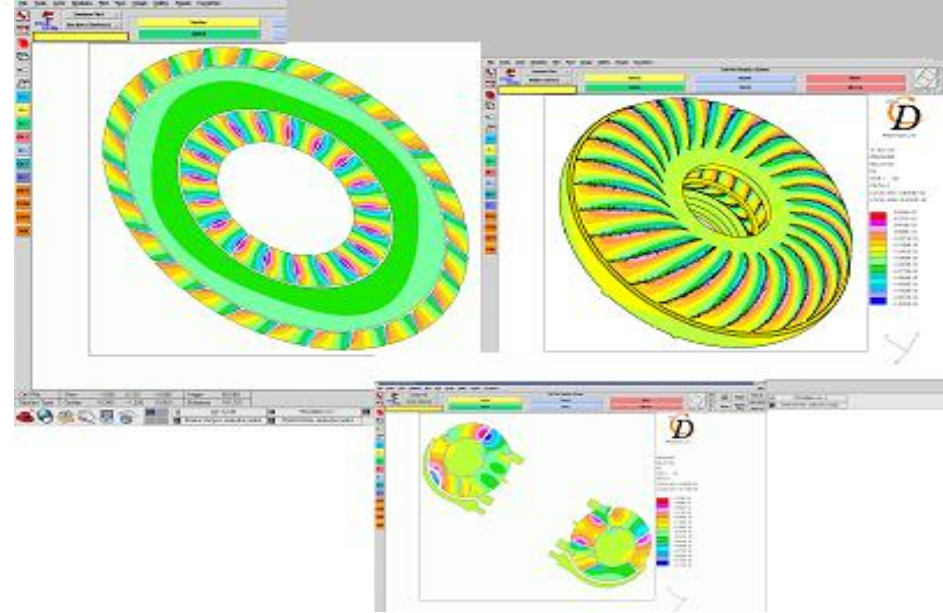
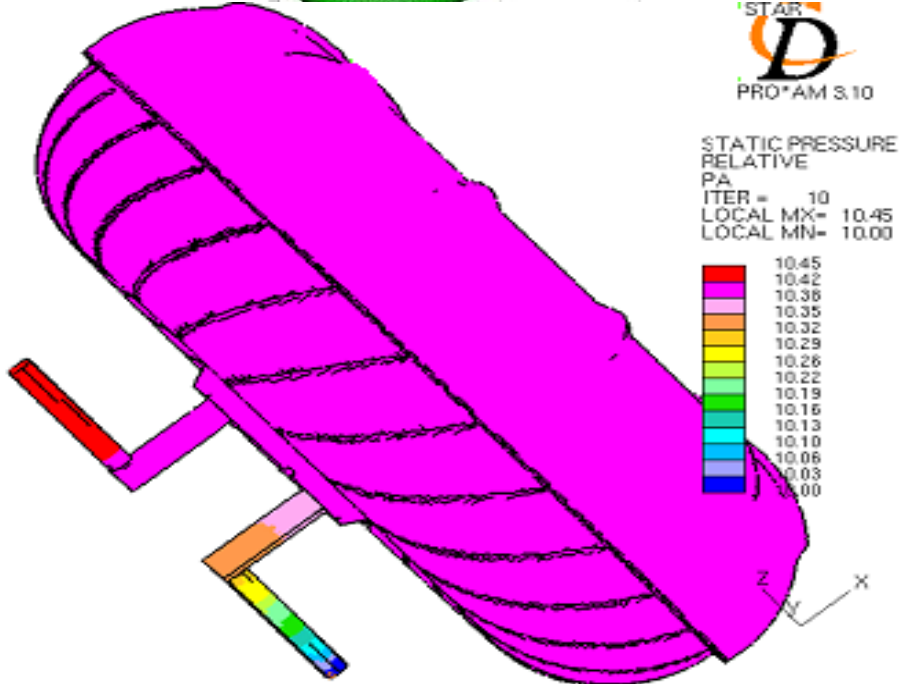
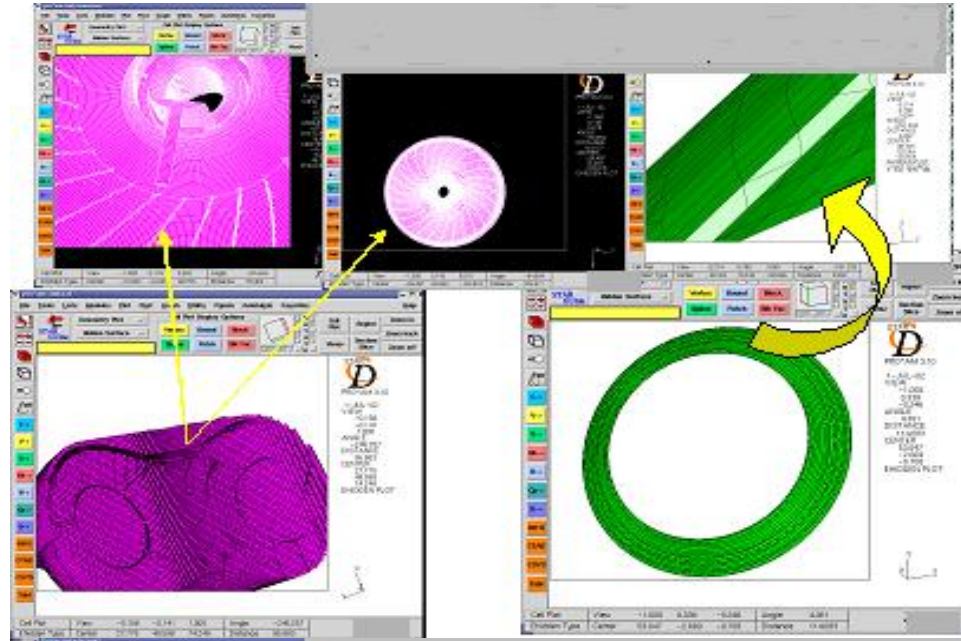
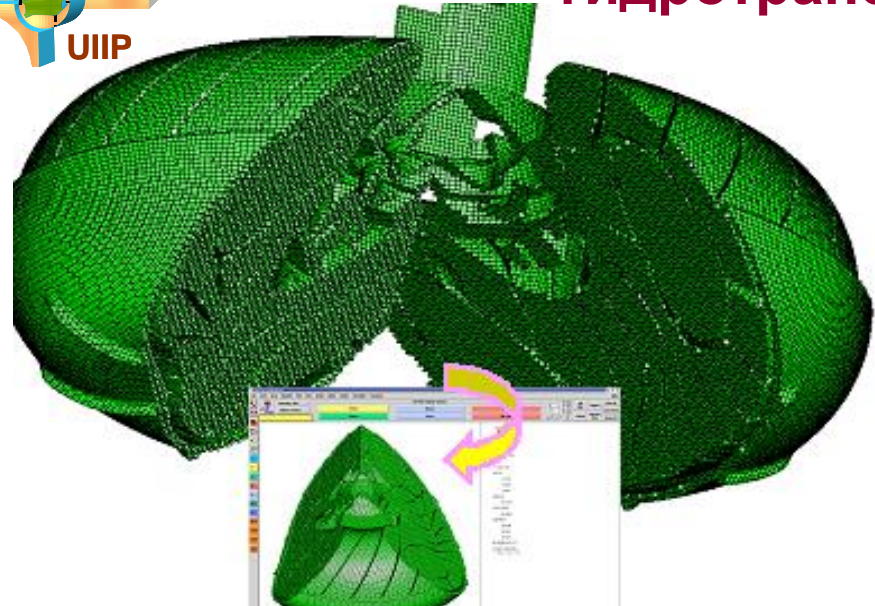


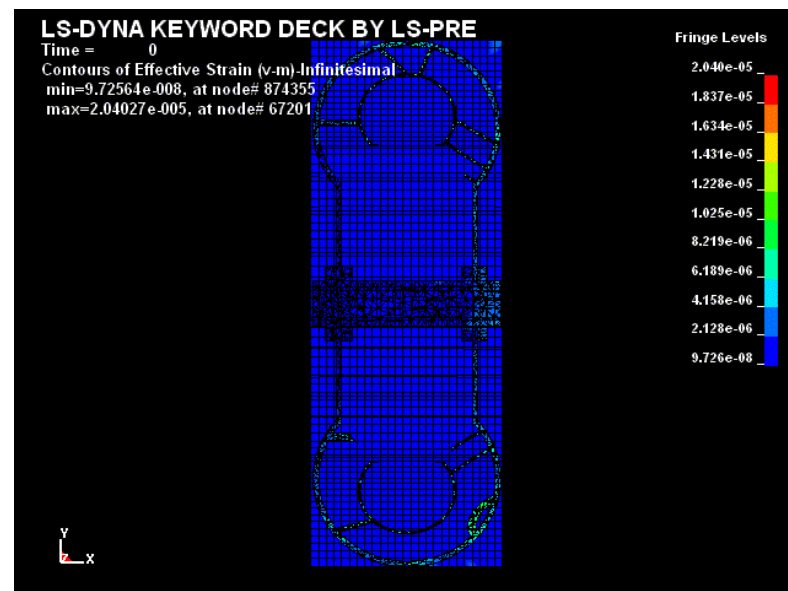
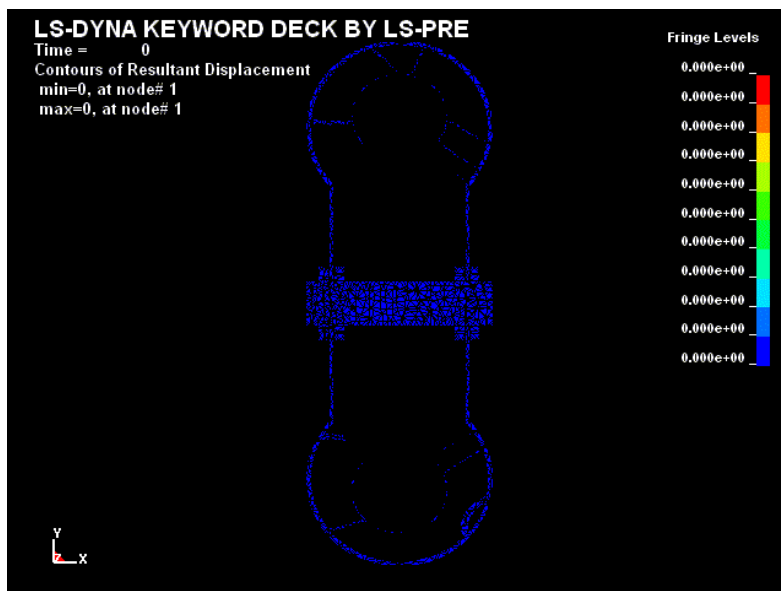
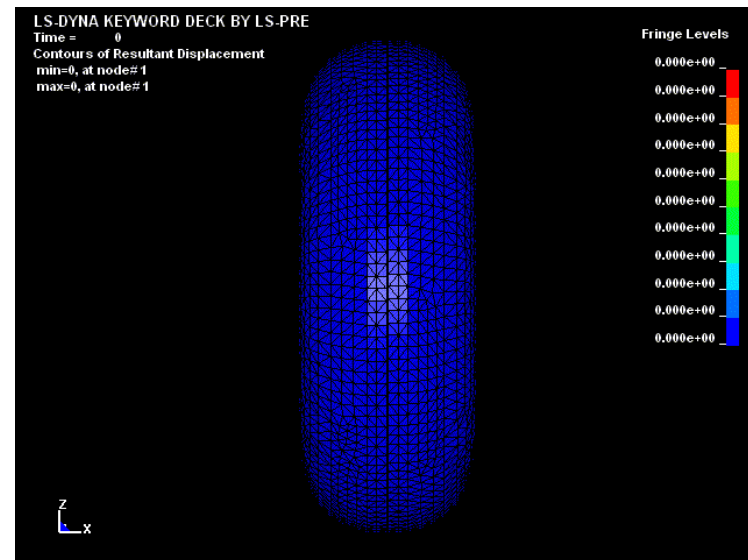
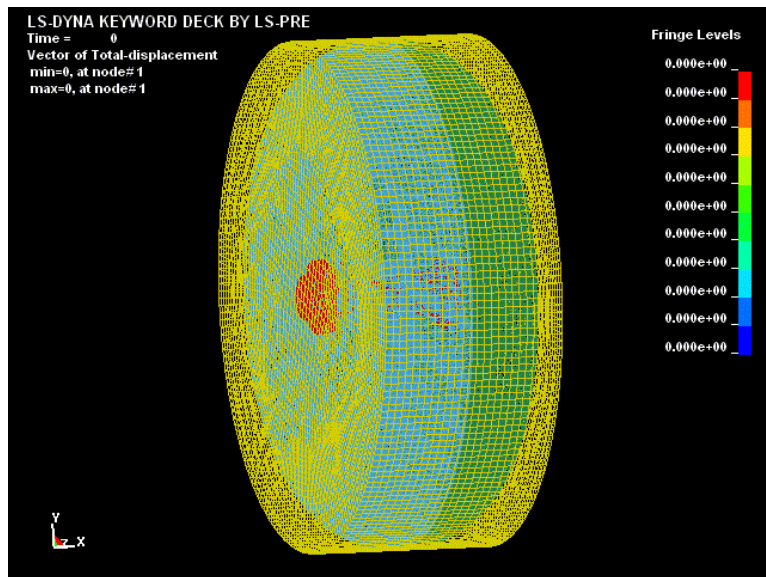
Диаграмма скоростей

# Моделирование процессов в проточных частях гидротрансформатора (АМКОДОР)



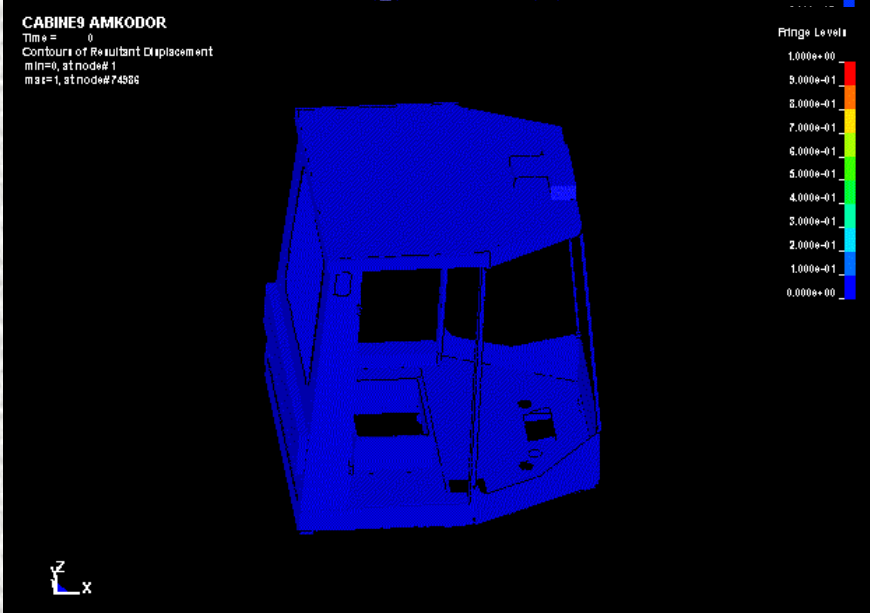
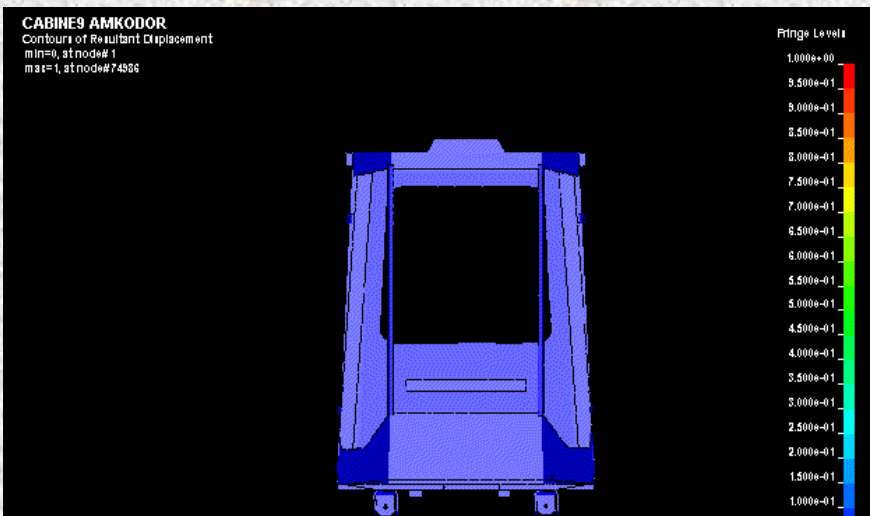
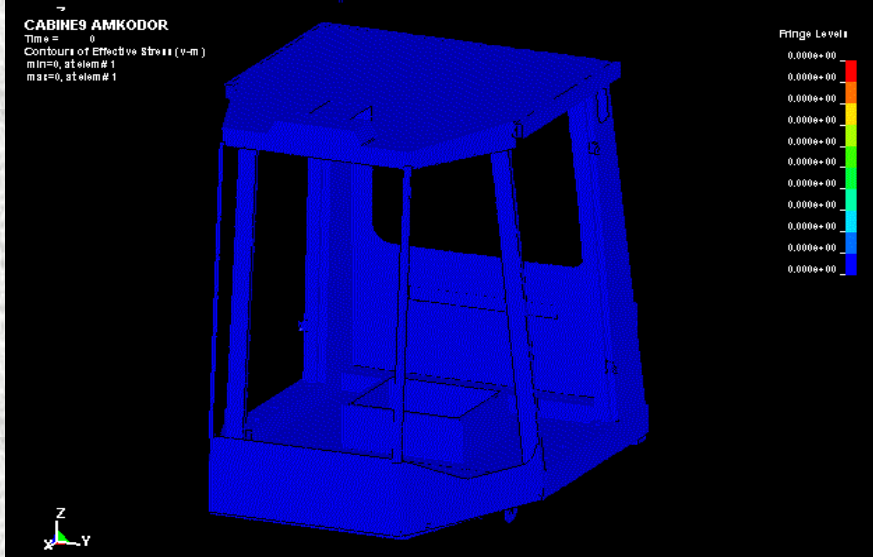
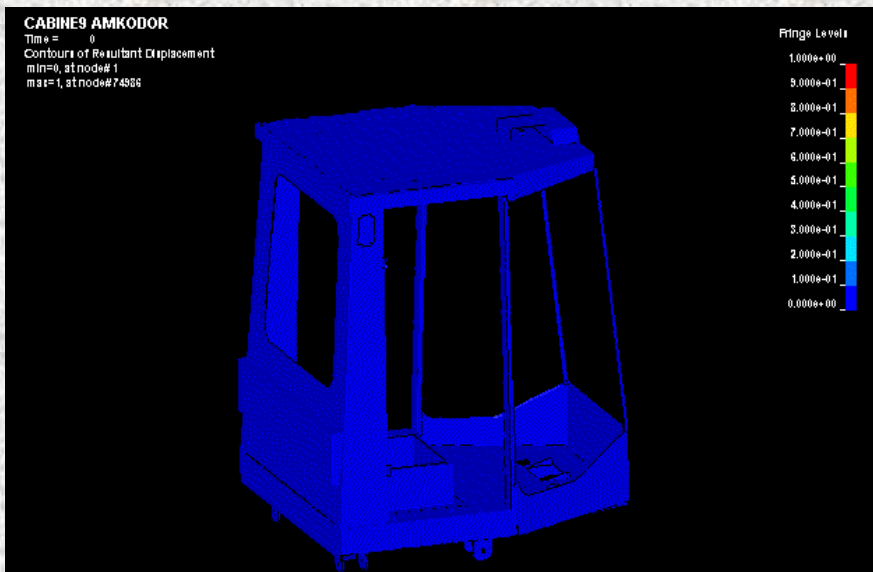


# Моделирование работы гидротрансформатора (АМКОДОР)





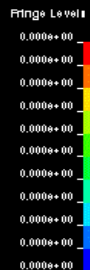
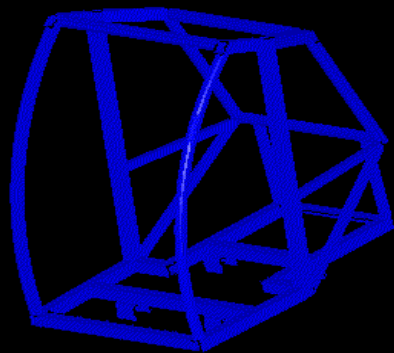
# КАБИНА ОАО «Амкодор» У 7810.7-9: деформации и напряжения при нагружениях сверху, сбоку, продольном





# ROPS КАБИНЫ ОАО АМКОДОР «ФОРВАРДЕР»: деформации и напряжения при нагружениях сверху, сбоку, продольном

**SOLUTION 1**  
Time = 0  
Contours of Effective Stress (v-m)  
min=0, at elem# 1  
max=0, at elem# 1



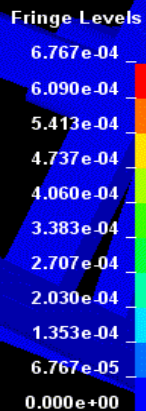
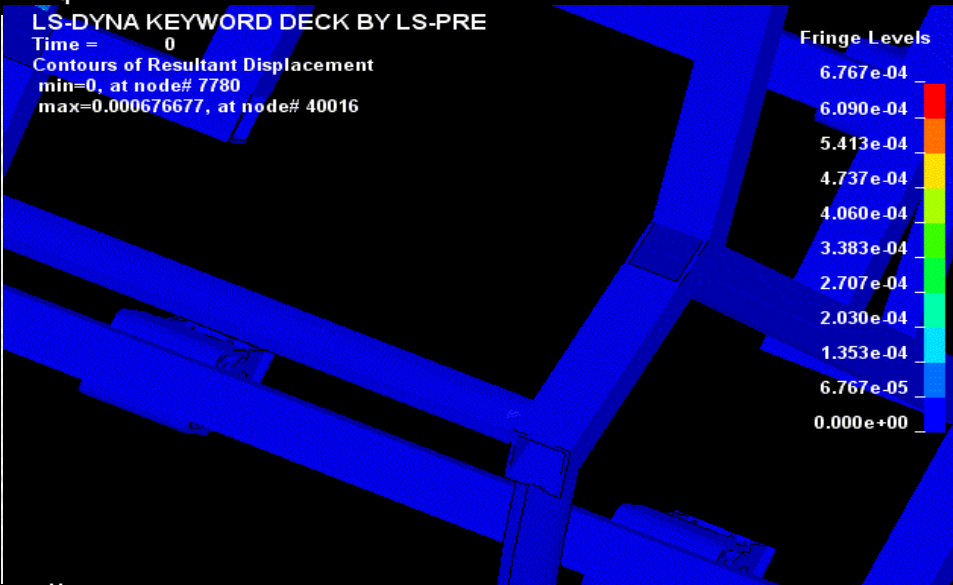
**LS-DYNA KEYWORD DECK BY LS-PRE**

Time = 0  
Contours of Resultant Displacement  
min=0, at node# 7780  
max=0.000676677, at node# 40016



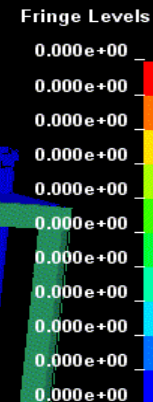
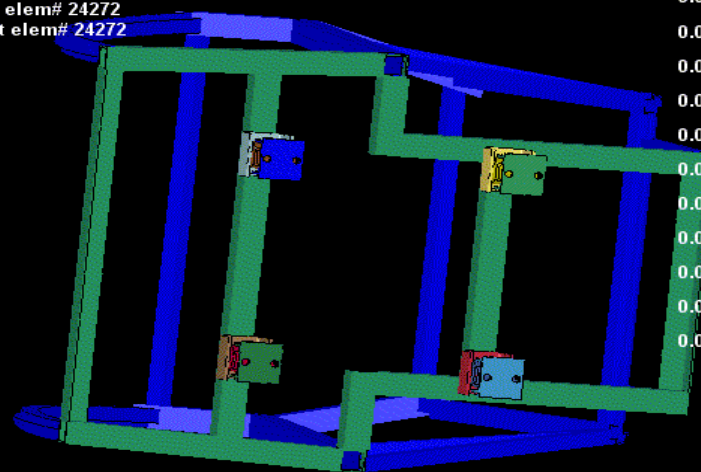
**LS-DYNA KEYWORD DECK BY LS-PRE**

Time = 0  
Contours of Resultant Displacement  
min=0, at node# 7780  
max=0.000676677, at node# 40016

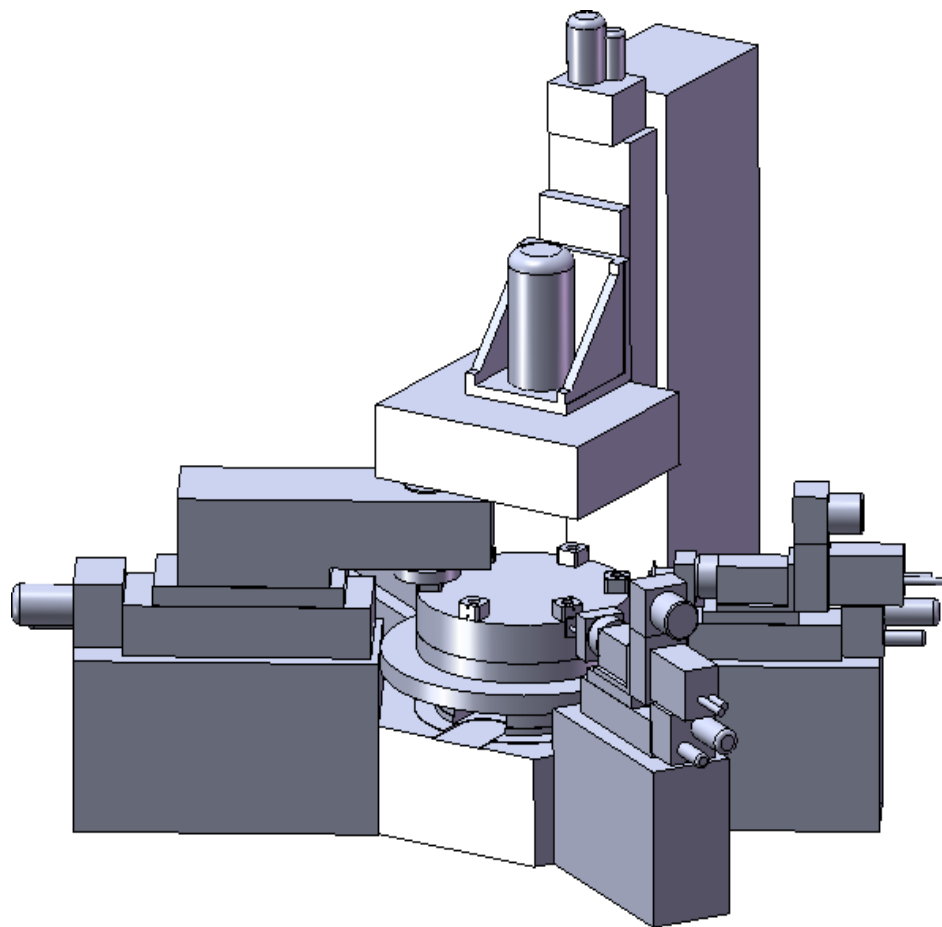


**LS-DYNA KEYWORD DECK BY LS-PRE**

Time = 0  
Contours of Effective Stress (v-m)  
min=0, at elem# 24272  
max=0, at elem# 24272

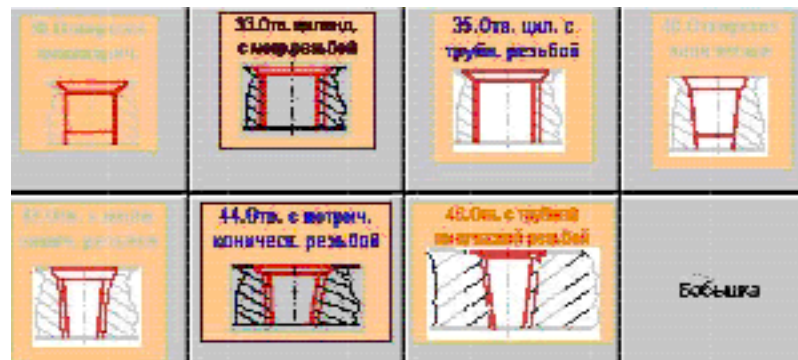


# Проектирование технологического процесса обработки детали на агрегатном станке и компоновки станка (МЗАЛ и БЗАЛ)



Агрегатный станок с поворотным столом

## Обрабатываемые поверхности



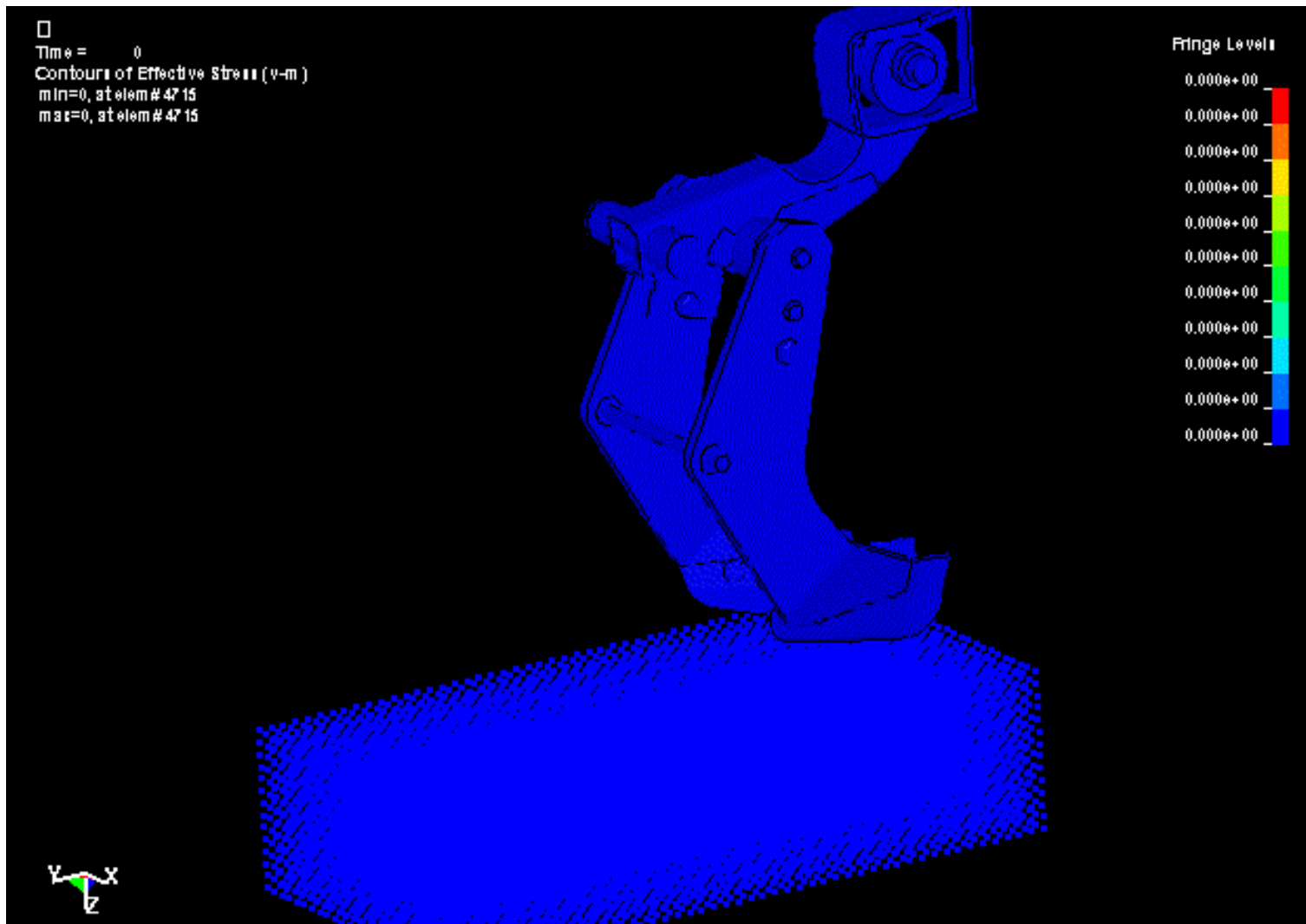
| № позиции, содержание переходов и наименования обрабатываемых поверхностей               | № типоразмера | Диаметр обработки, мм | Путь резания, мм | Рабочий ход, мм | Характеристики резания |                                   |                                   |
|--|---------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|  |               |                       |                  |                 | Глубина, мм            | Скорость главного движения, м/мин | Частота вращения шпинделя, об/мин |
|  | a             | l                     | L                | t               | V                      | n                                 |                                   |
| <b>Позиция I</b>   |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Снять обработанную деталь, установить заготовку  |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| <b>Позиция II</b>  |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Вертикальный шпиндельный стол (A1)   |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Сверлить 2 отв. Ø14H14 (OTV303_1, OTV3038_1)   | 1-2           | 14                    | 30               | 48              | 7                      | 14,3                              | 325                               |
| Сверлить 2 отв. Ø12H11 ко Ø11 (OTV305_1, OTV305)   | 3-4           | 11                    | 40               |                 | 5,5                    | 14,2                              | 413                               |
| Сверлить отв. Ø8,43 пох резьбу М10-6Г (OTV337_1)   | 5             | 8,4                   | 40               |                 | 4,22                   | 14,2                              | 539                               |
| <b>Позиция III</b>   |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Зенковать 2 фаски 2,5x45° отв. Ø12H11 сверлом (OTV305_1, OTV305)                         | 6-7           | 16                    | 2,5              |                 | 2,5                    | 15                                | 299                               |
| Зенковать фаску 1x45° отв. М10-6Г сверлом (OTV337_1)                                     | 8             | 10,4                  | 1                |                 | 1                      | 15                                | 459                               |
| <b>Позиция IV</b>  |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Зенкеровать 2 отв. Ø12H11 (OTV305_1, OTV305)   | 9-10          | 12                    | 30               |                 | 0,5                    | 14,2                              | 379                               |
| <b>Позиция VI</b>  |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Нарезать резьбу М10-6Г (OTV337_1)  | 11            | 10                    | 25               | 29              | 0,79                   | 6                                 | 191                               |
| Реверс   |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| <b>Позиция IV</b>  |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Горизонтальный шпиндельный стол (A2)   |               |                       |                  |                 |                        |                                   |                                   |
| Сверлить отв. Ø4,98 пох резьбу М6 с фаской 1x45° комбинированным инструментом (OTV448_1) | 1             | 5                     | 40               | 53              | 2,49                   | 15                                | 961                               |
| Сверлить отв. Ø8,25 пох резьбу Кс 1/8" с фаской 1x45° комбинированным инструментом       | 2             | 8,2                   | 44               | 53              | 4,12                   | 15                                | 580                               |

Технологический процесс



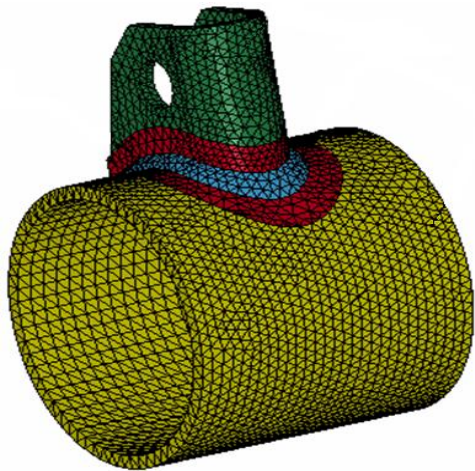


# Исследование напряженно-деформированного состояния копача свеклоуборочного комбайна в процессе обработки почвы (ГСКБ-Гомель)

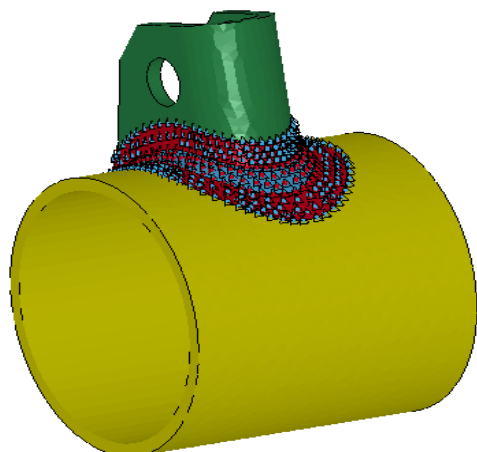
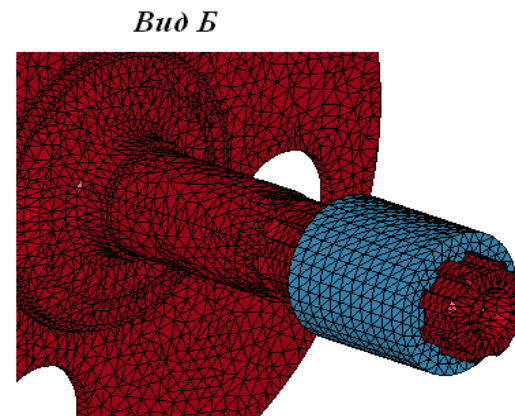
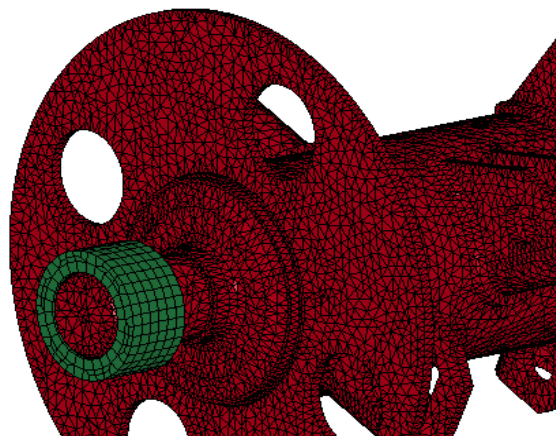
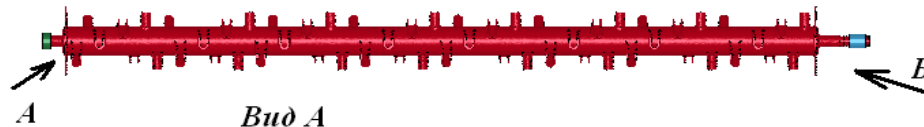




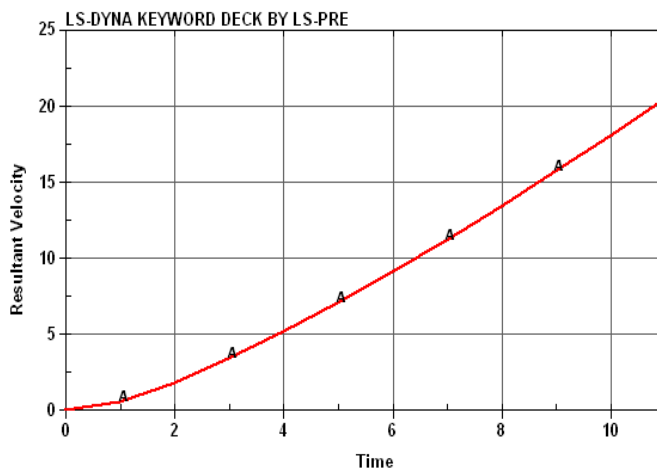
# Моделирование технологических процессов сварки бильного устройства косилки КПр-9 (ГСКБ-Гомель)



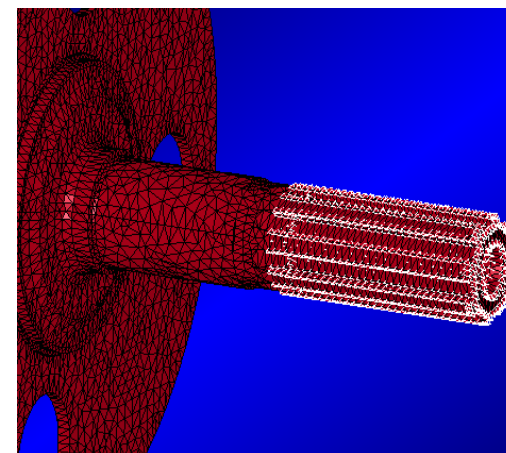
*Конечно-элементная модель  
сварного соединения*



*Задание условий нагрева*



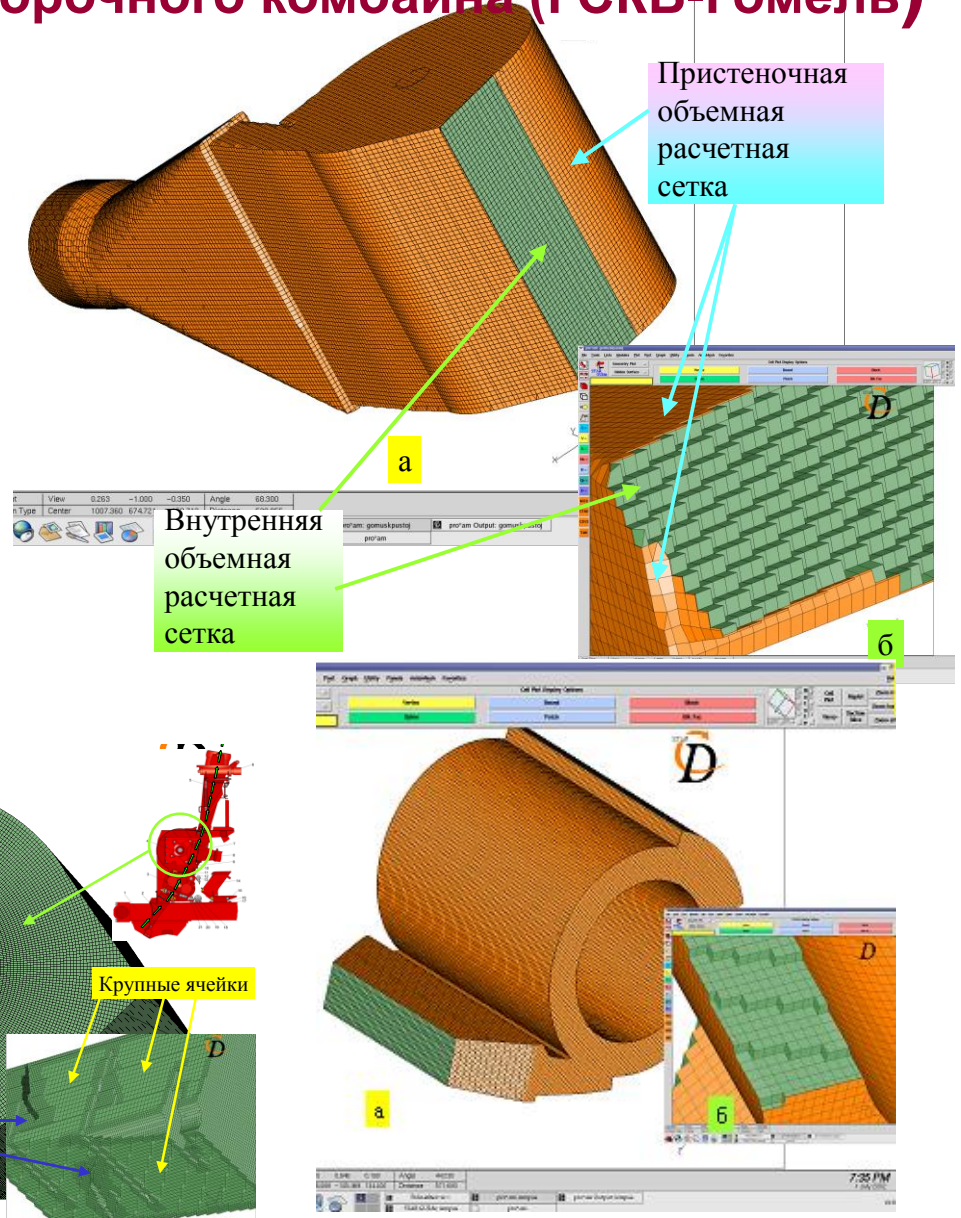
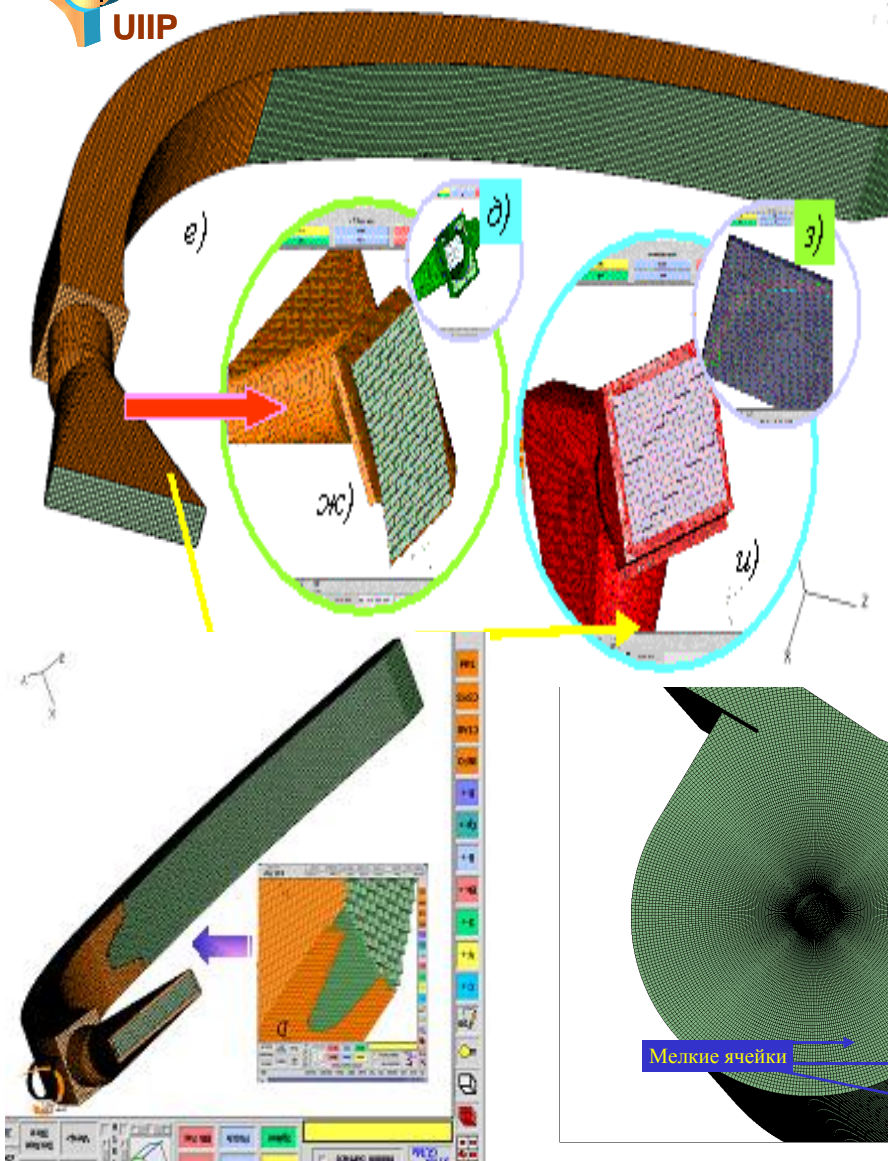
*Задание граничных условий вращающегося вала бильного устройства*



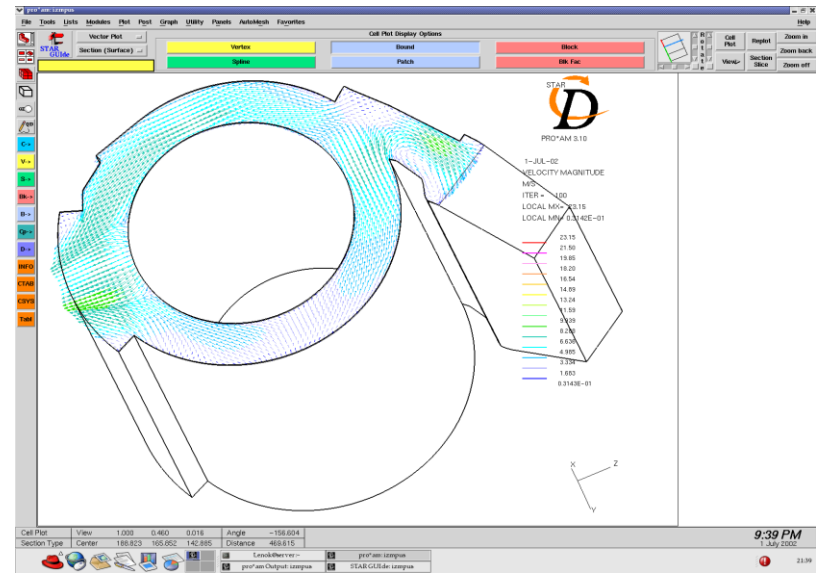
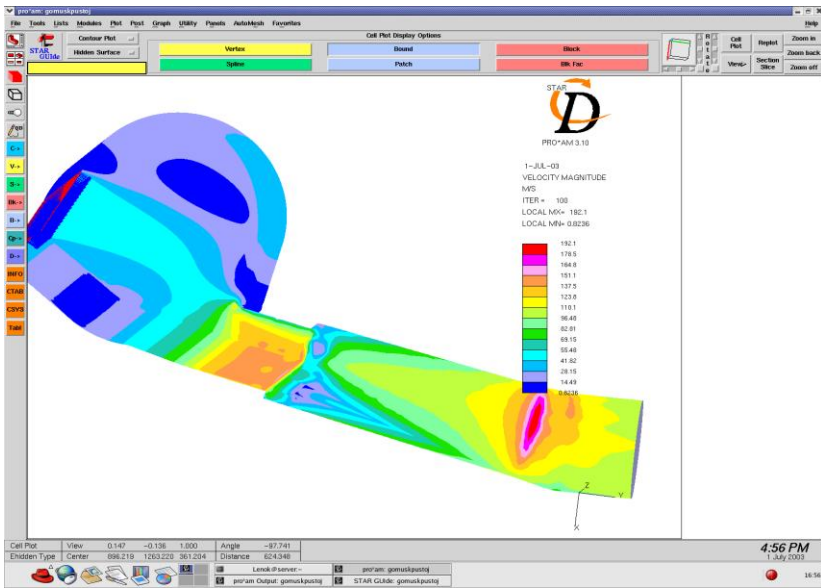
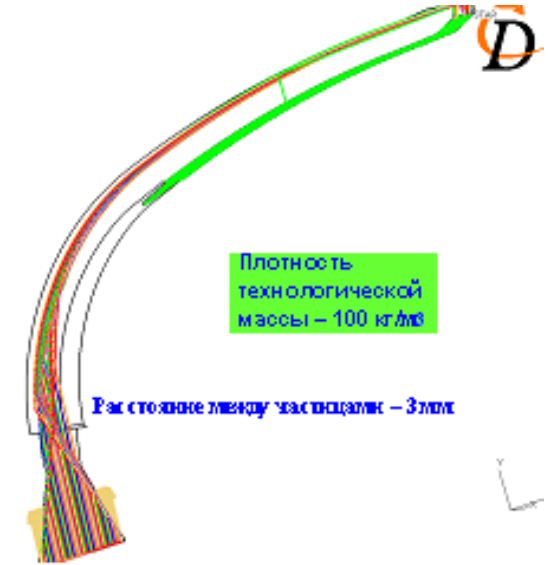
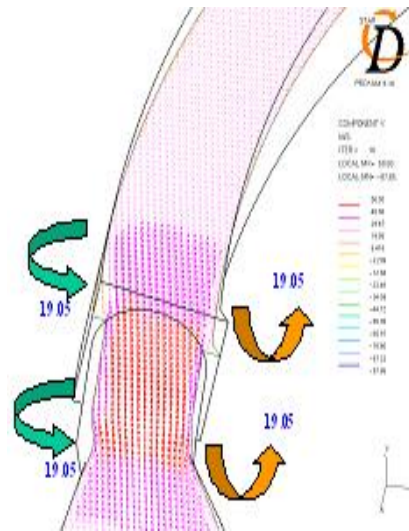
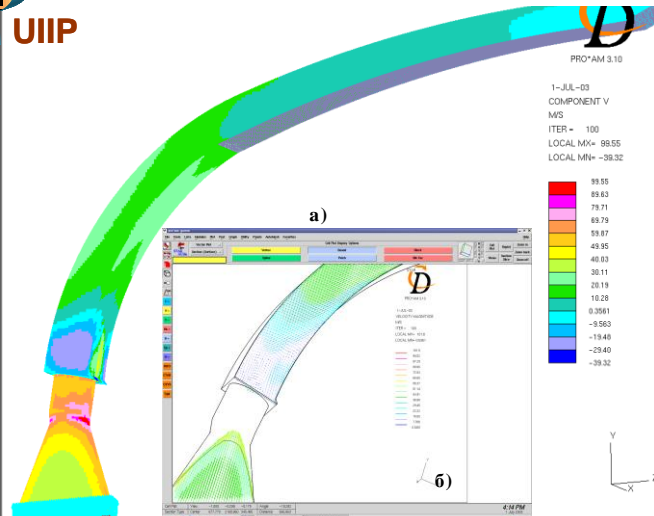




# Моделирование движения технологической массы в силосопроводе кормоуборочного комбайна (ГСКБ-Гомель)

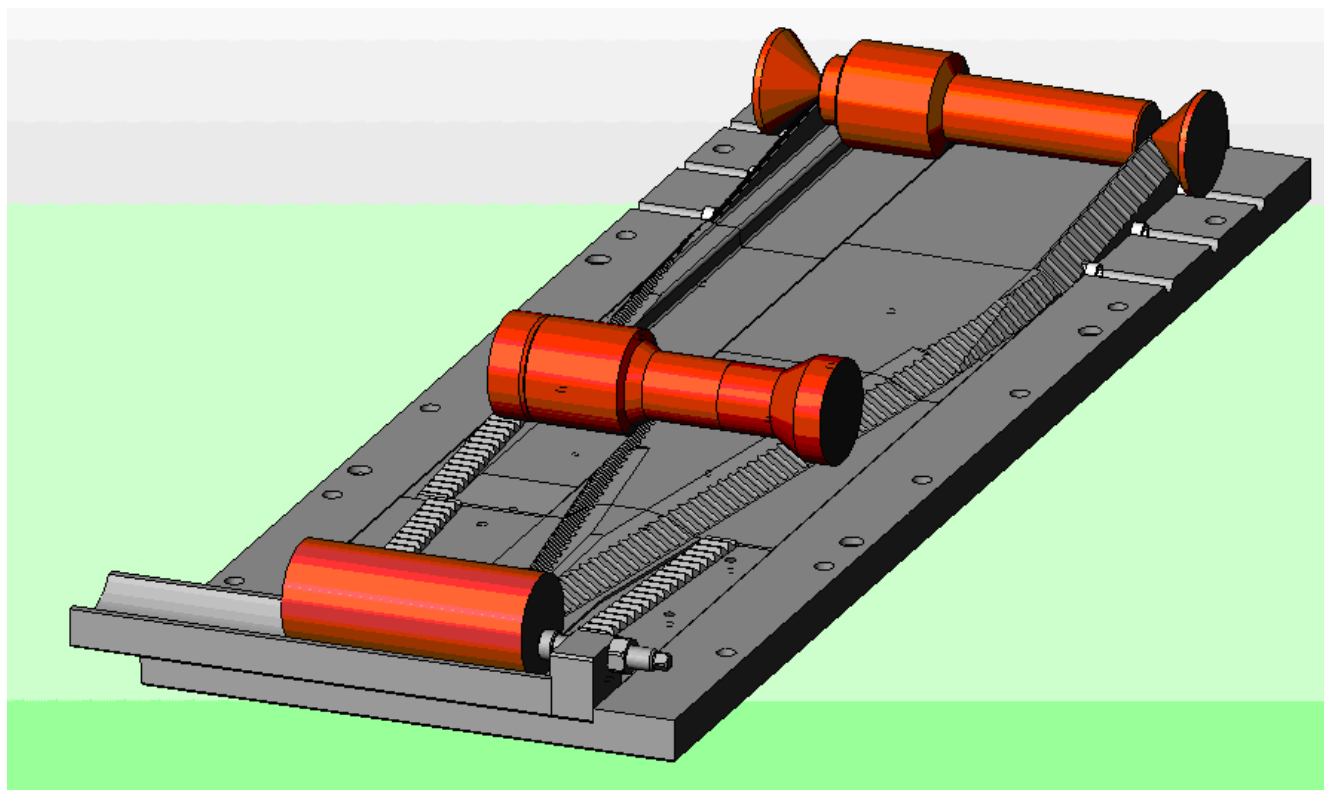


# Моделирование движения технологической массы в силосопроводе кормоуборочного комбайна (ГОМСЕЛЬМАШ)





# Программный комплекс проектирования инструмента для технологий поперечно-клиновой прокатки



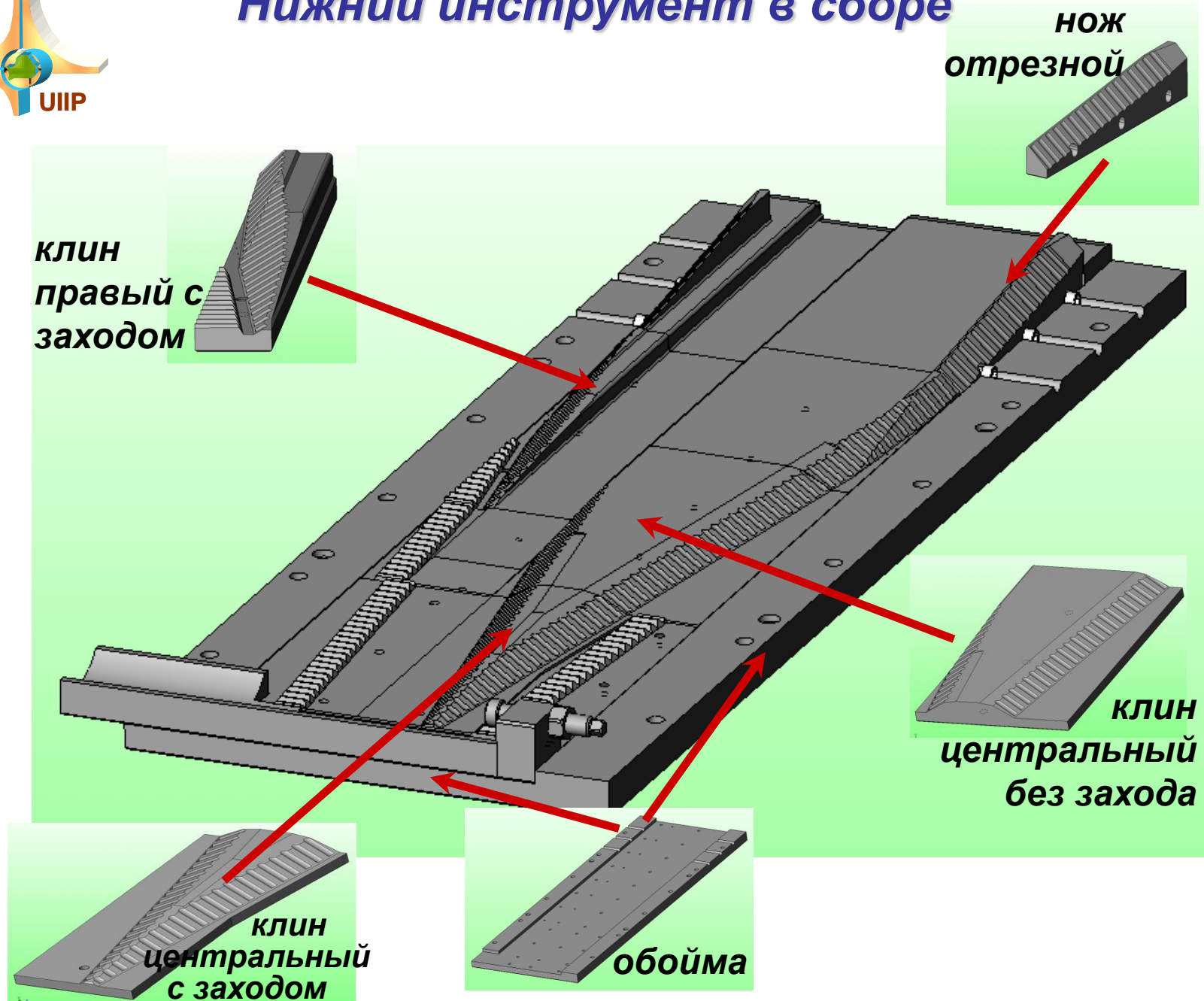
*Разработчики*

*ФТИ НАН Беларуси*

*ОИПИ НАН Беларуси*



# Нижний инструмент в сборе





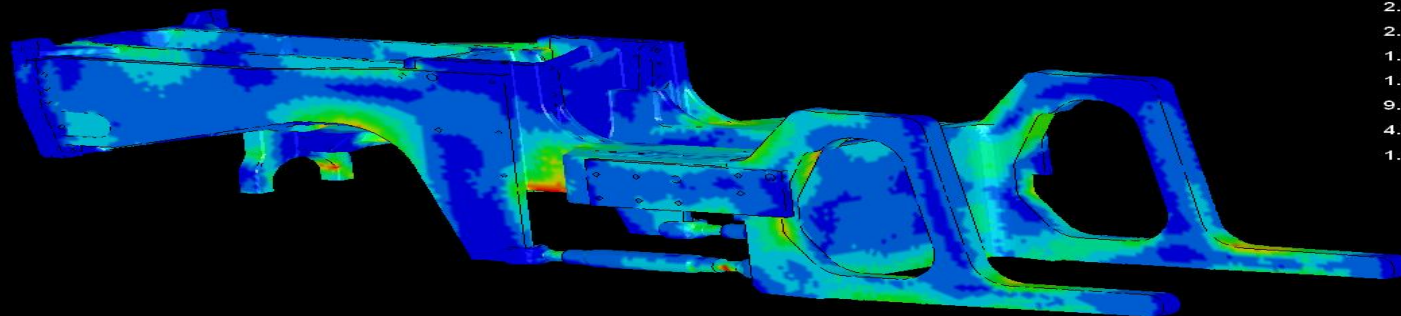
# Элементы компьютерной технологии усталостных испытаний с фиксацией моментов разрушения структурно сложных объектов (ГПОФИ “ИНФОТЕХ”)

MSC.NASTRAN JOB CREATED ON 11-APR-02 AT

Time = 6320  
Contours of Effective Stress (v-m)  
min=0.000164512, at elem# 60687  
max=0.451979, at elem# 387

Fringe Levels

4.520e-01  
4.068e-01  
3.616e-01  
3.164e-01  
2.713e-01  
2.261e-01  
1.809e-01  
1.357e-01  
9.053e-02  
4.535e-02  
1.645e-04



MSC.NASTRAN JOB CREATED ON 11-APR-02 AT

Time = 1970  
Contours of Effective Stress (v-m)  
min=0.00014673, at elem# 139922  
max=0.467347, at elem# 102002

Fringe Levels

4.673e-01  
4.206e-01  
3.739e-01  
3.272e-01  
2.805e-01  
2.337e-01  
1.870e-01  
1.403e-01  
9.359e-02  
4.687e-02  
1.467e-04



Остов перспективных тракторов МТЗ