

## **Часть 5. Характерные примеры промышленных задач**

Далее приведен ряд характерных задач, которые были решены в Лаборатории «Прикладная математика и механика» Физико – Механического факультета Политехнического ун-та в 2006-2011 гг.

на основе использования суперкомпьютеров.

Это задачи по расчету:

- течения в проточном тракте гидротурбины;
- динамических характеристик элементов судопропускных сооружений дамбы в Финском заливе;
- горелок Сургутской ГРЭС;
- процессов газофазного синтеза в нанотехнологиях применительно к микроэлектронике и другим отраслям.

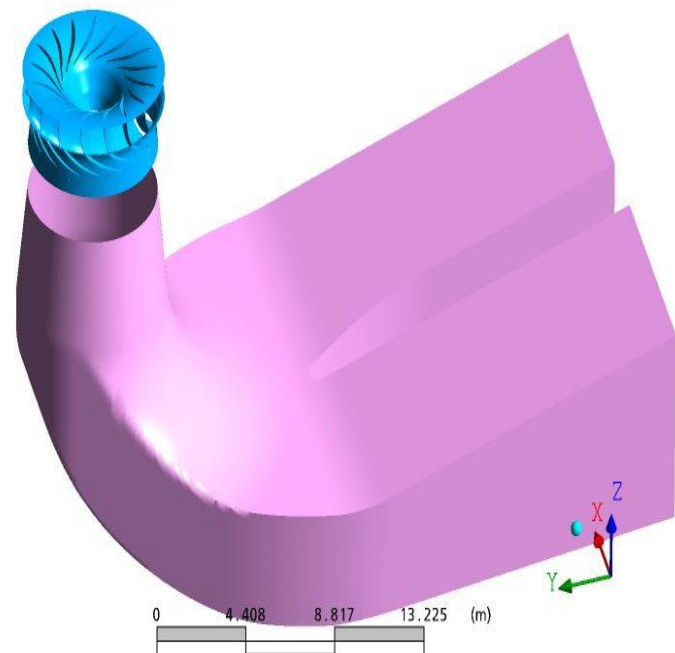
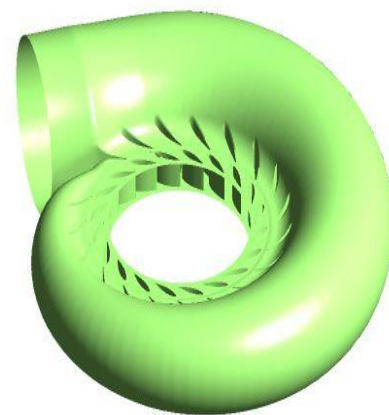
Начнем с уже упомянутых работ по моделированию течений в гидротурбинах Саяно-Шушенская ГЭС (работа с ЛМЗ ОАО «Силовые машины»). И еще раз напомним о задачах которые **наиболее актуальны!**?

Это

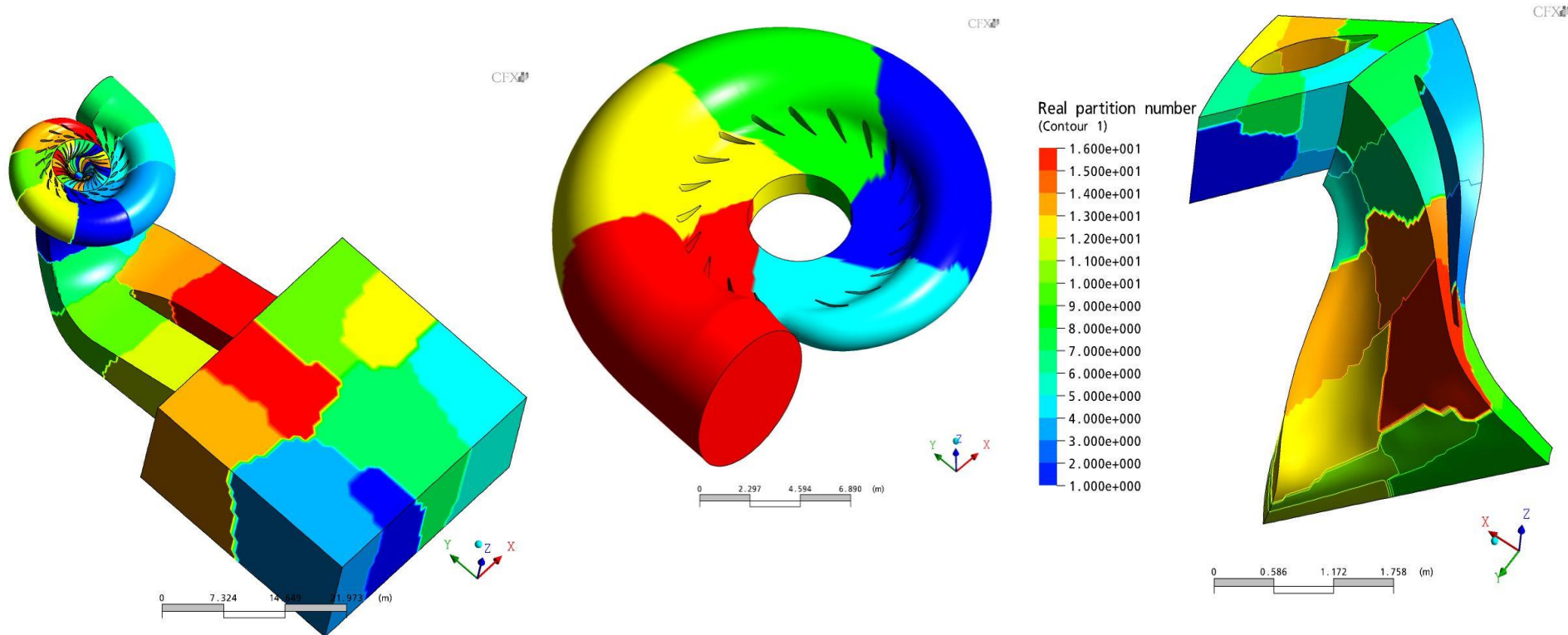
1. Устойчивая работа гидромашины, например, минимизация вибраций.

***Вспомним об аварии на станции 18. августа 2009 г.!***

2. Повышение КПД отечественных гидротурбин (на мировом рынке борьба идет даже за доли %).



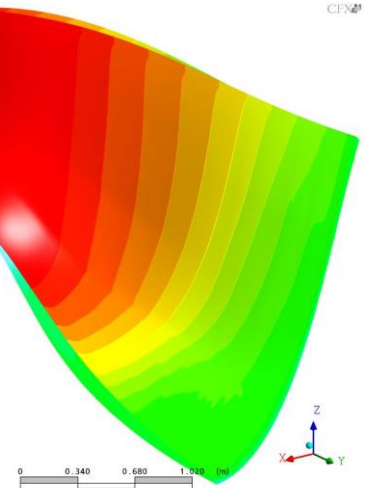
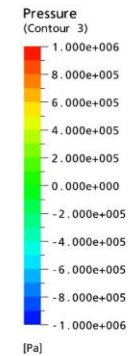
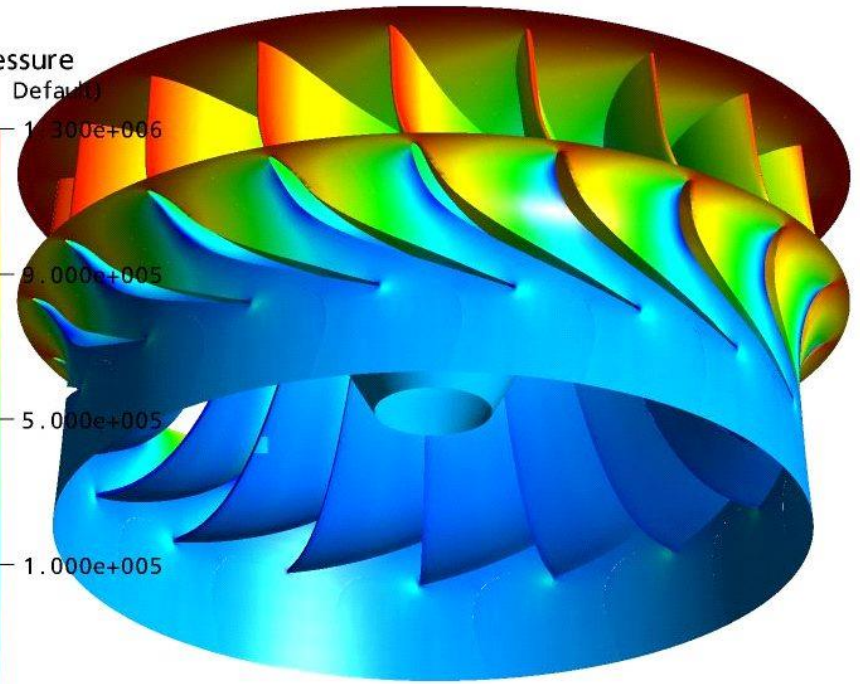
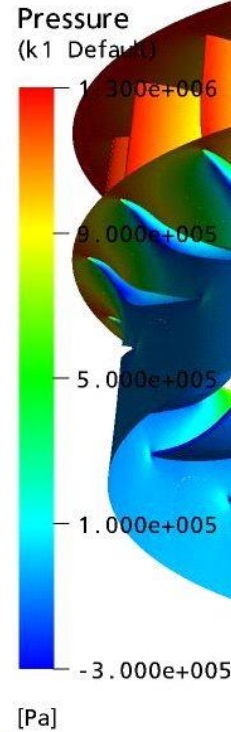
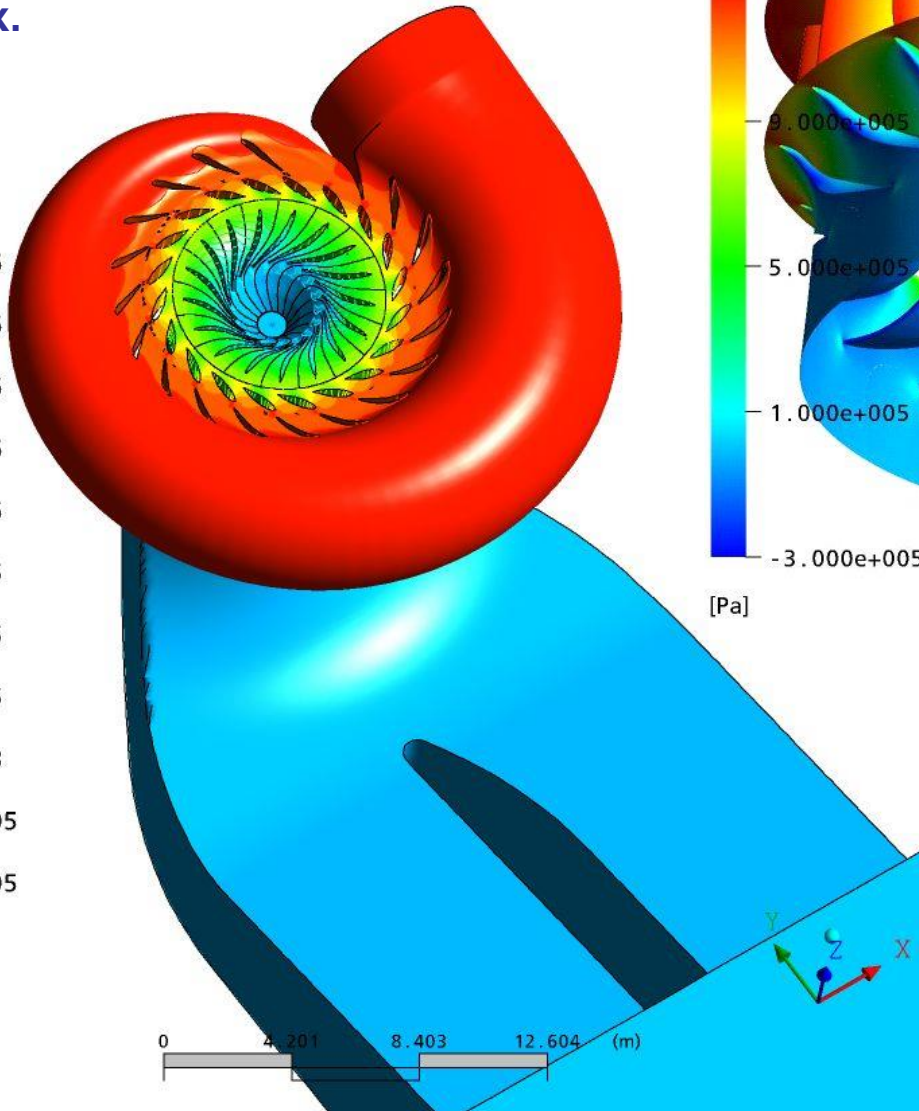
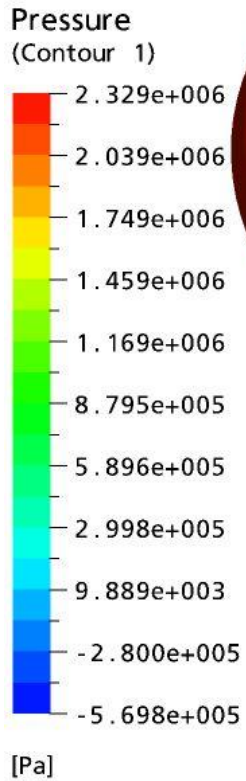
**Напомним, что здесь мы использовали параллельные вычисления, разбивая элементы системы или её всю на части**



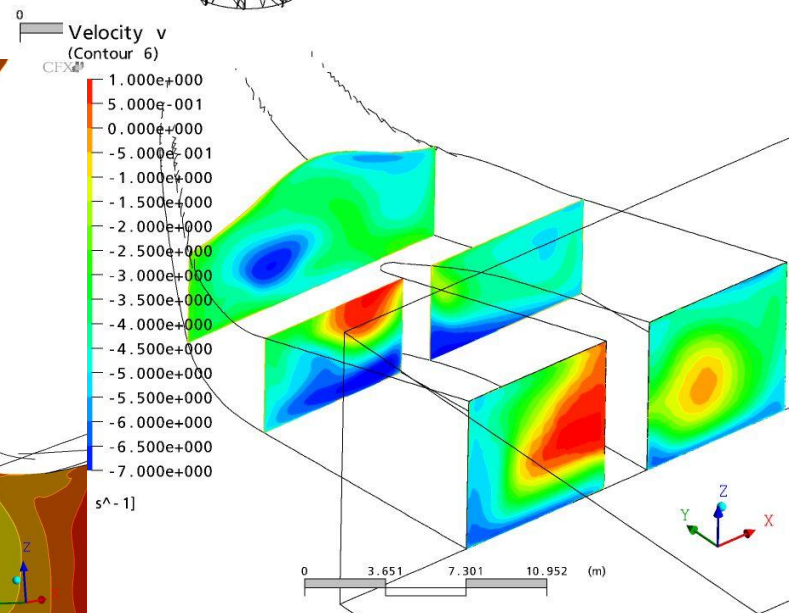
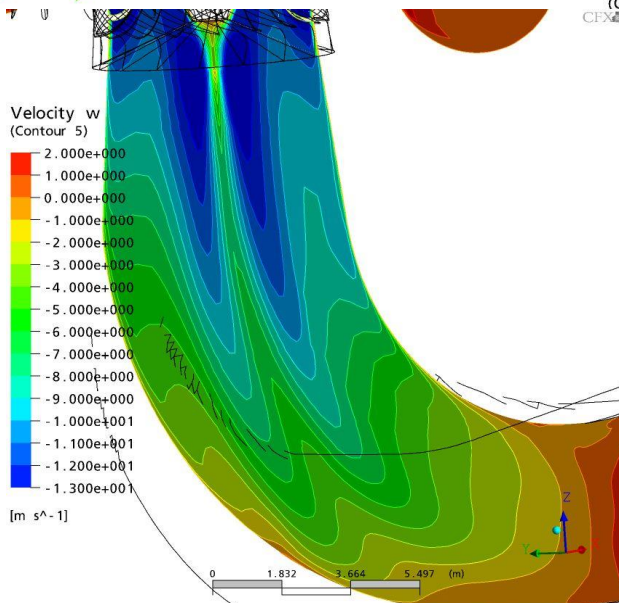
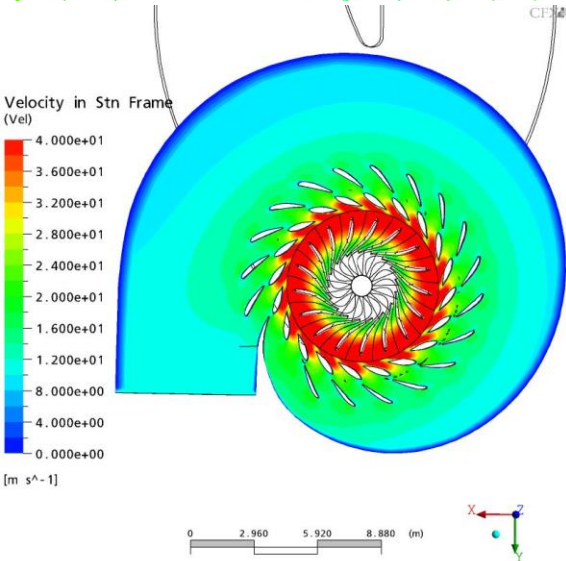
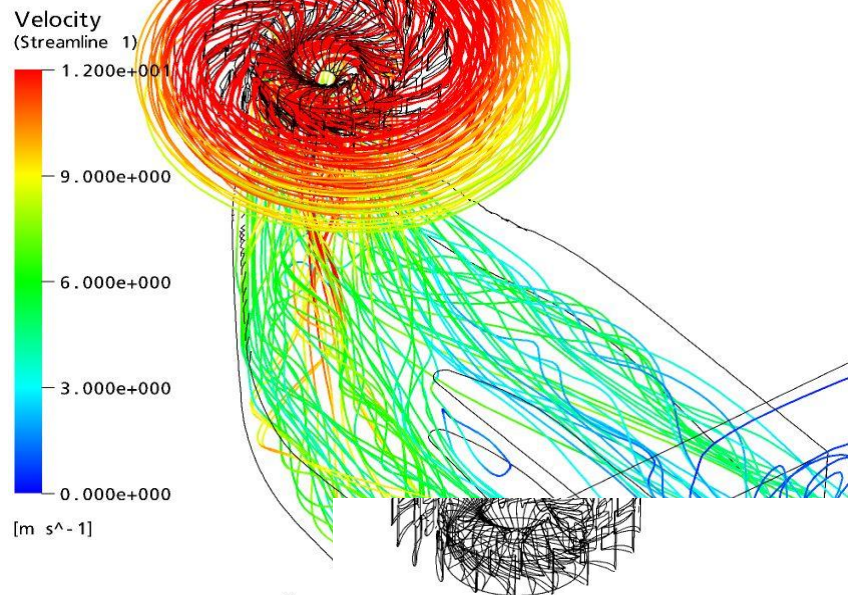
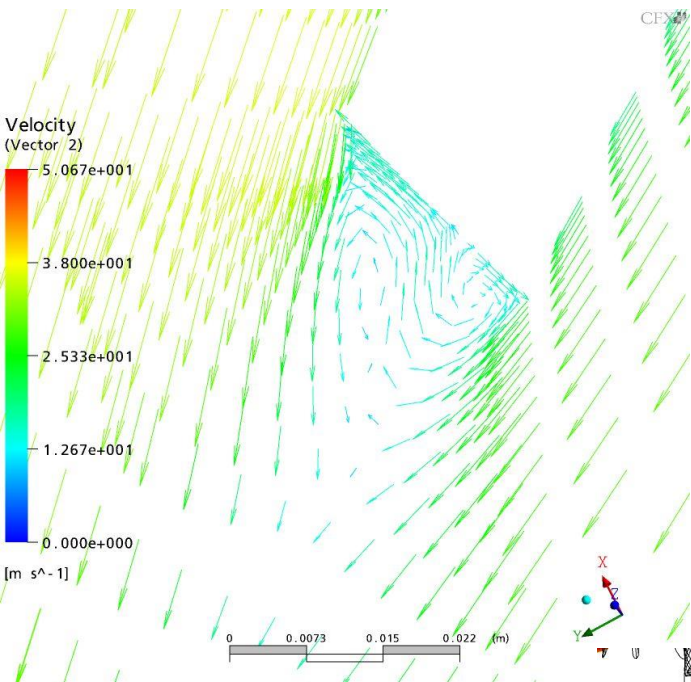
**Примеры разбиения всей расчетной области и отдельно «улитки» и направляющего аппарата и фрагмента рабочего колеса**

# Расчет полей давления.

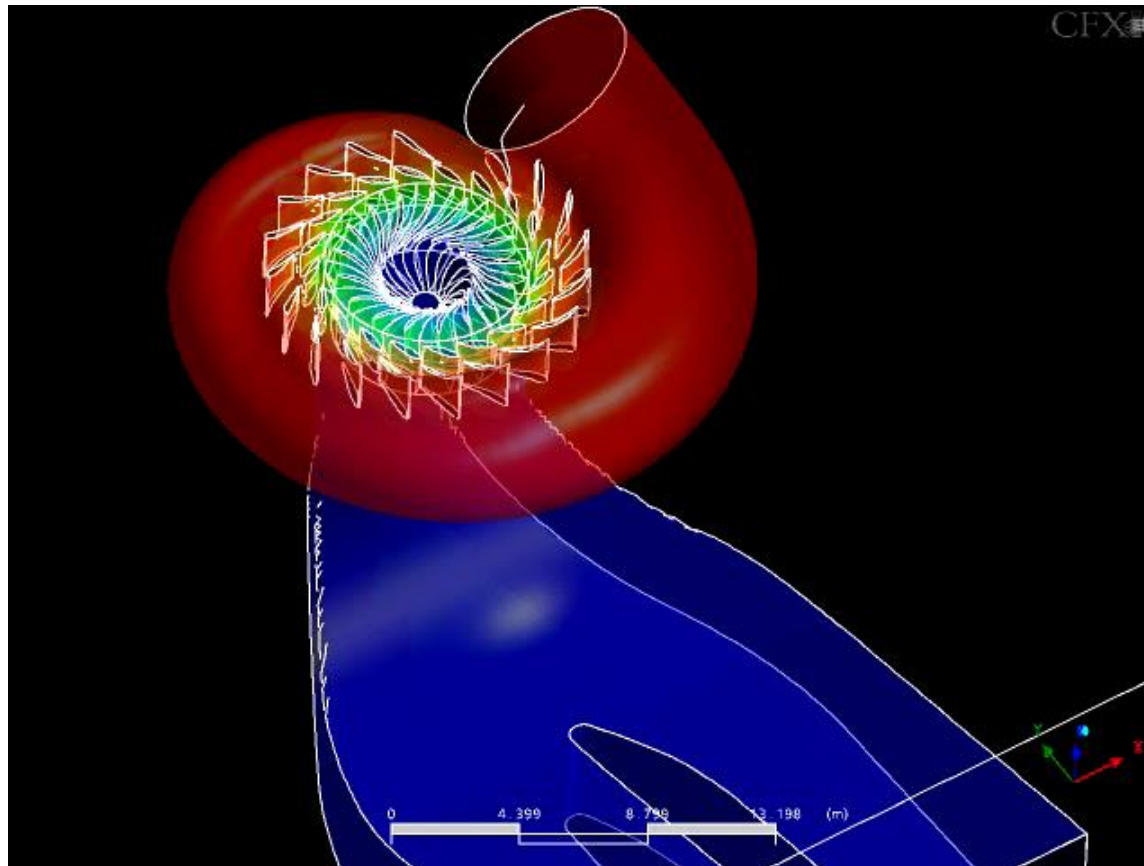
Мы даем возможность инженеру «увидеть» как ведет себя процесс или изделие в тех или иных условиях.



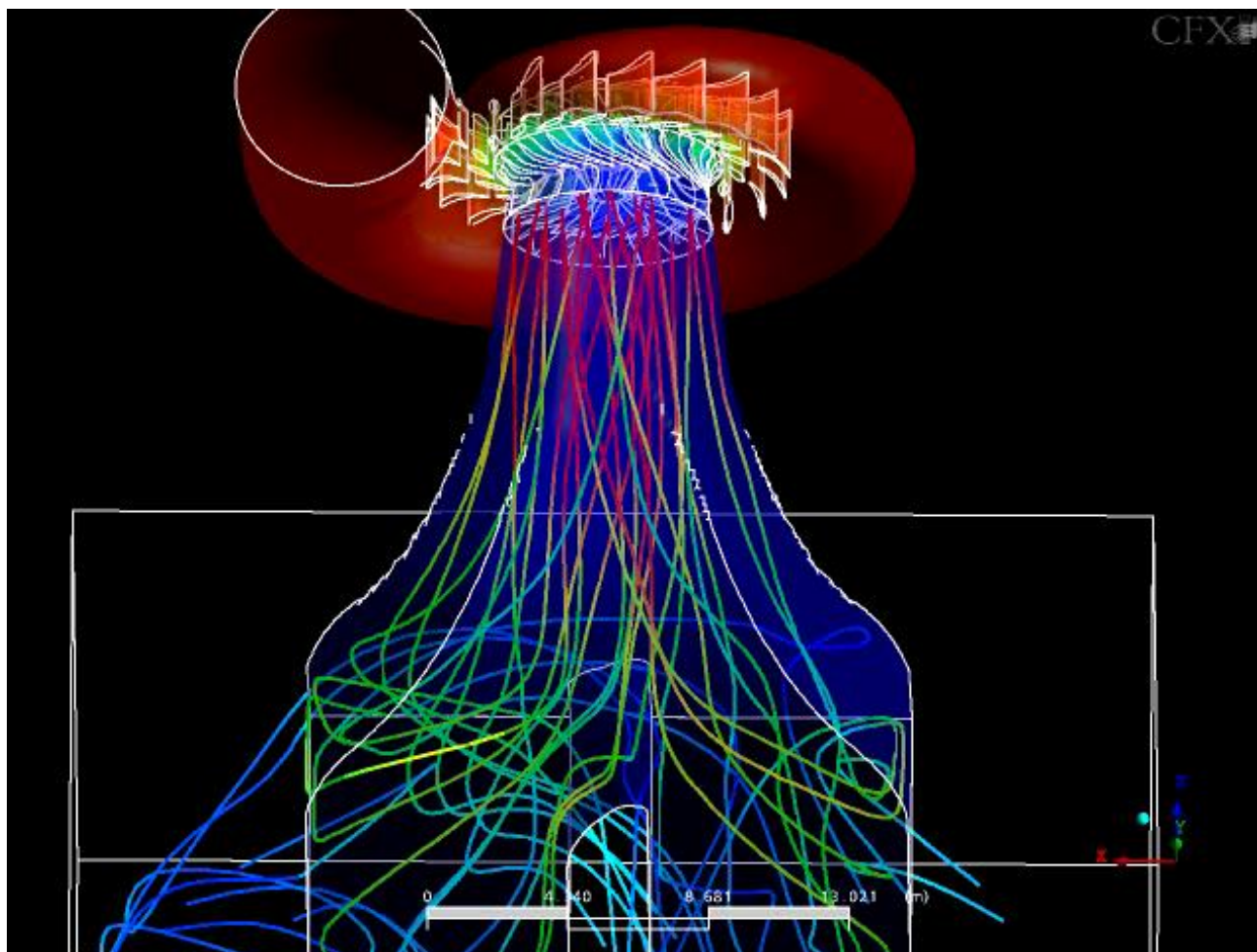
# Поля скоростей



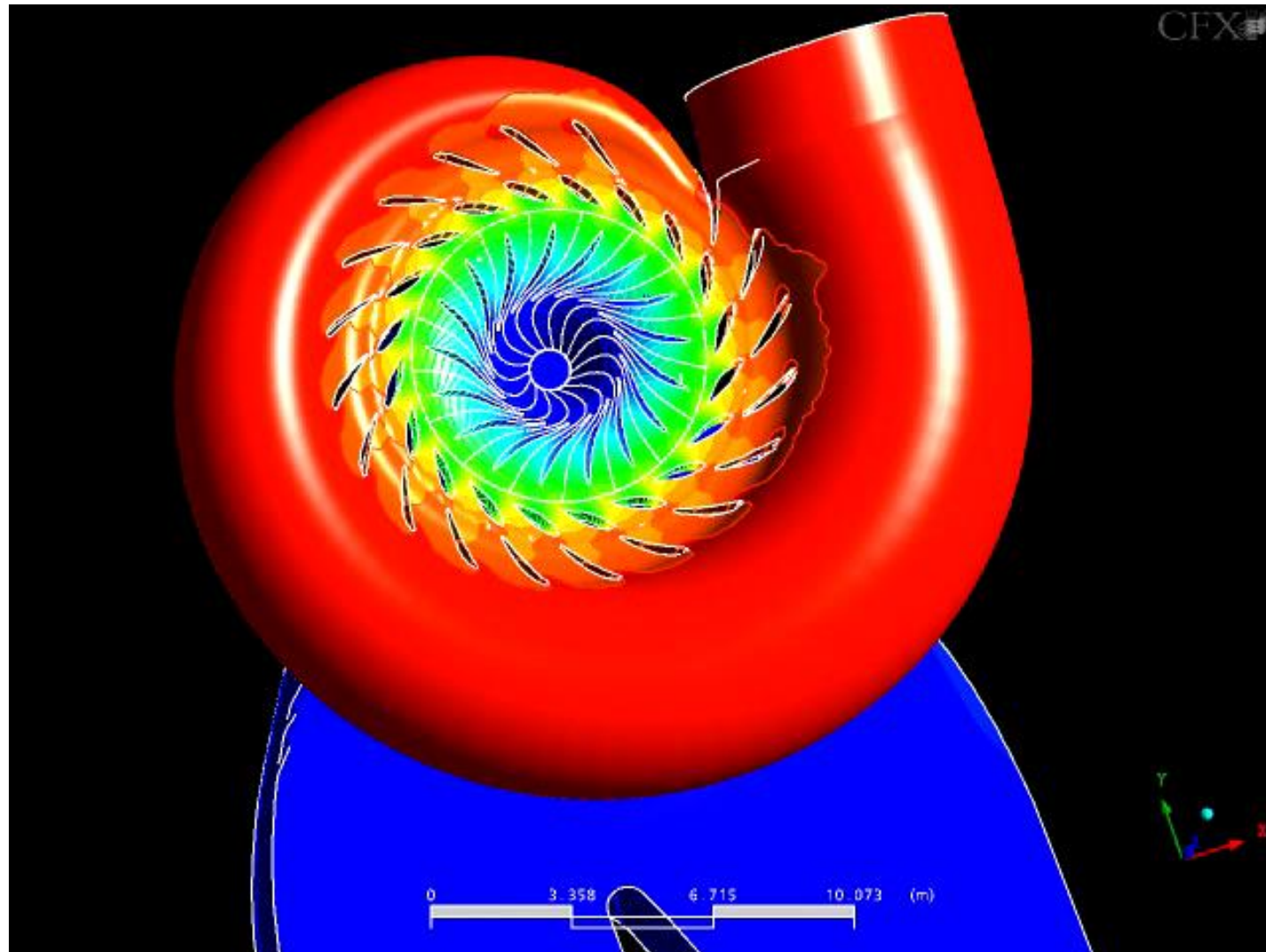
Поле давления в динамике во всей области  
течения в рабочем колесе  
(2006-2007 г.- первый опыт визуализации)



# Линии тока в проточной части за рабочим колесом

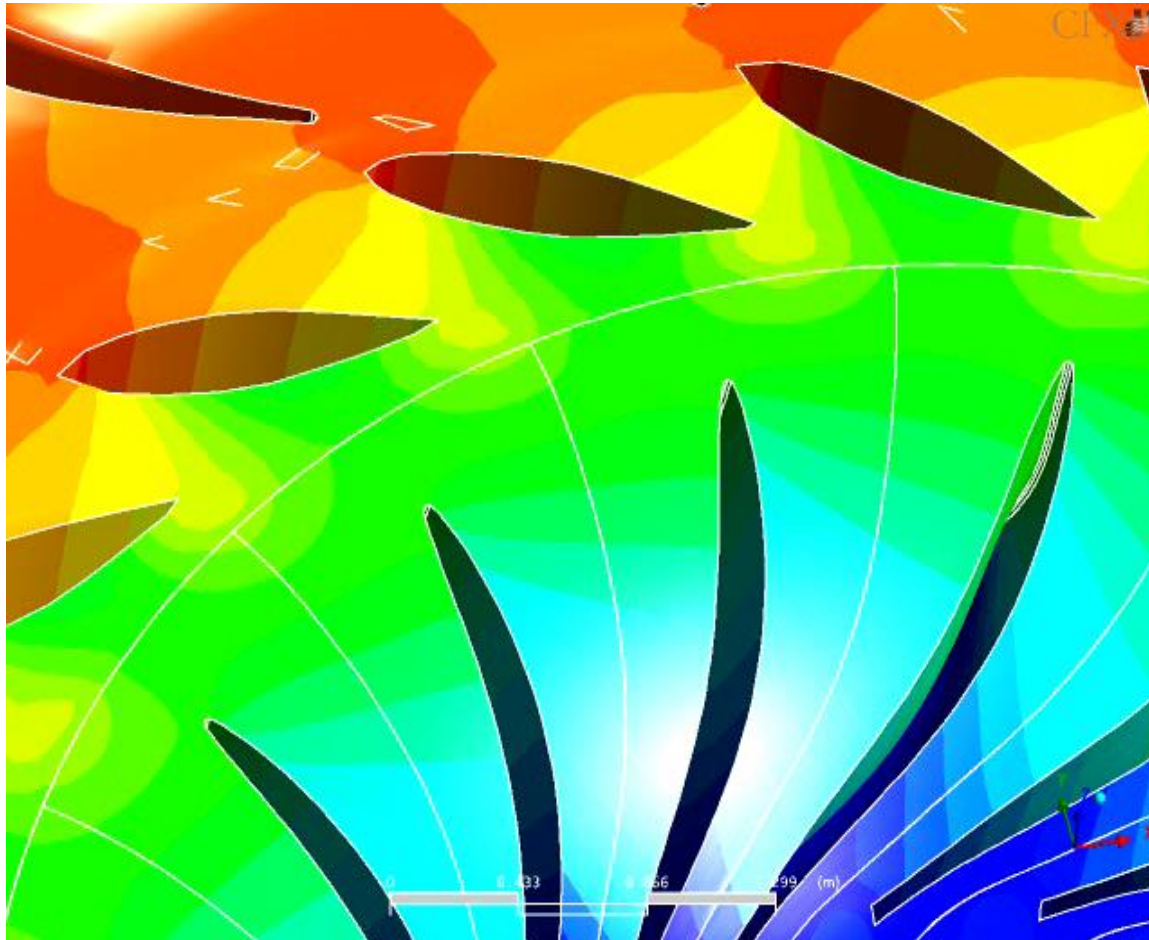


# Поле давления в динамике в турбине





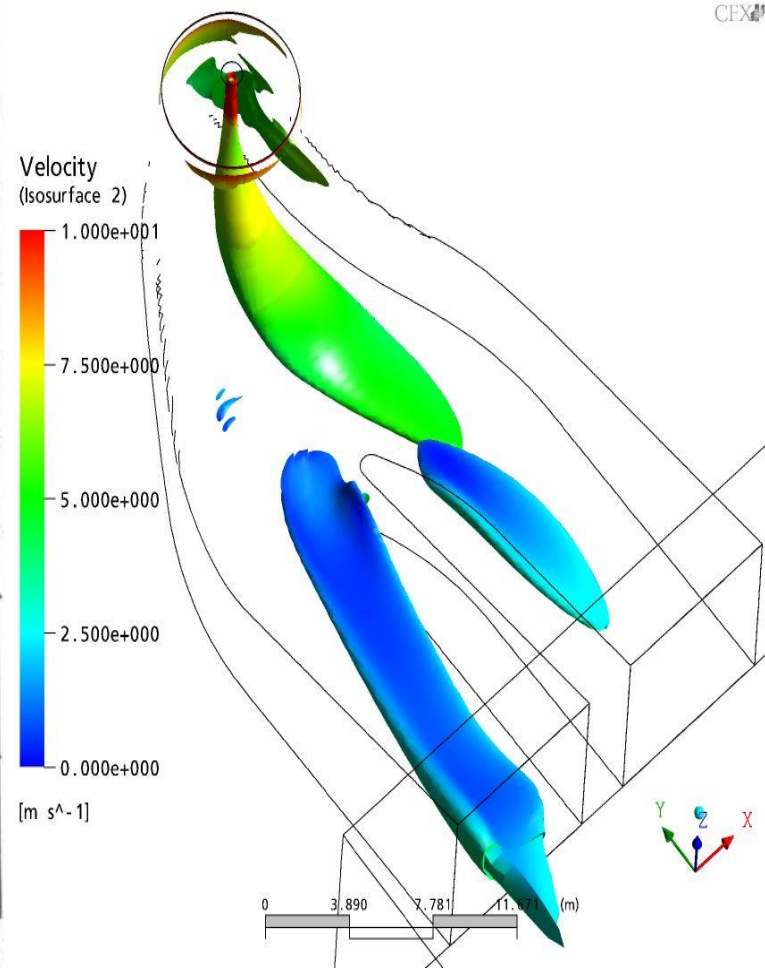
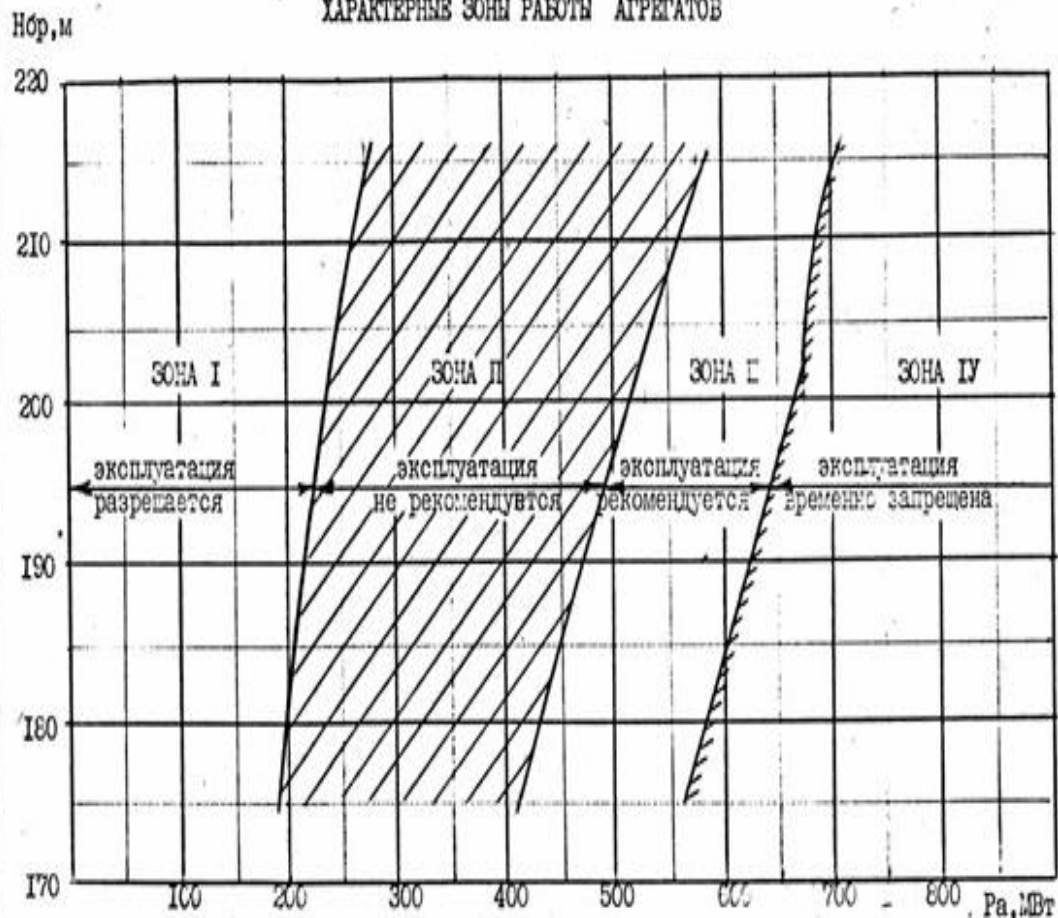
# Но можно увидеть и важные детали течения



# Эксплуатационная характеристика гидроагрегата с турбиной P0230/833-B-677

«Вихревой жгут» за рабочим колесом срыва которого приводят к мощным скачкам давления

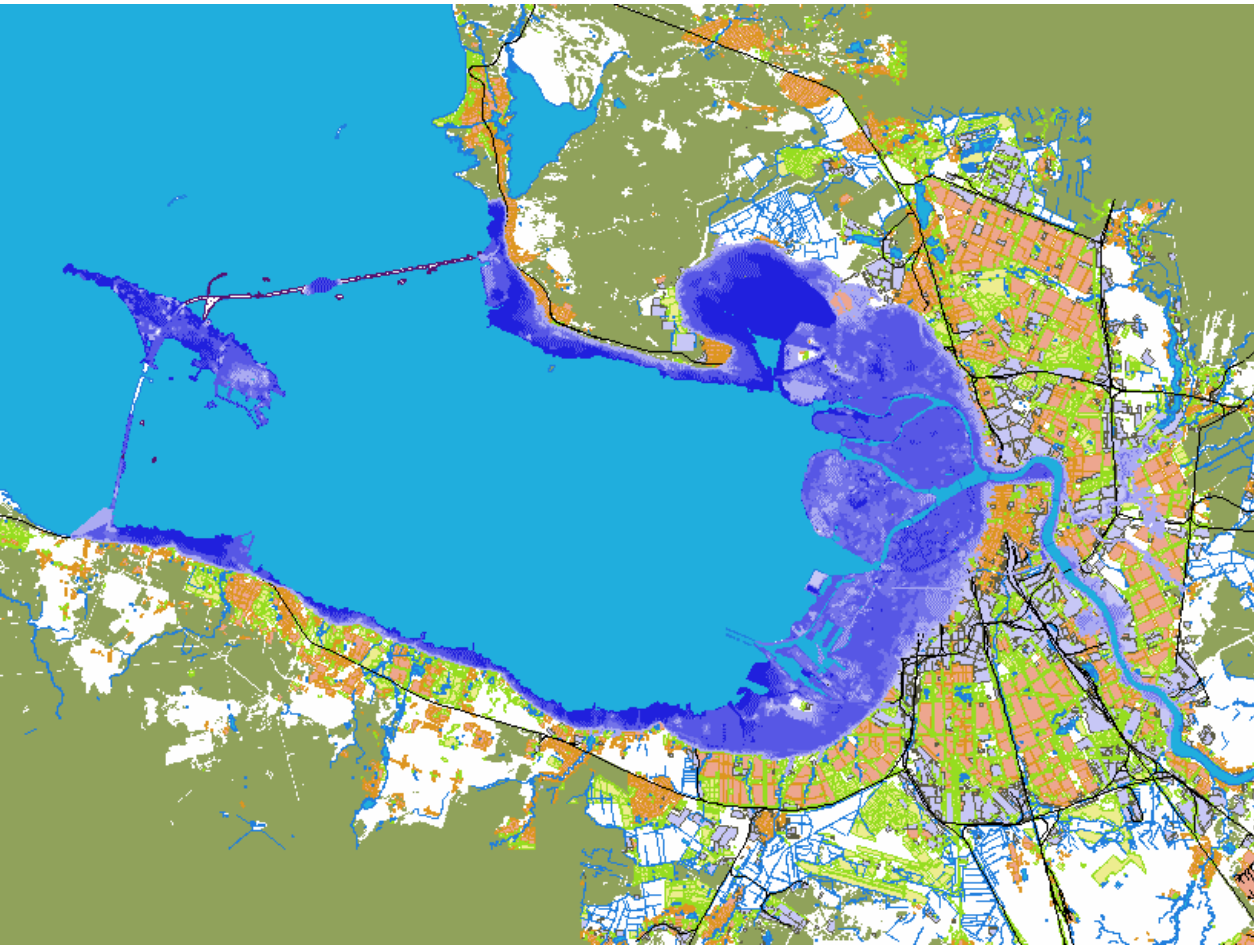
ХАРАКТЕРНЫЕ ЗОНЫ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ

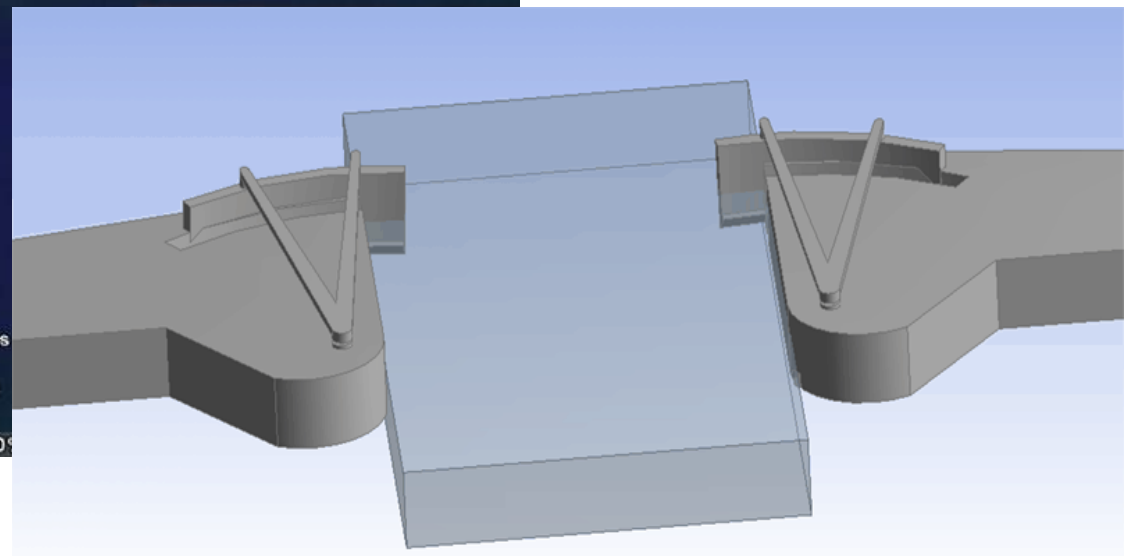
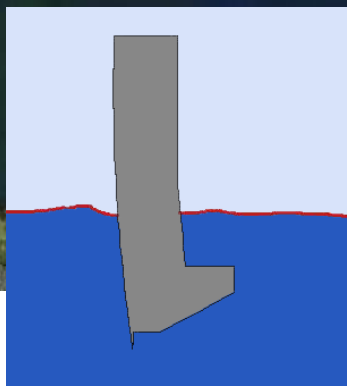
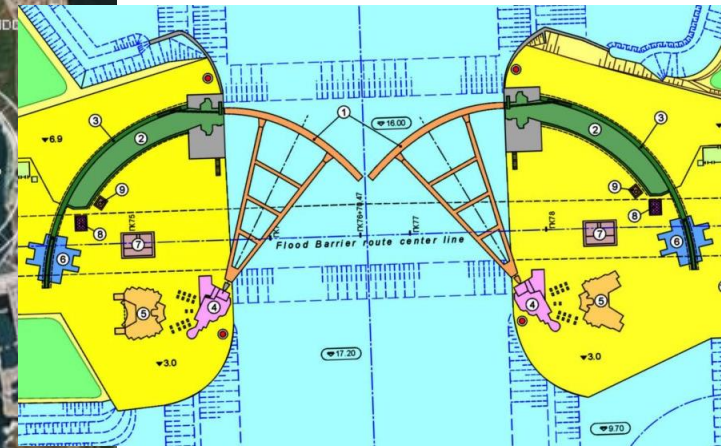
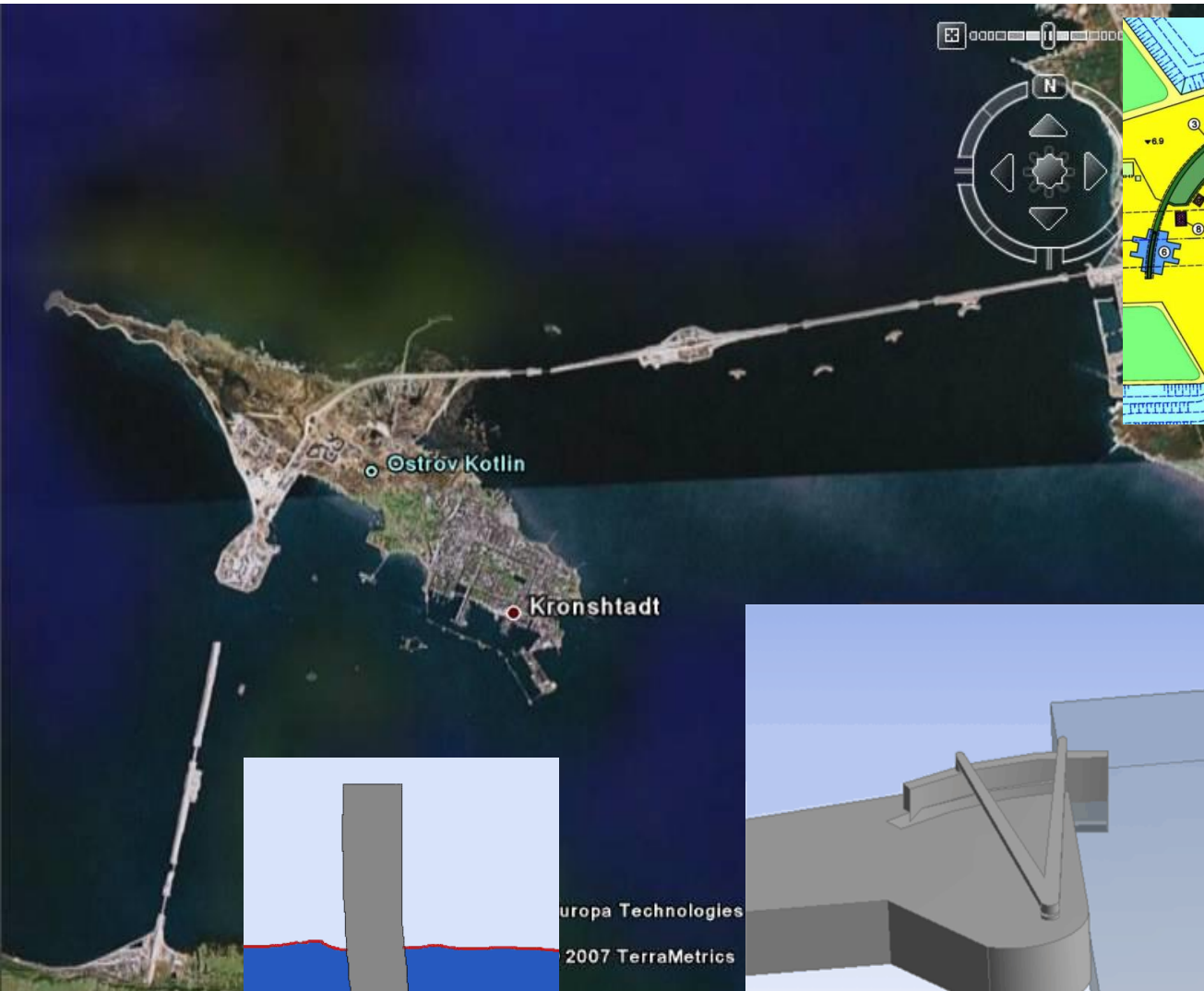


# К работам по защите Санкт - Петербурга от наводнений

2006 – 2008

*(устойчивость важнейших  
элементов судопропускных  
сооружений)*

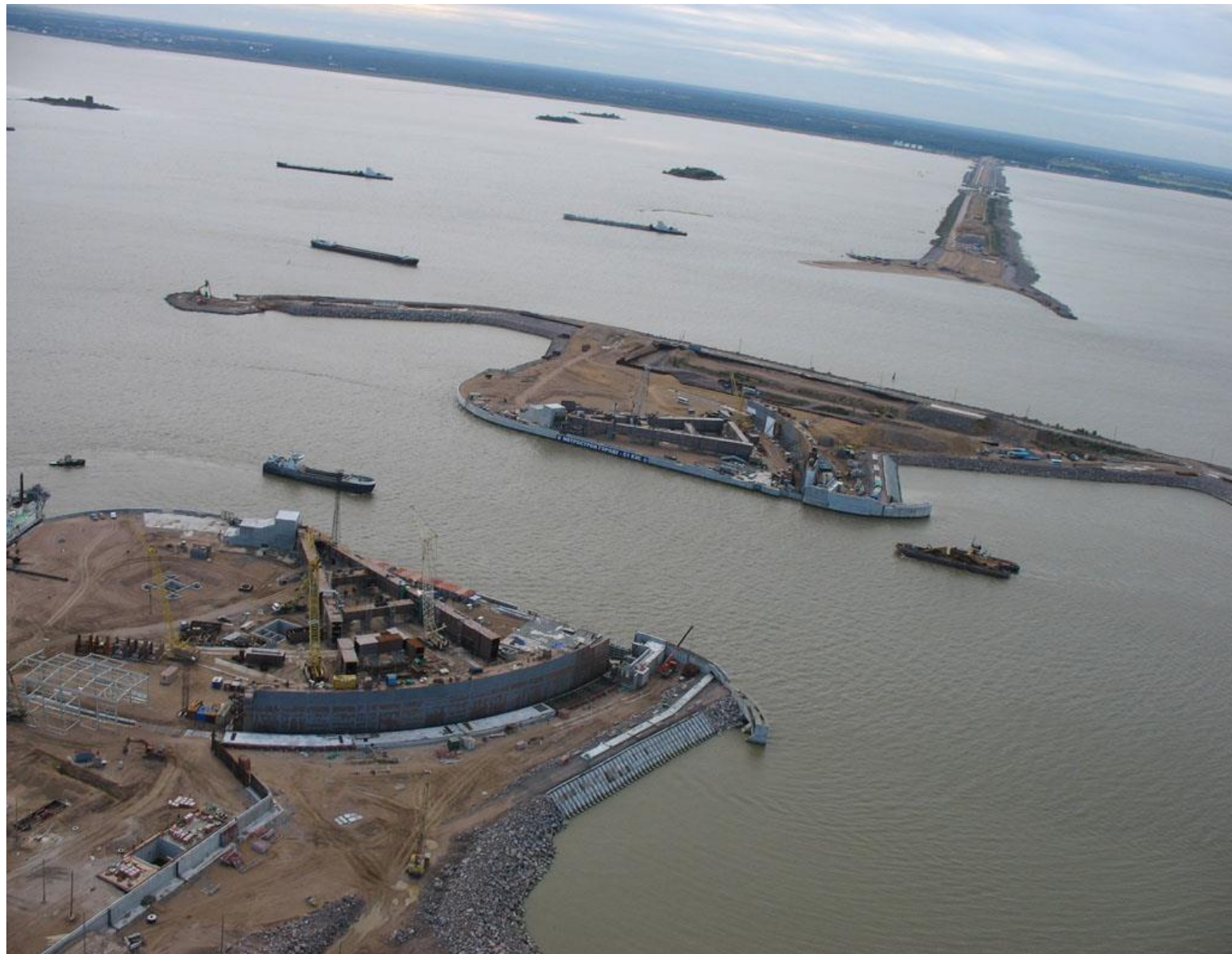




Pointer 59°59'59.63" N

Europa Technologies  
© 2007 TerraMetrics  
Scaling 100%

# Общий вид строительства судопропускного сооружения С1



# Судопропускное сооружение построено (2009 г.).

Одна из створок перекрывает канал.

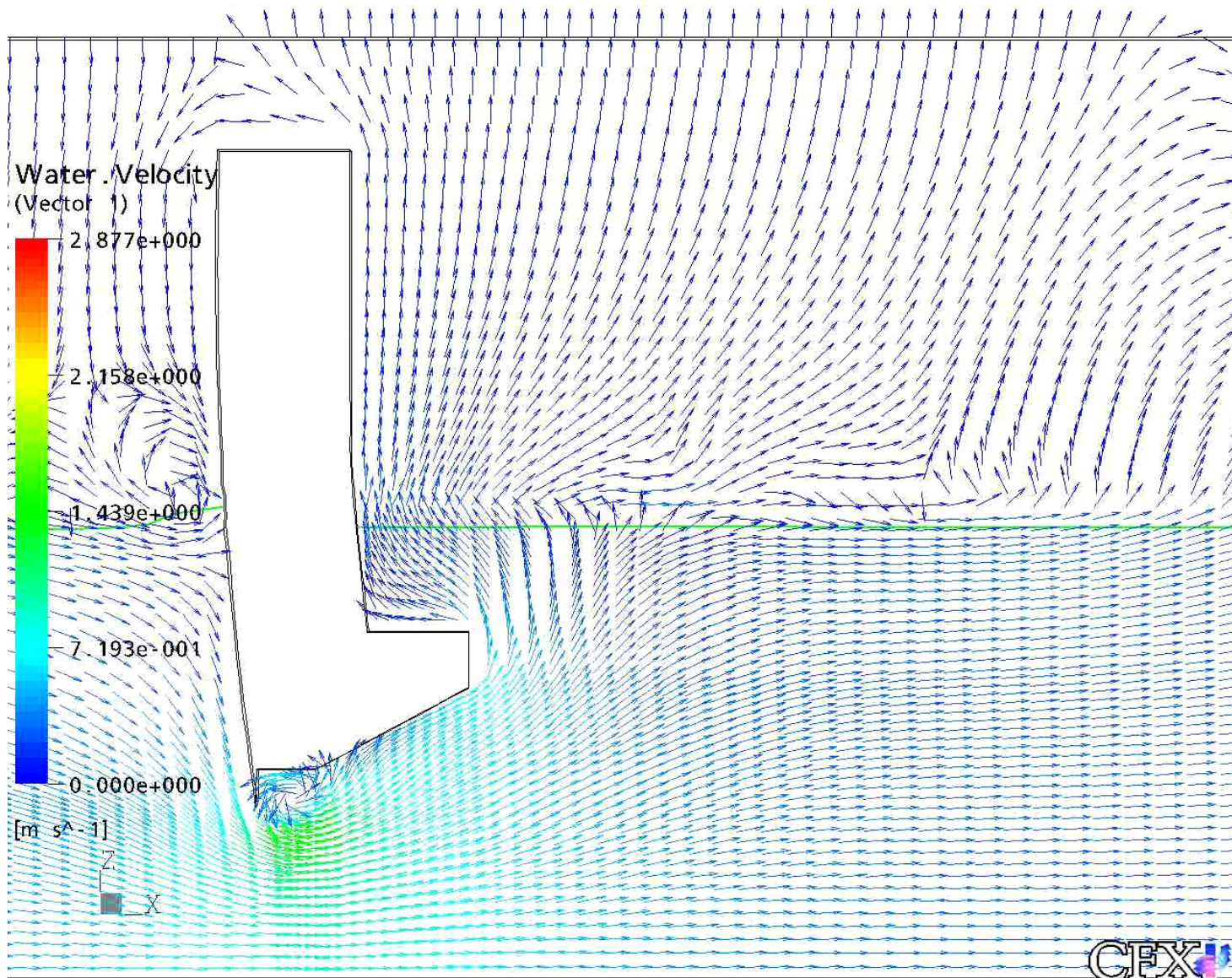
Конструкция створок системы такова, что они не полностью перекрывают канал.

Между дном и створками имеется зазор, в котором развивается сильное течение при больших перепадах уровней воды.

Систему начинает раскачивать...



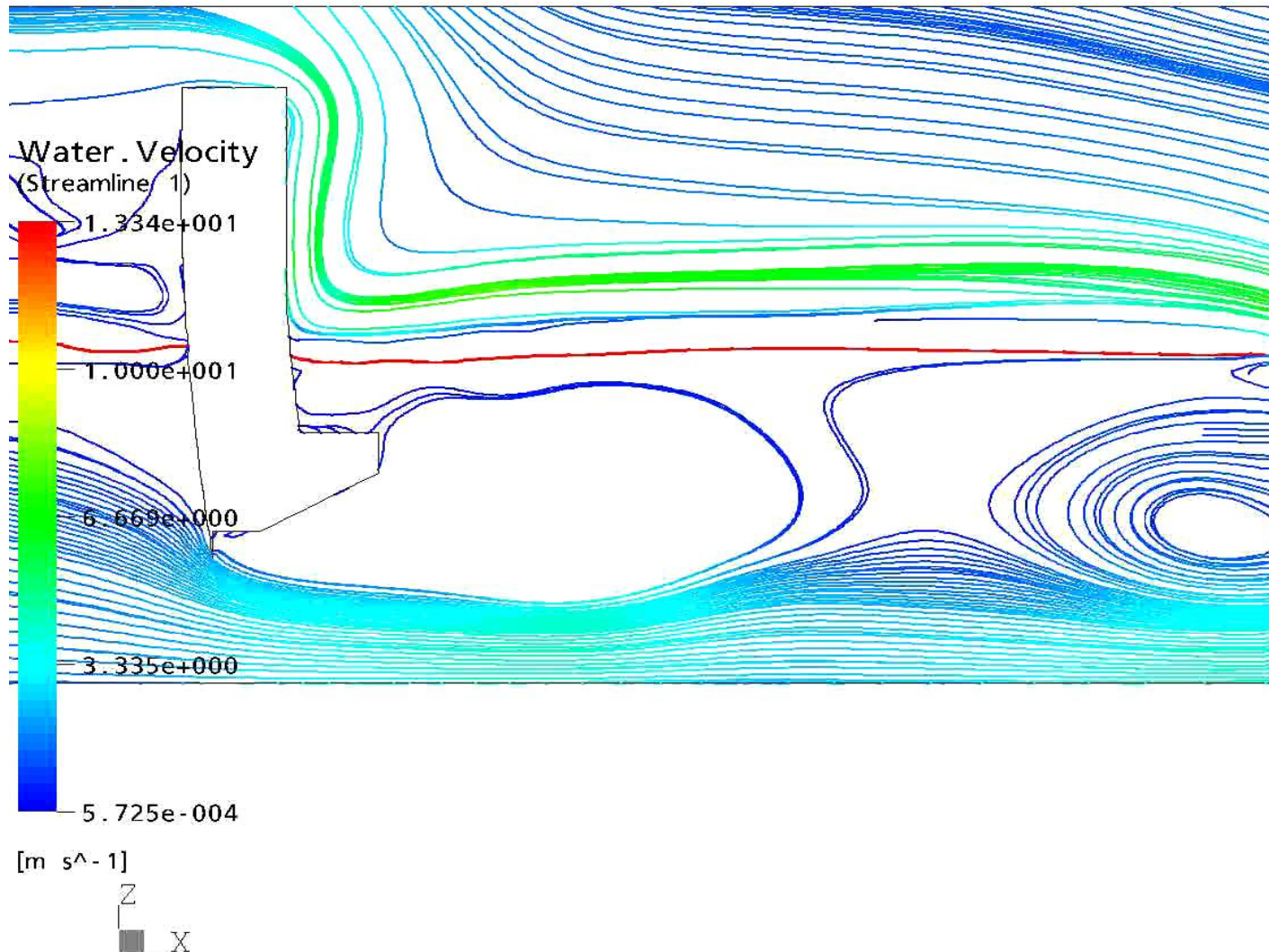
# Поля скоростей на батопорт



Линии тока, обтекающие батопорт.

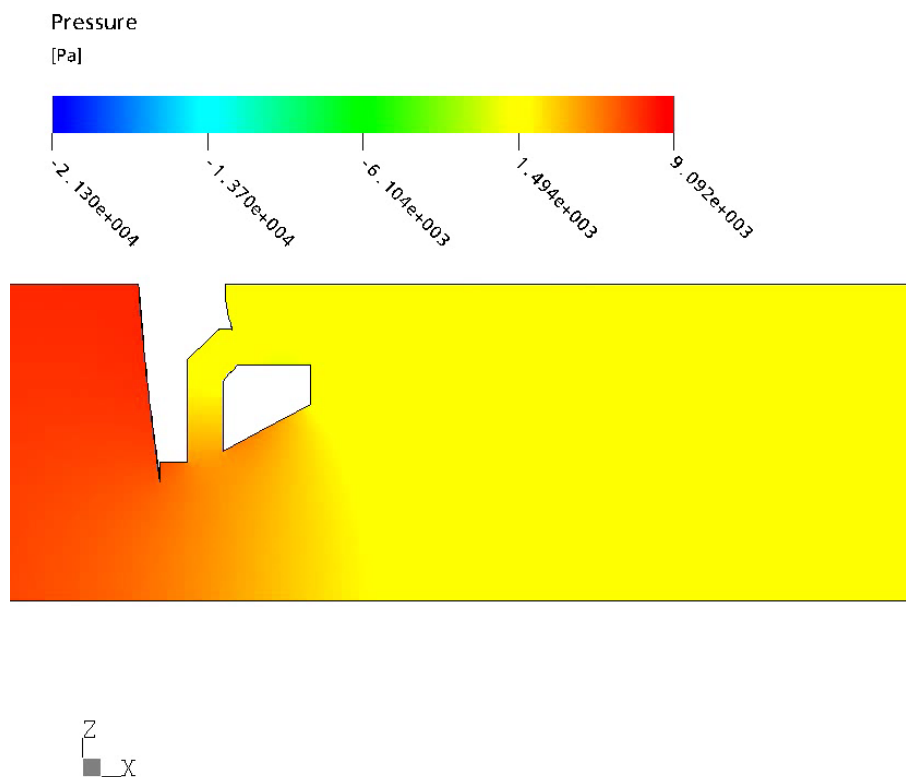
Расчеты велись на 8 и 16 процессорах СуперЭВМ.

Эффект – подтверждение проблем с устойчивостью системы



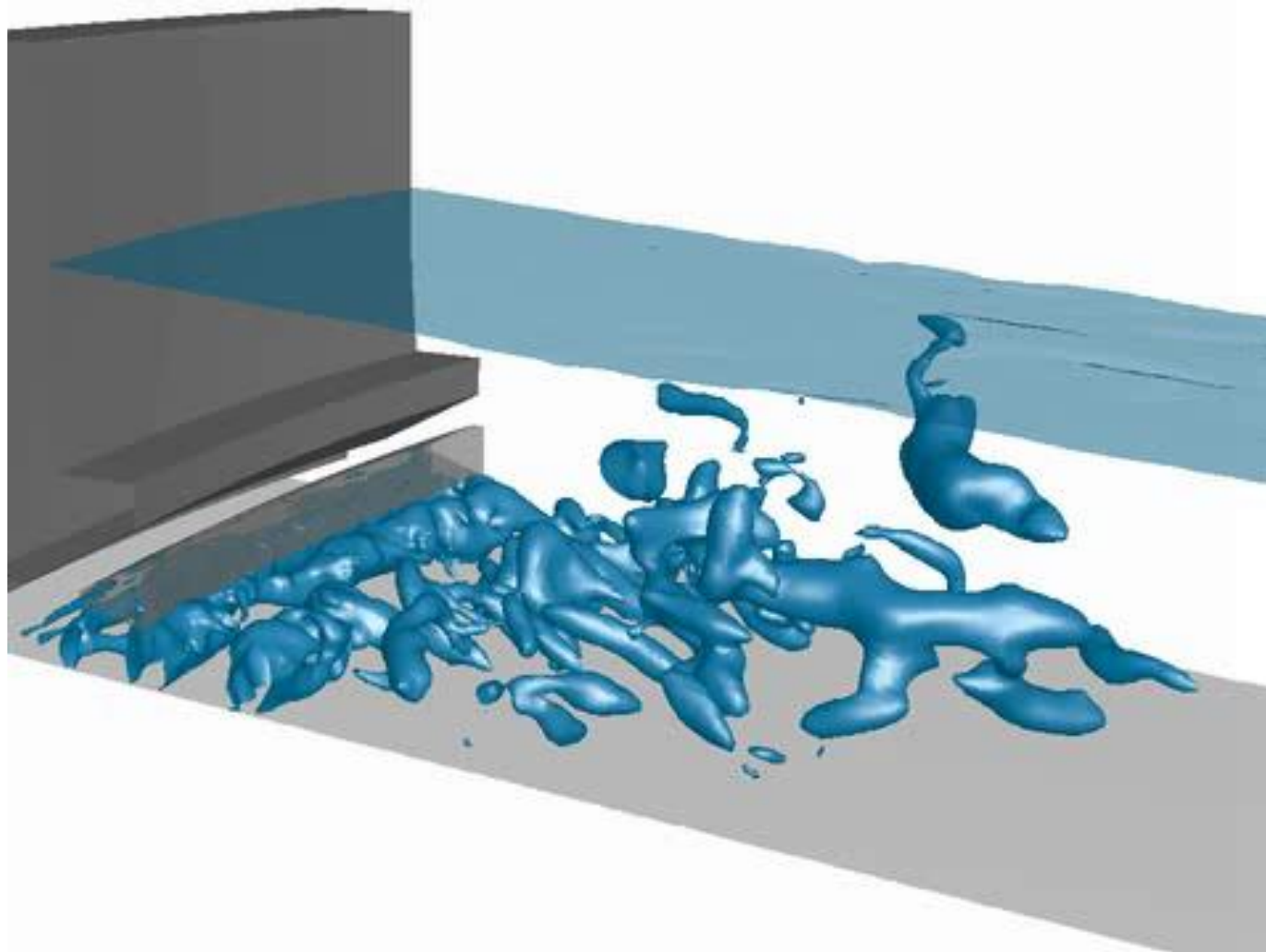


# А так выглядели первые расчеты на 8 процессорном кластере 2006 г.



Поле давления

Но, конечно, наиболее интересны трехмерные  
расчеты

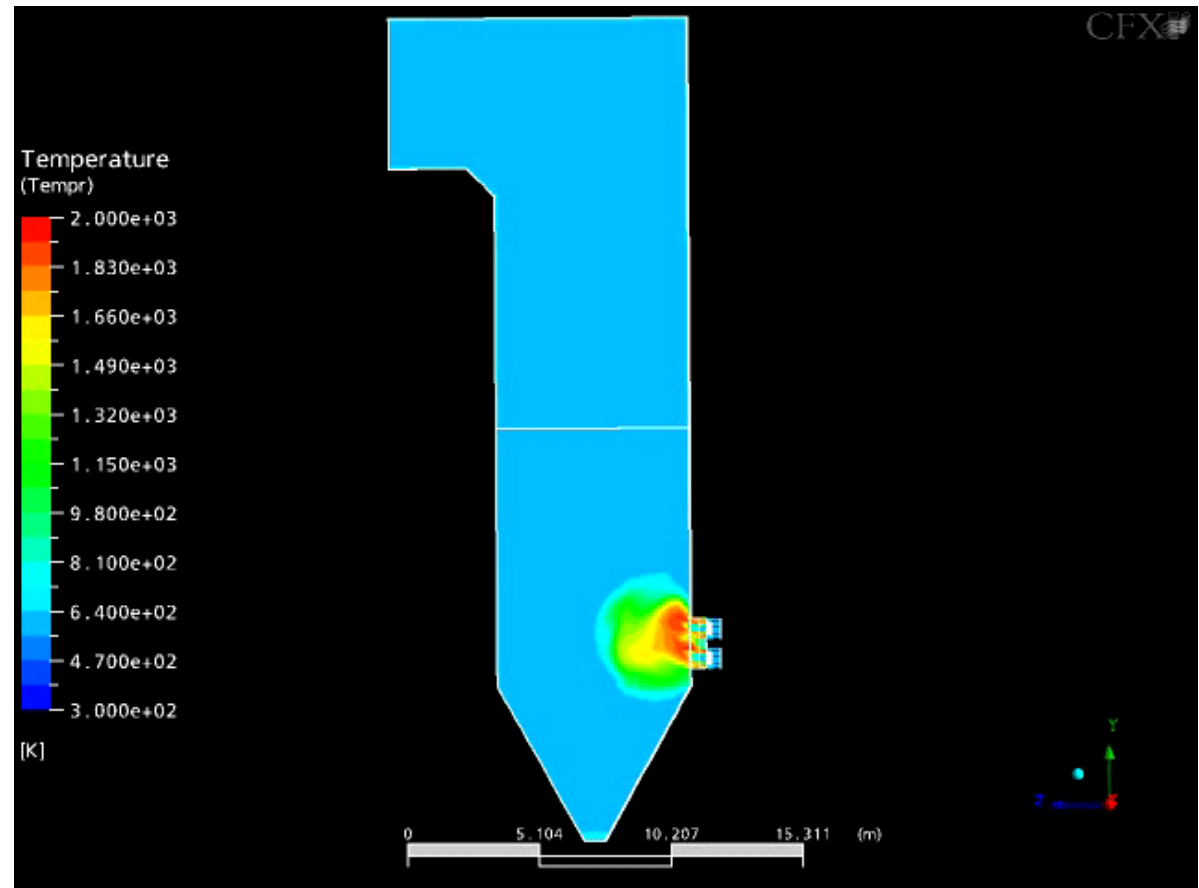
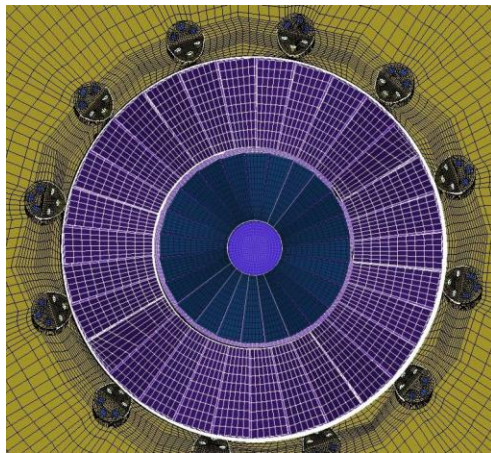


**Промышленные горелки (фирма «Экотоп»). Энергосбережение.**

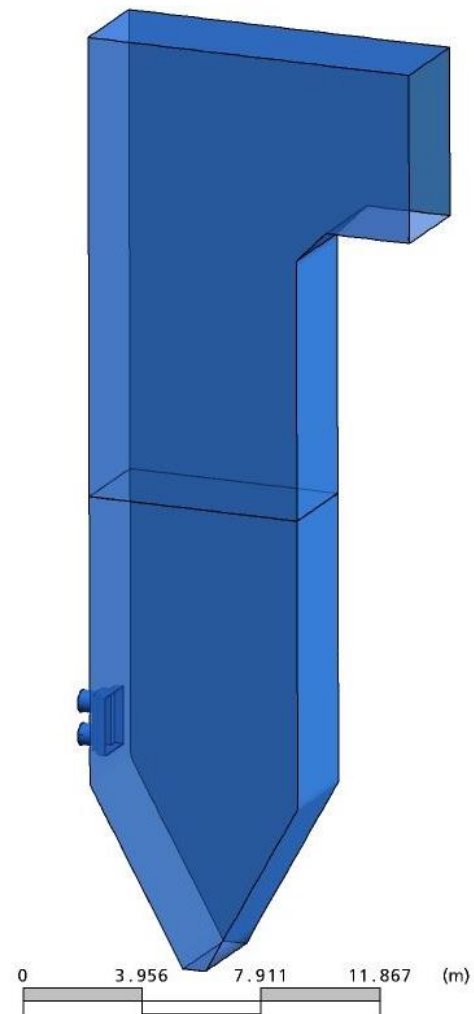
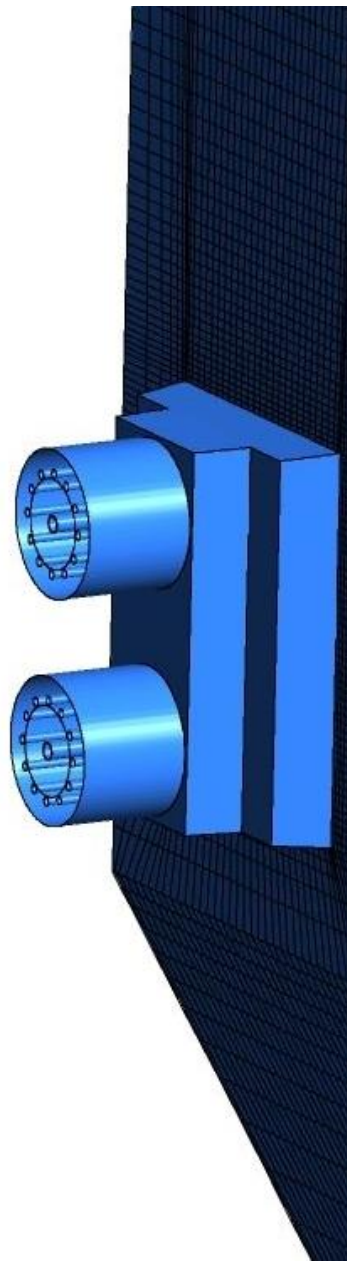
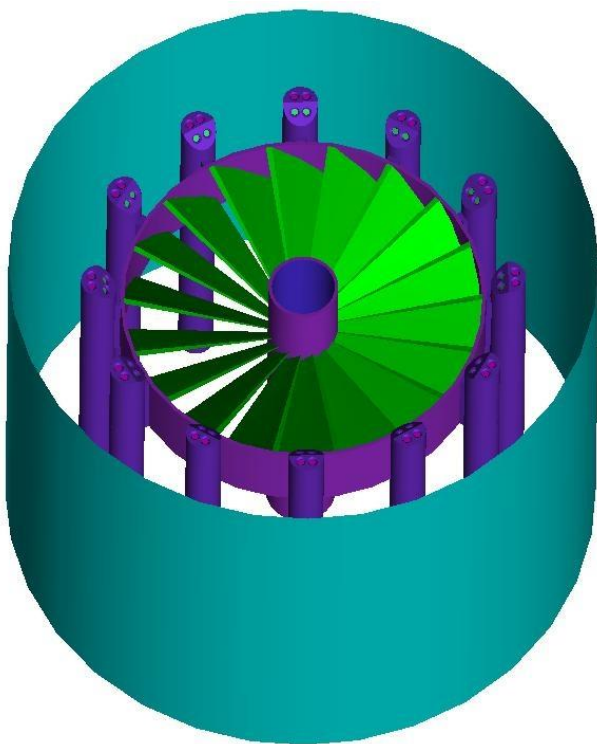
**Очень трудные в реализации задачи, поскольку носят существенно междисциплинарный характер (аэродинамика, теплопередача, горение).**

**Расчеты велись на 16 и 24 и 48 процессорах СуперЭВМ.**

**Результаты: улучшение «экологичности», повышение теплоотдачи, устойчивость пламени**

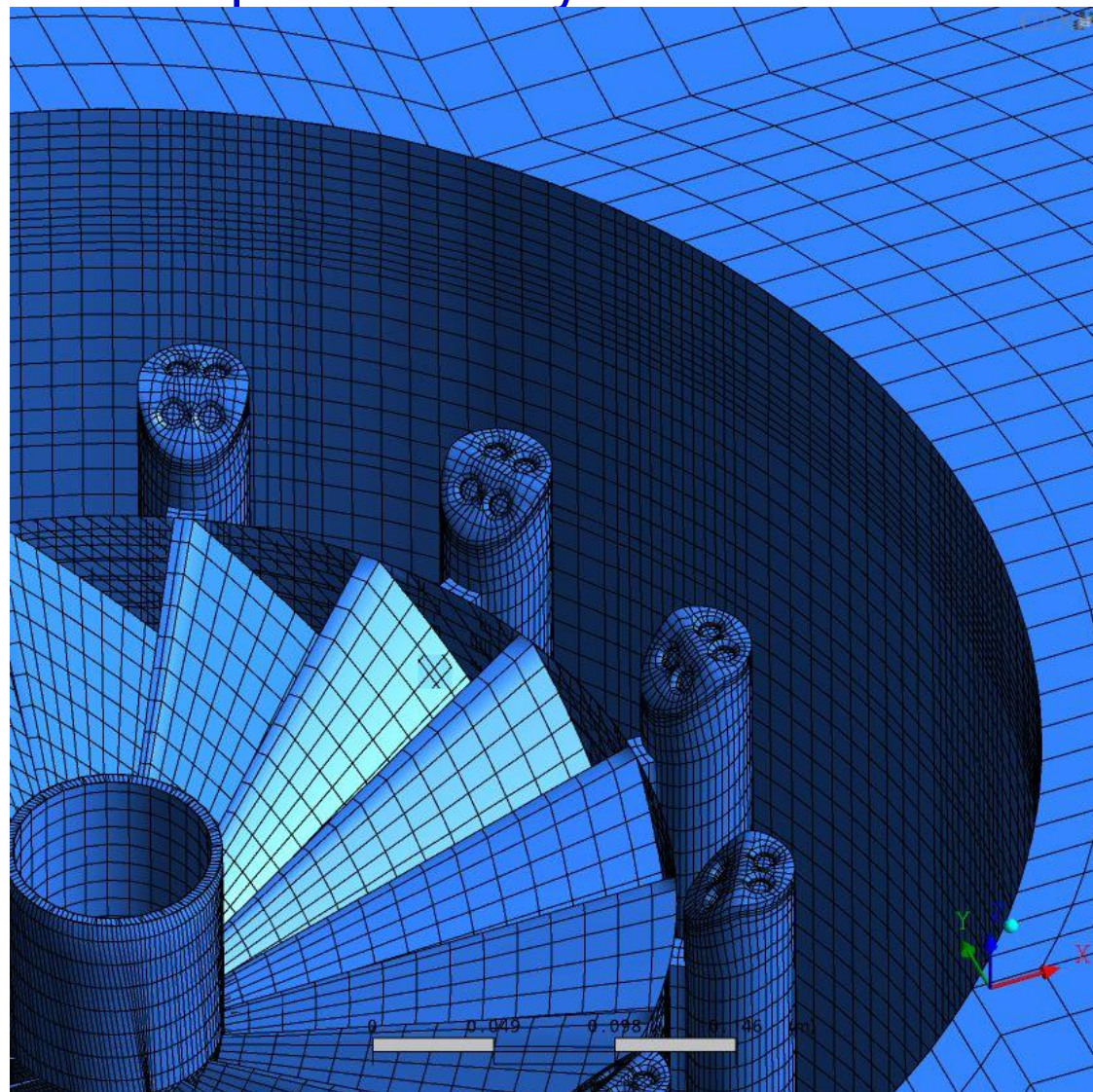
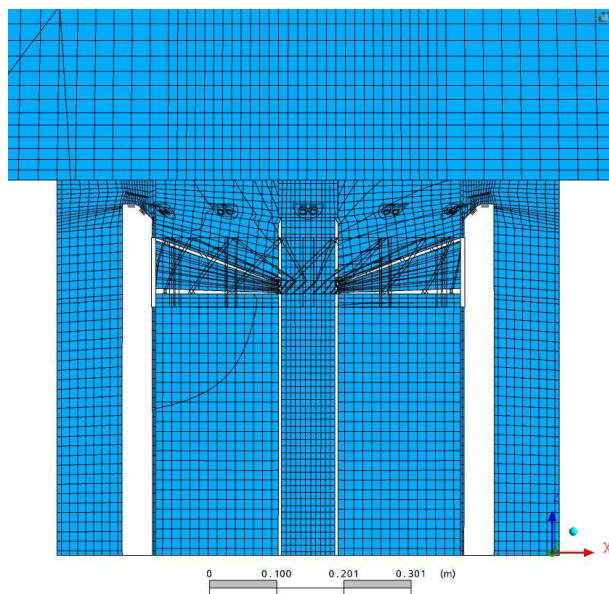
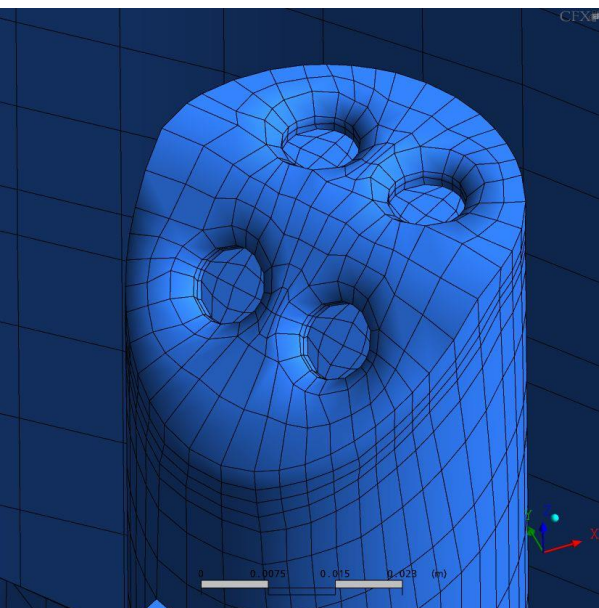


# Горелки и их размещение в топочном пространстве котла

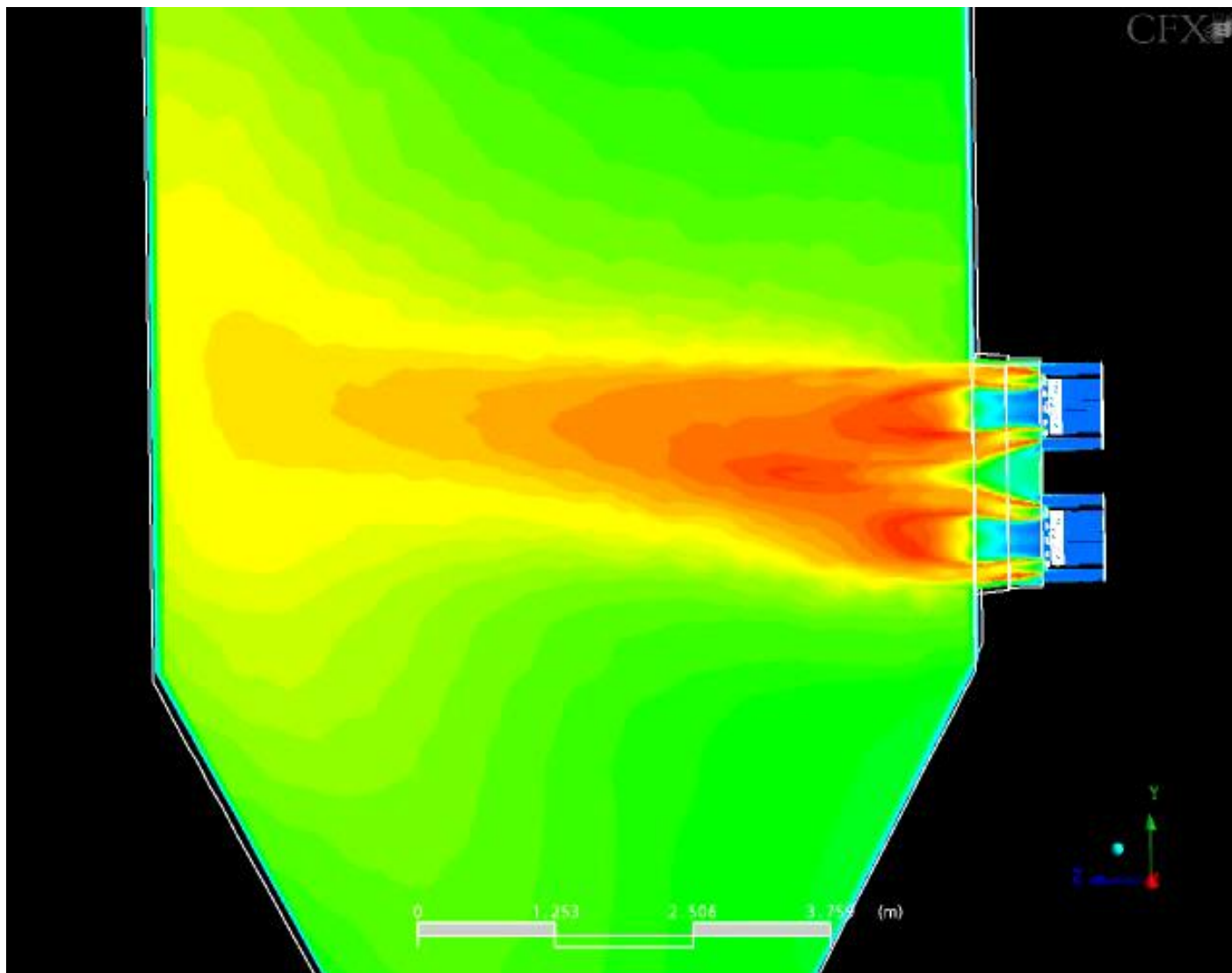


# Расчётная сетка (одна горелка).

Многие миллионы расчетных узлов



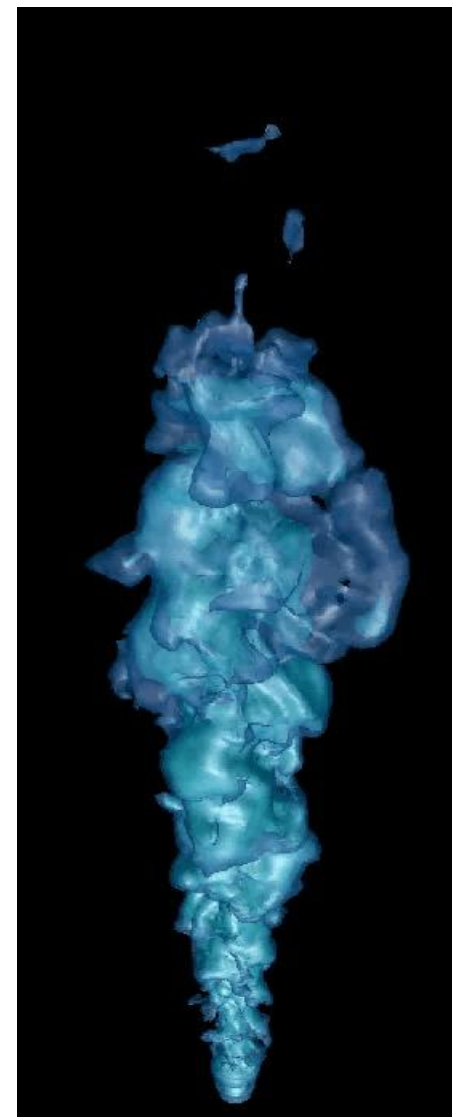
# Моделирование процессов горения и смежные задачи. Горелки котлов Сургутской ГРЭС



# Первое важнейшее направление работы - моделирование пламен

Работа на основе: Fluent  
6.3.26  
LES Sm, 700k CV, SGS EBU  
( $T = 1300, 1600, 1900$  K)

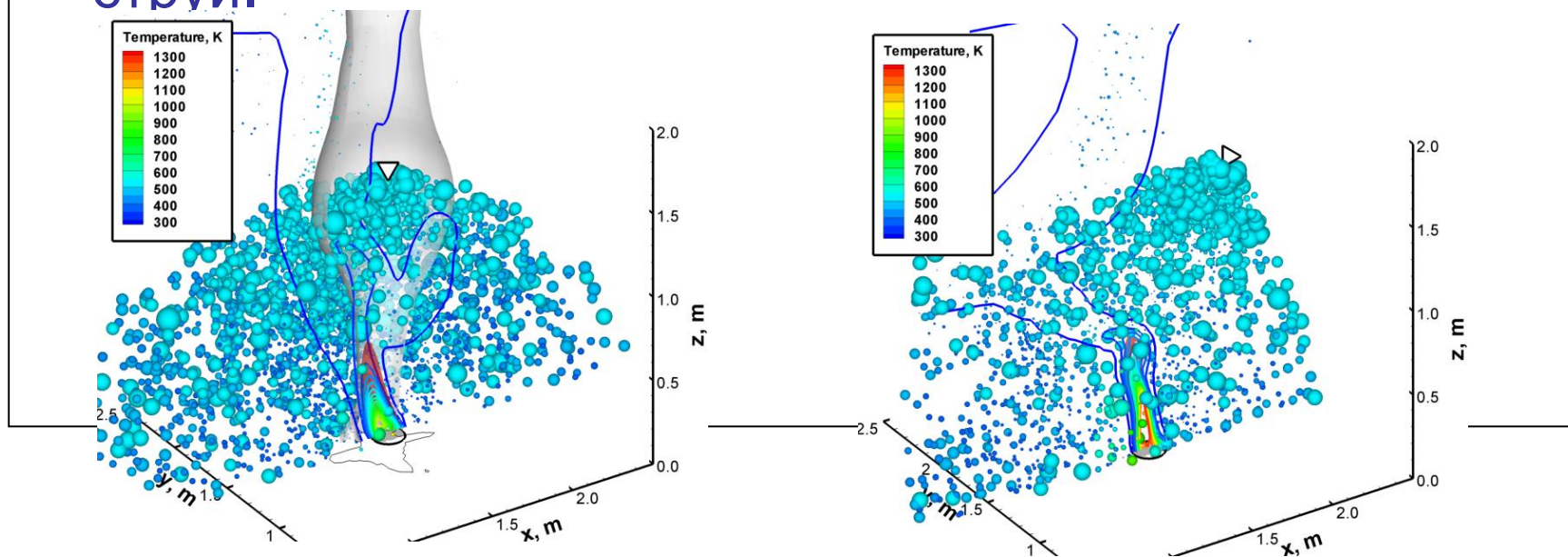
Эксперимент Sandia Labs



## Второе ключевое направление работы - технологии подавления пламени водно-капельной средой:

Ниже приведен эффект такого подавления,  
который, естественно, зависит от параметров  
подавляющей капельной среды.

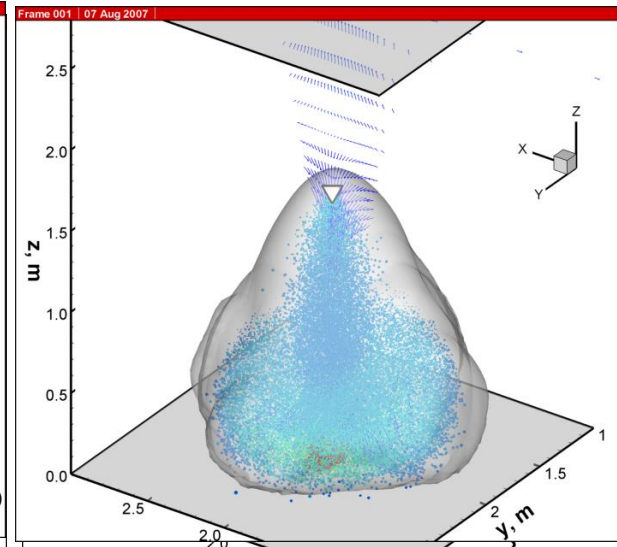
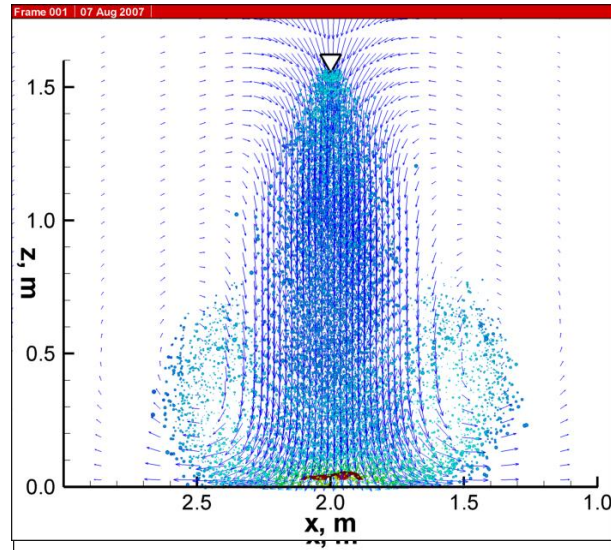
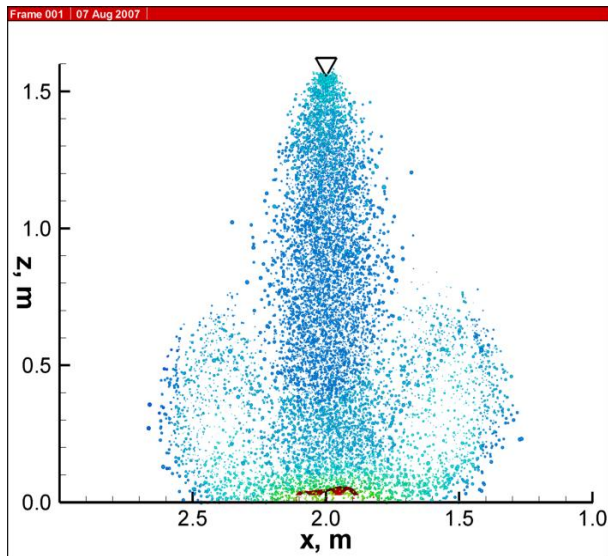
Пример - зависимость от направления капельной  
СТРУИ.





# Эффективность подавления пламени

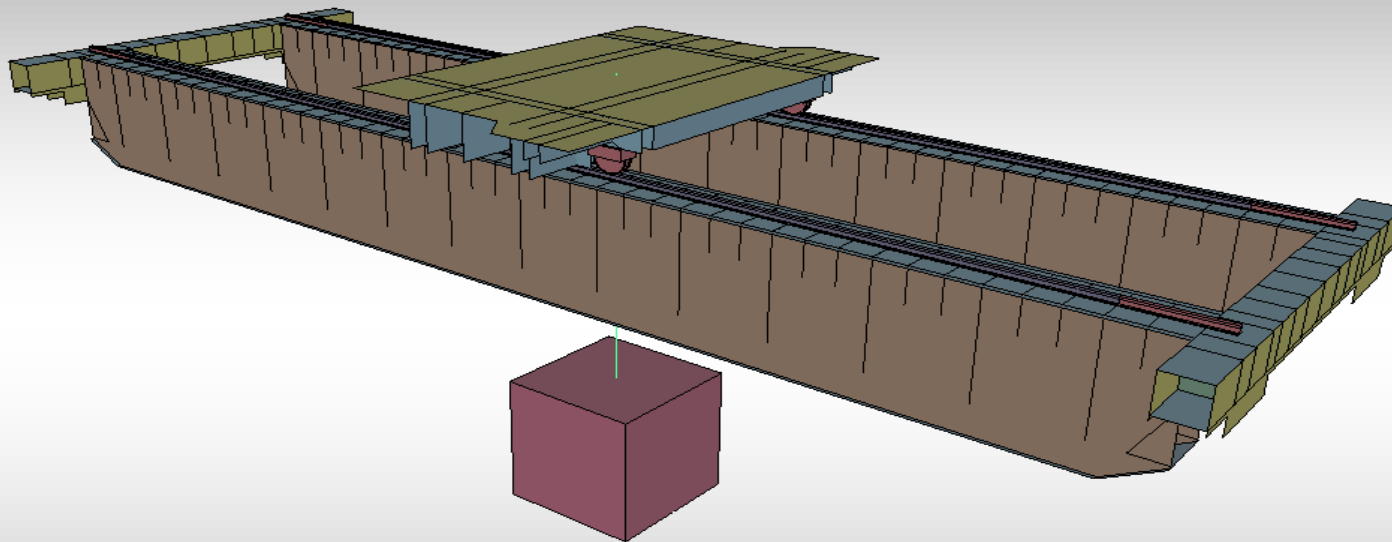
- Моделирование с использованием суперкомпьютерных технологий на основе программных систем CFX и Fluent вычислительной гидроаэродинамики.
- Пример - демонстрация механизма подавления пламени тонко распыленной водно - капельной струей.



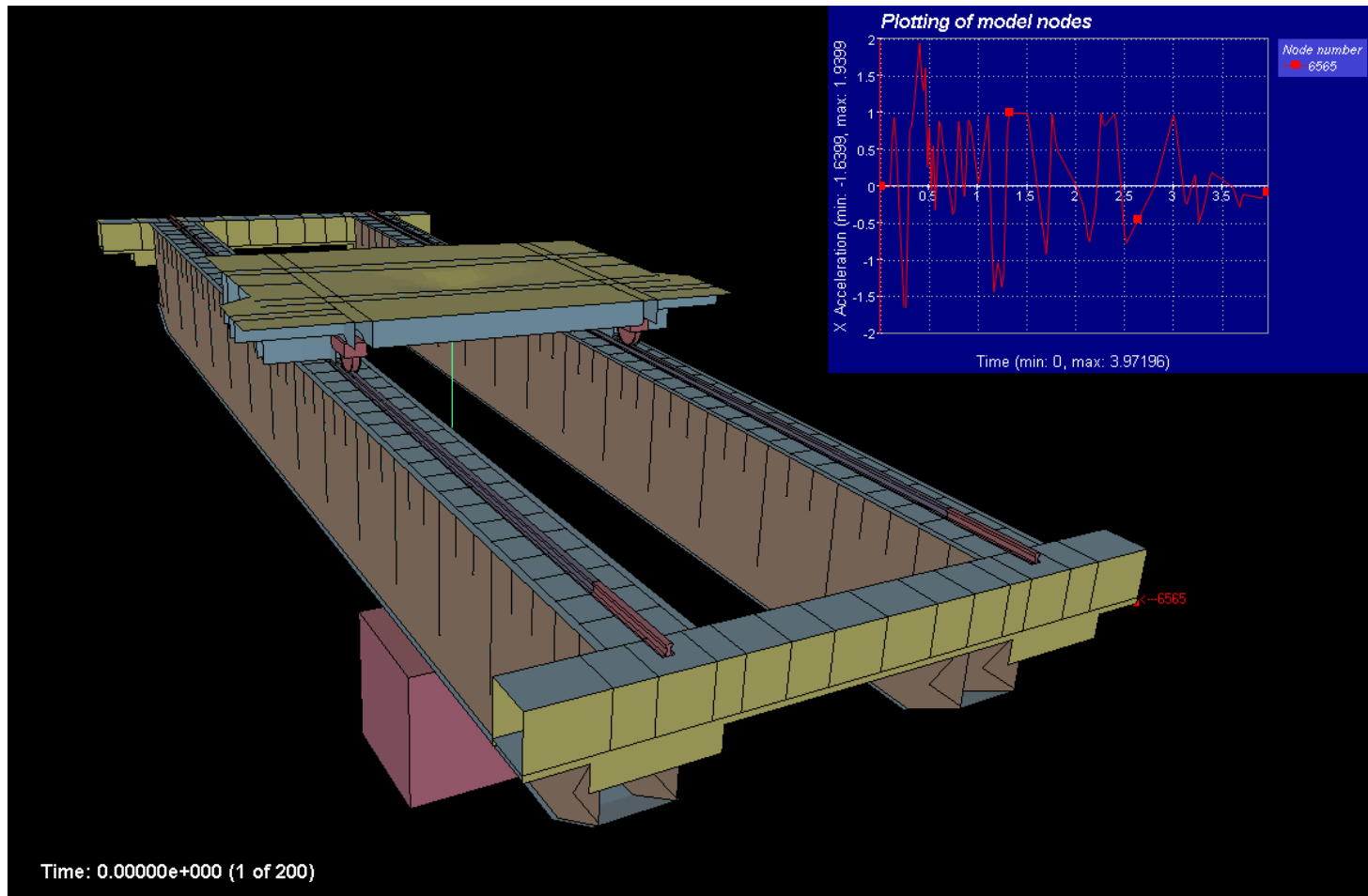
Работы по компьютерному инжинирингу в Политехническом университете ведутся с момента появления в России САЕ – программных комплексов и лидером здесь является лаборатория «Вычислительная механика» (рук. проф. А.И.Боровков). Приведем пример наглядно характеризующий эффективность рассматриваемых технологий.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
Лаборатория «Вычислительная механика»

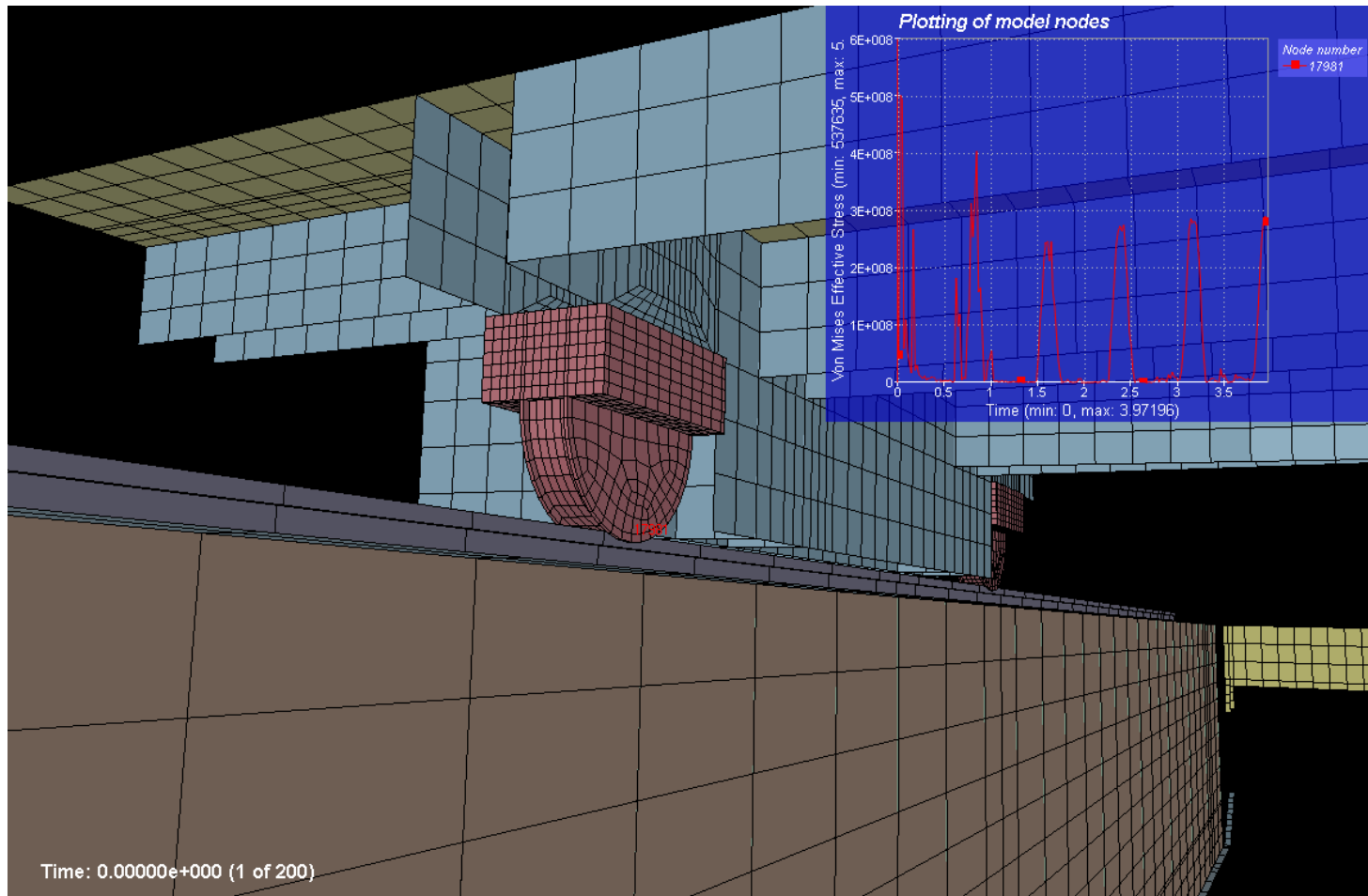
### Конечно-элементный анализ устойчивости



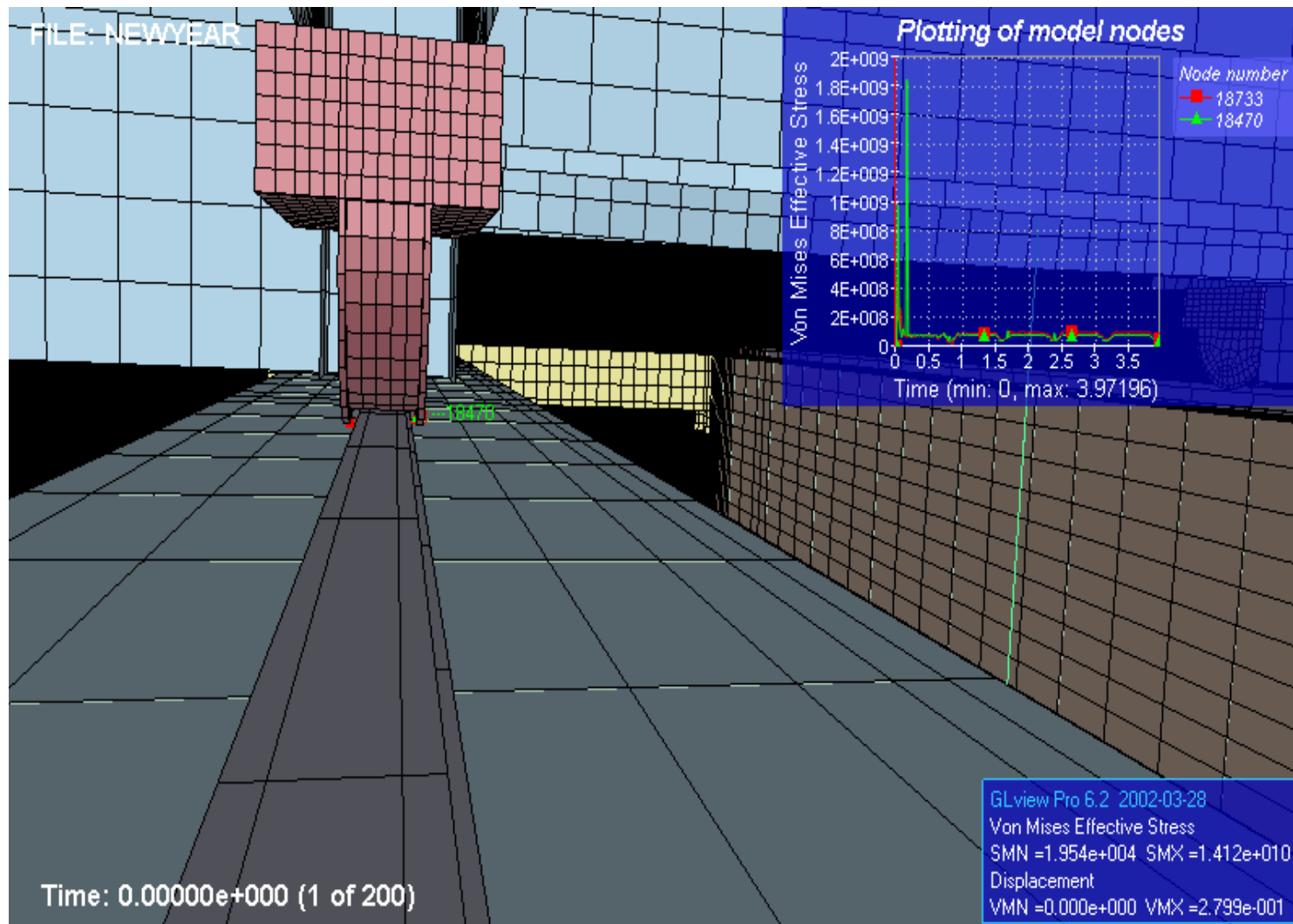
# Рассмотрим «сейсмическое воздействие» на систему



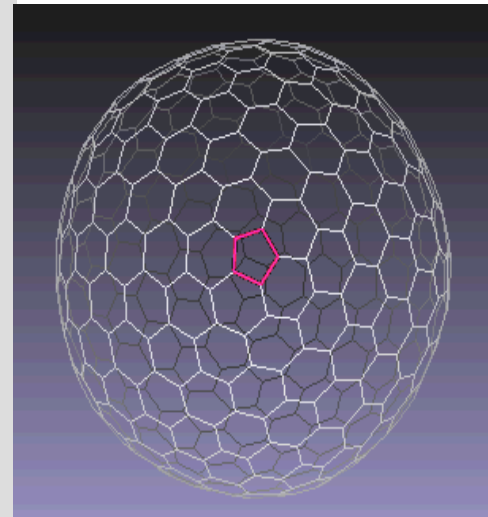
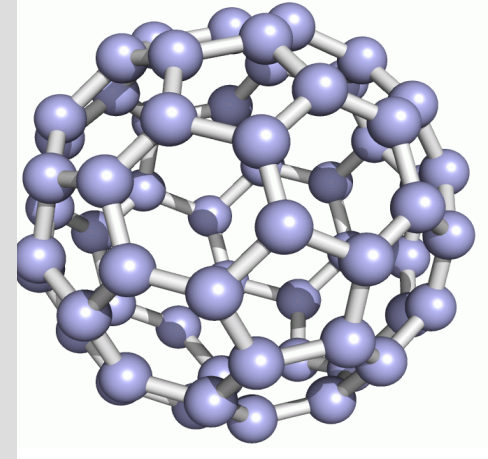
# Как ведет себя тележка мостового крана!?



# И еще один вид...



**Резюме** - сегодня  
Суперкомпьютерные  
системы, использующие  
программные комплексы  
мирового уровня,  
являются важнейшей  
составляющей процессов  
разработки новой  
гражданской и военной  
техники ведущими  
научными центрами и  
промышленными  
компаниями мира



# Важнейшие выводы

**Отставание в развитии Суперкомпьютерных технологий применительно к промышленности для России означает переход в самое ближайшее время в разряд технологически отсталых стран, со всеми вытекающими отсюда социально экономическими последствиями, включая утрату эффективной обороноспособности страны.**

**Мировой опыт показывает, что Суперкомпьютерные технологии реализуется эффективно только при поддержке государства. Ярчайший пример США где в 2002 году создана и развивается общенациональная научно - исследовательская и инженерно-конструкторская сеть суперкомпьютеров DREN (Defense Research Engineering Network), работающая в режиме Центров Коллективного Пользования (ЦКП).**