



# СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ГИДРОМЕХАНИКИ

Докладчик

Мельник Олег Эдуардович  
член-корреспондент РАН

[Melnik@imec.msu.ru](mailto:Melnik@imec.msu.ru)  
[Oleg.Melnik@t-services.ru](mailto:Oleg.Melnik@t-services.ru)



НИИ  
механики  
МГУ





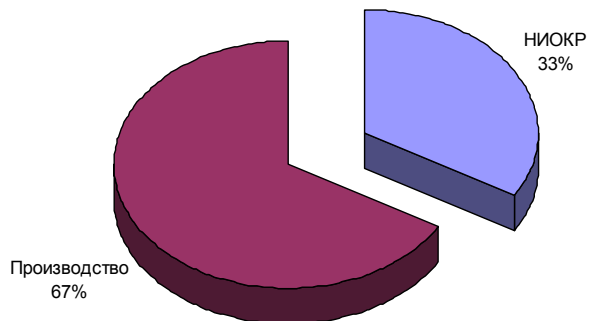
**РОСНАНО**  
Российская корпорация нанотехнологий

**ПРОЕКТ**

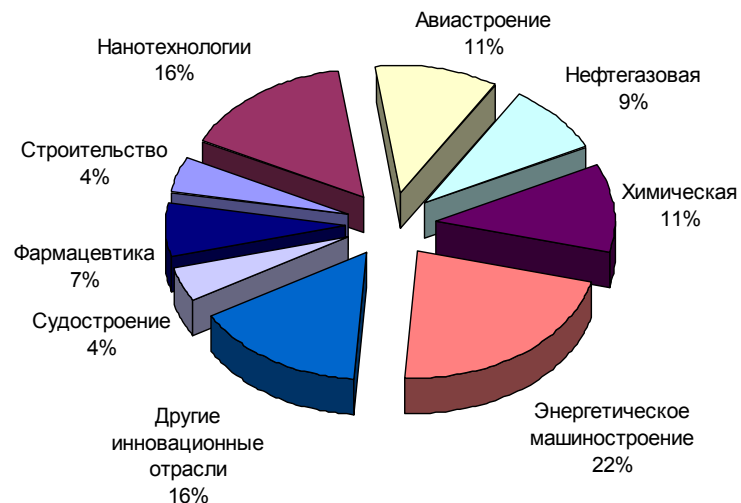
**«Формирование рынка  
высокопроизводительных  
вычислений в nanoиндустрии и  
других отраслях экономики»**

# Распределение задач по принадлежности

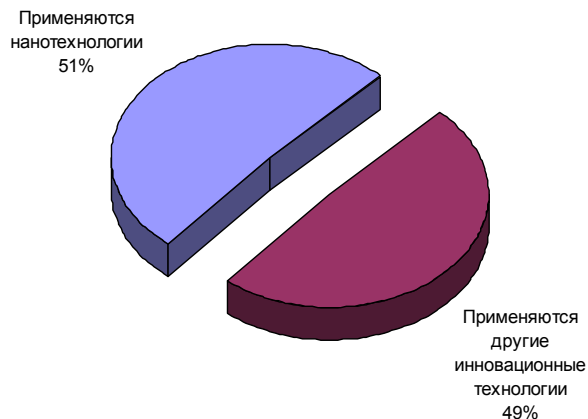
Распределение одобренных задач по областям применения



Распределение одобренных задач по отраслям



Применение нанотехнологий в одобренных задачах



**ВСЕГО:**

Обработано: около 500 заявок

Зарегистрировано: около 200 заявок

Решено: 47 задач

# НАШИ РАБОТЫ

---

По  
СНиПу:

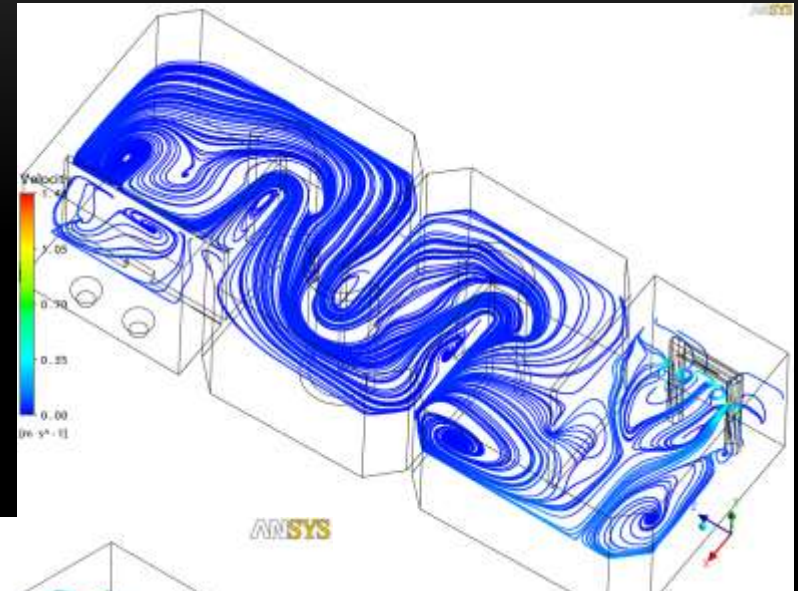
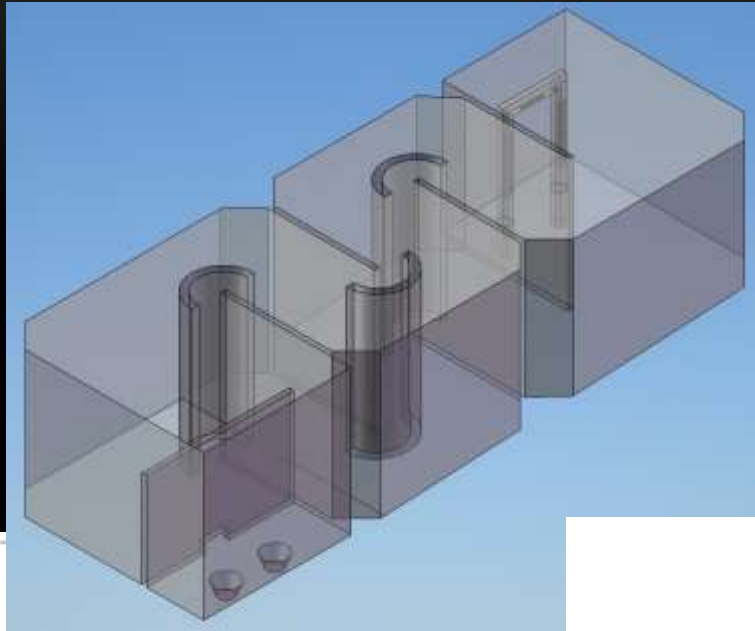
$$V_r = Q \cdot t_c$$

ООО «Отечественные водные технологии»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В КОНТАКТНОМ  
РЕЗЕРВУАРЕ

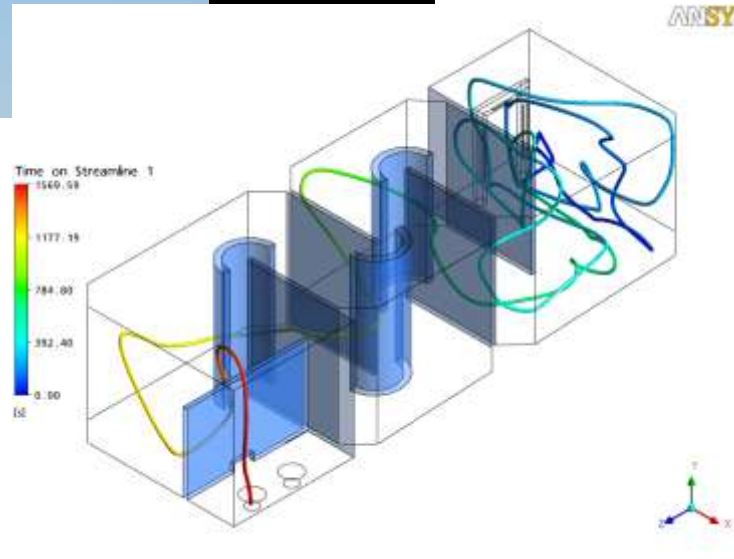
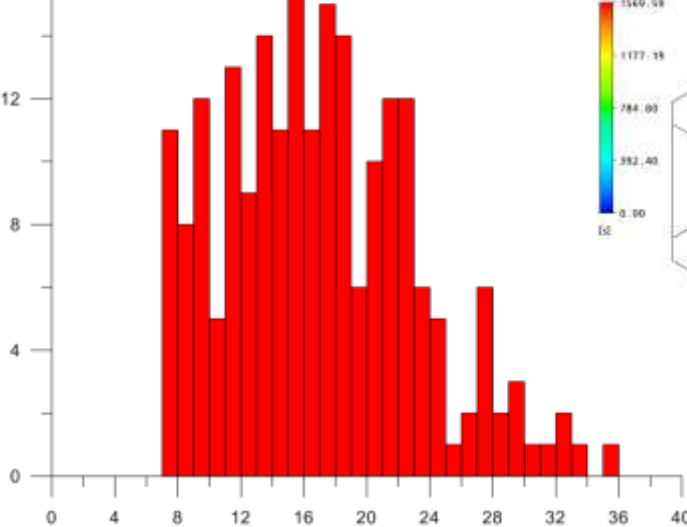
# СХЕМА УСТАНОВКИ И СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЯ

Проекция линий тока на горизонтальную плоскость.



20

16

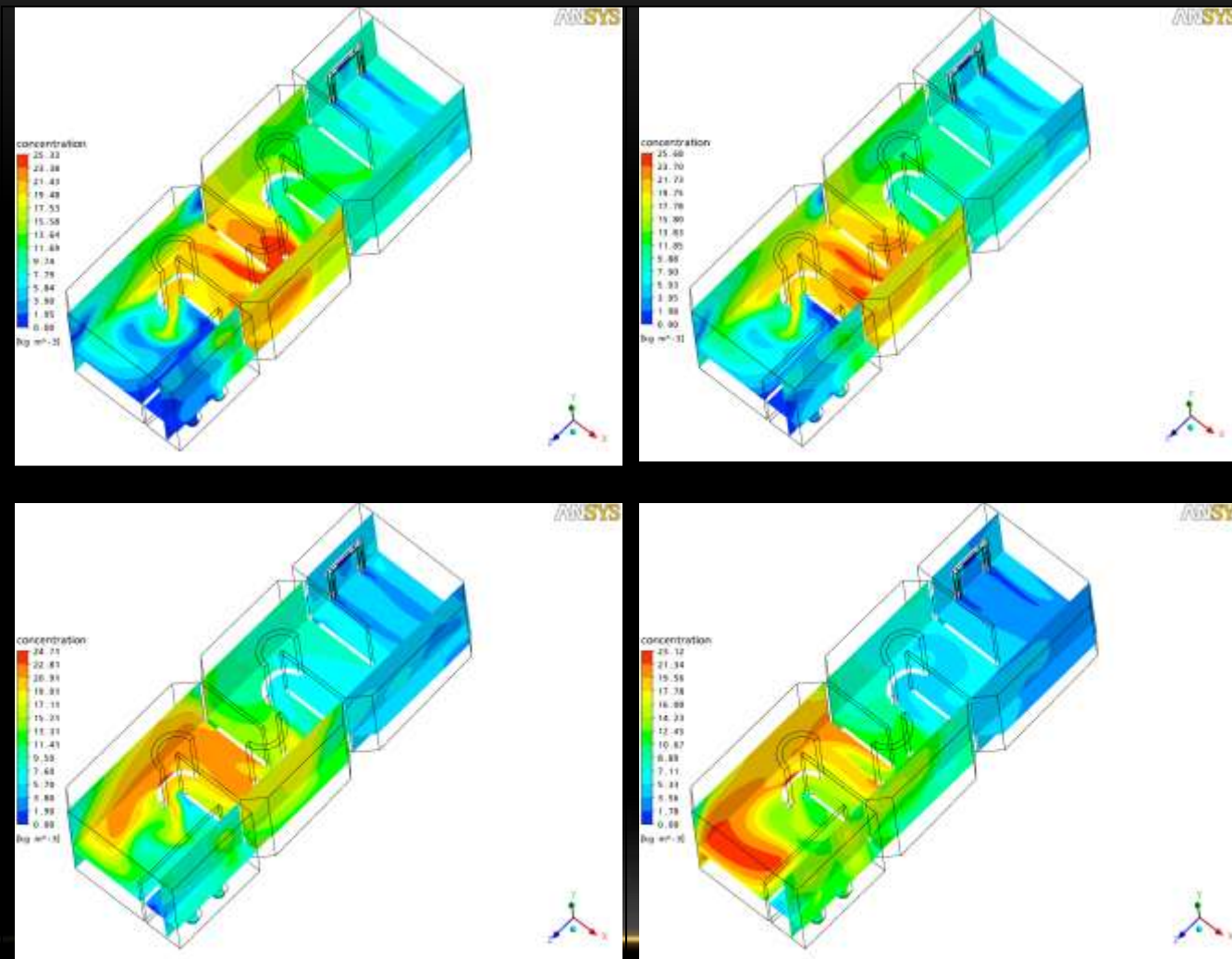


Пример линии тока, цветом показано время нахождения частицы

Распределение траекторий по временам

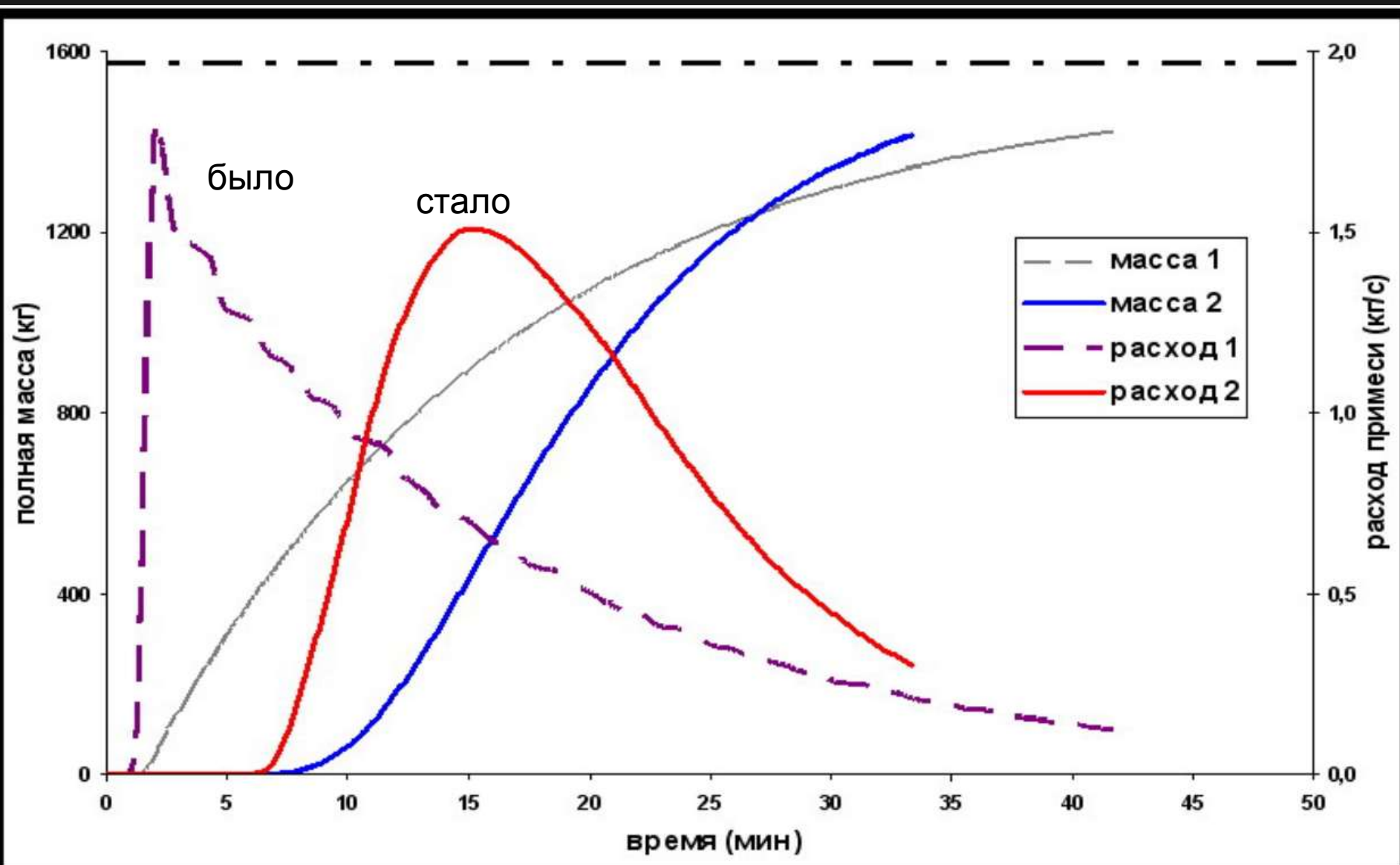
49152 ядрочасов

# УЧЕТ ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФФУЗИИ



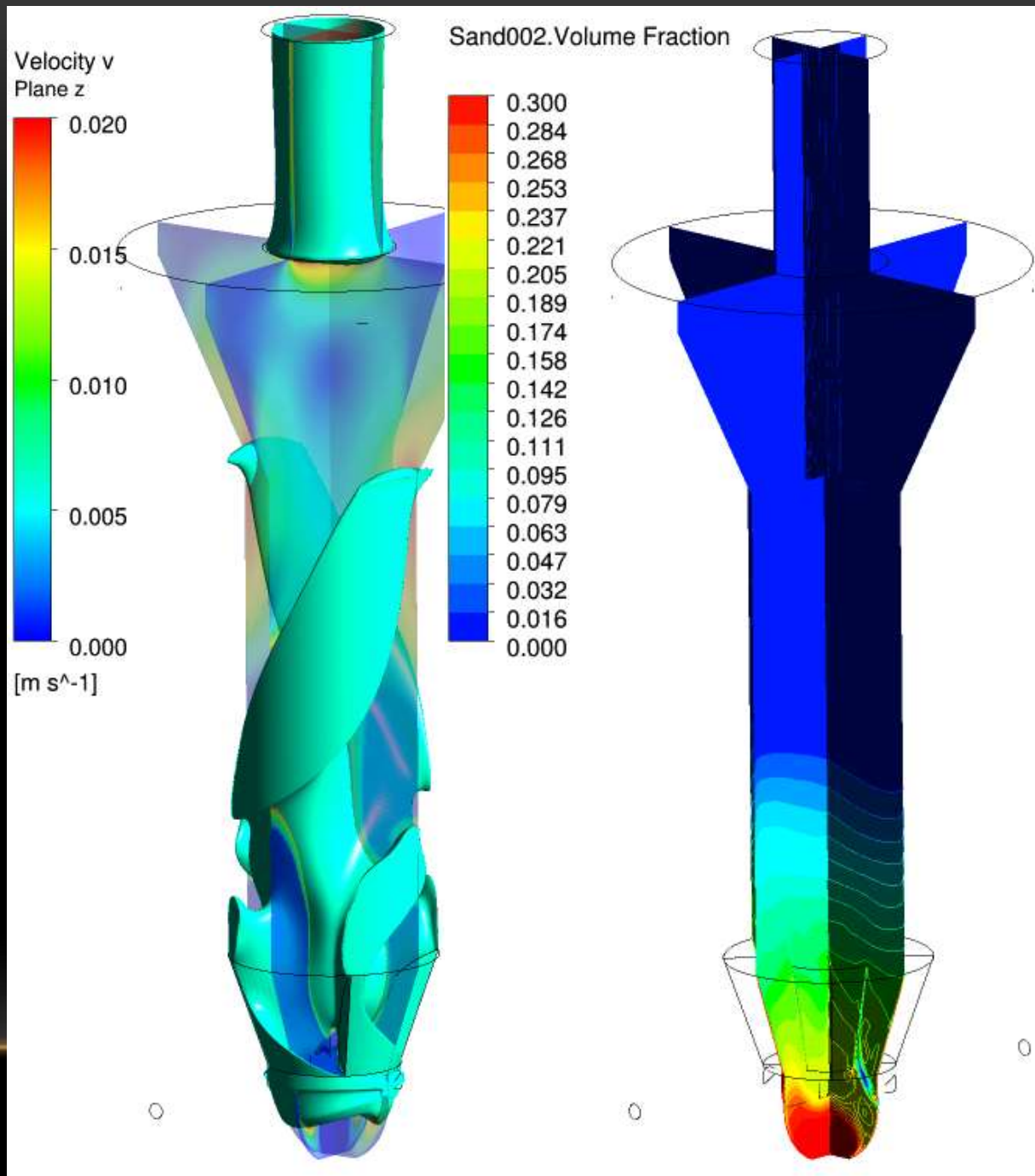
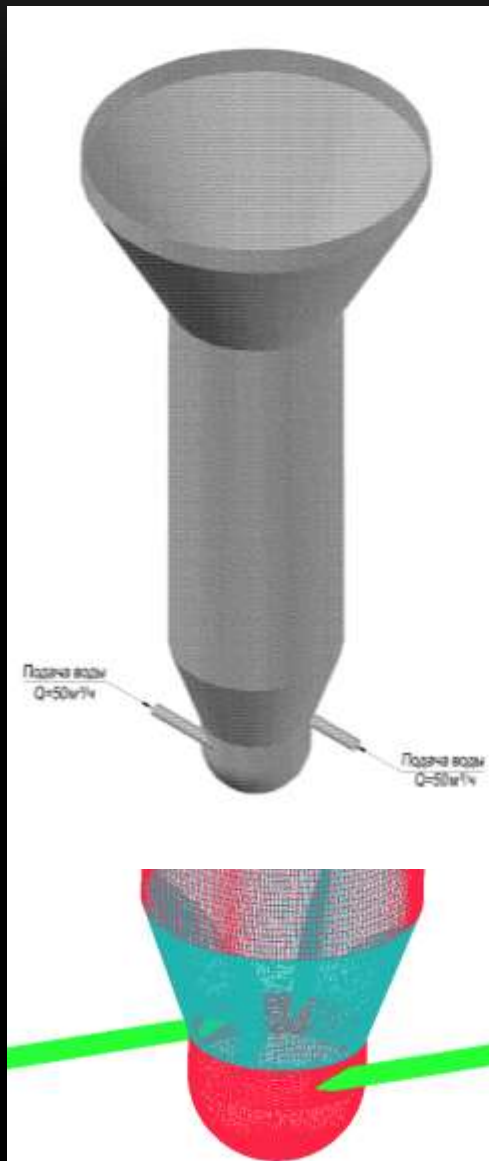
Производится впрыск безинерционной «краски» при сформированном поле скоростей. Решается нестационарная задача.

# ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ «КРАСКИ» НА ВЫХОДЕ ИЗ РЕЗЕРВУАРА.

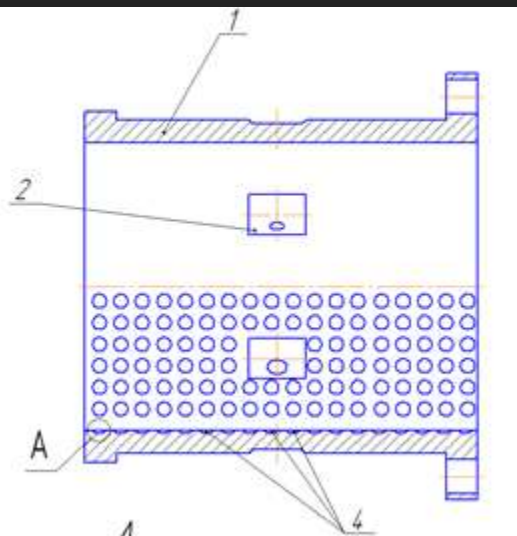




# ВИХРЕВЫЕ РЕАКТОРЫ



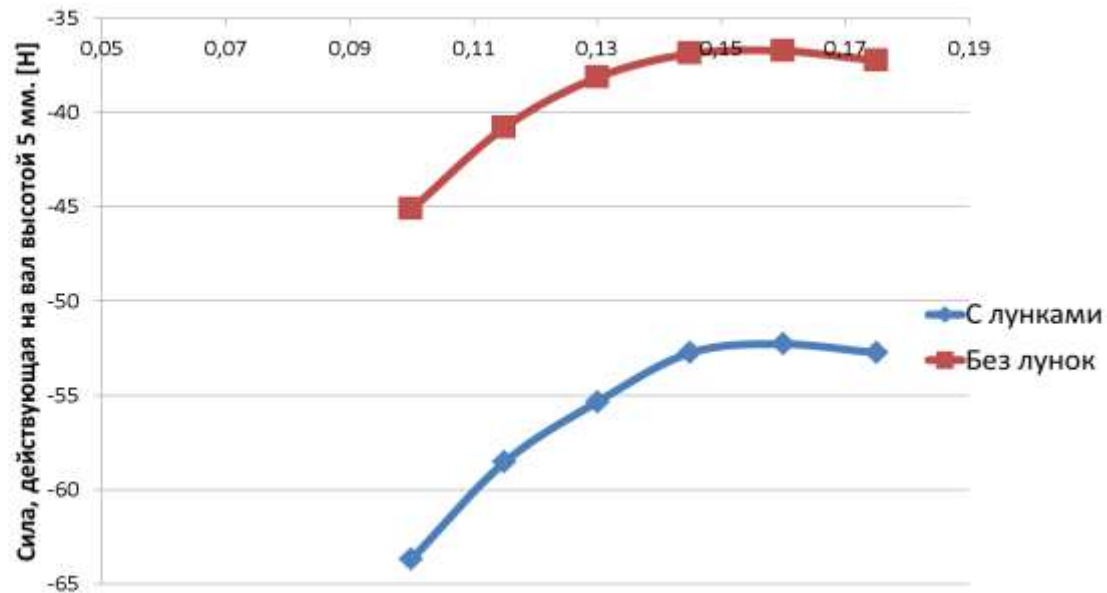
# НПО ГИДРОАППАРАТ: Подшипник скольжения



Вариант №3



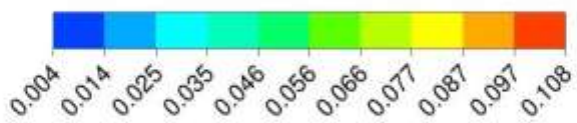
### Сила, действующая на вал высотой 5 мм. [Н]



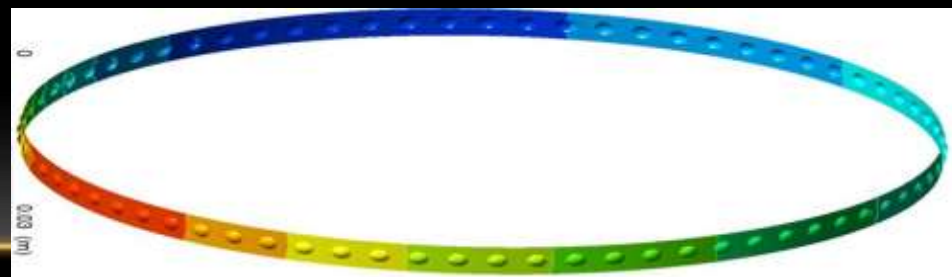
Минимальная высота зазора при цилиндрическом вкладыше [мм]

Eddy Viscosity  
Contour 1

[Pa s]

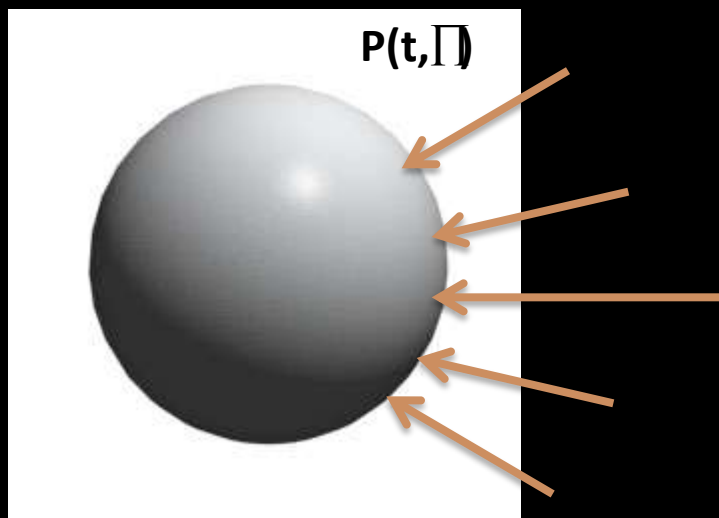


ANSYS  
v12.1



76800 ядрочасов

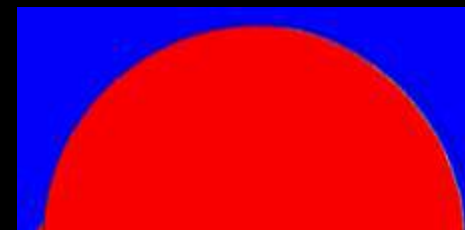
## 1 Стадия. Расчет ускорения капли после воздействия лазерного импульса



К поверхности капли  
приложено осесимметричное  
распределение  
давления

Слабый ( $V_{max} = 100$  m/s)

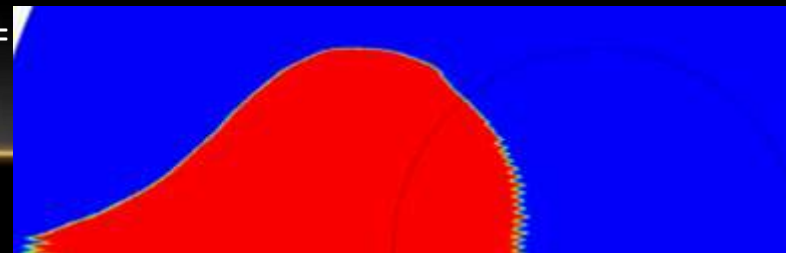
## Форма капли



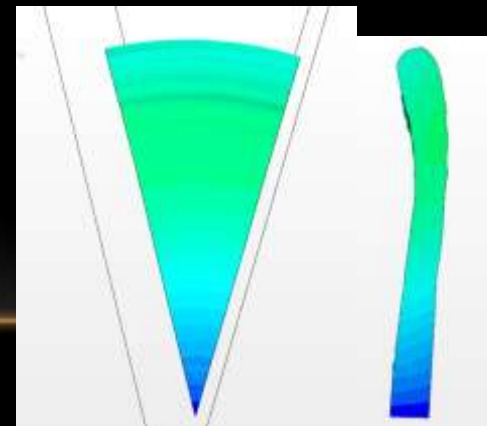
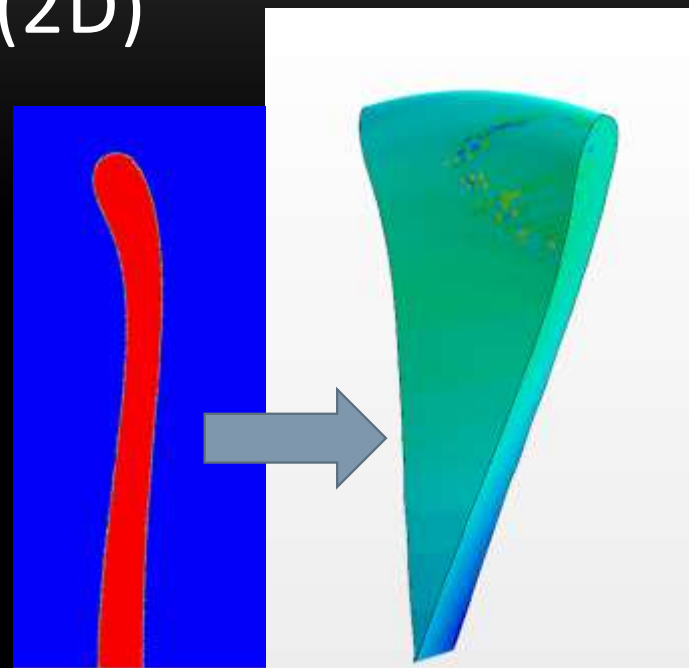
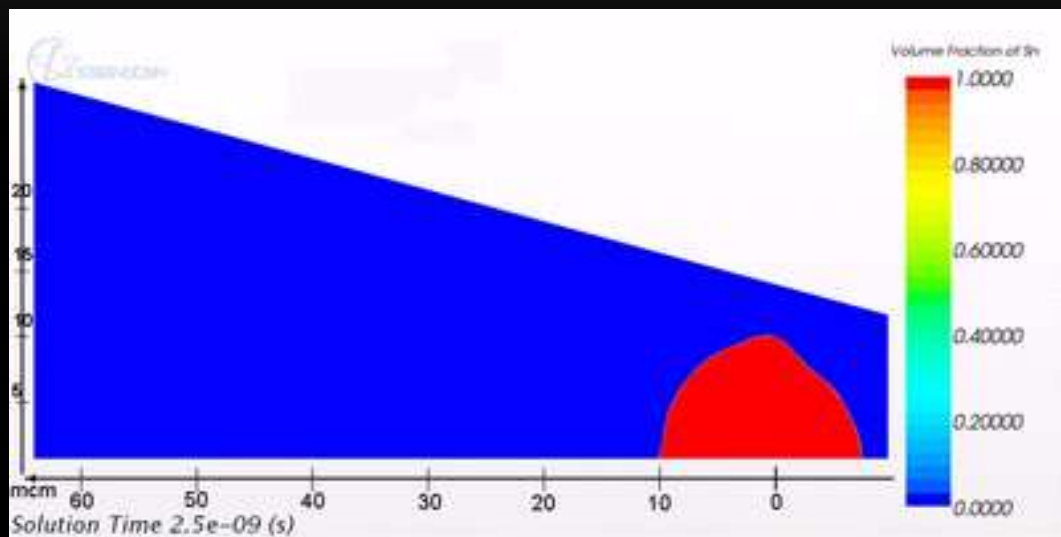
Средний ( $V_{max} = 300$  m/s)



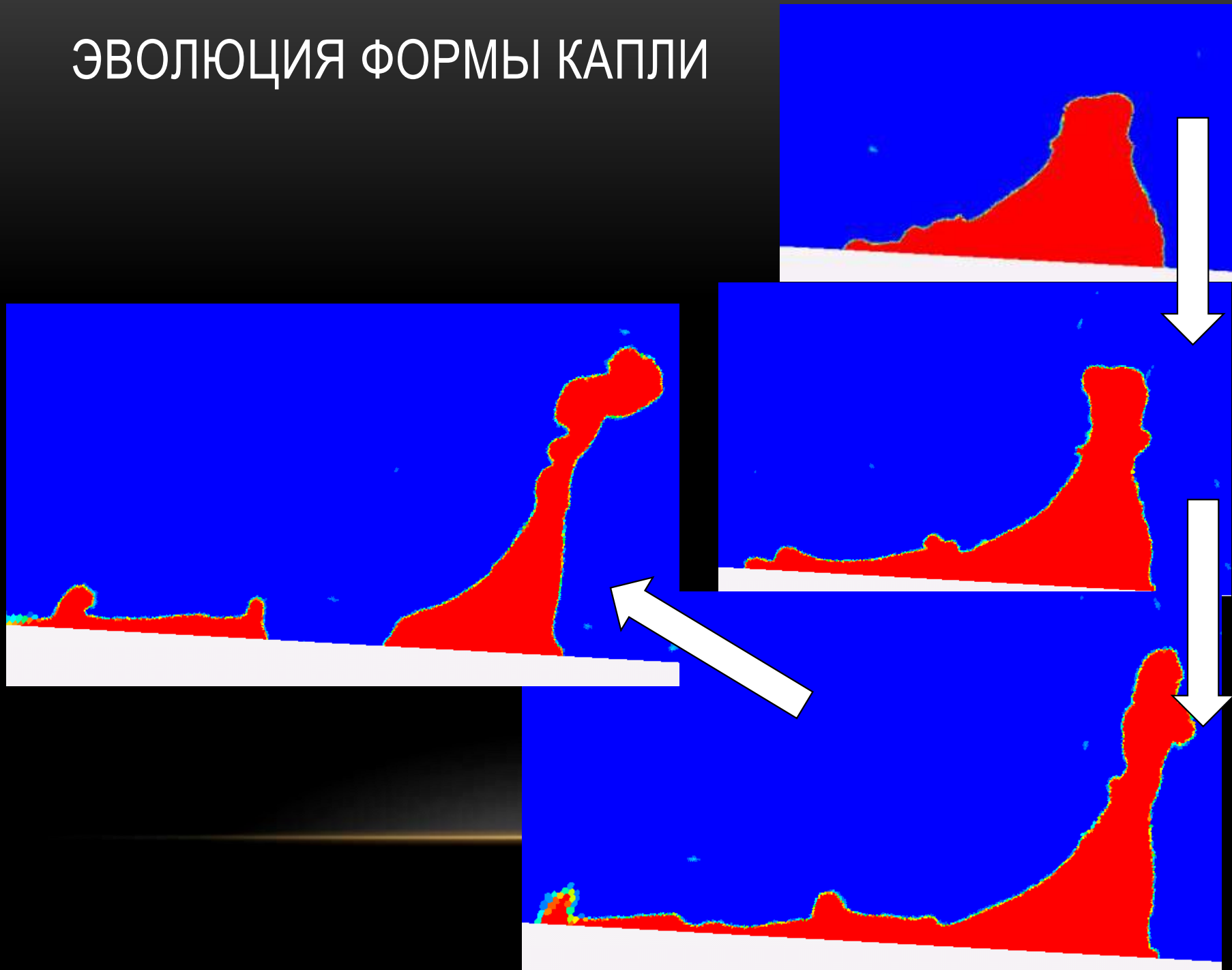
Сильный ( $V_{max} = 800$  m/s)



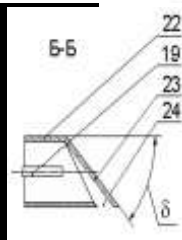
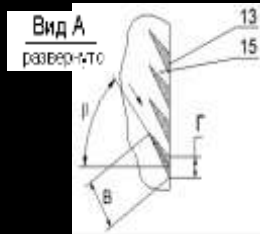
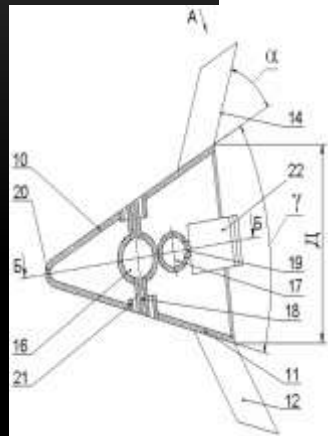
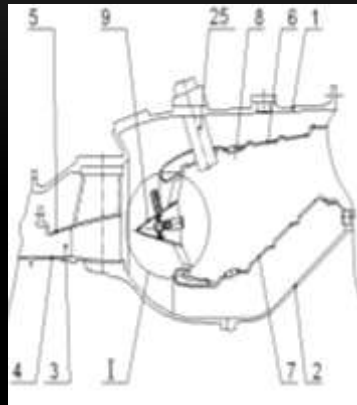
# ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМЫ КАПЛИ (2D)



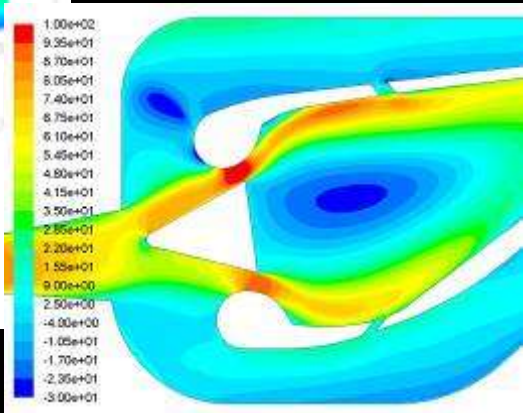
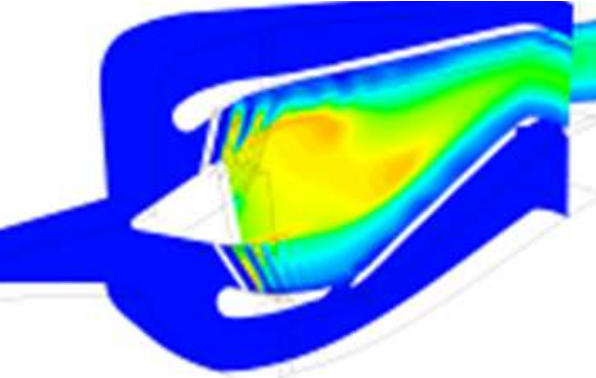
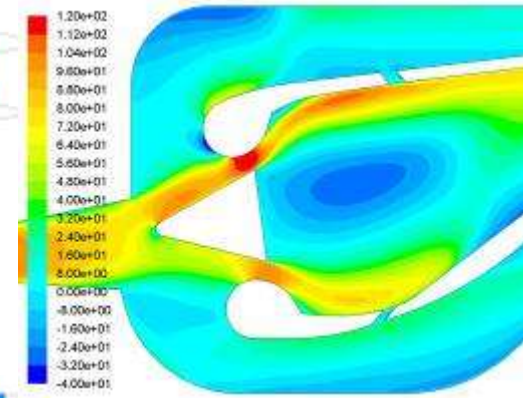
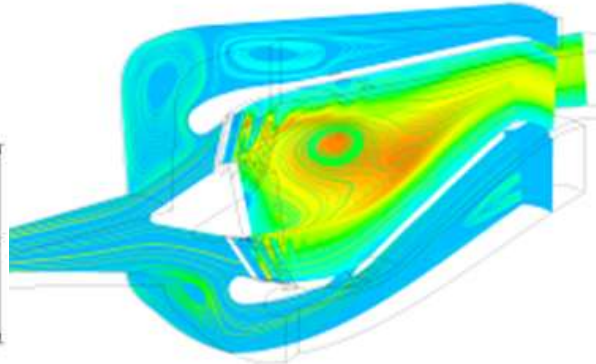
# ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМЫ КАПЛИ



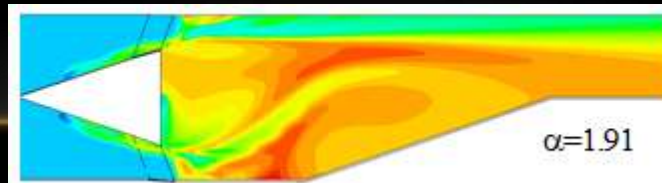
# ЦИАМ: Компактная камера сгорания



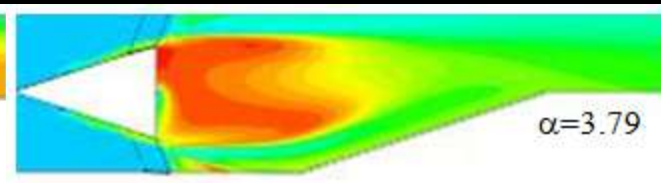
вид и элементы)



829440 ядрочасов

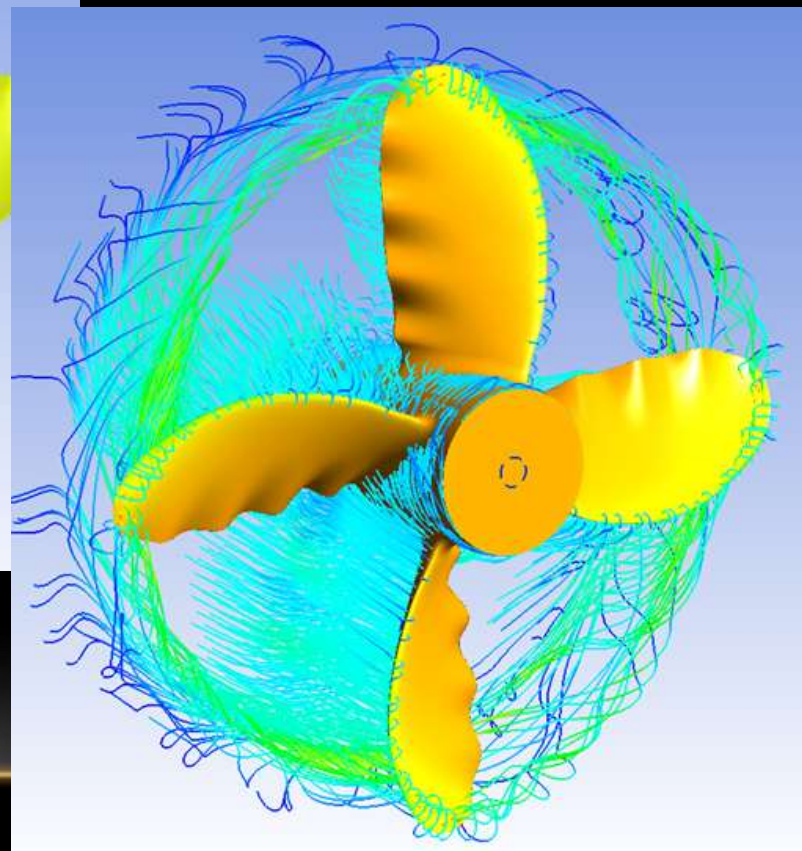
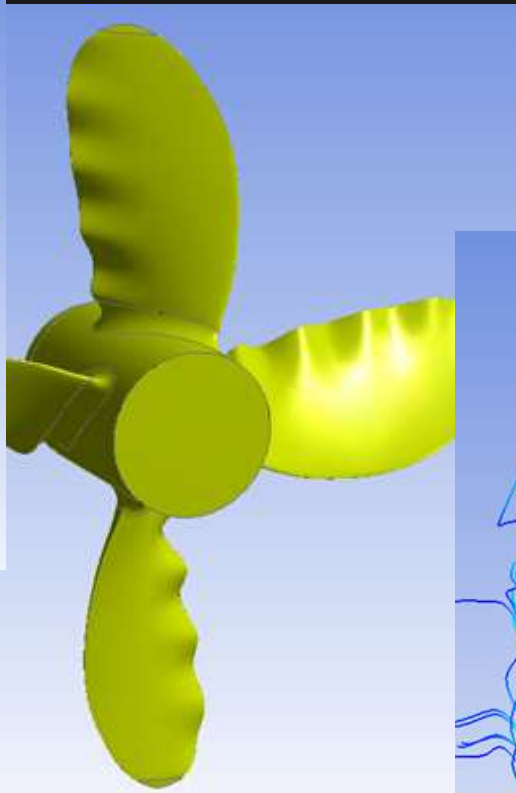
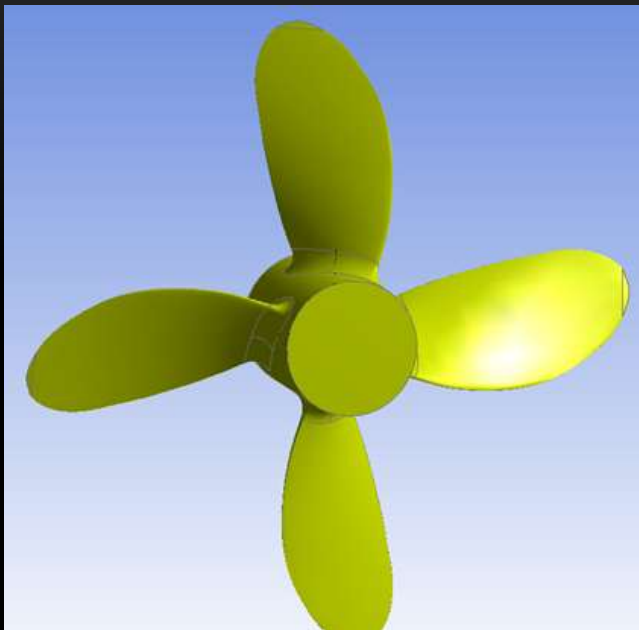


$\alpha=1.91$



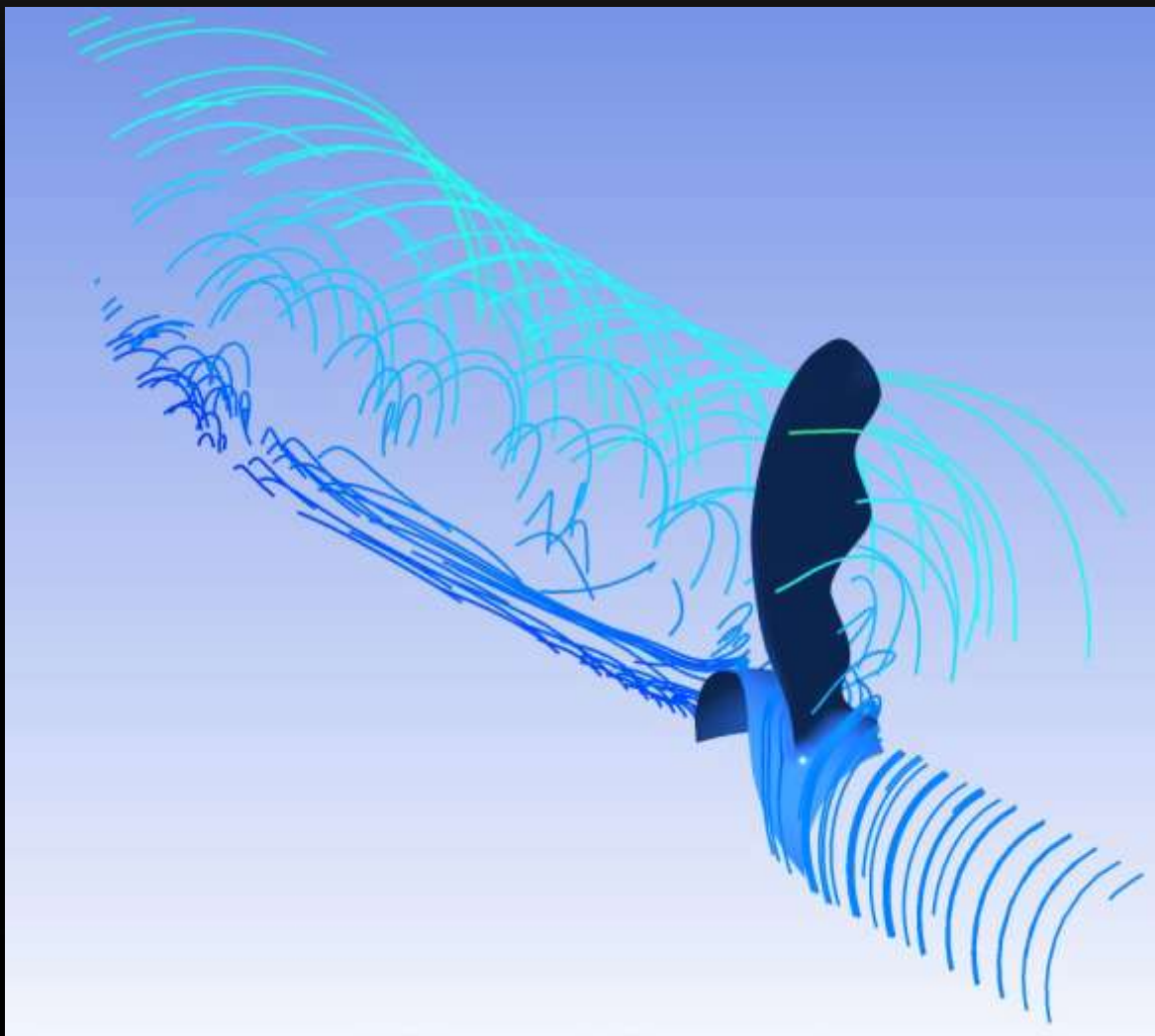
$\alpha=3.79$

# НПО Гидроаппарат: Гребной винт нового поколения



ВРЕМЯ

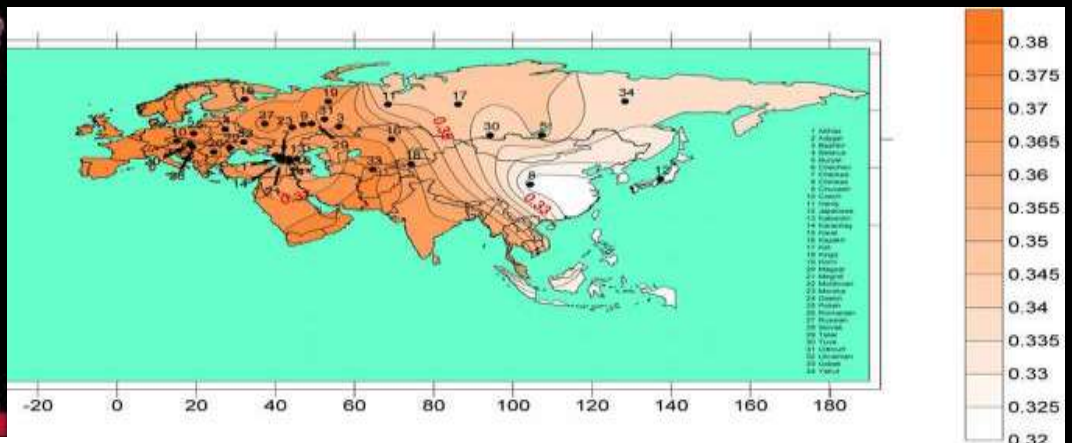
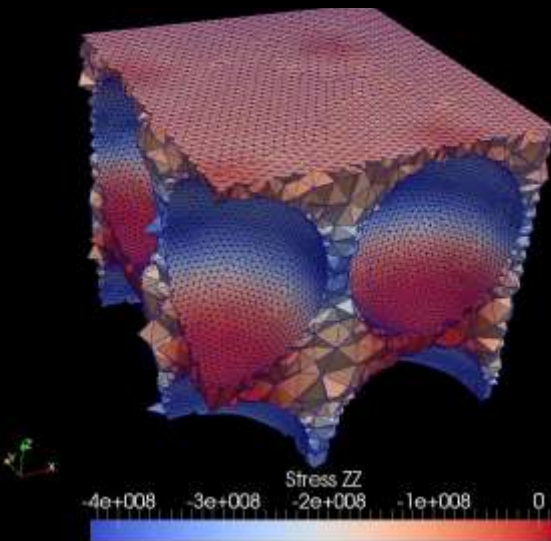
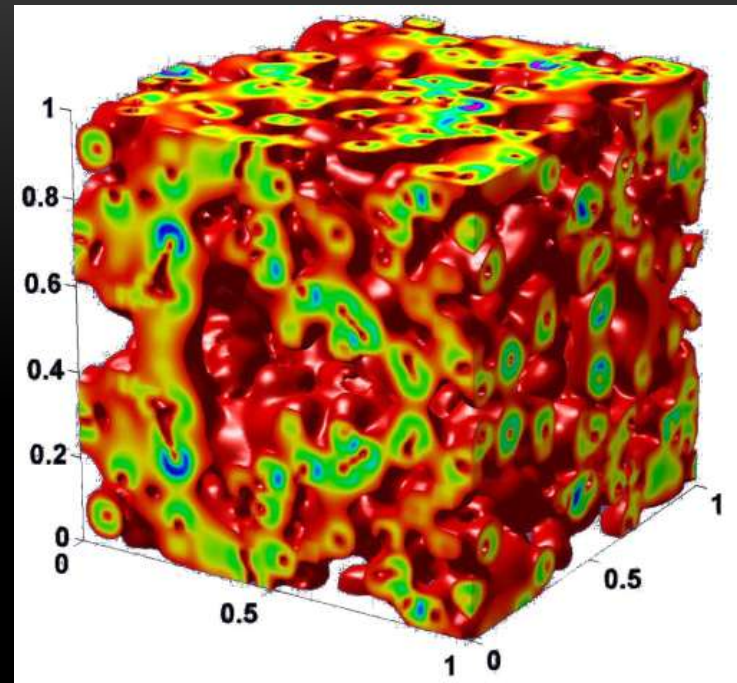
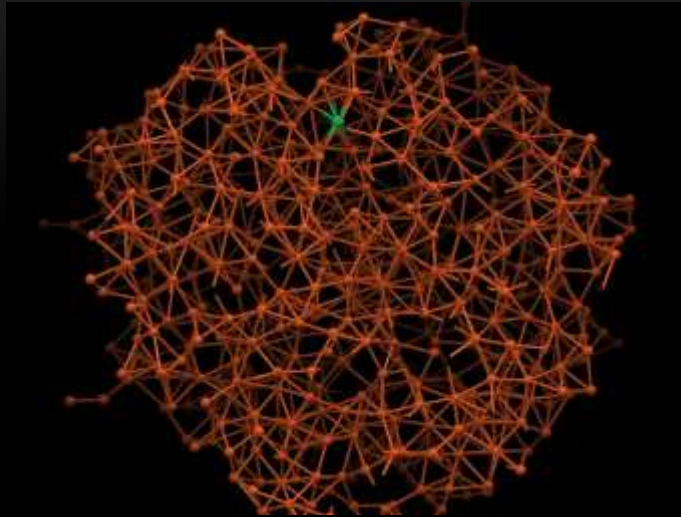
# ЛИНИИ ТОКА В ОКРЕСТНОСТИ ЛОПАСТИ ВИНТА



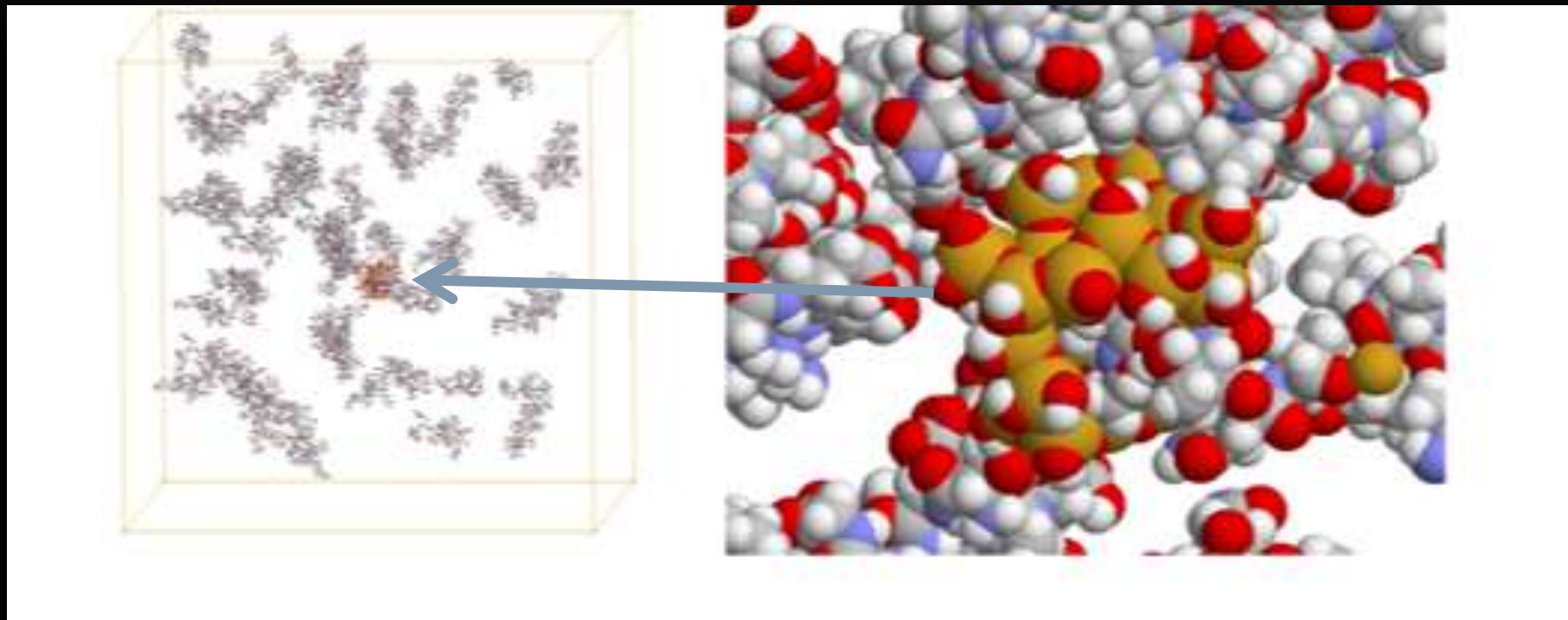
Упор винта  
выше на 40 % по  
сравнению с  
гладкими  
лопастями



# ДРУГИЕ ЗАДАЧИ



# ПЕНОБЕТОН (РАСЧЕТЫ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ)



Структура кремнепротеинового комплекса с концентрацией протеина 4% в расчетной ячейке (А) и при большем увеличении частица кремнезема с ад-сорбированными на ней цепочками протеина

# Биоаппаратный комплекс «Искусственная печень»

Решением задачи удалось получить следующие оценки:

количество активных клеток в популяции должно быть порядка  $10^5$  –  $10^6$  клеток;

площадь поверхности, на которой высажены клетки, —  $412 - 450 \text{ см}^2$ ;

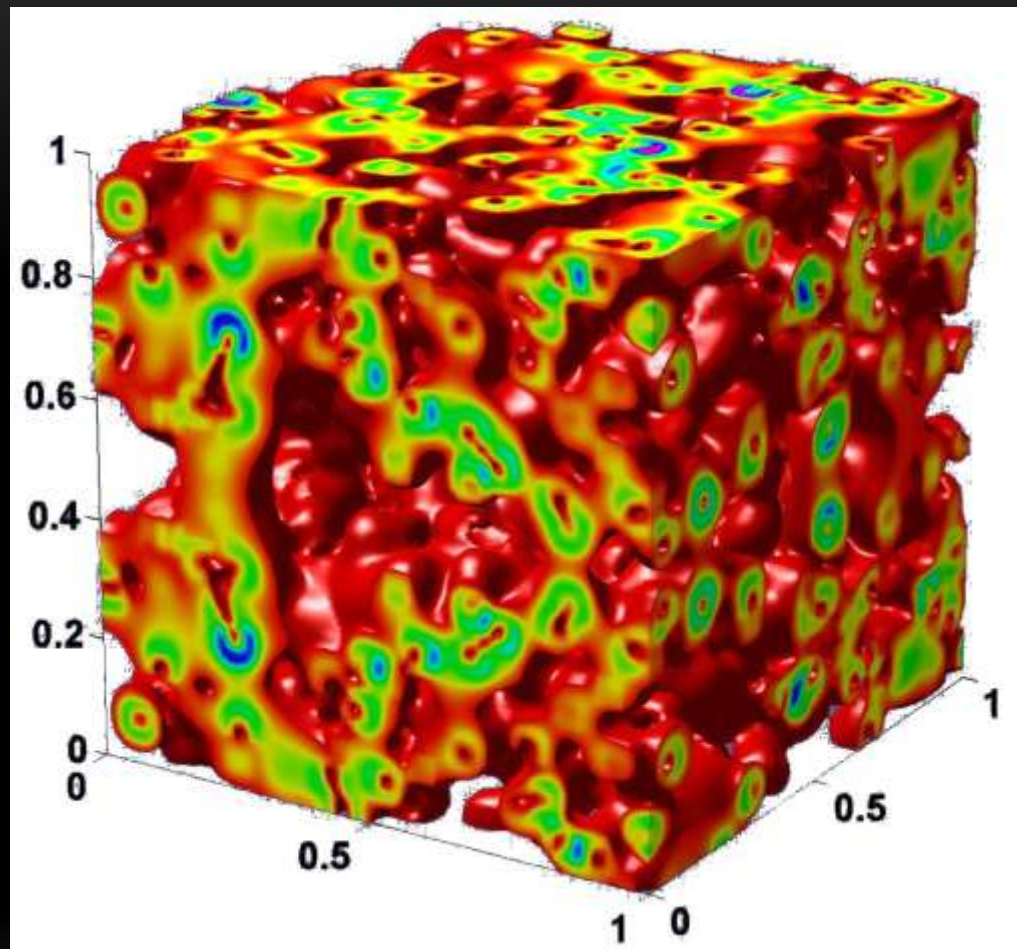
скорость обновления  $0,15 - 0,22$  генераций за час;

размер пор, необходимый для беспрепятственного прохождения токсичных веществ и белковых молекул, — не менее  $1 \text{ мкм}$

оптимальный диаметр трубочек-каналцев —  $1 - 2 \text{ мм}$ ;

оптимальная скорость потока жидкости —  $9 \text{ мл/мин}$ ;

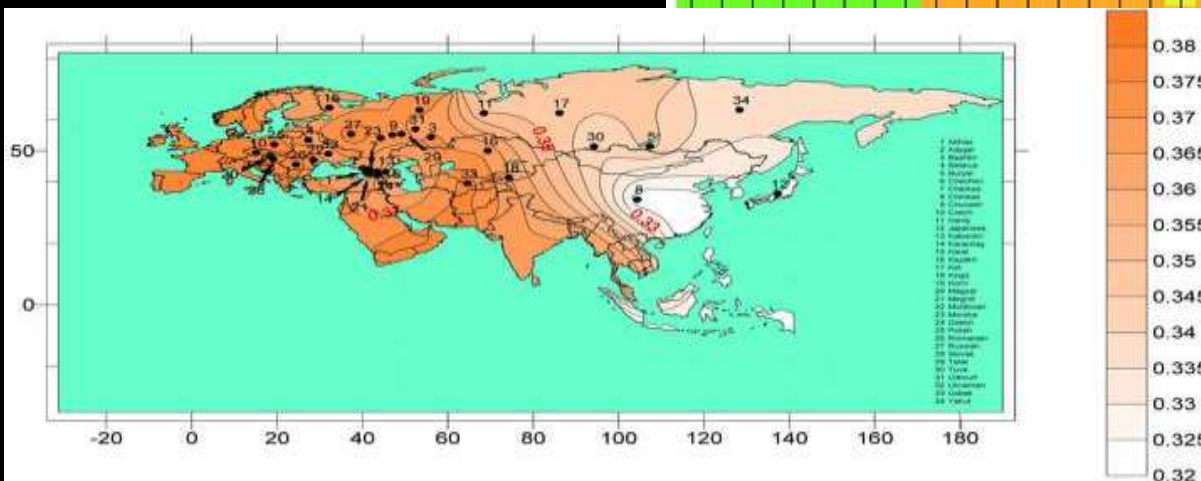
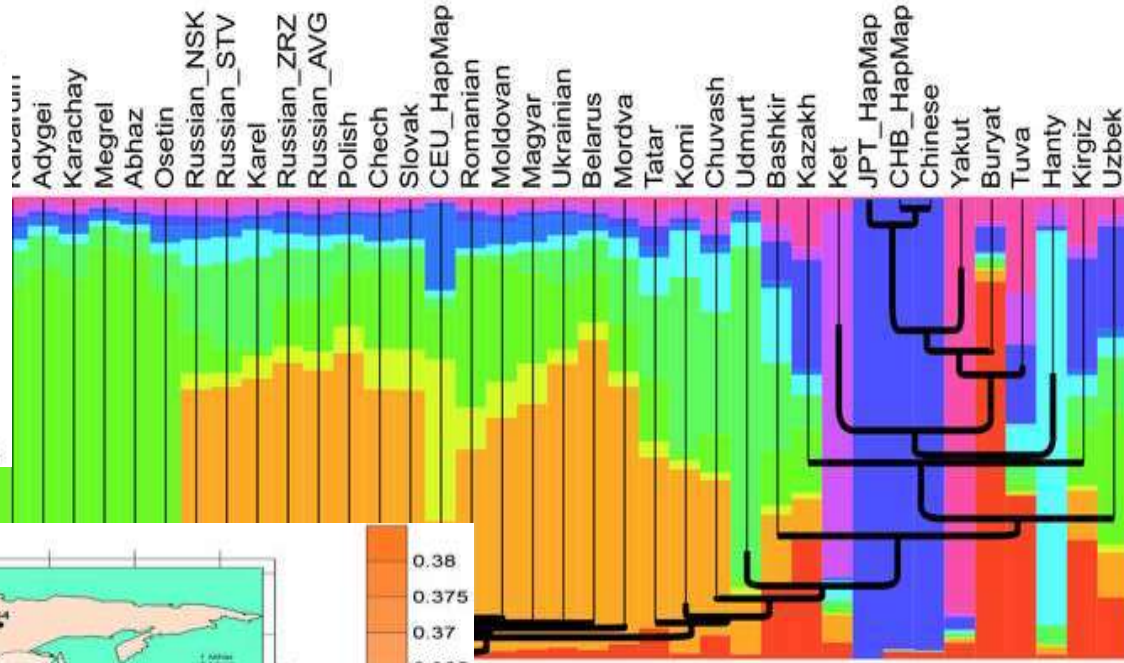
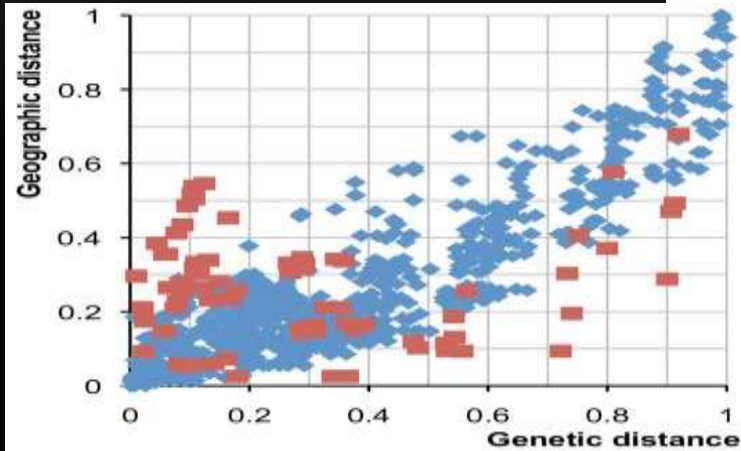
На рисунке изображено распределение поля скоростей внутри биореактора



Расчет распределения  
жидкости в био

**116736 ядрочасов**

# Расчет рисков возникновения заболеваний на основе генетических полиморфизмов»



## Заказчики 2 типов.

### Понимают необходимость внедрения суперкомпьютерных технологий

- ✓ Активно пользуются ими
- ✓ Имеют квалифицированных специалистов
- ✓ Нуждаются в аренде мощностей, но обычно не готовы отдавать задачи в аутсорсинг.

### Не знакомы с методами компьютерного инженерного анализа

- ✓ Считают на основе апробированных инженерных методик
- ✓ Обычно имеют чертежи в бумажном виде или 2D автокаде
- ✓ Редко обновляют линейку продукции.

**3 ТИП:**

**Всего ядрочасов = 16 252 848**  
**Всего ядросуток = 677 202**

Спасибо за внимание

<http://www.t-services.ru>