

# Моделирование и оптимизация конструкции теплообменных аппаратов для изготовления аддитивными технологиями

Иванов Роман ИВЦ РИЦ УрФУ



# Тенденции

- Малоразмерные высокоэффективные теплообменные системы

Конденсаторы  
и  
испарители

Холодильные  
установки



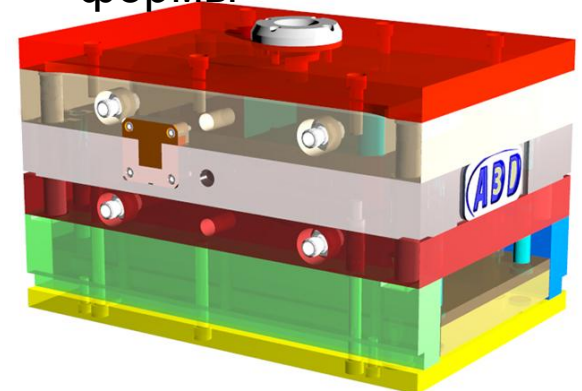
Аэрокосмическая  
отрасль

Электроника и  
микропроцессорная  
техника



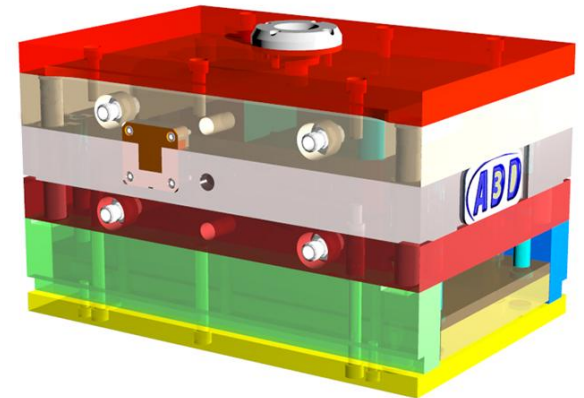
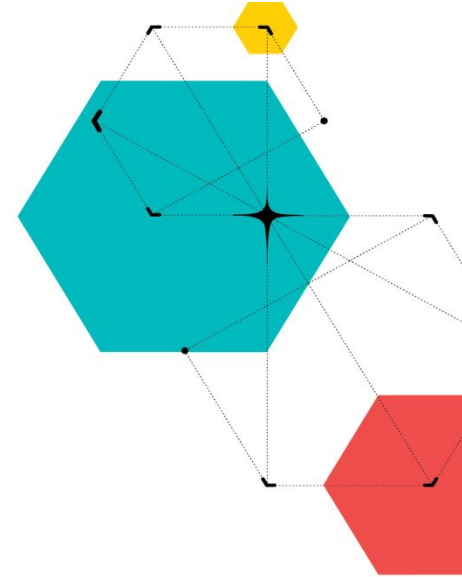
Системы локального  
кондиционирования

Пресс-  
формы

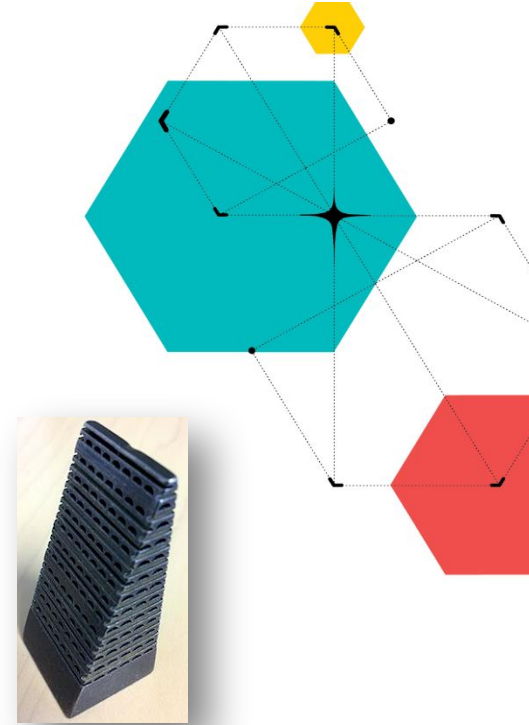
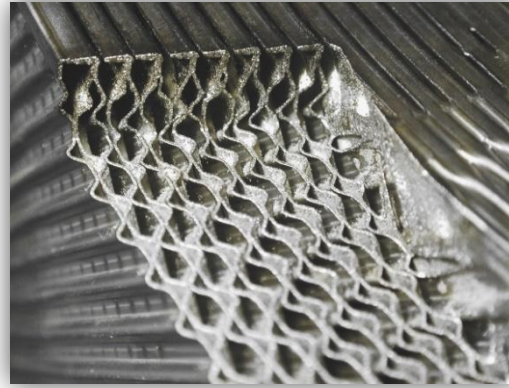


# Тенденции

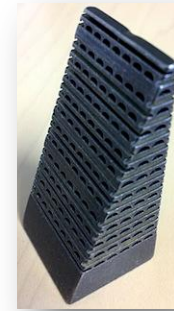
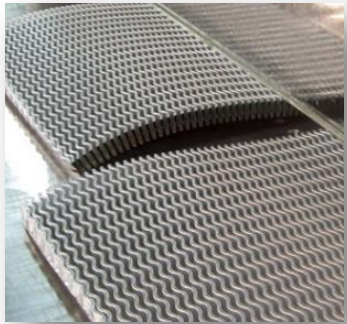
- Малоразмерные высокоэффективные теплообменные системы
- Кастомизация изделий
- Универсализация производства
- Интенсификация процессов теплообмена



# Интенсификация теплообмена

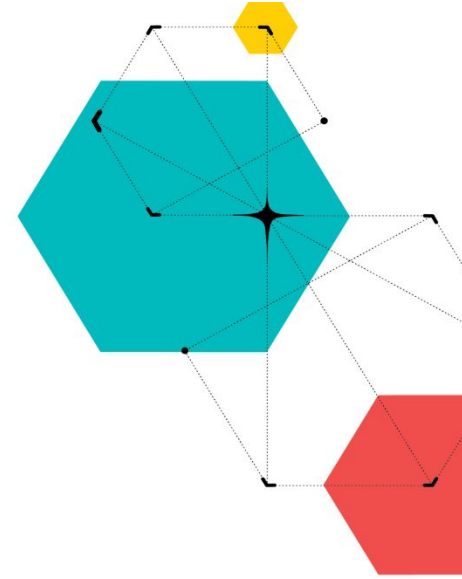


- Увеличение разности температур
- Использование вибрации
- Наложение пульсации давления
- Механические турбулизирующие вставки
- Оребрение
- Применение ультразвука



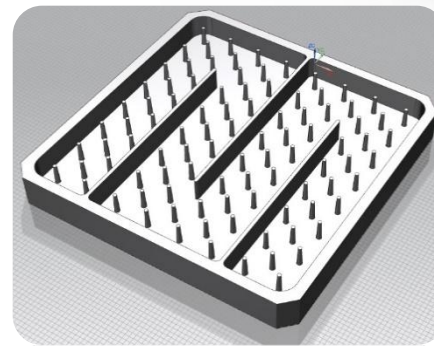
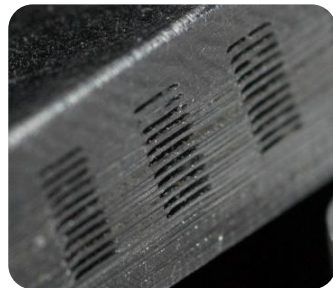
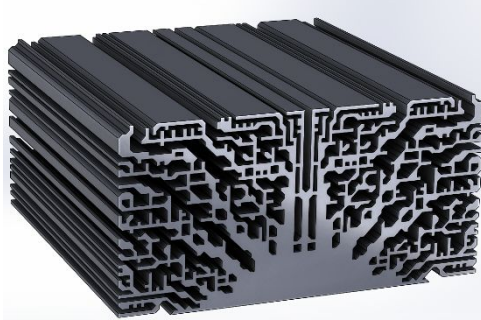
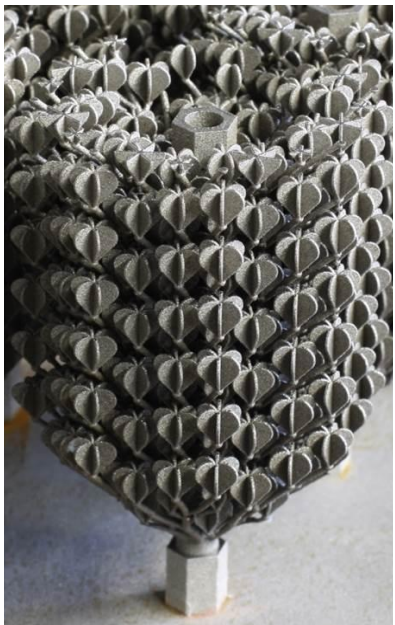
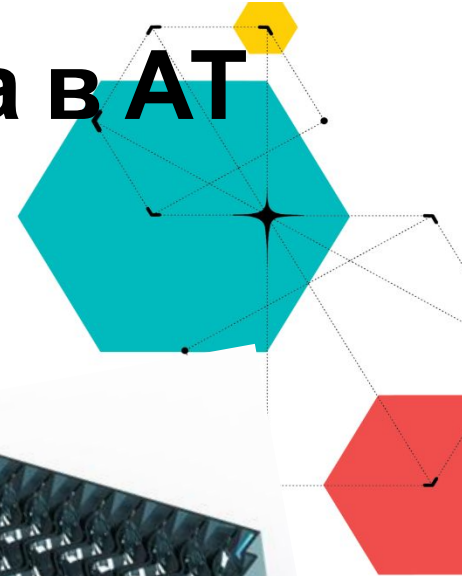
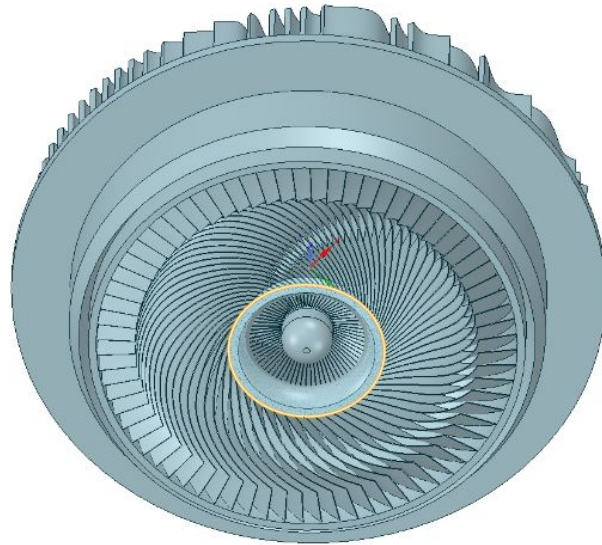
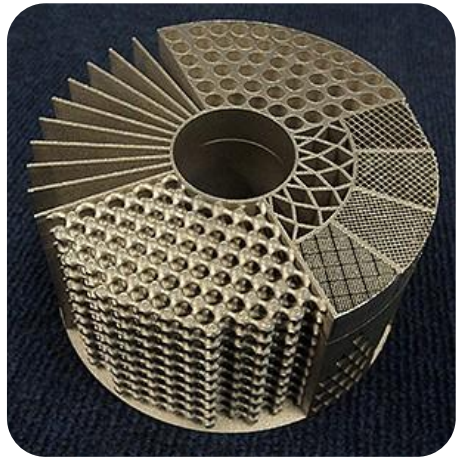
# Преимущества

- Универсальность технологии
- Гибкость проектирование – **хорошие решения не ограничиваются технологией**
- Сложная внутренняя структура
- Новые подходы к интенсификации
- Сплошность структуры
- Короткий цикл производства
- Работа напрямую с 3D моделью

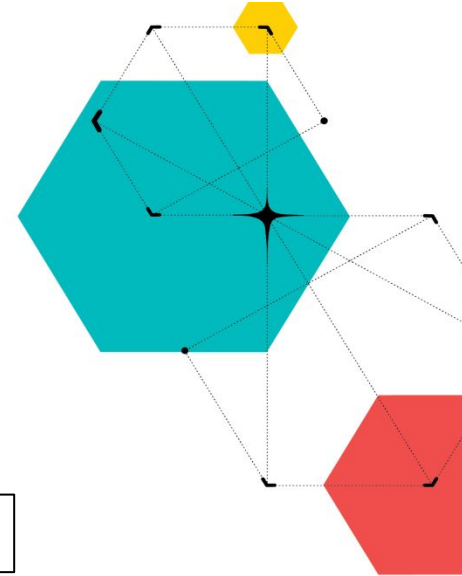
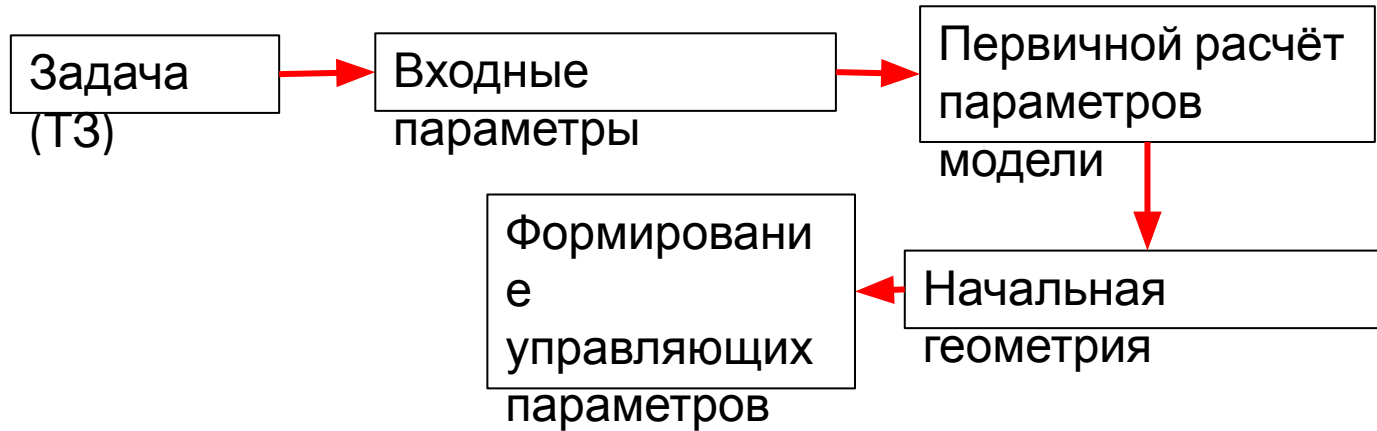




# Интенсификация теплообмена в АТ



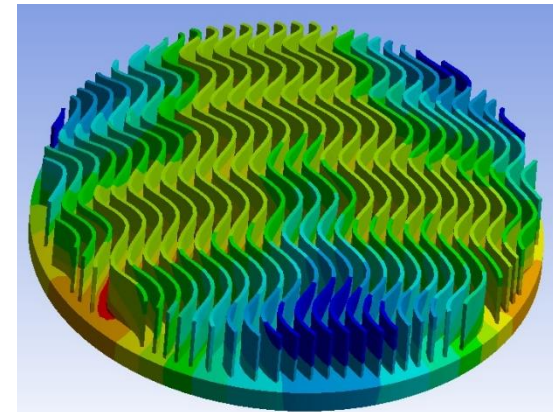
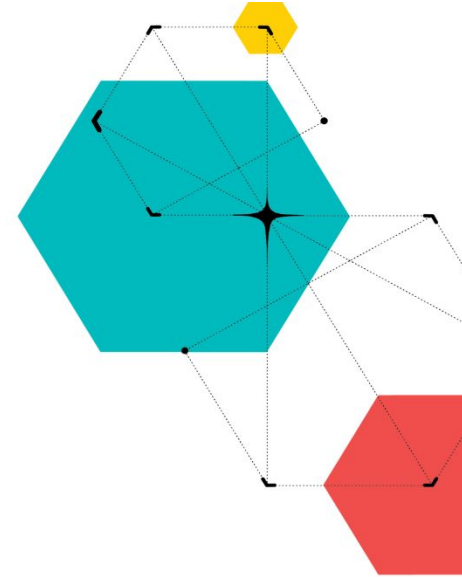
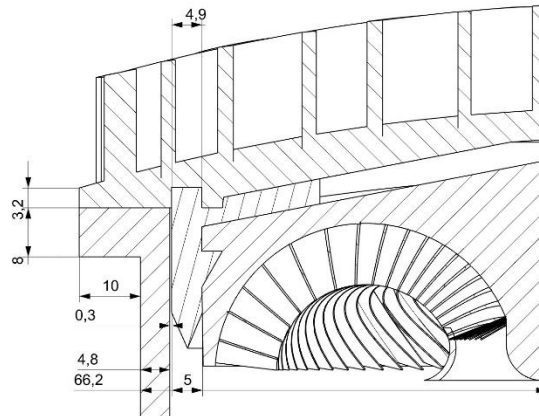
# План производства теплообменной системы методами АТ



# Управляющие параметры и отслеживаемые величины

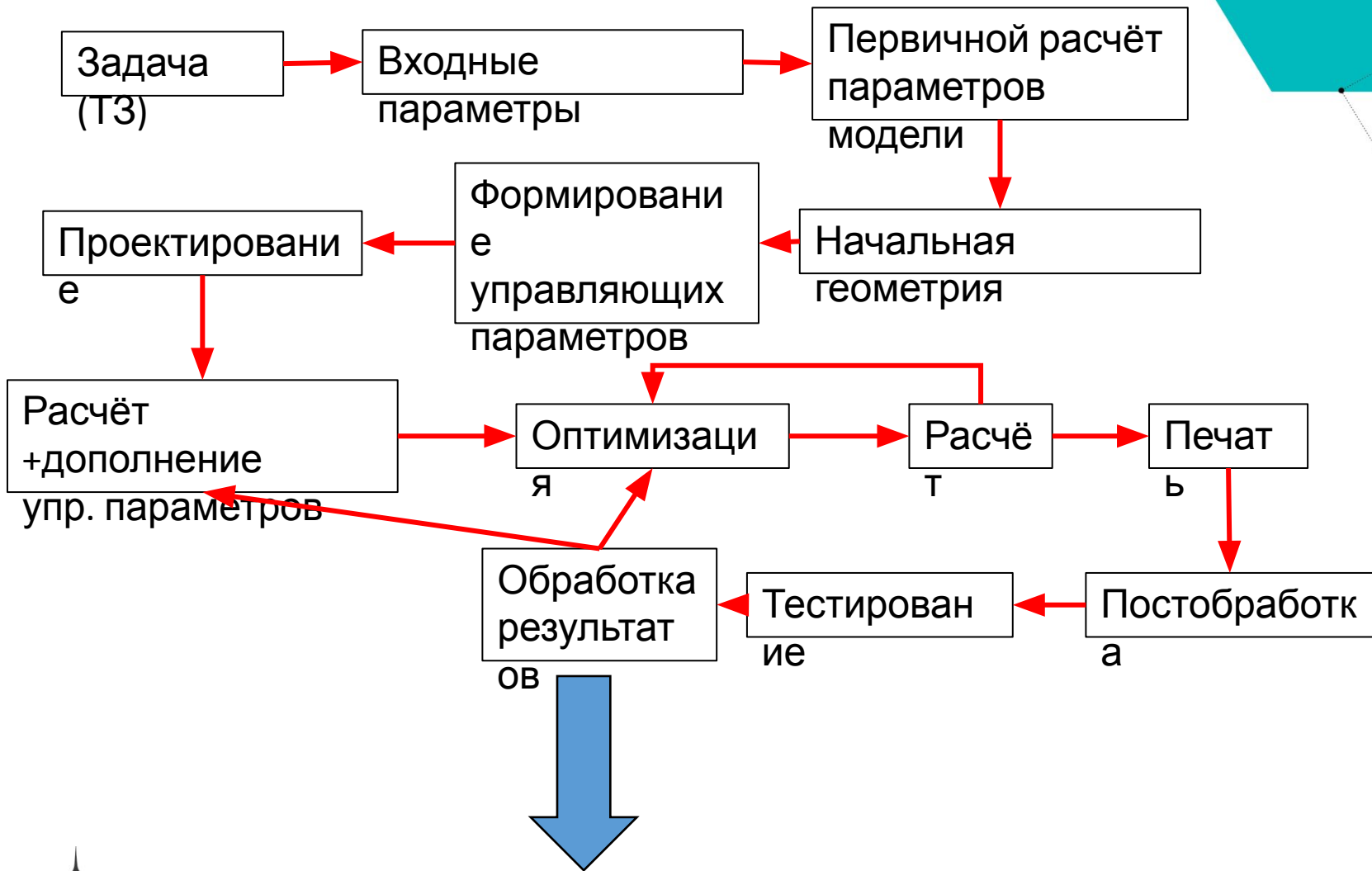
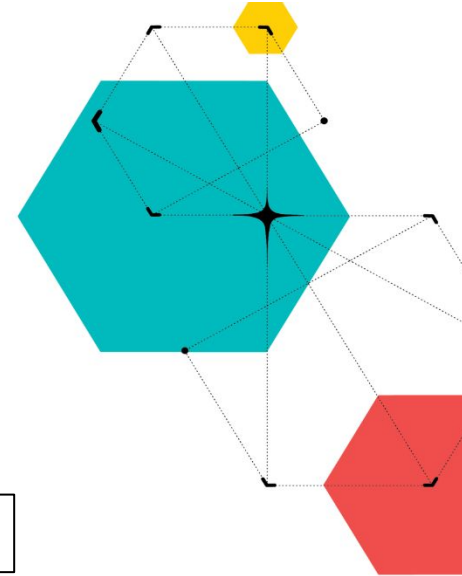
## Параметрическое проектирование

- Параметры геометрии
- Характер течения
- Гидравлической нагрузки
- Ограничени





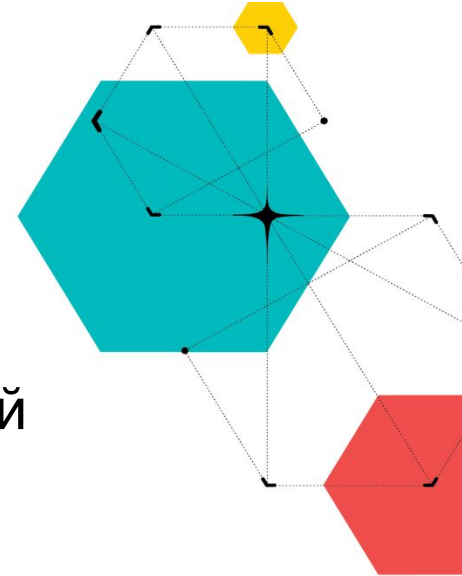
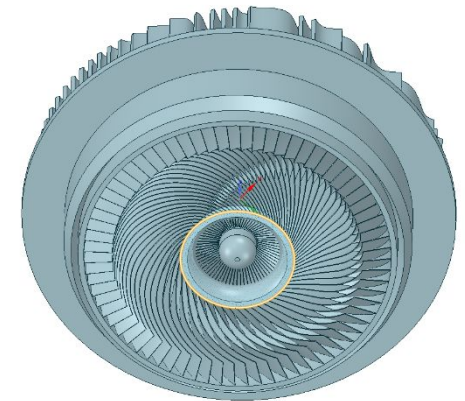
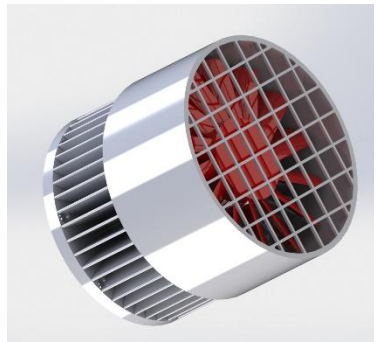
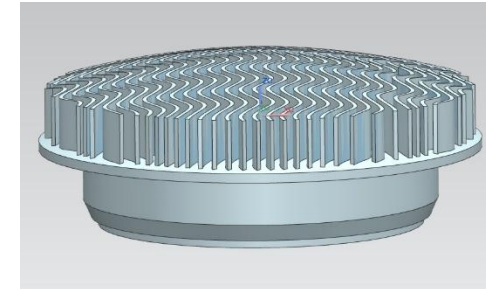
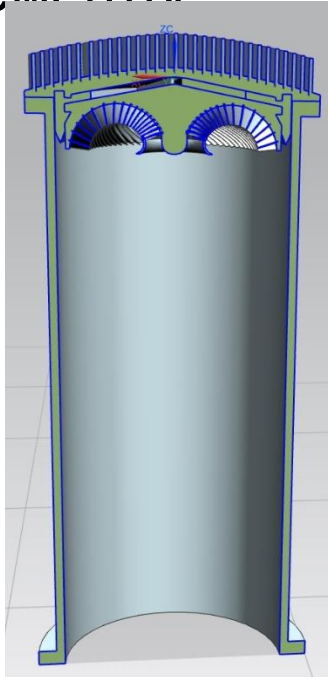
# План производства теплообменной системы методами АТ



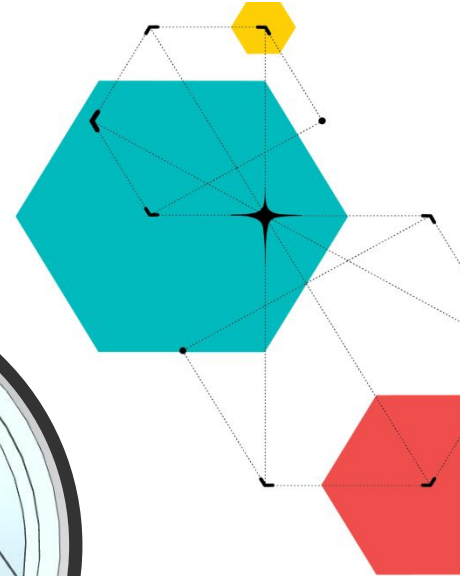
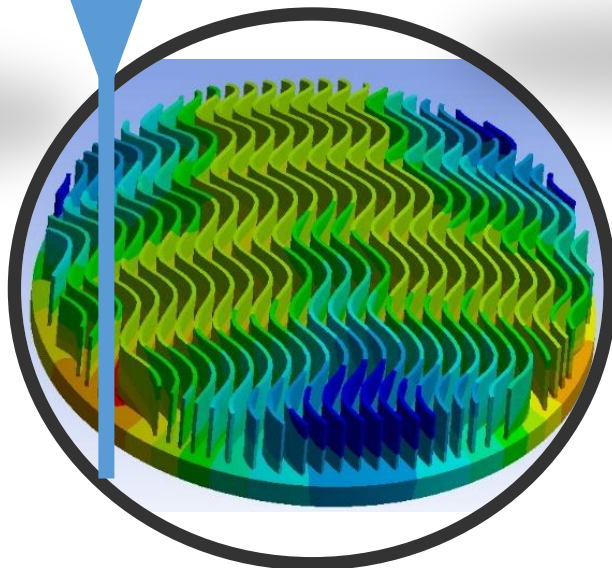
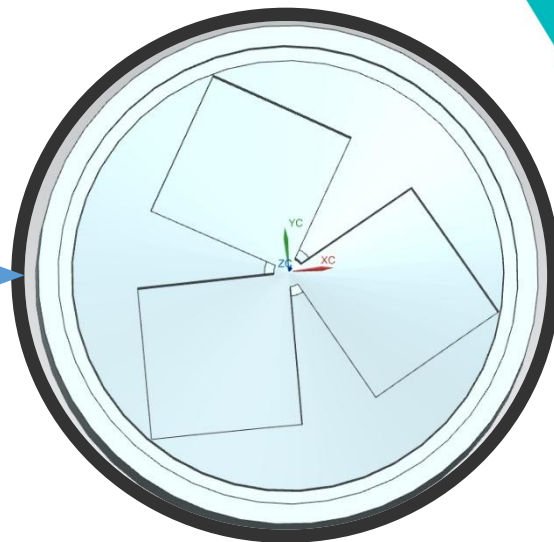
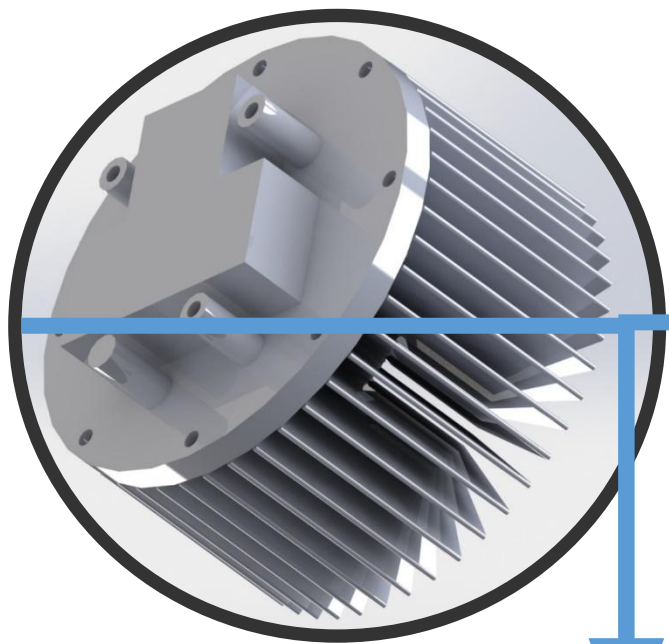
# Tornado

## Нюансы и аспекты:

- Закрытый объём
- Взрывозащищённость
- Гибкость комплектации (прямой и обратный ток)
- Термозащитные элементы



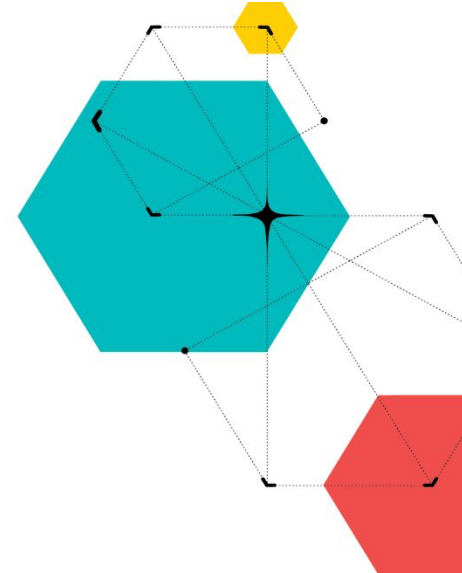
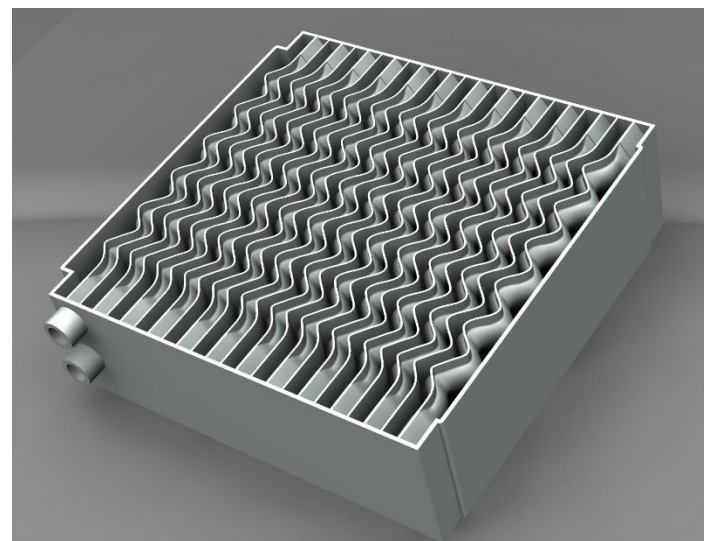
# Tornado



# Pulsar

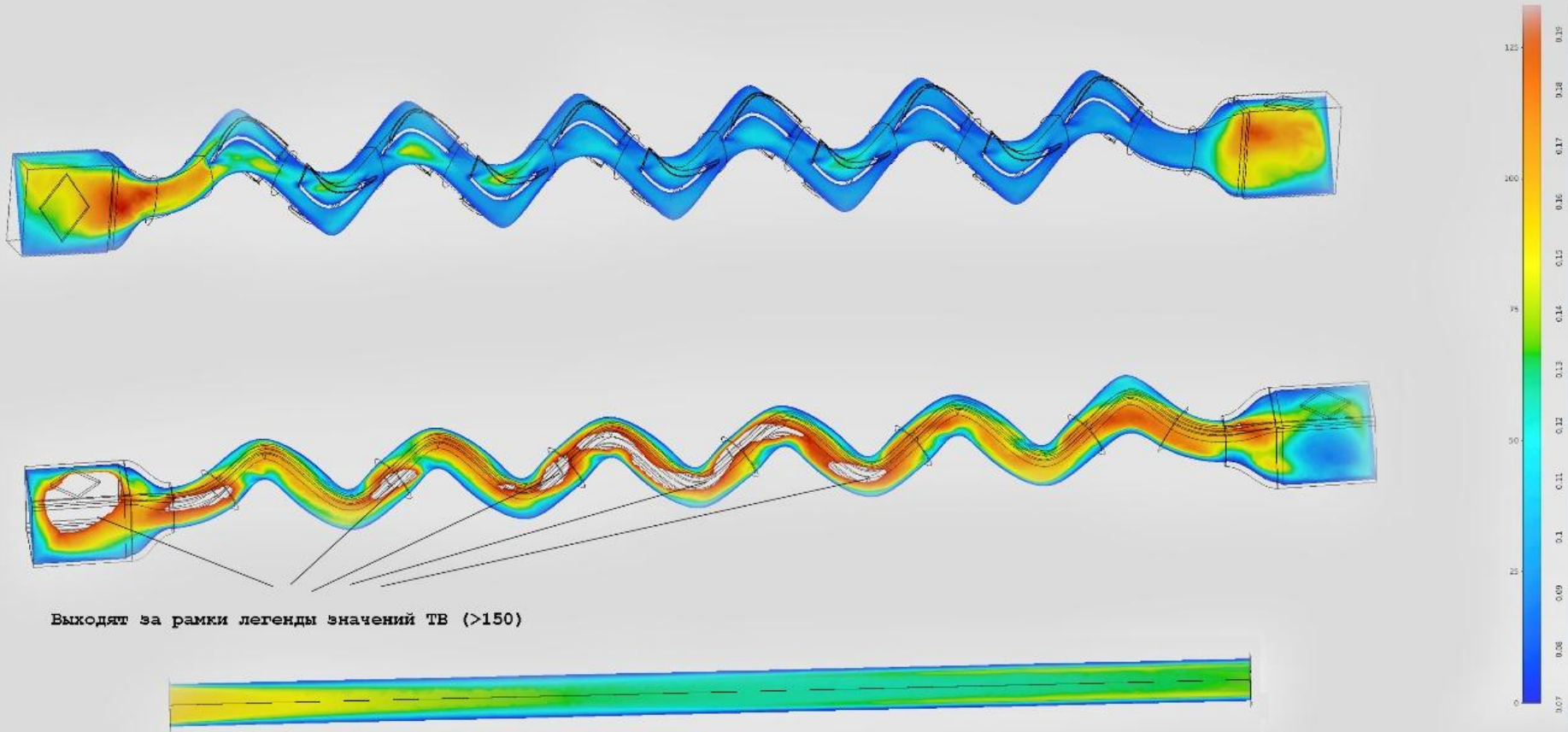
## Нюансы и аспекты:

- Эволюция классики
- Работа над отдельным каналом
- Поэтапное моделирование
- Модульность



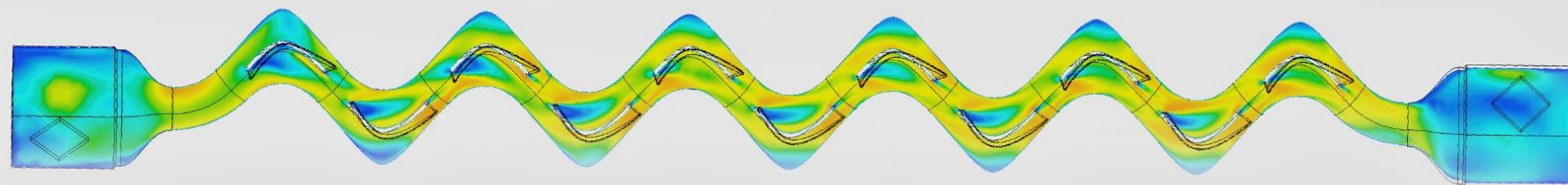


# Турбулентная вязкость

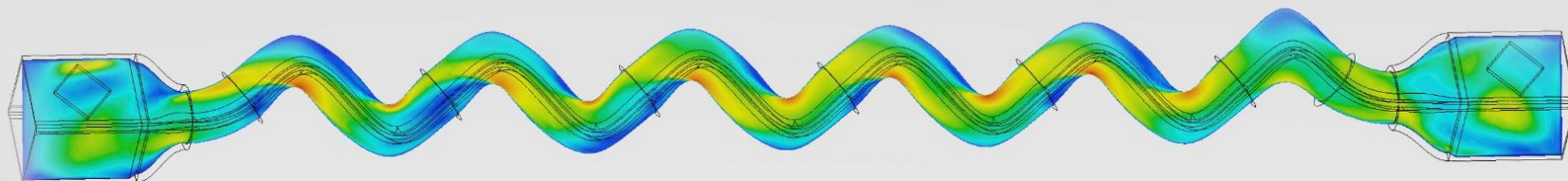


Рёбра и изменяющиеся сечения рассчитаны таким образом, что поток испытывает меньшие возмущения (особенно вдоль движения), а качество перемешивания повышается (нет обратных потоков, отрыв пристеночного слоя и тд.)

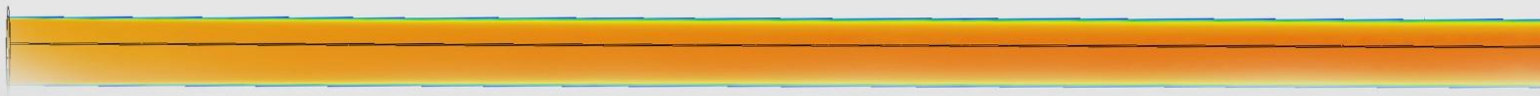
Падение скорости на 20% < чем у аналога без рёбер и переменного сечения  
(при сравнении их с прямолинейным каналом)



60%



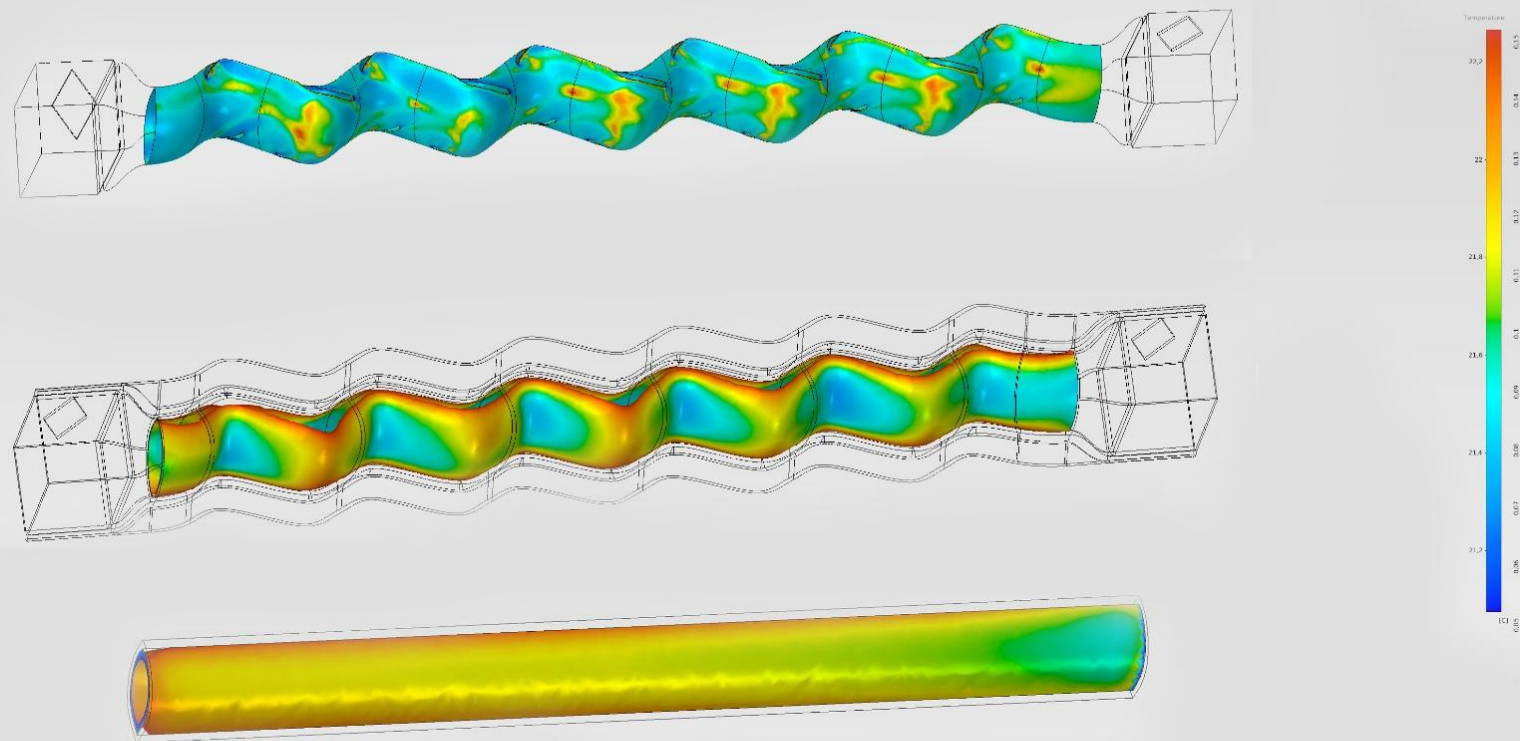
40%



100%

Velocity Magnitude



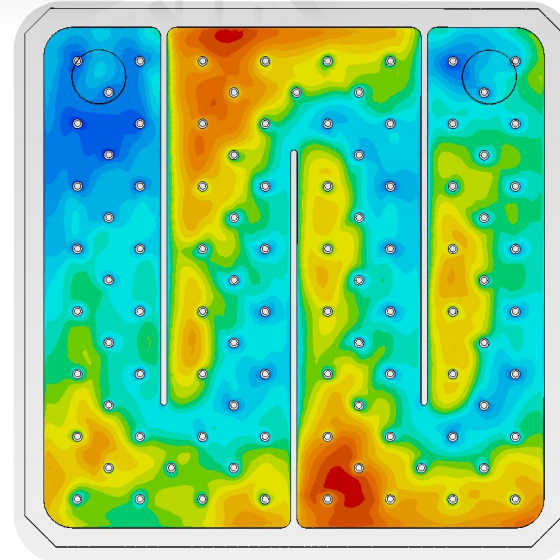
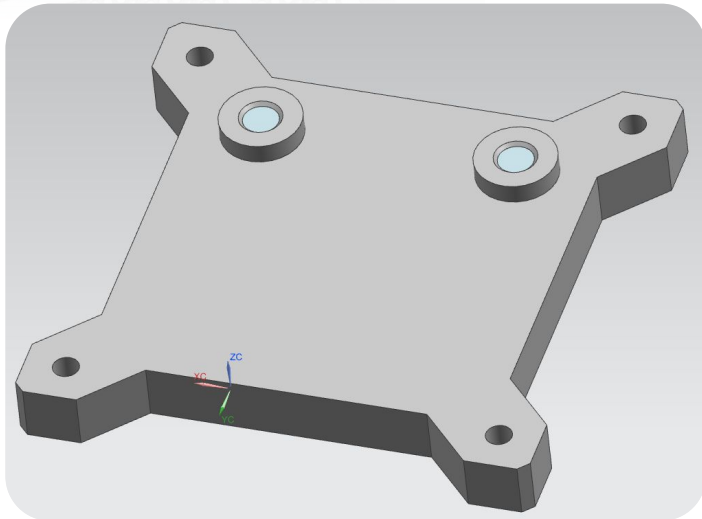
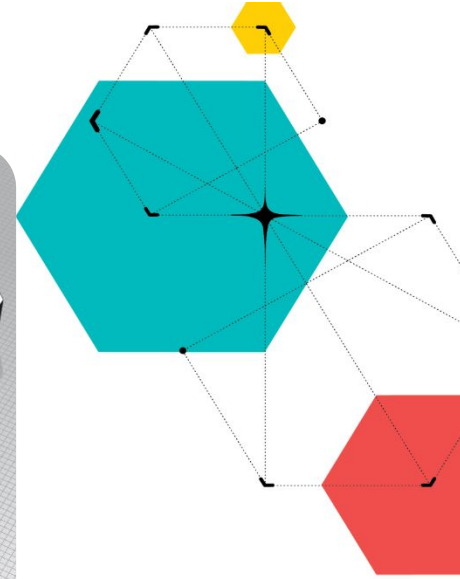
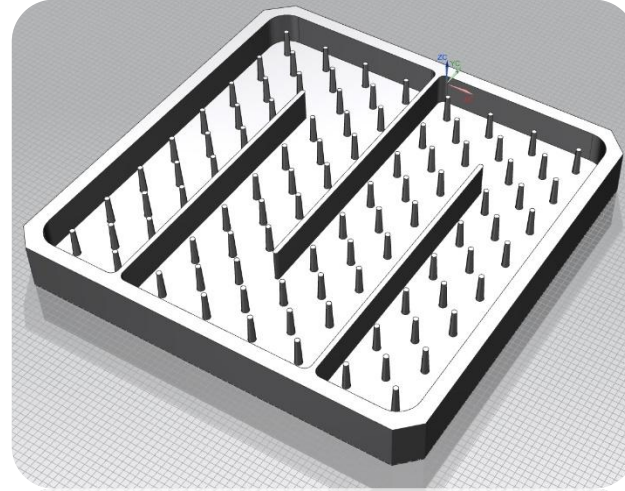
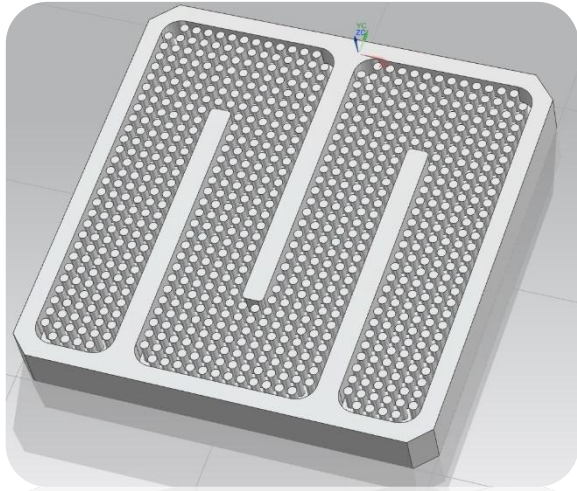


**Температура на поверхности контакта вода-стенка заметно ниже, вследствие эффективного перемешивания водяного потока и отрыва пристеночного слоя, что повышает интенсивность теплообмена.**

(Условия: тепловой поток 210 Вт, давление на входе 1,5 атм,  $T(\text{воды}) = 21^\circ\text{C}$ )

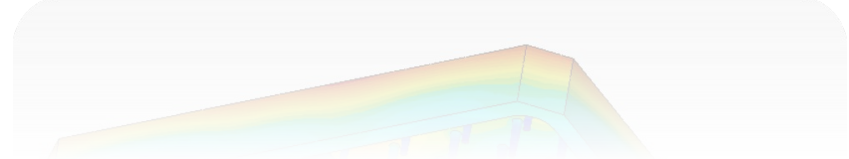
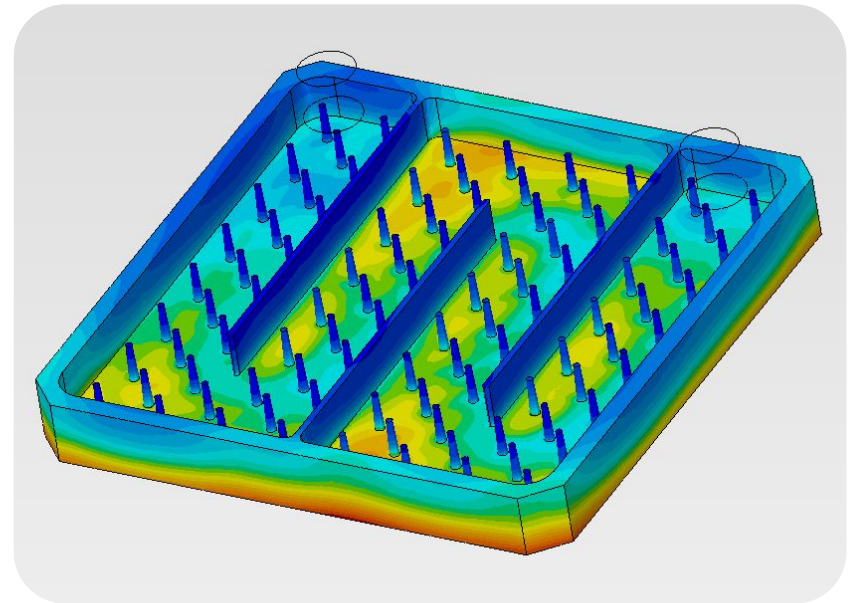
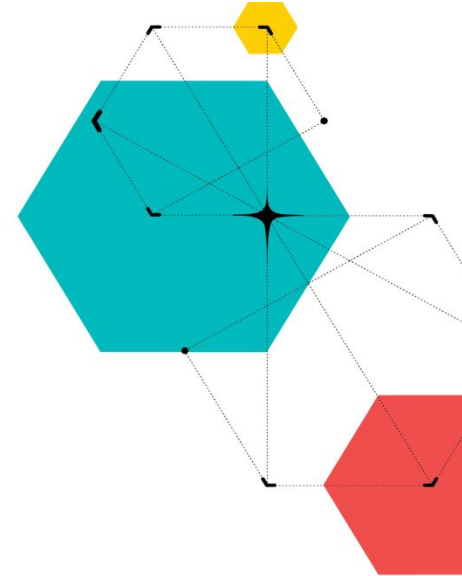
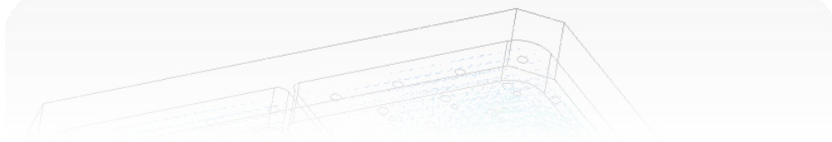
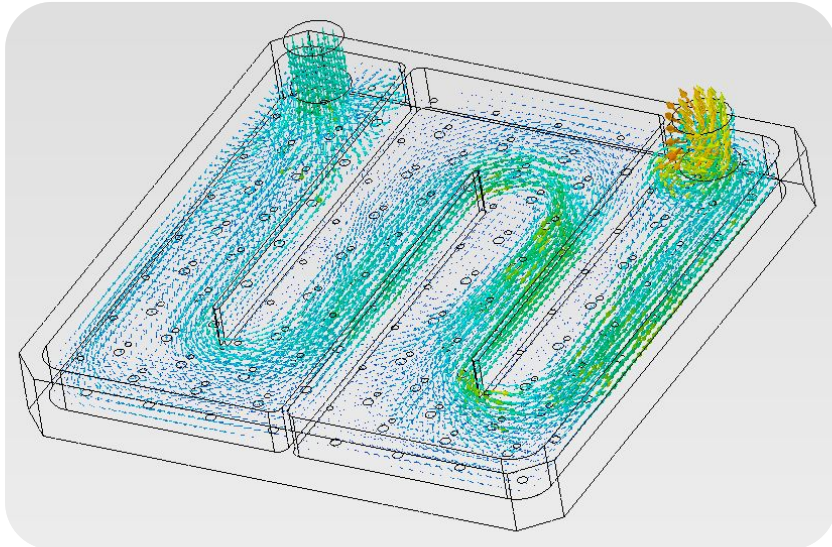


# Станкоинструмент





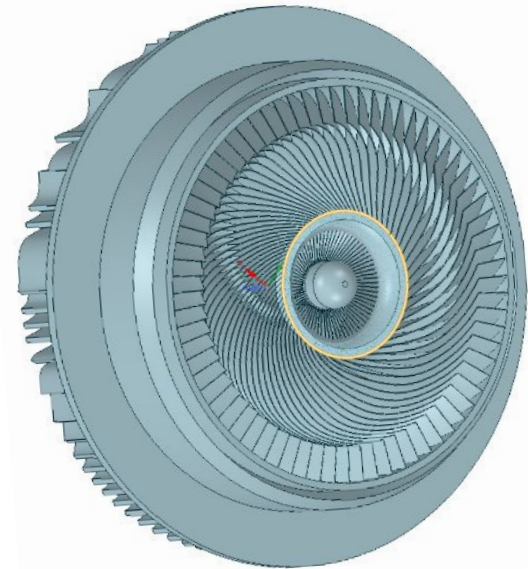
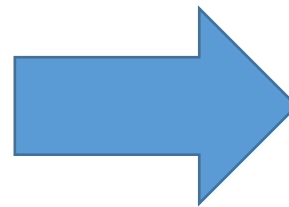
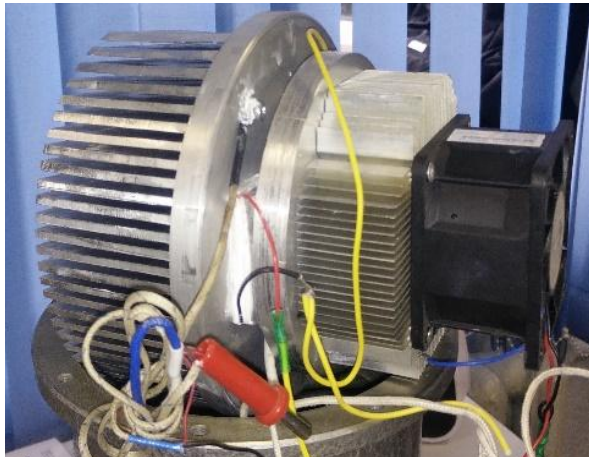
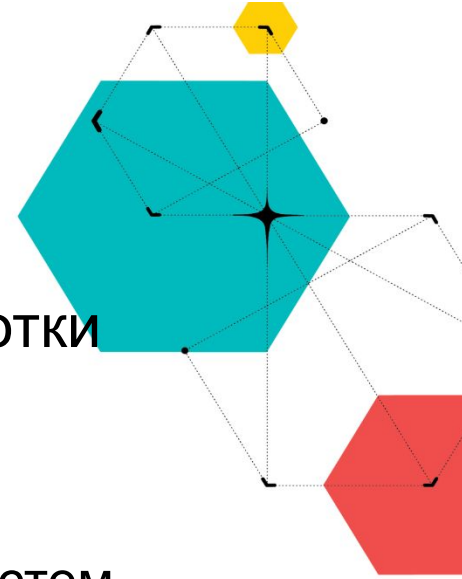
# Станкоинструмент



# Выводы

**Моделирование** – основной инструмент разработки

**Аддитивные технологии** - унифицированный метод производства персонализированных эффективных теплообменных систем





Спасибо за внимание