

**IOSO**  
NM



**FlowVision**

# Решение задач оптимизации с помощью программных комплексов FlowVision и IOSO NM

М. К. Митрофанова

[marina@flowvision.ru](mailto:marina@flowvision.ru)

[www.flowvision.ru](http://www.flowvision.ru)

# Содержание

1. Описание задачи
2. Цели исследования
3. Постановка задачи
4. Расчетная модель
5. Идеология решения
6. Создание модели в оптимизаторе IOSO NM
7. Получение результатов
8. Результаты расчета
9. Выводы



## Описание задачи



В камере газостата находится стальная заготовка. Начальная температура среды (азот) и детали составляет 1200 С.

В камеру через трубки подается азот с более низкой температурой.

Необходимо охладить стальную деталь со скоростью 0,8 – 1,1 С/мин. При этом перепад температуры в детали не должен превышать больше 3°С.

Длительность рабочего цикла остывания заготовки – 10 минут.

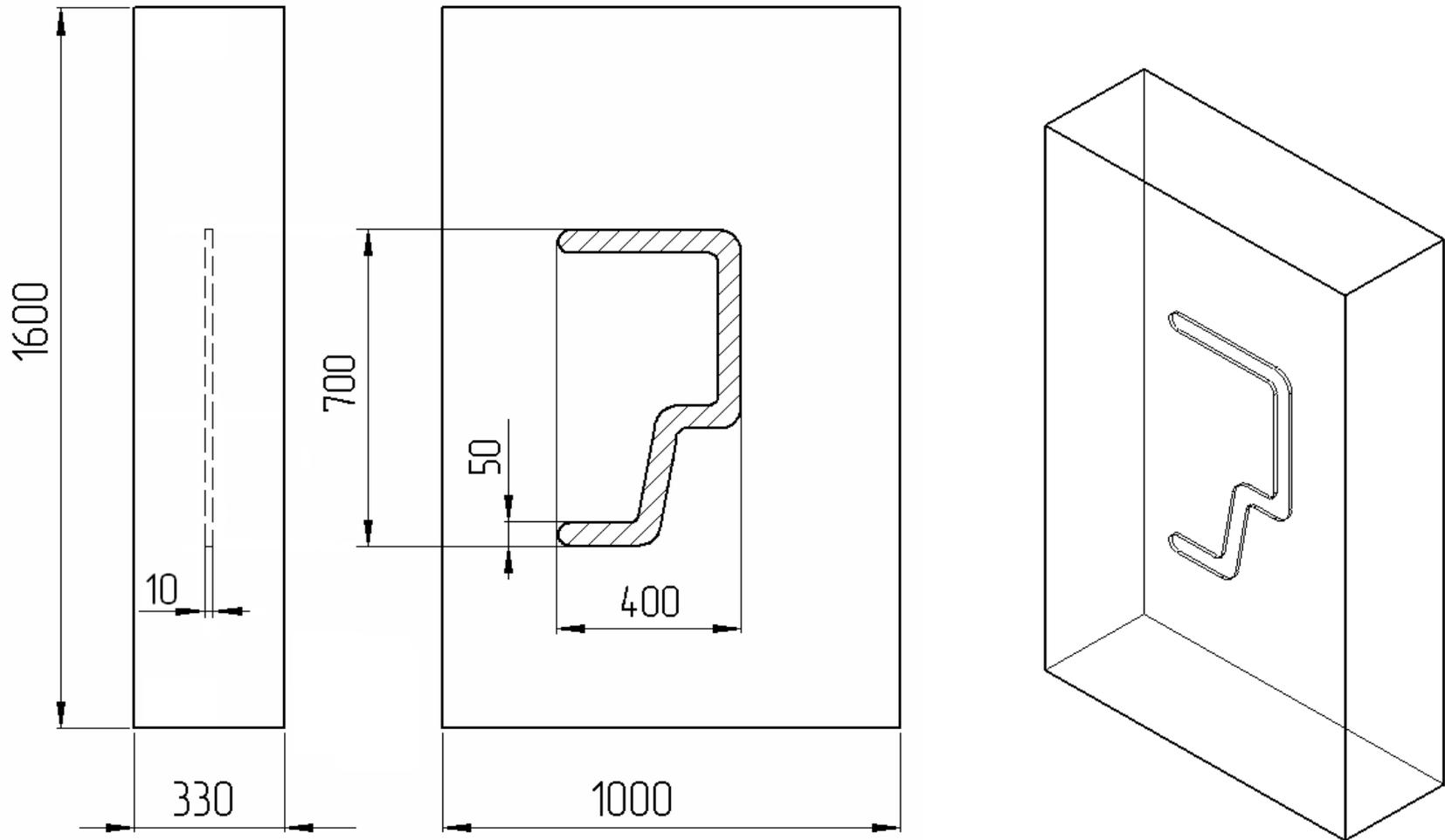
## Цели исследования

- **Определить оптимальное расположение подающих трубок**
- **Определить оптимальную температуру и скорость подачи охлаждающего азота**
- **Разработать методику решения задач оптимизации, решаемых с помощью связки программных комплексов FlowVision и IOSO NM**

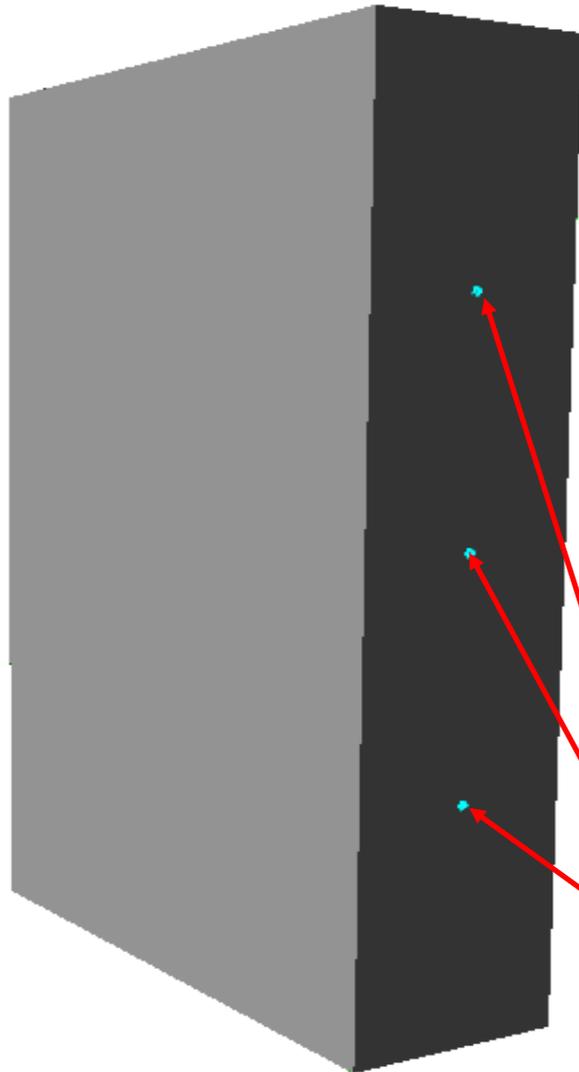


# Постановка задачи

Геометрия расчетной области



## Постановка задачи



Отверстия подающие  
охлаждающий азот

Количество – 11 шт.

Диаметр – 10 мм

Расположение – 4 и 3 шт.  
посередине боковых стен,  
по 2 шт. посередине верхней и  
нижней стен

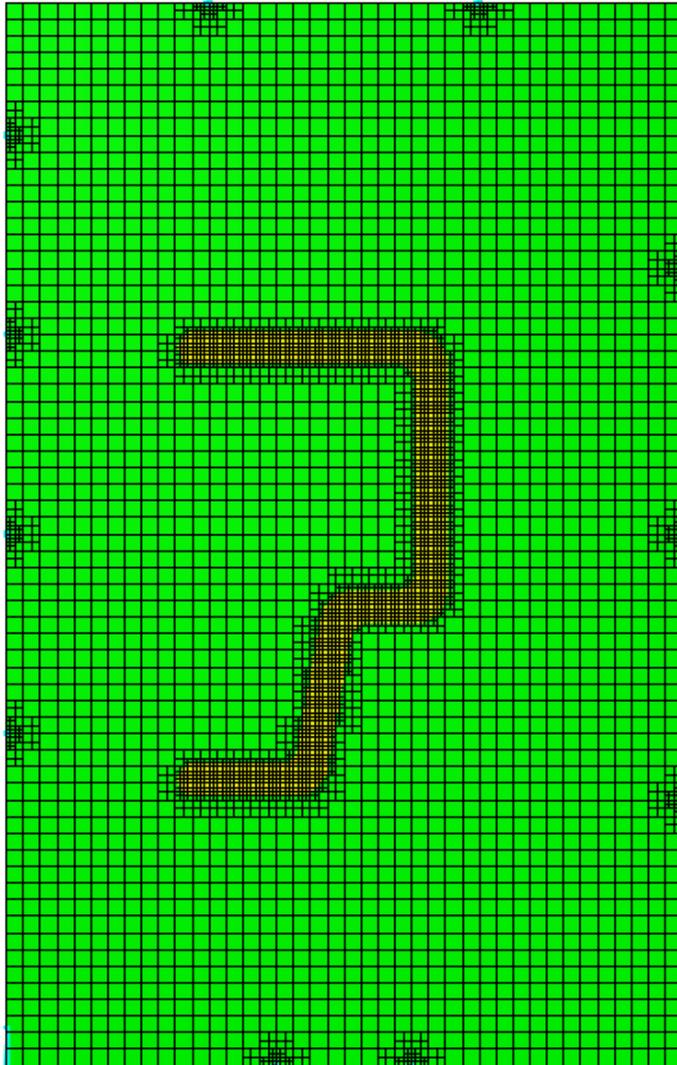
Выход – 1 шт.

Размер выхода = 10 x 65 мм

Подающее отверстие



# Расчетная модель



Трёхмерная задача

Сетка 50240 ячеек

Для газа решаются уравнения конвекции и теплопереноса, уравнения движения

Для стали решаются уравнения конвекции и теплопереноса

Записывается текстовый файл со значениями температур.



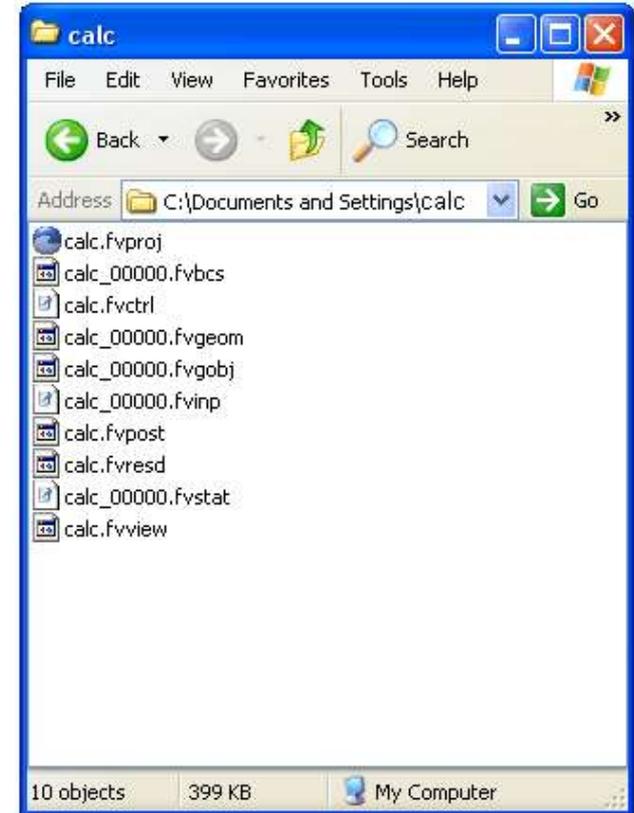
# Идеология решения



## Создание модели в оптимизаторе IOSO NM

При создании проекта FlowVision автоматически генерируются файлы следующих типов:

- \*.fvproj – файл проекта
- \*.fvview – сцена проекта
- \*.fvresd – история невязок
- \*.fvinp – входные данные для расчета
- \*.fvctrl – параметры управления расчетом и критерии установа
- \*.fvgeom – основная геометрия
- \*.fvobj – геометрия импортированных объектов
- \*.fvbcs – расстановка граничных условий
- \*.fvstat – статус проекта



# Создание модели в оптимизаторе IOSO NM

Вариант создается с помощью текстовых файлов \*.fvinp, \*.fvcntr, которые загружаются в оптимизатор.

The screenshot displays the IOSO NM software interface. On the left is a project tree under 'Расчетный блок' (Calculation block) containing a 'Model' folder with sub-items like 'gazostat\_0000C', 'Voxl', 'Toxl', and coordinate axes 'y0' through 'y6' and 'x7' through 'x10'. Below this are 'run1.bat', 'CharacteristicsC', and another 'Model1' folder with 'CharacteristicsC', 'analiz.exe', 'Out1', and variables 'Delta\_T', 'dT\_dtime\_M', and 'T\_Stop'.

The main window shows a 'Шаблон файла' (File template) editor with the following XML code:

```

<isZoomed>0</isZoomed>
<isGeneric>0</isGeneric>
<Location>
  <Origin x="1" y="0.69999999999999996" z="0"/>
  <Ort0 x="1" y="0" z="0"/>
  <Ort1 x="0" y="1" z="0"/>
  <Ort2 x="0" y="0" z="1"/>
</Location>
</OBJECT>
<OBJECT GUID="81CC309A-9DF7-4DAA-909F-53DB771E8511" UIName="PDPjPiPsCЪC,PeCЪPsPIP"PSPSC<PM PsP±CЪPpPeC, #6" class="CCGeoObject" isVi
  <Settings>0</Settings>
  <Variable>0</Variable>
  <isMovable>0</isMovable>
  <isLighted>0</isLighted>
  <isZoomed>0</isZoomed>
  <isGeneric>0</isGeneric>
  <Location>
    <Origin x="1" y="0.20000000000000001" z="0"/>
    <Ort0 x="1" y="0" z="0"/>
    <Ort1 x="0" y="1" z="0"/>
    <Ort2 x="0" y="0" z="1"/>
  </Location>
</OBJECT>
<OBJECT GUID="07D66AAE-A9A1-471F-8C5F-865201D6A4FB" UIName="PDPjPiPsCЪC,PeCЪPsPIP"PSPSC<PM PsP±CЪPpPeC, #7" class="CCGeoObject" isVi
  <Settings>0</Settings>
  <Variable>0</Variable>
  <isMovable>0</isMovable>
  <isLighted>0</isLighted>
  <isZoomed>0</isZoomed>
  <isGeneric>0</isGeneric>
  <Location>
    <Origin x="0.80000000000000004" y="0" z="0"/>
    <Ort0 x="1" y="0" z="0"/>
    <Ort1 x="0" y="1" z="0"/>
    <Ort2 x="0" y="0" z="1"/>
  </Location>

```



## Создание модели в оптимизаторе IOSO NM

Варьируемые параметры

- Температура охлаждения  $T_{oxl}$
- Скорость охлаждающего потока  $V_{oxl}$
- Геометрические координаты подающих отверстий  $y_{0\dots6}$  и  $x_{7\dots10}$

Минимизируемый параметр

- Разница между максимальной и минимальной температурой заготовки в процессе охлаждения

Контролируемые параметры

- Минимальный градиент температуры заготовки
- Максимальный градиент температуры заготовки
- Конечная температура заготовки



# Создание модели в оптимизаторе IOSO NM

## Задание границ изменения переменных

### Входные данные

Задаются границы изменения скорости, температуры и координат

- Скорость втекающего охлаждающего азота от 0 до 18 м/с
- Температура втекающего азота от 950 до 1185 К
- Изменение вертикальных координат подающих отверстий, расположенных на вертикальных поверхностях, от 0 до 1,595 м
- Изменение горизонтальных координат подающих отверстий, расположенных на горизонтальных поверхностях, от 0 до 0,995 м



## Создание модели в оптимизаторе IOSO NM

Обрабатывается файл результатов и выбираются следующие значения:

- Средняя температура стали на последней итерации
- Наибольшая разница между максимальной и минимальной температурой стали за все время расчета
- Максимальное и минимальное значение градиента температуры за все время расчета.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{T_i - T_{i-1}}{t_i - t_{i-1}}$$



# Создание модели в оптимизаторе IOSO NM

## Задание границ изменения переменных

### Выходные данные

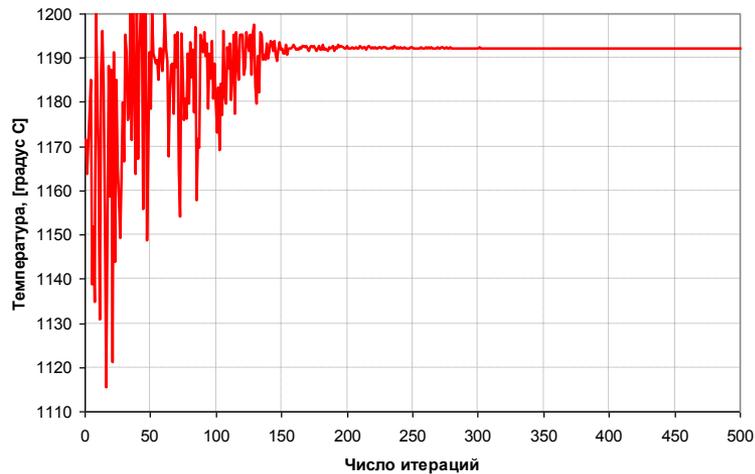
Задаются ограничения для температуры и ее градиента

- Средняя температура заготовки должна быть от 1189 до 1192 К
- Наибольшая разница между максимальной и минимальной температурой в процессе расчета должна минимизироваться и быть меньше 4 К
- Изменение температуры во времени
  - Минимальный градиент температуры от -0,03 до -0,01 (градус/с)
  - Максимальный градиент температуры от -0,02 до -0,001 (градус/с)

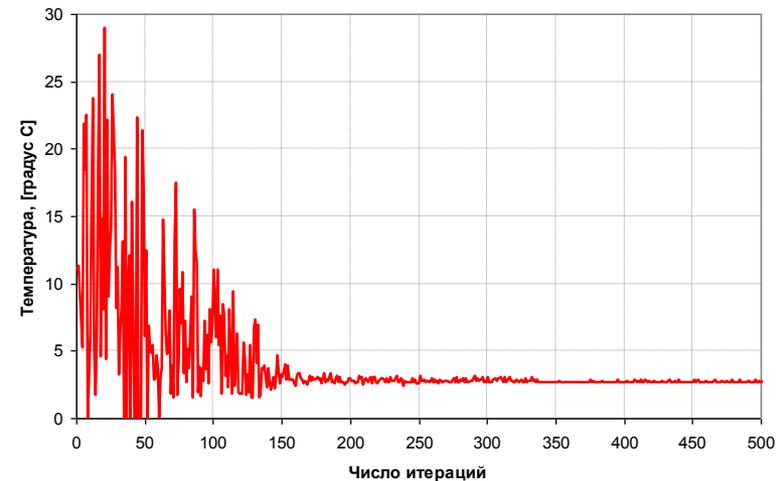


# Получение результатов

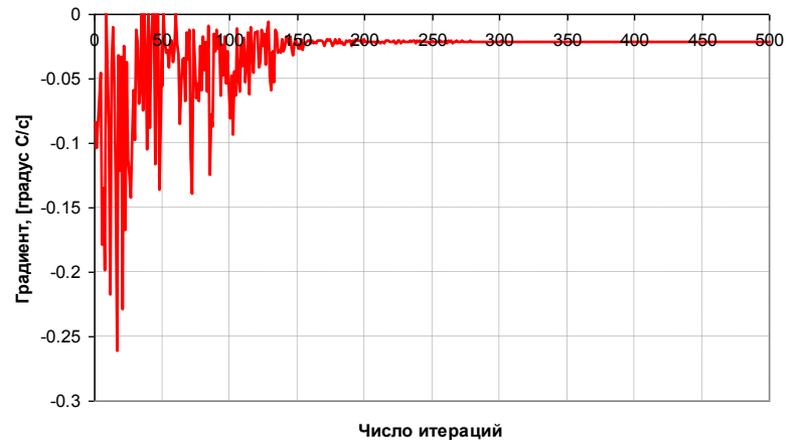
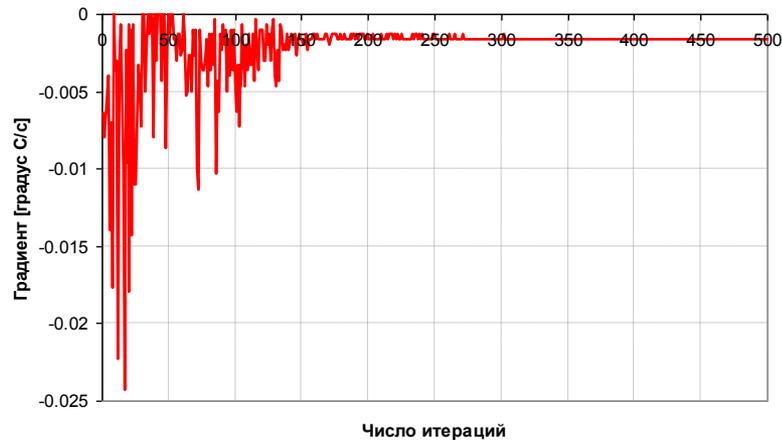
Средняя температура  
заготовки после охлаждения



Максимальный перепад  
температуры в заготовке



Минимальный и максимальный градиенты температур





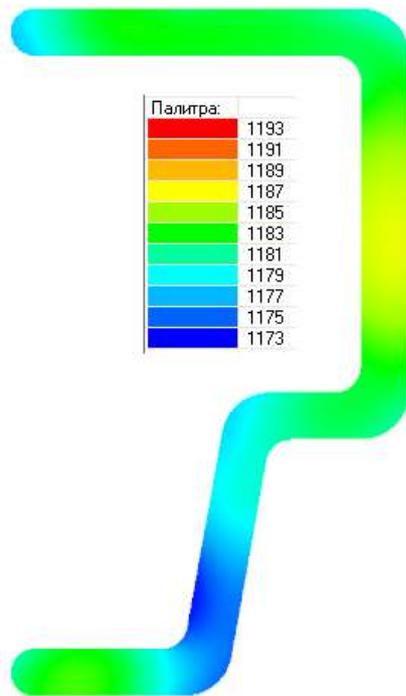


# Результаты

Сравнение вариантов. Распределение температуры

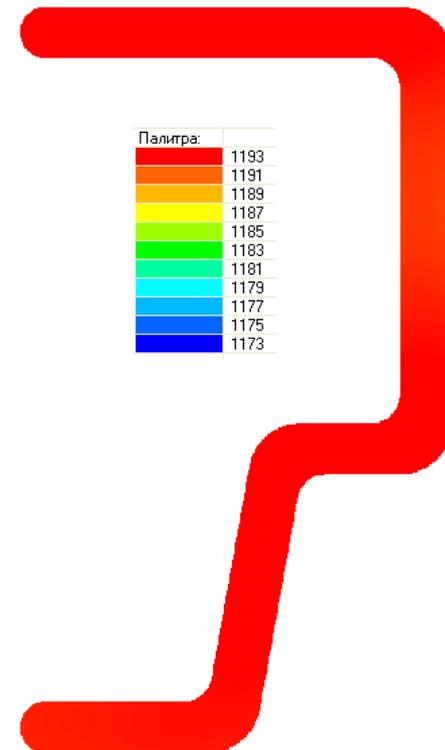
Исходный вариант

$\Delta T = 16$  градусов



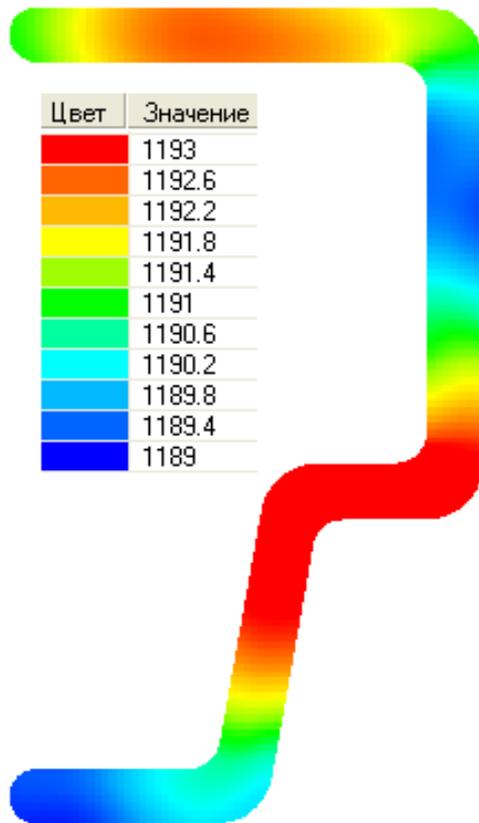
Полученный вариант

$\Delta T = 4$  градуса



# Результаты

Распределение температуры внутри заготовки.



Средняя температура заготовки – 1191.57 С

Макс. температура заготовки – 1193.06°С

Мин. температура заготовки – 1189.12°С

