МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.Э.БАУМАНА

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой ИУ-6
д.т.н., профессор
_____ Сюзев В.В.

А.В.Никаноров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 3

«ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО БЛОКА с использованием SimScale»

по курсу
“Конструирование и технология производства вычислительной техники”
специальности 22.01 “ЭВМ, системы, комплексы и сети”

Москва, 2020 г.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ

Цель занятия – закрепление знаний, полученных при изучении теоретических основ проектирования средств обеспечения тепловых режимов конструкций вычислительной техники, приобретение базовых навыков, необходимых для проведения теплового моделирования в средствах вычислительной техники.

Занятие проводится с использованием облачной платформы инженерного моделирования SimScale.com.

В ходе занятия требуется провести исследование тепловых режимов в оптимизированной для теплового расчета модели вычислительного блока в условиях вынужденной конвекции и применения тепловых трубок.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

- Ознакомитесь с интерфейсом SimScale
- Загрузите подготовленную модель вычислительного блока и проведите тепловое моделирование.
- Предъявите результаты задания преподавателю.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ЗАДАНИЕ

Конструкция – модель вычислительного блока из состава примеров Solidworks FlowSimulation “epic pc”.

Для проведения моделирования подготовлена упрощенная модель “epic pc.zip”.

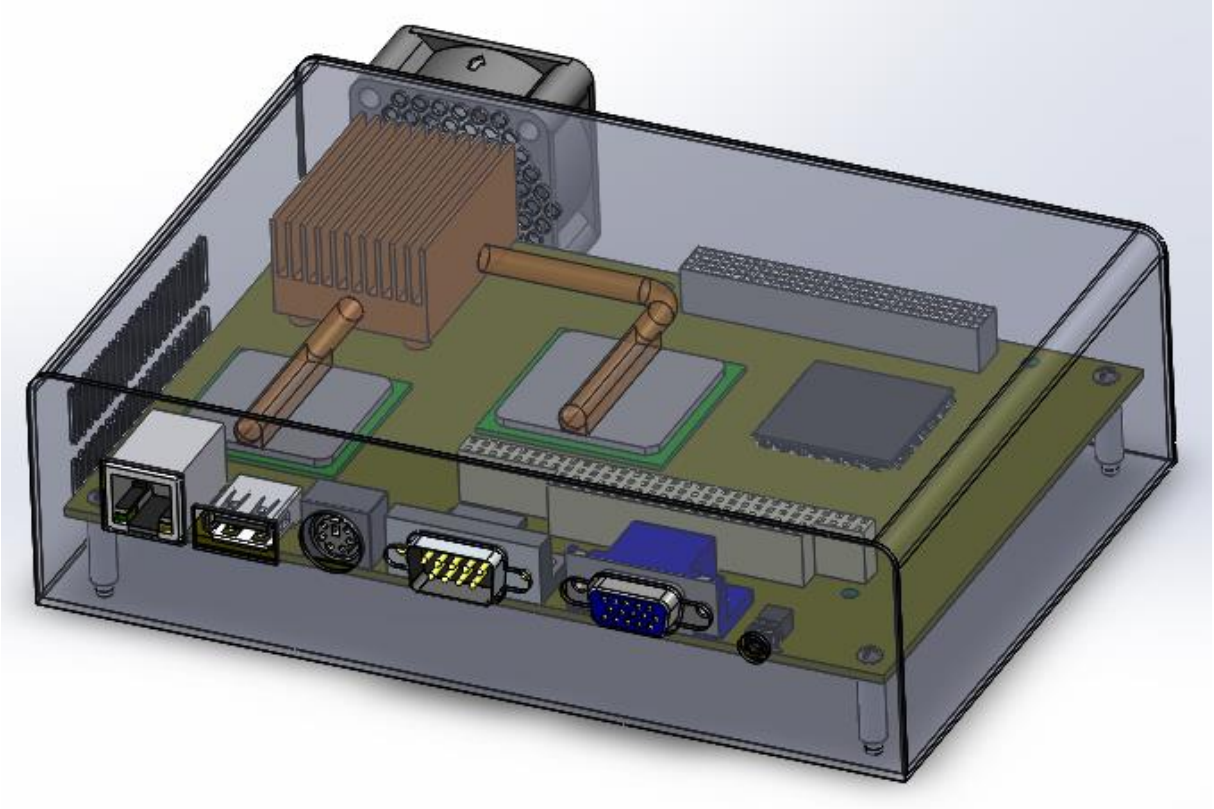

Рисунок 1 3D модель вычислительного блока

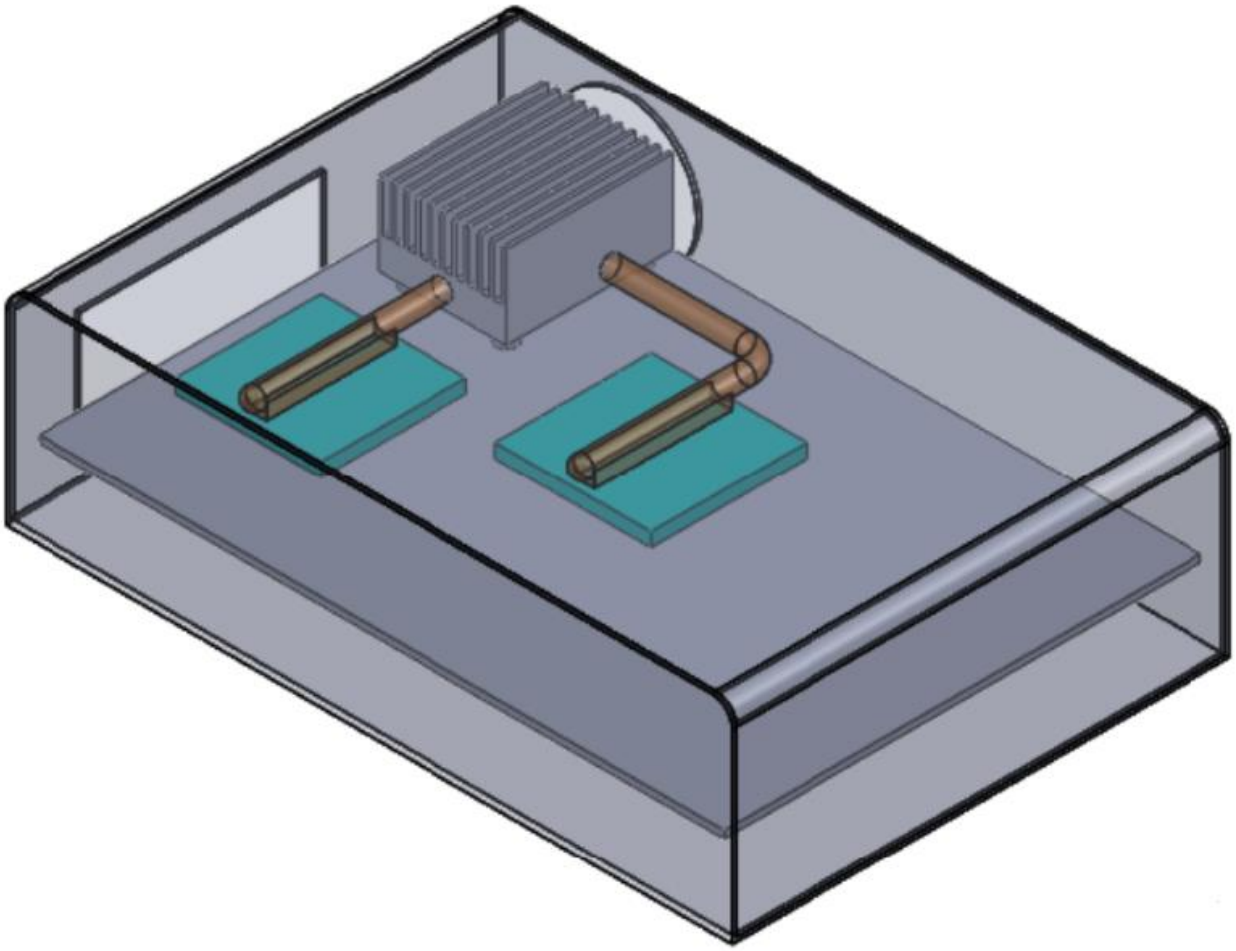

Рисунок 2 3D модель вычислительного блока, оптимизированная для проведения теплового моделирования

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Граничные условия на вентиляционных отверстиях - термодинамические параметры:
    a. Давление окружающей среды: 101325.00 Па.
    b. Температура: 20 °C.
2. Вентиляционные отверстия:
    a. Снизу.
    b. Сбоку.
3. Источники тепла:
    a. Микросхема CPU – *в соответствии с вариантом расчета*.
    b. Микросхема NorthBridge – *в соответствии с вариантом расчета*.
4. Параметры потока:
    a. Выходной внешний вентилятор, обеспечивающий среднюю скорость потока *в соответствии с вариантом расчета*.
5. Характеристики тепловой трубки, соединяющей NorthBridge и радиатор:
    a. Эффективная теплопроводность 20000 К/(Вт*м).

6. Характеристики теплопередающего стержня, соединяющего CPU и радиатор:
    a. Медный пруток теплопроводностью 400 К/(Вт*м).

Таблица 1 Варианты расчетов

№	Скорость потока, м/с	Мощность микросхем, Вт	Материал радиатора
1	0,25	5	Медь
2	0,25	10	Медь
3	0,25	15	Медь
4	0,25	20	Медь
5	0,5	5	Медь
6	0,5	10	Медь
7	0,5	15	Медь
8	0,5	20	Медь
9	1	5	Медь
10	1	10	Медь
11	1	15	Медь
12	1	20	Медь
13	0,25	5	Алюминий
14	0,25	10	Алюминий
15	0,25	15	Алюминий
16	0,25	20	Алюминий
17	0,5	5	Алюминий
18	0,5	10	Алюминий
19	0,5	15	Алюминий
20	0,5	20	Алюминий
21	1	5	Алюминий
22	1	10	Алюминий
23	1	15	Алюминий
24	1	20	Алюминий

ПОРЯДОК ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ

1. Получить файл «Epic PC.zip» с сайта курса.
2. Открыть www.simscale.com и создать новый проект («New Project»).

3. В разделе «Geometries» нажать на «+» и загрузить файл «Epic PC.zip» перетаскиванием из проводника, выбрать формат файла SolidWorks и нажать кнопку «Upload».

4. С помощью инструмента Imprint (см. Рисунок 3) автоматически определить поверхности, через которые контактируют твердые тела.
5. С помощью инструмента «Open inner region» автоматически создать заглушки для открытых входов и выходов потоков воздуха в вычислительном блоке.
   5.1. Включить «Keep existing parts».
   5.2. В меню «Boundary faces» выбрать три стороны, на которых расположены отверстия,
   5.3. В меню «Seed face» выбрать оду поверхность, находящуюся внутри блока. Данная поверхность определит расчетную зону, заполненную воздухом.

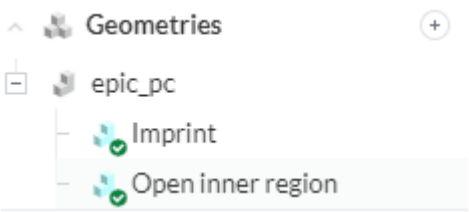

Рисунок 3

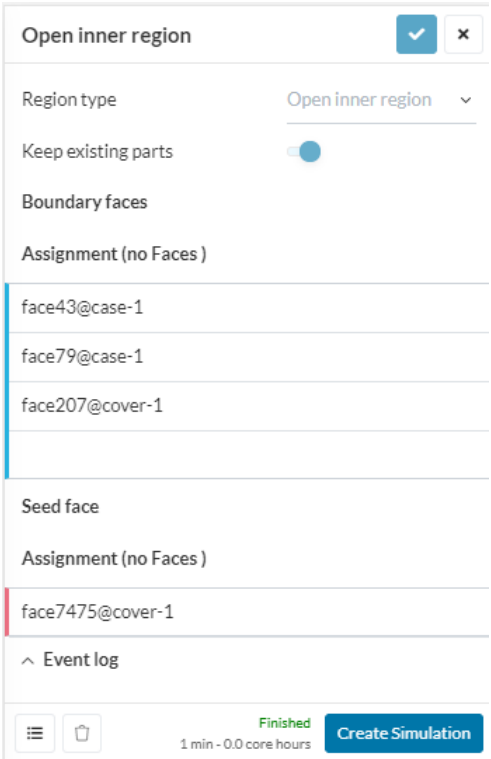

Рисунок 4

6. В разделе «Simulations» нажать на «+» и создать вариант расчета «Conjugate heat transfer».
7. В подразделе «Model» задать направление гравитации вдоль оси «Y». Поскольку направление гравитации направлено к нулевой отметке оси, то $g_y = -9.81$ m/c^2.
8. В подразделе «Materials»:
   8.1. Для текучей области «Fluids» назначить «Air» для геометрии «Flow region»
   8.2. Для твердых тел «Solids» назначить материалы Aluminium (элементы корпуса «cover» и «case»), Epoxy (для печатной платы). Создать новый материал с названием «Heat pipe» (Рисунок 5 Heat pipe) с теплопроводностью 20000 W/(m·K) и

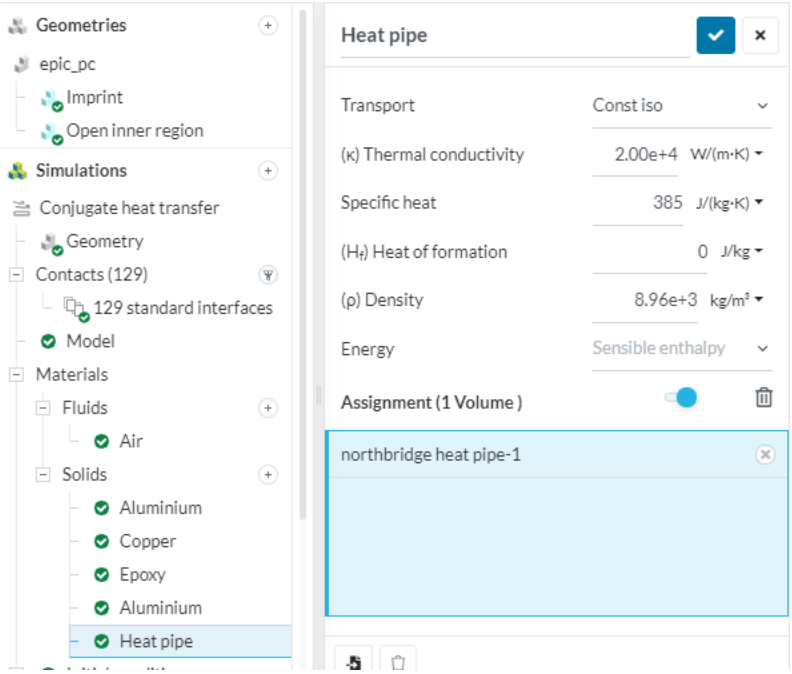

Рисунок 5 Heat pipe

назначить его на геометрию «northbridge heat pipe». На геометрию «cpu heat pipe» назначить медь (Copper). Материал радиатора («heatsink») назначить в соответствии с вариантом расчета.

9. В подразделе «Boundary conditions»:
   9.1. Создать граничное условие «Pressure inlet» на поверхности заглушек, закрывающих входы для потоков воздуха сбоку и снизу. Давление и температура в соответствии с начальными условиями в «Initial conditions».
   9.2. Создать граничное условие «Velosity outlet» на круглой заглушке, имитирующей вентилятор. Скорость воздуха – в соответствии с вариантом расчета.

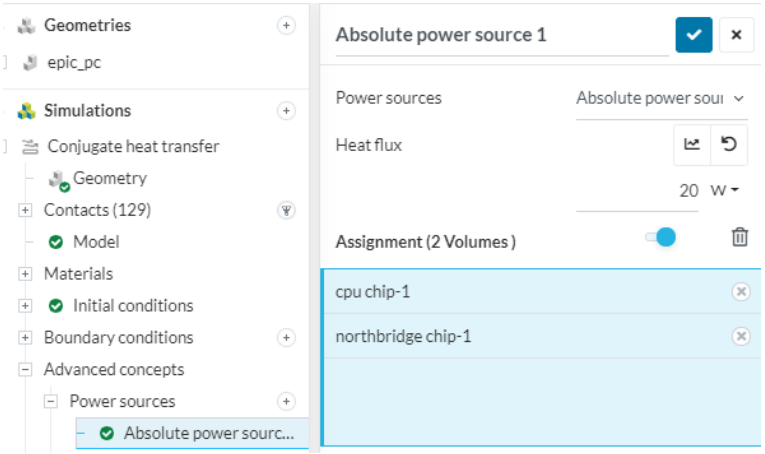

Рисунок 6

10. В подразделе «Advanced concepts» создать «Absolute power source» на микросхемы. Мощность тепловыделения - в соответствии с вариантом расчета.

11. В подразделе «Simulation control» задать «Maximum runtime» 20000 секунд.

12. В подразделе «Mesh» понизить детализацию сетки «»Fineness до 2..3 ступени.

13. В подразделе «Simulation Runs» нажать на «+» и запустить новый расчет.

14. После окончания расчета на почту придет оповещение.

15. Провести постмоделирование.
    В подразделе «Simulation Runs» зайти в «Solution Feilds».

16. Провести анализ температурного поля на поверхности
    16.1. В «Results» выбрать в «SCL» (скалярных величинах) «Temperature».
    16.2. В «Parts» погасить «Flow region» и элементы корпуса - нажать на значок глаза (Рисунок 7Погасить элемент). Альтернативный вариант - отрегулировать прозрачность геометрии в поле «Opacity».
    16.3. Проанализировать отличия температур поверхностей (Рисунок 8Температурные поля на поверхности) в зависимости от условий теплосъема.

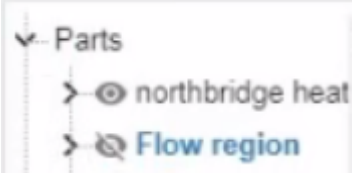

Рисунок 7Погасить элемент

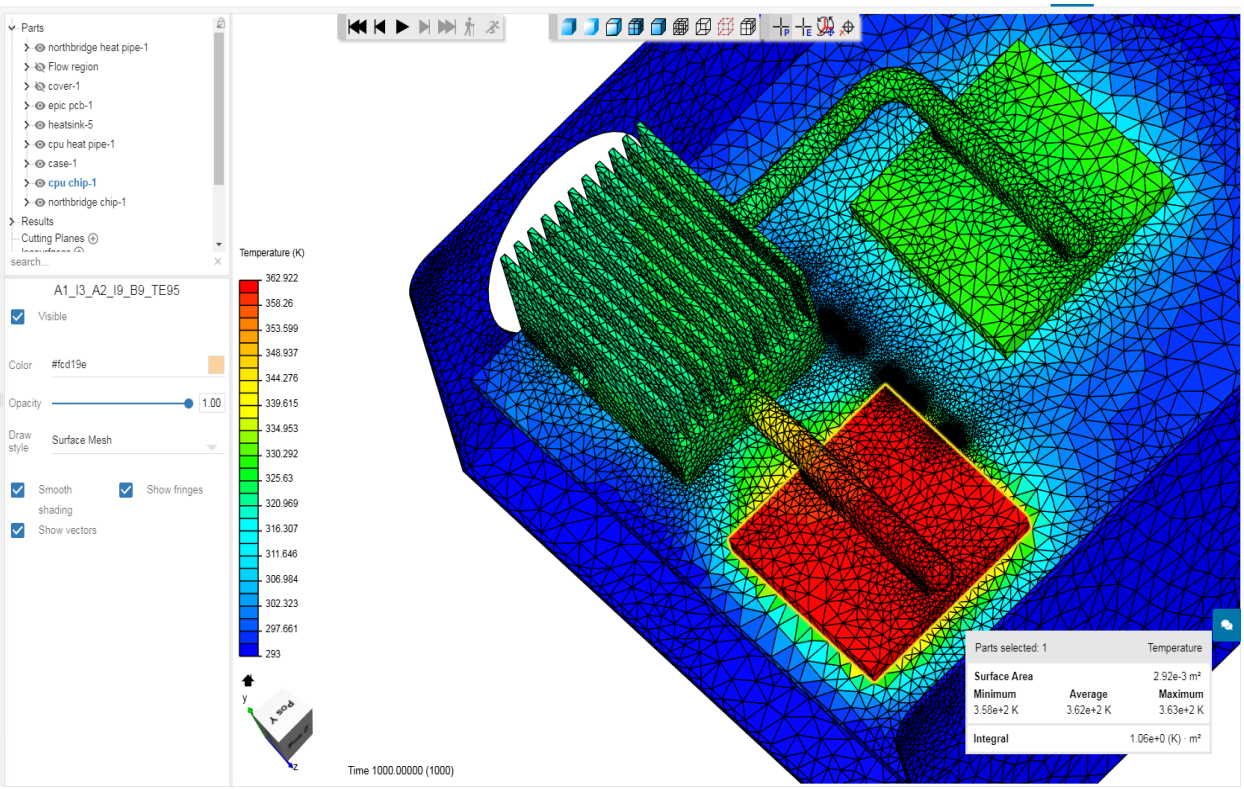

Рисунок 8Температурные поля на поверхности

17. Провести анализ температурного поля в сечении

17.1. В «Cutting Planes» выбрать плоскость, перпендикулярную оси, например, «Normal» - «X», при необходимости, переместить данную плоскость с помощью инструмента «Point». С помощью настройки «Opacity» можно отрегулировать прозрачность.

17.2. Проанализировать отличия градиента температуры в сечениях через твердотельные конструкции и тепловую трубку.

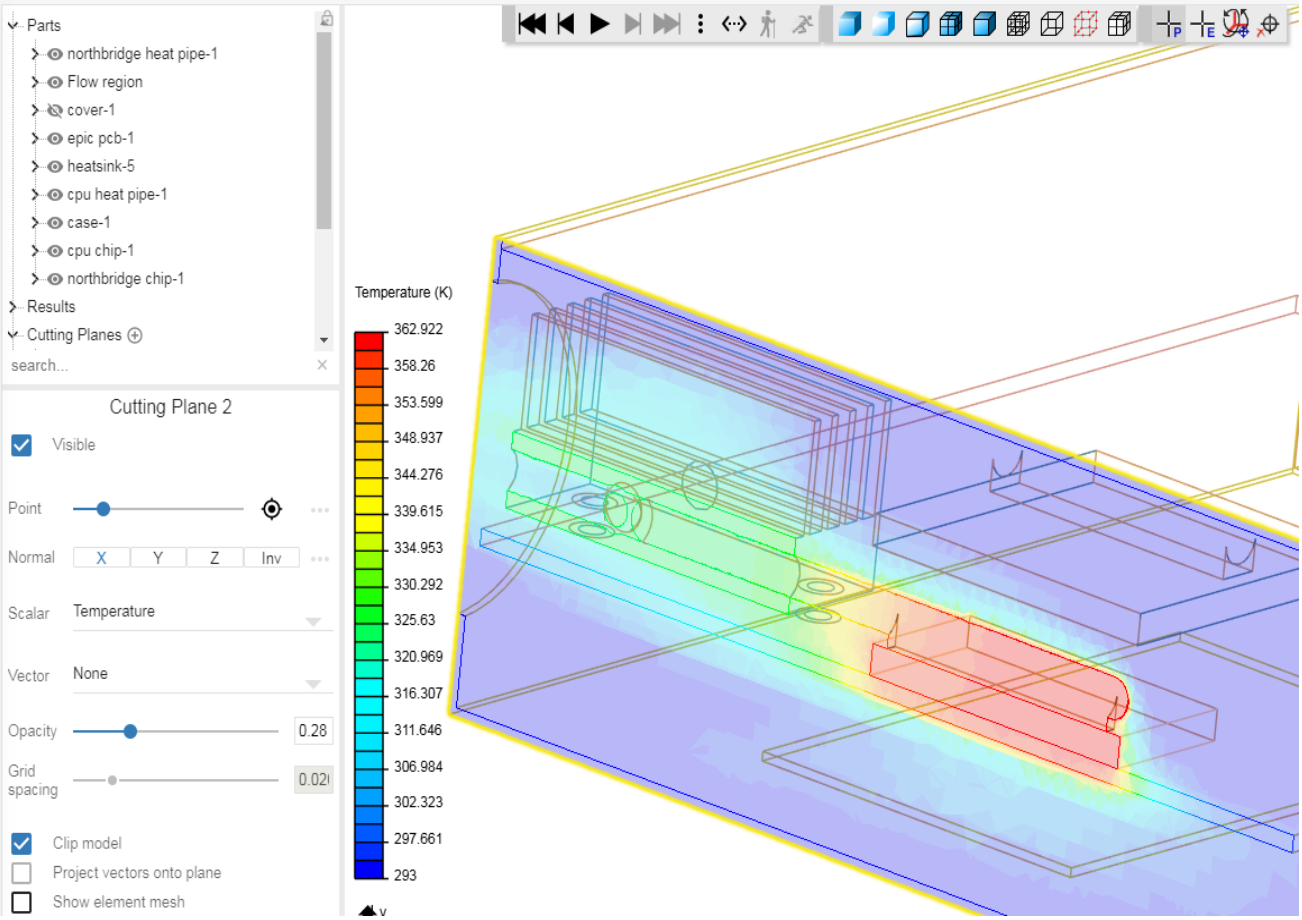

Рисунок 9 Температурное поле в сечении

18. Провести анализ воздушных потоков
    18.1. В «Particle Traces» в «SEEDS» с помощью кнопки «PICK» выбрать плоскость для начала построения трасс тепловых потоков (на Рисунок 10Тепловые потоки - выделена матрицей точек сиреневого цвета).
    18.2. Проанализировать конструкцию в части условий эффективности теплосъема воздушными потоками.
    18.3. Предложить изменения в конструкции.

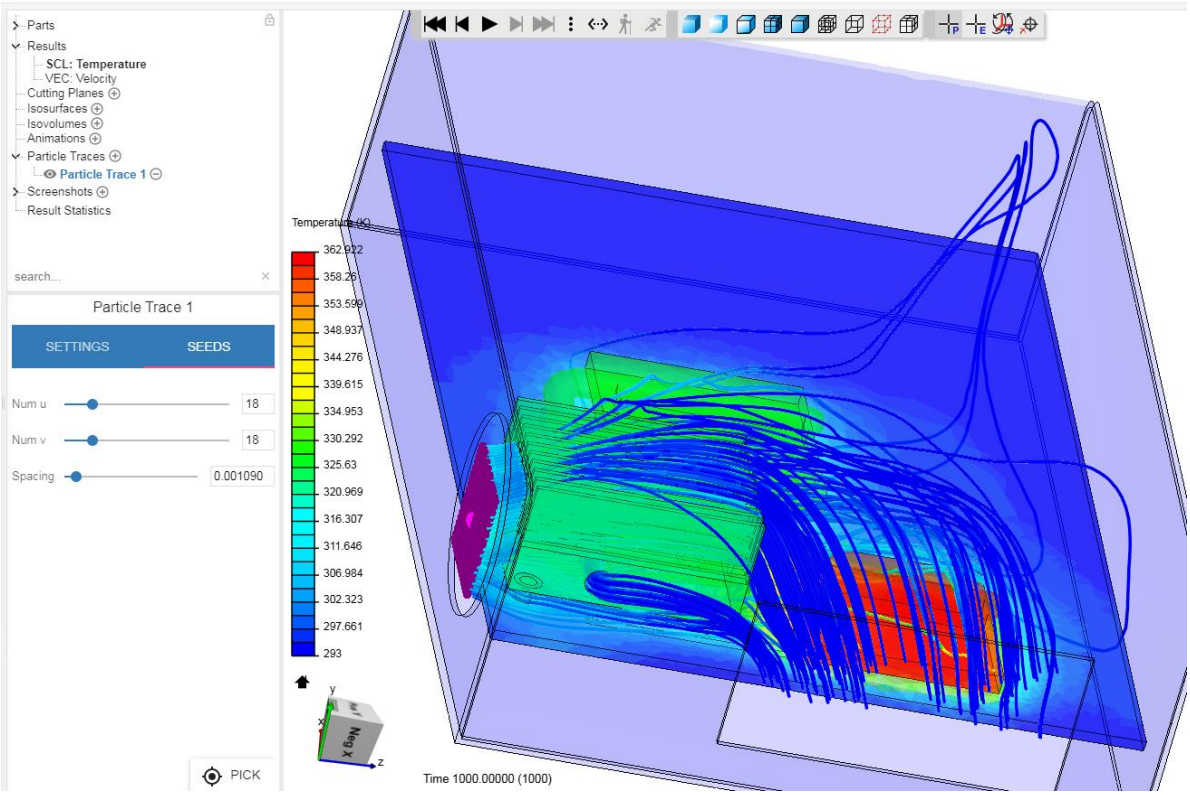

Рисунок 10Тепловые потоки

19. По результатам проведенного анализа сделать выводы о необходимости проведения корректировок данного вычислительного блока.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. ФИО, группа.
2. Цель лабораторной работы, описание конструкции и проектное задание.
3. Настройки теплового моделирования.
4. Результаты исследования тепловых процессов в графических формах.
5. Анализ тепловых потоков и предложения по изменениям в конструкции.
6. Выводы по результатам выполнения лабораторной работы.

Отчет в электронном виде готовится в конце выполнения лабораторной работы. Оформленный отчет представляется преподавателю в течение недели на проверку и утверждение.