

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 № 2

**«ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ
КОНДУКТИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ
В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ
с использованием OnShape и 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 моделирования свободной и вынужденной конвекции в средствах вычислительной техники.

Занятие проводится с использованием облачной системы автоматического проектирования OnShape.com и облачной платформы инженерного моделирования SimScale.com. Данные CAD и CAE имеют бесплатные лицензии при условии их использования не для коммерческих целей.

В ходе занятия требуется подготовить 3D модель сборочной единицы и провести исследование тепловых режимов в зависимости от габаритов, формы и положения деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

- Ознакомьтесь с интерфейсом OnShape и SimScale.
- Выполните разработку модели сборочной единицы и проведите моделирование.
- Предъявите результаты преподавателю.
- Опционально, проведите сравнительный анализ с результатами, полученными другими студентами.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ЗАДАНИЕ

Сборка состоит из трех деталей:

1. Радиатор
2. Процессор
3. Печатная плата

Модель процессора - в основании квадрат 30х30мм, высота 3 мм.

Модель печатной платы - в основании квадрат 100х100мм, высота 2 мм.

Модель радиатора - в основании квадрат 100х100мм, высота теплораспределительной пластины 4 мм, остальные размеры в соответствии с вариантом оребрения из Таблицы 1.

Мощность, рассеиваемая процессором: $P = 20 \text{ Вт}$

Температура окружающей среды: $T = 20 \text{ C}$

Таблица 1 Варианты оребрения и материал радиатора

№	Высота ребра	Ширина ребра	Ширина паза	Материал
1	5	3	7	Медь
2	5	2	7	Медь
3	5	1	7	Медь
4	7	3	7	Медь
5	7	2	7	Медь
6	7	1	7	Медь
7	10	3	5	Медь
8	10	2	5	Медь
9	10	1	5	Медь
10	15	3	5	Медь
11	15	2	5	Медь
12	15	1	5	Медь
13	5	3	7	Алюминий
14	5	2	7	Алюминий
15	5	1	7	Алюминий
16	7	3	7	Алюминий
17	7	2	7	Алюминий
18	7	1	7	Алюминий
19	10	3	5	Алюминий
20	10	2	5	Алюминий
21	10	1	5	Алюминий
22	15	3	5	Алюминий
23	15	2	5	Алюминий
24	15	1	5	Алюминий

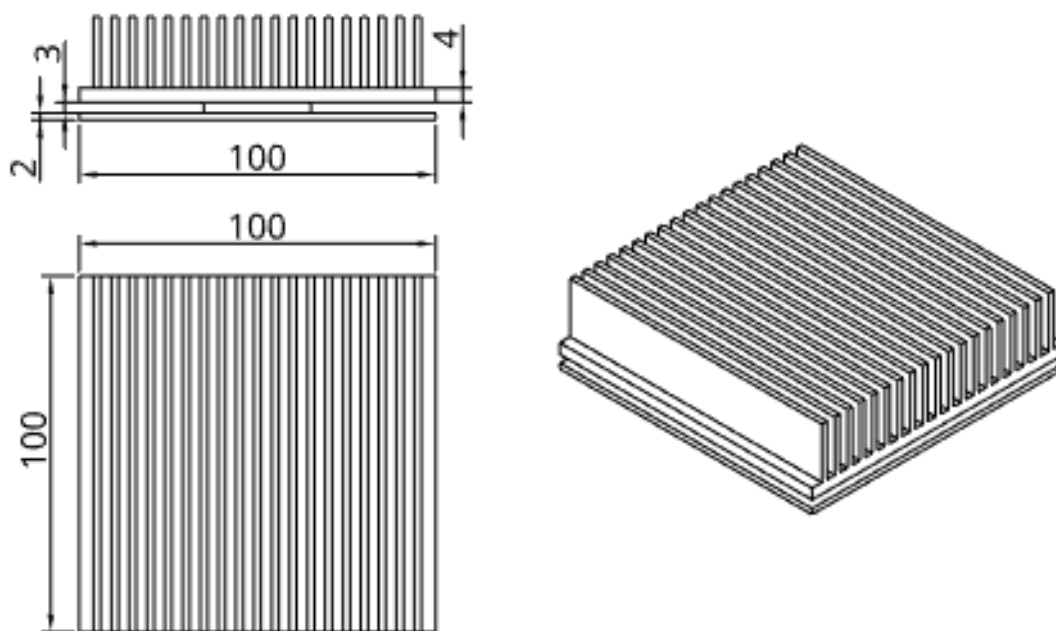


Рисунок 1 Сборочная единица радиатора электроники

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ

1. Разработка деталей

Разработка 3D модели проводится в OnShape.

1. Создать новый документ «Радиаторная сборка».
2. Настроить единицы измерения.
3. Создать Печатную плату.
 - a. На закладке «Part Studio» создать эскиз («Sketch») на плоскости «Тор».
 - b. Создать прямоугольник («Center point rectangle») - основание радиатора. Размеры 100x100мм.
 - c. Нанести размеры («Dimension»).
 - d. Создать объемную деталь – вытянуть бобышку («Extrude») на высоту 2 мм.
 - e. Переименовать в дереве построения деталь в разделе «Paths» в «Печатную плату» (щелкнуть правой клавишей на детали и в контекстном меню выбрать «Rename»).
4. Аналогично создать процессор размером 30x30мм, высотой 3 мм.
5. Создать радиатор.
 - a. Создать эскиз (Sketch) на плоскости «Тор».
 - b. Создать прямоугольник («Center point rectangle») - основание радиатора. Размеры 100x100мм.
 - c. Нанести размеры («Dimension»).
 - d. Создать объемную деталь – вытянуть бобышку («Extrude») на высоту 4 мм.
 - e. Создать ребрение на радиаторе:
 - i. Эскиз (Sketch) на основании.

- ii. «Прямоугольник из центра» - создание центральной ламели радиатора.
- iii. Создание объема центральной ламели – «Вытягивание».
- iv. Использовать массив для размножения ребер в обе стороны.
- f. На любой видимой поверхности нанести надпись с группой и фамилией студента.
- g. Переименовать деталь в «Радиатор».
- 6. Назначение материалов («Assign material») для деталей:
 - a. Печатная плата – Epoxy.
 - b. Радиатор – Aluminium или Copper (в соответствии с вариантом из Таблицы 1).
 - c. Процессор – Copper.

2. Разработка сборки

1. Перейти на вкладку «Assembly» и вставить («Insert») три детали.
2. С помощью инструмента «Fastened mate» сопрячь детали по центрам.
3. Сохранить сборку.

3. Тепловое моделирование

Моделирование проводится в помощью SimScale.

Последовательность операций и применения инструментов для теплового моделирования:

1. Начало работы – «Create Project»
 1. Ввести имя проекта (на английском языке), описание цели проекта.
2. Загрузить модель из OnShape.
3. Создать тепловое моделирование – «Create Simulation»/«Heat Transfer Analysis».
4. Назначить материалы:
 1. Печатная плата – Epoxy.
 2. Радиатор – Aluminium или Copper (в соответствии с вариантом из Таблицы 1).
 3. Процессор – Copper.
5. Задать граничные условия – «Boundary conditions»:
 1. Конвективный обмен с окружающей средой – «Convective heat flux»
 1. При нажатой клавише «b» и нажатой левой клавиши мыши провести через сборку, выделяя все поверхности.
 2. Начальная температура (T_0) Reference temperature – 20 °C.
 3. Коэффициент теплообмена – 5,5 W/(K·m²).
 2. Объемный тепловой источник – «Volume heat flux»:
 1. Выбрать «Процессор» в качестве объемного теплового источника.
 2. Задать тепловой поток с учетом тепловыделения и размеров «Процессора» - 20/(0,03x0,03x0,003).

3. В разделе настройки сеточной модели «Mesh» увеличить размер сетки («Fineness» - 3) чтобы снизить количество рассчитываемых элементов и повысить скорость расчета.
4. Запустить расчет – нажать на плюс справа от «Simulation Runs».
6. Постобработка – «Simulation Runs» / «Solution Fields»
 1. Выбрать для последующей демонстрации результатов расчета («Result») параметр «temperature».
 2. Вывести температурное поле в разрезе – «Cutting Plane».

Примеры графических отчетов

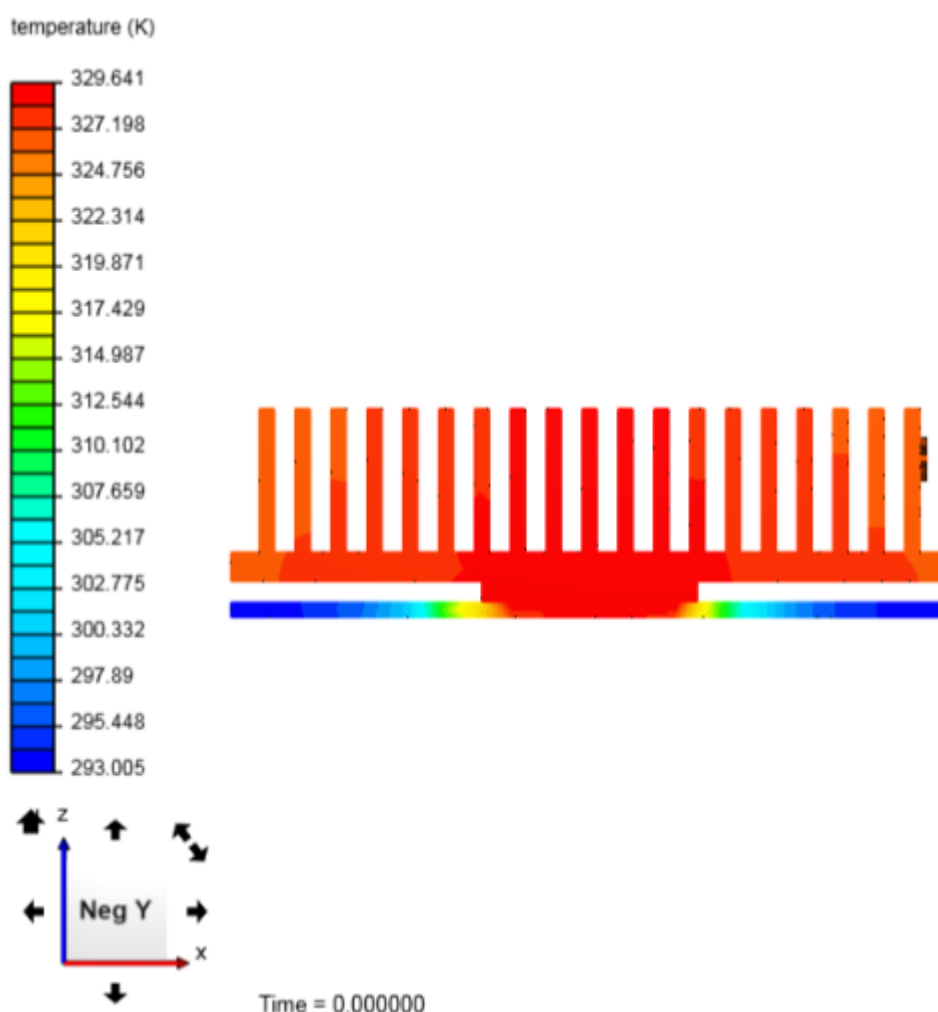


Рисунок 2 Картина распределения температуры в сечении

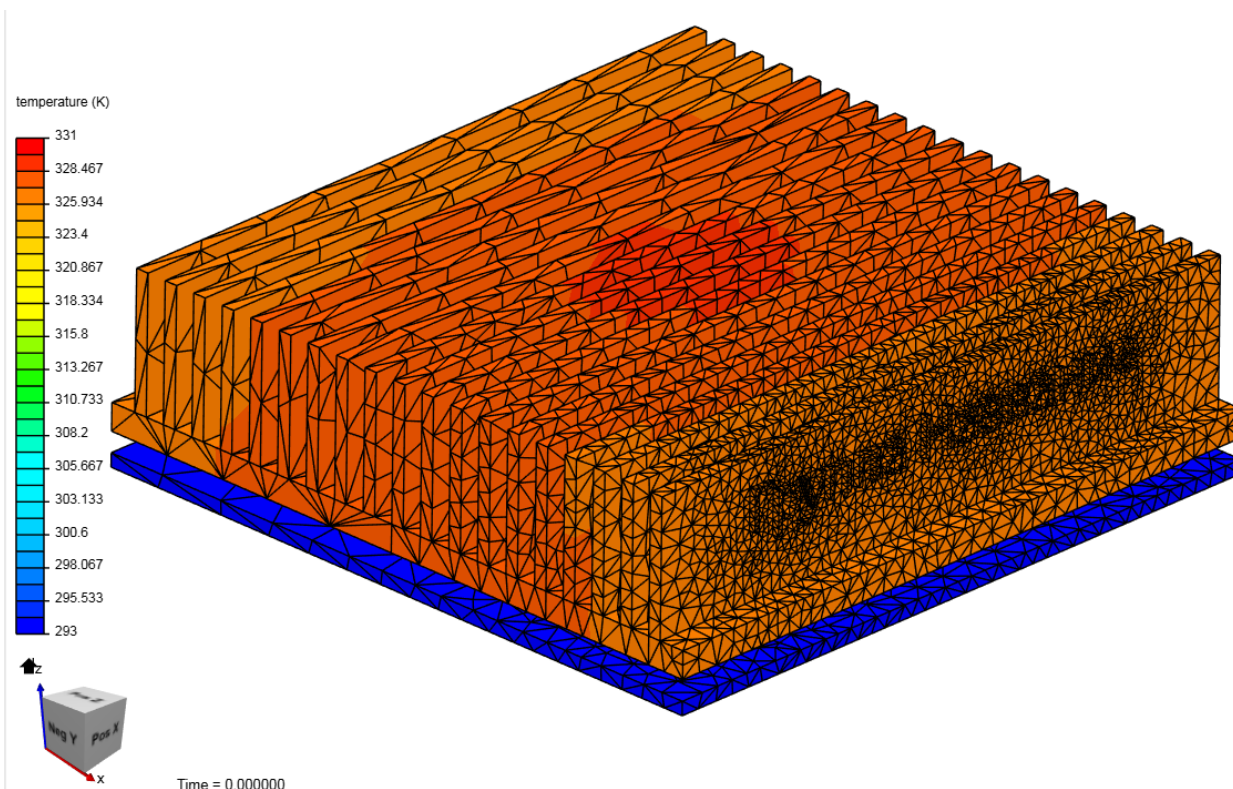


Рисунок 3 Картина распределения температуры на поверхности радиатора

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. ФИО, группа.
2. Цель лабораторной работы, описание конструкции и проектное задание.
3. Экранные формы с результатами разработки 3D модели, настройками расчета и результатами расчета.
4. 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.