

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
Национальный исследовательский Томский Политехнический университет

**Тепловой анализ в САПР SolidWorks**  
**Лабораторная работа №2**

Томск – 2021

**Цель лабораторной работы:** изучить основные функциональные возможности модуля Simulation на примере температурного анализа.

## Введение

Нередко, проектируя какой-либо электронное устройство, можно столкнуться с ситуацией, когда необходимо рассеивать очень много тепловой мощности, измеряемой единицами, десятками, а иногда и сотнями ватт.

Электротермические процессы связаны с преобразованием электрической энергии в тепловую с переносом тепловой энергии внутри тела (твёрдого, жидкого, газообразного) или из одного объема в другой по законам теплопередачи.

*Теплопередачей* (теплообменом) называется переход тепла из одной части пространства к другой, от одного тела к другому или внутри тела от одной его части к другой. Непременным условием теплообмена является наличие разности температур отдельных тел или участков тел.

Различают стационарный и нестационарный теплообмен, рисунок 1.

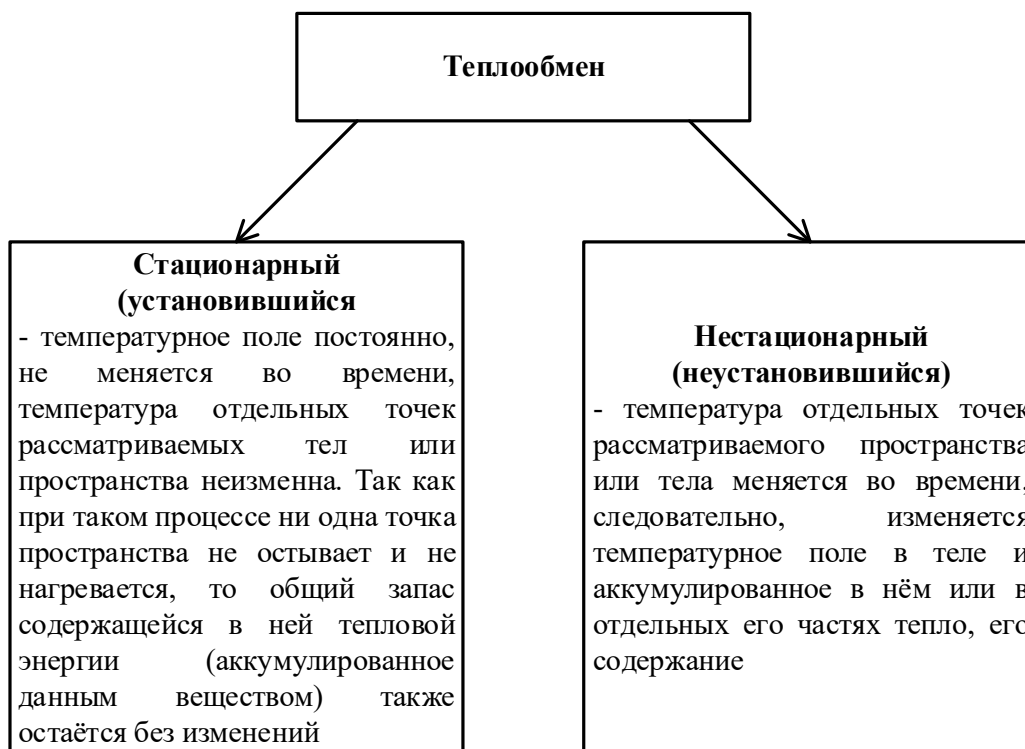


Рисунок 1 – Классификация теплообмена

Существуют три вида теплообмена, три различных способа передачи тепла, рисунок 2.

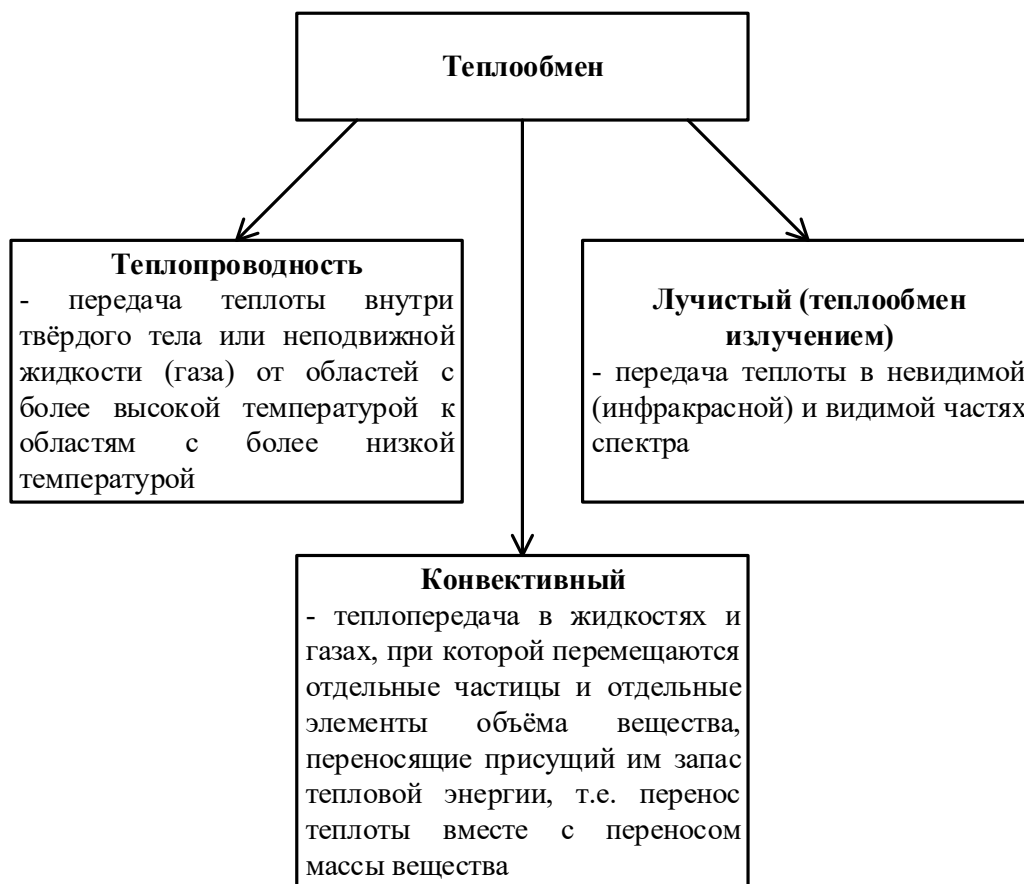


Рисунок 2 – Классификация теплообмена по способу передачи тепла

Теплопроводность обусловлена тепловым движением и энергетическим взаимодействием микрочастиц (молекул, атомов, электронов), частицы с большей энергией (более нагретые и, следовательно, более подвижные) отдают часть своей энергии менее нагретым (менее подвижным). Скорость теплопередачи в этом случае зависит от физических свойств вещества, в частности от его плотности. У плотных тел (металл) скорость теплопередачи больше, у пористых (пенопласт) – меньше.

Конвекция возможна только в текучей среде, в которой перенос теплоты связан с переносом самой среды. Конвекция теплоты всегда сопровождается теплопроводностью, так как при движении жидкости или газа неизбежно происходит соприкосновение отдельных частиц, имеющих различные температуры. Совместный перенос теплоты путем конвекции и теплопроводности называют конвективным теплообменом.

**Коэффициент теплоотдачи** (в SolidWorks Simulation коэффициент конвективной теплоотдачи) – характеризует интенсивность теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой. Коэффициент теплоотдачи показывает, какое количество тепла передается от единицы поверхности стенки к жидкости в единицу времени при разности температур между стенкой и жидкостью в 1 градус (К).

В таблице 1 приведены некоторые типичные значения для коэффициента теплоотдачи.

Рисунок 1 – Значения коэффициента теплоотдачи для некоторых сред

Среднее	Коэффициент теплопередачи $h$ (Вт/м <sup>2</sup> .К)
Воздух (естественная конвекция)	5-25
Воздух/перегретый пар (принудительная конвекция)	20-300
Масло (принудительная конвекция)	60-1800
Вода (принудительная конвекция)	300-6000
Вода (кипящая)	3000-60,000
Пар (конденсирующийся)	6000-120,000

**Мощность рассеивания микросхемы** (в SolidWorks Simulation тепловая мощность) – это наибольшая мощность тока, которую она может длительное время выдерживать и рассеивать в виде тепла без ущерба для её работы.

Лабораторная работа посвящена температурному анализу микросхемы, с корпуса которой необходимо отвести тепловую мощность, с целью предотвращения выхода из строя самой микросхемы.

# 1 Создание 3D-моделей для расчёта

На рисунках 3 и 4 представлены чертежи деталей, по которым самостоятельно создать 3D-модели деталей.

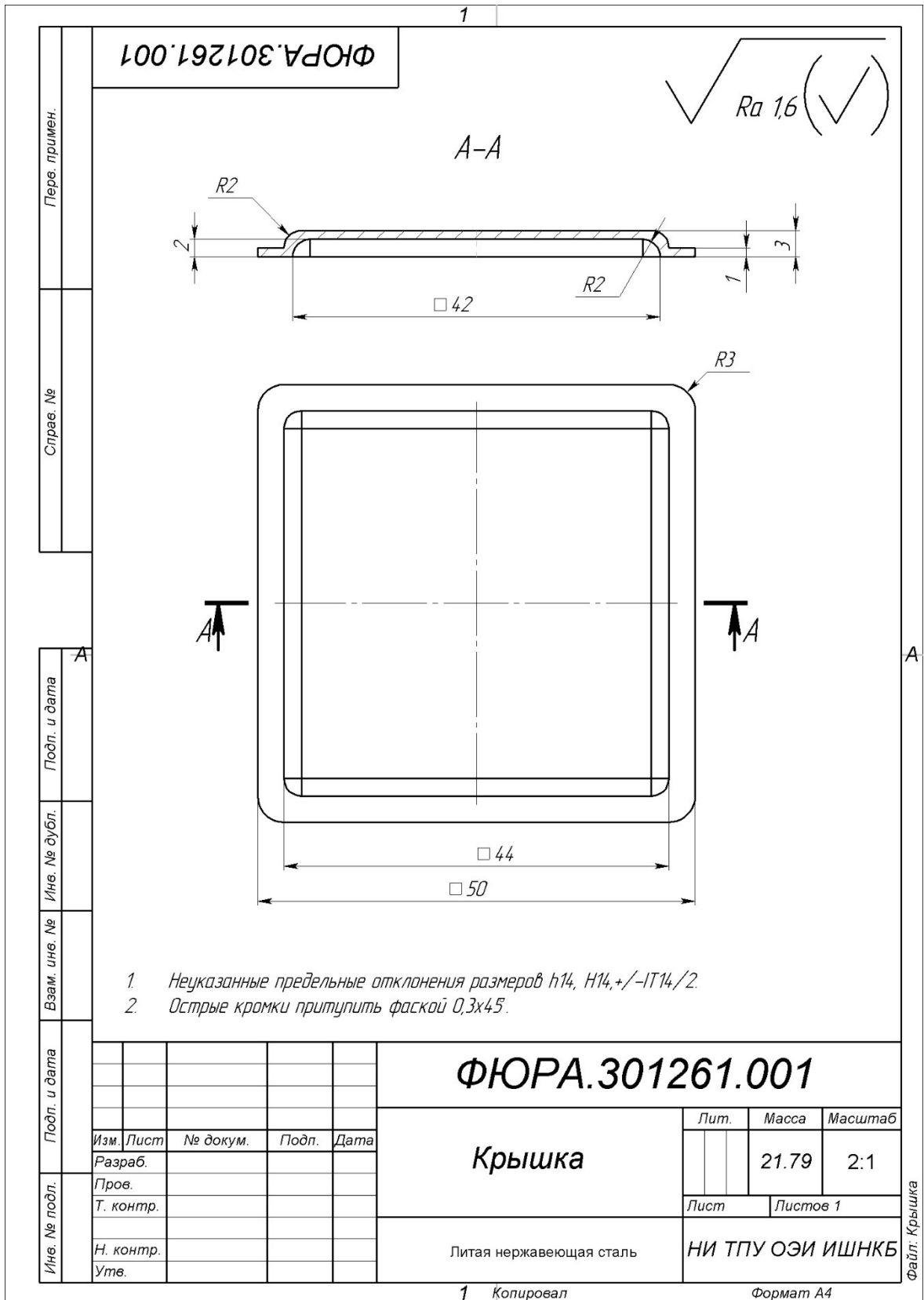


Рисунок 3 – Чертёж детали «Крышка»

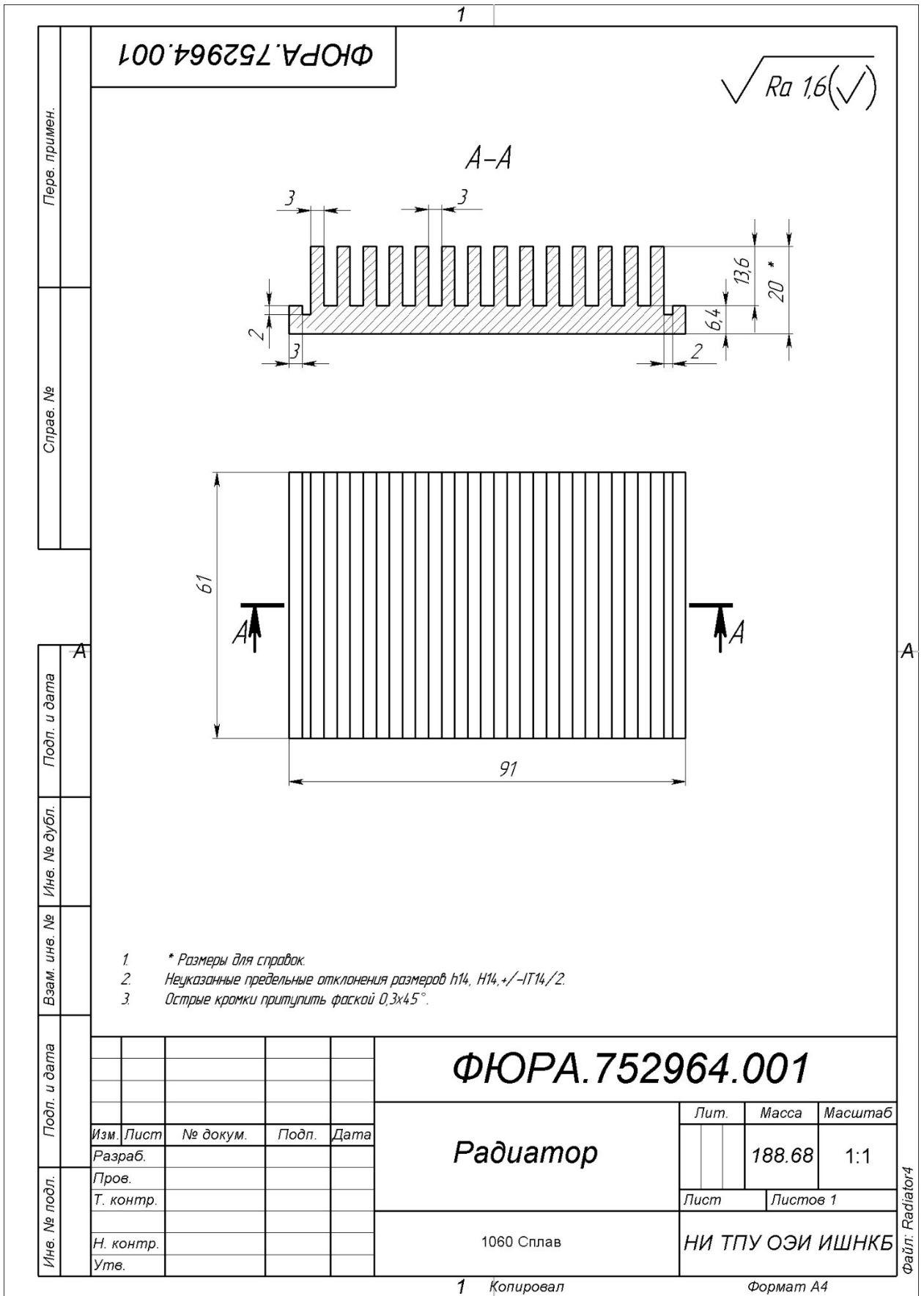
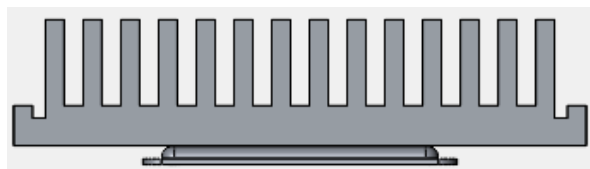
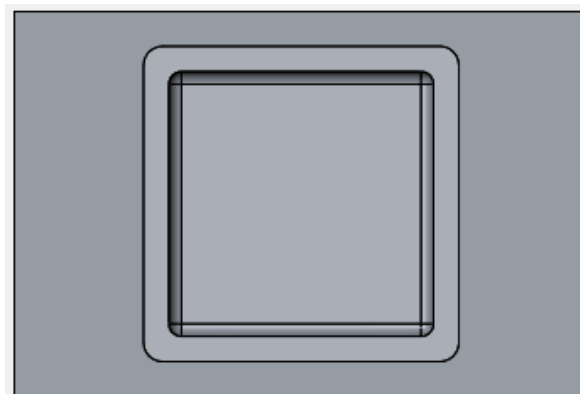


Рисунок 4 – Чертеж детали «Радиатор»

После создания 3D-моделей двух деталей из них нужно сделать сборку. Радиатор должен соприкасаться с верхней частью крышки и располагаться симметрично относительно крышки, рисунок 5.



а) Вид спереди



б) Вид снизу

Рисунок 5 – Сборка деталей

Для проведения температурного анализа возьмём только крышку от микросхемы, к которой будем прикладывать тепловую мощность, выделяемую кремниевым кристаллом.

## 2 Создание нового исследования

Выберите новое исследование Термическая и нажмите кнопку подтверждения, рисунок 6.

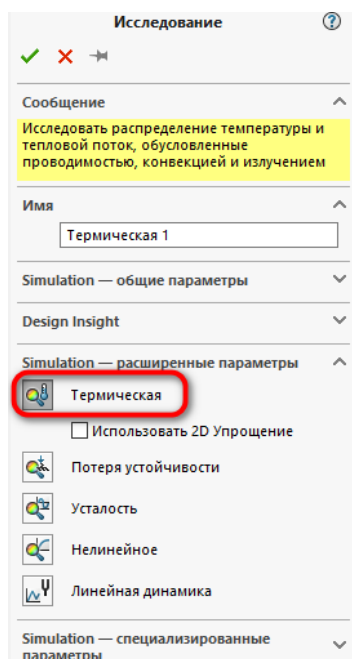


Рисунок 6 – Выбор типа исследования

### 3 Задание материала

Задайте материал для крышки – Литая нержавеющая сталь, а для радиатора – Алюминиевый сплав 1060.

### 4 Настройка анализа

В дереве исследования Simulation раскройте список Детали, нажмите ПКМ на детали Радиатор и выберите пункт **Исключить из анализа**, рисунок 7.

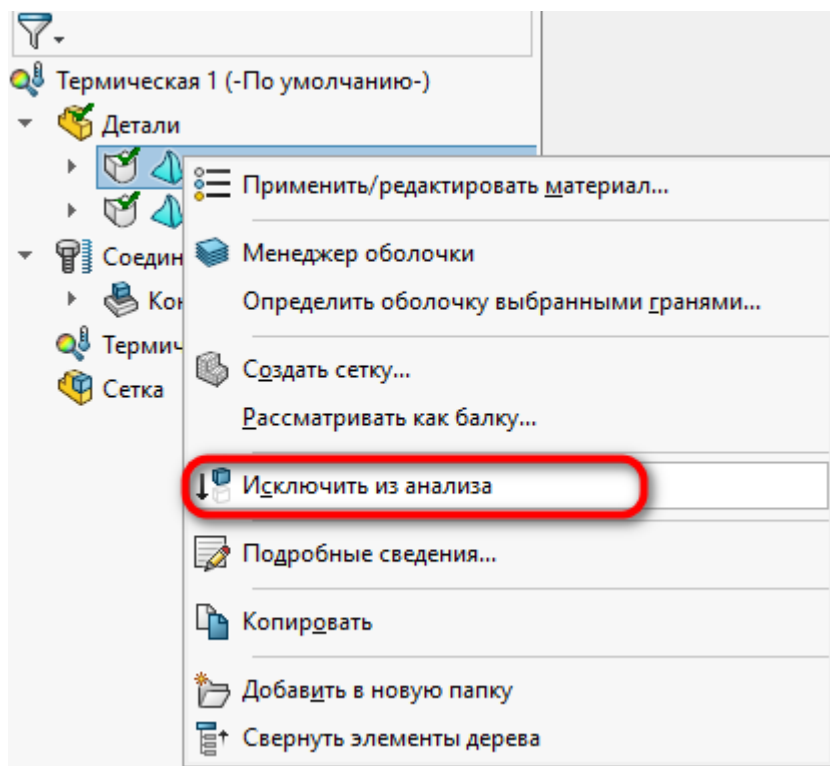


Рисунок 7 – Исключение радиатора из анализа

Таким образом, на первом этапе будем исследовать только крышку.

Нажмите ПКМ на **Термические нагрузки** и выберите пункт **Тепловая мощность**. Задайте значение тепловой мощности 100 Вт и приложите данную нагрузку к внутренней стороне крышки, рисунок 8.



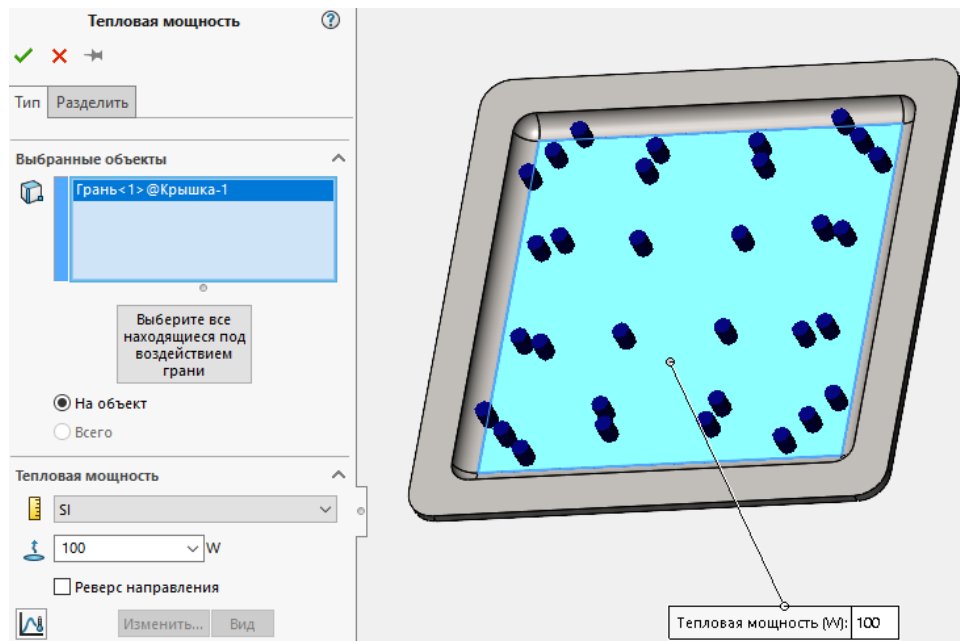


Рисунок 8 – Приложение тепловой мощности

После этого снова нажмите ПКМ на **Термические нагрузки** и выберите пункт **Конвекция**. Задайте **коэффициент конвективной теплоотдачи** равным  $25 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Массовая температура окружающей среды или просто температура окружающей среды в Simulation задаётся в  $^{\circ}\text{К}$ . Примем, что температура окружающей среды в нашем случае будет равна  $30^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, записываем температуру окружающей среды равной  $303^{\circ}\text{К}$ . Выберите все верхние и боковые грани крышки, рисунок 9.

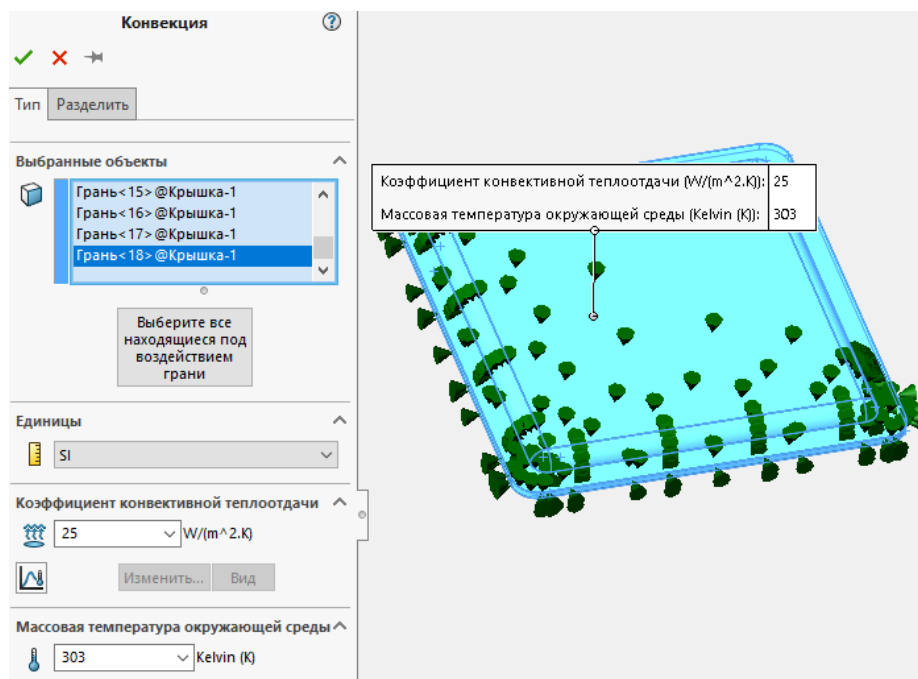


Рисунок 9 – Задание конвекции

## 5 Создание конечно элементной сетки

Конечно элементную сетку создайте с параметрами по умолчанию, рисунок 10.

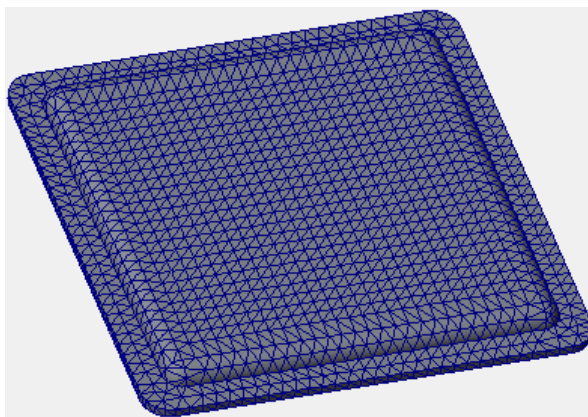


Рисунок 10 – 3D-модель с наложенной конечно элементной сеткой  
Запустите исследование на расчёт.

## 6 Обработка результатов

Как видно из результата исследования, максимальная и минимальная температура на несколько порядков превосходят максимально допустимую температуру нагрева для микросборки, в результате чего она выйдет из строя, рисунок 11.

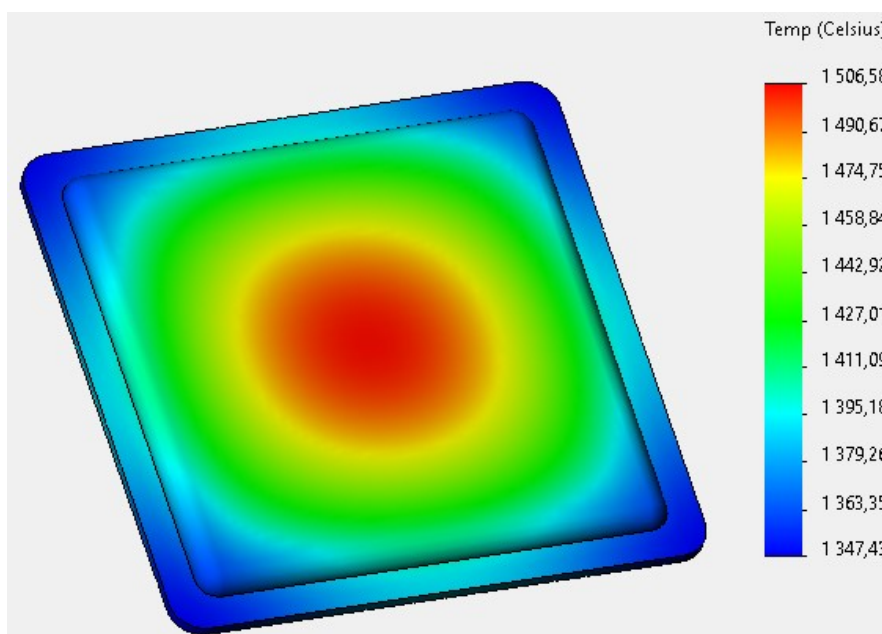


Рисунок 11 – Результат термического анализа

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для снижения температуры, необходимо дополнительно использовать радиатор.

## **7 Задание**

Создайте новое термическое исследование для совместного исследования крышки и радиатора.

Тепловую мощность, коэффициент конвективной теплоотдачи и температуру окружающей среды задайте такими же, как и при исследовании одной крышки.

Подберите высоту гребёнок радиатора такой, чтобы максимальная температура по результатам расчёта была в пределах от плюс 70 до плюс 75 °С.

## **8 Содержание отчёта**

1. Цель работы.
2. Чертежи деталей крышка и радиатор, выполненные в соответствии с ГОСТ ЕСКД.
3. Результаты анализа одной крышки.
4. Результаты анализа крышки совместно с радиатором.
5. Выводы.