

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ, РАБОТАЮЩЕГО В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ДО 300 МГЦ

Выполнил студент гр. ФРМ-502-О-07
Андрюхов Денис Юрьевич

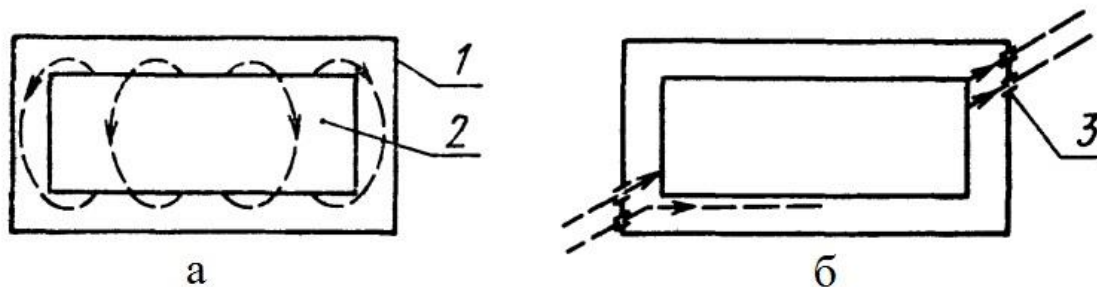
Способы охлаждения блоков и узлов РЭА

Процессы теплопередачи

- Сложный теплообмен
- Теплопередача
- Теплопередача через ребристые поверхности
- Тепловая изоляция

Классификация способов охлаждения РЭА

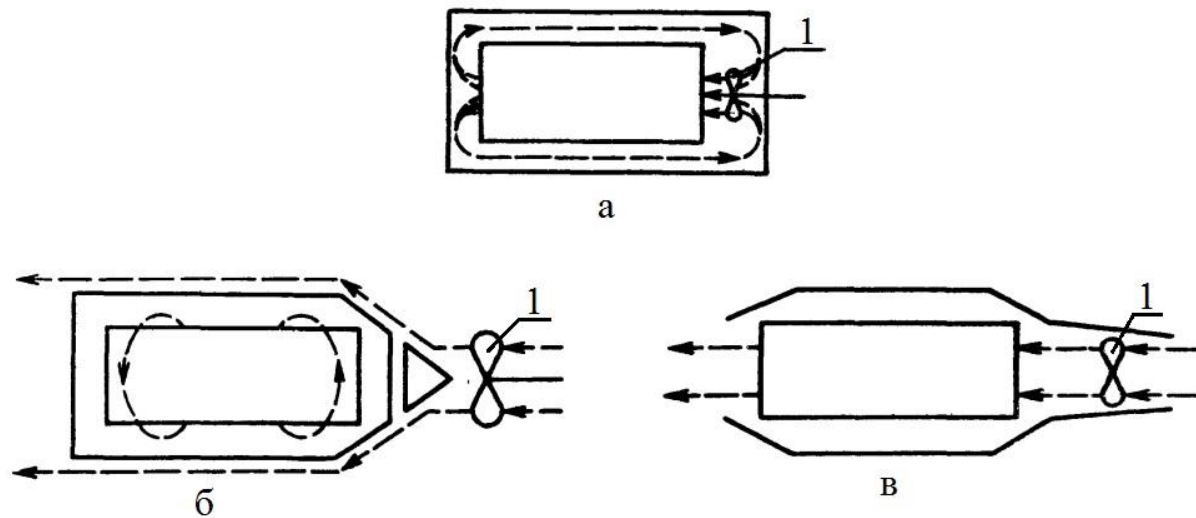
- **Естественное воздушное охлаждения**



Системы воздушного охлаждения блоков; естественное охлаждение РЭА в
а – герметичном кожухе; б – в перфорированном кожухе; 1 – кожух аппарата; 2 – платы с элементами РЭА; 3 – перфорированные отверстия.

Классификация способов охлаждения РЭА

- **Принудительное воздушное охлаждение**



Системы воздушного охлаждения блоков; а – принудительное воздушное охлаждение РЭА с внутренним перемешиванием, б - принудительное воздушное охлаждение РЭА с наружным обдувом, в - принудительное воздушное охлаждение РЭА с холодным воздухом; 1 – вентиляторы.

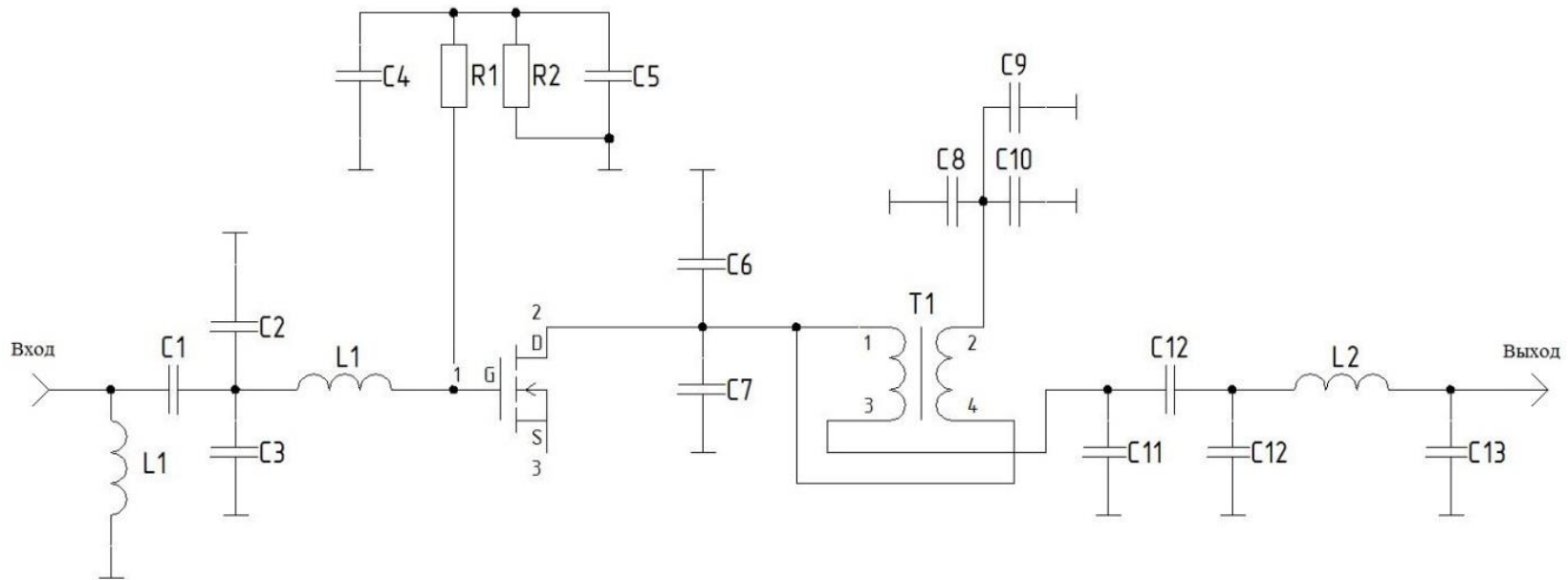
Элементы систем охлаждения РЭА

- **Радиаторы, классификация радиаторов**
- **Элементы систем принудительного воздушного охлаждения**
- **Элементы систем принудительного жидкостного охлаждения**
- **Тепловые трубки**

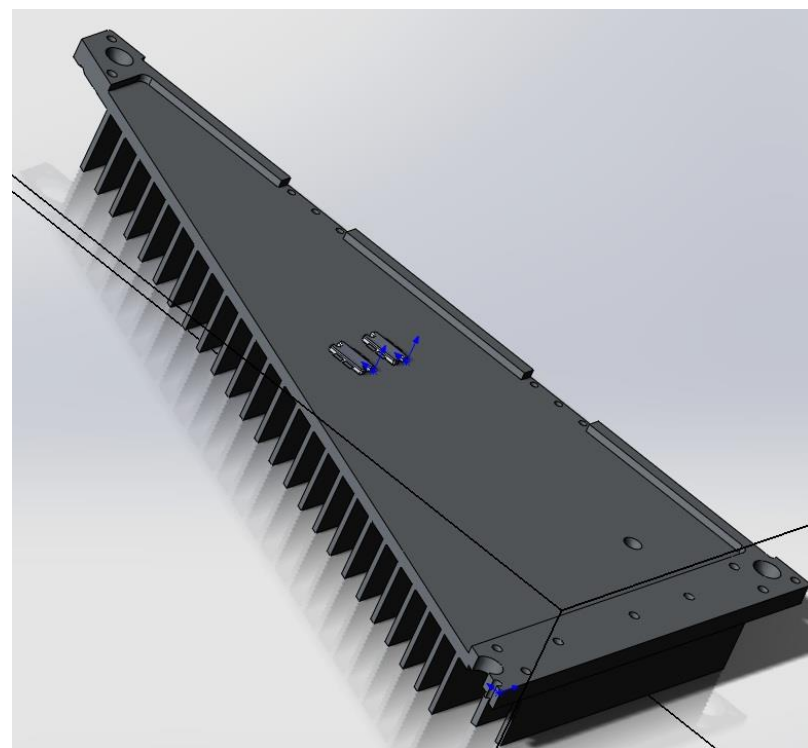
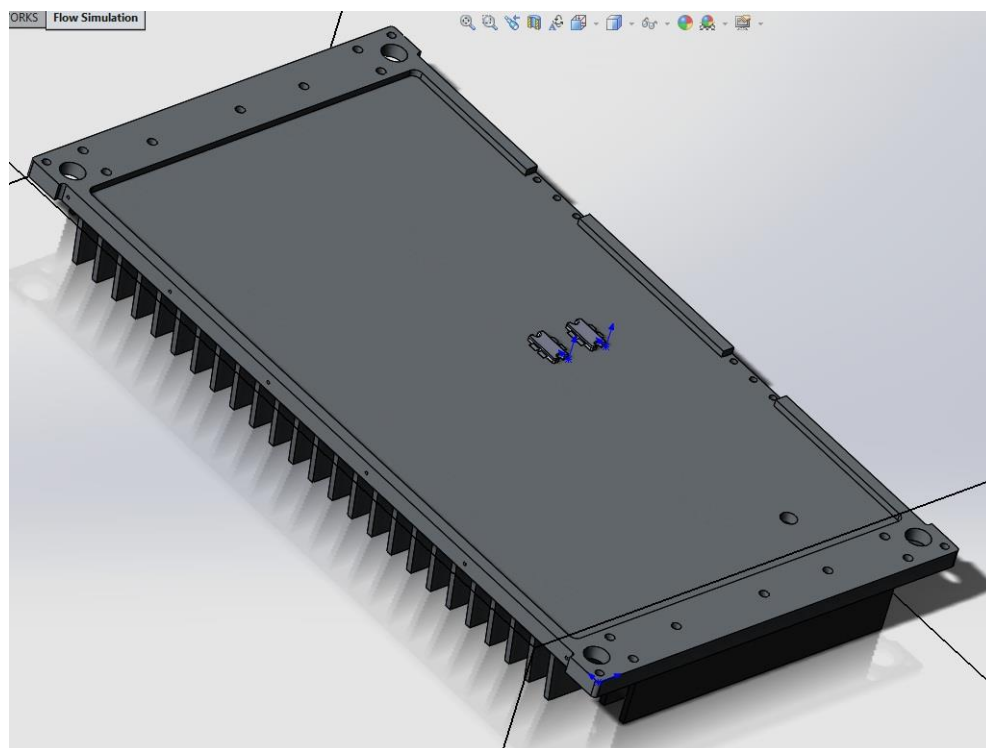
Тепловой режим работы усилителя МОЩНОСТИ

- Целью данной работы является моделирование элементов системы охлаждения и анализ тепловых режимов работы усилителя мощности, работающего в диапазоне частот до 300 МГц.
- Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:
 - определение теплонагруженных элементов в конструкции;
 - построение тепловой модели;
 - получение распределение теплового поля;
 - анализ полученных результатов.

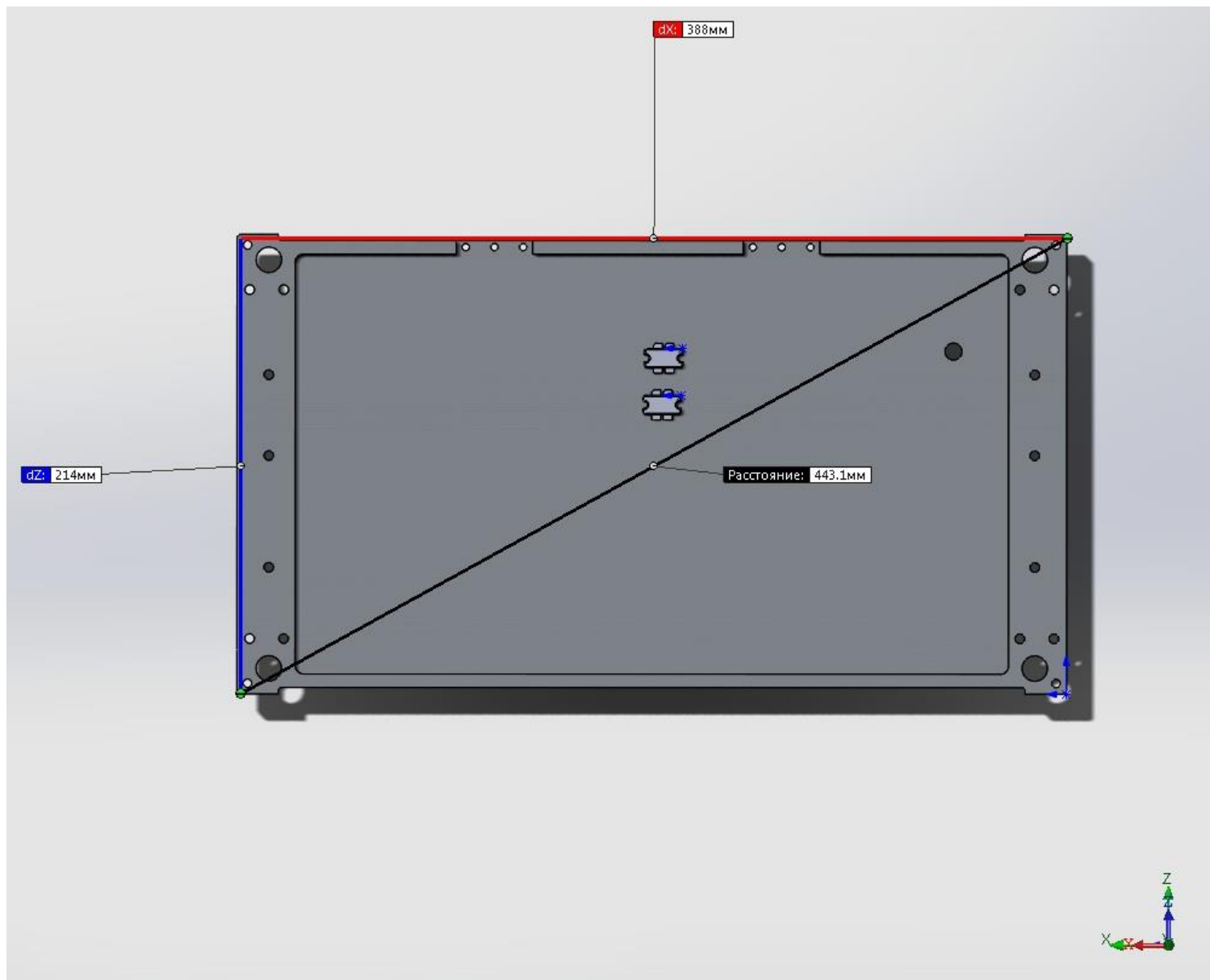
Тепловой анализ схемы усилителя, определение теплонагруженных элементов



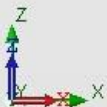
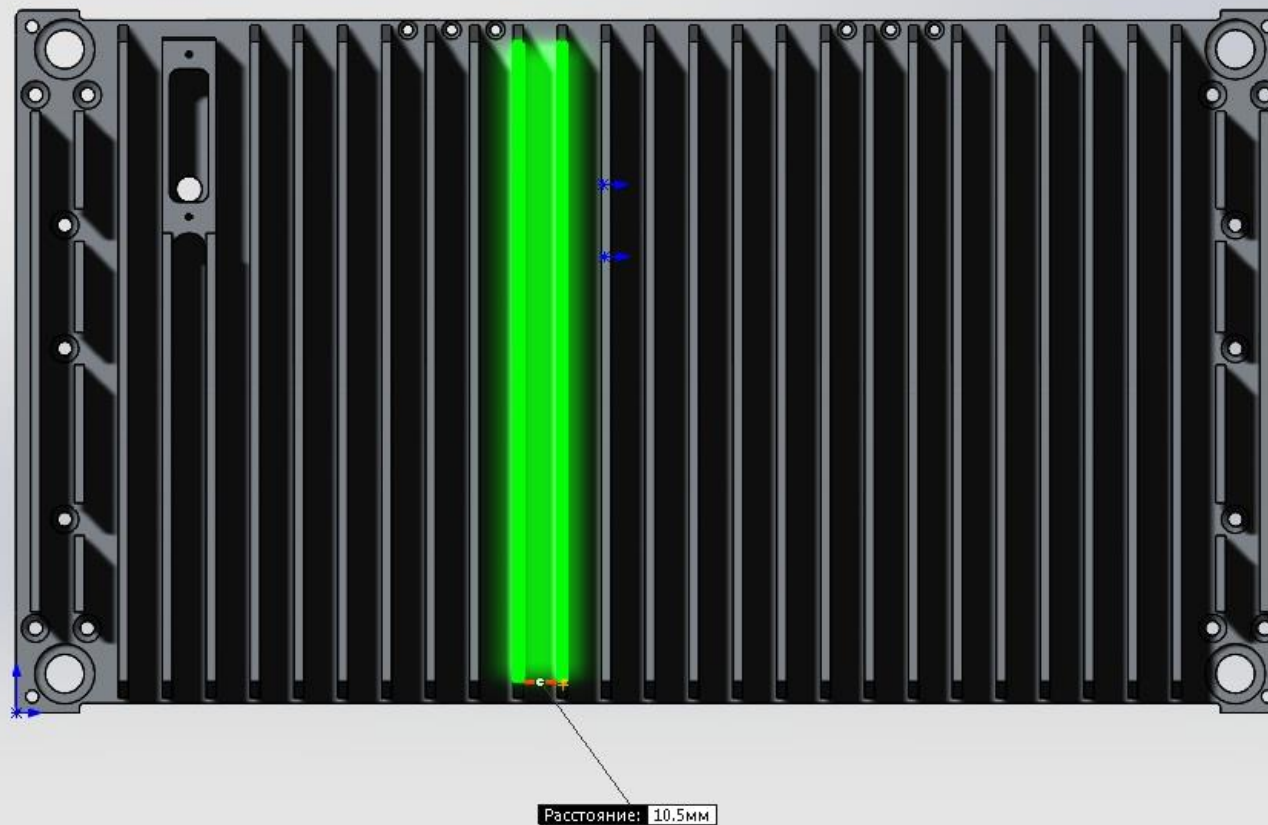
Построение расчетной модели



Построение расчетной модели

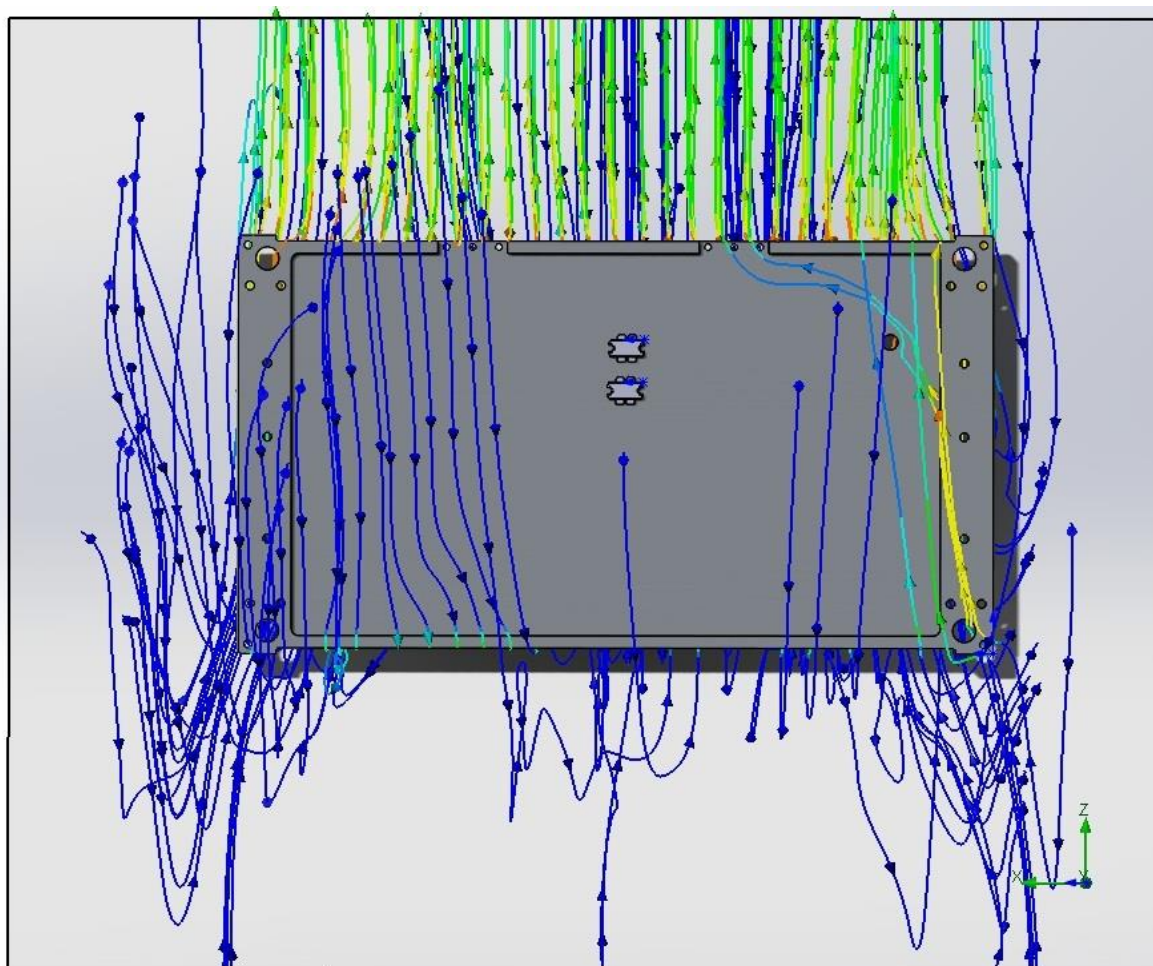
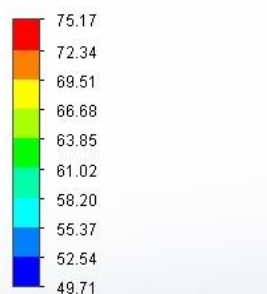


Построение расчетной модели



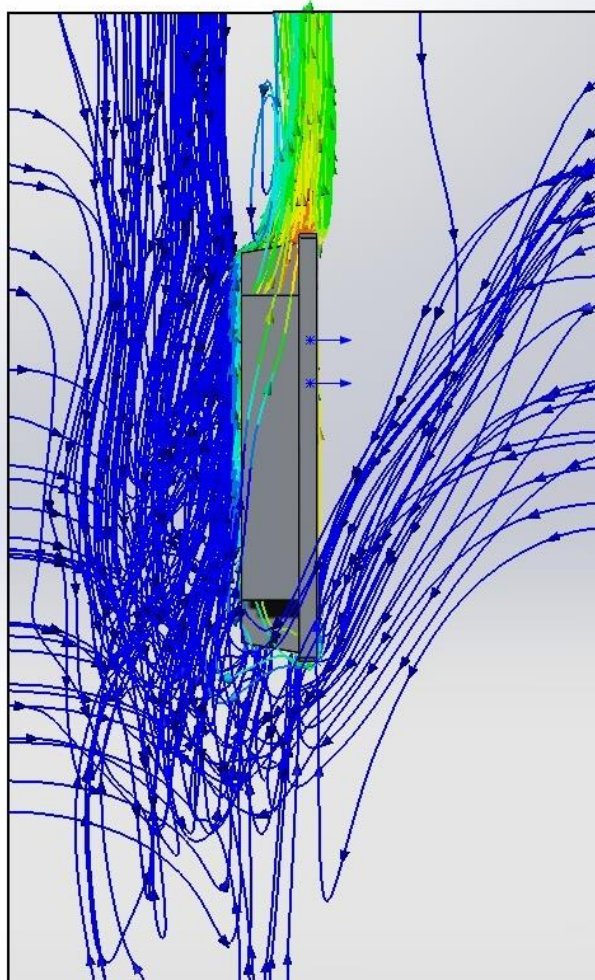
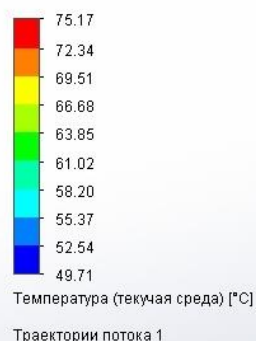
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 5 минут



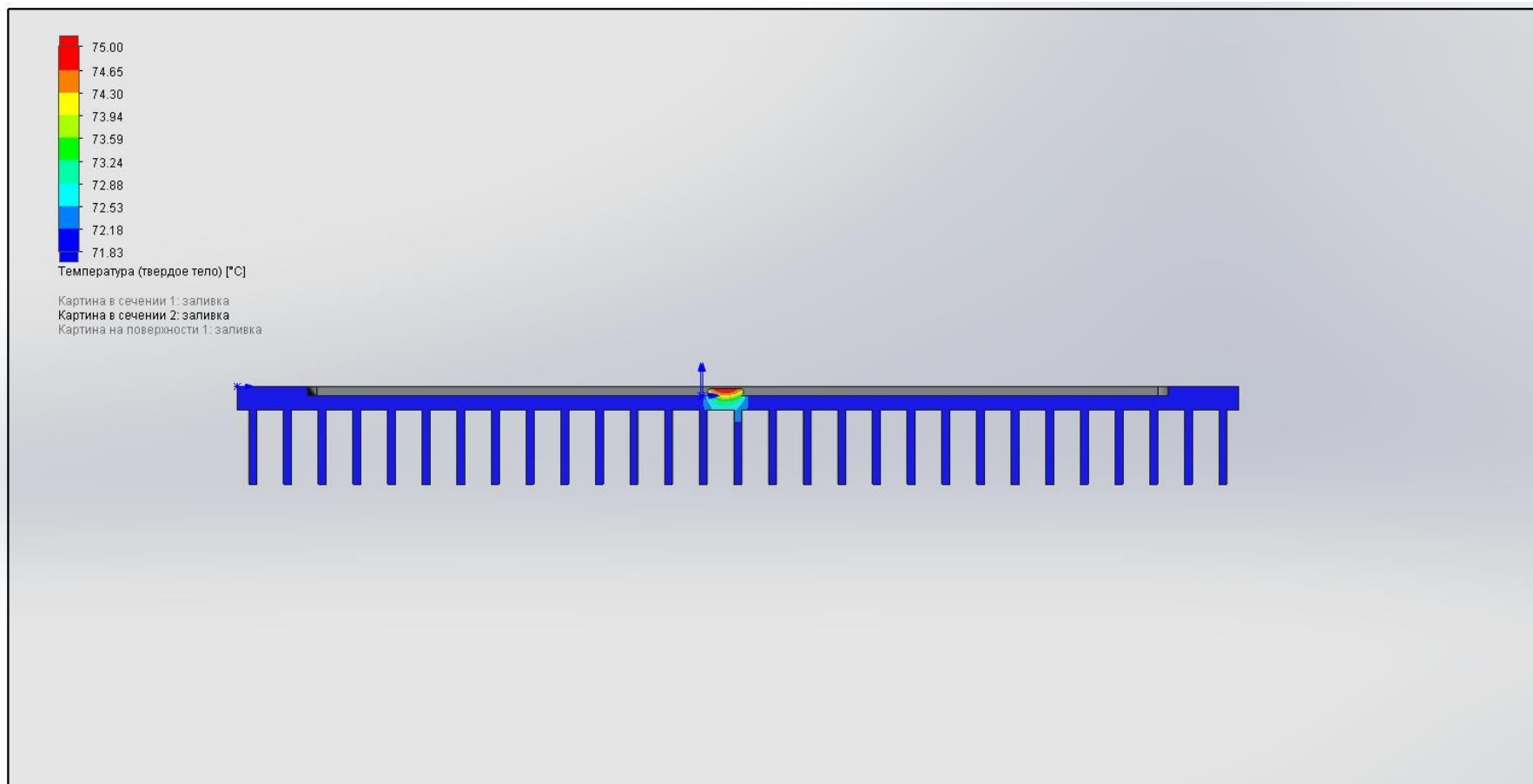
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 5 минут



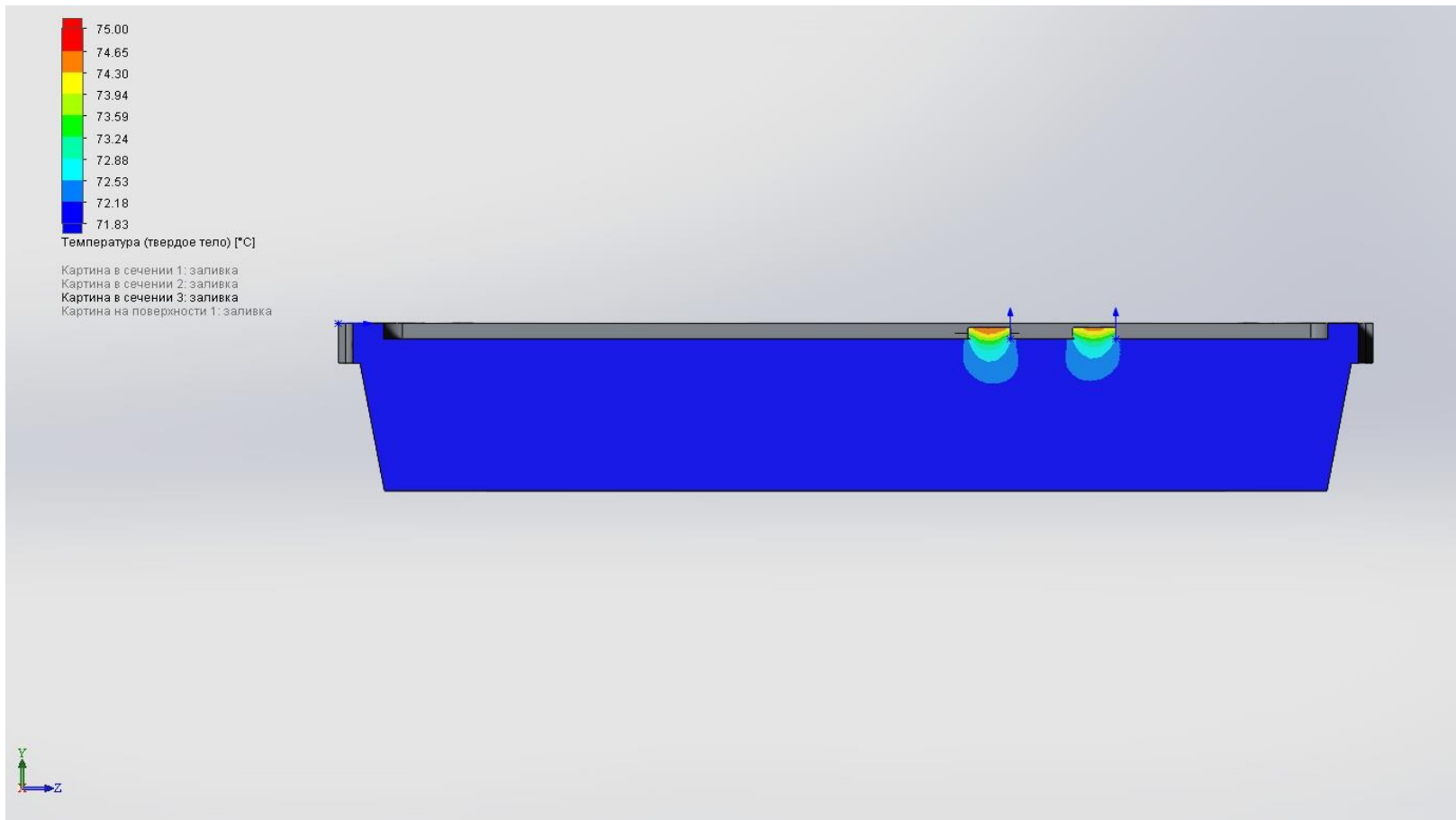
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 5 минут



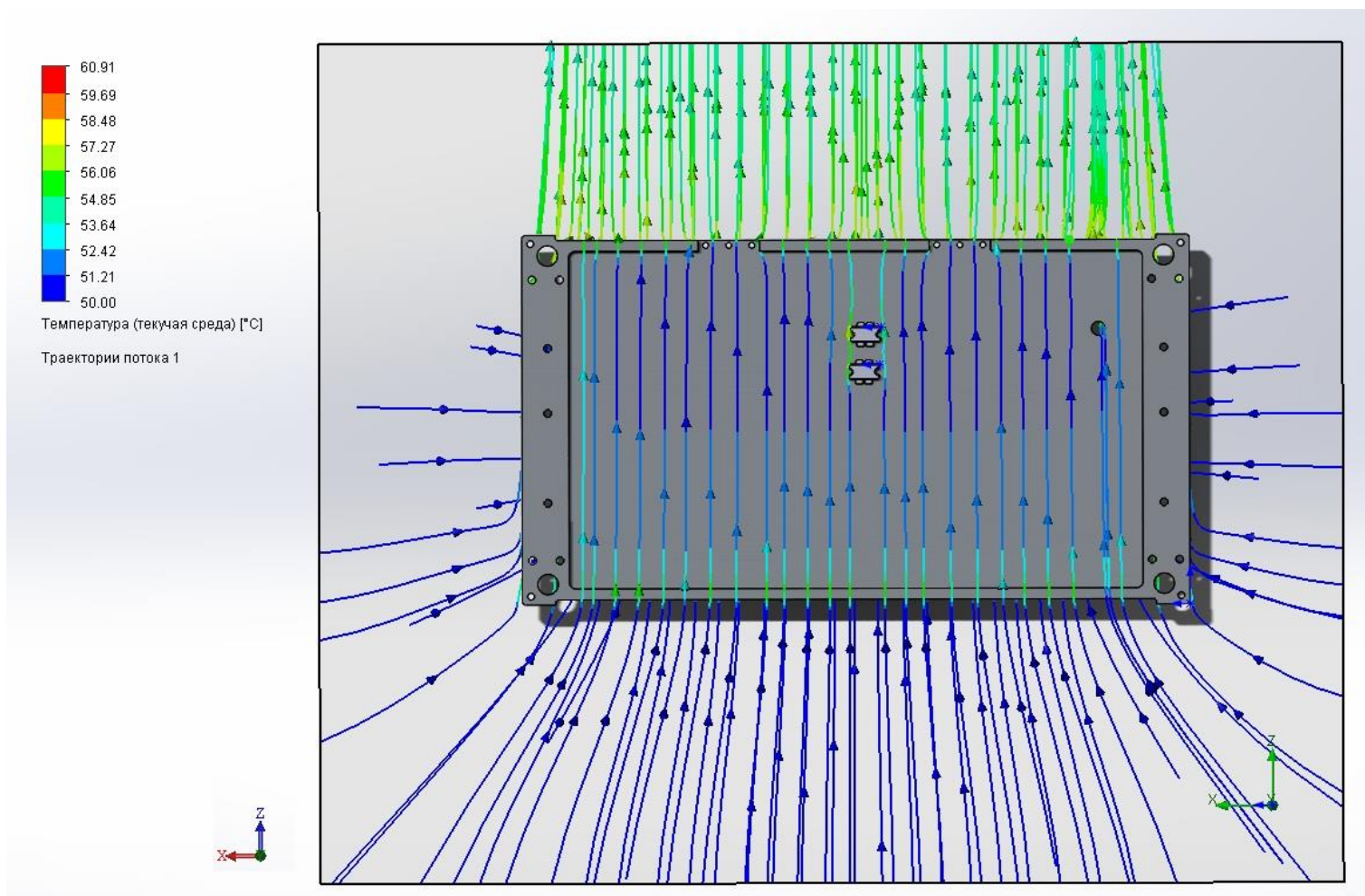
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 5 минут



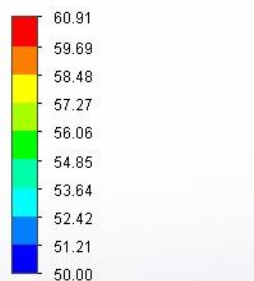
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 10 минут



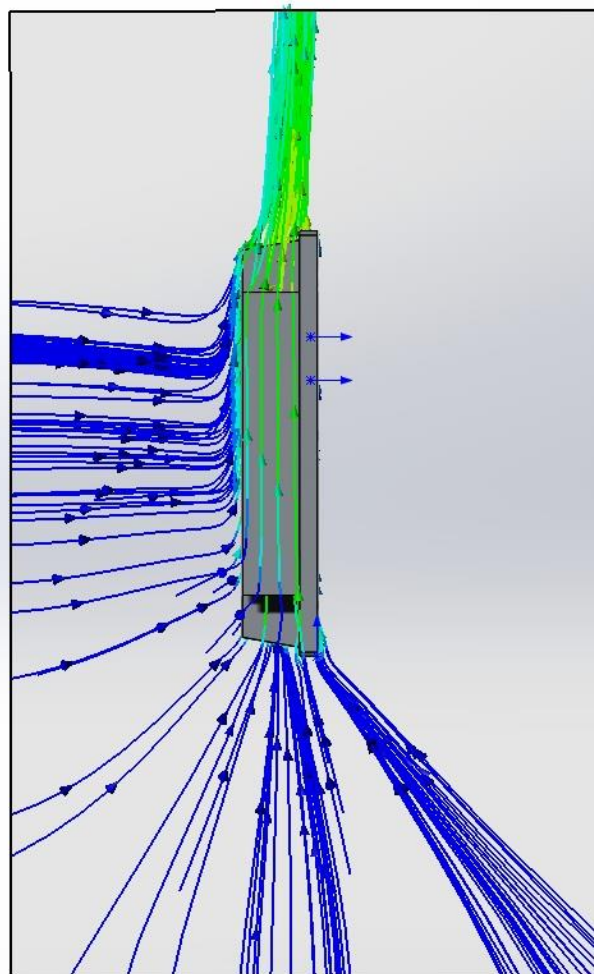
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 10 минут



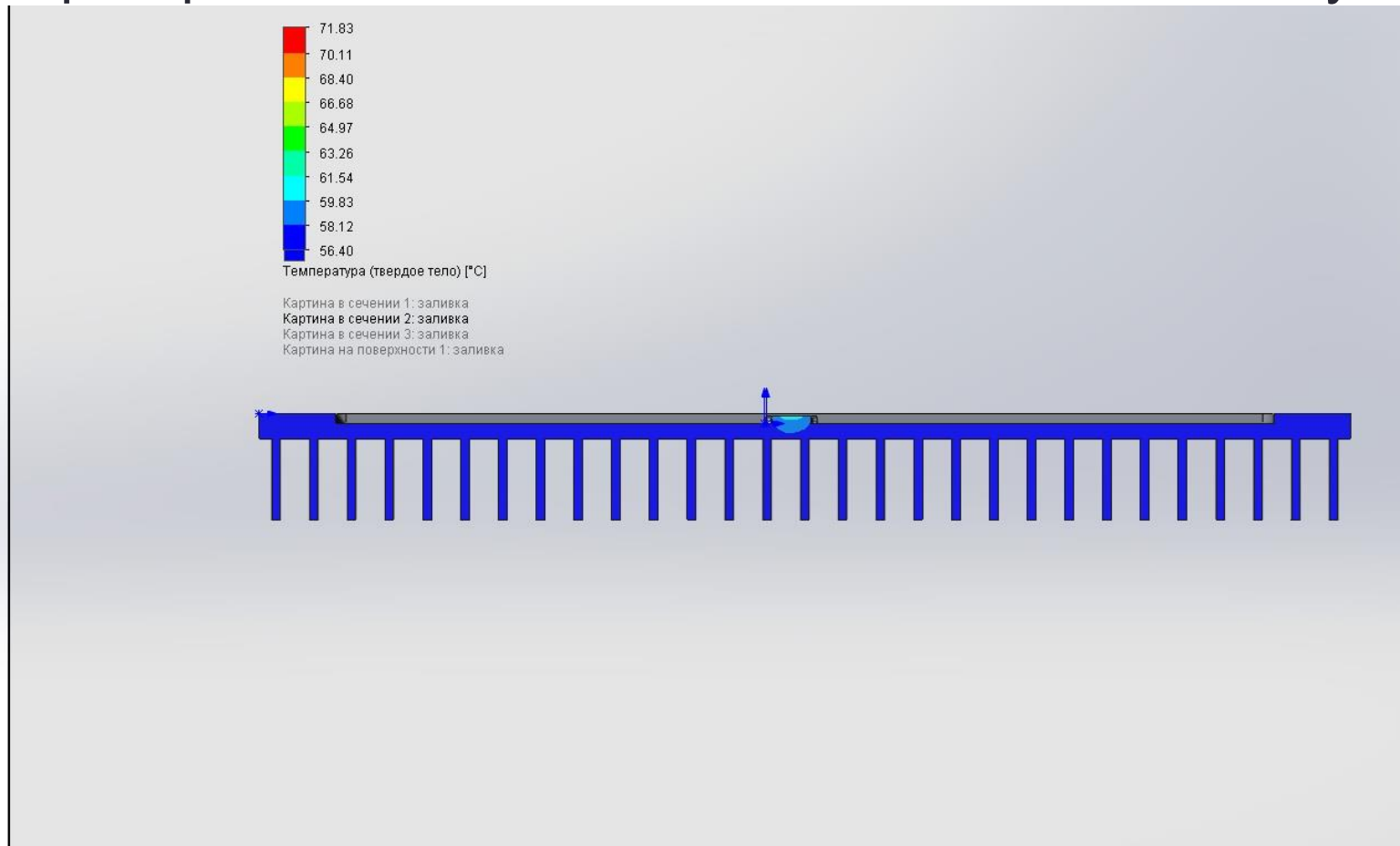
Температура (текущая среда) [°C]

Траектории потока 1



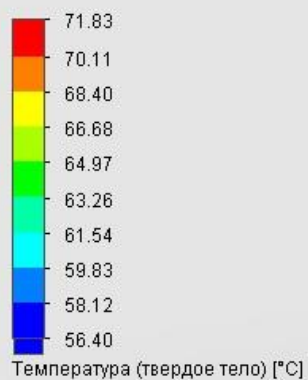
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 10 минут

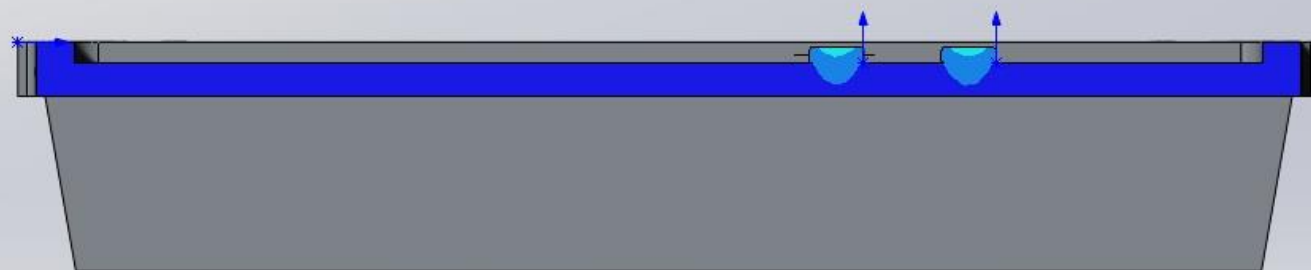


Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 10 минут

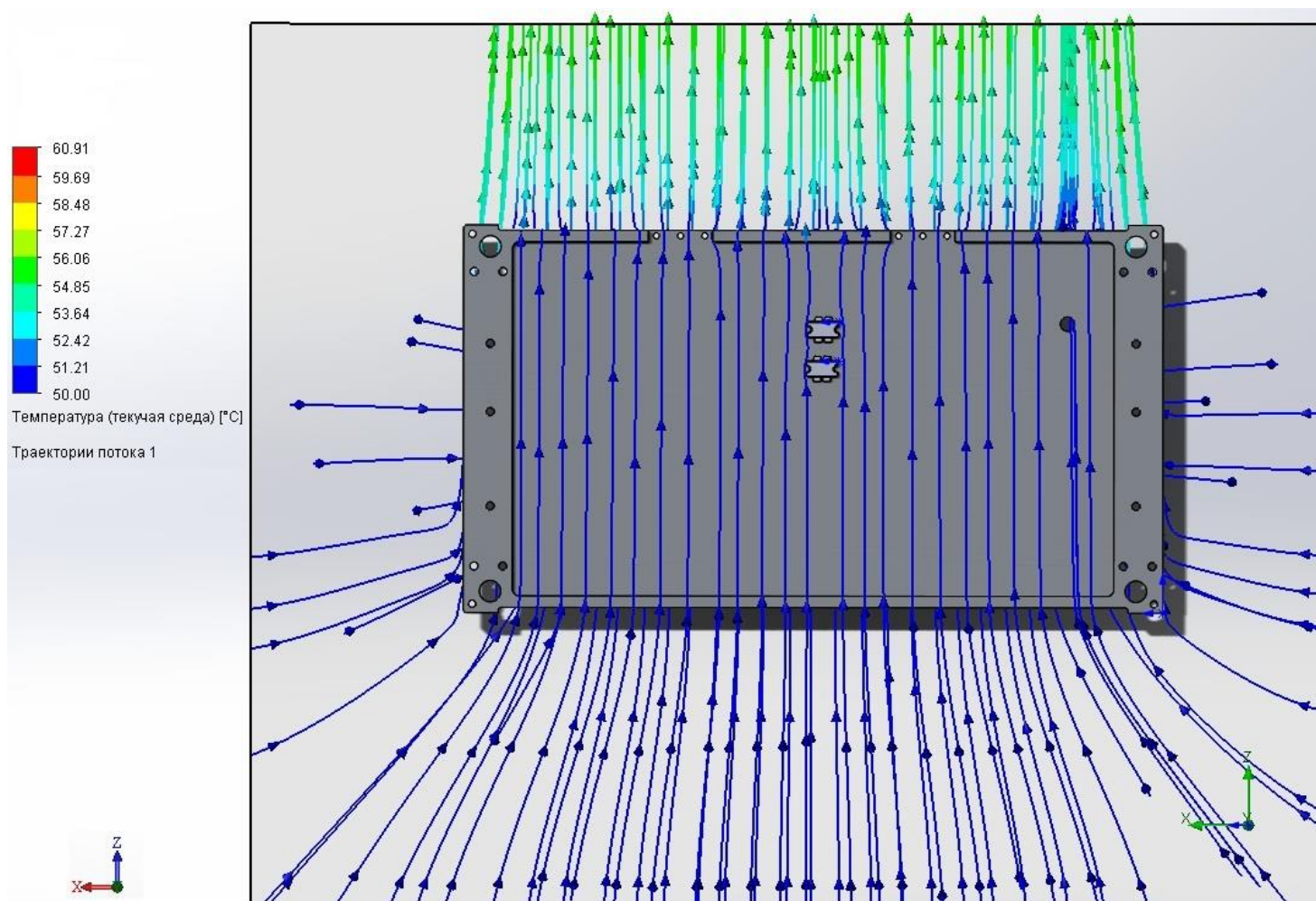


Картина в сечении 1: заливка
Картина в сечении 2: заливка
Картина в сечении 3: заливка
Картина на поверхности 1: заливка



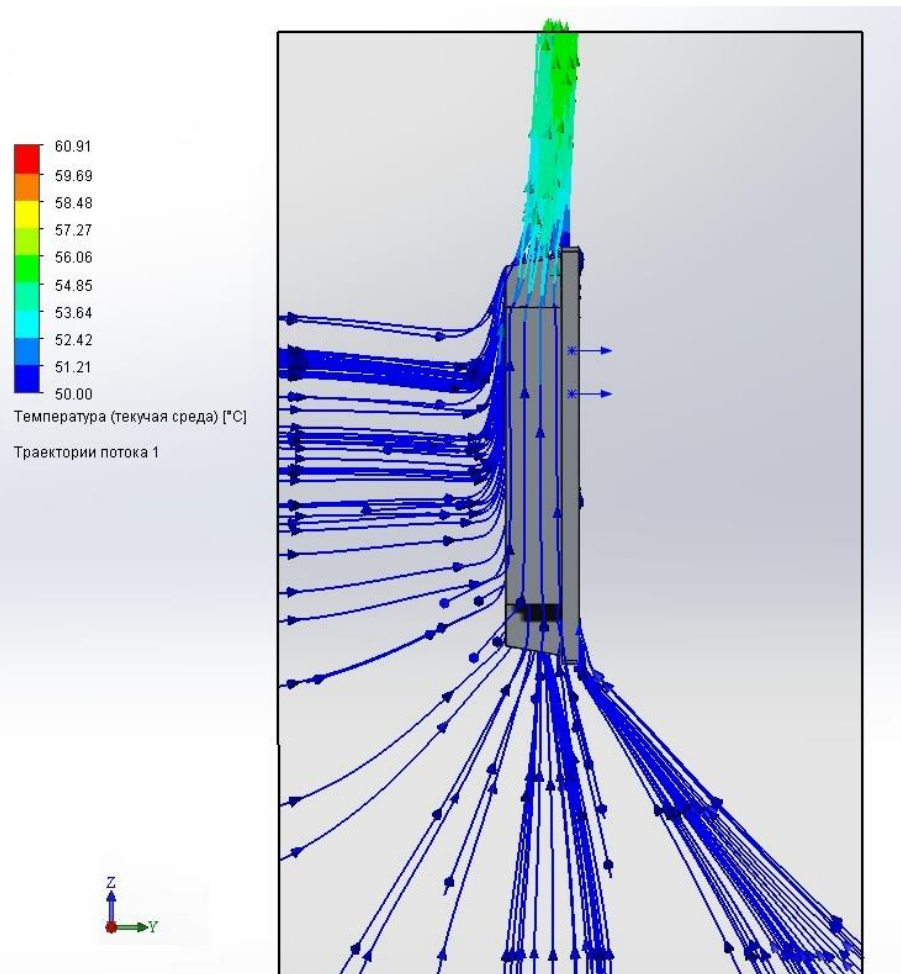
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 30 минут



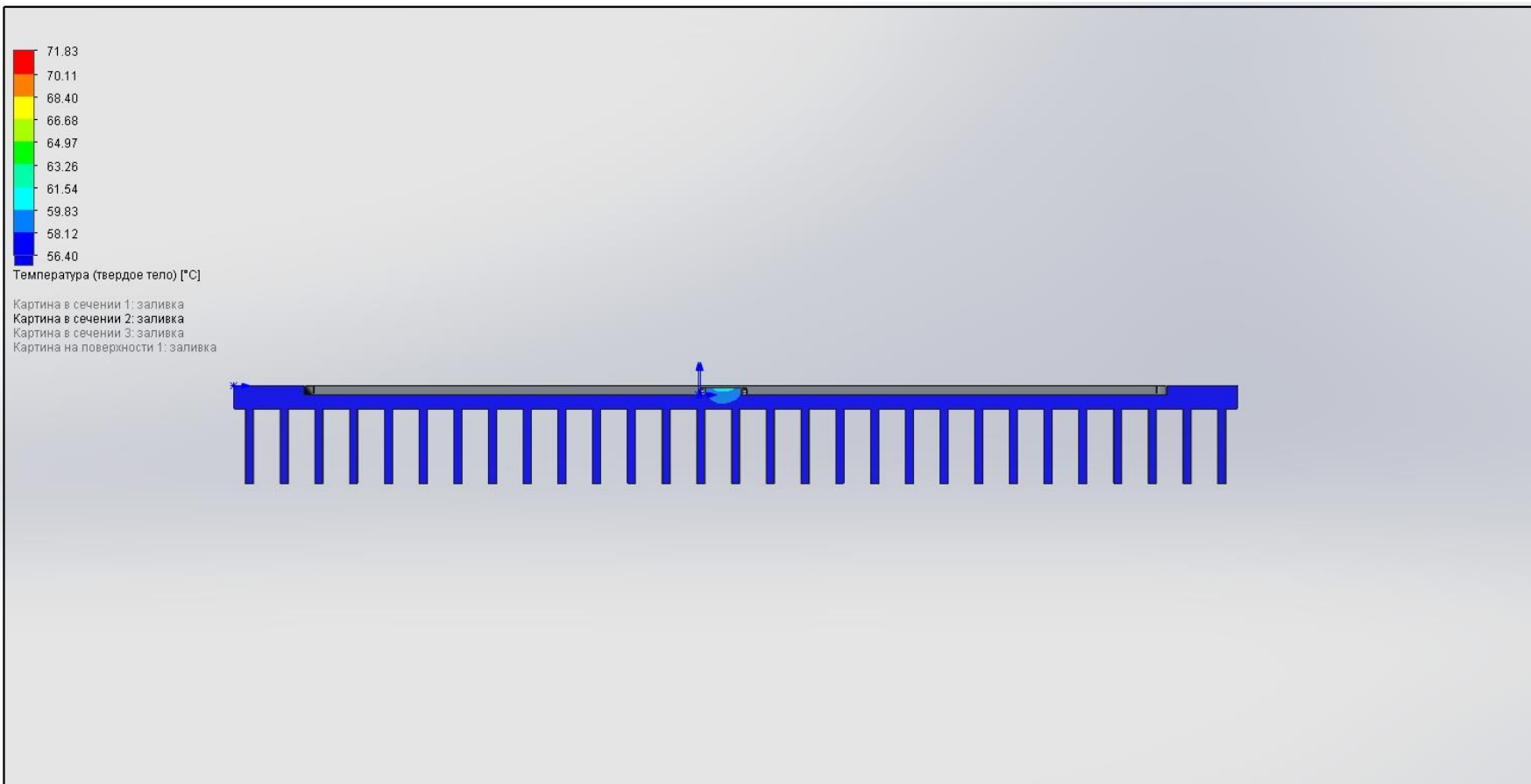
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 30 минут



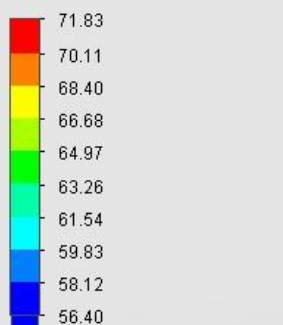
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 30 минут



Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 30 минут

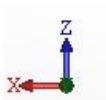
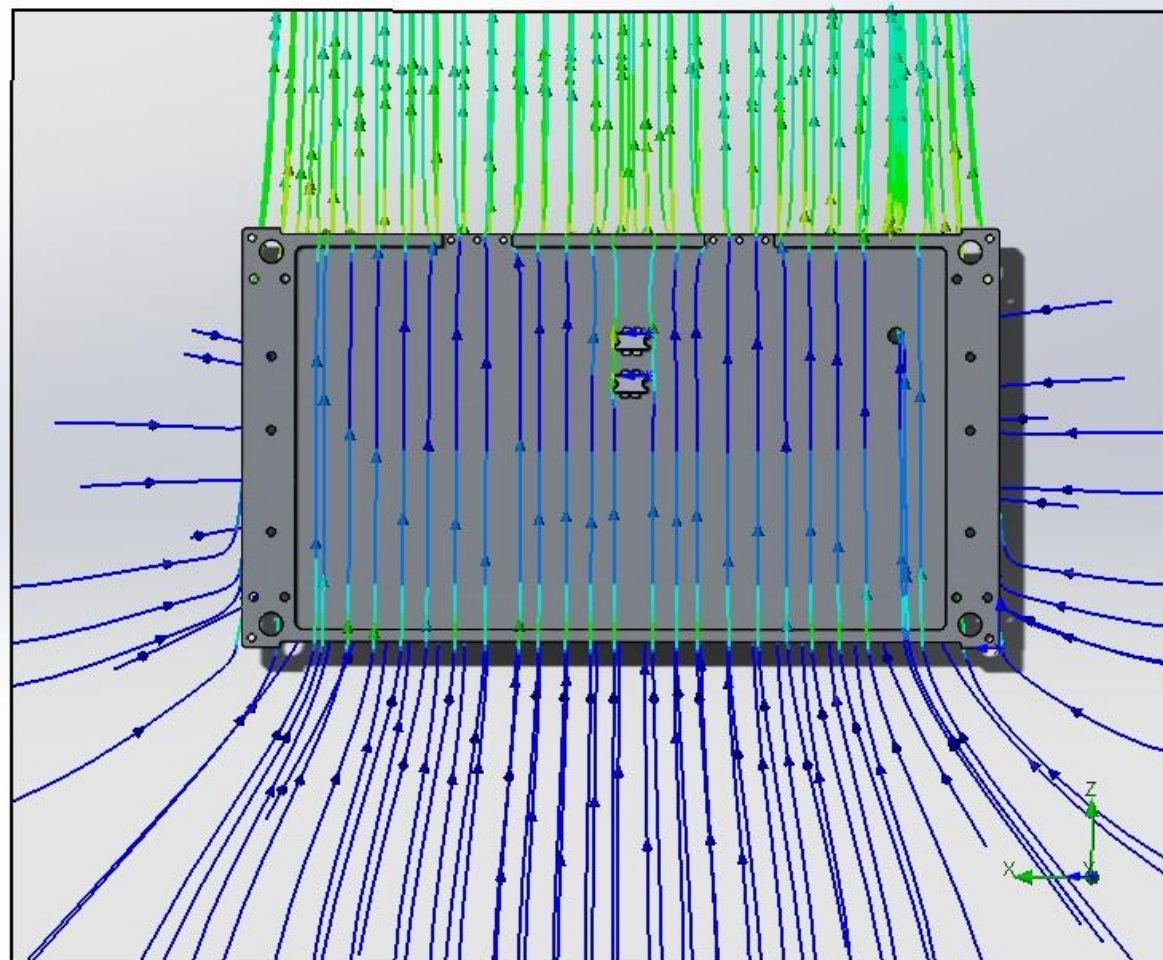


Картина в сечении 1: заливка
Картина в сечении 2: заливка
Картина в сечении 3: заливка
Картина на поверхности 1: заливка



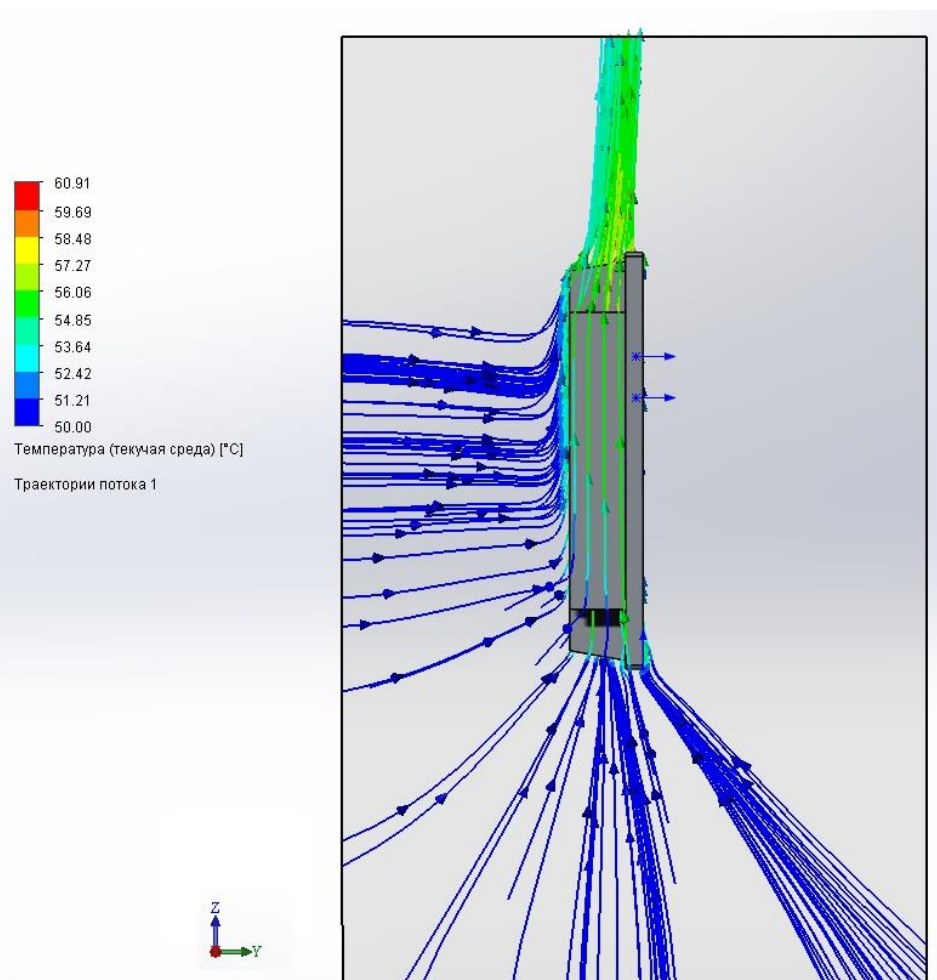
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 60 минут



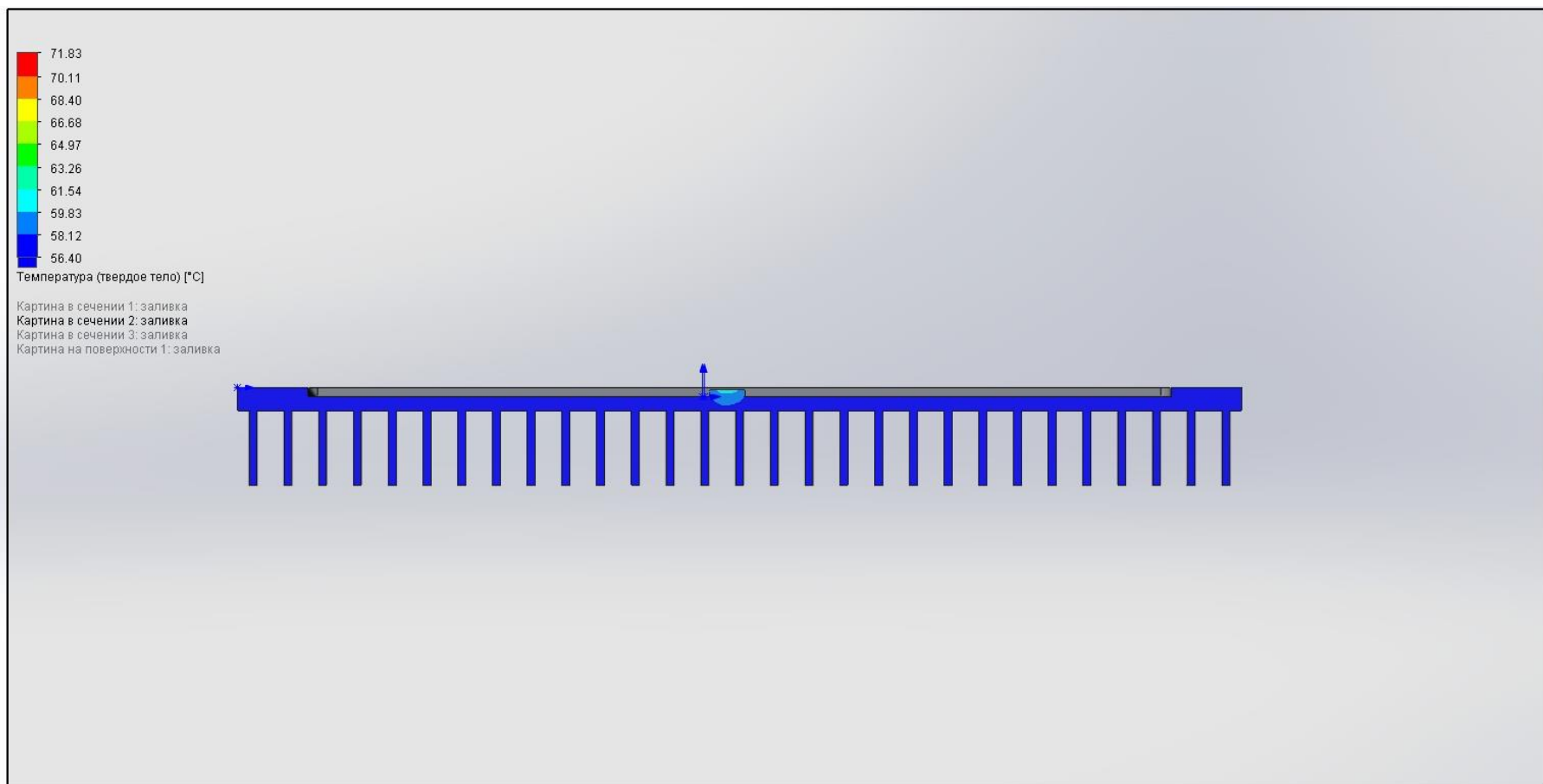
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового потока в течении 60 минут



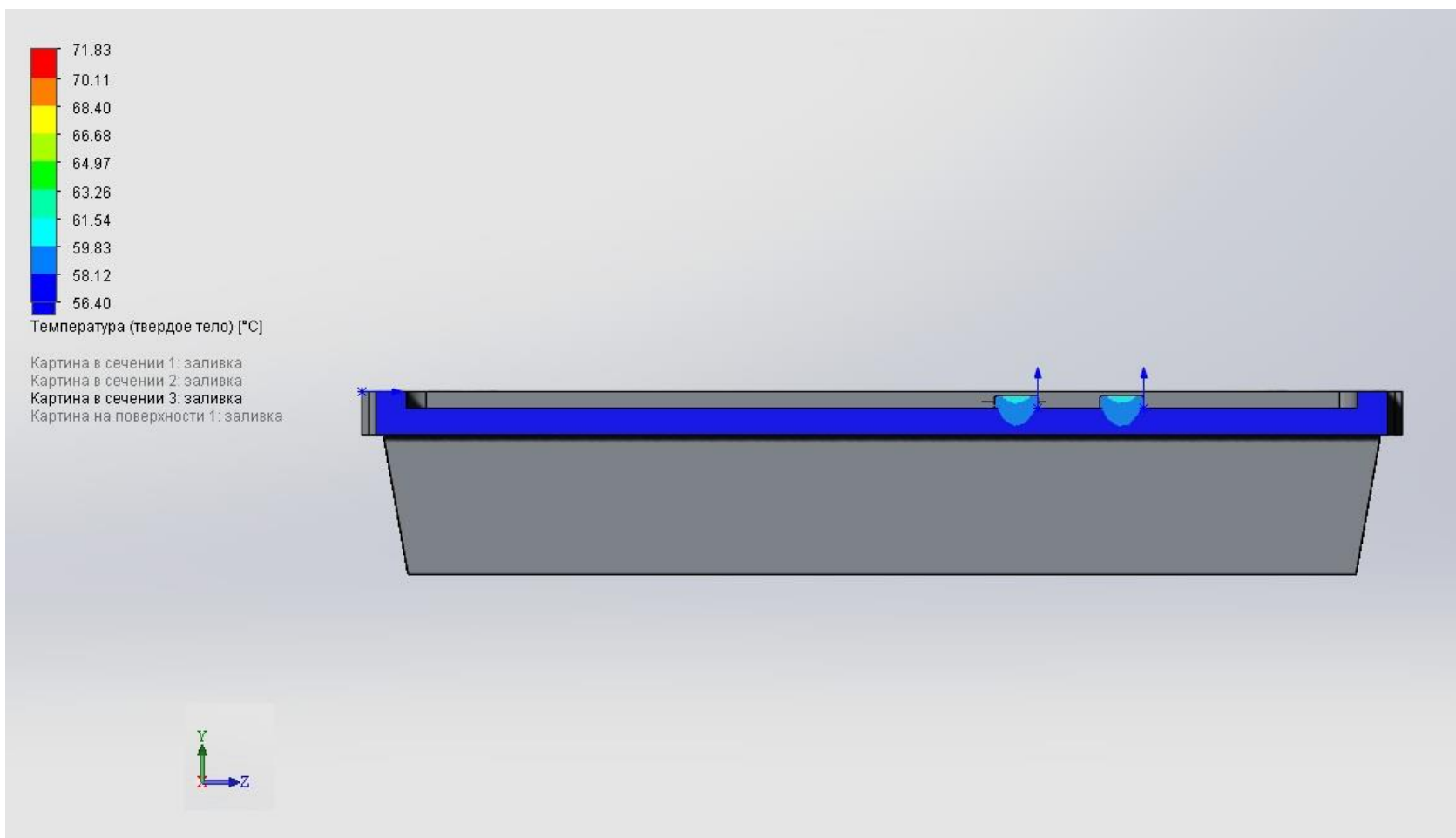
Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 60 минут



Стационарный и нестационарный тепловой расчет

Распространение теплового поля в течении 60 минут



Интерпретация результатов расчета

- Проанализировав полученные результаты можно сделать вывод, что данный радиатор является эффективным.
- Локальный перегрев относительно температуры окружающей среды каждого из элементов практически одинаковый (примерно 12-15°C).
- Примерно через 10 минут после начала работы усилителя, система переходит в равновесный режим, теплонагруженные элементы охлаждаются до стабильной рабочей температуры, обеспечивающей нормальную работу элемента, транзистора, в частности.

Список литературы

- Л.Л. Роткоп, Ю.У. Спокойный. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА. - Москва «Советское радио» - 1976 г. 232 с.
- М.А. Михеев И.М. Михеева. Основы теплопередачи. Издание второе. – Москва «Энергия» - 1977 г. 345 с.
- С. М. Бородин. Обеспечение тепловых режимов в конструкциях радиоэлектронных средств. Методическое указание. –Ульяновск–2008 г. 53 с.
- В.И. Азаренков. Анализ методов обеспечения заданного теплового режима. Вопросы проектирования конструкции РЭА. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012 г. С. 50-56.
- Г.Н. Дульнев Теплообмен в радиоэлектронных устройствах. Москва. – 1963 г. 288 с.
- А. Кищинский. Широкополосные транзисторные усилители мощности свч диапазона – смена поколений. А. Кищинский. Электроника: Наука, Технология, Бизнес - 2010 г. - №2 – С. 17-22.
- Транзисторы 2П9103А, 2П9103Б, 2П9103В, 2П9103ГС, 2П9103ДС. АЕЯР.432150.585 ТУ. Технические условия. - Воронеж: 2012. - 78с.
- Меркульев А. Ю., Горячев Н. В., Юрков Н. К. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий // Молодой ученый. — 2013. — №11. — С. 143-145.