МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Факультет Заочно-вечерний Кафедра Проектирование и технология электронных средств Дисциплина Моделирование конструкций электронных средств

## КУРСОВАЯ РАБОТА

Тема Анализ зависимости деформации печатной платы от расположения элементов на ней

Выполнил студент / /

подпись инициалы, фамилия

Курс 2 Группа Направление/специальность Конструирование и технология электронных средств Руководитель преподаватель

должность, ученая степень, ученое звание

фамилия, имя, отчество

Дата сдачи:

« » 20 г.

Дата защиты:

« » 20 г. Оценка:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Факультет Заочно-вечерний Кафедра Проектирование и технология электронных средств Дисциплина Моделирование конструкций электронных средств

## ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

студенту

группа фамилия, инициалы

Тема проекта Анализ эффективности охлаждения полевых транзисторов с различной формой радиатора Срок сдачи законченного проекта « » 20 г.

Исходные данные к проекту задание кафедры

(базовое предприятие, характер курсового проекта:

задание кафедры, инициативная НИР, рекомендуемая литература, материалы практики)

Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Руководитель / /

должность подпись инициалы, фамилия

« » 20 г Студент **/** **/**

подпись инициалы, фамилия

« » 20

**Оглавление**

[Введение 4](#_bookmark0)

[Обзор систем автоматизированного проектирования 5](#_bookmark1)

[Создание деталей и сборки в среде Siemens Simcenter 3D 7](#_bookmark2)

[Подготовка симуляции 12](#_bookmark3)

[Обработка результатов 14](#_bookmark4)

[Заключение 17](#_bookmark5)

[Список литературы 18](#_bookmark6)

# Введение

В современном мире технологии развиваются с невероятной скоростью, и моделирование становится всё более актуальным инструментом для решения инженерных задач. Системы автоматизированного проектирования (САПР) играют ключевую роль в этом процессе, предоставляя инструменты для создания, изменения и анализа виртуальных моделей объектов.

Симуляция — это метод исследования, при котором создаётся

математическая модель системы, а затем проводятся эксперименты с этой моделью для изучения её поведения. САПР предоставляет необходимые инструменты для создания таких моделей, что делает его незаменимым инструментом для инженеров и дизайнеров.

Цель данного исследования — рассмотреть, как САПР используется для симуляции и какие преимущества он предоставляет. В ходе работы будут рассмотрены основные принципы работы с САПР, а также примеры его применения в различных областях.

Актуальность темы обусловлена тем, что САПР является важным

инструментом для создания точных и эффективных симуляций. Он позволяет учитывать большое количество факторов и параметров, что делает симуляцию более точной и надёжной. Кроме того, использование САПР может ускорить

процесс разработки и тестирования новых технологий, что способствует развитию инноваций.

Таким образом, цель данной работы — изучить роль САПР в процессе симуляции, выявить его преимущества и ограничения, а также определить

оптимальную конструкцию радиатора для полевого транзистора. Это позволит лучше понять, как САПР может быть использован для создания более точных и реалистичных симуляций в различных областях науки и техники.

# Обзор систем автоматизированного проектирования

Системы автоматизированного проектирования (САПР) стали неотъемлемой частью процесса разработки и производства в различных отраслях, от

машиностроения до электроники. Они позволяют инженерам создавать, изменять и анализировать виртуальные модели объектов, что ускоряет процесс разработки, снижает затраты на производство и повышает качество продукции.

В этом обзоре мы рассмотрим два популярных САПР: Autodesk Inventor и Siemens Simcenter. Оба этих продукта предлагают широкий спектр функций для 3D-моделирования, симуляции и анализа, но имеют свои особенности и

преимущества.

Autodesk Inventor — это мощный инструмент для 3D-проектирования, который позволяет создавать сложные модели деталей и сборок, а также проводить инженерные расчёты. Он поддерживает работу с различными материалами, поверхностями и телами, что делает его универсальным решением для

проектирования изделий из металла, пластика, резины и других материалов.

Основные функции Inventor включают:

* Создание и редактирование 3D-моделей;
* Проведение инженерных расчётов;
* Анализ прочности и устойчивости конструкций;
* Визуализация проектов;
* Работа с библиотеками компонентов.

Inventor широко используется в машиностроении, авиационной промышленности, автомобильной индустрии и других отраслях. Он позволяет инженерам быстро создавать прототипы изделий, тестировать их на прочность и вносить необходимые изменения.

Siemens Simcenter — это комплекс инструментов для мультифизического моделирования и симуляции, который помогает инженерам оптимизировать

конструкции и процессы. Он включает в себя модули для анализа прочности, динамики, теплообмена, гидродинамики и других физических явлений.

Ключевые возможности Simcenter:

* Мультифизическое моделирование;
* Оптимизация конструкций;
* Виртуальные испытания;
* Анализ нагрузок и напряжений;
* Прогнозирование поведения систем.

Simcenter применяется в автомобильной промышленности, аэрокосмической отрасли, энергетике и других секторах. Он помогает инженерам разрабатывать

более надёжные и эффективные системы, сокращая время и затраты на испытания и доработки.

Выбор между Inventor и Simcenter зависит от конкретных задач и требований проекта. Если требуется универсальный инструмент для 3D-проектирования и инженерных расчётов, то Inventor может быть лучшим выбором. Если же необходимо комплексное решение для мультифизического моделирования и оптимизации конструкций, то Simcenter будет более подходящим вариантом.

# Создание деталей и сборки в среде Siemens Simcenter 3D

В основе современных механических САПР лежит довольно простой и понятный подход «деталь – сборка». Деталь представляет собой простейший элемент изделия, состоящий из одного материала, в то время как сборка включает в себя множество деталей, связанных между собой. В рамках курсовой работы будет подробно рассмотрен процесс создания сборки в Siemens Simcenter 3D, хотя детали будут разработаны в Autodesk Inventor и импортированы как STEP-модели.

Для создания сборки необходимо выполнить следующую последовательность действий:

## Разработать детали

## Передача детали в формате STEP между средами разработки

## Выполнить сборку

Разберём каждое действие подробнее.

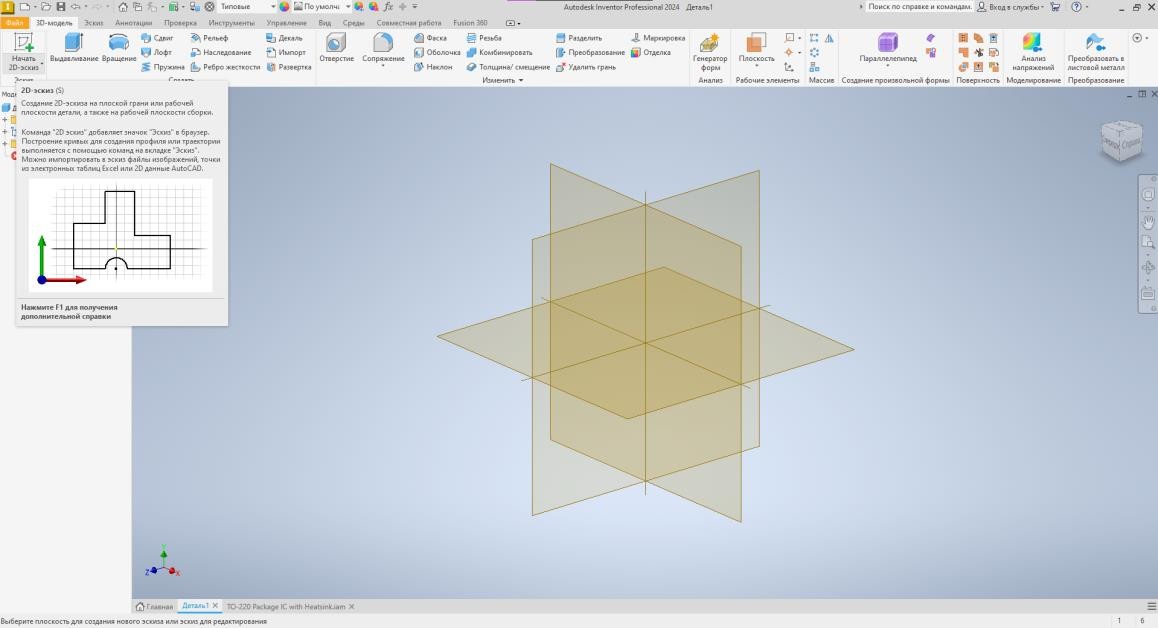
## Разработка деталей

При разработке деталей используется следующий принцип. Создание детали начинается с разработки эскиза. Эскиз представляет собой набросок проекции детали в произвольной плоскости. Затем к эскизу применяют 3D-операции,

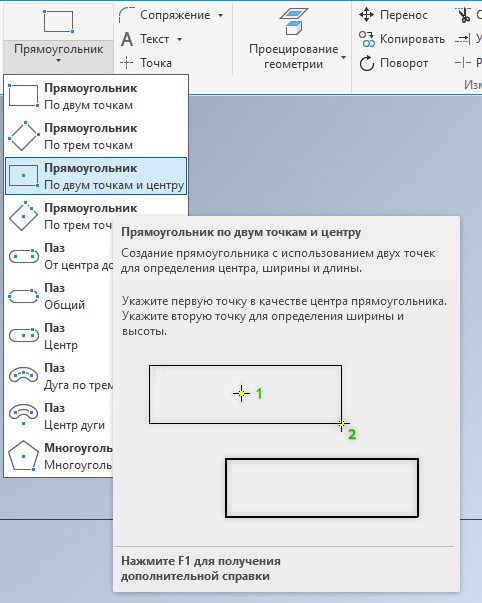
позволяющие придать объём детали. Например, операция выдавливания позволяет создать объём, ограниченный периметром фигуры на эскизе. Затем можно повторить операцию создания эскиза, например, на одной из полученных

плоскостей объема, после чего применить следующую 3D-операцию. Это чередование продолжается до тех пор, пока полученный объект не будет в достаточной мере отражать реальный.

1. Разработка эскиза начинается с выбора плоскости. Для эскиза радиатора выбираем плоскость XZ (горизонталь)

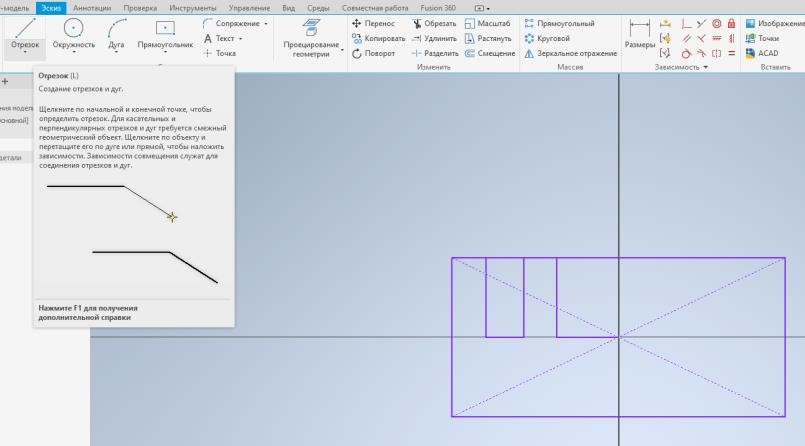


*Рисунок 1. Создание эскиза на плоскости*

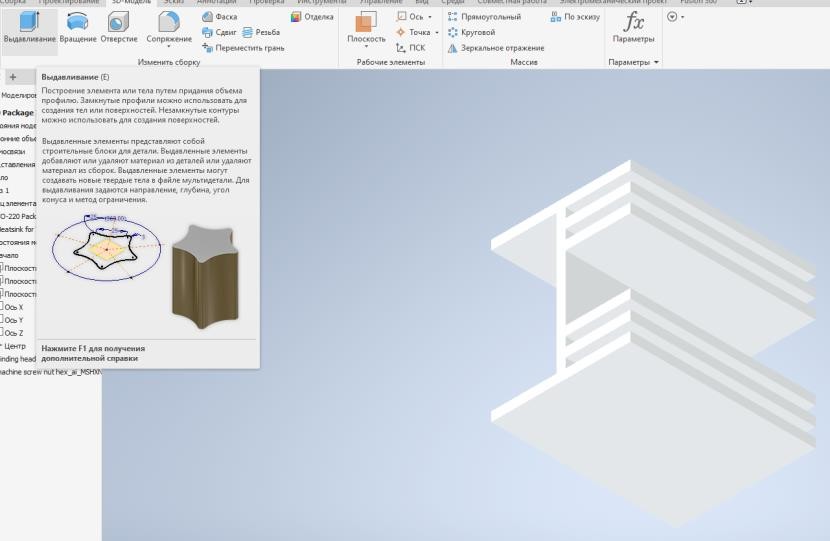
1. Затем воспользуемся инструментом «Прямоугольник»

*Рисунок 2. Создание прямоугольника*

1. Полученный прямоугольник доработаем инструментом «Линия», а с периметра прямоугольника удалим ненужные линии.



*Рисунок 3. Отрисовка формы радиатора*

1. Полученный эскиз «Выдавим» и получим модель.

*Рисунок 4. Выдавливание по эскизу*

Таким же образом создаём модели радиаторов других типов.

## Передача деталей в формате STEP между средами разработки

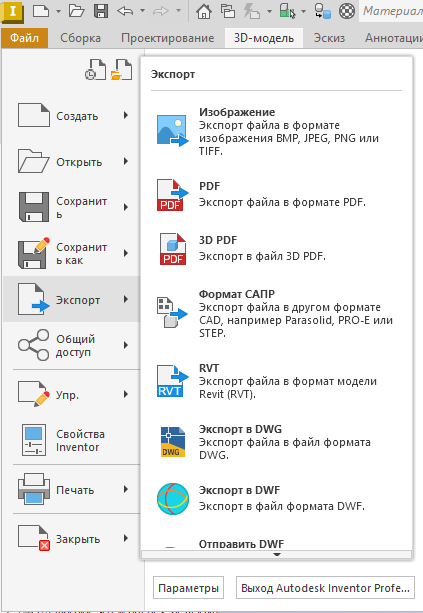
Едва ли можно встретить САПР, включающий в себя все этапы разработки.

Обычно САПРы стараются быть узконаправленными, хотя, преследуя

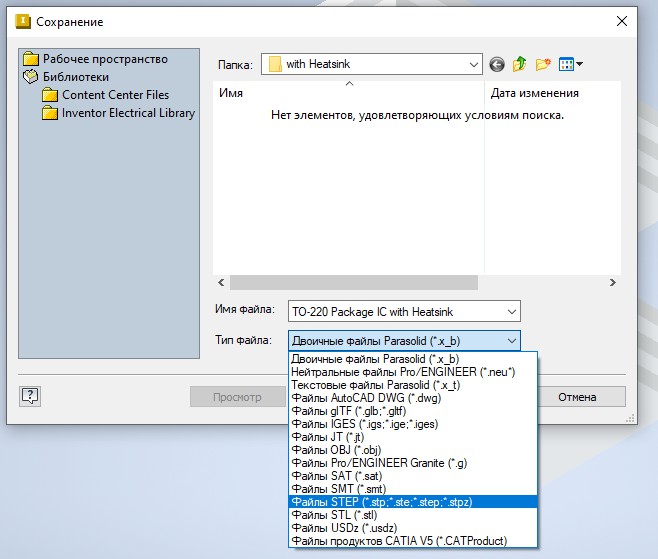
коммерческие цели, продукты становятся всё более и более универсальными, за счёт снижения точности непрофильных вычислений. Так, например, Altium Designer позволяет разрабатывать топологию сложных плат, но качество симуляции схем значительно ниже по сравнению со специализированным средами такими как Proteus или Multisim. Поэтому передача данных между САПРами –

важный аспект разработки и, одновременно с этим, довольно непростая задача. В рамках данной курсовой работы будет осуществлён перенос деталей из Autodesk Inventor в среду Siemens Simcenter 3D в универсальном формате STEP.

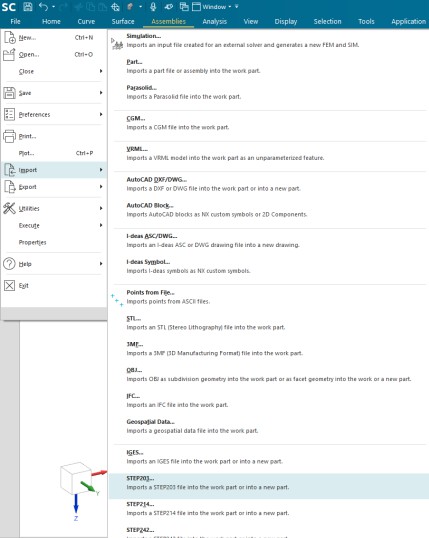
Экспорт детали в формате STEP обычно не представляет сложности. Для этого необходимо:

1. Воспользоваться функцией экспорта

*Рисунок 5. Экспорт модели*

1. Выбрать желаемый формат (STEP)

*Рисунок 6. Выбор формата экспорта*

1. Затем импортировать полученный файл в другую среду

среды

*Рисунок 7. Импорт модели*

По завершению импорта должны получиться детали в собственном формате

## Выполнение сборки

На заключительном этапе производится сборка. Несмотря на

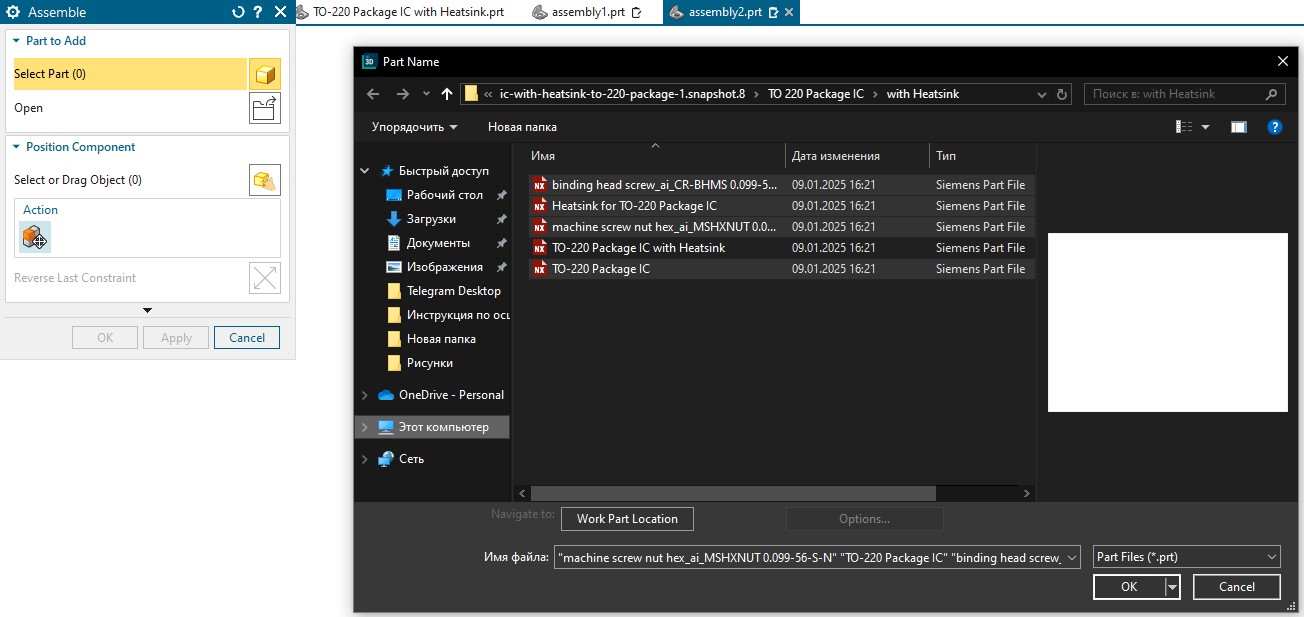
незамысловатость процесса, он может оказаться длительным. При сборке

устанавливаются связи между деталями. Под связью зачастую понимают способ их взаимодействия. Например, детали могут быть соединены жёстко друг с другом или через резьбу, могут быть неподвижны относительно друг друга или иметь

некоторую степень свободы – всё это должно быть учтено при моделировании и симуляции. Кроме этого, сборка требует концентрации, усидчивости и очень развитого пространственного мышления.

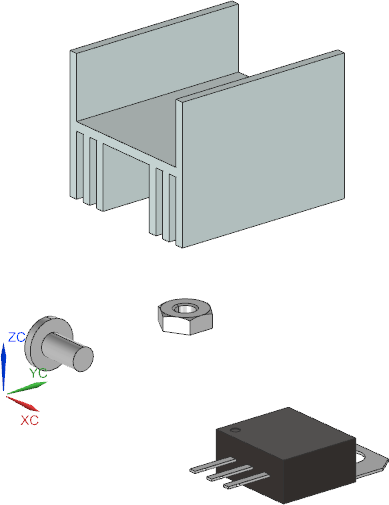
В рамках курсовой работы сборка содержит полевой транзистор в корпусе TO-220 и радиатор. Очевидно, что для его крепления к радиатору так же

понадобится винт и гайка.

1. Добавим необходимые детали в сборку

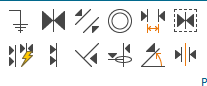
*Рисунок 8. Выбор деталей сборки*

1. Получаем детали, расположенные в случайном порядке



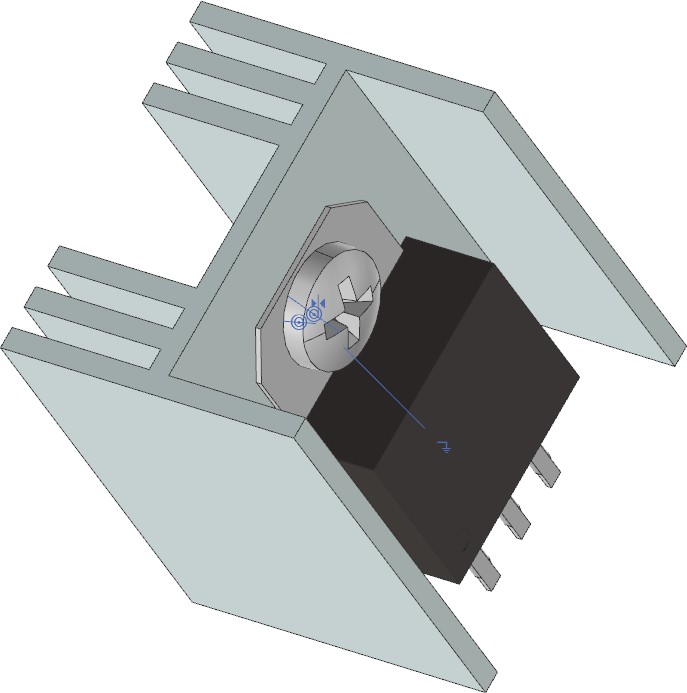
*Рисунок 9. Детали загружены в среду*

1. Затем устанавливаем связи между компонентами через закладку

«Сборка»

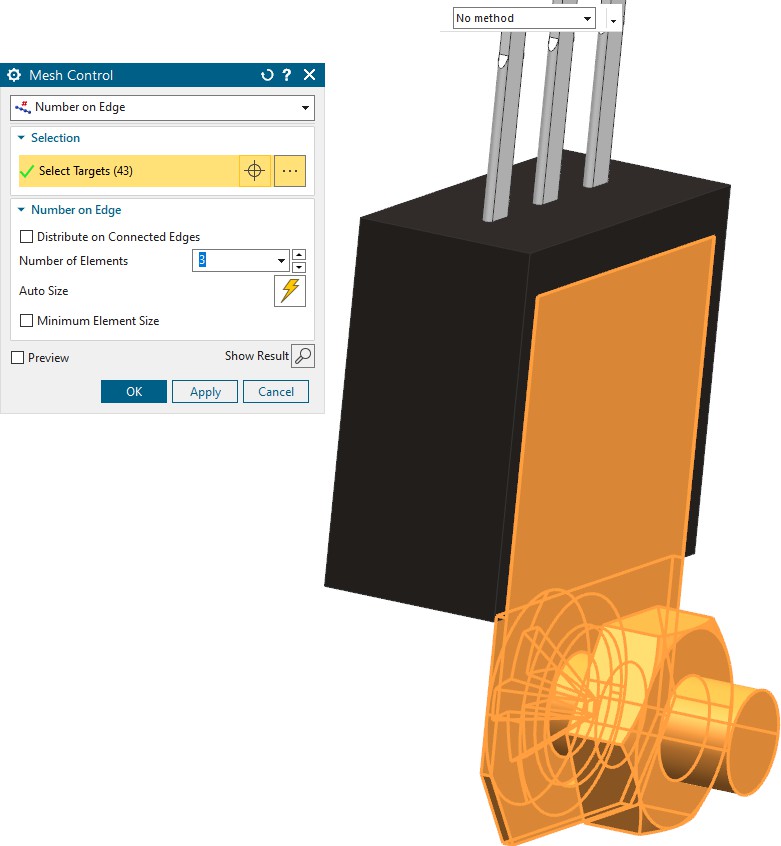
*Рисунок 10. Инструменты для задания связей*

1. В результате должна получиться сборка, на которой связи будут изображены условно

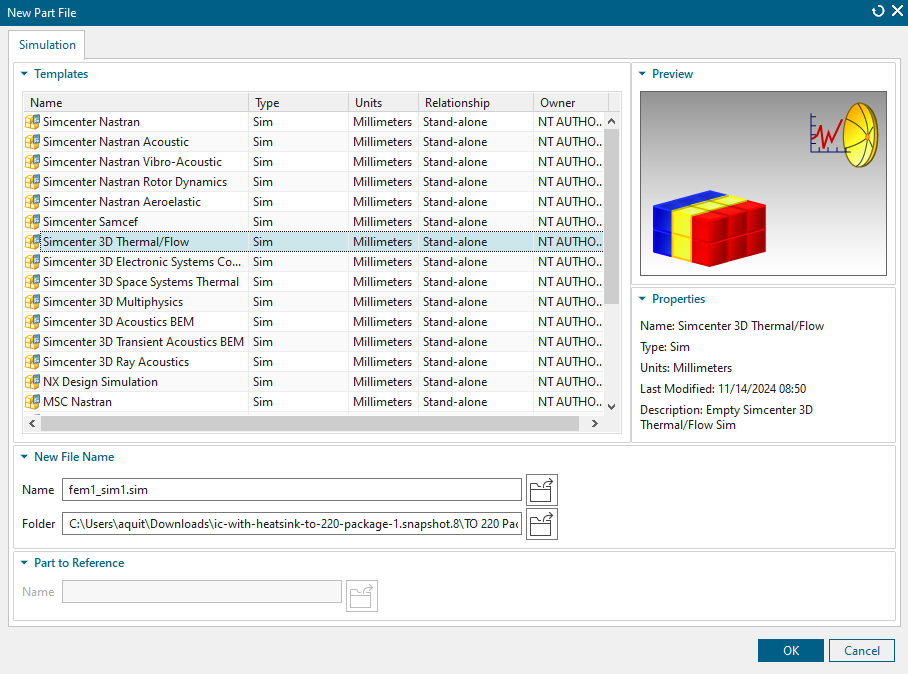


*Рисунок 11. Сборка со связями*

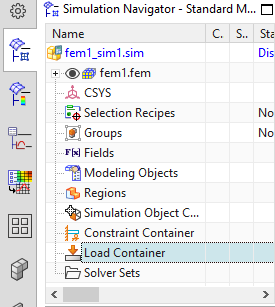
# Подготовка симуляции

1. Назначим сетку и материалы

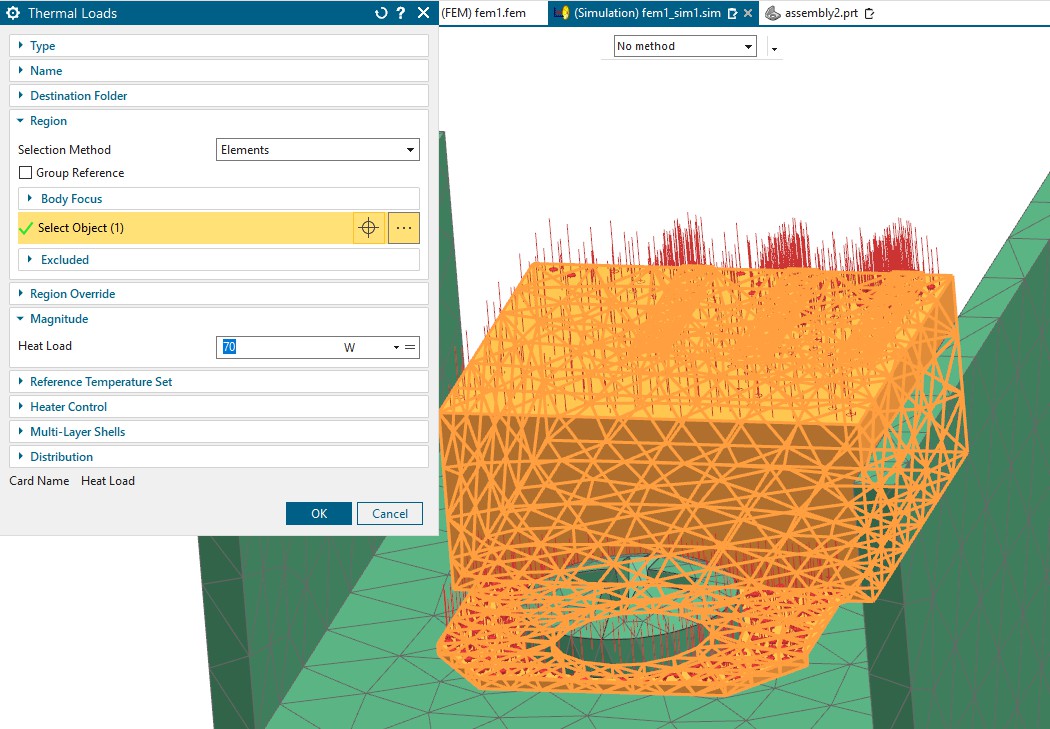
*Рисунок 12. Наложение сетки*

1. Создадим симуляцию

*Рисунок 13. Создание тепловой симуляции*

1. Добавим тепловую нагрузку

*Рисунок 14. Окно навигатора симуляции*

**

*Рисунок 15. Задание тепловой нагрузки*

Аналогично для двух оставшихся радиаторов

# Обработка результатов

Прежде чем переходить к обработке результатов, напомнил условия, при которых проводилась симуляция.

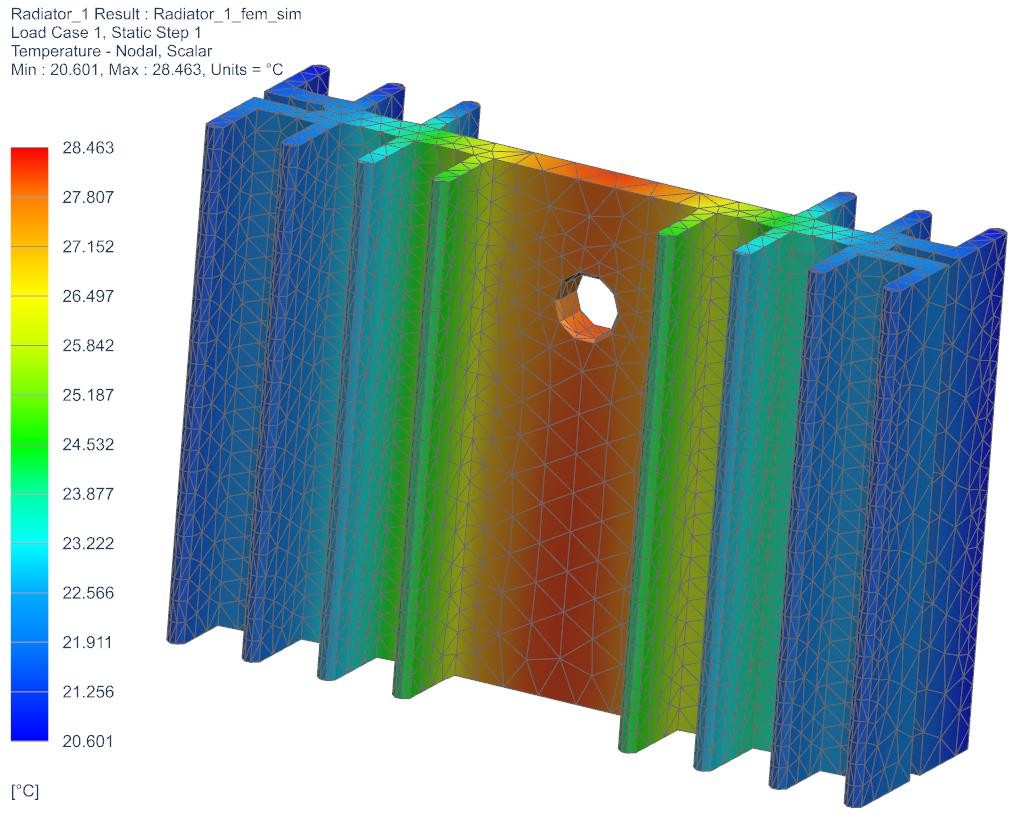
*Таблица 1. Условия симуляции*

|  |  |
| --- | --- |
| Нагрев, Вт | 15 |
| Конвекция, мВт/мм2 | 50 |
| Материал | Алюминий |
| Активное охлаждение | отсутствует |

Крепление и полевой транзистор скрыты для улучшения восприятия. Рассмотрим каждый из случаев по отдельности.

## Случай 1. Радиатор 23.3x30x16.85

Распределение тепла отражено на рисунке ниже.



*Рисунок 16. Распределение тепла в радиаторе 23.3x30x16.85*

Тепловая шкала иллюстрирует температурный разброс в диапазоне от 20.6С до 28.5С. Самая горячая зона расположена в месте контакта микросхемы с

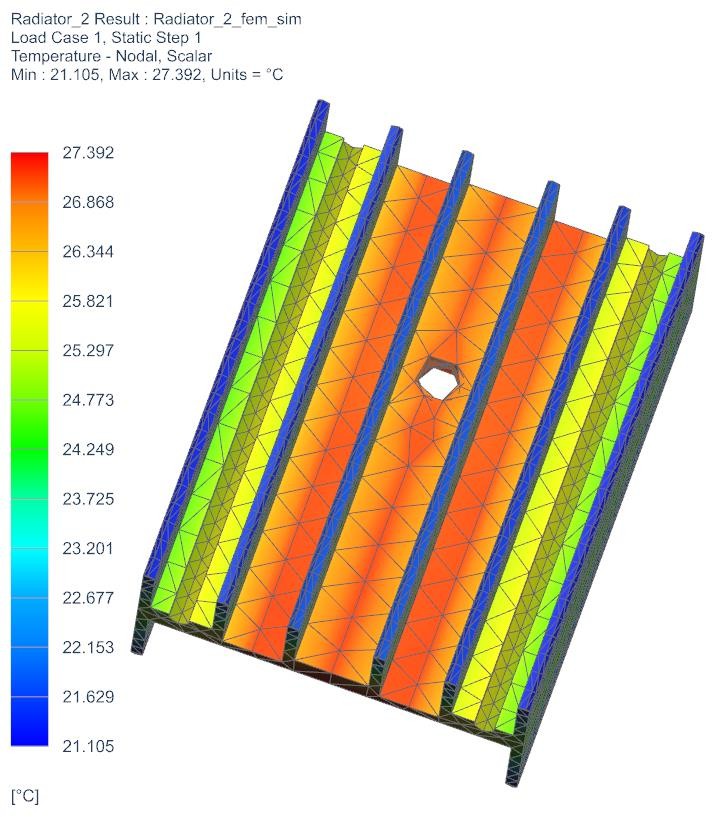
радиатором. Распределение тепла по площади радиатора крайне неравномерно.

Ребра на торцах радиатора практически не отводят тепло. Рёбер, расположенных в зоне нагрева, недостаточно для отведения тепла. Данная конструкция считается

неоптимальной для рассеивания приложенной мощности.

## Случай 2. Радиатор 15x10x21

Распределение тепла отражено на рисунке ниже.



*Рисунок 17. Распределение тепла в радиаторе 15x10x21*

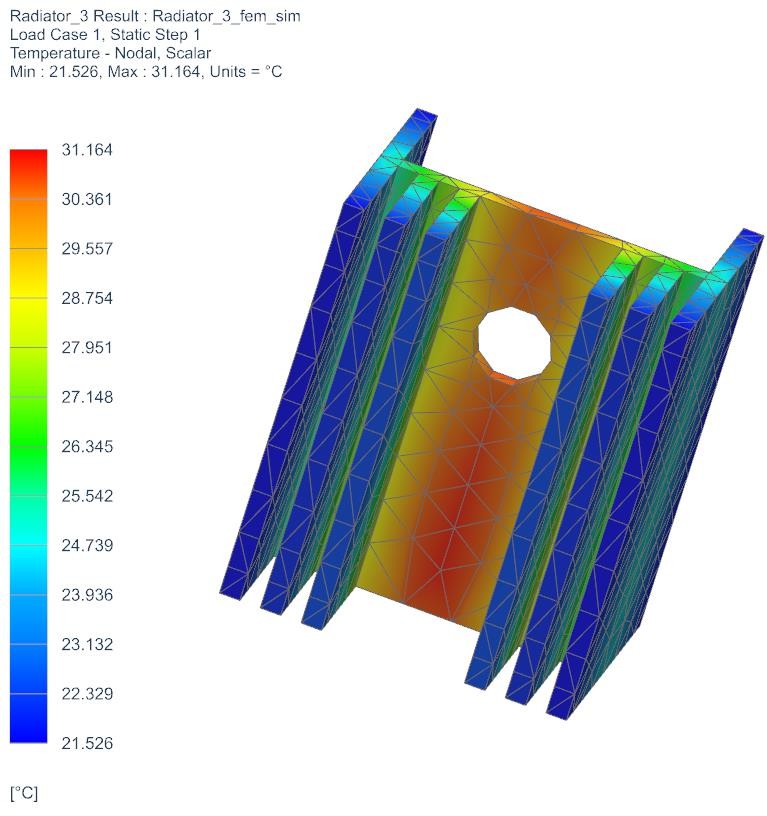
Тепловая шкала иллюстрирует температурный разброс в диапазоне от 21.1С до 27.3С. Самая горячая зона расположена в месте контакта микросхемы с

радиатором. Распределение тепла по поверхности радиатора достаточно

равномерно. Рёбра на торцах отводят тепло. Рёбер в зоне нагрева достаточно для обеспечения самой низкой температурой среди испытуемых. Конструкция считается эффективной для рассеивания тепловой нагрузки.

## Случай 3. Радиатор 15x12x21

Распределение тепла отражено на рисунке ниже.



*Рисунок 18. Распределение тепла в радиаторе 15х12х21*

Тепловая шкала иллюстрирует температурный разброс в диапазоне от 21.5С до 31.2С. Самая горячая зона расположена в месте контакта микросхемы с

радиатором. Распределение тепла по поверхности радиатора неравномерно – длина рёбер слишком велика, а расстояние между ними недостаточно для эффективного теплообмена. Рёбра на торцах хорошо отводят тепло. Рёбер в зоне нагрева

недостаточно отчего зона нагрева имеет самый высокий показатель среди испытуемых. Конструкция считается неэффективной для рассеивания тепловой нагрузки за счёт неудачного выбора толщины и расположения рёбер.

Исходя из обработки результатов делаем вывод, что наиболее эффективная конструкция радиатора для отведения 15 Вт тепловой нагрузки представлена во втором случае.

# Заключение

В ходе выполнения курсовой работы были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ CAD/CAM/CAE систем и рассмотрение их отличительных особенностей
2. Разработаны детали и выполнена сборка образцов в средах Autodesk Inventor и Siemens Simcenter 3D
3. Проведено моделирование теплового воздействия полевого транзистора с установленным радиатором и выбрана оптимальная конструкция радиатора в заданных условиях

# Список литературы

1. Большаков В. П., Бочков А. Л., Сергеев А. А. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. — СПб.: Питер, 2011.
2. Котов И. И., Павлова А. В., Шишкин М. И. Основы моделирования и

проектирования в САПР SolidWorks. — СПб: Университет ИТМО, 2023.

1. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.
3. Якубовская Е. Системы автоматизированного проектирования электротехнических установок. — М.: Инфра-Инженерия, 2018.
4. Официальный сайт компании Autodesk. URL: https:[//www.autodesk.com/](http://www.autodesk.com/) (дата обращения: [23.12.2024]).
5. Официальный сайт Siemens Digital Industries Software. URL:

https://new.siemens.com/global/en.html (дата обращения: [23.12.2024]).