

2.17. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Цель работы: научиться применять идеализированные модели печатных плат при моделировании тепловых режимов электронной аппаратуры.

Задание по практической работе

Задача: создать идеализированную модель печатной платы.

Порядок выполнения практической работы

Печатная плата – основа практически любого электронного устройства. Помимо основных функций, таких как крепление электронных компонентов и их электрическое соединение, у нее есть еще одна, менее заметная, но не менее значимая – отвод тепла от компонентов. Однако, печатная плата имеет неоднородную, зачастую сложную структуру, особенно, если она является многослойной. Внутренние проводящие слои могут иметь различную конфигурацию, различную «плотность» рисунка. Часто вводятся сплошные внутренние слои, предназначенные для экранирования проводников, либо для улучшения теплоотвода. Все эти факторы довольно сильно влияют на теплопроводность платы в целом и затрудняют расчет коэффициента теплопроводности.

При этом, моделировать тепловые процессы внутри полноценной 3D-модели платы со всеми внутренними проводниками и переходными отверстиями весьма затруднительно. Сгенерированная сетка решателя получится очень сложной и неоднородной, что серьезно повлияет на вычислительную сложность расчетов. При этом, полезность полученных результатов будет невысока для задачи анализа нагрева ячейки в целом.

Для решения этой задачи существует модуль генерации печатных плат. Это специальный граничный элемент, который позволяет моделировать теплопроводность печатной платы, имея лишь информацию о количестве слоев, толщине слоев и проценте заполнения площади слоя проводящим рисунком.

Проведем сравнительное исследование метода прямого моделирования точной модели четырехслойной МПП (рис. 2.102) и ее упрощенного варианта со специальным граничным условием.

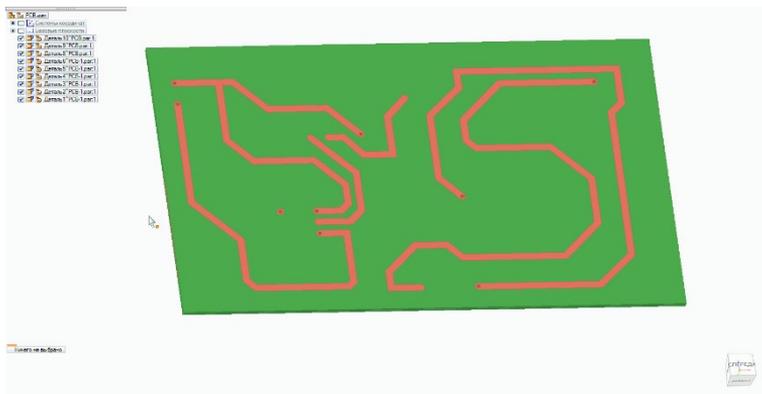


Рис. 2.102. Полная модель условной печатной платы

Создадим новый проект исследования с помощью мастера проекта (рис. 2.103).

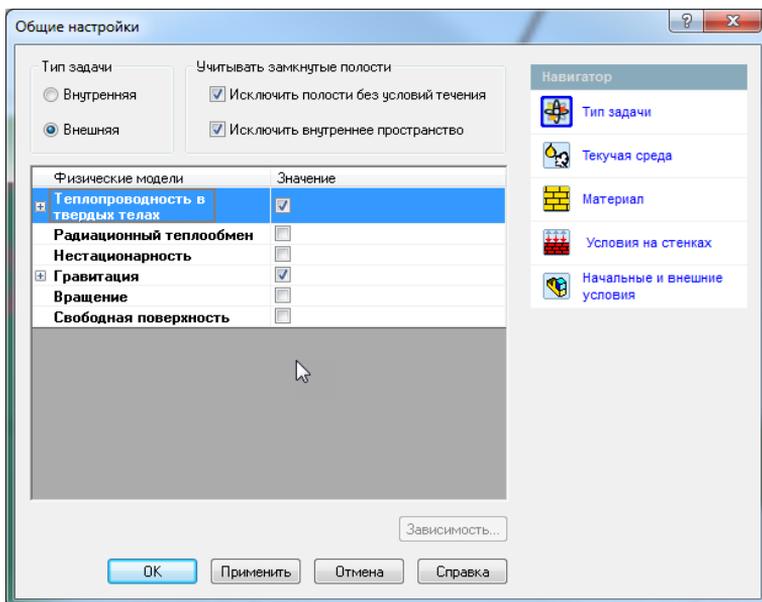


Рис. 2.103. Выбор типа задачи и физических моделей

Включим в проект модель теплопроводности в твердых телах и модель гравитации для моделирования конвективных процессов (рис. 2.104).

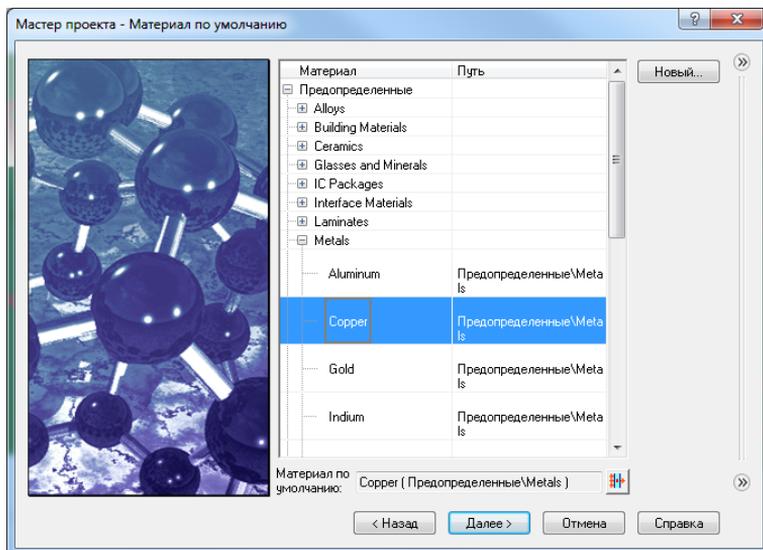


Рис. 2.104. Выбор материала твердого тела по умолчанию

Основным материалом назначим материал «Медь». Остальные настройки оставим по умолчанию. После завершения создания проекта скорректируем размер расчетной области (рис. 2.105).

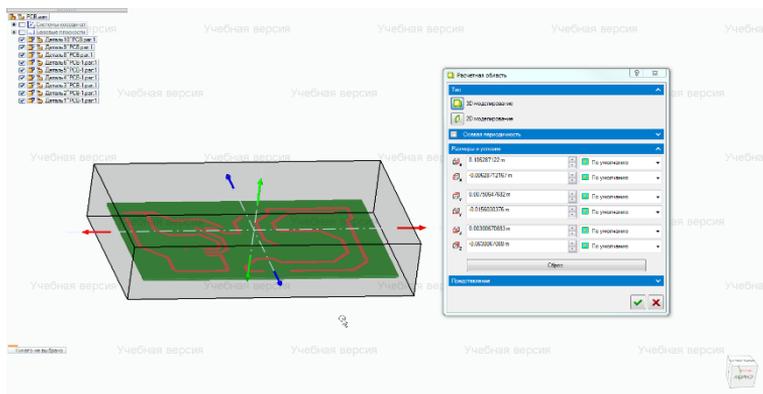


Рис. 2.105. Настройка размера расчетной области

С помощью пункта «Добавить материал» в дереве расчета зададим материалы различным частям платы. Для основания платы назначим материал FR4, соответствующий стеклотекстолиту СФ-1-35 ГОСТ 10316-78, для проводников – медь (рис. 2.106).

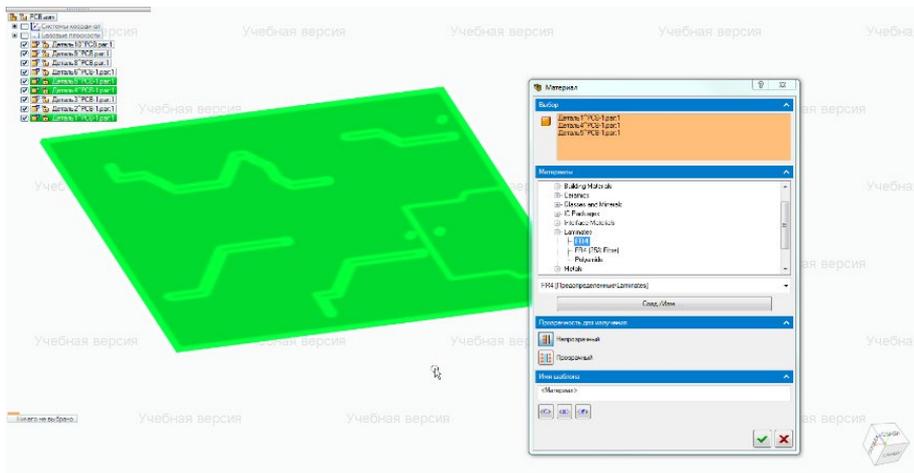


Рис. 2.106. Назначение материала, эквивалентного стеклотекстолиту

Назначим нижней поверхности платы условие поверхностного источника нагрева (рис. 2.107).

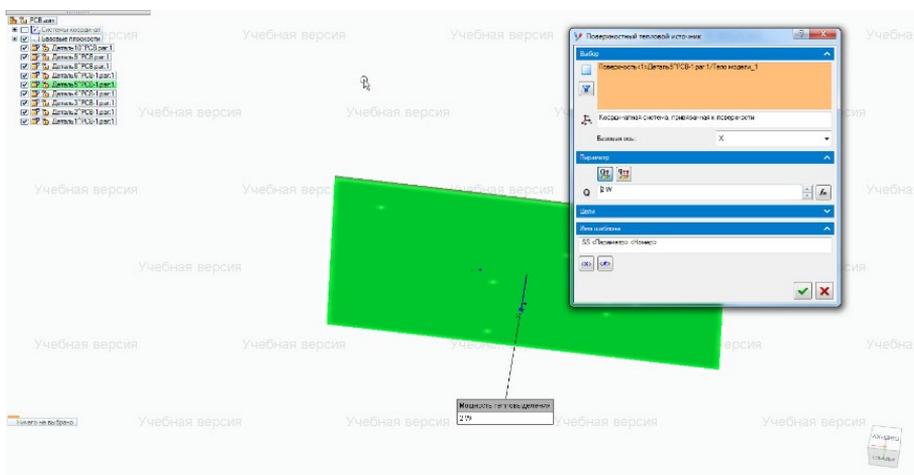


Рис. 2.107. Назначение поверхностного источника нагрева

Зададим целью расчета среднюю температуру верхней поверхности платы (рис. 2.108).

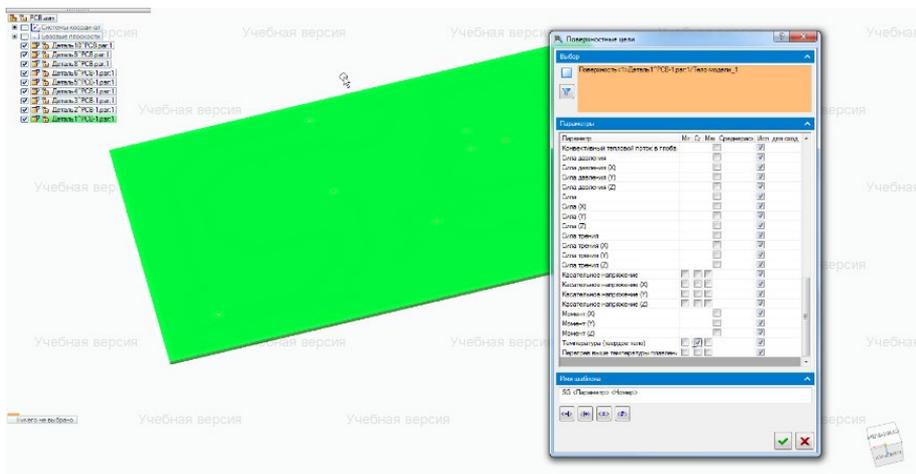


Рис. 2.108. Назначение цели расчета

Запустим и выполним расчет (рис. 2.109).

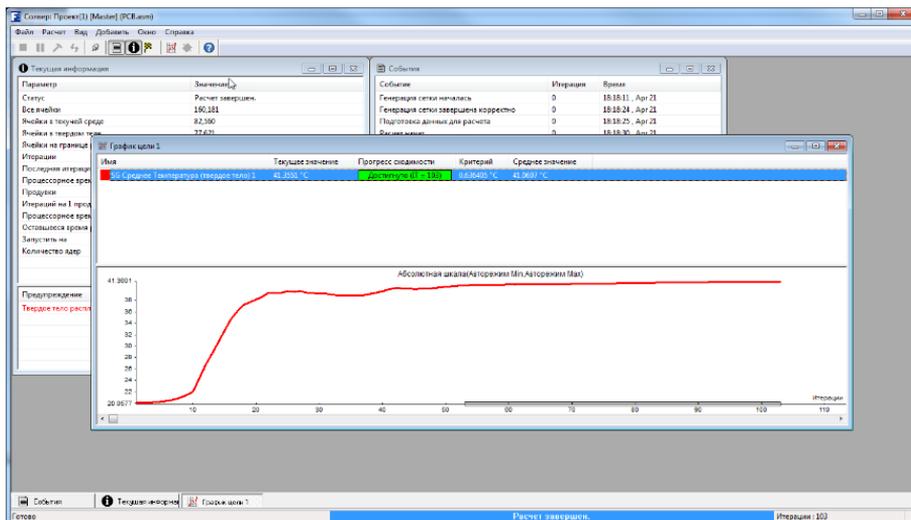


Рис. 2.109. Прогресс решения

С помощью тепловых карт на поверхности отобразим температуру нагрева платы (рис. 2.110).

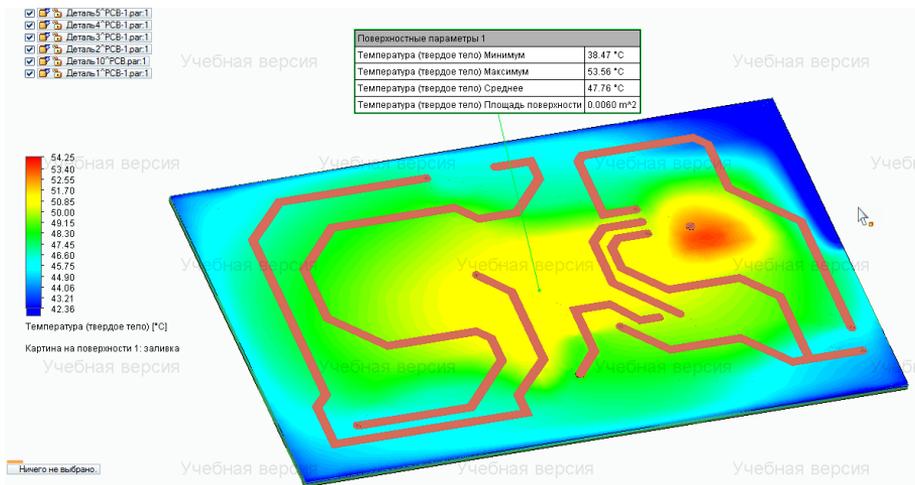


Рис. 2.110. Отображение температуры нагрева с помощью тепловой карты

Средняя температура нагрева платы составила около 48°C.

Для проведения второго эксперимента создадим простое тело с габаритами и толщиной платы. Далее создадим проект расчета с теми же параметрами, что и в предыдущем эксперименте (рис. 2.111).

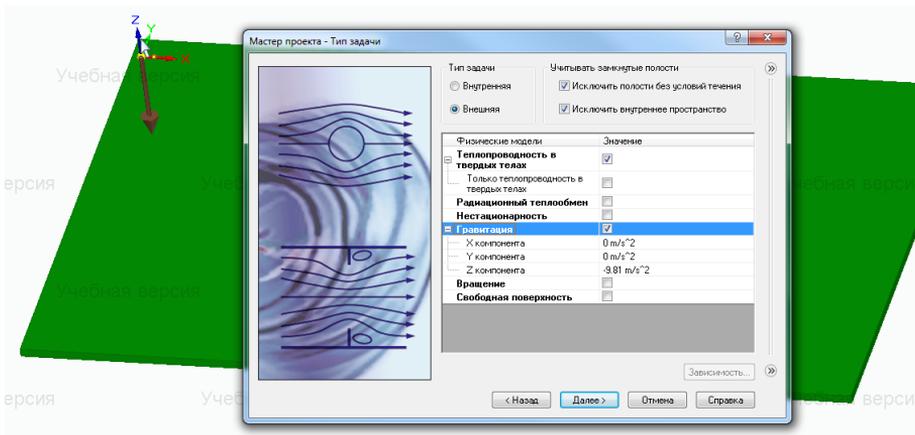


Рис. 2.111. Выбор типа задачи и физических моделей

После создания проекта необходимо аналогично скорректировать размер области расчета. После этого нужно создать условие «печатная плата» (рис. 2.112).

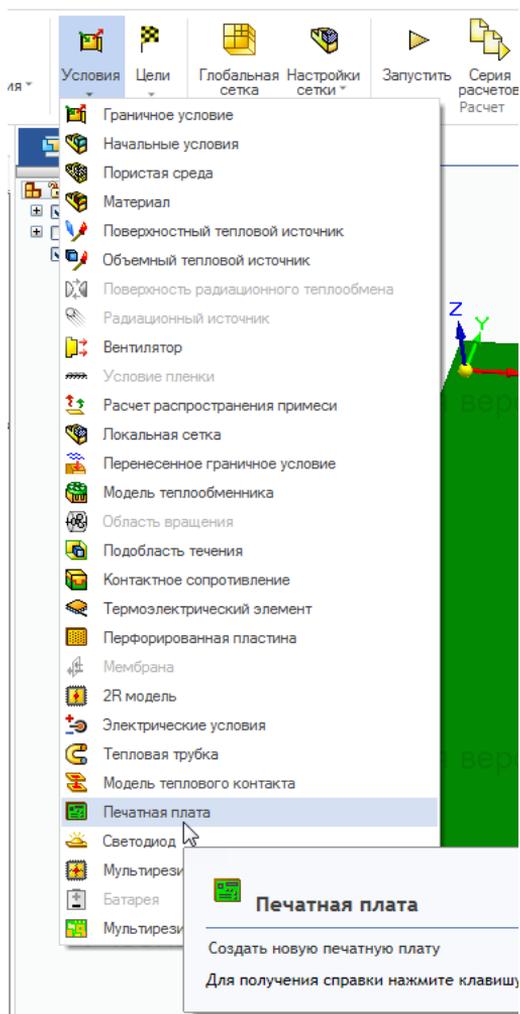


Рис. 2.112. Выбор инструмента «Печатная плата»

В инженерной базе необходимо создать пользовательский элемент «печатная плата» и с помощью таблицы задать параметры и количество слоев платы. При создании элемента нужно указать параметры моделируемой платы (рис. 2.113), определить количество слоев, их толщины и процент заполнения проводящим рисунком (рис. 2.114).

Создав элемент, появится возможность его выбора в окне назначения условия. Применим конфигурацию к созданному ранее телу (рис. 2.115). Получившаяся идеализированная модель имеет анизотропные свойства теплопроводности, моделируя повышенную теплопроводность в слоях металлизации.

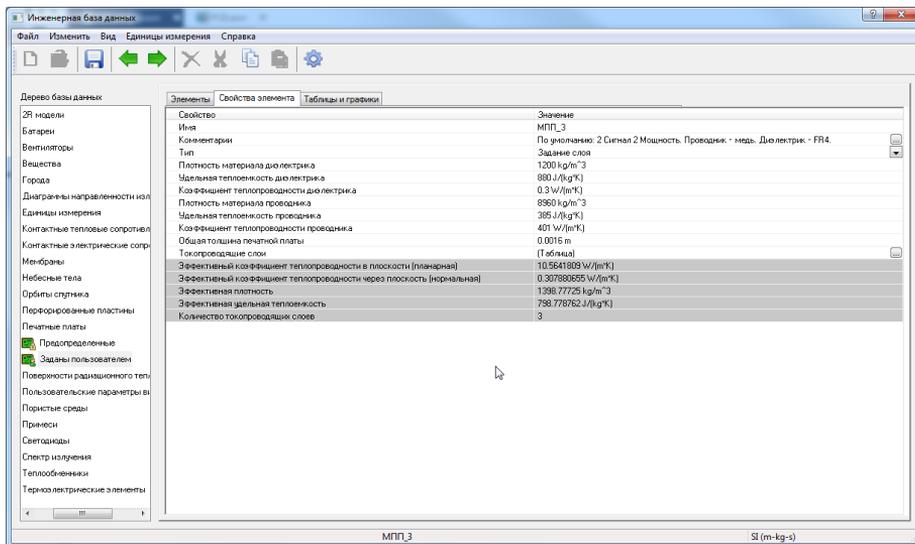


Рис. 2.113. Назначение свойств печатной платы в инженерной базе данных

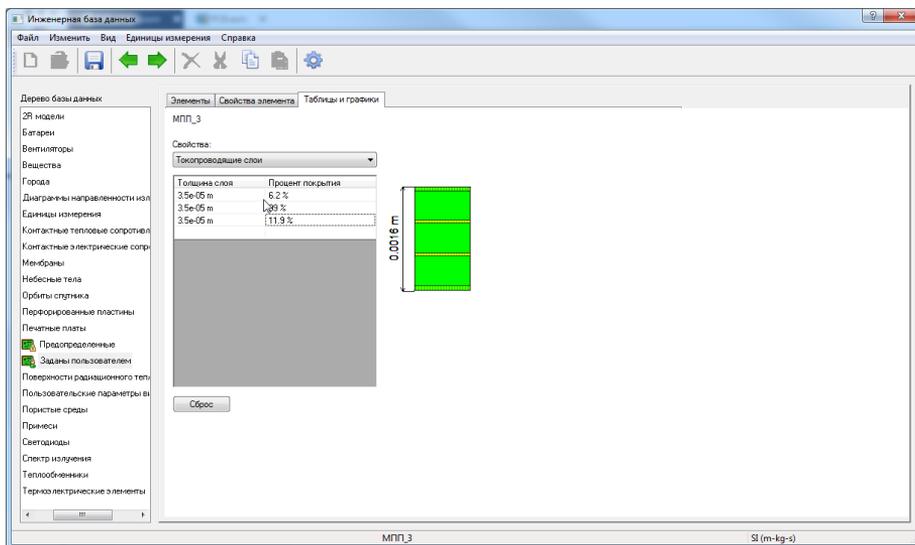


Рис. 2.114. Назначение количества и толщины слоев металлизации печатной платы в инженерной базе данных



Рис. 2.115. Применение условия «Печатная плата» к упрощенной 3D-модели печатной платы

Осталось лишь назначить источником нагрева нижнюю поверхность платы (рис. 2.116) и запустить расчет.

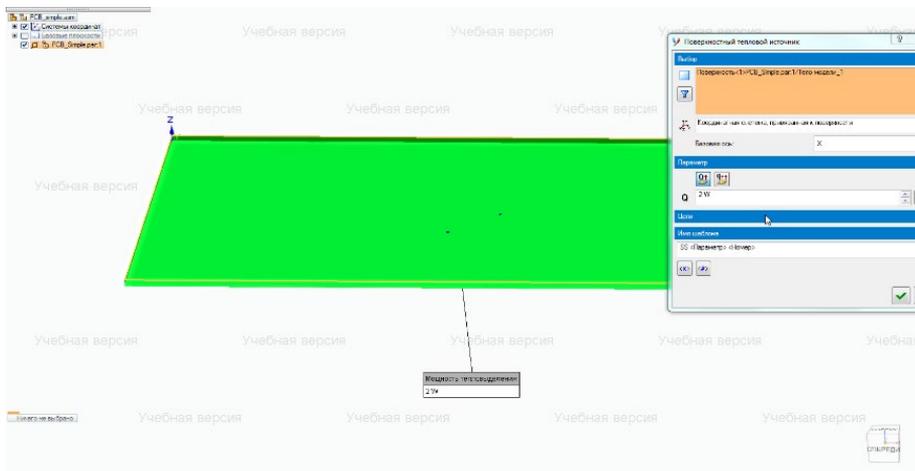


Рис. 2.116. Назначение поверхностного источника нагрева

Отообразим результаты расчета с помощью тепловой карты на поверхности платы (рис. 2.117).

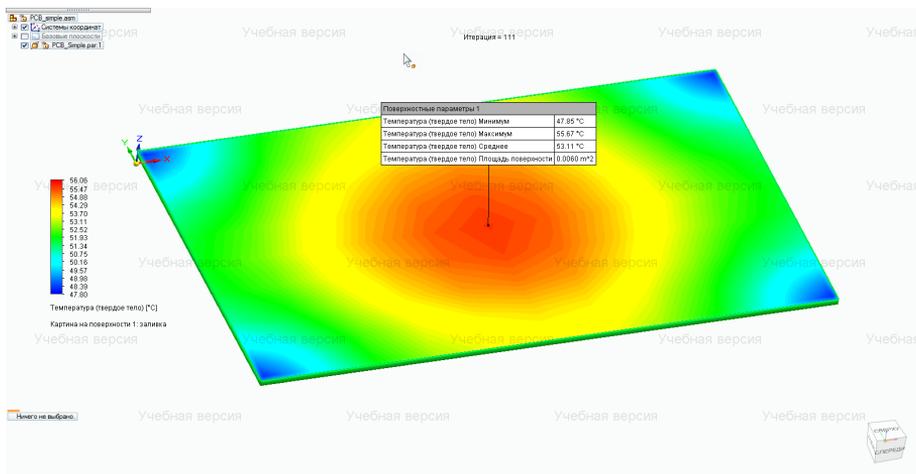


Рис. 2.117. Отображение температуры нагрева платы с помощью тепловой карты

Средняя температура поверхности составила около 53°C, что близко к 48°C, полученным в прошлом эксперименте. При этом, расчет во втором случае вычислительно гораздо проще, дает более стабильные и надежные результаты.

Содержание отчета

1. Краткий конспект теоретической части.
2. Скриншоты финальных моделей и результирующие файлы моделей в электронном виде.
3. Исходные данные и результаты анализов в печатном и электронном виде.
4. Выводы по работе.
5. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В чем отличия в моделировании реальной и идеализированной печатной платы?
2. Как при моделировании учитывается проводящий рисунок?
3. Почему в вычисляемых параметрах платы присутствуют два коэффициента теплопроводности?
4. Как задается число слоев платы?