

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-МИКРОКОРПУСИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БОРТОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

*А.Б. Перелыгин, А.Е. Абрамов студенты каф. КИПР;
Руководитель доцент каф. КИПР Д.В. Озёркин*

В настоящее время в развитии электроники и микроэлектроники наблюдаются тенденции к все большей интеграции и миниатюризации изделий. В таких областях, как космическая промышленность предъявляются жесткие требования к компоновке и массогабаритным характеристикам изделий, печатных узлов и электрорадиоэлементов.

Таким образом для решение данных вопросов предлагается рассмотреть и применить на практике технологию 3D-микрокорпусирования применительно как к полупроводниковым приборам, так и к печатным узлам.

Сущность технологии 3D – микрокорпусирования заключается в размещении частей микросистемы друг над другом, по принципу этажерки. В настоящее время применение данной технологии в изготовлении полупроводниковых приборов открывают новые возможности по повышению производительности и функциональности электронных систем, сопоставимые с возможностями, предоставляемыми совершенствованием полупроводниковой технологии. Эта технология позволяет сократить площадь электронного узла не за счёт

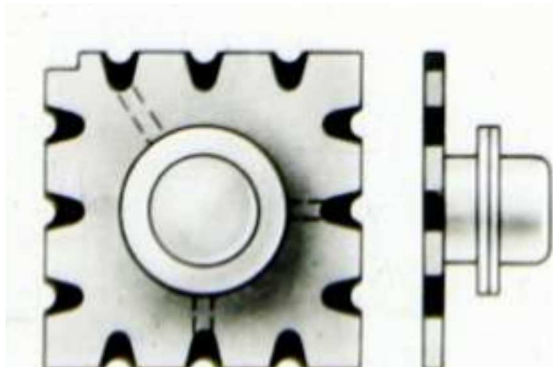


Рисунок 1.1 – Микромодуль, состоящий из транзистора и миниатюрной печатной платы (9,6x9,6 мм)

повышения степени интеграции электронной компонентной базы (ЭКБ), а за счет оптимизации коммутационной составляющей системы. Заметим, что технология на уровне печатных узлов применялась давно. Еще в 70-х годах использовались микромодули, которые на печатном узле размещались по принципу этажерки (**рисунок 1.1**) [1]. Они состояли из миниатюрной печатной платы стандартного размера, на которой размещался один электрорадиоэлемент. Однако в настоящее время элементная база значительно уменьшилась в размерах, что позволяет поместить на подобной микроплате гораздо больше ЭКБ. На **рисунке 1.2** показан современный

радиомодуль для беспроводных устройств. Такие радиомодули обычно являются платами расширения для **Arduino** и аналогичных отладочных плат. Как видно такие радиомодули в 2,5 раза меньше и позволяют разместить на порядок больше современной ЭКБ.

С целью оценки перспектив применения таких микромодулей в бортовой космической аппаратуре по заказу **АО ИСС** было сформулировано техническое задание (ТЗ) на разработку импульсного усилителя мощности (ИУМ) для управления электродвигателями.

После проведенного системного анализа по выбору материала основания для гибкой печатной платы (ГПП) микромодуля принято решение об использовании лавсановых пленок (полиэтилентерефталат, **PET**). Обоснование выбора материала основания для ГПП приведены в **таблице 1**[2].

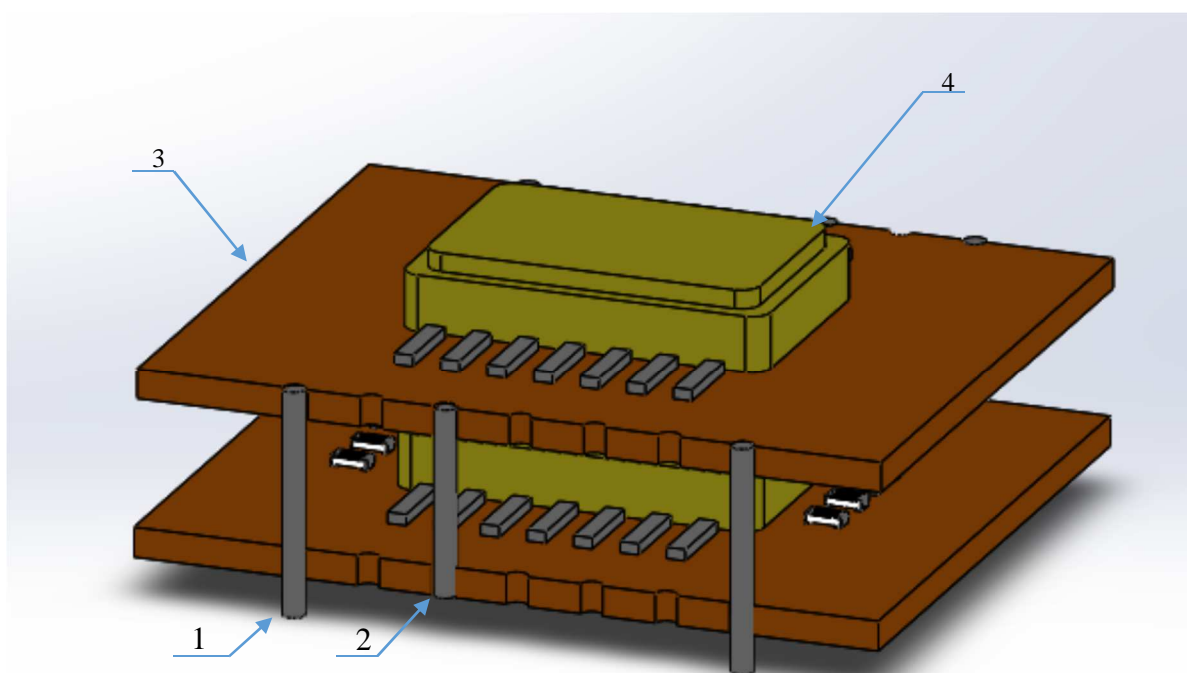


Рисунок 1.2 – Современный радиомодуль передатчик 868МГц (4x4)

Таблица 1 – Обоснование выбора материала основания для ГПП

Требование ТЗ	Характеристики материала
Наземная эксплуатация в составе бортовой аппаратуры (БА): Температура окружающей среды – от плюс 5 до плюс 35°С	Рабочий диапазон температур от минус 60 до плюс 105 °С Очень низкая стоимость Низкое влагопоглощение Хорошая гибкость
Относительная влажность не более 80% при плюс 20 °С	
Атмосферное давление от 900 до 1100 гПа	
В течение эксплуатации БА в составе КА по целевому назначению в следующих условиях: Температура окружающей среды от минус 20 до плюс 50 °С	
Пониженное давление – $1,3 \cdot 10^{-4}$ Па	

На **рисунке 1.3** изображен эскиз конструкции ИУМ. Микро модули образуют собой этажерку, которая крепится к месту установки монтажными стойками. Связь между микро модулями может осуществляться контактными стойками. В настоящее время прорабатываются другие варианты соединения с помощью гибких печатных кабелей.



- 1 – монтажная стойка
- 2 – контактная стойка
- 3 – печатная плата
- 4 - ЭКБ

Рисунок 1.3 – Эскиз конструкции ИУМ первая итерация

Представленная работа имеет хорошие перспективы по внедрению и апробации на опытном производстве АО ИСС. В ходе дальнейших исследований предполагается: разработка конструкции ИУМ; проведения анализа конструкции на механические и тепловые воздействия окружающей среды.

Рассмотренная концепция компоновки печатных узлов позволит сократить занимаемую площадь в бортовой космической аппаратуре, что является важным критерием в области разработок микро- и наноспутников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Микромодули. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diafilmy.su/1198-mikromoduli.html> (дата обращения: 20.11.2016)
2. Назначение и свойства гибки и гибко-жестких печатных плат. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rezonit.ru/support/articles/technology/10/> (дата обращения: 20.11.2016)
3. Радиомодули. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.platan.ru/cgi-bin/qweryv.pl/0w86956.html> (дата обращения: 20.11.2016)