

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-микрорасположения применительно как к полупроводниковым приборам, так и к печатным узлам.

Сущность технологии 3D – микрорасположения 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

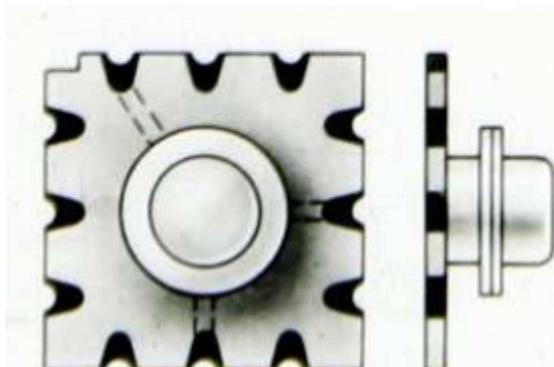


Рисунок 1.1 – Микромодуль, состоящий из транзистора и миниатюрной печатной платы (9,6x9,6 мм)

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].

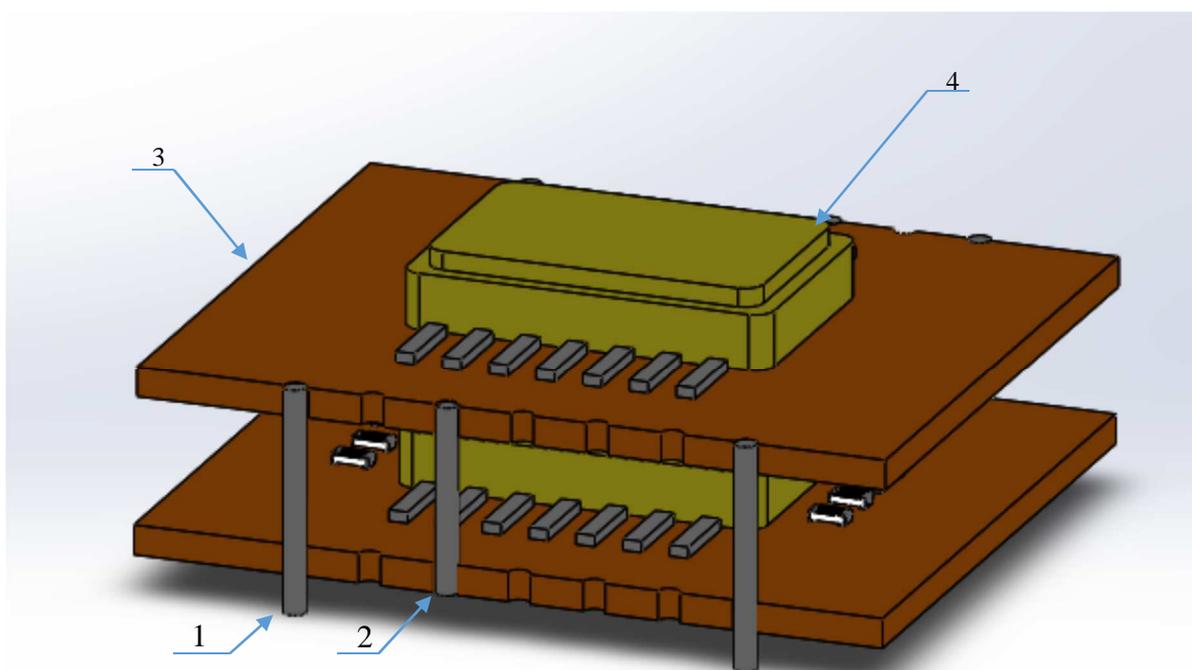


Рисунок 1.2 – Современный радиомодуль передатчик 868МГц (4x4)

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)