

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Е. Косенко

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студентке:Кожиной Анне Андреевне

Группа: КИ18-03-6М, Направление (специальность) 27.04.03 «Системный анализ и управление», (27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»).

Тема выпускной квалификационной работы (ВКР): «Исследование, анализ и разработка технологии изготовления радиоэлектронной аппаратуры с применением финишного покрытия никель-иммерсионнымзолотом».

Утверждена приказом по университету № 5596/с от 06.05.2020.

Руководитель ВКР: профессор МБК ПФиКТ, д-р техн. наук, профессор Евгений Николаевич Головенкин.

Перечень разделов ВКР:

- 1 Долговечность радиоэлектронной аппаратуры, входящей в состав космического корабля.
- 2 Виды монтажа.
- 3 Финишные покрытия печатных плат.
- 4 Технология изготовления кроссблока.

Перечень графического материала: 3 таблицы, 7 рисунков, 3 графика, 13 формул.

Руководитель ВКР

подпись

Е.Н. Головенкин
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись,

А.А. Кожина
инициалы и фамилия студента

«___» _____ 2019 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование, анализ и разработка технологии изготовления радиоэлектронной аппаратуры с применением финишного покрытия никель-иммерсионным золотом» содержит 104 страниц текстового документа, 7 приложений, 18 использованных источников, листов графического материала.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ, ПРОГРАММА, ОБЪЕКТ, ИНФОРМАЦИЯ, ОТЧЕТ, МОЙКА, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Объект аудита:

Цели аудита:

- проверка и обеспечение соответствия природоохранной деятельности предприятия действующим законодательным и нормативным документам;
- оценка эффективности существующей системы управления охраной окружающей среды на предприятии;
- снижение экологического риска и предотвращение применения штрафных санкций;
- выработка первоочередных мер и долгосрочной политики в области решения экологических проблем предприятия.

В результате проведения экологического аудита была определена структура экологического управления, установлены направления и аспекты экологической деятельности, состав и характеристики экологической документации, выявлены основные экологические проблемы предприятия.

В итоге был разработан ряд рекомендаций и предложений, как малозатратных и быстрореализуемых, так и на перспективу с достаточно емкими капиталовложениями. В качестве технической реализации одного из перспективных предложений произведен расчет типового проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Долговечность радиоэлектронной аппаратуры, входящей в состав космического корабля	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 Надежность	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.2 Технология изготовления плат ...	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.3 Требование к монтажу электрорадиоизделия на плату на примере самой большой группе конденсаторов	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.4 Демонтаж электронных компонентов	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2 Виды монтажа	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 Групповой способ пайки	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.2 Волновой способ пайки	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.3 Автоматический способ пайки ...	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.4 Основные достоинства, отличающие метод пайки в паровой фазе	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3 Финишные покрытия печатных плат	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.1 Иммерсия	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.2 Горячее лужение пос-63 (hasl) ...	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.3 Иммерсионное серебро (imm ag -immersion ag)	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.4 Органическая защита osp (organic solderability preservative)	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.5 Иммерсионное олово (immersion tin – imm sn) с подслоем органического металла	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.6 Причины появления черных площадок	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.7 Процесс золочения	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.8 Материаллы для монтажа на плату	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.8.1 Флюсы	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.8.2 Припой	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4 Технология изготовления кроссблока	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.1 Разработка технологии финишного покрытия никель – иммерсионным золотом	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.2 Результаты облуживания контактной площадки ...	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.3 Анализ результатов отработки технологии ..	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.4 Выводы	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
Заключение	9
Список сокращений	10
Список использованных источников	11

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни трудно даже перечислить области применения радиоэлектроники. Технические средства, создаваемые на ее основе, неограниченно расширяют возможности человека. Современная радиоэлектронная аппаратура позволяет передавать звук и изображение на любые расстояния в пределах Земли и на огромные расстояния в космосе. С помощью радиоэлектроники осуществляется программа завоевания человеком космического пространства, запуск искусственных спутников Земли, ведутся научные исследования. Радиоэлектронную аппаратуру применяют на производстве, транспорте, в сельском хозяйстве, медицине, без нее мы уже не представляем себе наш быт. Трудно назвать область народного хозяйства, в которой в той или иной мере не использовались бы средства радиоэлектроники. Темпы внедрения радиоэлектроники во все отрасли науки и техники быстро растут.

Радиоприборы должны не только обладать определенными установленными техническими условиями (ТУ) значениями параметров (мощностью, коэффициентом усиления, чувствительностью, полосой пропускания и др.), но сохранять их в предусмотренных условиях эксплуатации (при определенных пределах рабочих температур, уровне влажности, давлении, динамических нагрузках, времени непрерывной работы). Поэтому после получения в процессе изготовления и регулировки предусмотренных ТУ параметров определяют, будет ли аппаратура работать достаточно продолжительно и насколько можно рассчитывать на ее исправное состояние в течение этого времени, т.е. окажется ли она достаточно надежной. Продолжительность жизни аппаратуры оценивают долговечностью, или сроком службы.

В процессе исследования необходимо проанализировать различные, современные способы монтажа и выявить такую их комбинацию, которая обеспечит более продолжительный срок службы приборов. Критерием оценки эффективности монтажа ЭРИ выбрана универсальность, поскольку это позволит обеспечить гибкость системы монтажа и взаимозаменяемость отдельных элементов сборки, что крайне положительно сказывается на стоимости и сроках разработки перспективных космических аппаратов.

Для поддержания достойного положения Российской космической отрасли на мировом рынке необходимо постоянное развитие и применение на уровне космических аппаратов, позволяют обеспечить конкурентоспособность и увеличить надежность космической техники.

В процессе выполнения ВКР (выпускной квалификационной работы) предполагается исследовать такие способ монтажа оптимизации процесса изготовления аппаратуры, который позволяет при минимальных трудозатратах получать хороший результат, удовлетворяющий по всем требованиям заказчика.

В процессе исследования необходимо проанализировать различные, современные способы монтажа и выявить такую их комбинацию, которая обеспечит более продолжительный срок службы приборов. Критерием оценки эффективности монтажа ЭРИ выбрана универсальность, поскольку это позволит обеспечить гибкость системы монтажа и взаимозаменяемость отдельных элементов сборки, что крайне положительно сказывается на стоимости и сроках разработки перспективных космических аппаратов.

[изъято с 8-81 стр.]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе были приведены параметры качества, а также:

- рассмотрены технологии монтажа на плату;
- рассмотрены сравнительные показатели финишных покрытий;
- перечислены все требования к изготовлению блоков, входящих в состав мобильного автоматизированного комплекса специальных испытаний радиоэлектронной аппаратуры, служащего для обеспечения специальных автономных испытаний бортовой аппаратуры (Ба) КА;
- проведен анализ финишного покрытия никель – иммерсионного золота;
- разработана технология финишного покрытия никель – иммерсионного золота.

Современная электроника требует создания компактных печатных плат. Создание компактных радиоэлектронных узлов стало возможным с появлением элементов нового уровня. Они специально разработаны для монтажа и запайки их на поверхности электронной платы. Современная электроника требует создания компактных печатных плат. Создание компактных радиоэлектронных узлов стало возможным с появлением современных элементов. Они специально разработаны для монтажа и запайки их на поверхности электронной платы. Раньше радиодетали вставлялись на платах в отверстия. Современные элементы запаиваются на специальных площадках контактов, расположенных на поверхности изготавливаемых плат. Поверхностный монтаж печатных плат представляет собой современный и самый распространенный метод сборки и конструирования радиоэлектронных изделий

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- БА – бортовая аппаратура;
- ВКР – выпускная квалификационная работа;
- ГПП – гибкая печатная плата;
- ГЖП – гибко-жесткие платы;
- ДПП – двухсторонняя печатная плата;
- ИЭТ – изделие электронной техники;
- КД – конструкторская документация;
- КА – космический аппарат;
- КП – контактная площадка;
- МПП – многослойная печатная плата;
- МСБ – микросборка;
- ОПП – односторонняя печатная плата;
- ПМК – поверхностно – монтируемый компонент;
- ПП – печатная плата;
- ПУ – печатный узел (ячейка, электронная плата печатного монтажа);
- ТТ – технические требования;
- ТУ – технические условия;
- ЭА – электронная аппаратура;
- ЭМС – электромагнитная совместимость;
- ЭРИ – электрорадиоизделие;
- ЭРЭ – электрорадиоэлемент.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы.– [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.roscosmos.ru/22347/>
- 2 Основные положения государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс].– Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_145908/
- 3 Витвицкий, В.Г. Факторы повышения надежности и устойчивости работы полевых транзисторов с барьером Шоттки / В.Г. Витвицкий, Т.А. Гевондян, В.Н. Дианов // Надежность и качество –2013: труды междунар. сипоз. В 2-х т. Под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. –Т. 2. –С. 124-126.
- 4 Rainal, A.I. Performance Limits of Electrical Interconnections to a High-Speed Chip / A.I. Rainal // IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology. –1988. –Vol. 11, Issue 3. –P. 260-266.
- 5 Белоус, А. И. Космическая электроника. В 2-х книгах. Книга 2/А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. – Москва: Технофера, 2015. –696 с.
- 6 Миронов, Ю.К. О создании отраслевого технического центра по электрорадиоизделиям в ФНПЦ ФГУП ПО «Старт» // Новые промышленные технологии. –2008. –№ 3. –С. 23-257. ОСТ В 11 0998-99. Микросхемы интегральные. Общие технические условия.–Введ. 2000-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 2000. –141 с.
- 8 Бумагин, А. Специализированные СБИС для космических применений: проблемы разработки и производства / А. Бумагин, Ю. Гулин, С. Заводсков, В. Кривякин, А. Руткевич, В. Стешенко, А. Сухоруков, О. Шишкин // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. –2010. –№ 1. –С. 50-56.
- 9 Юрков, Н.К. Модель оценивания риска отказа электронных средств длительного функционирования / Н.К. Юрков // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. –2015. –Т. 1. –С. 261-266.
- 10 Горлов, М. Отбраковочные испытания как средство повышения надежности партии ИС/ М. Горлов, А. Строгонов // Технологии в электронной промышленности. –2006. –№1. –С. 70-75.
- 11 Калашников, В.С. Информационно-измерительная система для проведения испытаний бортовой радиоэлектронной аппаратуры / В.С. Калашников, А.В. Лысенко, Н.К. Юрков // Наука и образование транспорту. – 2017. –N 2. –С. 19-22.
- 12 Юрков, Н.К. Методы повышения точности прогнозирования показателей надежности наукоемких сложных электронных систем / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко // Современные информационные технологии. –2014. –№ 19. –С. 183-187.
- 13 Сергеев, В. А., Беринцев А. В., Новиков С. Г., Черторийский А. А. Влияние собственного разогрева фотоприемной КМОП-матрицы на погрешность измерения параметров спектра оптического излучения / В.А.

Сергеев, А.В. Беринцев, С.Г. Новиков, А.А. Черторийский // Известия Самарского научного центра РАН. –2014. –том 16(4). –С. 619-623.

14 ГОСТ РВ 20.39.304. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.–Введ. 1999-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1999. –55 с.

15 РД 134-0140-2005. Порядок применения иностранной электронной компонентной базы в аппаратуре объектов ракетно-космической техники научного и социально-экономического назначения. Общие положения. – Введ. 2006-07-01. –М.: Изд-во стандартов. –16 с.

16 ГОСТ Р 56648-2015. Электронная компонентная база для ракетно-космической техники. Входной контроль и дополнительные испытания. – Введ. 2016-05-01. –М.: Стандартиформ,2016. –15 с.

17 ГОСТ Р 56649-2015. Ракетно-космическая техника. Электронная компонентная база иностранного производства. Порядок применения. – Введ. 2016-05-01. – Москва: Стандартиформ, 2016. –56 с.

18 ГОСТ Р 56516-2015. Порядок и правила обеспечения контроля надежности и безопасности космических систем, комплексов и автоматических космических аппаратов единичного (мелкосерийного) изготовления с длительными сроками активного существования. – Введ. 2016-01-01. – Москва: Стандартиформ, 2016. –28 с.

19 Урличич, Ю. Дополнительные отбраковочные испытания современной космической электронной компонентной базы / Ю. Урличич, Н. Данилин, Д. Чернов, А. Сашов, С. Белослудцев, А. Степанов //Современная электроника. – 2007. – N 2. –С. 8-11.

20 Данилин, Н. Проектирование и разработка космических бортовых приборов, ориентированных на современную зарубежную электронную компонентную базу/ Н. Данилин, С. Белослудцев // Современная электроника. – 2008. –N 4.–С. 54-59.

21 Герасимов, О.Н. Способ организации производственного контроля и диагностики РЭС с заданным уровнем остаточного ресурса / О.Н. Герасимов, А.В. Затылкин, Н.К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. –2016. – No 1 (13). –С. 94-98.

22 Байда, Н.К.Эволюция отказоустойчивых БЦВК и направления их развития на однокристалльных микро-ЭВМ/ Н.К. Байда, А.И. Кривоносов, И.В. Лысенко, В.С.Харченко, Ю.Б. Юрченко // Системы обработки информации. – 2001. –Вып. 4(14).–С. 217-225.

23 Юрков, Н.К. К проблеме моделирования риска отказа электронной аппаратуры длительного функционирования / Н.К. Юрков, И.И. Кочегаров, Д.Л. Петрянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. –No 4 (32) .–С. 220-231.

24 Горлов, М.И. Физические основы надежности интегральных схем: Учебное пособие / М.И. Горлов.– Москва.: МАКС Пресс, 2008. –404 с.

25 Гнеденко, Б.В.Элементарное введение в теорию вероятностей./ Б.В. Гнеденко, А.Я. Хинчин. –8-е изд. испр. –Москва: Наука,1976. –165 с.

26 Хевиленд, Р. Инженерная надежность и расчет на долговечность /Р. Хевиленд /Пер. с англ. – Москва: Энергия, 1966. –231 с.

27 Сотсков, Б.С. Физика отказов и определение интенсивности отказов / Б.С. Сотсков // О надежности сложных технических систем. – Москва: Советское радио, 1966. – С. 289-306.

28 Проников, А.С. Надежность машин / А.С. Проников.– Москва: Машиностроение, 1978. –592 с.

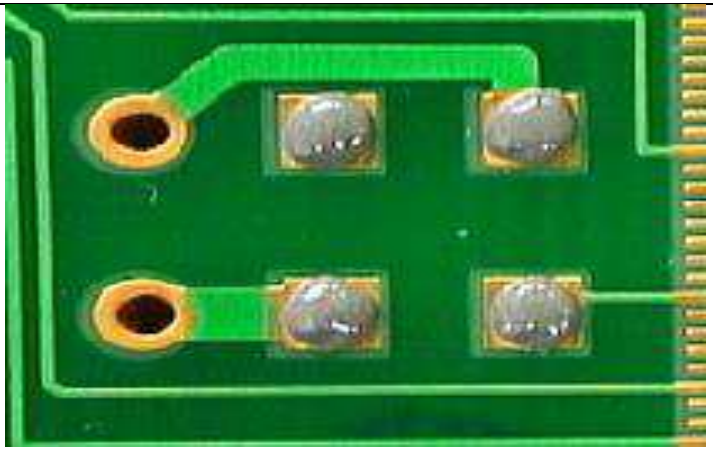

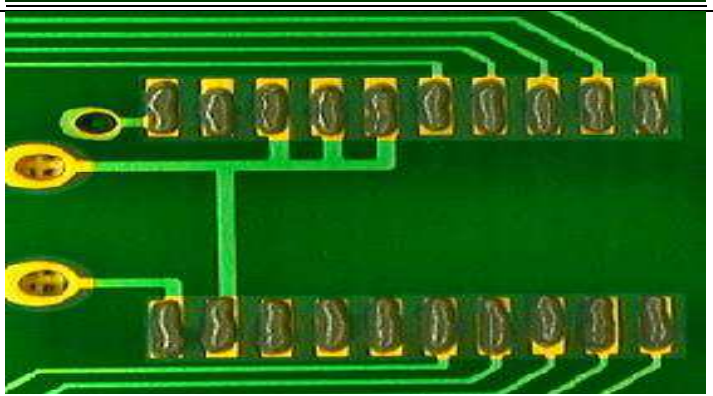
29 Стрельников, В.П. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем/ В.П. Стрельников, А.В. Федухин. – К.: Логос, 2002. –486 с.

30 Баронс, П.П. Надежность и качество механических систем / П.П. Баронс, А.В. Звиедрис, Н.К. Салениекс. – Рига: Авотс, 1982. –85 с.

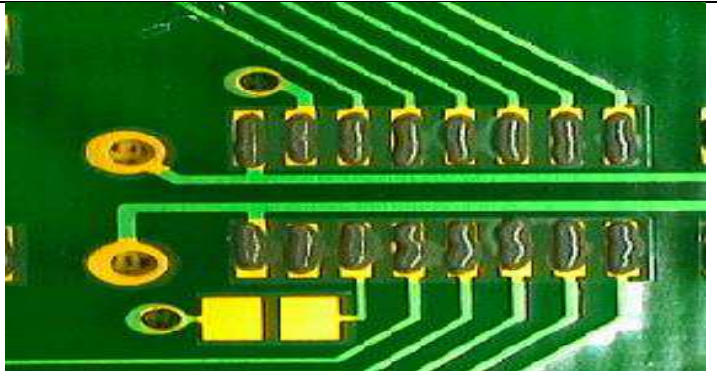
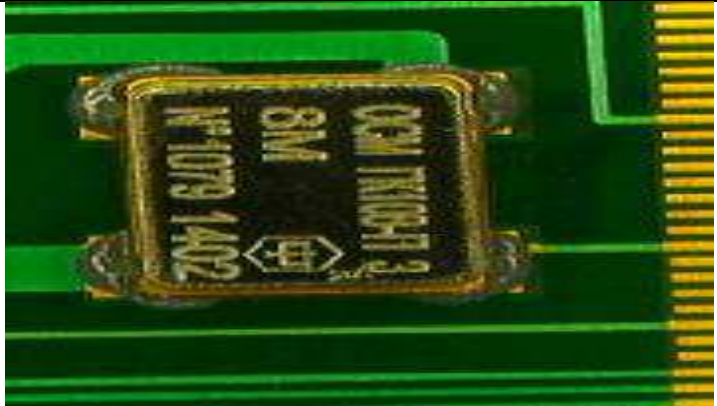
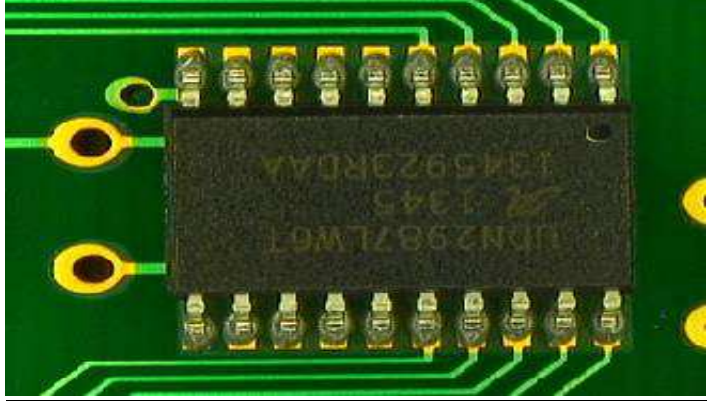
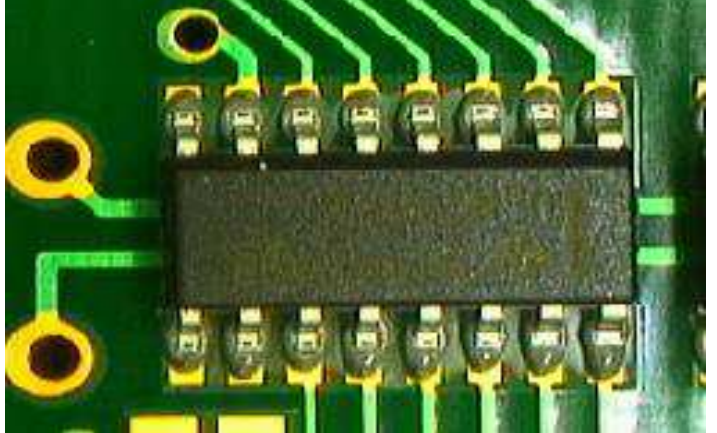
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образцы паяных соединений



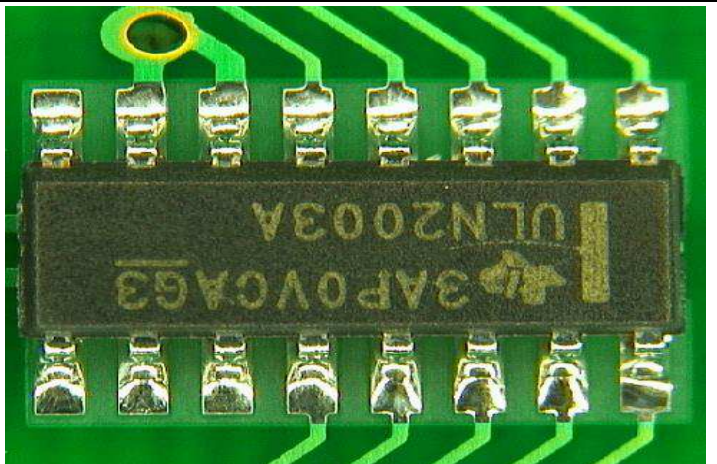

Таблица 3 - Образцы паяных соединений

№	Описание процесса	Фото внешнего вида
1.	Нанесение пасты дозатором TS-250 на КП под генератор регулятор давления (4±1) бар, время дозирования - 1,6 с	
2.	Нанесение пасты дозатором TS-250 на КП под генератор ГК108-П-15ГР-3-8М: регулятор давления (4±1) бар, время дозирования - 1,2 с	
3.	Нанесение пасты дозатором TS-250 на КП под микросхемы UDN2987LWTR-6-T: регулятор давления (4±1) бар, время дозирования - 0.64 с	

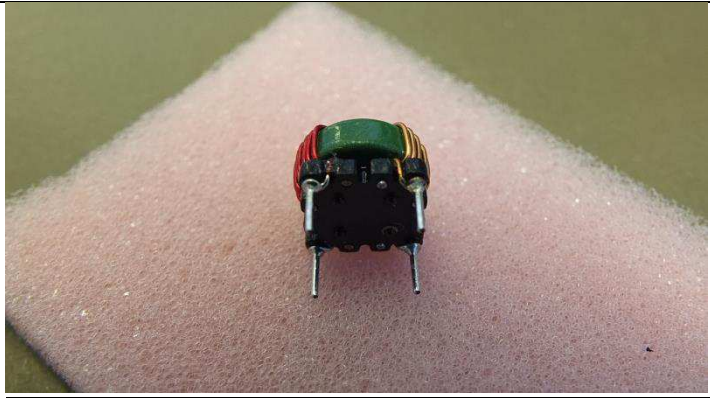
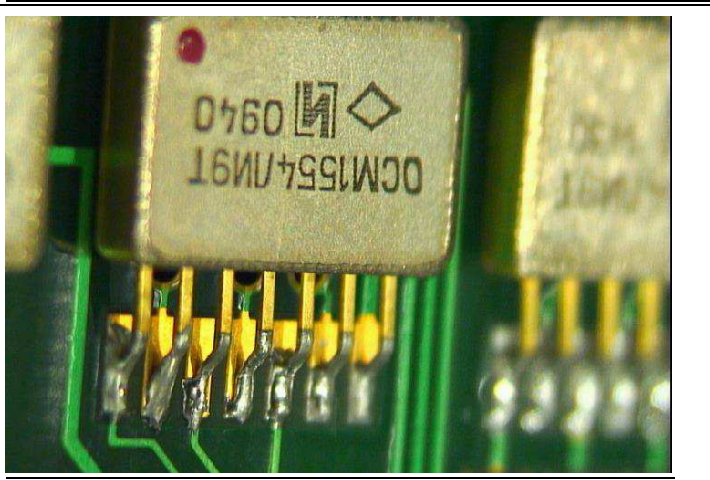
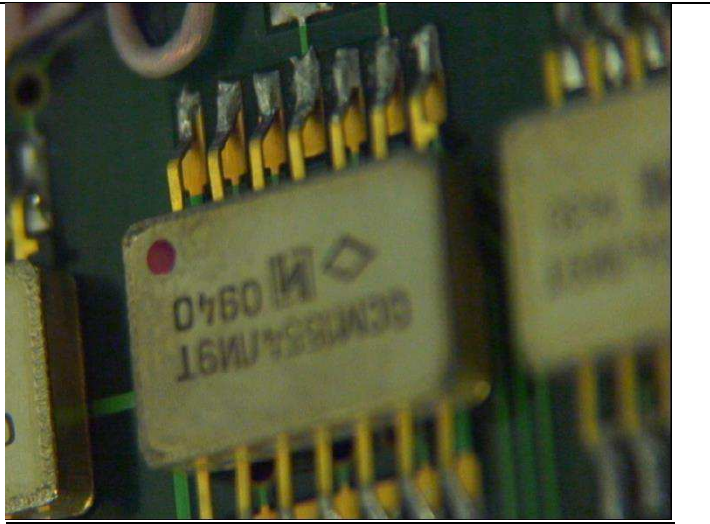
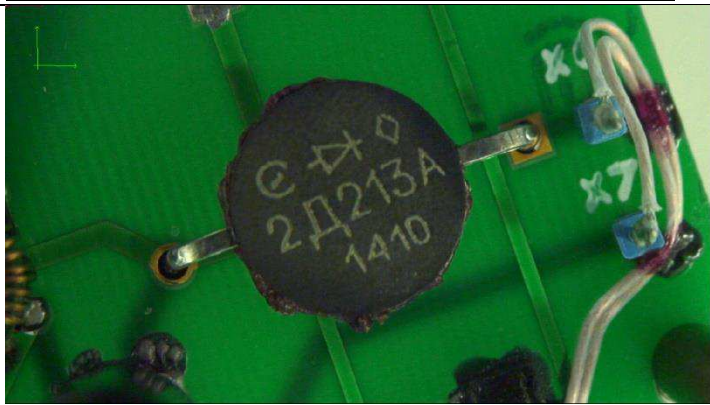
Продолжение таблицы 3

<p>4.</p>	<p>Нанесение пасты дозатором TS-250 на КП под микросхемы ULN2003ADR: регулятор давления (4 ± 1) бар, время дозирования - 0.64 с</p>	
<p>5.</p>	<p>Установка генератора ГК108-П-15ГР-3-8 на пасту.</p>	
<p>6.</p>	<p>Установка микросхем UDN2987LWTR-6-T на пасту.</p>	
<p>7.</p>	<p>Установка микросхем ULN2003ADR на пасту.</p>	

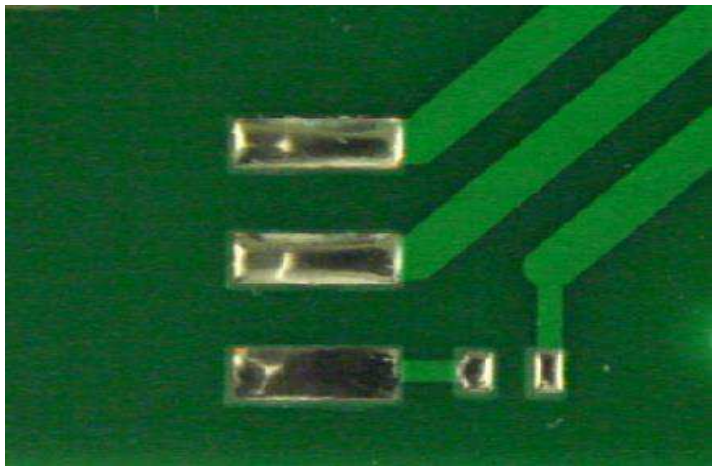
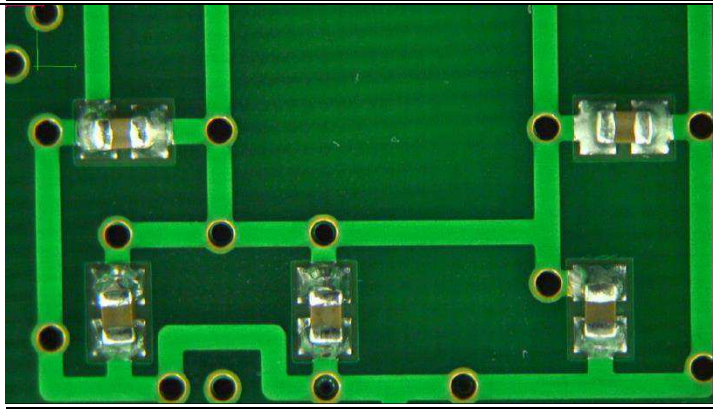
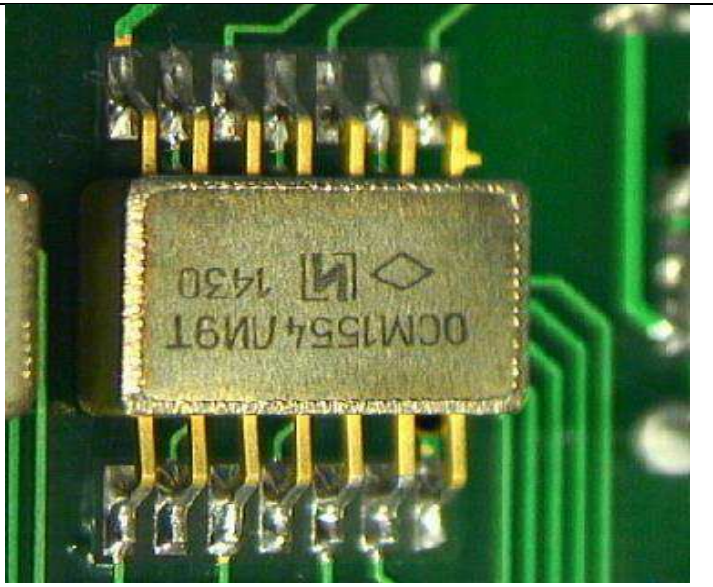
Продолжение таблицы 3

<p>8.</p>	<p>Генератор ГК108-П-15ГР-3-8 после отмывки флюса.</p>	 <p>A square microchip with a gold border and a black center. The text on the chip is: "ОСМ ГК108-П 3", "8M", and "№1079 1402". There is a small logo on the right side.</p>
<p>9.</p>	<p>Микросхема UDN2987LWTR-6-T после отмывки флюса.</p>	 <p>A rectangular microchip with a black surface and gold pins. The text on the chip is: "UDN2987LW6T", "1345", and "1345923RDA".</p>
<p>10</p>	<p>Микросхема ULN2003ADR после отмывки флюса.</p>	 <p>A rectangular microchip with a black surface and gold pins. The text on the chip is: "ULN2003A" and "3AP0VCA63".</p>
<p>11.</p>	<p>Блок питания Wлюбужен в ванне лужения СТ-216</p>	 <p>A rectangular power block with a silver top and black bottom. The text on the top is: "ZTC0824S05W" and "WS69067E37".</p>

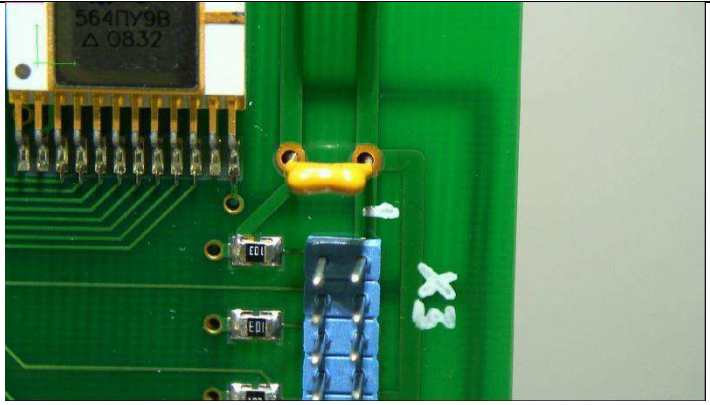
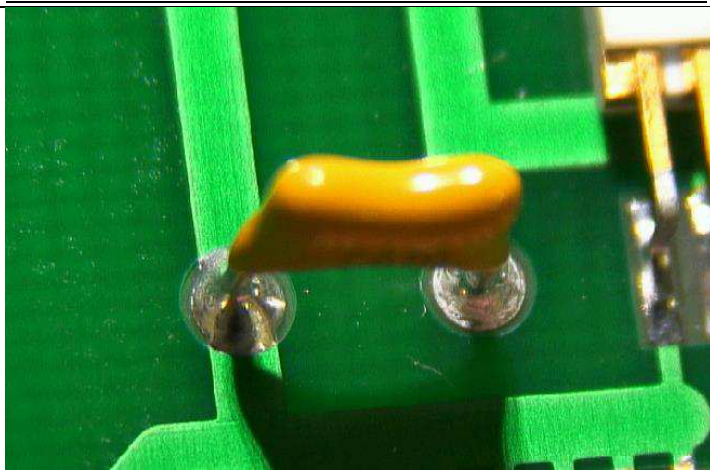
Продолжение таблицы 3

12.	Дроссель был облужен в ванне лужения СТ-216	
13.	Пайка микросхемы на необлуженные КП	
14.	Пайка микросхемы на необлуженные КП	
15.	Пайка диода на необлуженные КП	

Продолжение таблицы 3

16.	Луженные КП	 A close-up photograph of three rectangular surface-mount components, likely capacitors, on a green printed circuit board (PCB). The components are arranged vertically and are connected to the board's traces. The solder joints are visible and appear to be of good quality.
17.	Пайка бескорпусных конденсаторов на облуженные КП	 A microscopic view of several surface-mount capacitors on a green PCB. The capacitors are small, rectangular components with visible solder joints connecting them to the board's traces. The traces are clearly visible and form a network around the components.
18.	Пайка микросхем на облуженные КП	 A microscopic view of a microchip mounted on a green PCB. The chip is a square component with a gold-colored surface. It has several pins extending from its sides, which are soldered to the board. The chip is labeled with the text "DCM1524/1M9T" and "1430" along with a logo. The solder joints are clearly visible and appear to be of good quality.

Окончание таблицы 3

19.	Пайка конденсатора в отверстия	
20.	Пайка конденсатора в отверстия.	

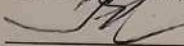
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

/ УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« 19 » 06 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Исследование, анализ и разработка технологии изготовления радиоэлектронной аппаратуры с применением финишного покрытия никель-иммерсионным золотом»


тема

27.04.03 «Системный анализ и управление»

код и наименование направления

27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Научный
руководитель


подпись, дата

профессор
МБК ПФиКТ, д-р техн.
наук, профессор
должность, ученая степень

Е.Н. Головенкин
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

А.А. Кожина
инициалы, фамилия

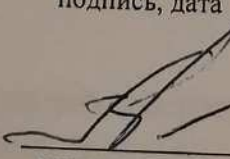
Рецензент


подпись, дата

начальник сектора
отдела 640 АО «ИСС»
должность, ученая степень

О.А. Климкин
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

профессор
МБК ПФиКТ, д-р
техн. наук, доцент
должность, ученая степень

В.Е. Чеботарев
инициалы, фамилия

Красноярск 2020