

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
по дисциплине**

**ПМ.03 ВЫПОЛНЕНИЕ НАСТРОЙКИ, РЕГУЛИРОВКИ,  
ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА И ИСПЫТАНИЙ ПАРАМЕТРОВ  
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

**Специальность:**

11.02.17 Разработка электронных устройств и систем

**Квалификация выпускника:**

техник

**Форма обучения: очная**

Ростов-на-Дону  
2023

СОГЛАСОВАНО

Начальник методического отдела

Н.В. Вострякова Н.В. Вострякова

«28» августа 2023г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебно-методической работе

С.А. Будасова С.А. Будасова

«28» августа 2023г.

ОДОБРЕНО

Цикловыми комиссиями радиоэлектроники

и технического обслуживания

радиоэлектронной техники

Пр. № 8 от «01» февраля 2023г.

Председатель ЦК

В.Ю. Махно В.Ю. Махно

Методические указания по выполнению практических работ разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.03 Выполнение настройки, регулировки, диагностики, ремонта и испытаний параметров электронных устройств и систем различного типа специальности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем

**Разработчик(и):**

**Коробенко С.В.** - преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

#### МДК.03.01 Диагностика и испытания изделий электронной техники

1. Практическое занятие № 1 «Изучение приемов диагностики электронных систем с помощью ременного контрольно-диагностического оборудования»
2. Практическое занятие № 2 «Диагностика исправности пассивных компонентов (резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности) электронных устройств и систем»
3. Практическое занятие № 3 «Диагностика исправности полупроводниковых и оптоэлектронных приборов электронных устройств и систем»
4. Практическое занятие № 4 «Диагностика исправности интегральных микросхем (аналоговых и цифровых) электронных устройств и систем»
5. Практическое занятие № 5 «Проведение функционального теста по поиску неисправностей дифференциального усилителя на операционном усилителе»
6. Практическое занятие № 6 «Проведение функционального теста по поиску неисправностей импульсного источника питания»
7. Практическое занятие № 7 «Проведение функционального теста по поиску неисправностей регулятора напряжения и мостового выпрямителя»
8. Практическое занятие № 8 «Изучение методов и средств для испытаний электронных устройств и систем на воздействие тепла»
9. Практическое занятие № 9 «Изучение методов и средств для испытаний электронных устройств и систем на воздействие влажности»
10. Практическое занятие № 10 «Изучение методов и средств для испытаний электронных устройств и систем на воздействие ударных нагрузок»

#### МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем

1. Практическое занятие № 1 «Изучение технологии выполнения регулировки электронных приборов в соответствии с технологическими условиями»
2. Практическое занятие № 2 «Выполнение настройки и регулировки источника питания охранного устройства»
3. Практическое занятие № 3 «Выполнение настройки и регулировки усилителя звуковой частоты»
4. Практическое занятие № 4 «Выполнение настройки и регулировки автогенератора»
5. Практическое занятие № 5 «Выполнение настройки и регулировки чувствительности датчика охранного устройства»

6. Практическое занятие № 6 «Проведение операции поиска неисправностей в аналоговых схемах электронных устройств и систем»
7. Практическое занятие № 7 «Проведение операции поиска неисправностей в аналоговых схемах электронных устройств и систем»
8. Практическое занятие № 8 «Проведение операции поиска неисправностей в источниках питания»
9. Практическое занятие № 9 «Нахождение механических и электрических неточностей в работе электронных приборов и устройств»
10. Практическое занятие № 10 «Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания источника питания»
11. Практическое занятие № 11 «Проведение операции поиска неисправности и ремонта в электронном приборе»
12. Практическое занятие № 12 «Технология ремонта электронного блока управления при неисправности элементов системы электропитания процессора»
13. Практическое занятие № 13 «Технология ремонта электронного блока управления путем замены элементов памяти (замена и перепрошивка eeprom)»
14. Практическое занятие № 14 Технология ремонта электронного блока управления путем замены процессора (многовыводной ИМС).
15. Практическое занятие № 15 Технология ремонта электронного блока управления путем замены процессора (BGA).

## Введение<sup>1</sup>

Практические занятия по профессиональному модулю **ПМ.03 Выполнение настройки, регулировки, диагностики, ремонта и испытаний параметров электронных устройств и систем различного типа** составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки и направлены на подтверждение теоретических положений и формирование практических умений и практического опыта.

Лабораторные и практические занятия относятся к основным видам учебных занятий.

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (аналитических, проектировочных, конструкторских и др.) у будущих специалистов;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием лабораторных работ по дисциплине /профессиональному модулю являются экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Содержанием практических занятий по дисциплине /профессиональному модулю являются решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и другое.

Содержание практических, лабораторных занятий охватывают весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина/профессиональный модуль, которые в дальнейшем закрепляются и

---

<sup>1</sup> Информация во введении обобщенная и может быть откорректирована преподавателем

совершенствуются в процессе курсового проектирования, практикой по профилю специальности и преддипломной практикой.

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных учебных лабораториях. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках). Продолжительность занятия – не менее 2-х академических часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения работы.

Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.

Выполнению лабораторных и практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные и практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. При проведении лабораторных и практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек. Объем заданий для лабораторных и практических занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Формы организации работы обучающихся на лабораторных работах и практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практической и лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение лабораторных работ и практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости студентов.

#### **Критерии оценки лабораторных, практических работ.**

**Оценка «5»** ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

**Оценка «4»** ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

**Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка «2»** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Практическое занятие № 1

Изучение приемов диагностики электронных систем с помощью современного контрольно-диагностического оборудования

**1 Цель работы:**

1.1 Получить навыки работы с технической документацией (контрольно-измерительного оборудования и технологического оснащения настройки и регулировки устройств и блоков радиоэлектронной техники).

1.2 Получить практические навыки работы со стробоскопами.

**2 Краткие теоретические сведения**

*2.1 Назначение, описание конструкции и принципа работы автомобильных стробоскопов.*

Автомобильные стробоскопы предназначены для проверки и регулировки систем зажигания, как контактных (классических), так и электронных (бесконтактных). Однако автомобильные стробоскопы с успехом могут применяться и для контроля за работоспособностью фаз впуска топливно-воздушной смеси, сжатия (компрессии) в цилиндре. Для правильной работы двигателя автомобиля условия необходимо выполнить следующие условия:

- соответствие (синхронизация) фаз впуска топливно-воздушной смеси, сжатия (компрессии) в цилиндре и момента подачи искры на свечу зажигания, рабочий ход цилиндра, фаза выпуска отработавших газов.

В реальном двигателе в процессе его работы определить, увидеть в каком положении находится поршень цилиндра, впускные и выпускные клапана без специальных приспособлений невозможно, в тоже время необходимо правильно определить момент подачи искры на свечу цилиндра, каким образом это возможно сделать? Общепринятая технология – при производстве двигателя на заводе – установка меток на шкиве коленвала (КЛВ), соответствующих верхней мертвой точке первого цилиндра, (либо на маховике двигателя) – в любом случае на вращающихся элементах, связанных с положением поршней цилиндров. В этом случае нет необходимости разбирать двигатель, для того чтобы узнать когда поршень займет положение верхней мертвой точки в такте сжатия, а ведь именно в этот момент необходимо подать высоковольтный импульс напряжения на свечу зажигания для воспламенения топливно-воздушной смеси. Но, если мы будем смотреть на шкив коленвала, то при частоте вращения от 600 до 6000 об/мин (10 - 100 Гц) эти метки не увидим, они будут размытыми. Для того, чтобы их возможно было наблюдать необходимо в строго определенное время их освещать – это возможно используя стробоскопический эффект, который и лежит в основе работы всех типов стробоскопов. Принцип работы стробоскопов основан на инерционных особенностях зрения человека – все изменяющиеся с частотой более 24 герц объекты человеческим глазом кажутся непрерывными, неподвижными.

*Типы стробоскопов используемых при диагностике:*

- аналоговые автономные, позволяют установить момент и УОЗ по меткам на шкиву коленвала, либо меткам на маховике КВ;

- цифровые автономные, дополнительно позволяют выполнять некоторые функции мотор-тестера;

- цифровые, входящие в состав измерительных комплексов «Мотор-тестер», управляются оператором от внешней ЭВМ.

Практически во всех стробоскопах используются малоинерционные импульсные лампы с большой яркостью свечения.

*Состав, функциональная схема цифрового стробоскопа.*



Рисунок 1. Функциональная схема цифрового стробоскопа.

*Технические характеристики цифрового стробоскопа «Focus F-10» :*

1. Напряжение питания от +9v до +16v
2. Потребляемый ток не более 0,9 А
3. Диапазон измерения оборотов Тах 100-6500 об/мин
4. Дискретность показаний в режиме Тах – 10 об/мин
5. Установка коэффициента пересчета оборотов Коб – 2 или 1
6. Диапазон измерения неравномерности оборотов «ΔОб» 0 – 999 об/мин
7. Дискретность показаний в режиме «ΔОб» - 1 об/мин
8. Диапазон измеряемого напряжения «Uакк» 9-16v с дискретностью 0,1v
9. Пределы установки задержки включения стробоскопа «УОЗ» -45<sup>0</sup>...0<sup>0</sup>...+45<sup>0</sup> ,  
через 1 градус.
10. Установки чувствительности – 3 уровня
11. Установка полосы пропускания – 3 уровня
12. Угол замкнутого состояния контактов прерывателя «УЗСК» 5<sup>0</sup> – 99,9<sup>0</sup>  
с дискретностью 0,1<sup>0</sup>
13. Амплитуда импульсов напряжения первичной цепи катушки зажигания  
«Уперв» 100-500v положительной полярности с дискретностью 1v
14. Длительность искры «тискр» 0,1-9,9 миллисекунд с дискретностью  
0,1миллисекунда
15. Эффективность работы цилиндров «Эф.цл» 10-100% с дискретностью 1%
16. Напряжение замкнутых контактов прерывателя «Уконт» 0 – 5v с дискретностью  
0,1v
17. Максимальное определение число цилиндров – 8
18. Способы измерения оборотов – емкостной со входа прищепки  
- со входа прерывателя (асинхронный режим)



19. Максимальная частота вспышек стробоскопа – 55 Гц (6500 об/мин)
20. Режим работы стробоскопа повторно-кратковременный (10 мин работа, 10 мин перерыв)

Цифровой стробоскоп, в отличие от аналоговых стробоскопов, имеет возможность дискретно регулируемой задержки включения, что позволяет измерять угол опережения зажигания, проверять работоспособность центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания. Режим управляемой задержки включения стробоскопа позволяет не только наблюдать, но и с точностью  $1^{\circ}$  измерять УОЗ, а также строить динамическую характеристику УОЗ.

Применение АЦП, многофункционального дисплея и микропроцессора, запрограммированного на выполнение операций определения длительности импульсов, частоты, амплитуды напряжений и т.д. позволило в одном корпусе соединить стандартные функции стробоскопа и элементы мотор-тестера.

Так, измерение средних по цилиндрам параметров двигателя позволяет проводить оперативную расширенную диагностику, как систем зажигания, так и систем питания и газораспределения карбюраторных двигателей.

Для тестирования дизельных двигателей в состав «Focus F-10» входит пьезоэлектрический датчик, предназначенный для измерения оборотов, проверки и измерения динамического угла опережения впрыска топлива.

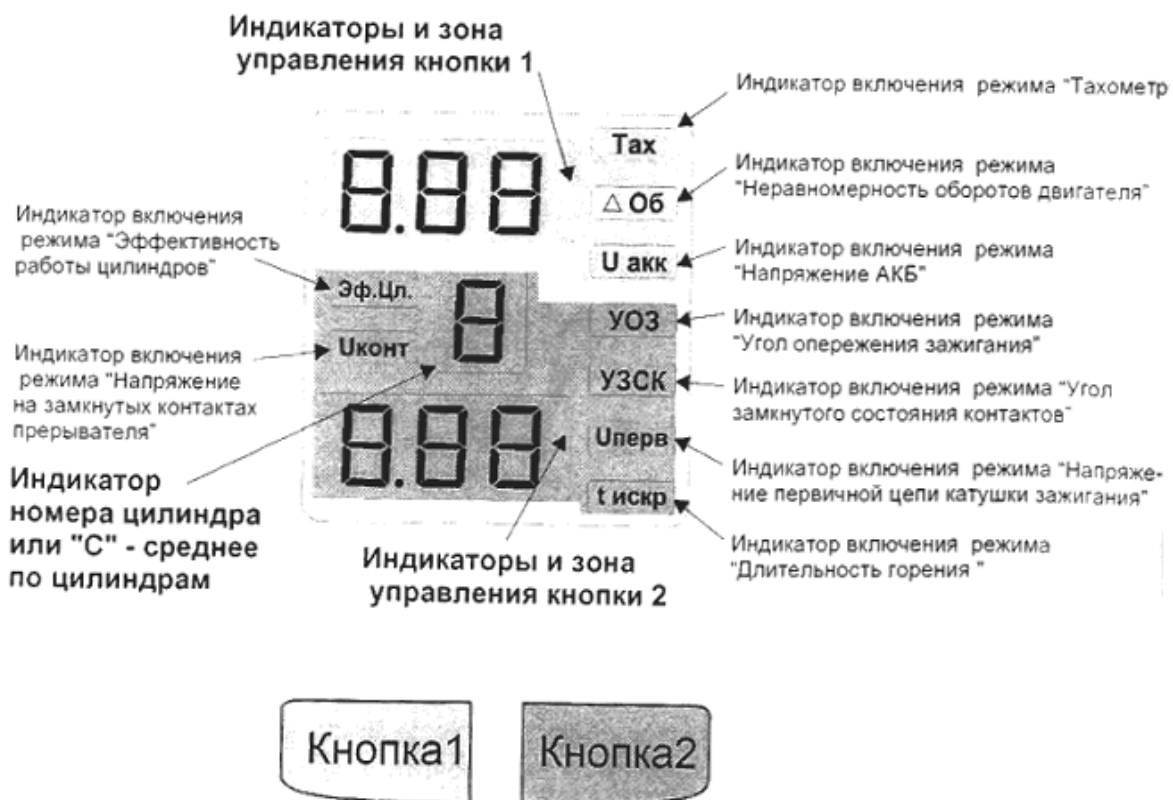
### **3 Перечень оборудования и приборов:**

- 3.1 автомобильный стробоскоп «Focus F-10»;
- 3.2 автомобильный стробоскоп «Мультитроникс С1»;
- 3.3 композиционный автомобиль;
- 3.4 лабораторный стенд «Электронные системы зажигания»;
- 3.5 цифровой мультиметр;
- 3.6 соединительные провода;
- 3.7 аккумуляторная батарея;
- 3.8 руководство «Правила работы с цифровым стробоскопом «Focus F-10».

### **4. Порядок выполнения работы**

- 4.1 Изучить «Правила работы с цифровым стробоскопом «Focus F-10».
- 4.2 Внешним осмотром проверить состояние и готовность прибора к работе.
- 4.3 Изучить информационное поле и общие правила работы с прибором

*Описание информационного поля*



Индикатор прибора условно разделен на две зоны, нижнюю и верхнюю.

Рисунок 2

Наблюдение измеряемых параметров осуществляется на многофункциональном дисплее, на котором одновременно отображаются 2 параметра.

#### 4.4 Изучить органы управления

**Управление** производится кнопками (1 и 2):

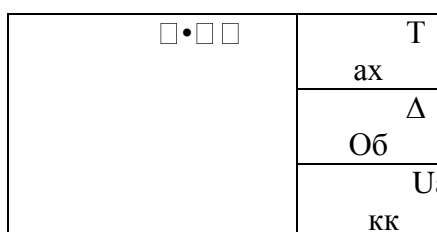
**Короткое** - менее 0.5 сек,

Короткие нажатия на левую кнопку приводят к циклическому переключению режимов работы «Tax», «ΔОб», «Uакк».

Короткие нажатия на правую кнопку приводят к циклическому переключению режимов работы «УОЗ», «УЗСК», «Uперв», «tискр», «Эф.цл», «Уконт».

**Длительное** - более 0.5 сек.

Длительное нажатие на кнопку соответствующего режима приводит к переключению в подрежим соответствующего режима, в котором возможны коррекция, настройка, изменение работы соответствующего режима. При этом во всех подрежимах левая кнопка уменьшает значение параметра, а правая увеличивает значение этого параметра.



Эф.Цл	□	УОЗ
U Конт		у ЗСК
□•□□		U перв
		t искр
Кнопка 1		Кнопка 2

Рисунок 2. Индикаторы и зона управления кнопки 2

Так, например:

Установка коэффициента пересчета оборотов (1 для систем с 1-м импульсом на свече за один оборот коленвала или 2) производится длительным нажатием на левую кнопку в режиме «Так».

Длительное нажатие на левую кнопку в режиме «ΔОб» приводят к переключению в асинхронный режим работы «С»

Длительное нажатие на правую кнопку в режиме «УОЗ» приводит к переключению в режим измерения задержки включения стробоскопа (повторное длительное нажатие приводит к выходу из этого режима). Вспышка стробоскопа происходит только когда нижний дисплей находится в режиме «УОЗ».

Длительное нажатие на правую кнопку в режимах «УЗСК», «Уперв», «tискр», «Эф.цл», «Уконт» приводит к переключению в режим выбора последовательности цилиндра (от 1 до 8) или «С» (повторное длительное нажатие на правую кнопку приводит к выходу из этого режима). Режим «С» одиночного индикатора соответствует средним для всех цилиндров показаниям в любом режиме индикатора 2.

#### 4.5 Измерения

После подключения стробоскопа микропроцессор автоматически проводит самодиагностику прибора и по ее окончании переводит прибор в следующий режим измерения: «Так», «УОЗ», «С», коэффициент пересчета частоты «2»

##### 4.5.1 Измерение угла опережения зажигания

С помощью кнопки 2 выбрать на режим «УОЗ» (индицируется на нижнем дисплее). Длительным нажатием на кнопку 2 переключить прибор в режим управляемой задержки. Индикация на дисплее «XX» для положительных задержек и «-XX» для отрицательных, где «XX» величина задержки в градусах. Значения задержек выбираются короткими нажатиями на правую кнопку – в сторону увеличения, на левую - в сторону уменьшения с дискретностью в 1°. (Рисунок 3.1 - 3.2)



Рисунок 3.1



Рисунок 3.2

Включить лабораторный стенд и нажав на курок стробоскопа осветить лучом прибора место расположения контрольной метки ВМТ на корпусе стенда. Изменяя величину задержки и наблюдая стробоскопический эффект добиться совмещения установочной метки и метки ВМТ на валу коленвала. В этот момент цифра на дисплее прибора будет соответствовать углу опережения зажигания двигателя. В режиме управляемой задержки вспышка стробоскопа происходит в соответствии с индицируемой в градусах задержкой. Длительно нажав на правую кнопку выйти из режима управляемой задержки включения стробоскопа (установленная величина перестанет мигать) и продолжить измерения.

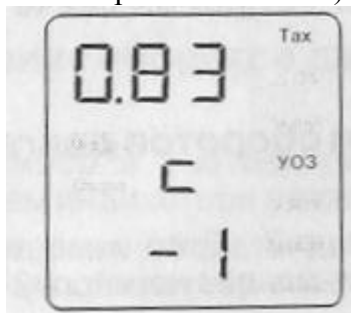


Рисунок 4

#### 4.5.2 Измерение угла замкнутого состояния контактов прерывателя (УЗСК)

Для измерения УЗСК выбрать на верхнем индикаторе «Tax», на нижнем «УЗСК»

УЗСК определяется по формуле:  $УЗСК = \left\{ \frac{X}{X+Y} \right\} * 360 / \text{количество цилиндров для входа прерывателя}$ , выраженное в градусах. Количество цилиндров определяется как количество импульсов на входе прерывателя (коммутатора) заключенных между соседними импульсами синхронизации на входе емкостной прищепки. Где **X** – отрезок времени, когда контакты замкнуты, а **Y** – отрезок времени, когда контакты разомкнуты. Следует иметь в виду, что прибор рассчитан на работу с системами зажигания с положительными импульсами в первичной цепи катушки зажигания амплитудой не менее 100 вольт.

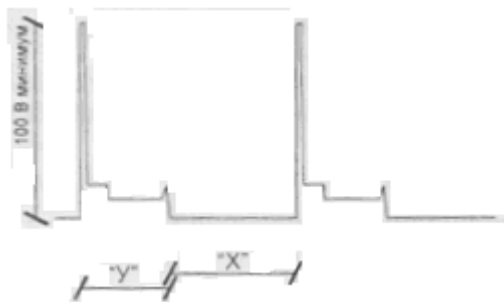


Рисунок 5. Осциллограмма напряжения в первичной цепи катушки зажигания

Наблюдайте УЗСК усредненный (рис.6.а) по цилиндрам (рис.6.б и 6.в)

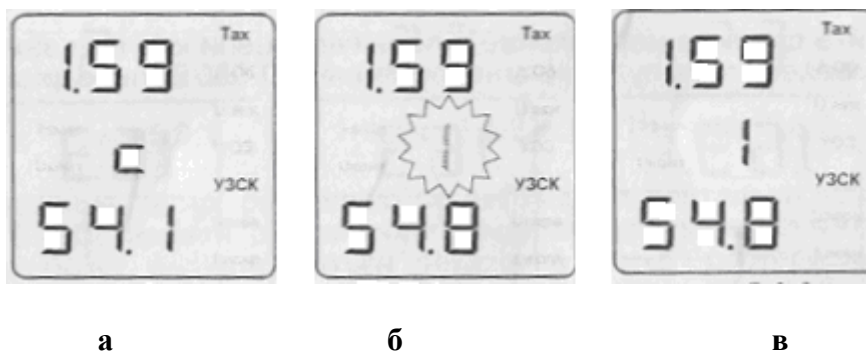


Рисунок 6

#### *4.5.3 Измерение напряжения на замкнутых контактах прерывателя*

Для этого необходимо выбрать на верхнем индикаторе «**Тax**», на нижнем «**Уконт**». Напряжение «**Уконт**» для контактных систем зажигания должно быть менее 0,2 в, для электронных и микропроцессорных систем от 0,8 до 1,8в.

Повышенное падение напряжения может быть следствием плохого состояния контактов прерывателя, ослаблением контактных соединений в прерывателе или плохого контакта между корпусом распределителя и « - » АКБ.

#### *4.5.4 Измерение длительности искры*

Для этого необходимо выбрать на верхнем индикаторе «**Тax**», на нижнем «**тискр**». Наблюдать среднюю длительность искры, либо отдельно по цилиндрам.

#### *4.5.5 Измерение напряжения в первичной цепи трансформатора зажигания*

Для этого необходимо выбрать на верхнем индикаторе «**Тax**», на нижнем «**Уперв**». В этом режиме прибор измеряет импульсное напряжение в первичной цепи трансформатора зажигания, которое возникает после размыкания этой цепи контактами прерывателя или электронным коммутатором. Оптимальное значение 280 – 400 в.

#### *4.5.6 Режимы цифровой фильтрации прибора:*

Сигналы с емкостного датчика подвергаются цифровой фильтрации с регулируемой полосой пропускания (2 из 3-х) и чувствительностью (2 из 3-х), что позволяет более точно измерять обороты и рассчитывать задержку включения стробоскопа в тех случаях, когда сигнал на входе нестабилен. Включается фильтр одновременным нажатием на две кнопки управления. Уровень чувствительности «**У**» и полосы пропускания «**П**» регулируется кнопками 1(уменьшение, сужение) или 2(увеличение, расширение).

Прибор позволяет программировать коэффициент пересчета оборотов тахометра - подрежим режима «**Тax**». Что дает возможность его работы как с четырехтактными, так и двухтактными двигателями, с одной или с двумя трансформаторами зажигания.

#### *4.5.7 Измерения отдельно по цилиндрам*

Возможно при подключении емкостного датчика (синхронизатора) к высоковольтному проводу свечи соответствующего цилиндра. Для удобства при проведении поцилиндровых измерений нужно выбрать последовательность «1» в любом режиме работы, определяемом кнопкой 2 (кроме режима «**УОЗ**») и подключать емкостной датчик к высоковольтному проводу свечи соответствующего цилиндра.

#### *4.6 Изучить порядок и схему подключения прибора.*

Подключить согласно схемы №1 для классических систем зажигания с механическим или электронным коммутатором.

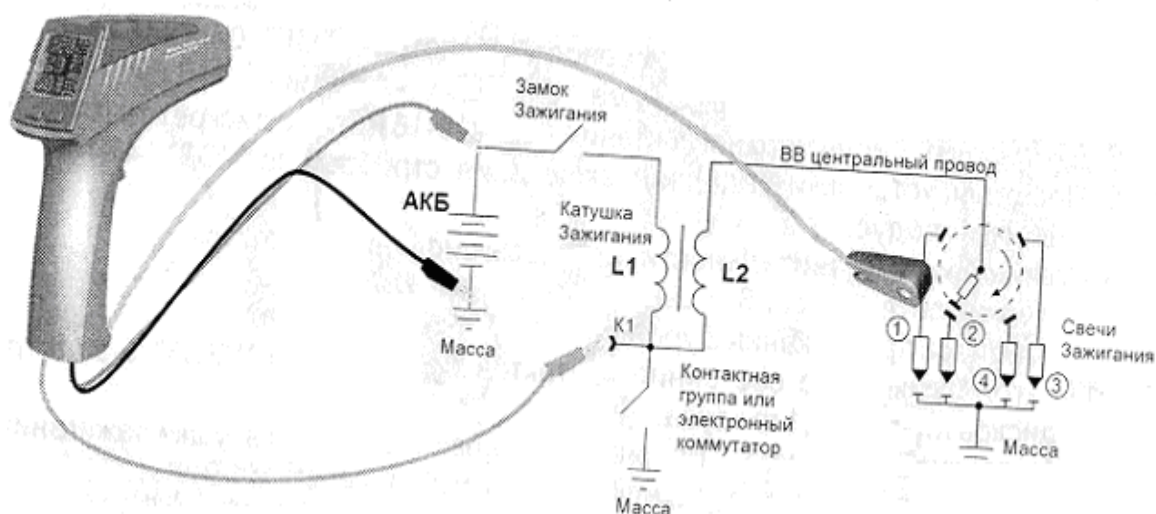


Рисунок 7 схема подключения №1

Провод с черным зажимом присоединить к массе автомобиля.  
 Провод с красным зажимом присоединить к плюсовой клемме аккумулятора.  
 Провод с белым (желтым) зажимом присоединить к клемме трансформатора зажигания, соединенной с прерывателем или электронным коммутатором.  
 Закрепить емкостной синхронизатор на высоковольтном проводе свечи первого цилиндра в непосредственной близости от свечи.

Подключить, согласно схемы 2 в случае диагностики автомобиля оборудованного системой зажигания с двумя трансформаторами зажигания и блоком электронного управления, вырабатывающего один искровой разряд за один оборот коленвала.

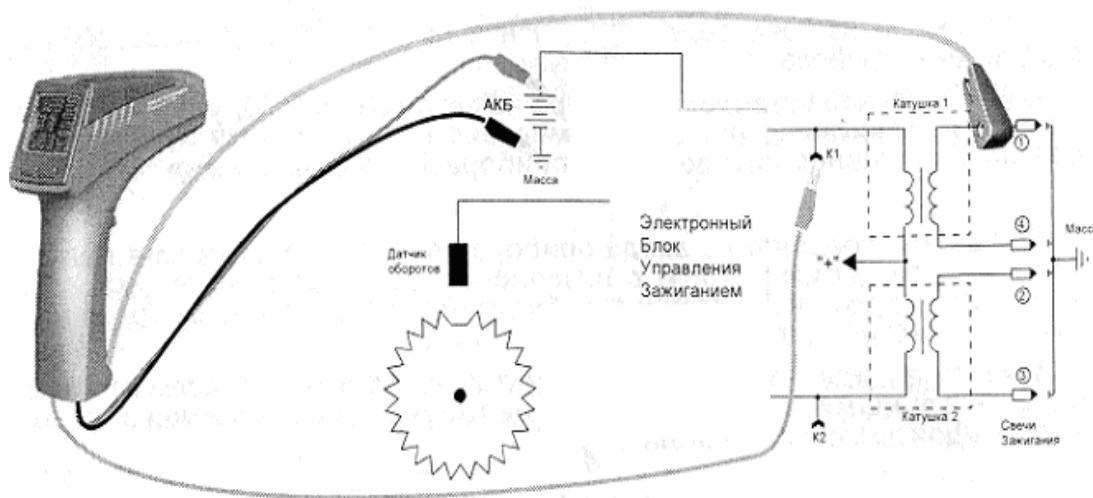


Рисунок 7 схема подключения №2

Провод с черным зажимом присоединить к массе автомобиля.  
 Провод с красным зажимом присоединить к плюсовой клемме аккумулятора.  
 Провод с белым (желтым) зажимом присоединить к клемме трансформатора зажигания, соединенной с блоком электронного управления. Подключение необходимо произ-

водить к тому трансформатору зажигания, вторичная обмотка которого работает на свечу первого цилиндра.

Закрепить емкостной синхронизатор на высоковольтном проводе свечи первого цилиндра в непосредственной близости от свечи.

#### *4.7 Правила безопасности при диагностике систем автомобиля с помощью стробоскопов.*

При эксплуатации прибора могут возникнуть следующие виды опасности:

- электроопасность;
- опасность травмирования движущимися частями;
- токсичность.

Источником электроопасности являются:

- первичная и вторичная цепи системы зажигания автомобиля

Источником опасности травмирования движущимися частями являются движущиеся части диагностируемого двигателя (вентилятор, приводы генератора и вентилятора, а также сам автомобиль, как подвижное транспортное средство.

Источником токсичности являются выхлопные газы работающего двигателя.

Меры, обеспечивающие защиту от электроопасности

Подключение прибора производить только при остановленном двигателе и отключенном зажигании.

Меры, обеспечивающие защиту от травмирования движущимися частями

Для исключения самопроизвольного передвижения автомобиля во время диагностики его колеса должны быть застопорены с помощью упоров.

При диагностике двигателя соблюдать безопасную дистанцию рук и прибора до движущихся и нагретых частей двигателя.

Меры, обеспечивающие защиту от токсичности

Если диагностика производится в помещении, то это помещение должно быть оборудовано вентиляцией в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021-75 и передвижными шлангами отсоса выхлопных газов.

#### *4.8 Порядок проведения технического обслуживания стробоскопов.*

Содержать прибор в чистоте – отсутствие масляных пятен, бензина, воды

Протирать чистой бязью ...

Оптику протирать чистой бязью, смоченной спиртом.

Хранить в сухом помещении в упаковке предприятия изготовителя.

#### *4.9 Ответить на контрольные вопросы*

#### *4.10 Оформить отчет и защитить его.*

### **5. Содержание отчета**

#### 5.1 Наименование занятия

#### 5.2 Цель работы

#### 5.3 Приборы, используемые при проведении работы

#### 5.4 Описание информационного поля стробоскопа

#### 5.5 Описание органов управления стробоскопа

#### 5.6 Результаты измерений

#### 5.7 Ответы на контрольные вопросы

#### 5.8 Выводы

## 6. Контрольные вопросы

- 6.1 Перечислить технические характеристики стробоскопа «Focus F-10»
- 6.2 Перечислить органы управления стробоскопа «Focus F-10»
- 6.3 Какие системы двигателя автомобиля возможно проверить и настроить с помощью стробоскопов?
- 6.4 Какие параметры системы зажигания автомобиля возможно проверить и настроить с помощью цифрового стробоскопа?
- 6.5 Возможно ли использование стробоскопов для настройки микропроцессорных систем зажигания и почему?
- 6.6 Какие системы двигателя возможно продиагностировать применяя стробоскоп?
- 6.7 В каких угловых пределах возможна установка задержки включения стробоскопа?

Форма бланка отчета

	ПМ02. МДК 02.01. Раздел 1. Т 1.1 Контрольно-измерительное и технологическое оборудование	
	Практическое занятие №1 «Изучение методов измерений с помощью стробоскопов»	

Цель работы:

Познакомиться с органами управления и правилами пользования автомобильным стробоскопом и исследовать его возможности для измерения параметров системы зажигания автомобиля.

1 Приборы, используемые при измерении:

2 Описание информационного поля стробоскопа Описание органов управления стробоскопа

Описание информационного поля стробоскопа	Описание органов управления стробоскопа
---	---



--	--

3 С помощью стробоскопа произвести измерения параметров системы зажигания (по заданию преподавателя) результаты занести в таблицу.

<b>Тах N (об<sup>-1</sup>)</b>				
<b>Δ Об</b>				
<b>Uакк</b>				
<b>УОЗ град.</b>				
<b>УЗСК</b>				
<b>t искр</b>				
<b>U Конт</b>				
<b>U перв. В</b>				
<b>Эф.Цл</b>				
<b>Т имп. зажига- ния мсек)</b>				

Таблица 1. Результаты измерений.

3 Ответы на контрольные вопросы.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Выводы:

## Практическое занятие № 2

### Диагностика исправности пассивных компонентов (резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности) электронных устройств и систем

**1. Цель работы:** Освоить методы проведения входного контроля резисторов и конденсаторов

**2. Время выполнения работы:** 2ч.

**3. Краткие теоретические сведения:**

#### 3.1 Проверка резисторов

На практике наиболее часто встречаются следующие неисправности резисторов:

- отклонение значения сопротивления от номинала, превышающее допуск;
- обрыв или перегорание токопроводящего слоя;
- нарушение контактов в выводах.

Проверку параметров резисторов выполняют с помощью омметра. Резистор в большинстве случаев считают неисправным, если его сопротивление отличается более чем на 20% от номинального значения, указанного на корпусе.

Переменные резисторы чаще всего имеют нарушения контакта подвижной щетки с токопроводящим элементом. Для проверки их исправности измеряют сопротивление между одним из крайних выводов и выводом средней точки, плавно вращая при этом ось от упора до упора. Если потенциометр исправен, стрелка омметра перемещается вдоль шкалы плавно, без дрожания и рывков.

Специфической неисправностью является нарушение идентичности номиналов и (или) функциональных зависимостей сопротивлений спаренных переменных резисторов от угла поворота их общей оси. Такая неисправность резисторов, включенных, например, в фазирующие цепи низкочастотных генераторов типа ГЗ-102, ГЗ-36 и др., приводит к значительному изменению амплитуды генерируемых колебаний при изменении частоты настройки.

#### 2.2 Проверка конденсаторов

Основными неисправностями конденсаторов являются:

- обрыв выводов;
- пробой диэлектрика;
- утечка тока (снижение сопротивления изоляции);
- изменение емкости.

Исправность конденсатора в большинстве случаев может быть проверена с помощью прибора для измерения сопротивлений (омметра или любого комбинированного измерительного прибора), имеющего верхний предел измерения сопротивлений не ниже 2 МОм.

Проверку неэлектролитических конденсаторов сравнительно большой емкости (0,05 мкФ и более) на отсутствие обрывов и пробоев выполняют следующим образом. Подключив омметр к конденсатору, наблюдают за стрелкой прибора. При наличии обрыва стрелка не отклоняется. При полном пробое диэлектрика омметр покажет короткое замыкание, а при частичном — несколько десятков или сотен кОм.

Если конденсатор исправен, стрелка скачком отклонится на несколько делений (заряд конденсатора) и быстро возвратится в первоначальное положение (разряд конденсатора). Угол отклонения стрелки будет тем больше, чем больше емкость конденсатора и чем выше установленный предел. При повторном подключении омметра через несколько секунд после первого стрелка не должна отклоняться. Отклонение стрелки в этом случае говорит об утечке тока.

Сопротивление изоляции исправных неэлектролитических конденсаторов составляет от  $10^9$  до  $10^{12}$  Ом и может быть измерено мегомметром. В отличие от неэлектролити-

ческих электролитических конденсаторов имеют значительную утечку тока, пропорциональную емкости конденсатора. Для исправного конденсатора ток утечки в нормальных условиях определяется выражением

$$I_y = KCU + M$$

где  $I_y$  — ток утечки, мкА;

$C$  — номинальная емкость, мкФ;

$K$  и  $M$  — постоянные коэффициенты, зависящие от типа конденсатора;

$U$  — номинальное напряжение конденсатора, В.

К примеру, для конденсаторов типа К50-6  $K=0,5$ ;  $M=3$ .

Практически сопротивление утечки электролитического конденсатора может быть измерено омметром. При этом плюс конденсатора должен быть соединен с плюсом источника питания омметра. Если конденсатор исправен, стрелка омметра резко отклонится в сторону нулевых показаний (заряд), а затем возвратится в положение, соответствующее сопротивлению 0,1—2 МОм (разряд). Последующие кратковременные подключения к конденсатору омметра, повторяемые с интервалом в несколько секунд, не должны вызывать отклонений стрелки измерителя.

При малом сопротивлении утечки заметное отклонение стрелки будет наблюдаться после каждого подключения омметра.

При обратной полярности подключения прибора его показание после окончания разряда исправного конденсатора может уменьшиться в 50—100 раз по сравнению с показанием при прямой полярности.

Отсутствие показаний заряда—разряда конденсатора свидетельствует об обрыве выводов электродов или о потере емкости (высыхании электролита), а заниженное сопротивление или короткое замыкание — о повышенной утечке или пробое соответственно.

Емкость электролитического конденсатора может быть измерена довольно простым способом. Для этого плавно заряжают конденсатор до определенного напряжения (чем меньше напряжение, тем меньше будет ток утечки). Через 3—5 с, включив секундомер, разряжают конденсатор на известное входное сопротивление (желательно не менее 10 кОм/В при напряжении заряда до 10 В) вольтметру до 0,37 первоначального значения и останавливают секундомер. Затем подсчитывают емкость конденсатора по формуле

$$C = \frac{T}{R},$$

где  $C$  — емкость конденсатора, мкФ;

$T$  — продолжительность разряда конденсатора, с;

$R$  — сопротивление разрядной цепи, МОм.

К примеру, при использовании вольтметра с относительным входным сопротивлением 100 кОм/В и установленным пределом 10 В (сопротивление разрядной цепи  $R = 100 \cdot 10 = 1000$  кОм = 1 МОм) конденсатор, предварительно заряженный до 10 В, разряжался до значения 3,7 В в течение 30 с. Тогда емкость конденсатора

$$C = \frac{T}{R} = 30/1 = 30 \text{ мкФ}.$$

Всесторонняя оценка качества конденсаторов может быть получена с помощью специальных приборов. В основу измерения емкости этими приборами положены методы вольтметра—амперметра, непосредственного измерения с помощью микрофарадометров, сравнения (замещения), мостовой и резонансный. Очень широко для диагностики радиокомпонентов используются измерители иммитанса — подгруппа Е7.

Напряжение, приложенное к конденсатору при любом его испытании, не должно превышать номинального рабочего напряжения.

Если в процессе испытания конденсатор заряжается до значительного напряжения, необходимо производить его разряд по окончании испытания.

#### 4. Перечень оборудования:

- Резисторы, конденсаторы.
- Справочники по резисторам, конденсаторам.
- Измерители иммитанса.
- Методические указания к практическому занятию.

#### 5. Порядок выполнения работы(Задания):

5.1 Ознакомиться с предоставленными резисторами, конденсаторами и их маркировкой.

5.2 Измерить значения сопротивлений и емкостей с помощью измерителя иммитанса.

5.3 Сравнить измеренные сопротивления резисторов и емкости конденсаторов с их номинальными значениями.

5.4 Сделать выводы о работоспособности резисторов и конденсаторов.

5.5 Заполнить таблицу

п/п	Наименование и тип ЭРЭ	Номинальные значения	Измеренные значения	Выводы об исправности ЭРЭ

5.6 Записать алгоритм действий.

5.7 Составить вывод.

5.8 Ответить на контрольные вопросы.

#### 6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

#### 7. Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры брака резисторов при визуальном входном контроле?
2. Какие виды брака определяются с помощью визуального входного контроля конденсаторов?

## Практическое занятие № 3

### Диагностика исправности полупроводниковых и оптоэлектронных приборов электронных устройств и систем

#### 1. Цель работы:

1. Исследовать параметры и характеристики полупроводниковых диодов с помощью измерительных приборов.
2. Освоить методы оценки исправности диодов

#### 2. Время выполнения работы: 2ч.

#### 3. Краткие теоретические сведения:

Характерными неисправностями полупроводниковых диодов являются:

- пробой или обрыв перехода;
- утечка тока;
- нарушение герметичности корпуса.

Оценить исправность диода можно путем измерения прямого и обратного сопротивлений с помощью омметра.

Перед проверкой исправности полупроводниковых приборов с помощью омметра необходимо, чтобы источник питания омметра не представлял опасности для данного типа диода или транзистора. Напряжение источника питания омметра не должно превышать предельно допустимого обратного напряжения проверяемого р—n-перехода диода или транзистора, а максимальная мощность  $P_{max}$ — отдаваемая прибором в проверяемую цепь, не должна превышать максимально допустимую для данного р—n-перехода.

Значение  $P_{max}$  определяют из выражения

$$P_{max} = \frac{U_n^2}{4R_{cp}},$$

где  $U_n$  — напряжение источника питания омметра, В;

$R_{cp}$  — сопротивление, соответствующее средней точке шкалы омметра на установленном пределе измерения, Ом.

Как правило, выбирают омметр с источником питания, напряжение которого не превышает 1,5 В, чтобы заведомо не превысить напряжение пробоя перехода.

Проверка СВЧ и туннельных диодов с помощью омметра не может быть рекомендована, так как для СВЧ диодов обратное напряжение не должно превышать 1В, а для туннельных диодов оно равно нулю. Проверку этих элементов производят на специальных приборах и установках, например, на характеристикографах, а при их отсутствии взятые под подозрение элементы заменяют заведомо исправными из состава ЗИП.

Проверку исправности диода с помощью омметра выполняют путем измерения прямого и обратного сопротивлений р—n-перехода. Если диод пробит, его сопротивления в обоих направлениях будут одинаково малы (несколько Ом). При обрыве прямое и обратное сопротивления будут бесконечно большими. Исправный диод имеет прямое сопротивление в пределах десятков Ом, а обратное — сотни кОм.

При утечке тока через диод показания прибора при измерении сопротивления в обратном направлении нестабильны: сначала сопротивление большое, а затем постоянно падает.

#### 4. Перечень оборудования:

- Набор диодов;
- Мультиметр;
- Лабораторный блок питания;

## 5. Порядок выполнения работы (Задания):

Ознакомиться с предоставленными полупроводниковыми диодами и их маркировкой.

5.2 Измерить необходимые параметры диодов с помощью измерителя иммитанса.

5.3 Сравнить измеренные значения с номинальными.

5.4 Сделать выводы о работоспособности полупроводниковых диодов с обоснованием.

5.5 Заполнить таблицу

п/п	Тип полупроводникового диода	Прямое сопротивление	Обратное сопротивление	Вывод об исправности

5.6 Записать алгоритм действий.

5.7 Составить вывод

5.8 Ответить на контрольные вопросы.

## 6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

## 7. Контрольные вопросы:

-Классификация полупроводниковых диодов?

-Опишите маркировку и параметры полупроводниковых диодов?

### «Проведение оценки работоспособности светодиодов по характерным признакам исправной работы»

**1. Цель работы:** Освоить методы оценки исправности светодиодов

**2. Время выполнения работы:** 4ч.

### 3.Краткие теоретические сведения:

Одним из наиболее распространенных источников света является светодиод- полупроводниковый прибор с одним или несколькими электрическими переходами, преобра-

зующий электрическую энергию в энергию некогерентного светового излучения. Принцип действия излучающих полупроводниковых приборов основан на явлении электролюминесценции, т.е. излучении света телами под действием электрического поля. Структура полупроводникового прибора отражения информации представляет собой выпрямляющий электрический переход или гетеропереход. Излучение такого прибора (светодиод) вызвано самопроизвольной рекомбинацией носителей заряда при прохождении прямого тока через выпрямляющий электрический переход. Чтобы кванты энергии- фотоны, освободившиеся при рекомбинации, соответствовали квантам видимого света, ширина запрещенной зоны исходного полупроводника должна быть относительно большой (1,5-3 эВ). К наиболее освоенным полупроводникам для изготовления светодиодов относится арсенид галлия GaAs , фосфид галлия GaP , нитрид галлия GaN и др. Конструкция плоского светодиода показана на рис.

К р-n-переходу подается прямое напряжение, в результате чего происходит диффузионное перемещение носителей через него. Прохождение тока через р-n-переход сопровождается рекомбинацией инжектированных неосновных носителей. Если бы рекомбинация электронов и дырок, вводимых в выпрямляющий переход, происходила только с излучением фотонов, то внутренний квантовый выход – отношение излученных фотонов к числу рекомбинировавших пар носителей заряда за один и тот же промежуток времени – был бы равен 100 %. Однако значительная часть актов рекомбинации заканчивается выделением энергии в виде квантов тепловых колебаний– фотонов. Таки переходы называются безызлучательными. Внешний квантовый выход определяется отношением числа фотонов, испускаемых диодом во внешнее пространство, к числу инжектируемых носителей через р-n-переход. Внешняя квантовая эффективность (квантовый выход) светодиодов значительно ниже внутренней. Это связано с тем, что большая часть квантов света испытывает полное внутреннее отражение на границе раздела полупроводника и воздуха с возможным поглощением части фотонов. Внешний квантовый выход удается повысить при использовании полусферических структур, параболоида и др. до 30-35 % (рис. 8.23).

База n-типа выполнена в виде полусферы, область р – эмиттер. В результате угол выхода излучения существенно расширяется и резко снижаются потери на полное внутреннее отражение, поскольку световые лучи отходят к границе раздела полупроводник-воздух практически перпендикулярно. Светоизлучающие диоды служат основой для более сложных приборов, к которым относится цифробуквенный индикатор, выполненный в виде интегральной схемы из нескольких светодиодов. Они располагаются так, чтобы при соответствующих комбинациях светящихся элементов получалось изображение буквы или цифры. Матричные индикаторы содержат большое число элементов, из которых синтезируют любые знаки. В случае управляемых светодиодов размер светящейся области диода зависит от уровня поданного напряжения. Такие диоды используются в качестве индикаторов настройки приборов, для записи аналоговой информации на фото пленку, как шкалы различных измерительных приборов. Принцип действия ИК-диодов такой же, как и светодиодов, различаются они только шириной запрещенной зоны. На рис. 8.24 приведена конструкция одноразрядного знакового индикатора, в котором используется семь светодиодов и десятичная точка.

#### **4.Перечень оборудования:**

- набор светодиодов;
- мультиметр;

#### **5.Порядок выполнения работы(Задания):**

Проверить отдельный светодиод или светодиодную лампочку из любого светильника можно путем измерения их основных параметров:

1. Номинального тока.
2. Мощности потребления.



3. Падения напряжения.
4. Силы светового потока.  
Замер выполняется с помощью мультиметра. Для каждого типа ламп есть свои значения характеристик. Например, для красных лед-элементов величина падения напряжения составляет 1,5-2 В, а для синих – 3-3,5 В.

Алгоритм прозвонки следующий:

1. На приборе выставляется режим проверки led-диодов.
2. Выводы тестера подсоединяются к контактам лед-элемента – красный к аноду, черный – к катоду.
3. В случае работоспособности кристалл начнет светиться.  
Как правило, метод удобен для проверки светильников силой до 0,5 ватт. Тестирование также можно выполнить через разъемы для проверки транзисторов.

#### **11. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

#### **7. Контрольные вопросы:**

-как измерить ток светодиода?

## Практическое занятие № 4

### Диагностика исправности интегральных микросхем (аналоговых и цифровых) электронных устройств и систем

**1. Цель работы:** Освоить методы проведения входного контроля интегральных микросхем

**2. Время выполнения работы:** 2ч.

#### **3. Краткие теоретические сведения:**

##### **3.1 Проверка резисторов**

На практике наиболее часто встречаются следующие неисправности резисторов:

- отклонение значения сопротивления от номинала, превышающее допуск;
- обрыв или перегорание токопроводящего слоя;
- нарушение контактов в выводах.

Проверку параметров резисторов выполняют с помощью омметра. Резистор в большинстве случаев считают неисправным, если его сопротивление отличается более чем на 20% от номинального значения, указанного на корпусе.

Переменные резисторы чаще всего имеют нарушения контакта подвижной щетки с токопроводящим элементом. Для проверки их исправности измеряют сопротивление между одним из крайних выводов и выводом средней точки, плавно вращая при этом ось от упора до упора. Если потенциометр исправен, стрелка омметра перемещается вдоль шкалы плавно, без дрожания и рывков.

Специфической неисправностью является нарушение идентичности номиналов и (или) функциональных зависимостей сопротивлений спаренных переменных резисторов от угла поворота их общей оси. Такая неисправность резисторов, включенных, например, в фазирующие цепи низкочастотных генераторов типа ГЗ-102, ГЗ-36 и др., приводит к значительному изменению амплитуды генерируемых колебаний при изменении частоты настройки.

##### **3.2 Проверка конденсаторов**

Основными неисправностями конденсаторов являются:

- обрыв выводов;
- пробой диэлектрика;
- утечка тока (снижение сопротивления изоляции);
- изменение емкости.

Исправность конденсатора в большинстве случаев может быть проверена с помощью прибора для измерения сопротивлений (омметра или любого комбинированного измерительного прибора), имеющего верхний предел измерения сопротивлений не ниже 2 МОм.

Проверку неэлектролитических конденсаторов сравнительно большой емкости (0,05 мкФ и более) на отсутствие обрывов и пробой выполняют следующим образом. Подключив омметр к конденсатору, наблюдают за стрелкой прибора. При наличии обрыва стрелка не отклоняется. При полном пробое диэлектрика омметр покажет короткое замыкание, а при частичном — несколько десятков или сотен кОм.

Если конденсатор исправен, стрелка скачком отклонится на несколько делений (заряд конденсатора) и быстро возвратится в первоначальное положение (разряд конденсатора). Угол отклонения стрелки будет тем больше, чем больше емкость конденсатора и чем выше установленный предел. При повторном подключении омметра через несколько секунд после первого стрелка не должна отклоняться. Отклонение стрелки в этом случае говорит об утечке тока.

Сопротивление изоляции исправных неэлектролитических конденсаторов составляет от  $10^9$  до  $10^{12}$  Ом и может быть измерено мегомметром. В отличие от неэлектролитических электролитические конденсаторы имеют значительную утечку тока, пропорцио-

нальную емкости конденсатора. Для исправного конденсатора ток утечки в нормальных условиях определяется выражением

$$I_y = KCU + M$$

где  $I_y$  — ток утечки, мкА;

$C$ —номинальная емкость, мкФ;

$K$  и  $M$  — постоянные коэффициенты, зависящие от типа конденсатора;

$U$ —номинальное напряжение конденсатора, В.

К примеру, для конденсаторов типа К50-6  $K=0,5$ ;  $M = 3$ .

Практически сопротивление утечки электролитического конденсатора может быть измерено омметром. При этом плюс конденсатора должен быть соединен с плюсом источника питания омметра. Если конденсатор исправен, стрелка омметра резко отклонится в сторону нулевых показаний (заряд), а затем возвратится в положение, соответствующее сопротивлению 0,1—2 МОм (разряд). Последующие кратковременные подключения к конденсатору омметра, повторяемые с интервалом в несколько секунд, не должны вызывать отклонений стрелки измерителя.

При малом сопротивлении утечки заметное отклонение стрелки будет наблюдаться после каждого подключения омметра.

При обратной полярности подключения прибора его показание после окончания разряда исправного конденсатора может уменьшиться в 50—100 раз по сравнению с показанием при прямой полярности.

Отсутствие показаний заряда—разряда конденсатора свидетельствует об обрыве выводов электродов или о потере емкости (высыхании электролита), а заниженное сопротивление или короткое замыкание — о повышенной утечке или пробое соответственно.

Емкость электролитического конденсатора может быть измерена довольно простым способом. Для этого плавно заряжают конденсатор до определенного напряжения (чем меньше напряжение, тем меньше будет ток утечки). Через 3—5 с, включив секундомер, разряжают конденсатор на известное входное сопротивление (желательно не менее 10 кОм/В при напряжении заряда до 10 В) вольтметру до 0,37 первоначального значения и останавливают секундомер. Затем подсчитывают емкость конденсатора по формуле

$$C = \frac{T}{R},$$

где  $C$  — емкость конденсатора, мкФ;

$T$  — продолжительность разряда конденсатора, с;

$R$  — сопротивление разрядной цепи, МОм.

К примеру, при использовании вольтметра с относительным входным сопротивлением 100 кОм/В и установленным пределом 10 В (сопротивление разрядной цепи  $R = 100 \cdot 10 = 1000$  кОм = 1 МОм) конденсатор, предварительно заряженный до 10 В, разрядился до значения 3,7 В в течение 30 с. Тогда емкость конденсатора

$$C = \frac{T}{R} = 30/1 = 30 \text{ мкФ}.$$

Всесторонняя оценка качества конденсаторов может быть получена с помощью специальных приборов. В основу измерения емкости этими приборами положены методы вольтметра—амперметра, непосредственного измерения с помощью микрофарадометров, сравнения (замещения), мостовой и резонансный. Очень широко для диагностики радиокомпонентов используются измерители иммитанса – подгруппа Е7.

Напряжение, приложенное к конденсатору при любом его испытании, не должно превышать номинального рабочего напряжения.

Если в процессе испытания конденсатор заряжается до значительного напряжения, необходимо производить его разряд по окончании испытания.

#### 4. Перечень оборудования:

- Резисторы, конденсаторы.
- Справочники по резисторам, конденсаторам.
- Измерители иммитанса.
- Методические указания к практическому занятию.

**5. Порядок выполнения работы(Задания):**

5.1 Ознакомиться с предоставленными резисторами, конденсаторами и их маркировкой.

5.2 Измерить значения сопротивлений и емкостей с помощью измерителя иммитанса.

5.3 Сравнить измеренные сопротивления резисторов и емкости конденсаторов с их номинальными значениями.

5.4 Сделать выводы о работоспособности резисторов и конденсаторов.

5.5 Заполнить таблицу

п/п	Наименование и тип ЭРЭ	Номинальные значения	Измеренные значения	Выводы об исправности ЭРЭ

5.6 Записать алгоритм действий.

5.7 Составить вывод.

5.8 Ответить на контрольные вопросы.

**6. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

**7. Контрольные вопросы:**

1. Приведите примеры брака резисторов при визуальном входном контроле?
2. Какие виды брака определяются с помощью визуального входного контроля конденсаторов?

**Практическое занятие № 5**

**Проведение функционального теста по поиску неисправностей дифференциального усилителя на операционном усилителе**

## 1 Цель работы:

- 1.1 Изучить технологию поиска неисправности диффузилителя.
- 1.2 Получить практические навыки работы с электронными устройствами, документацией и приборами.

## 2 Приборы и оборудование, используемые при проведении занятия:

- 2.1 лабораторные стенды автомобильной сигнализации «Alligator», «Pantera»;
- 2.2 датчики удара пьезоэлектрического типа;
- 2.3 мультитестер;
- 2.4 соединительные провода;
- 2.5 изолента;
- 2.6 источник питания 12В.

## 3 Краткие теоретические сведения

Одной из мер по защите от угона является установка автомобильной сигнализации.

В сигнализационных системах используется большое количество датчиков: движения (или качания), ударов, радарные, звуковые и ультразвуковые. Действие датчиков схоже с действием органов чувств человека: датчики ударов - это осязание, датчики разбивания стекла - слух, радарные датчики - зрение.

Датчик удара (может упоминаться под названием Shuck Sensor), как правило, поставляется в базовом комплекте автосигнализации. Он представляет собой устройство, регистрирующее вибрацию и удары по корпусу автомобиля.



Рисунок 1 - Внешний вид датчиков удара

Датчик удара (шок-сенсор, shock sensor) входит в состав большинства охранных систем. Его задача — реагировать на удары по кузову автомобиля. Датчик должен, с одной стороны, иметь высокую чувствительность, чтобы "не прозевать" покушение на Ваш автомобиль, а с другой стороны — не реагировать на посторонние воздействия (удары грома, проезжающий мимо автотранспорт и т.п.). Для разделения истинных и ложных срабатываний, современные датчики удара строят по двухзонному принципу. При легком ударе по кузову или колесу автомобиля должен раздаваться предупреждающий, короткий сигнал сирены. Этим сигнализация информирует потенциального нарушителя о том, что автомобиль находится под охраной. Сильный удар (авария, разбитие стекла, буксировка...) должен вызвать полный цикл тревоги. Для того чтобы отделять легкие удары от сильных и по разному на них реагировать, датчику необходимо иметь два уровня (две зоны) срабатывания.

Центральным звеном любого датчика является чувствительный элемент — устройство, преобразующее удар в электрический сигнал. В зависимости от типа чувствительного элемента различают электромагнитные, микрофонные и пьезокерамические датчики удара. Существуют и другие чувствительные элементы: светодиод в упругом подвесе в

паре с фотоприемником; на эффекте Холла и т.д., но они не нашли широкого применения в датчиках автосигнализаций.

В датчиках пьезокерамического типа (Piezosensor) чувствительный элемент — пьезопластина с дополнительным грузом. Такой чувствительный элемент практически не подвержен влиянию электромагнитных помех.

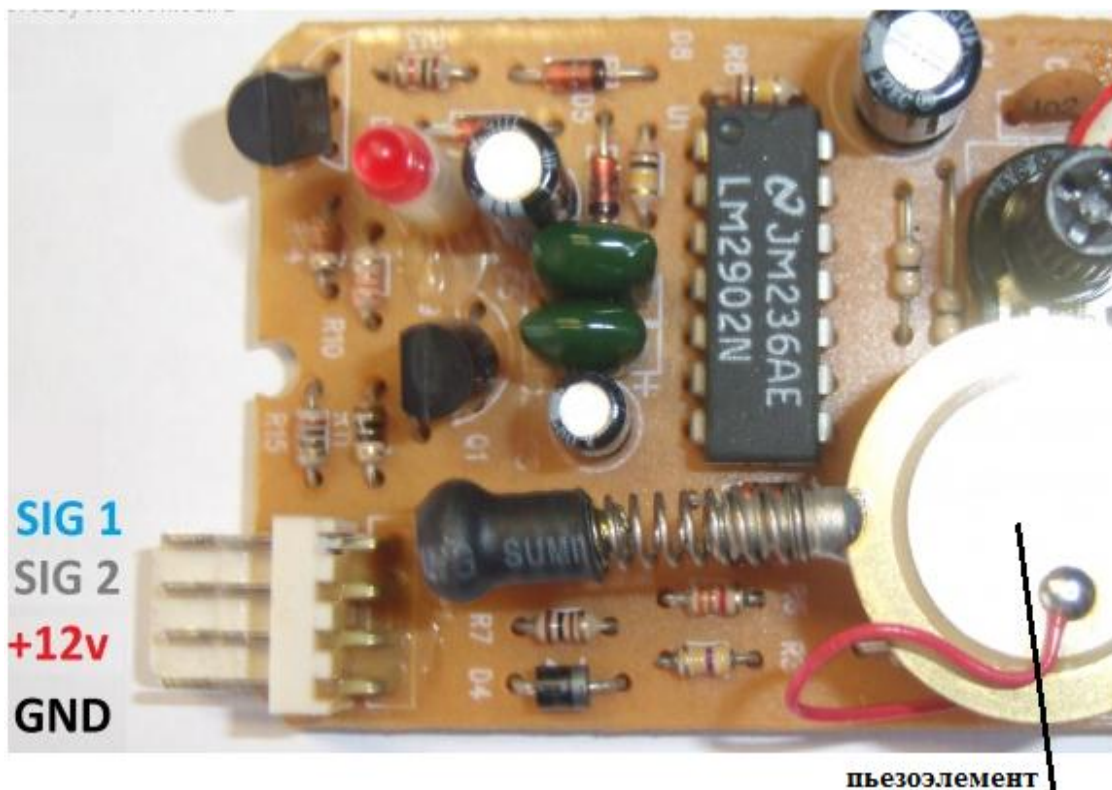
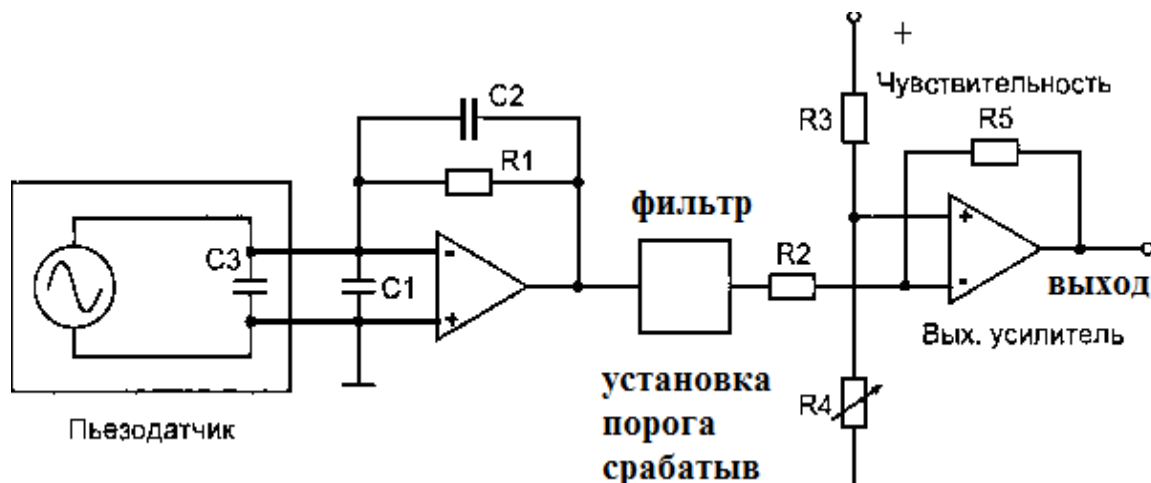


Рисунок 2 – Конструкция датчика удара АОС

При деформации (сжатии) пьезокристалла на его гранях появляется электрический сигнал, пропорциональный в данном случае механическому воздействию. Рабочий диапазон частоты 5... 1000 Гц. Для предварительной обработки сигнала от пьезоэлектрических датчиков используется электронный усилитель-формирователь, собранный по схеме рис.



### Рисунок 3 - Схема усилителя-формирователя

Серьезным недостатком датчиков удара является низкая чувствительность к плавным покачиваниям автомобиля, устранить эту проблему помогают решать датчики наклона.

#### 4 Порядок выполнения работы

Порядок измерения параметров сигналов датчиков удара:

- подготовить к измерениям осциллограф;
- подключить питание к охранной сигнализации от АКБ;
- подключить измерительные щупы осциллографа к цепям питания сигнализации (после контактов замка зажигания);
- с помощью пульта управления включить и выключить сигнализацию, измеряя при этом состояние шины питания;
- подключить измерительные щупы осциллографа к сигнальным цепям исследуемого датчика удара;
- с помощью пульта управления включить функцию «Охрана»;
- контролируя сигналы на выходе исследуемого *датчика удара* произвести механическое воздействие на него, занести измеренные напряжения и форму отклика в отчет;
- повторить предыдущий пункт при различной силе воздействии на датчик удара, обратить внимание на степень изменения выходного сигнала;
- повторить предыдущий пункт при различном положении регуляторов чувствительности датчика удара, обратите внимание, что исправный датчик не должен реагировать на механическое воздействие на него при установке регуляторов в положение минимальной чувствительности;
- обратить внимание на степень изменения выходного сигнала;
- выключить сигнализацию с помощью пульта, обесточить лабораторный стенд;

4.4 Ответить на контрольные вопросы

4.5 Оформить отчет лабораторного занятия и защитить его.

## 5 Содержание отчета

- 5.1 Название занятия;
- 5.2 Цель работы;
- 5.3 Приборы, используемые при измерениях;
- 5.4 Схема подключения датчиков удара к автосигнализации;
- 5.5 Таблица результатов проверки режимов работы исследованных датчиков удара;
- 5.6 Эпюры сигналов датчика удара;
- 5.7 Ответы на контрольные вопросы;
- 5.8 Выводы о техническом состоянии исследованных датчиков удара.

## 6 Контрольные вопросы

- 6.1 Виды датчиков удара применяемых в автомобильной сигнализации. Их назначение и рабочие характеристики.
- 6.2 Назначение и принцип работы индукционных датчиков удара.
- 6.3 Назначение и принцип работы пьезоэлектрических датчиков удара.
- 6.4 Назначение, типы и принцип работы датчиков наклона.

## 7 Рекомендованные источники:

## Приложение А

### Форма бланка отчета

АТ-	ПМ 02.02 Тема 2.5 Анализ систем охраны и сигнализации	
	Лабораторное занятие №22. Исследование характеристик и схем подключения датчиков удара автомобильных сигнализаций	

Цель работы:


Приборы и материалы,


2 Схема измерений и подключения датчиков удара к автомобильной сигнализации.

2.2 Изучить и проверить сигналы вырабатываемые датчиками удара и заполнить таблицу

	Датчик удара №1	Датчик удара №2 зона 1	Датчик удара №2 зона 2	Датчик удара №3 зона 1	Датчик удара №3 зона 2	Датчик удара №4 зона 1	Датчик удара №4 зона 2
Упит							
Упокоя							
Усрабат							



Таблица № 1 Результаты измерений

Построить эпюры сигналов от датчика удара №

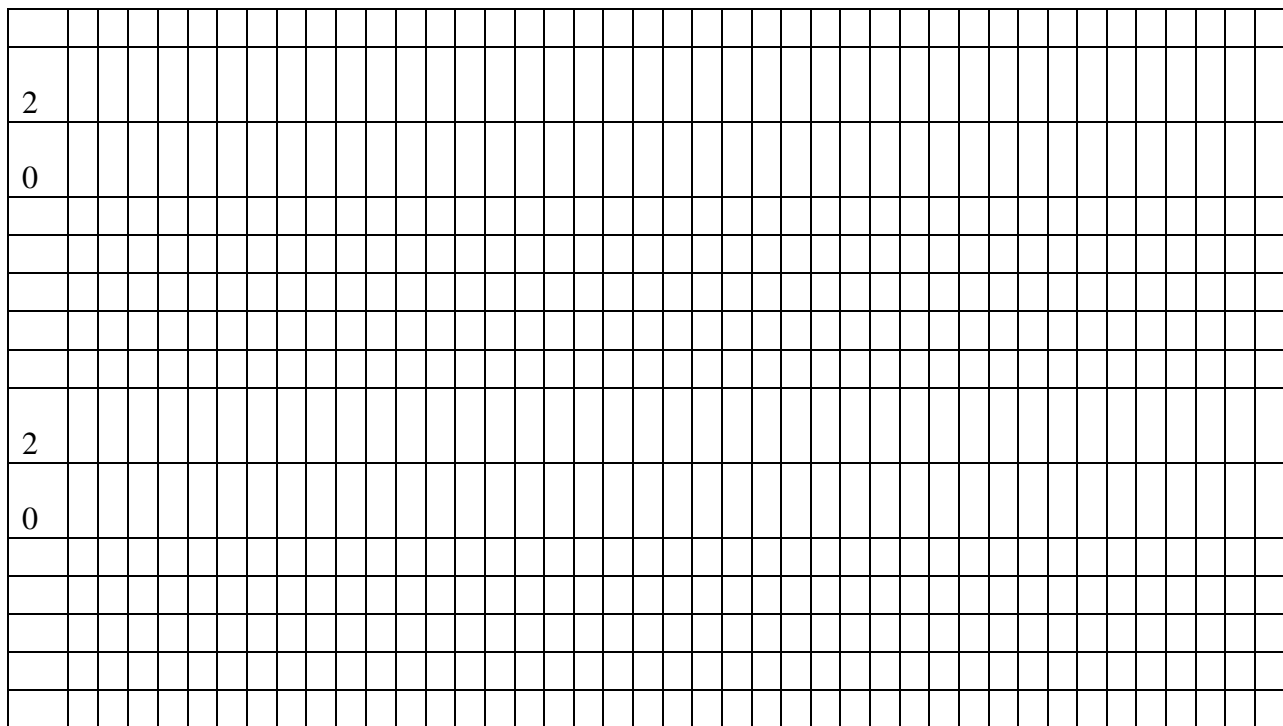


Рис.1 Осциллограммы сигналов от датчика удара №

3 Ответы на контрольные вопросы.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Выводы:

### **Практическое занятие № 6**

#### **Проведение функционального теста по поиску неисправностей импульсного источника питания**

#### **1 Цель работы:**

- 1.1 Познакомиться с технологией проведения функционального теста по поиску неисправностей импульсного источника питания.
- 1.2 Получить практические навыки работы с диагностическим оборудованием, приборами, технической документацией и ремонтным оборудованием.

#### **2 Приборы и оборудование, используемые при проведении занятия:**

- 2.1 лабораторные стенды;
- 2.2 наглядные пособия и компьютерный блок питания (КБП);
- 2.3 мультитестер;
- 2.4 соединительные провода;
- 2.5 изолента;
- 2.6 источник питания 12В.

#### **3 Краткие теоретические сведения**

Рассмотрим структурную схему КБП и приведем перечень возможных неисправностей.

На рисунке показано изображение структурной схемы типичной для импульсных БП системных блоков.

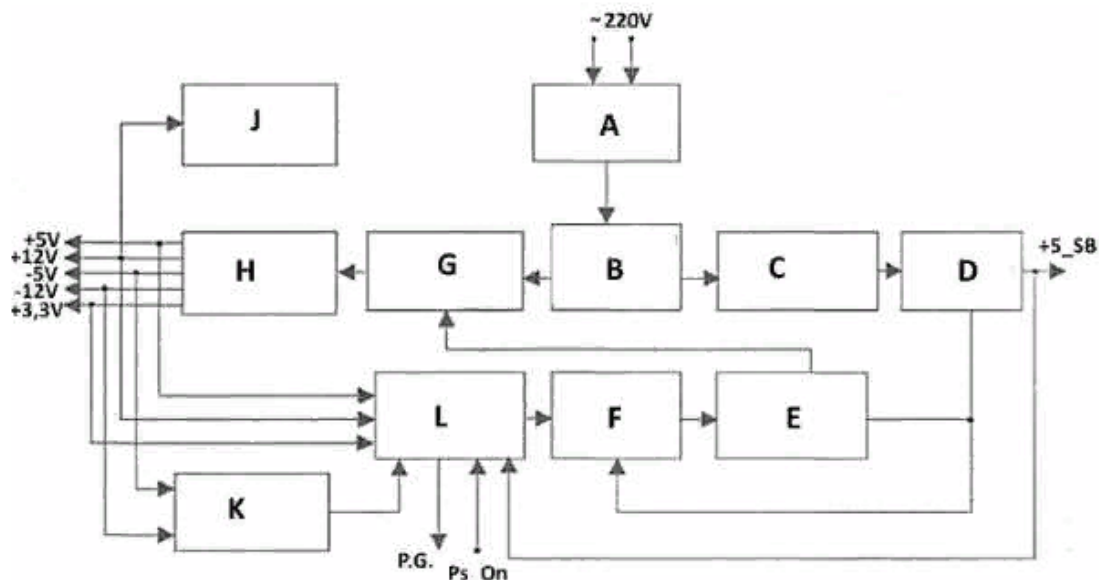


Рисунок 1 - Структурная схема компьютерного БП

Устройство импульсного БП АТХ

А – блок сетевого фильтра;

В – выпрямитель низкочастотного типа со сглаживающим фильтром;

С – каскад вспомогательного преобразователя;

Д – выпрямитель;

Е – блок управления;

Ф – ШИМ-контроллер;

Г – каскад основного преобразователя;

Н – выпрямитель высокочастотного типа, снабженный сглаживающим фильтром;

Ж – система охлаждения БП (вентилятор);

Л – блок контроля выходных напряжений;

К – защита от перегрузки.

+5\_SB – дежурный режим питания;

P.G. – информационный сигнал, иногда обозначается как PWR\_OK (необходим для старта материнской платы);

PS\_On – сигнал управляющий запуском БП.

Распиновка основного коннектора БП

Для проведения ремонта нам также понадобится знать распиновку главного штекера БП (main power connector).

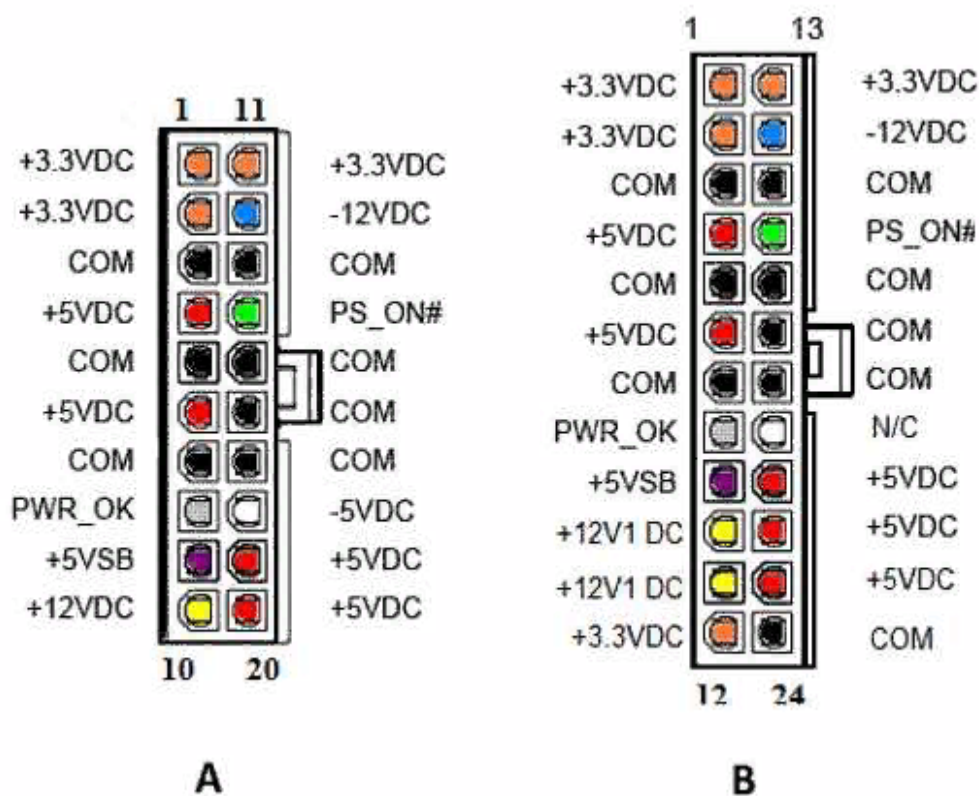


Рисунок 2 – Назначение и номиналы контактов выходного разъема

Для запуска блока питания необходимо провод зеленого цвета (PS\_ON#) соединить с любым нулевым черного цвета. Сделать это можно при помощи обычной перемычки. Заметим, что у некоторых устройств цветовая маркировка может отличаться от стандартной, как правило, этим грешат неизвестные производители из поднебесной.

#### Нагрузка на БП

Необходимо предупредить, что включение импульсных БП без нагрузки существенно сокращает их срок службы и даже может стать причиной поломки. Поэтому мы рекомендуем собрать простой блок нагрузок, его схема показана на рисунке.

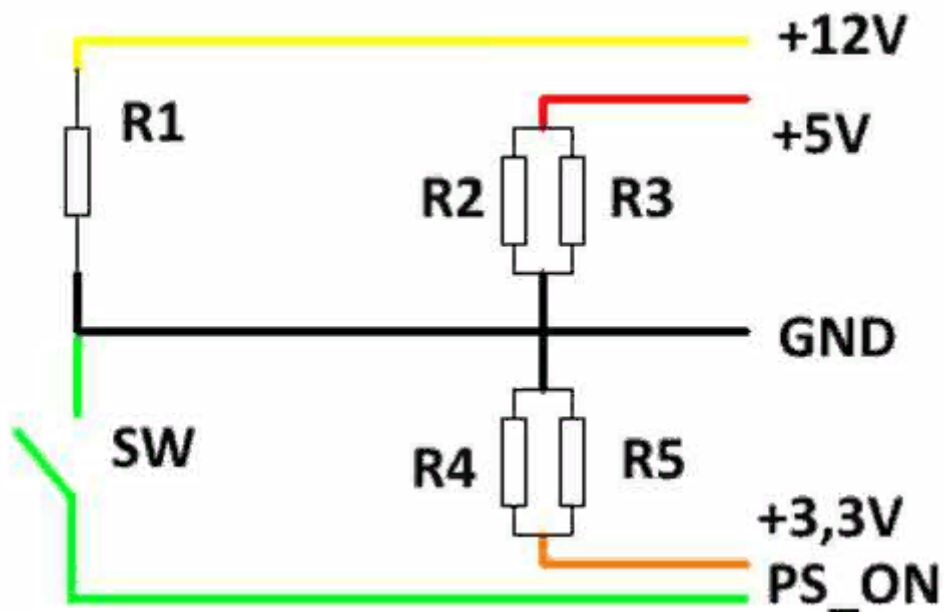


Рисунок 3 - Схема блока нагрузки

Схему желательно собирать на резисторах марки ПЭВ-10, их номиналы: R1 – 10 Ом, R2 и R3 – 3,3 Ом, R4 и R5 – 1,2 Ом. Охлаждение для сопротивлений можно выполнить из алюминиевого швеллера.

Подключать в качестве нагрузки при диагностике материнскую плату или, как советуют некоторые «умельцы», HDD и CD привод нежелательно, поскольку неисправный БП может вывести их из строя.

#### Перечень возможных неисправностей

Перечислим наиболее распространенные неисправности, характерные для импульсных БП системных блоков:

- перегорает сетевой предохранитель;
- +5<sub>SB</sub> (дежурное напряжение) отсутствует, а также больше или меньше допустимого;
- напряжения на выходе блока питания (+12 В, +5 В, 3,3 В) не соответствуют норме или отсутствуют;
- нет сигнала P.G. (PW\_OK);
- БП не включается дистанционно;
- не вращается вентилятор охлаждения.

#### Методика проведения функционального теста по поиску неисправностей импульсного БП

После того, как блок питания снят с системного блока и разобран, в первую очередь, необходимо произвести осмотр на предмет обнаружения поврежденных элементов (потемнение, изменившийся цвет, нарушение целостности). Заметим, что в большинстве случаев замена сгоревшей детали не решит проблему, потребуется проверка обвязки.

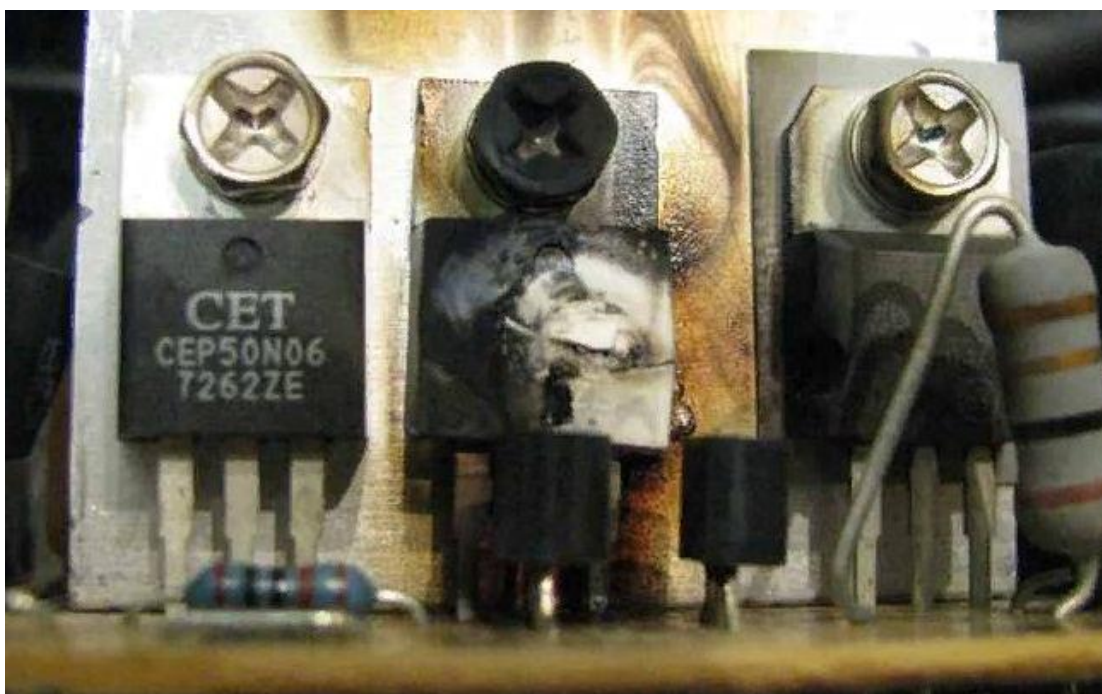


Рисунок 4 – Сгоревшие детали БП

Визуальный осмотр позволяет обнаружить «сгоревшие» радиоэлементы  
Если таковы не обнаружены, переходим к следующему алгоритму действий:

Проверяем предохранитель. Не стоит доверять визуальному осмотру, а лучше использовать мультиметр в режиме прозвонки. Причиной, по которой выгорел предохранитель, может быть пробой диодного моста, ключевого транзистора или неисправность блока, отвечающего за дежурный режим.



Рисунок 5 - Установленный на плате предохранитель

Проверка дискового термистора. Его сопротивление не должно превышать 100 Ом, если он неисправен, ставить вместо него перемычку крайне не советуем. Импульсный ток, возникающий в процессе заряда конденсаторов, установленных на входе, может стать причиной пробоя диодного моста.



Рисунок 6 - Дисковый термистор (обозначен красным)

Тестируем диоды или диодный мост на выходном выпрямителе, в них не должно быть обрыва и КЗ. При обнаружении неисправности следует подвергнуть проверке установленные на входе конденсаторы и ключевые транзисторы. Поступившее на них в результате пробоя моста переменное напряжение, с большой вероятностью, вывело эти радиодетали из строя;

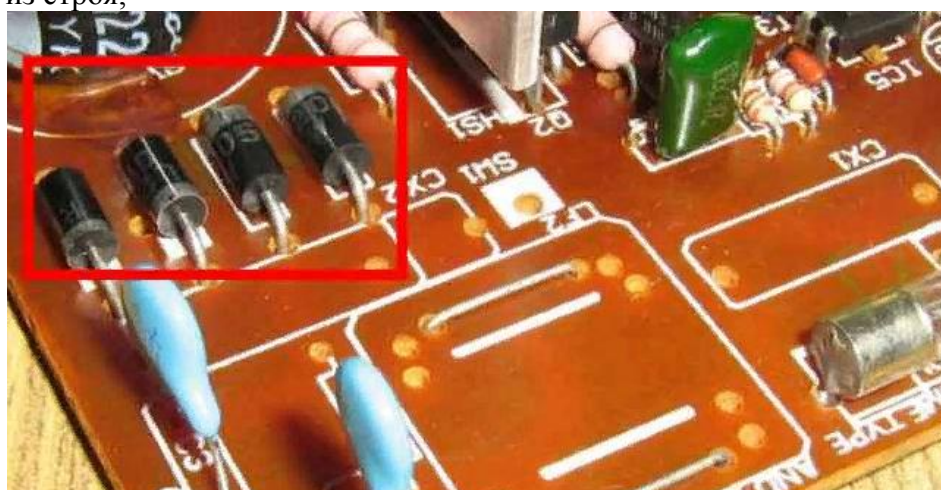


Рисунок 7 - Выпрямительные диоды (обведены красным)

Проверка входных конденсаторов электролитического типа начинается с осмотра. Геометрия корпуса этих деталей не должна быть нарушена. После этого измеряется емкость. Нормальным считается, если она не меньше заявленной, а расхождение между двумя конденсаторами в пределах 5%. Также проверке должны быть подвергнуты запаянные параллельно входным электролитам варисторы и выравнивающие сопротивления;

Входные электролиты (обозначены красным)

тестирование ключевых (силовых) транзисторов. При помощи мультиметра проверяем переходы база-эмиттер и база-коллектор (методика такая же, как при проверке диодов).

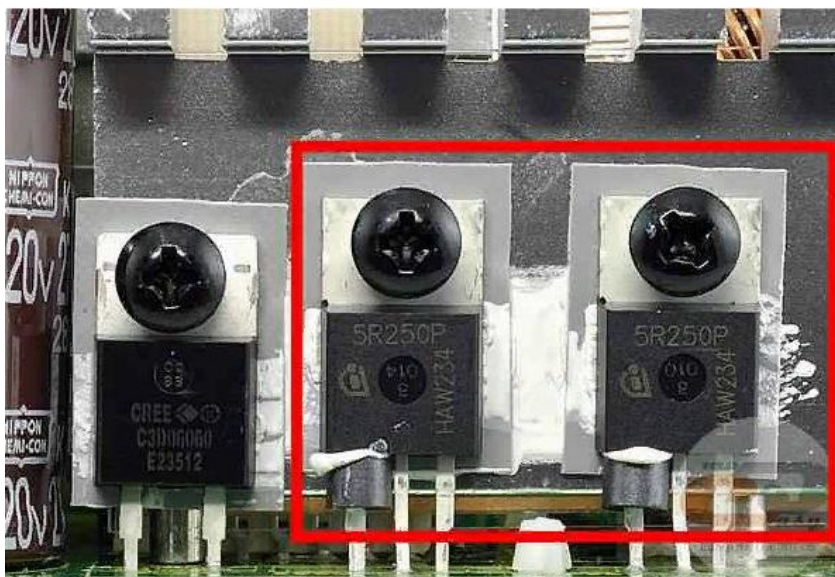
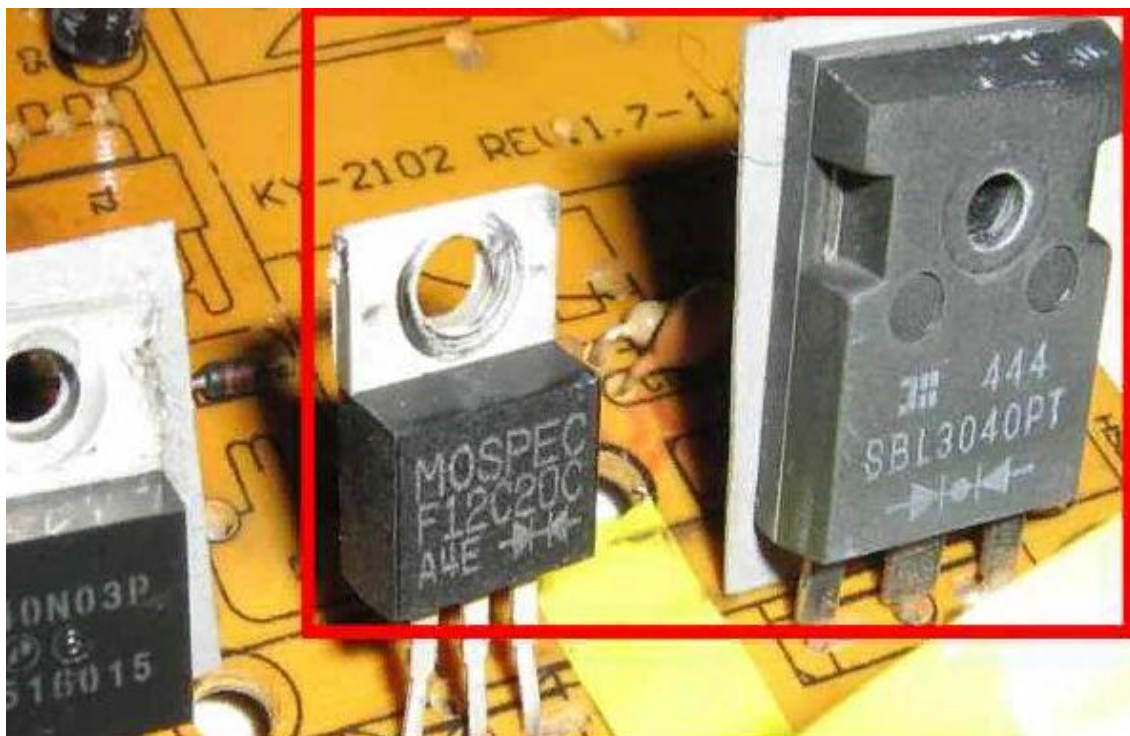


Рисунок 8 - Размещение силовых транзисторов на плате БП

Если найден неисправный транзистор, то прежде, чем впаивать новый, необходимо протестировать всю его обвязку, состоящую из диодов, низкоомных сопротивлений и электролитических конденсаторов. Последние рекомендуем поменять на новые, у которых большая емкость. Хороший результат дает шунтирование электролитов при помощи керамических конденсаторов 0,1 мкФ;

Проверка выходных диодных сборок (диоды шоттки) при помощи мультиметра, как показывает практика, наиболее характерная для них неисправность – КЗ.





## Рисунок 9 - Диодные сборки на плате БП

Проверка выходных конденсаторов электролитического типа. Как правило, их неисправность может быть обнаружена путем визуального осмотра. Она проявляется в виде изменения геометрии корпуса радиодетали, а также следов от протекания электролита.

Не редки случаи, когда внешне нормальный конденсатор при проверке оказывается негодным. Поэтому лучше их протестировать мультиметром, у которого есть функция измерения емкости, или использовать для этого специальный прибор.

Заметим, что нерабочие выходные конденсаторы – самая распространенная неисправность в компьютерных блоках питания. В 80% случаев после их замены работоспособность БП восстанавливается.



Рисунок 10 - Конденсаторы с нарушенной геометрией корпуса

Проводится измерение сопротивления между выходами и нулем, для +5, +12, -5 и -12 вольт этот показатель должен быть в пределах, от 100 до 250 Ом, а для +3,3 В в диапазоне 5-15 Ом.

### Доработка БП

В заключение дадим несколько советов по доработке БП, что позволит сделать его работу более стабильной:

- во многих недорогих блоках производители устанавливают выпрямительные диоды на два ампера, их следует заменить более мощными (4-8 ампер);

- диоды шоттки на каналах +5 и +3,3 вольт также можно поставить помощнее, но при этом у них должно быть допустимое напряжение, такое же или большее;

- выходные электролитические конденсаторы желательно поменять на новые с емкостью 2200-3300 мкФ и номинальным напряжением не менее 25 вольт;

- бывает, что на канал +12 вольт вместо диодной сборки устанавливаются спаянные между собой диоды, их желательно заменить на диод шоттки MBR20100 или аналогичный;

если в обвязке ключевых транзисторов установлены емкости 1 мкФ, замените их на 4,7-10 мкФ, рассчитанные под напряжение 50 вольт.

Такая незначительная доработка позволит существенно продлить срок службы компьютерного блока питания.

Источник: <https://www.asutpp.ru/remont-bloka-pitaniya-kompyutera.html>

## Практическое занятие № 7

### Проведение функционального теста по поиску неисправностей регулятора напряжения и мостового выпрямителя

#### 1. Цель работы:

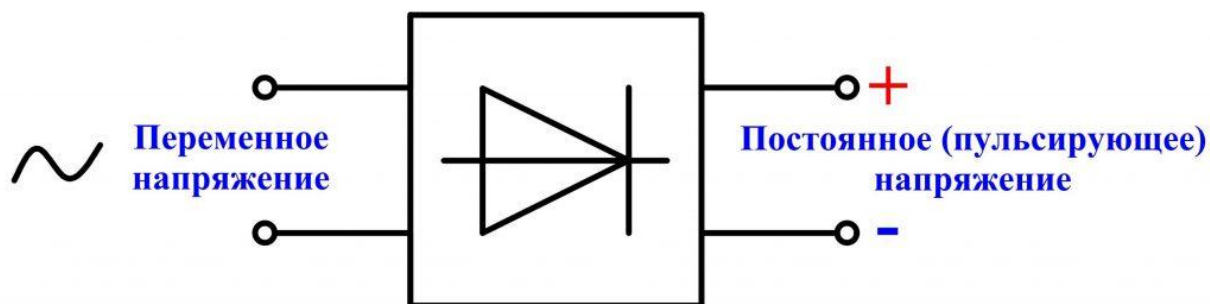
- приобретение навыков по работе с приборами, технологической документацией и оборудованием.

#### 2. Перечень оборудования:

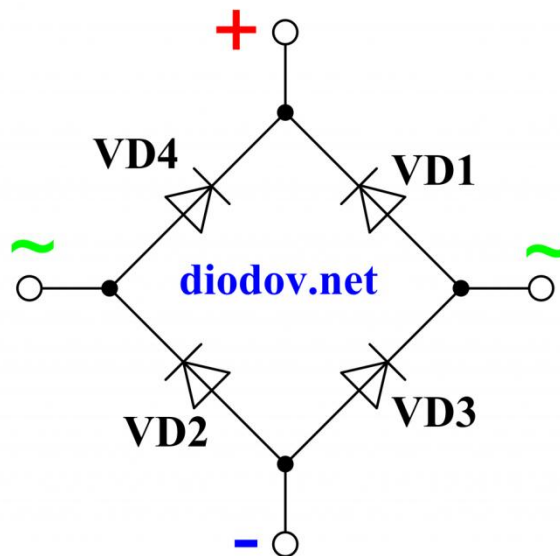
- лабораторный источник питания;
- Диодный мост;
- мультиметр;
- осциллограф.

#### 3. Краткие теоретические сведения:

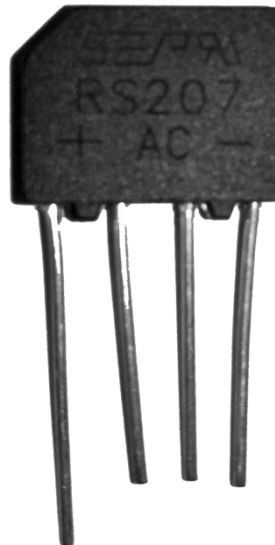
Диодный мост предназначен для выпрямления переменного напряжения в постоянное, а точнее говоря, в пульсирующее.



Он может иметь разную форму корпуса и расположение выводов. Хотя в преобладающем большинстве их всего четыре: два – вход и два – выход. В любом случае диодный мост состоит из четырех диодов, расположенных в одном корпусе определенным образом. Такая схема соединения называется мостовой. Отсюда и название данного полупроводникового прибора.



Методика проверки исправности диодного моста заключается в проверке исправности его отдельных четырех диодов.



Согласно мостовой схеме, одна пара полупроводниковых приборов соединена между собой анодами, а вторая – катодами. В точке соединения катодов образуется положительный потенциал «+». А в точке соединения анодов – отрицательный потенциал «-». К двум оставшимся точкам подводят переменный ток «~». Соответствующие обозначения наносятся на корпус мостового выпрямителя или диодного моста.

Теперь, глядя на выше приведенную схему, становится достаточно просто понять, как проверить диодный мост мультиметром. Переводим прибор в режим «прозвонки» и проверяем каждый из четырех диодов выше рассмотренным способом. Схема помогает понять, каким образом устанавливать измерительные щупы.

**Как проверить диодный мост мультиметром в схеме**

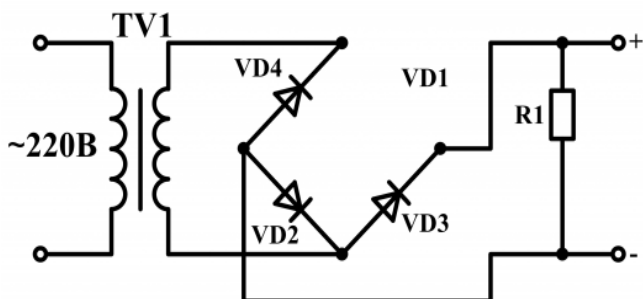
Рассмотрим, как проверить диодный мост мультиметром, не выпаивая его из платы. Прежде всего, нужно подать питание на схему. И по отношению входного и выходного напряжений можно определить характер неисправности данного электронного прибора. Если он исправен, то выпрямленное напряжение будет несколько выше входного переменного.

Принципиально различают два вида неисправности диодного моста: обрыв и пробой од-

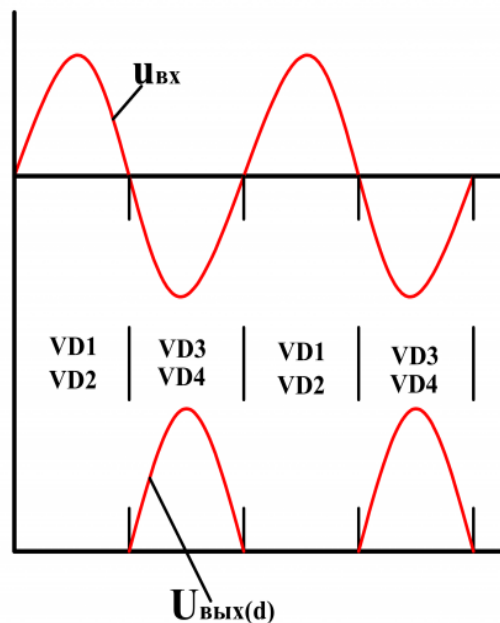
ного или нескольких диодов выпрямительного моста.

В случае обрыва, например VD1, ток в один полупериод, соответствующей работе пары VD1 и VD3, протекать не будут, поскольку образуется разрыв электрической цепи. Это приведет к резкому снижению величины выпрямленного напряжения  $U_d$ . Однако, если схема работает без нагрузки, то данный вид неисправности можно и не заметить, так как после выпрямителя чаще всего установлен конденсатор и он в отсутствии нагрузки заряжается до амплитудного значения выпрямленного напряжения. Поэтому следует быть внимательным в данном случае.

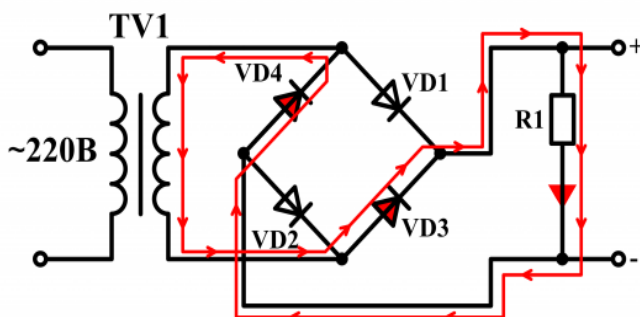
#### Путь протекания тока в I полупериод



diodov.net

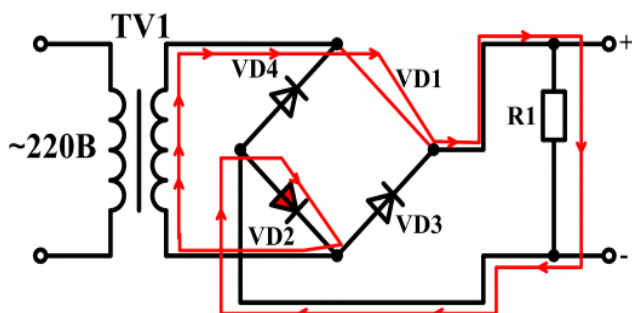


#### Путь протекания тока во II полупериод



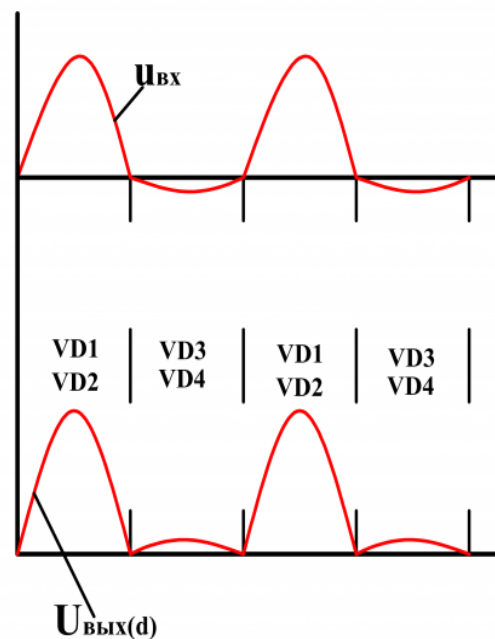
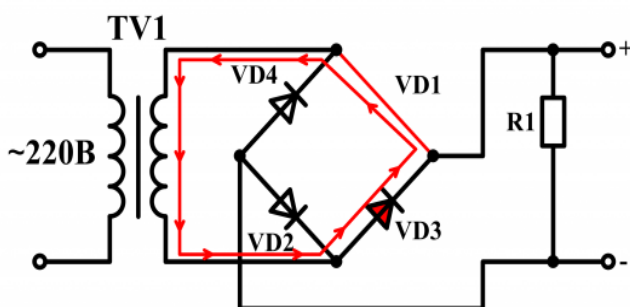
В случае пробоя и короткого замыкания, например того же VD1, в один полупериод вторичная обмотка трансформатора окажется замкнутой накоротко. В результате этого будет происходить интенсивный нагрев VD3, что приведет к повышенному нагреву всего диодного моста. А также будет нагреваться обмотка вторичная обмотка и сам трансформатор. По разнице напряжений здесь судить трудно о характере неисправности. Так как при закороченной обмотке напряжение на ней в соответствующий полупериод также равно почти нулю. Поэтому и на выходе диодного моста в тот же полупериод оно будет равно почти нулю, а соответственно снизится и его среднее выпрямленное значение.

### Путь протекания тока в I полупериод



diodov.net

### Путь протекания тока во II полупериод



Также при данной неисправности может сработать предохранитель, установленный в первичной обмотке трансформатора, поскольку возрастет ток в цепи трансформатора. Надеюсь, теперь стало понятно, как проверить диодный мост мультиметром.

#### 4. Порядок выполнения работы

- проверить каждый диод мостовой схемы мультиметром в режиме прозвонки-перехода;
- подать на диодный мост переменное напряжение с лабораторного генератора;
- с имитировать короткое замыкание одного диода моста и измерить осциллографом форму напряжения на выходе моста;
- с имитировать обрыв одного диода моста и измерить осциллографом форму напряжения на выходе моста;
- зарисовать осциллограммы и сделать выводы;

#### 5. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

#### 6. Контрольные вопросы:

- назовите основные признаки мостовой схемы;
- как из пульсирующего напряжения на выходе моста получить выпрямленное постоянное напряжение;

### Практическое занятие № 8

«Изучение методов и средств для испытаний электронных устройств и систем на воздействие тепла»

1. Цель работы:
  - 1.1 Приобретение знаний по методам и средствам для проведения испытаний РЭТ
  - 1.2 Приобретение навыков работы с учебной документацией, стандартами, руководствами,
2. Материальное оснащение, документация для практического занятия:
  - 2.1 Бланк отчета по ПЗ,
  - 2.2 Пособие для практических работ.
3. Изучить теоретические сведения по пособию [7] (стр. 3-7).

Назначение, устройство и принцип работы камеры тепла КТ-0,05-315М.

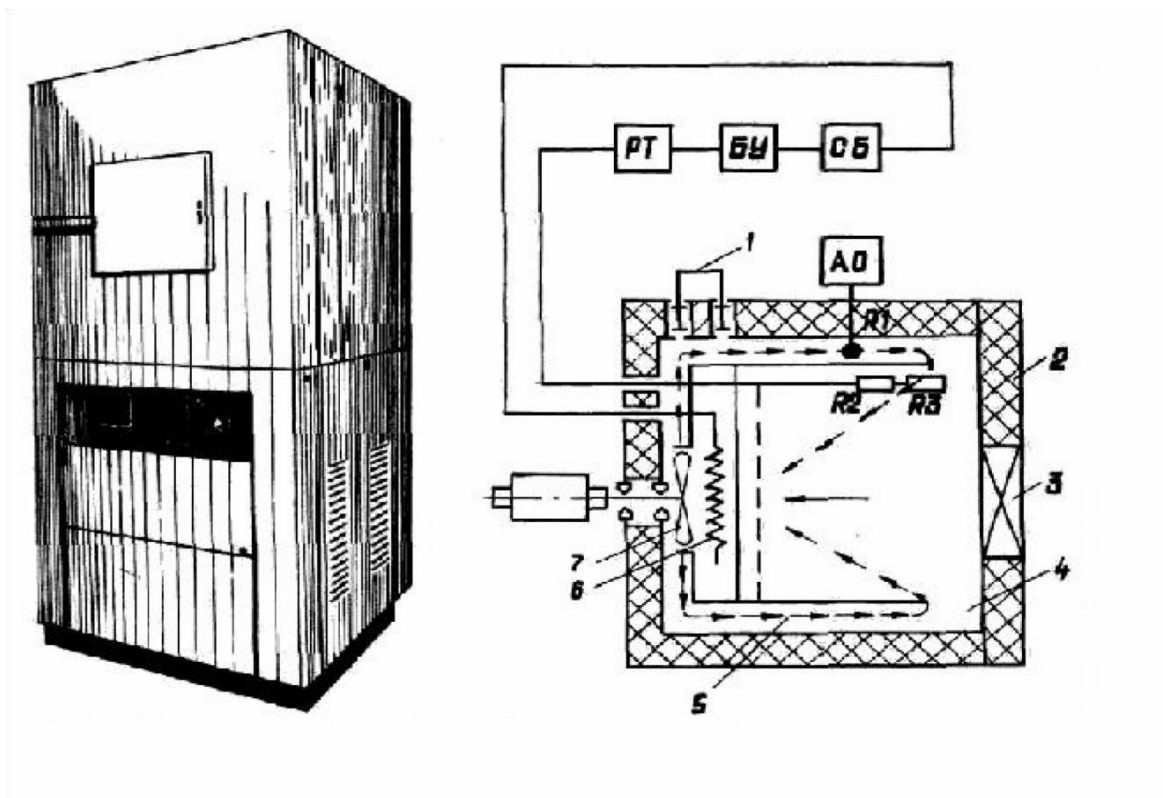


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

Основные ТТХ:

---



---



---



---



---

4. Результаты исследования  
Таблица 1 - Состав камеры тепла

Тип камеры тепла: _____		
Номер	Название	Назначение


Опишите принцип обеспечения и поддержания теплового режима в камере (см. стр.7 [1]).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Запишите методы проведения испытаний образцов РЭТ на воздействие повышенной температуры среды

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Назначение, устройство и принцип работы камеры КТХ-0,4-65/155.

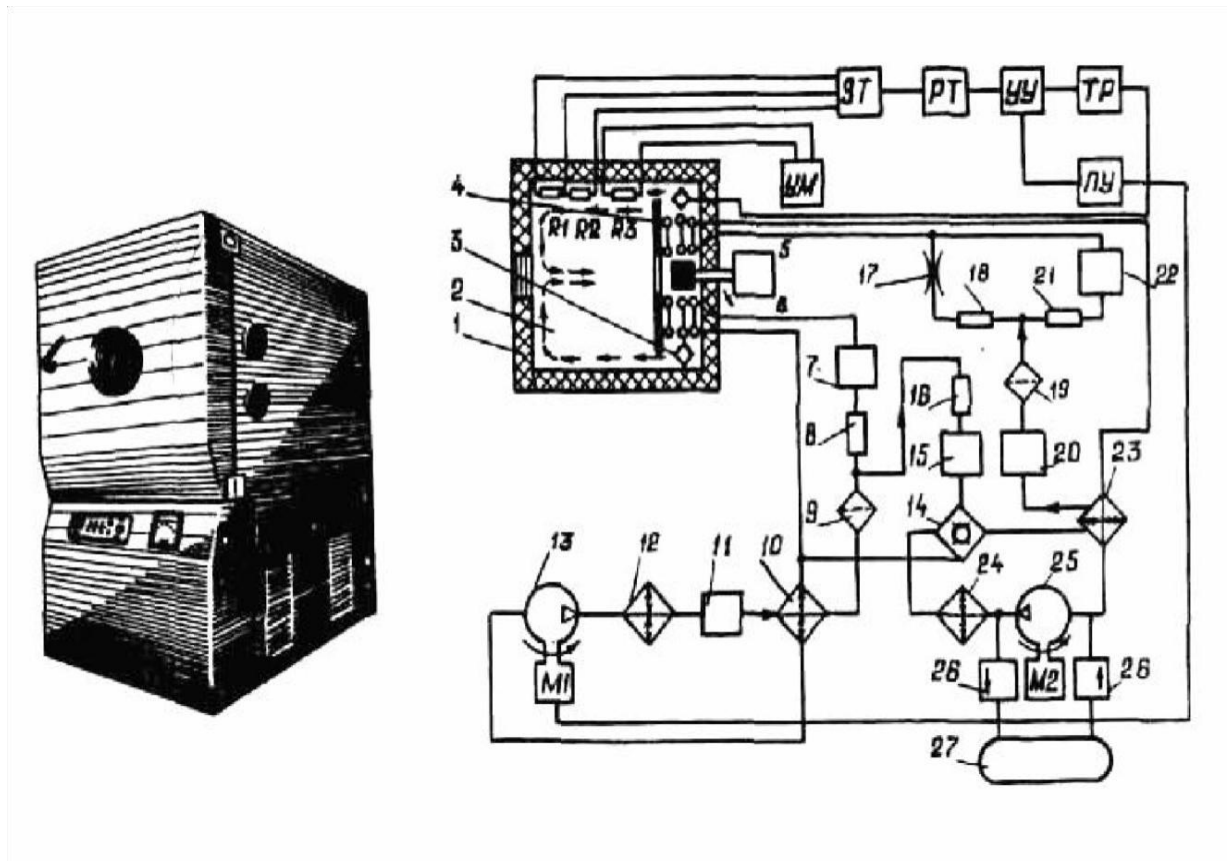


Рисунок 2 - \_\_\_\_\_

Основные ТТХ:

---



---



---



---



---

Таблица 2 - Состав камеры тепла и холода

Тип камеры тепла и холода: \_\_\_\_\_

Номер	Название	Назначение

Опишите принцип обеспечения и поддержания теплового режима в камере (см. стр.7 [1]).

---



---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Запишите методы проведения испытаний образцов РЭТ на воздействие пониженной температуры среды

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Контрольные вопросы:
1. Объясните смысл термоциклических испытаний изделий РЭТ?
  2. Каким образом организуется измерение электрических параметров РЭТ в ходе термоциклических испытаний?
  3. Объясните достоинства и недостатки методов повышения температуры для термоциклических испытаний изделий РЭТ?
  4. Чем обуславливается жесткость термоциклических испытаний?
  5. Объясните смысл испытаний на теплостойкость и теплоустойчивость образцов РЭТ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Гигрограф

- **Название прибора:** Гигрограф
- **Назначение:** Непрерывная запись хода влажности воздуха
- **Принимающее устройство:** Пучок обезжиренных волос (1)
- **Принцип действия:** При увеличении влажности воздуха пучок волос (1) удлиняется, а при уменьшении влажности укорачивается, приводя в движение соединенную с ним стрелку (2), которая чертит линию на вращающемся барабане (3).

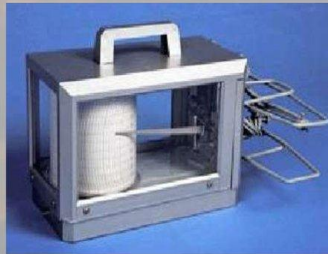
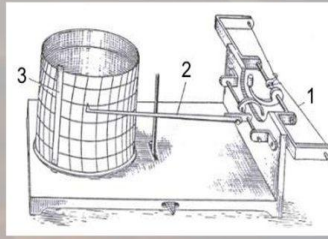


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

## 6. Результаты исследования

Таблица 1 - Состав гигрографа

Тип прибора: _____		
Номер	Название	Назначение

### Изучение порядка обращения с прибором

---



---



---



---



---



---



---



---



---

Запишите название прибора для непрерывного контроля давления в помещении.



Рисунок 2 - \_\_\_\_\_

Таблица 2 - Состав барографа

Тип прибора: _____		
Номер	Название	Назначение

Порядок обращения с прибором

---



---



---



---



---



---



---



---

Назначение, устройство и принцип работы термографа.

# Термограф

- **Название прибора:** Термограф
- **Назначение:** Непрерывная запись хода температуры воздуха
- **Принимающее устройство:** Изогнутая биметаллическая пластина (1)
- **Принцип действия:** При изменении температуры воздуха верхняя и нижняя части биметаллической пластины (1) нагреваются или охлаждаются, а следовательно, расширяются или сужаются неодинаково. В результате изменяется изгиб пластины, приводя в движение соединенную с ней стрелку (2), которая чертит линию на вращающемся барабане (3).

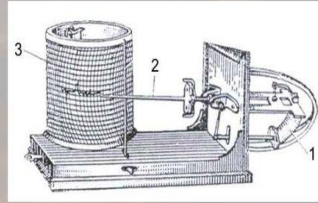


Рисунок 3 - \_\_\_\_\_

Таблица 3 - Состав термографа

Тип прибора: _____		
Номер	Название	Назначение

## Порядок обращения с прибором

---



---



---



---



---



---



---



---

Назначение, устройство и принцип работы камеры КТВ-0,4-155.

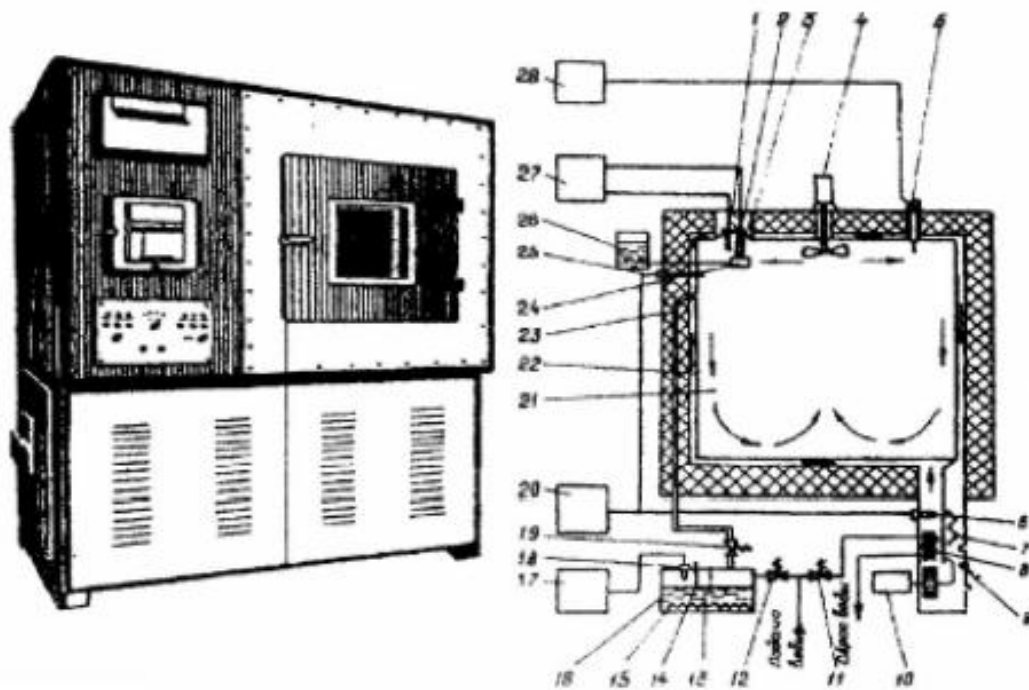


Рисунок 4 - \_\_\_\_\_

Основные ТТХ:

---



---



---



---



---



---



---

Таблица 4 – Основные элементы камеры тепла и влаги

Тип камеры тепла и холода: \_\_\_\_\_

Номер	Название	Назначение

Опишите принцип обеспечения и поддержания влажности в камере (см. стр. 17 [1]).

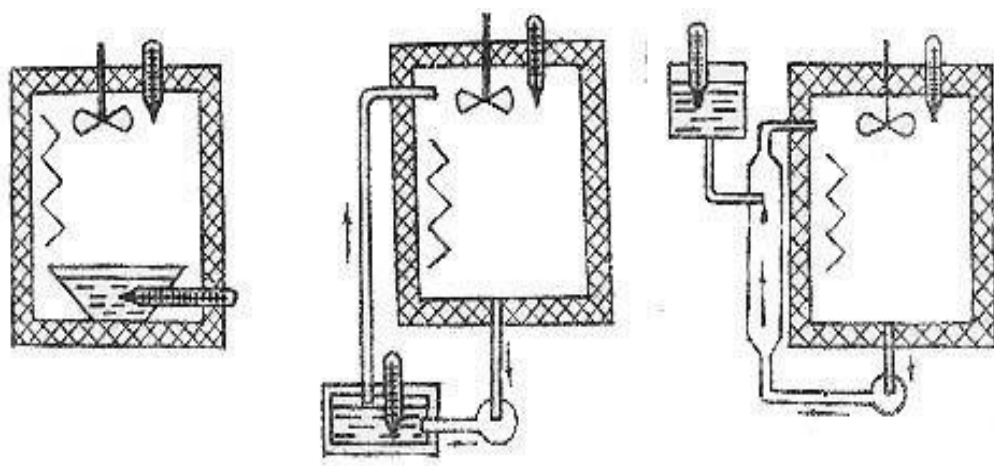


Рисунок 5 - \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Контрольные вопросы:

1. Объясните достоинства и недостатки аналоговых и цифровых приборов для измерения параметров ТВР в помещениях испытательных лабораторий?  
\_\_\_\_\_
2. Раскройте устройство и принцип работы аспирационного психрометра для измерения относительной влажности воздуха в помещении?  
\_\_\_\_\_
3. Каким образом сказывается повышенная температура на резино-технических изделиях РЭТ? Как избежать негативного влияния при эксплуатации?  
\_\_\_\_\_
4. Каким образом сказывается повышенная влажность на контактах разъемов изделий РЭТ? Как избежать негативного влияния при эксплуатации?  
\_\_\_\_\_
5. Перечислите способы и технические средства влияния на параметры температуры и влажности в производственных помещениях? Объясните суть эволюционных решений в современных системах климат-контроля.  
\_\_\_\_\_
6. Объясните негативное воздействие влажности (избыток или недостаток) на изделия РЭА?  
\_\_\_\_\_
7. Раскройте понятие влагоустойчивость образца РЭТ?  
\_\_\_\_\_
8. Объясните принцип работы термовлагокамеры?  
\_\_\_\_\_

9. Какие способы измерения влажности Вы знаете?

10. Какие способы создания влажной среды Вы знаете?

6. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

### **МДК.03.01 Диагностика и испытания изделий электронной техники**

#### **Практическое занятие № 10**

#### **«Изучение методов и средств для испытаний электронных устройств и систем на воздействие ударных нагрузок»**

1. Цель работы:
  - 1.1 Приобретение знаний по методам и средствам для проведения испытаний РЭТ
  - 1.2 Приобретение навыков работы с учебной документацией, стандартами, руководствами,
  
2. Материальное оснащение, документация для практического занятия:
  - 2.1 Бланк отчета по ПЗ,
  - 2.2 Пособие для практических работ.  
Изучить теоретические сведения по пособию [7] (стр. 19-30).

Структурная схема измерения параметров удара.



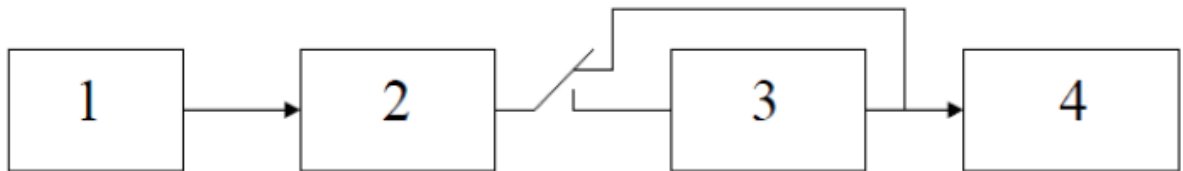


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

7. Результаты исследования

Таблица 1 - Состав средств для измерения параметров удара

Номер	Название	Назначение
1		
2		
3		
4		

Запишите основные виды стенов для ударных испытаний и основные параметры ударных воздействий на образцы РЭА:

---



---



---



---



---



---

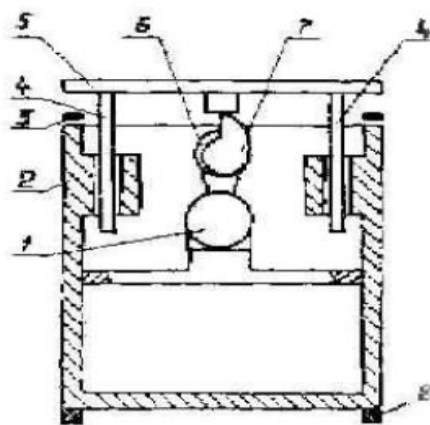


Рисунок 2 - \_\_\_\_\_

Таблица 2 - Состав электромеханического стенда для ударных испытаний

Тип оборудования: _____		
Номер	Название	Назначение
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

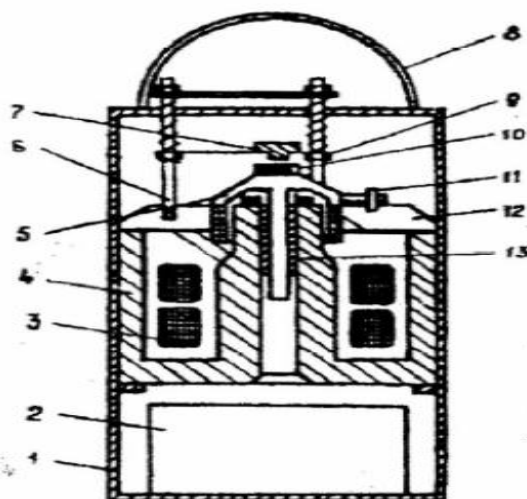


Рисунок 3 - \_\_\_\_\_

Таблица 3 - Состав электромагнитного стенда для ударных испытаний

Тип оборудования: _____		
Номер	Название	Назначение
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

11		
12		
13		

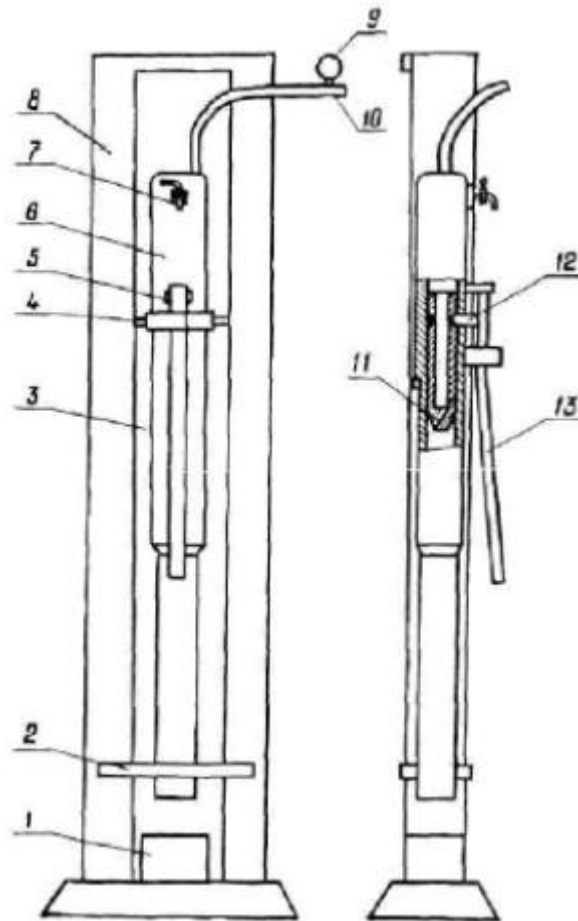


Рисунок 4 - \_\_\_\_\_

Таблица 4 - Состав пневмостенда для ударных испытаний

Тип оборудования: \_\_\_\_\_

Номер	Название	Назначение
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		



**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем**  
**Практическое занятие № 1**  
**«Изучение технологии выполнения регулировки электронных приборов в соответствии с технологическими условиями»**

1. Цель работы:

1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по организации и проведению работ по настройке, регулировке, техническому обслуживанию и ремонту электронных устройств и систем.

1.2 Закрепить навыки практического анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации.

2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:

2.1 Лабораторный электрифицированный стенд, измерительные приборы, оборудование для ремонта и расходные материалы

2.2 Комплект методической и технической документации

2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования

2.4 Комплект инструментов

3. Результаты исследования

Организация рабочего места регулировщика радиоэлектронной аппаратуры.

Назначение, принцип работы и правила эксплуатации оборудования.

Требования безопасности при проведении работ. Состав средств безопасности и правила его использования.

Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

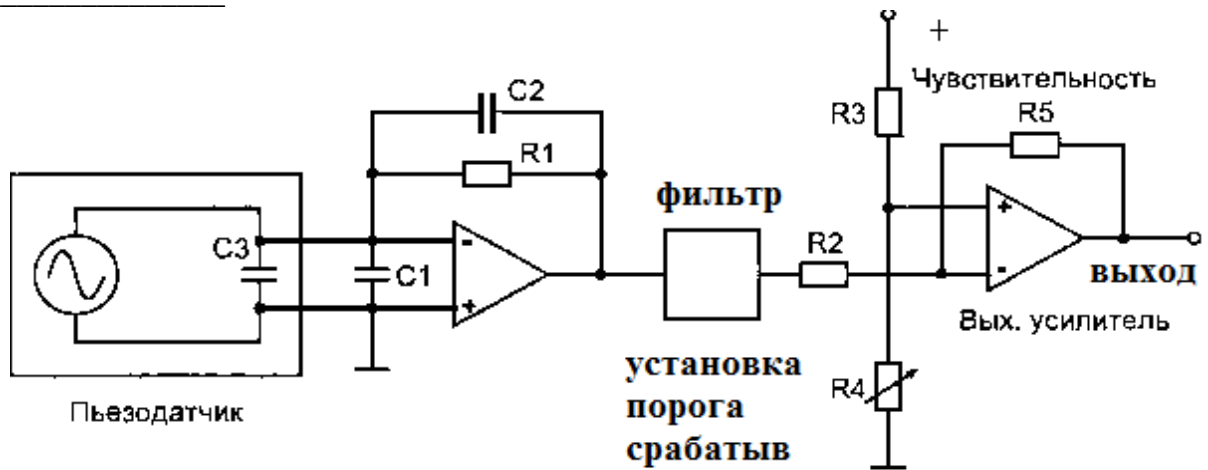


Рисунок 2 –

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности ДУ:

3.3.1 Опиши возможные неисправности ДУ

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности ДУ при эксплуатации АОС?
2. Почему важно иметь на автомобиле работоспособную АОС в настоящее время?
3. Будет ли актуальна АОС на электрокарах и почему?
4. Объясните назначение операционного усилителя в схеме датчика удара. Раскройте его технические параметры (см. datasheet), способы настройки?

---

---

---

---

---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

---

---

---

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем  
Практическое занятие № 2  
«Выполнение настройки и регулировки источника питания охранного устройства»**

1. Цель работы:
  - 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по обнаружению неисправностей в автомобильных охранных системах в ходе их регулировки.
  - 1.2 Закрепить навыки практического анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации.
  
2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:
  - 2.1 Лабораторный электрифицированный стенд автомобильной охранной сигнализации
  - 2.2 Комплект методической и технической документации
  - 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
  - 2.4 Комплект инструментов
  
4. Результаты исследования

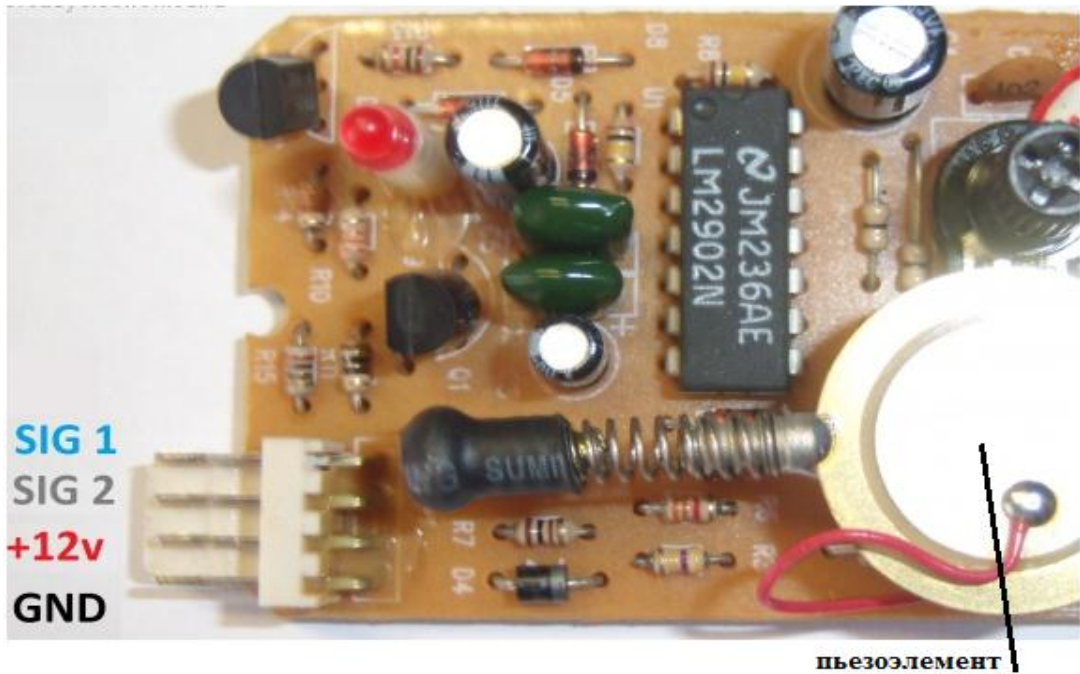


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ИП АОС:

---



---



---



---



---



---



---

3.2 Запиши основные параметры ИП АОС:

---



---



---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ИП АОС. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---



---



---



---



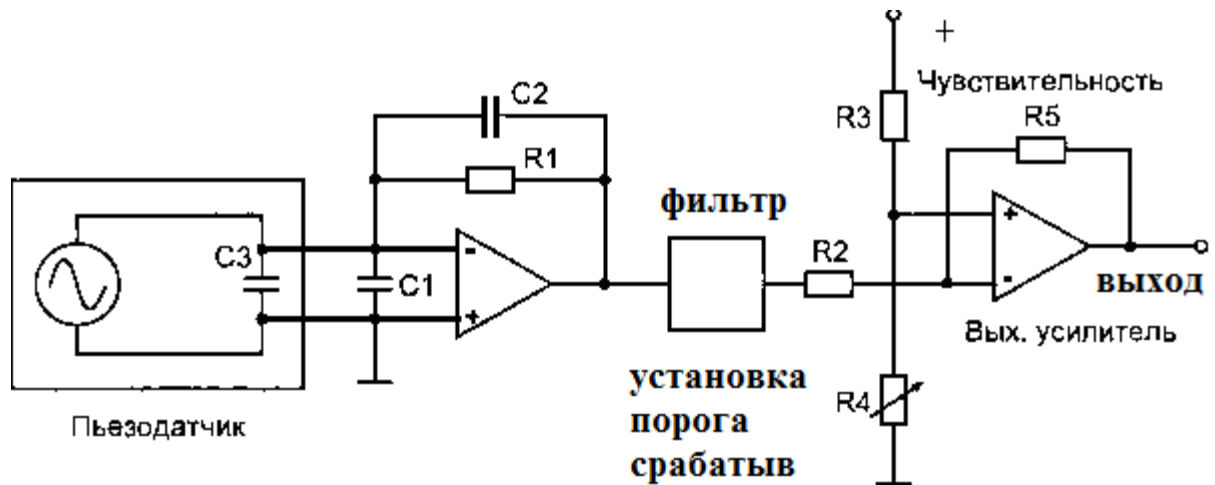


Рисунок 2 –

3.3 Объясни принцип регулировки ИП АОС:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 3.3.1 Опиши возможные неисправности ИП АОС и способы их устранения

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности ИП при эксплуатации АОС?

2. Почему важно иметь на автомобиле работоспособную АОС в настоящее время?



## Поиск электрических неисправностей при регулировке и испытаниях активных фильтров сабвуфера

### 1. Цели:

1. Закрепить и расширить теоретические знания, полученные при изучении темы "Активные фильтры".
2. Ознакомиться с практической схемой активного фильтра нижних частот второго порядка Чебышева, особенностями его АХ и АЧХ.
3. Получить практические навыки исследования и регулировки активных фильтров.
4. Приобрести практические навыки по использованию средств измерений при изготовлении и эксплуатации РЭА.

### 2. Краткие теоретические сведения

Для исследования активных фильтров используются специальные термины и определения:

– *порядок фильтра* – это число его полюсов. Полюс фильтра указывает на наличие в схеме определенного количества RC-цепей, формирующих его частотную характеристику. Каждая RC-цепь обеспечивает ее скорость спада в 6 дБ/окт\* (это и для пассивных фильтров). Так двухполюсный фильтр обеспечивает спад в 12 дБ/окт, а 6-ти полюсный – 36 дБ/окт.

– *полоса пропускания* – полоса частот АЧХ, простирающаяся от нуля до частоты среза (ФНЧ), или от частоты среза до бесконечности (ФВЧ), или между частот среза (ПФ). Для фильтров с равновеликими пульсациями полоса пропускания может быть определена по-другому.

– *частота среза  $f_{cp}$*  - частота, на которой уровень АЧХ падает на 3 дБ (в  $\sqrt{2}$  раз).

– *сдвиг фазы выходного сигнала относительно входного*. Идеальный фильтр имеет одинаковую задержку  $\Delta t$  для всех спектральных составляющих входного сигнала, что определяет неискаженную передачу сигнала. Для этого он должен обеспечить линейное возрастание сдвига фазы от частоты, т.к.

$$\Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = const.$$

Исследуемый активный фильтр нижних частот для сабвуфера является неинвертирующим фильтром Чебышева второго порядка на основе конверторов полного сопротивления и обладает следующими достоинствами:

- достижимы как малые, так и большие значения добротности;
- высокое входное сопротивление;
- большие значения добротности реализуются при небольшом диапазоне номиналов элементов;
- невысокая чувствительность к отклонениям величин R и C;
- малый уровень собственных шумов.

К эксплуатационным достоинствам можно отнести малое энергопотребление и габариты, широкий диапазон питающих напряжений, небольшое число внешних пассивных элементов обвязки.

### 3. Подготовка к выполнению практического занятия

*На самоподготовке:*

- изучить по рекомендованной литературе принципы построения, особенности работы различных фильтров, их АЧХ, достоинства и недостатки фильтров Чебышева, Баттворта, Бесселя;
- изучить настоящее руководство.
- ознакомиться с методикой проведения исследований;
- ознакомиться с инструкцией по эксплуатации средств измерений, задействованных в лабораторной работе.
- подготовить бланк отчета,
- ответить на контрольные вопросы.

#### 4. Описание экспериментальной установки

Установка для экспериментального исследования и регулировки активных фильтров включает в себя печатный узел "Активный фильтр НЧ для сабвуфера". Принципиальная схема исследуемого фильтра с параметрическим стабилизатором напряжения на микросхеме 78L05A (DD1) представлена на рис.5.1.

Фильтр (неинвертирующий, второго порядка) выполнен на двойном операционном усилителе LM358 (DD2). Светодиод HL1 индицирует работу устройства, потенциометром R1 осуществляется регулировка уровня входного сигнала.

Напряжение питания  $U_{пит}=12В$  подключается к контактам X1 (+) и X2 (-).

Источники сигнала подключаются к X3 (+), X4 (-).

Выходной сигнал снимается с контактов X5 (+), X6 (-).

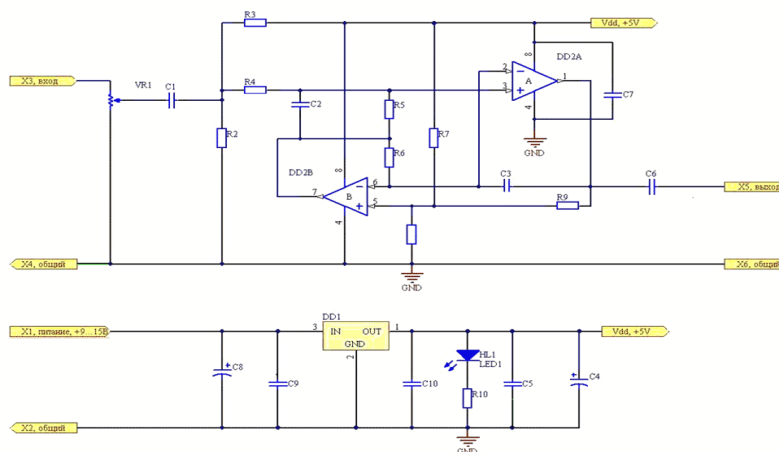


Рис. 5.1. Принципиальная схема печатного узла "Активный фильтр НЧ для сабвуфера"

Оборудование рабочего места включает:

- генератор низкочастотных колебаний (ГЗ),
- двухканальный осциллограф (С1),
- одноканальный блок питания.
- комплект монтажного и демонтажного оборудования и инструмента.

На рабочем месте имеется также комплект конструкторской документации, состоящий из:

- схема принципиальная электрическая;
- перечень элементов;
- сборочный чертёж.

#### 5. Материальное обеспечение

1. Рабочие места радиомонтажника – регулировщика.
2. Измерительный комплекс на основе учебно-исследовательской платформы NI ELVIS II.

2. Макетная плата " Активный фильтр НЧ для сабвуфера".
3. Нормативно-техническая документация на используемые средства измерений.

### 6. Задание и порядок выполнения практической работы

1. Снять амплитудную характеристику (АХ) фильтра и определить  $U_{ВХ}$  для снятия АЧХ.
2. Снять АЧХ фильтра
3. Построить нормированные АЧХ на линейно-логарифмическом бланке.
4. Проанализировать полученные результаты, сделать выводы и произвести регулировку фильтра в соответствии с заданием (Приложение 1).
5. Снять АЧХ отрегулированного фильтра и построить нормированные АЧХ на том же линейно-логарифмическом бланке.
6. Оформить и защитить отчет.

### 7. Методические указания по выполнению практической работы

1. Амплитудная характеристика фильтра снимается на частоте входного сигнала, равной  $f = 100$  Гц. Сигнал на вход фильтра подается с генератора низких частот, величина входного и выходного сигналов контролируется с помощью двухканального осциллографа и результаты заносятся в таблицу 1. Шаг изменения  $U_{ВХ}$  выбирается самостоятельно, и входное напряжение увеличивается от 0 до получения горизонтального участка АХ фильтра. График характеристики строится на бланке отчета в амплитудных значениях напряжений и по нему находится величина  $U_{ВХ}$ , соответствующая середине линейного участка. Найденная величина устанавливается на выходе генератора и во всех дальнейших исследованиях остается постоянной.

Таблица 1

$U_{ВХ}, В$					...					$f_c = 100$ Гц
$U_{ВЫХ}, В$										

2. Методика снятия АЧХ следующая:

а) Шаг изменения частоты выбирается самостоятельно. При этом на переходном участке АЧХ шаг должен быть таким, чтобы график наилучшим образом отразил особенности исследуемого фильтра.

б) Результаты измерений  $U_{ВЫХ}$  заносятся в таблицу 2.

Таблица 2

Фильтр	Частота $f$ , Гц									Примечание
						.....				
Исходный	$U_{ВЫХ}, В$					.....				$U_{ВХ} =$
	$K$					.....				
	$K_{норм}$					.....				

Отрегулир.	$U_{ВЫХ, В}$					.....				$U_{ВХ} =$
	$K$					.....				
	$K_{норм}$					.....				

в) На каждой  $i$ -ой частоте определяется коэффициент передачи фильтра:

$$K_i = \frac{U_{ВЫХ_i}}{U_{ВХ}}$$

где  $U_{ВЫХ_i}$  - величина  $U_{ВЫХ}$  на  $i$ -й частоте;

$U_{ВХ}$  - величина входного сигнала.

г) Для получения нормированной АЧХ необходимо все полученные значения коэффициента передачи " $K$ " исследуемого фильтра разделить на величину " $K$ ", соответствующую значению коэффициента передачи на минимальной частоте, и результаты занести в строку " $K_{норм}$ "

д) Количество отсчетов выбирается таким, чтобы в полосе прозрачности АЧХ четко наблюдался бы горизонтальный участок, а в полосе подавления выходное напряжение уменьшилось бы не менее чем в 10 раз, то есть  $K_{норм} \leq 0,1$ .

е) Построить графики нормированных АЧХ исходного и отрегулированного фильтров в одних осях координат на одном линейно-логарифмическом бланке.

3. В выводах указать:

- соответствуют ли полученные в результате регулировки параметры фильтра заданию;

- полностью ли подавляется входной сигнал в полосе непрозрачности;

- каким образом погрешность номинальных значений элементов повлияла на характеристики фильтров.

### 8. Содержание отчета

1. Схема соединений аппаратуры при проведении регулировочных работ.

2. Амплитудная характеристика фильтра.

3. Найденное значение  $U_{ВХ}$  для исследования АЧХ фильтра.

4. Таблицы с результатами исследования амплитудной и амплитудно-частотных характеристик.

5. Бланк с изображением АЧХ исходного и отрегулированного фильтров в одних осях координат.

6. Выводы по работе.

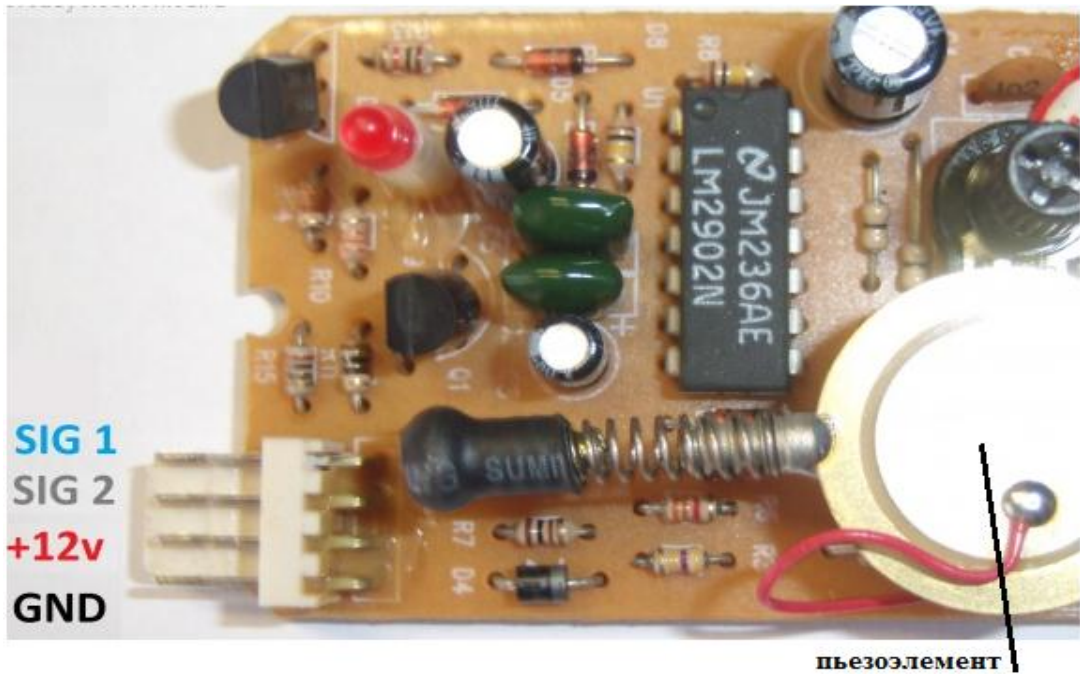


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы УЗЧ:

---

---

---

---

---

---

---

---

3.2 Запиши основные параметры УЗЧ:

---

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки УЗЧ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---

---

---

---





3. Будет ли актуальна мультимедийная система на электрокарах и почему?
4. Объясните назначение УЗЧ в структуре автомобильной мультимедийной системы.
5. Опишите основные технические параметры УЗЧ.
6. Раскройте технологию проверки УЗЧ и его замены.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

#### Варианты индивидуальных заданий для практического занятия

№ варианта	$K_0$	$f_{cp}$ , кГц	Q
1	1,5	0,08	2
2	2	0,09	5
3	3	0,1	4
4	3,5	0,15	3
5	4	0,2	2
6	1,5	0,25	5
7	2	0,3	4
8	2	0,35	3
9	3	0,4	5
10	5	0,45	4
11	6,5	0,5	3
12	2	0,55	2

13	4	0,6	5
14	5	0,65	3
15	7	0,7	2
16	1,5	0,75	3
17	3	0,8	2
18	2	0,85	3
19	4	0,9	4
20	5	1	5

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем**

**Практическое занятие № 4**

**«Выполнение настройки и регулировки автогенератора»**

1. Цель работы:

- 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по обнаружению неисправностей в автогенераторе (АГ) при его настройке и регулировке.
- 1.2 Закрепить навыки практического анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации.

2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:

- 2.1 Лабораторный электрифицированный стенд, беспаяечная плата, радиокомпоненты
- 2.2 Комплект методической и технической документации
- 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
- 2.4 Комплект инструментов

5. Результаты исследования

Лучшая форма синусоидальных колебаний достигается при использовании мостовых схем автогенераторов, в частности с мостом Вина. Один из вариантов такой схемы представлен на рис. 7.1.

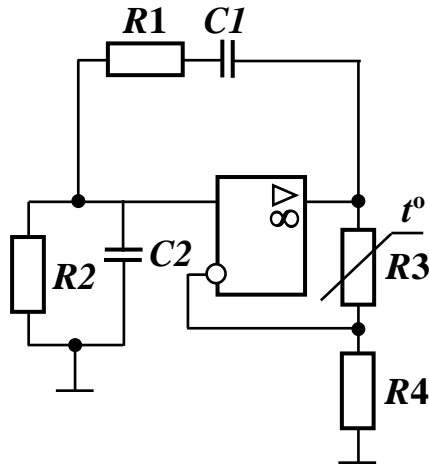


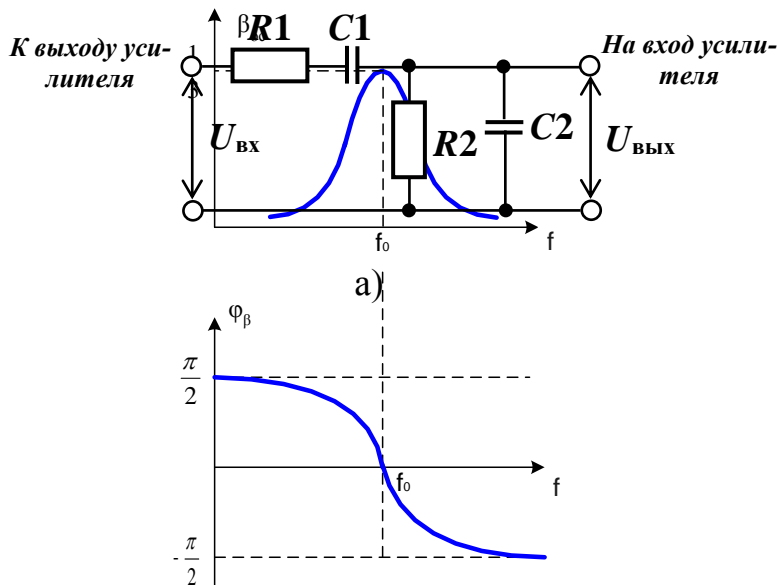
Рис. 7.1.

В этом генераторе мост Вина включается между выходным выводом ОУ и его неинвертирующим входом, чем достигается введение положительной ОС.

В общем случае, если усилитель неинвертирующий, то при его охвате положительной обратной связью он может генерировать электрические колебания и без включения каких-либо фазосдвигающих цепей, т.к. условие баланса фаз будет выполняться. Однако, для выделения требуемой частоты синусоидальных колебаний из всего спектра частот, которые могут генерироваться этой схемой, необходимо обеспечить выполнение условий самовозбуждения только для одной частоты. Именно с этой целью в цепь положительной ОС и включен мост Вина (рис. 7.2, а), а его АЧХ и ФЧХ представлены на рис. 7.2, б.

Коротко определим свойства этой цепочки, рассматривая ее как делитель напряжения. Коэффициент передачи по напряжению этой цепи:

$$\beta_{oc} = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{-j \frac{R2}{\omega C2}}{R1R2 - \frac{1}{\omega^2 C1C2} - j \left( \frac{R2}{\omega C1} + \frac{R1}{\omega C2} + \frac{R2}{\omega C2} \right)} \quad (7.1)$$



б)

Рис.7.2

На квазирезонансной частоте  $\omega_0$  коэффициент передачи по напряжению должен быть равен действительному числу. Это возможно лишь в том случае, если сопротивления, выраженные соответствующей математической записью в числителе и знаменателе приведенной формулы будут иметь одинаковый характер. Данное условие обеспечивается лишь в том случае, если действительная часть знаменателя равна нулю, т.е.

$$R_1 R_2 - \frac{1}{\omega^2 C_1 C_2} = 0. \quad (7.2)$$

Отсюда частота квазирезонанса

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}; \quad (7.3)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}. \quad (7.4)$$

Выражение для величины коэффициента передачи моста Вина на частоте генерации имеет вид:

$$\beta_0 = \frac{\frac{R_2}{\omega_0 C_2}}{\frac{R_2}{\omega_0 C_1} + \frac{R_1}{\omega_0 C_2} + \frac{R_2}{\omega_0 C_2}} \quad (7.5)$$

Подставляя в эту формулу выражение для  $\omega_0$ , получаем:

$$\beta_0 = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_1}{C_2}} \quad (7.6)$$

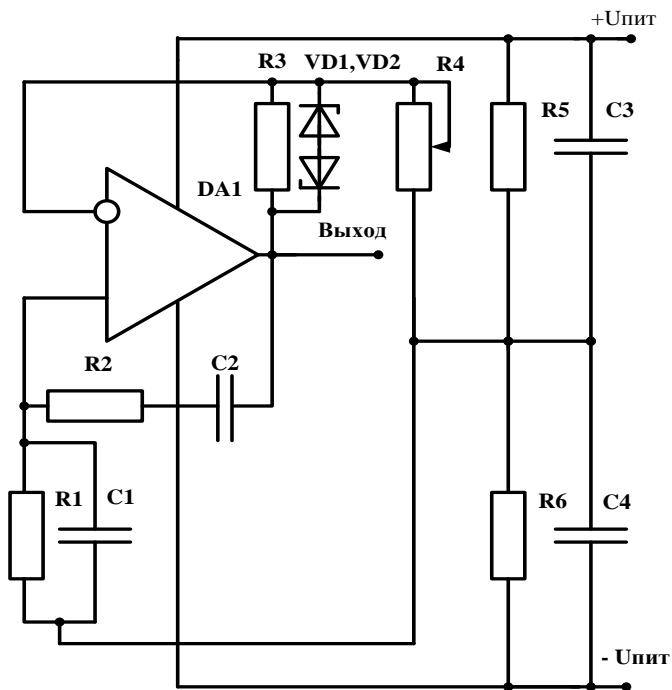
Считая, что  $R_1 = R_2 = R$  и  $C_1 = C_2 = C$ , находим окончательные выражения:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}, \quad (7.7)$$

$$\beta_0 = \frac{1}{3}. \quad (7.8)$$

Это означает, что *минимальный коэффициент усиления усилителя*, при котором выполняется условие баланса амплитуд, равен 3. Любой операционный усилитель имеет коэффициент усиления по напряжению значительно больше трех (до нескольких тысяч). Поэтому в автогенератор для его уменьшения до  $K_0 = 3$  введена цепь отрицательной обратной связи. Резисторы  $R_3$  и  $R_4$ , соединяющие выход с инвертирующим ОУ, являются

звенном  
 ОС. Резисторы  $R3, R4$   
 требуемый  
 усиления усилителя.  
 с выхода ОУ  
 через мост Вина, на  
 неинвертирующий  
 генератор можно  
 как  
 неинвертирующий  
 $K_y = 1 + \frac{R3}{R4}$ ;  $K_y = 3$   
 следует:  $\frac{R3}{R4} = 3 - 1 = 2$ ;  
 Регулировка  
 генерируемых  
 производится  
 резисторами  $R1, R2$   
 конденсаторами



отрицательной  
 и определяют  
 коэффициент  
 Так как, сигнал  
 поступает,  
 вход ОУ то  
 представит  
 усилитель с  
 отсюда  
 (7.9)  
 частоты  
 колебаний  
 или  
 $C1, C2$

### 3. Задание на практическую работу

1. Ознакомиться с порядком расчёта RC-генераторов гармонических колебаний
2. Произвести макетирование RC-генератора гармонических колебаний с мостом Вина в соответствии с рис. 7.3 и приведённого перечня элементов
3. Произвести регулировку генератора в соответствии с индивидуальным заданием (Приложение А).
4. Ответить на контрольные вопросы.

Рис.7.3

В приведенной схеме коэффициент усиления ограничивается стабилитронами (VD1, VD2), включенными в цепь обратной связи. При достижении сигналом уровня стабилизации стабилитронов коэффициент усиления снижается, но не резко, как в случае насыщения, а плавно, по логарифмическому закону, что обеспечивает приемлемое качество выходного сигнала.

Схема питается от однополярного источника напряжением 12 вольт.

Устройство формирует синусоидальный сигнал амплитудой около 4 вольт, симметричный относительно точки соединения C3 и C4.

### 4. Регулировка генератора синусоидального сигнала

Регулировка изделия сводится к установке подстроечного резистора в такое положение, чтобы, с одной стороны, имела место устойчивая генерация, с другой стороны, сигнал был приемлемого качества (без ограничений) и заданной частоты. Параметры сигнала должны соответствовать исходным данным.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание

	<b>Резисторы</b>		
R1, R2	МЛТ - 0.125 - 16кОм ±5%	2	
R3	МЛТ - 0.125 - 20кОм ±5%	1	
R4	СПЗ-13 -22кОм ±20%	1	
R5, R6	МЛТ - 0.125 - 10кОм ±5%	2	
	<b>Конденсаторы</b>		
C1, C2	КМ- 5 – 50В – 10нФ	2	
C3, C4	К50-36 – 50В -10мкФ	2	
VD1, D2	Стабилитрон КС133А	2	
DA	МикросхемыLF356	1	или КР140УД22(18)

### **5. Контрольные вопросы.**

1. Коэффициент усиления операционного усилителя влияет на амплитуду выходного напряжения генератора?
2. К каким изменениям параметров генератора приведёт уменьшение R4?
3. Как увеличить частоту генерируемых колебаний?
4. Что будет на выходе генератора (и будет ли), если коэффициент усиления усилителя будет равен не трём, а десяти?

### **6. Содержание отчёта**

1. Тема практического занятия.
2. Цель занятия.
3. Принципиальная электрическая схема генератора синусоидальных колебаний с мостом Вина.
4. Расчёт частотообразующих компонентов схемы.
5. Перечень элементов генератора синусоидальных колебаний с мостом Вина в соответствии с заданием.
6. Выводы.
7. Ответы на контрольные вопросы.

## **Приложение А**

## Варианты заданий

Рисунок 1 -

№ варианта	$f_0$ , кГц
1	0,2
2	3
3	0,5
4	2,5
5	1,1
6	2
7	1,5
8	0,3
9	2,2
10	1,2
11	0,4
12	1,8
13	0,7
14	2,7
15	1,3
16	0,2
17	3
18	0,5
19	2,5
20	1,1
21	2
22	1,5
23	0,3
24	2,2
25	1,2
26	0,4
27	1,8
28	0,7
29	2,7
30	1,3

---

3.1 Опиши принцип работы АГ:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3.2 Запиши основные параметры АГ:

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки АГ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

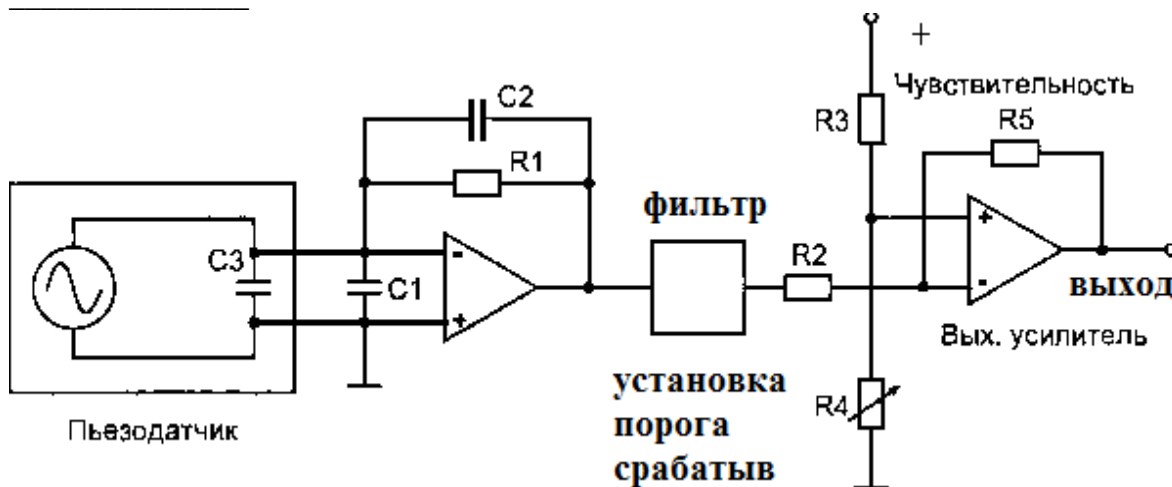


Рисунок 2 – \_\_\_\_\_

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности АГ:

3.3.1 Опиши возможные неисправности АГ

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности АГ?
2. Назначение АГ и его элементов?
3. Чем определяется его эффективность и работоспособность?
4. Объясните порядок регулировки АГ?. Раскройте его технические параметры (см. datasheet), способы настройки?
5. Опишите основные причины неисправности АГ и способы их обнаружения.
6. Раскройте технологию регулировки и ремонта АГ.



---

---

---

---

---

---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

---

---

---

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем  
Практическое занятие № 5  
«Выполнение настройки и регулировки чувствительности датчика охранного  
устройства»**

1. Цель работы:
  - 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по обнаружению неисправностей в датчике удара (ДУ) автомобильных охранных систем (АОС) в ходе их регулировки.
  - 1.2 Закрепить навыки практического анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации.
2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:
  - 2.1 Лабораторный электрифицированный стенд автомобильной охранной сигнализации
  - 2.2 Комплект методической и технической документации
  - 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
  - 2.4 Комплект инструментов
3. Результаты исследования

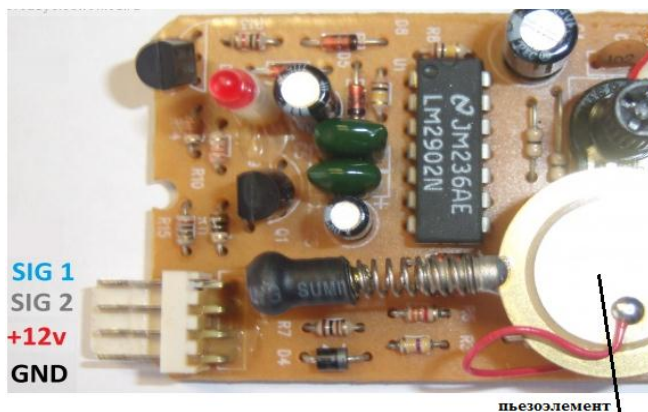


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы и настройки ДУ:

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

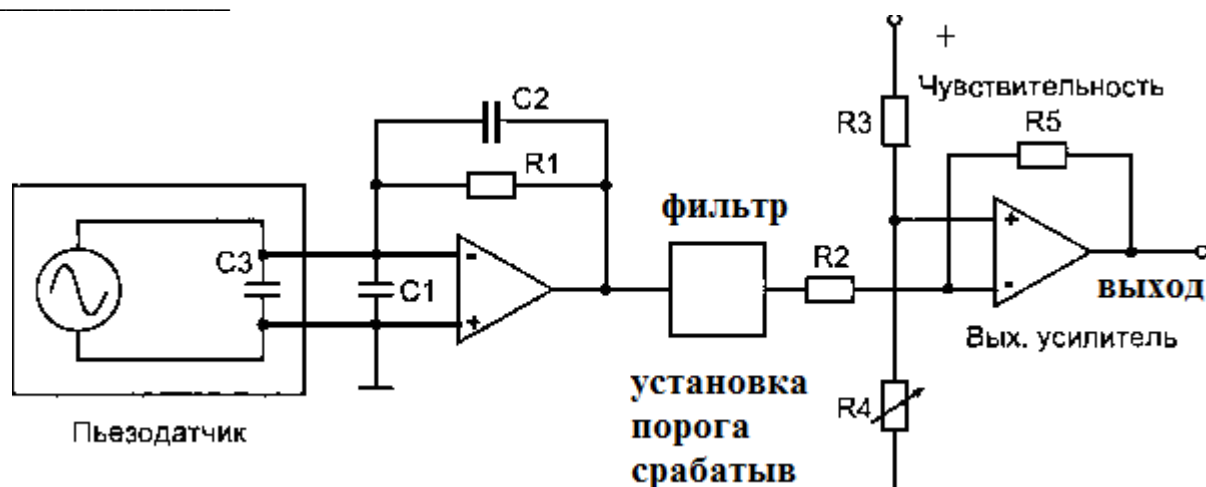


Рисунок 2 –

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности ДУ:

3.3.1 Опиши возможные неисправности ДУ

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности ДУ при эксплуатации АОС?

2. Почему важно иметь на автомобиле работоспособную АОС в настоящее время?

3. Будет ли актуальна АОС на электрокарах и почему?

4. Объясните назначение операционного усилителя в схеме датчика удара. Раскройте его технические параметры (см. datasheet), способы настройки?



Передатчик состоит из двух каскадов, собранных на биполярных транзисторах. Реальный источник входного сигнала (микрофон) в схемной модели заменен генератором низкой частоты. Первый каскад, выполненный на транзисторе VT1, является предварительным усилителем этого модулирующего сигнала ГНЧ. Второй – на транзисторе VT2 – является LC-генератором колебаний высокой (несущей) частоты.

Картину колебаний на несущей частоте, можно получить, снимая сигнал осциллографом с антенного выхода ANT. Из полученной осциллограмме видно, что период колебаний составляет 40-50ns. Следовательно, частота равна 25-20 МГц. Для точной настройки частоты служит конденсатор C5.

### **3. Материальное обеспечение**

1. Рабочие места радиомонтажника – регулировщика.
2. Макетная плата «Радиопередатчик».
3. Нормативно-техническая документация на используемые средства измерений.

### **4. Порядок выполнения работы**

1. Ознакомьтесь со схемой электрической принципиальной радиопередающего устройства, предложенного преподавателем.
2. Ознакомьтесь с расположением элементов на плате в соответствии с принципиальной схемой и сборочным чертежом.
3. Подключите плату к источнику питания.
4. К выходу радиопередающего устройства подключите осциллограф.
5. При помощи осциллографа проверьте работоспособность радиопередающего устройства, т.е. наличие генерации высокочастотного сигнала. Резистором R5, R4 следует подобрать смещение по постоянному току транзистора. Если колебания не возбуждаются, то надо подобрать ёмкость конденсатора C4.
6. При наличии неисправностей или искажения формы сигнала отыщите причины и устраните их. В результате необходимо добиться максимальной амплитуды неискажённого сигнала.
7. Отрегулировать частоту выходного сигнала в соответствии с индивидуальным заданием, наблюдая его с помощью осциллографа. Частоту изменяют сжимая или раздвигая витки катушки L1 или (и) с помощью подстроечного конденсатора.
8. Подайте на вход модулятора низкочастотный модулирующий сигнал частотой 1 кГц. Изменяя напряжение смещения на базе транзистора автогенератора, получить на выходе АМ-сигнал с коэффициентом амплитудной модуляции  $m = 50\%$ .
9. Проверьте искажение формы сигнала осциллографом.
10. Отключить осциллограф от выхода передатчика и подключить антенну: кусок провода длиной около 80см. На расстоянии 1м установить антенну волномера и с его помощью отрегулировать передатчик на максимум излучаемой мощности. Антенну настраивают в резонанс следующим образом: антенну-провод берут заранее большей длины и, откусывая по 1 см, с помощью волномера определяют максимум излучения. Ток потребления при этом должен быть минимален. С помощью волномера определить частоту излучения и сравнить с показаниями осциллографа.
11. Составьте отчет по выполненной работе.

### **5. Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Результат проверки работоспособности передатчика.
3. Характер неисправностей, порядок их отыскания и алгоритм восстановления работоспособности.
4. Результаты проверки мощности и частоты выходного сигнала..
5. Форма выходного сигнала.

6. Выводы по работе.

приложение 1

Варианты индивидуальных заданий практического занятия №13

№варианта	F <sub>ген</sub> , МГц	№варианта	F <sub>ген</sub> , МГц	№варианта	F <sub>ген</sub> , МГц
1	25	11	24	21	21
2	26	12	26	22	26
3	29	13	27	23	28
4	20	14	20	24	20
5	28	15	28	25	28
6	30	16	31	26	30
7	23	17	26	27	22
8	29	18	29	28	29
9	25	19	25	29	22
10	27	20	29	30	21

Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---

---

---

---

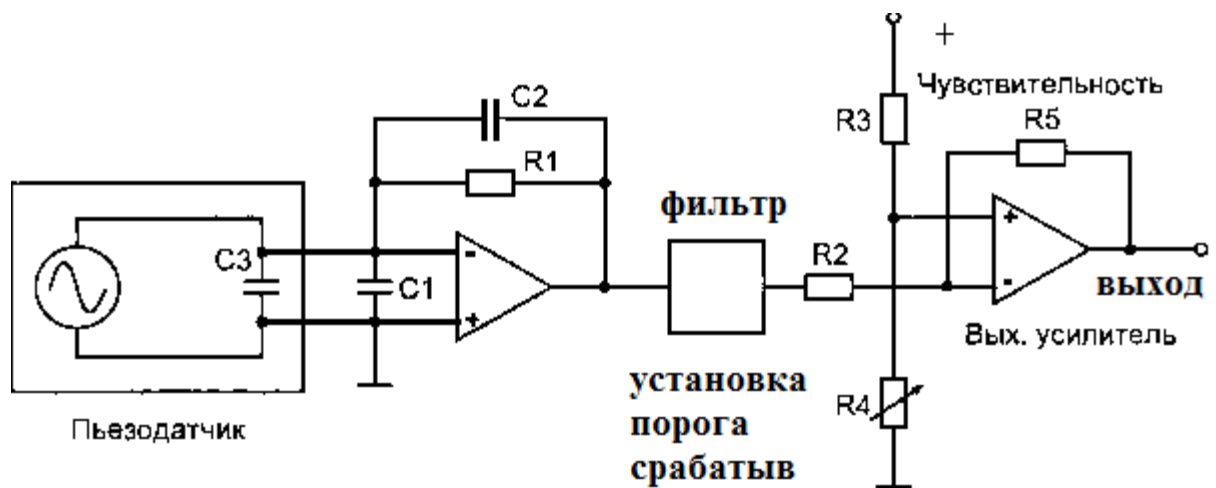


Рисунок 2 – \_\_\_\_\_

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности ДУ:

---



---



---

3.3.1 Опиши возможные неисправности ДУ

---



---

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности ДУ при эксплуатации АОС?
2. Почему важно иметь на автомобиле работоспособную АОС в настоящее время?
3. Будет ли актуальна АОС на электрокарах и почему?
4. Объясните назначение операционного усилителя в схеме датчика удара. Раскройте его технические параметры (см. datasheet), способы настройки?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

---

---

---

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем  
Практическое занятие № 7  
«Проведение операции поиска неисправностей в аналоговых схемах электронных  
устройств и систем»**

1. Цель работы:
  - 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по организации и проведению работ по проведению операций поиска неисправностей в электронных устройствах и системах.
  - 1.2 Закрепить навыки анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации, выполнения практических действий с ремонтным оборудованием.
  
2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:
  - 2.1 Лабораторный электрифицированный стенд, измерительные приборы, оборудование для ремонта и расходные материалы
  - 2.2 Комплект методической и технической документации
  - 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
  - 2.4 Комплект инструментов
  
3. Результаты исследования

Организация рабочего места регулировщика радиоэлектронной аппаратуры.  
Назначение, принцип работы и правила эксплуатации оборудования.  
Требования безопасности при проведении работ. Состав средств безопасности и правила его использования.

Генератор прямоугольных импульсов используется при настройке усилителей звуковых частот и других устройств.

Принципиальная электрическая схема приведена на **рис.1**. Генератор низкой частоты выполнен на базе таймера NE555(DA2) с перестраиваемой частотой генерации в указанном диапазоне. Выходной сигнал - прямоугольной формы. Частотоподающие элементы таймера – R2, R3, R4 и C4. Перестройка частоты осуществляется потенциометром R2. На ИМС DA1 выполнен стабилизатор напряжения питания схемы генератора. Емкости C1, C2 и C3 - фильтрующие, по питанию, уровень выходного сигнала регулируется потенциометром R6. Переключатель SW1 предназначен для вкл./выкл. устройства, светодиод HL1 индицирует работу генератора. Источник питания подключается к контактам X1 (+) и X2 (-). Сигнал НЧ снимается с контактов X3 (Выход) и X4 (Общий провод).

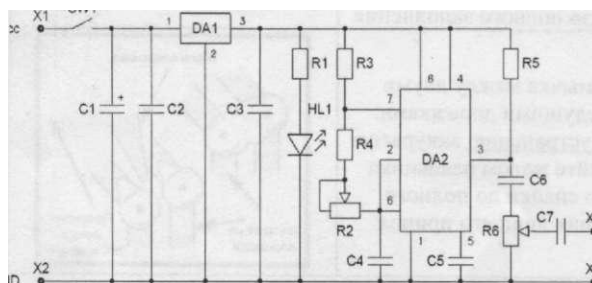


Рис.2 Схема электрическая принципиальная

### 3. Материальное обеспечение

1. Рабочие места радиомонтажника – регулировщика.
2. Измерительный комплекс на основе учебно – исследовательской платформы NI ELVIS II.
3. Нормативно-техническая документация на используемые средства измерений.
4. Комплект конструкторской документации печатного узла «Генератор импульсов».
5. ГОСТ Р МЭК 61191-1(2,3,4)-2010.

### 4. Порядок выполнения работы

Выполнение практической работы начинается со сборки и монтажа печатного узла «Генератор импульсов» в соответствии с комплектом конструкторской документации и ГОСТов. На это отводится 45 минут времени.

Общие требования к сборке и монтажу печатного узла

Все компоненты монтируются на печатной плате методом пайки. Для пайки используется паяльная станция, а также:

- жидкий неактивный флюс для радиомонтажных ЛТИ-120;
- припой марки ПОС-61М.

Для предотвращения отслаивания токопроводящих дорожек и перегрева элементов, время пайки одного контакта не должно превышать 2-3с.

Порядок сборки. Проверить комплектность радиокомпонентов согласно перечню элементов. Отформовать выводы элементов и установить их на плате в соответствии со сборочным чертежом в следующей последовательности: сначала малогабаритные, а потом все остальные элементы. Установите проволочную перемычку J1. Соблюдать полярность при установке радиокомпонентов:

- у электролитических конденсаторов «-» - это черта на корпусе,
- и у светодиода «-» - срез на корпусе),
- у микросхемы первый вывод находится возле «ключа» на корпусе микросхемы или на панельке при обходе корпуса против часовой стрелки при взгляде на корпус микросхемы сверху.
- постоянные резисторы необходимо устанавливать на плату вертикально.
- проверить правильность и надёжность монтажа визуально и с использованием необходимых средств измерений.
- промыть плату от остатков флюса изопропиловым спиртом.

*Регулировка генератора.*

**1. Подать напряжение питания 12В.**

**2. Выбрать вольтметр постоянного тока и измерить напряжения в контрольных точках.**

**3. С помощью осциллографа снять осциллограммы напряжений на выводах микросхемы 2(6) и 3.**



4. Изменяя положение ручки резистора R4, определить диапазон частот выходного сигнала. Подбором сопротивления резистора R3 добиться получения заданного преподавателем диапазона частот выходного сигнала.

5. Содержание отчета

7. Название и цель работы.
8. Алгоритм регулировочных работ.
9. Результаты измерений, осциллограммы напряжений на выводах микросхемы 2(б) и 3.
10. Выводы

Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---

---

---

---

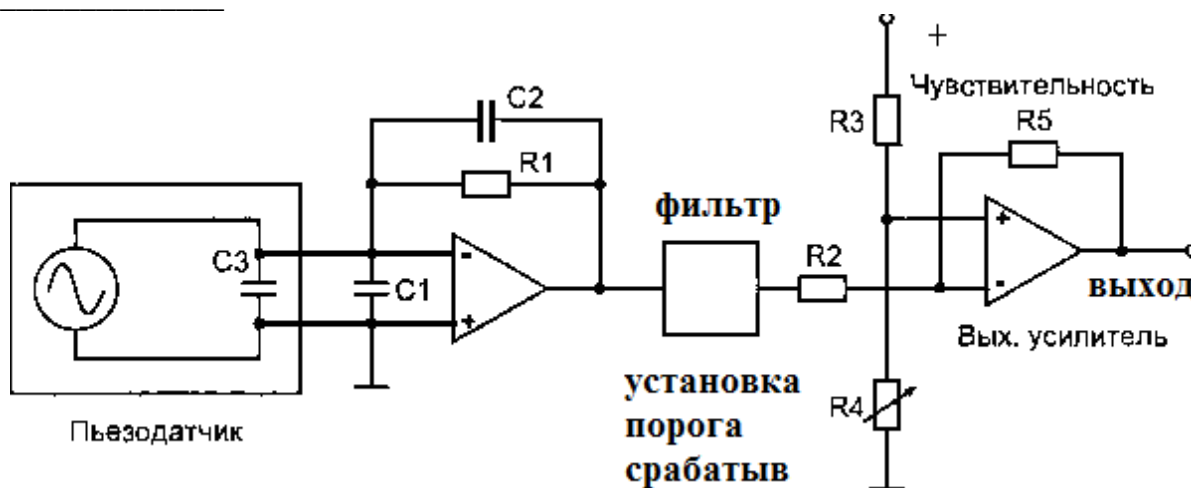


Рисунок 2 – \_\_\_\_\_

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности ДУ:

---

---

---

3.3.1 Опиши возможные неисправности ДУ

---

---

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности ДУ при эксплуатации АОС?

2. Почему важно иметь на автомобиле работоспособную АОС в настоящее время?

3. Будет ли актуальна АОС на электрокарах и почему?

4. Объясните назначение операционного усилителя в схеме датчика удара. Раскройте его технические параметры (см. datasheet), способы настройки?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

---

---

---

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем  
Практическое занятие № 8  
«Проведение операции поиска неисправностей в источниках питания»**

1. Цель работы:

1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по обнаружению неисправностей в источниках питания.

1.2 Закрепить навыки анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации, а также работы с ремонтным оборудованием.

2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:

- 2.1 Лабораторный электрифицированный стенд
- 2.2 Комплект методической и технической документации
- 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
- 2.4 Комплект инструментов

3. Результаты исследования

Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

---

---

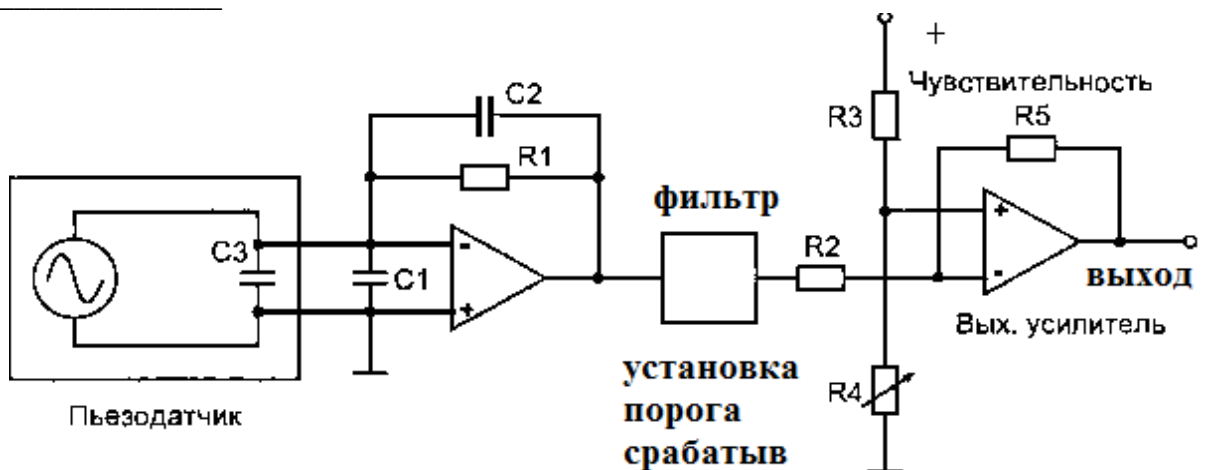
3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---

---

---

---





1. Цель работы:
  - 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по обнаружению механических и электрических неисправностей в работе электронных приборов и устройств.
  - 1.2 Закрепить навыки анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации, а также работы с ремонтным оборудованием.
2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:
  - 2.1 Лабораторный источник питания (компьютерный)
  - 2.2 Комплект методической и технической документации
  - 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
  - 2.4 Комплект инструментов

3. Результаты исследования

Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---

---

---

---

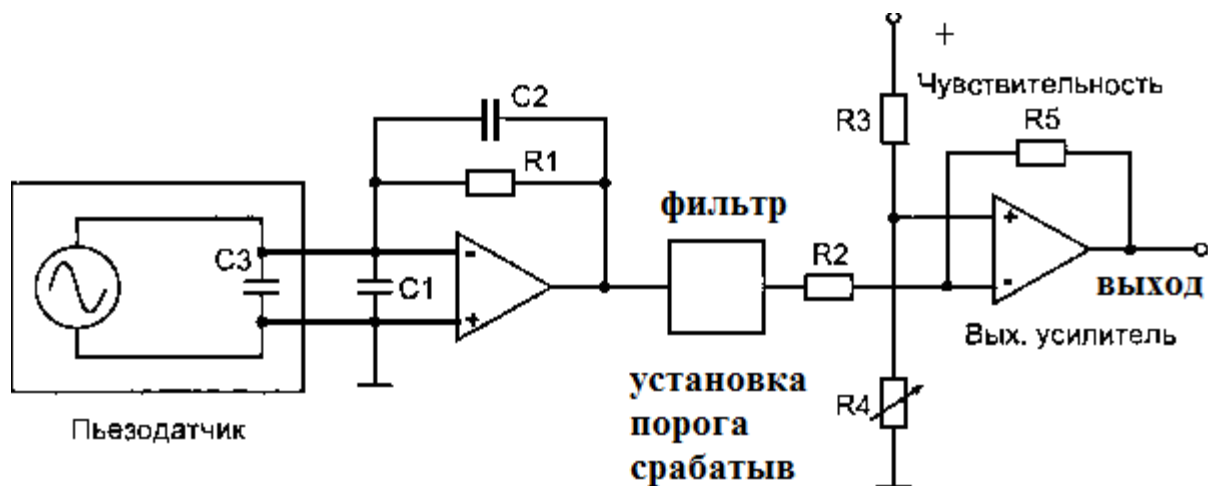


Рисунок 2 – \_\_\_\_\_

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности ДУ:

---



---

3.3.1 Опиши возможные неисправности ДУ

---



---

4. Контрольные вопросы:

1. Опиши признаки разрегулированности ДУ при эксплуатации АОС?
2. Почему важно иметь на автомобиле работоспособную АОС в настоящее время?
3. Будет ли актуальна АОС на электрокарах и почему?
4. Объясните назначение операционного усилителя в схеме датчика удара. Раскройте его технические параметры (см. datasheet), способы настройки?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

---

---

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем  
Практическое занятие № 10  
«Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания  
источника питания»**

1. Цель работы:
  - 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по разработке алгоритма организации и проведения технического обслуживания электронных приборов и устройств.
  - 1.2 Закрепить навыки анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации, а также работы с ремонтным оборудованием.
2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:
  - 2.1 Лабораторный источник питания (компьютерный)
  - 2.2 Комплект методической и технической документации
  - 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
  - 2.4 Комплект инструментов
3. Результаты исследования

**1. Цель работы:**

Закрепить знания принципов работы и рабочих свойств линейных стабилизаторов постоянного напряжения с непрерывным режимом работы регулирующего элемента.

Освоить методику экспериментального определения значений показателей качества компенсационных стабилизаторов постоянного напряжения с непрерывным регулированием и оценить достоинства и недостатки каждого из стабилизаторов путем сравнения численных значений показателей качества.

**2. Время выполнения работы:** 6ч.

**3. Краткие теоретические сведения:**

При оценке качества функционирования стабилизаторов напряжения необходимо определить численные значения его основных показателей качества:

- коэффициент стабилизации  $K_{ст}$  ;
- относительной нестабильности выходного напряжения  $\delta_U, \%$ ;
- выходного сопротивления  $R_{вых}$ ;
- коэффициента полезного действия  $\eta$ .

**Коэффициент стабилизации** выходного напряжения стабилизатора определяется при постоянном значении сопротивления нагрузки  $R_n$  ( $R_n = \text{const}$ ) в соответствии с соотношением :

$$K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх ном}}{U_{вх ном}} \cdot \frac{\Delta U_{вых ном}}{U_{вых ном}}, \quad \text{или} \quad K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх ном}}{\Delta U_{вых ном}} \cdot \frac{U_{вых ном}}{U_{вх ном}} \quad (4.1)$$

Номинальное значение входного напряжения  $U_{вх ном}$ , выходного напряжения  $U_{вых ном}$ , измеряются вольтметрами PV1 и PV2, установленным на приборной панели установки.

Значение динамического **выходного сопротивления** стабилизатора  $R_{вых}$  дин определяется при постоянной величине входного напряжения  $U_{вх} - \text{const}$  (т.е.  $\Delta U_{вх} = 0$ )

$$R_{\text{вых}} = \frac{\Delta U_{\text{вых}}}{\Delta I_{\text{н}}} \quad (4.2)$$

где  $\Delta U_{\text{вых}}$  - отклонение выходного напряжения стабилизатора от его номинального значения, соответствующее изменению тока нагрузки на величину  $\Delta I_{\text{н}}$  ( $\Delta I_{\text{н}} = I_{\text{н ном}} - I_{\text{н min}}$ ).

Потери мощности в элементах стабилизатора оцениваются его коэффициентом полезного действия  $\eta$  :

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} \quad (4.3)$$

Для стабилизатора постоянного напряжения с непрерывным регулированием (НСН) величина КПД может быть оценена приближенным соотношением

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} = \frac{U_{\text{вых}} * I_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}} * I_{\text{вх}}} \approx \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} \quad (4.4)$$

Соотношение справедливо при допущении, что  $I_{\text{н}} \approx I_{\text{вх}}$ , что в стабилизаторах постоянного напряжения с последовательным включением регулирующего транзистора и нагрузки практически всегда выполняется. Следует отметить, что чем больше величина тока нагрузки стабилизатора (т.е., чем больше его выходная мощность), тем более точно выполняется соотношение (4.4).

#### 4. Перечень оборудования:

- ЛБП;
- мультиметр;
- блок нагрузок от 1300 Ом до 170 Ом;
- микросхеме кр142ен8б;

#### 5. Порядок выполнения работы(Задания):

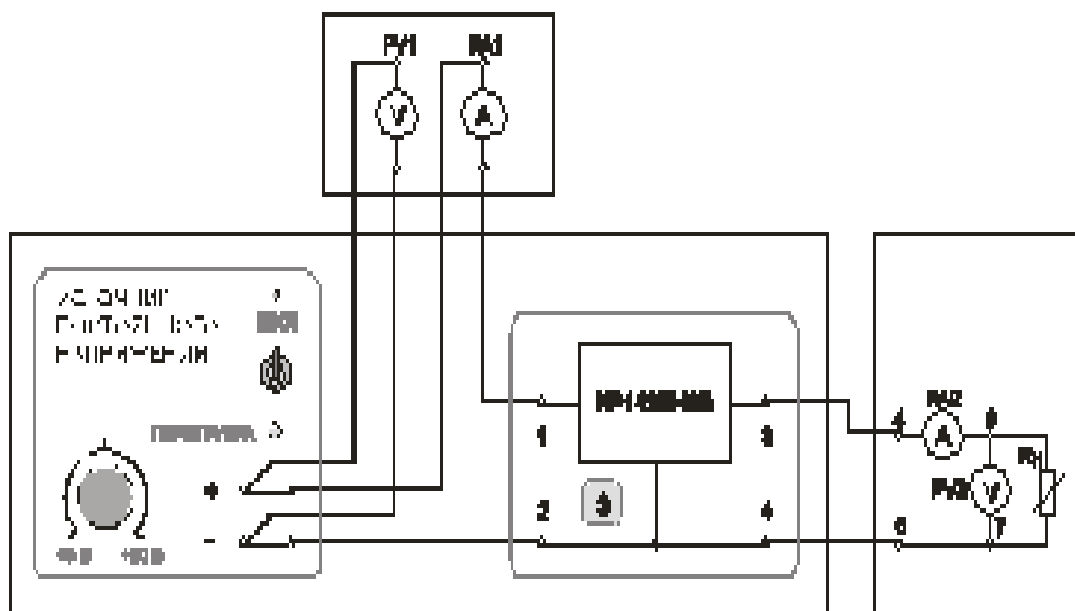


Рис. Схема соединений коммутационными шнурами элементов установки для исследования стабилизатора на интегральной микросхеме КР142ЕН8Б

#### 1. Определение коэффициента стабилизации кст

- установить  $R_{\text{н}}$  1100 Ом;



- Установить входное напряжение согласно таблмцы 4.1;
- В процессе измерений изменяя сопротивление блока нагрузки  $R_H$  поддерживать неизменной величину тока нагрузки  $I_H$ ;
- Результаты измерений и вычислений свести в таблицу 4.1;
- Вычисления произвести, пользуясь данными таблицы 4.1 при  $U_{ВХ} = 15 В$  по формуле(4.1).

Примечание: В качестве  $U_{ВХ}$  и  $U_H$  берутся значения 4-го столбца таблицы 4.1.

Таблица 4.1

Измеряемый параметр	Прибор	Результаты измерений			КСТ
		15,0	16,0	17,0	
$U_{ВХ}, В$	PV1				
$U_H, В$	PV2				
$I_H, А$	РА2				

## 2.Определение выходного сопротивления $R_{Вых}$ :

Таблица 4.2

Измеряемый параметр	Прибор	Результаты измерений		$R_{ВЫХ}, Ом$
		П «2»	П « 5»	
$U_H, В$	PV1			
$\Delta U_H, В$				
$I_H, мА$	РА1			
$\Delta I_H, мА$				

- Установить  $U_{ВХ} = 15 В$ ;
- Измерить  $U_H$  и  $I_H$  при среднем значении сопротивления нагрузки  $R_H$ , поддерживая постоянство напряжения на входе ( $U_{ВХ} = 15 В$ );
- Установить  $R_H=200Ом$  и измерить  $U_H$  и  $I_H$  в этом положении переключателя;
- Результаты измерений свести в таблицу 4.2;
- Вычисления произвести, пользуясь данными таблицы 4.2 при  $U_{ВХ} = 15 В$  по формуле (4.2);

## 8. Определение кпд:

-Вычисления произвести, пользуясь данными таблицы 4.2 при  $U_{BX} = 15$  В по формуле (4.4);

#### **6. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

#### **7. Контрольные вопросы:**

- Принцип работы параметрического и компенсационного стабилизатора?
- Как зависит работа линейного стабилизатора от величины нагрузки?
- Как определить исправность линейного стабилизатора?

#### **8. Список литературы:**

-Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11052-4. — URL :<https://urait.ru/bcode/456189>

-Электроника: электронные аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10371-7. — URL :<https://urait.ru/bcode/517770>

Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы



---

---

5. Выводы (на основе полученных результатов дать оценку степени достижения целей занятия и раскрыть перспективы их использования):

---

---

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем**

**Практическое занятие № 11**

**«Проведение операции поиска неисправности и ремонта в электронном приборе»**

**1. Цель работы:**

1. Изучить технологию поиска неисправности и ремонта в электронном приборе (на примере электронного коммутатора зажигания).
2. Закрепить практические навыки пользования диагностическими приборами, инструментами и оборудованием при проведении ремонта микропроцессорной техники.

**2. Перечень оборудования и приборов используемых при проведении работы:**

- лабораторный стенд «КСАУ-Д»;
- модуль зажигания со встроенным коммутатором;
- персональный компьютер;
- мотор-тестер MotoDocII;
- цифровой мультиметр;
- соединительные провода;
- электрический паяльник с принадлежностями для пайки;
- пассатижи;
- отвертки (плоская и крестовая)
- термоусадочная пленка (изолента);
- набор ключей с торцовыми головками;
- аккумуляторная батарея.

**3. Техническое задание**

- 3.1 Изучить краткие теоретические сведения (см. п. 4.1 и дополнительные материалы по теме практического занятия).
- 3.2 Отработать технологию диагностики и ремонта МПСЗ на лабораторном стенде.
- 3.3 Ответить на контрольные вопросы (см. п. 6).
- 3.4 Оформить отчет по практическому занятию и защитить его.

**4. Краткие теоретические сведения**

В некоторых моделях КСАУ-Д с микропроцессорной системой зажигания применяются модули зажигания 2112-3705010-02.

Для получения доступа к электронной плате модуля отверткой с плоским лезвием отрываем алюминиевую пластину на днище его корпуса.

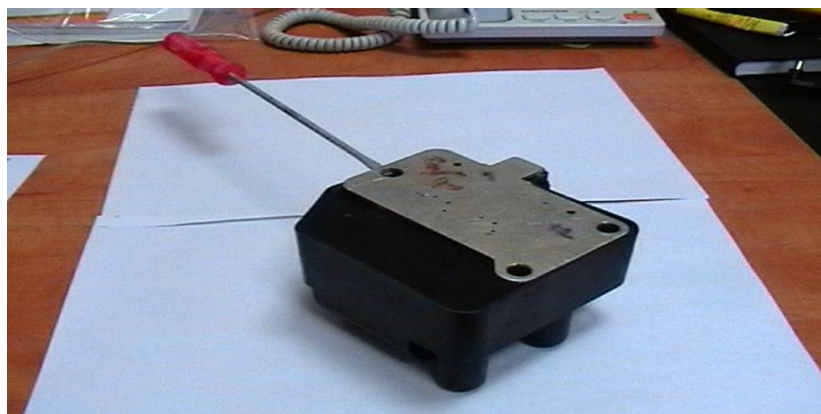


Рисунок 1 - Вскрытие модуля

Плата покрыта толстым слоем прозрачного силикона, который нужно аккуратно удалить.

Провода которыми плата соединяется с контактами разъемов и катушек выполнены из мягкого алюминия.

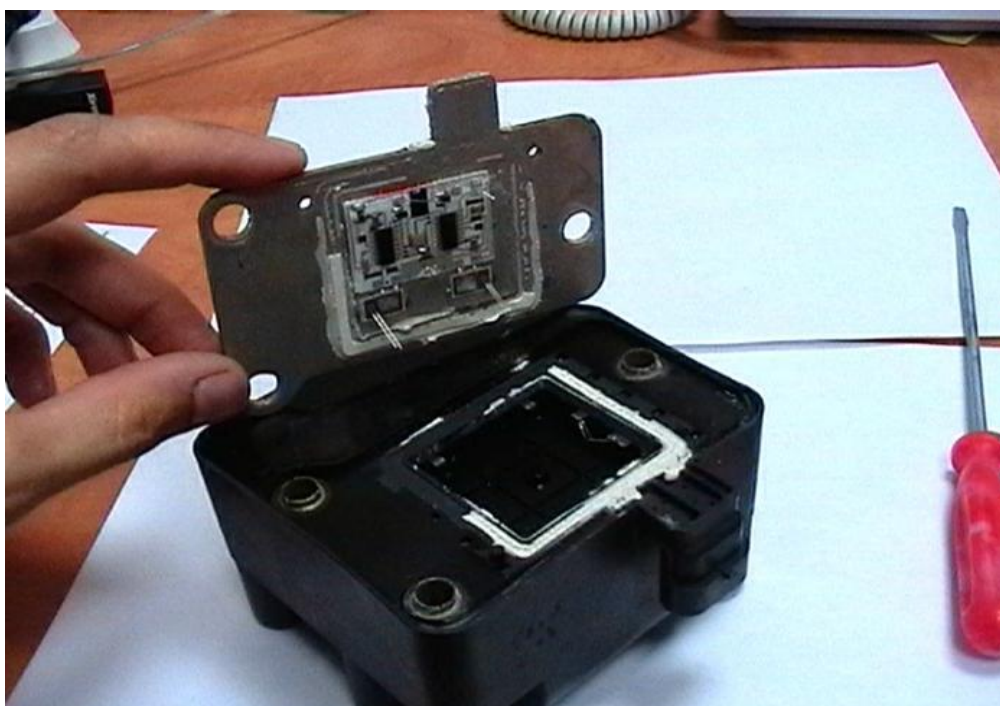


Рисунок 2 - Внешний вид модуля после вскрытия

Для ремонта потребуются соединительные провода, желательно многожильные.

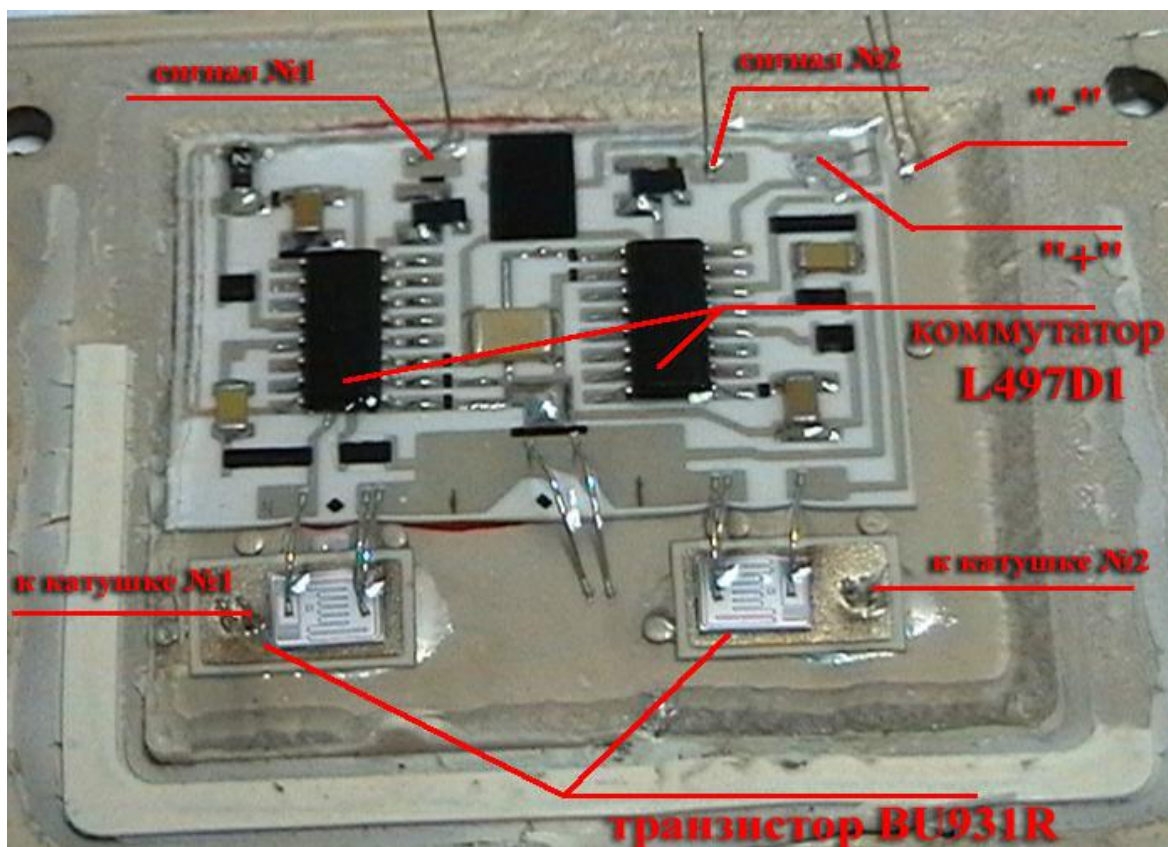


Рисунок 3 - Расположение элементов на плате модуля

Как видно, схема состоит из двух коммутаторов L497D1 фирмы "SGS-THOMSON" и двух мощных транзисторов типа BU931. При пайке необходимо учитывать, что контакты на модуле сделаны из алюминия и для их пайки необходимо использовать специальный флюс для алюминия.

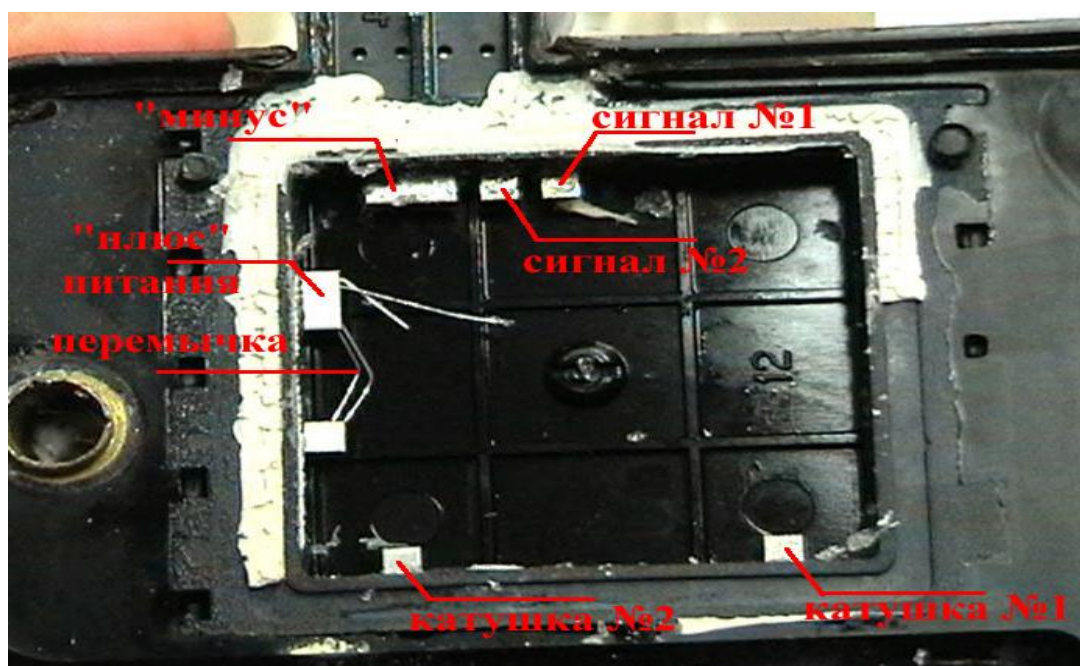


Рисунок 4 - Расположение и назначение контактов внутри модуля

Технология распайки следующая: - В начале припаиваем провода к плате. Причем желательно удалить старые провода с платы, хотя они и лудятся лучше. Особую трудность вызывает пайка проводов к коллекторам транзисторов, - они покрыты металлом трудно поддающемуся пайке. Механически ободрать налет этого металла до меди. Для того чтобы нормально паять необходимо использовать электрофен (Или всю пластину положить на электроплиту и нагреть до 80 градусов. Помнить, что для исключения выхода из строя полупроводниковых элементов схемы, время нагрева ограничено! ), т.к. при прикосновении жала паяльника его тепло моментально рассеивается на алюминиевой подложке.

- При выборе сечения подводящих проводов учитываем, что ток в импульсе первичных обмоток трансформаторов зажигания достигает 8-10А
- Затем провода платы припаиваются к соответствующим контактам внутри модуля, стараясь сделать провода как можно короче.
- Места пайки покрываем защитным лаком.

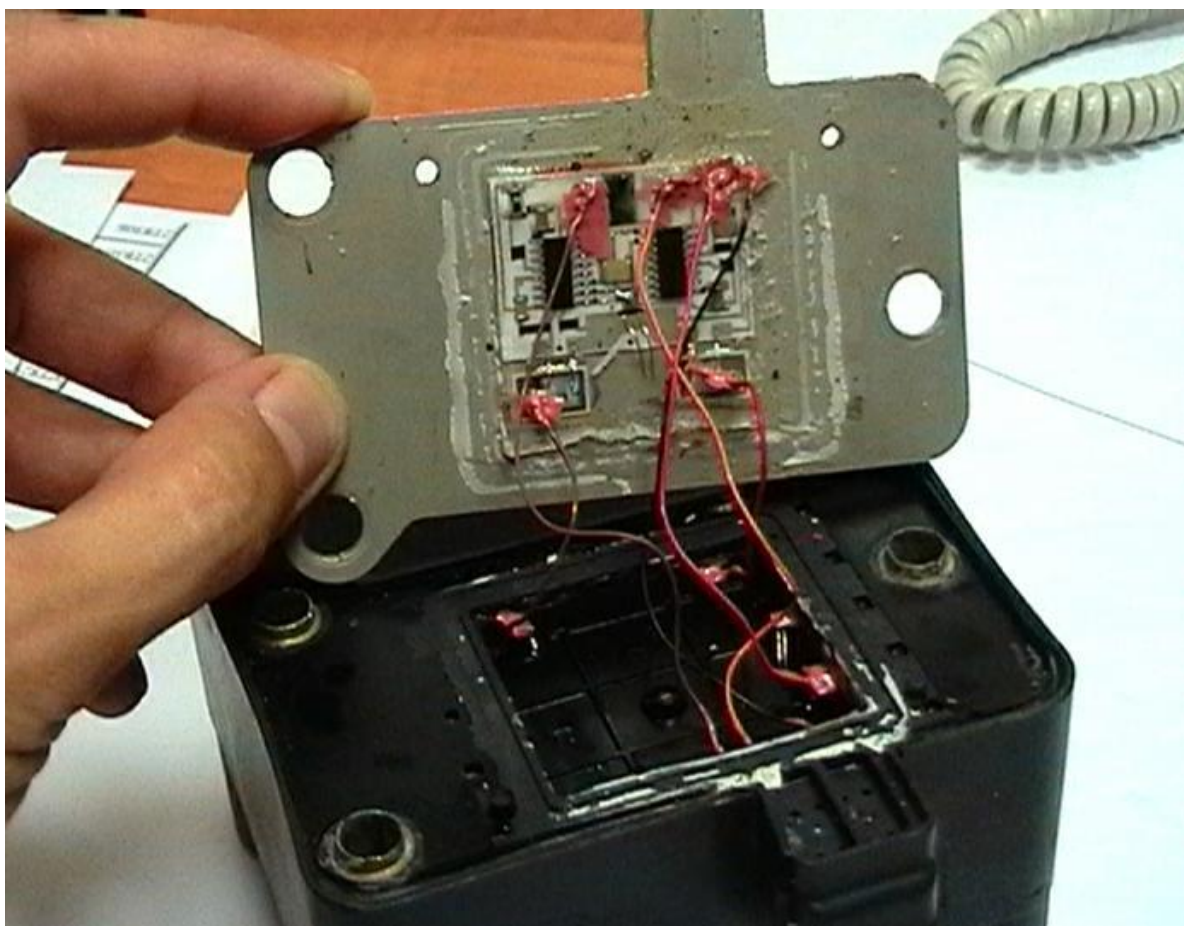


Рисунок 5 - Внешний вид модуля после ремонта

Желательно перед окончательной сборкой провести испытания устройства на предмет его работоспособности. Если устройство показало свою работоспособность, то обмазав внутреннюю поверхность автогерметиком производим окончательную сборку заправляя провода внутрь полости так, чтобы они небыли зажаты пластиной к краям полости.

Также, в некоторых случаях, возможен выход из строя электронных компонентов, обрыв или КЗ в трансформаторах (катушках) зажигания.

## **5. Содержание отчета**

Тема и цель практического занятия.

Состав лабораторного оборудования, используемого на занятии.

Схема измерений

Результаты измерений

Выводы о техническом состоянии системы.

Описание методики ремонта системы (например, в виде сетевого графика)

Ответы на контрольные вопросы

## **6. Контрольные вопросы**

1. Какие преимущества имеют микропроцессорные системы управления моментом зажигания по сравнению с аналоговыми?
2. Объясните схему цифрового управления моментом зажигания.
3. Объясните основные положения методики ремонта МСЗ современного автомобиля?
4. Какие элементы на электронной плате ЭБУ отвечают за управление моментом зажигания рабочей смеси в двигателе?
5. **Как сигналы датчика детонации используются для управления моментом зажигания?**
6. Пояснить выбор алгоритма ремонта КСАУ-Д при отказе МСЗ?
7. Изложите требования, предъявляемые к процессу пайки SMD-элементов?

## **МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем**

### **Практическое занятие № 12**

#### **«Технология ремонта электронного блока управления при неисправности элементов системы электропитания процессора»**

### **1. Цель работы:**

1. Изучить технологию ремонта электронного блока управления при неисправности системы электропитания.
2. Закрепить практические навыки пользования диагностическими приборами, инструментами и оборудованием при проведении ремонта электронного прибора (контроллера).

### **2. Перечень оборудования и приборов используемых при проведении работы:**

- композиционный автомобиль;
- лабораторный стенд «КСАУ-Д»;
- персональный компьютер;
- мотор-тестер MotoDocII;
- цифровой мультиметр;
- соединительные провода;
- электрический паяльник с принадлежностями для пайки;
- пассатижи;
- отвертки (плоская и крестовая)
- термоусадочная пленка (изолента);
- набор ключей с торцовыми головками;
- аккумуляторная батарея.

### **3. Техническое задание**



- 3.1 Изучить краткие теоретические сведения (см. п. 4.1 и дополнительные материалы по теме практического занятия).
- 3.2 Отработать технологию диагностики и ремонта системы электропитания микропроцессора.
- 3.3 Оформить бланк технического задания на поиск и устранение причины неисправности.
- 3.3 Ответить на контрольные вопросы (см. п. 6).
- 3.4 Оформить отчет по практическому занятию и защитить его.

#### **4. Краткие теоретические сведения**

Назначение основных компонентов на плате контроллера (ЭБУ).

**SAF C509** - процессор семейства C500 полностью программно совместим со стандартом 80C52, рабочим циклом 375 нс на частоте 16 МГц. Его особенностями являются: мощный арифметический процессор, **15-канальный 10-разрядный АЦП**, встроенный начальный загрузчик для поддержки программирования внешней Flash-памяти объемом до 64 Кбайт.

**29F200BB** - 2 Mbit Flash Memory. В ЭБУ VS5.1 используется только половина объема памяти (128К), адресная шина А16 посажена на массу.

**AM29F010** - 1 Mbit Flash Memory. Производство AMD. При установке аналога другого производителя - блок не будет выходить в режим программирования.

**24C04** - микросхема SERIAL EEPROM 512 байтов. В нее прописываются данные по иммобилизации контроллера и появился VIN-номер.

**TLE 4267** - Управляемый 5-ти вольтовый стабилизатор.

#### Рисунок 1 – Плата контроллера

При отказе ЭБУ по управлению РХХ, необходимо демонтировать и заменить ИМС, выполняющую функции драйвера РХХ.

Раскроем технологию проверки РХХ и ремонта ЭСУД в соответствии с требованиями технической документации.

Далее, производим разборку корпуса ЭБУ (Bosch M7.9.7). После вскрытия корпуса ЭБУ, и визуального осмотра печатной платы, можно увидеть следы коррозии на контактах микросхемы, плохие соединения контактов микросхемы с контактами токопроводящих дорожек платы ЭБУ.

## Рисунок 2 - Расположение драйвера PXX TLE4729G на плате

Для демонтажа микросхемы TLE4729G с поверхности печатной платы ЭБУ ее необходимо предварительно разогреть с помощью паяльной станции.

## Рисунок 3 – Демонтаж многовыводной микросхемы

Выдерживая установленный температурный диапазон (около 350 С), следует дождаться расплавления припоя на контактах микросхемы и, после этого, снять ее с помощью пинцета.

## Рисунок 4 – Демонтаж микросхемы

Монтаж многовыводных микросхем представляет собой довольно сложную операцию и требует наличия уверенных навыков по пайке радиоэлементов.

### Рисунок 5 - Очистка контактной площадки перед монтажом

Под микросхемы в металлических корпусах следует подложить бумажные прокладки и приклеить их к плате канифольным лаком.

Во время пайки нельзя перегревать корпус микросхемы.

Следует использовать припой с температурой плавления не более 260 °С, мощность паяльника не должна превышать 40 Вт, длительность пайки одного вывода - не более 5 с, а промежуток времени между пайками выводов одной микросхемы должен быть не менее полминуты.

Сложность работы с микросхемами заключается в слишком близком расположении элементов, что делает процесс монтажа затруднительным.

Всю работу можно разделить на 2 фазы. Первая фаза предполагает лужение (нанесение канифоли и припоя на элементы), а вторая – установку элементов в нужные места платы. Для того чтобы работа была произведена качественно, необходимо, кроме вышеуказанных инструментов и материалов, подготовить пинцет, желательно с зажимами.

Когда паяльник достаточно разогрет, можно приступать к работе. В первую очередь рекомендуется произвести лужение пятачков на плате, куда будут устанавливаться нужные элементы. Далее расплавленный припой аккуратно распределяется по всей обрабатываемой поверхности. Когда температура прогревания достигнет нужного уровня, канифоль начнет испаряться. На поверхности элемента образуется ровное и гладкое покрытие, не имеющие катышков или комочков. Термовоздушная паяльная станция имеет регулируемый диапазон нагрева, что сводит к минимуму риск пережечь спаиваемые компоненты.

После подготовки места монтажа микросхема берется пинцетом и устанавливается на место пайки.

### Рисунок 6 – Установка многовыводной микросхемы на печатную плату ЭБУ

Микросхему следует удерживать пинцетом за края корпуса. Пока одна рука держит пинцет с деталью, вторая рука прогревает контактную площадку для предварительной фиксации микросхемы.

Затем, наносится канифоль на остальные контакты микросхемы и ее ножки обдуваются соплом термовоздушной паяльной станции. Ножки микросхемы под собственным весом погружаются в расплавленный припой.

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе регулятора холостого хода.

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе изделия.

Качество паяных соединений после их подпайки должно соответствовать требованиям нормативных документов [17].

Рассмотрим несколько типичных дефектов, допускаемых при поверхностном монтаже радиокомпонентов.

Недостаточная доза паяльной пасты для формирования качественного паяного соединения, показана на рисунке 8 [12].

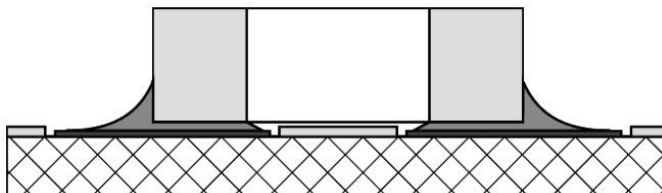


Рисунок 8 – Недостаточное смачивание контактов

Пример плохого смачивания припойной пастой контактной площадки печатной платы (слева) и плохого смачивания припойной пастой компонента (справа) представлены на рисунке 9 [12].

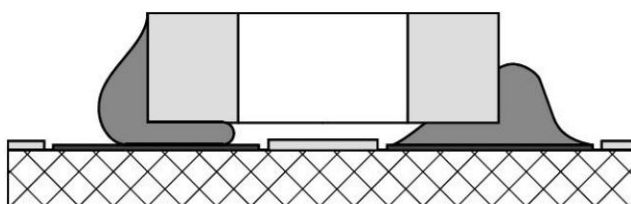


Рисунок 9 – Пример дефекта

После проведения ремонта и установки контроллера ЭСУД на автомобиль обязательно необходимо провести испытания в рамках одного-двух драйв-циклов (т.е. с выключением зажигания и повторным пуском двигателя).

После качественного ремонта лампа сигнализатора неисправностей уже загораться не должна и соответствующие коды неисправностей в памяти контроллера должны отсутствовать.

В результате проведения радиомонтажных работ возможно восстановить исправность контроллера ЭСУД путем замены микросхемы драйвера РХХ.

### ***Контрольные вопросы***

1. Назначение варистора на плате ЭБУ?
2. Какие типы варисторов применяются в контроллерах ЭСУД?
3. Объясните устройство и принцип работы варистора в цепях электропитания микропроцессора.
4. Раскройте особенности демонтажа варистора?
5. Раскройте особенности монтажа варистора?
6. Раскройте характерные дефекты при монтаже электрокомпонентов на плате контроллера?

### **МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем**

#### **Практическое занятие № 13**

#### **Технология ремонта электронного блока управления путем замены элементов памяти (замена и перепрошивка eeprom).**

##### ***1. Цель работы:***

1. Изучить технологию ремонта электронного блока управления при неисправности микросхем памяти.
2. Закрепить практические навыки пользования диагностическими приборами, инструментами и оборудованием при проведении ремонта электронного прибора (контроллера).

##### ***2. Перечень оборудования и приборов используемых при проведении работы:***

- лабораторный стенд «ЭСУД»;
- персональный компьютер;
- мотор-тестер MotoDocII;
- цифровой мультиметр;
- соединительные провода;
- электрический паяльник с принадлежностями для пайки;
- пассатижи;
- отвертки (плоская и крестовая)
- термоусадочная пленка (изолента);
- набор ключей с торцовыми головками;
- аккумуляторная батарея.

##### ***3. Техническое задание***

- 3.1 Изучить краткие теоретические сведения (дополнительные материалы по теме практического занятия).
- 3.2 Отработать технологию диагностики и ремонта контроллера.
- 3.3 Оформить бланк технического задания на поиск и устранение причины неисправности контроллера.
- 3.3 Ответить на контрольные вопросы (см. п. 6).

3.4 Оформить отчет по практическому занятию и защитить его.

#### 4. Краткие теоретические сведения

Назначение основных компонентов на плате контроллера (ЭБУ).

**SAF C509** - процессор семейства C500 полностью программно совместим со стандартом 80C52, рабочим циклом 375 нс на частоте 16 МГц. Его особенностями являются: мощный арифметический процессор, **15-канальный 10-разрядный АЦП**, встроенный начальный загрузчик для поддержки программирования внешней Flash-памяти объемом до 64 Кбайт.

**29F200BB** - 2 Mbit Flash Memory. В ЭБУ VS5.1 используется только половина объема памяти (128К), адресная шина A16 посажена на массу.

**AM29F010** - 1 Mbit Flash Memory. Производство AMD. При установке аналога другого производителя - блок не будет выходить в режим программирования.

**24C04** - микросхема SERIAL EEPROM 512 байтов. В нее прописываются данные по иммобилизации контроллера и VIN-номер.

**TLE 4267** - Управляемый 5-ти вольтовый стабилизатор.

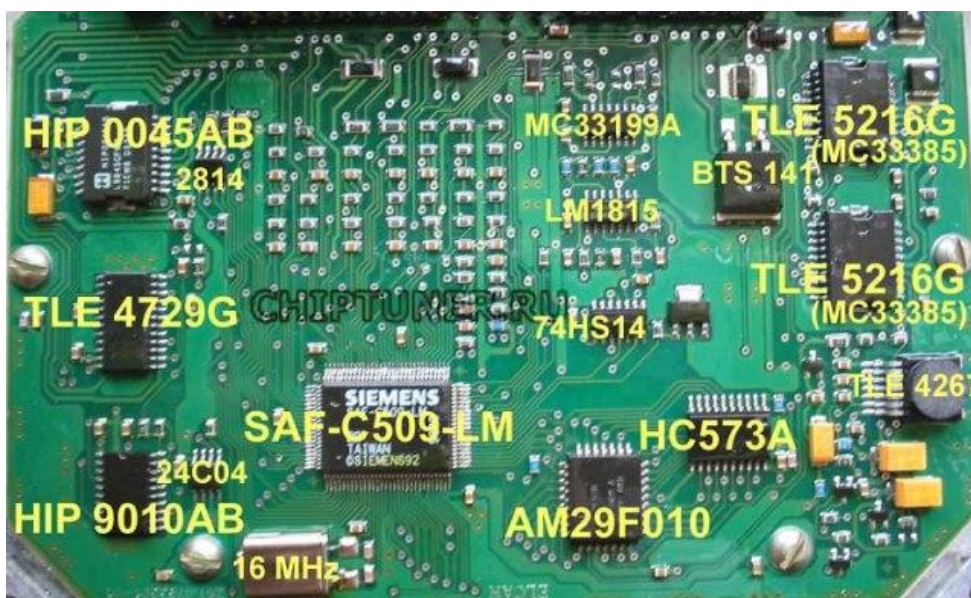


Рисунок 1 – Плата контроллера

**24C04** - микросхема SERIAL EEPROM 512 байтов.

Микросхемы 24Схх или Херох90/01 представляют собой память EEPROM (electrically erasable programable read only memory - электрически стираемая программируемая читаемая только память) которая использует I2C-протокол (или IIC bus - Inter Integrated Circuits bus).

Мы не будем останавливаться на общих правилах самого протокола, рассмотрим только его некоторые тонкости и особенности, не отраженные в описаниях производителей.

Вся изложенная ниже информация была получена тестированием чипов серии 24хх производителей Microchip, Atmel, Xicor, STMicroelectronics, а также чипов 8-DIP, на корпусе которых написано Херох90 (...) или Херох01(...) /записи во второй и третьей строках чипов Херох по мнению автора не имеют отношения к их свойствам/.

Максимально точное описание своей продукции дает Atmel, и больше всего несоответствий datasheet и чипа обнаружено у Microchip.

Зачастую несоответствием параметров чипов с их описанием можно пренебречь (таковы наиболее общие условия использования микросхем).

Чипы выполнены в 8-DIP, SOIC, TSSOP корпусах. Расположение и назначение выводов обозначено на рисунке 3.

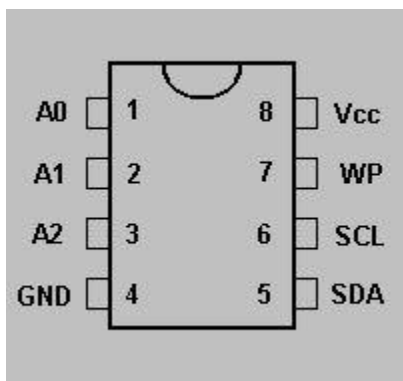


Рисунок 3 – Расположение и назначение выводов микросхемы

Вывод 4 - GND (общий, земля). Вывод 8 - Vcc (положительное по отношению к GND напряжение питания чипа). Минимальное значение Vcc, при котором некоторые микросхемы начинали работать +1.3V. Все микросхемы заработали от +2.7V. Типичное напряжение питания при использовании в аппаратуре (магнитофоны, мониторы, принтеры, копировально-множительная техника и т.д.) +5V (-10%,+5%). Кратковременно (до 10 секунд) выдерживают переплюсовку напряжения питания и превышение его до +17V. При этом сильно греются (около 15-20W тепловой энергии). Горят от перегрева. Полевой ключ на выводе SDA слабо-чувствителен к электростатике. Остальные выводы на бытовые статические разряды не реагируют.

В целом, внешними электрофизическими факторами привести в негодность такие микросхемы трудно. Что касается программных факторов, то чипы 24Схх устойчивы и надежны в работе, а микросхемы Хегох90 и Хегох01 при неумелом обращении очень легко выходят из строя.

Выводы 1, 2, 3 – адресные выводы А0, А1, А2. Для большинства микросхем они определяют адрес чипа на шине I2С. Для 24С01, 24С02, Хегох90, Хегох01 значащими являются все три вывода (до 8 корпусов на шине). Для 24С04 имеют значение только А1, А2 (выводы 2 и 3, до 4 корпусов); для 24С08 - только А2 (вывод 3, может быть две микросхемы на шине); в 24С16 эти выводы не используются. Кроме того, в линейке 24Схх есть микросхемы, которые не поддерживают такую адресацию, хотя по описанию производителя должны это делать.

Поведение таких чипов объясню на примере 24С04 - чип в 512 байт. Независимо от потенциала на выводах 1,2,3 отвечает на обращение к I2С-EEPROM и при чтении ведет себя так, будто это чип 24С16, четыре области по 512 байт которого содержат одинаковую информацию. При записи по некоторому адресу в этом псевдо-24С16 число данных помещается во все четыре адреса, смежные через 512 байт. То есть, реальной памяти есть 512 байт, а добавить еще три чипа на шину с другими адресами нельзя. Хотя, к примеру, Microchip регламентирует, что выводы 1, 2, 3 чипа 24LC04В не подключены.

Вывод 7 - сигнал WP (защита от записи). Процедура чтения данных из произвольного чипа работает одинаково и независима от логического уровня на этом выводе. Что касается процедуры записи в микросхему, то при низком логическом уровне на выводе WP доступна для записи вся область чипа. Чип всегда выдает сигнал подтверждения (acknowledge), данные записываются по сигналу STOP протокола I2С.

Запись является внутренне-синхронизованной. Во время цикла записи чип не отвечает на обращение к нему. Наименьшая длительность записи 1.6мс у чипов Atmel, наибольшая - 4.3мс у Xicor. Запись одного байта в побайтном режиме и N байт в режиме PageMode (страничная запись) происходит за одинаковый промежуток времени. Если количество байт N превосходит длину страницы, то сохраняются последние K байт, где K - длина страницы. В процессе тестов было получено, что K=1 для 24С01; K=4 или K=8 или K=16 для 24С02; K=8 или K=16 для 24С04; K=16 для 24С08 и 24С16. Величины длины страницы для чипов 24С02 и 24С04 невозможно определить по внешним признакам (есть две микросхемы 24С02 одного производителя с длиной страницы 4 и 8 байт). Информация о страничной записи в чипы Хегох90 и Хегох01 есть в их описании.

При высоком логическом уровне WP микросхемы 24С01, 24С02 защищены от записи. Для чипов 24С04 возможны два варианта: защищен весь чип, или защищена только верхняя половина памяти. Для 24С08 и 24С16 возможным есть защита всей области памяти, либо верхней ее половины, либо им вообще безразлично, что есть на выводе WP.



Кроме того, все микросхемы имеют различную реакцию на попытку записи в защищенную выводом 7 область. Одни микросхемы не подтверждают обращение на запись (не выдают сигнал acknowledge), тем самым показывая невозможность записи. Другие микросхемы дают подтверждение, но запись не происходит. При этом часть этих чипов готова к обмену сразу после сигнала STOP в конце «записи», а часть микросхем будет недоступна на время, равное времени, требуемому для записи (хотя при этом данные в чипе не изменятся).

Вывод 6 - SCL (serial clock) - тактовый сигнал, синхронизирующий обмен по шине I2C. Не могу сказать, есть ли какое-то ограничение на минимальную частоту обмена по шине. Во всяком случае автор проверил работу чипа на частоте 0.1Hz и получил положительные результаты, правда чтение одного байта при этом занимает около шести минут. Относительно максимальной частоты, то микросхемы памяти с I2C-протоколом можно поделить на две категории: с частотой обмена 100kHz – Standard Mode (реально работают до 180-200kHz, возможная форма импульса - меандр) и с частотой обмена 400kHz -Fast Mode (реально работают на частоте не менее 480 kHz, не исключено, что может быть и выше. Есть аппаратные сложности для проверки более высоких частот. Начиная от 300 kHz требуют иной скважности импульса. На 400 kHz соотношение периода импульсов clock к их длительности должно равняться трем).

Вывод 5 - SDA (serial clock)- последовательные данные. Это двунаправленный вывод, по которому чип принимает команды и данные для записи, и выдает информацию при чтении.

Есть два способа внутренней организации буфера этого вывода. Их можно увидеть на рисунке 4

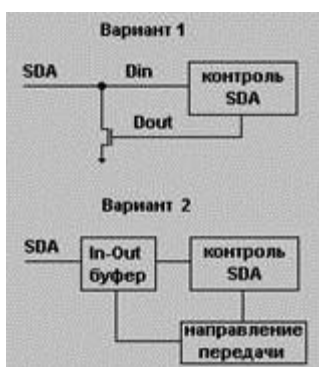


Рисунок 4 – Способы внутренней организации буфера вывода SDA

В первом случае линия выходных данных через открытый сток полевого транзистора включена параллельно входной линии. Чип корректно реагирует на сигнал START I2C-протокола, сбрасывая внутренний контроллер в независимости от команд и процедур, выполняемых им в текущий момент.

Во втором случае вывод SDA использует двунаправленный буфер, управляемый внутренним контроллером чипа. Микросхема не «видит» сигнала START в процессе выдачи битов данных на линию (когда буфер включен в режим Out). Если неизвестно состояние такого чипа в данный момент, то необходимо послать в него девять тактовых импульсов с высоким (если сам чип позволит) логическим уровнем на линии SDA, потом сигнал START. После этого состояние чипа будет определено.

В первом случае нет необходимости делать это.

В 1989 году по заказу компании Fuji-Xerox, изготовили микросхему памяти в 256 байт. Чип был назван Xerox90 и в основе работы использовал классический I2C-протокол. Он обладает некоторыми оригинальными свойствами как в способе обращения к нему, так и в структуре памяти. При неверном обращении его легко можно заблокировать (или как стало популярным говорить «убить»). Заблокированный (или убитый, мертвый) чип по сути есть чип, все байты памяти которого при классическом I2C чтении имеют неизменяемое нулевое значение. В связи с высокой трудоемкостью восстановления или разблокирования такого чипа его дальнейшее использование нецелесообразно. В 1994 году чип был доработан, но название Xerox90 сохранилось. Изменения от первоначального варианта в большей степени коснулись структуры памяти и способа ее полного перепрограммирования. Последняя известная его доработка произошла в 2000 году. Микросхема незначительно изменила структуру работы по классическому протоколу и способу перепрограммирования. Она получила новое название Xerox01. Вероятно, существовали или есть и другие производители таких чипов, так как численность таких микросхем с несущественными отклонениями от основной идеи защиты памяти достигает трех десятков. Однако все эти микросхемы очень легко привести в «мертвое» состояние. И все они имеют сходную структуру полного перепрограммирования.

Демонстрационная версия программы, представленная на сайте, позволяет Вам прочитать чип Xerox и получить такую же информацию, какую Вы получили бы используя любой другой программатор I2C и убили бы чип. Демо-версия не убивает чип Xerox при установке опции «Устройства» программы в позицию «Xerox» и предупреждает о возможных последствиях при иных установках.

Что касается чипов от HP Business InkJet, они имеют сходный с I2C протокол. Отличия в структуре команд чтения. Оно вместе с адресацией данных в чипе проходит в одну последовательность от Start до Stop. Все чипы одного аппарата (а их там 8 штук) имеют различный адрес устройства, зависящий от установки чипа. В виду отсутствия видимого интереса пользователей к этому чипу, его поддержка не включена ни в демонстрационную версию, ни в полный вариант программы для I2C. Однако если будет такая необходимость, то соответствующие доработки будут произведены.

## 2. Информация о программаторах 2.1 Классификация программаторов

По типу микросхем программаторы различают:

- Программирующие микросхемы ПЗУ (ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием, ППЗУ, флэш-память).
- Программирующие внутреннюю память микроконтроллеров.
- Программирующие ПЛИС (Программируемые логические интегральные схемы).

Универсальные программаторы могут поддерживать все вышеперечисленные типы.

По сложности:

- Если нужно единожды запрограммировать микроконтроллерное устройство, радиолюбители обходятся простейшим программатором, подключаемым к СОМ- или LPT-порту. Например, самый простой программатор для микросхем AVR – это кабель из шести проводов и четырёх резисторов (так называемый программатор PonyProg).
- Те любители, которые занимаются разработкой прошивок или производят свои схемы в больших количествах, используют программаторы посложнее – такие устройства часто содержат свой микроконтроллер. Подобные программаторы удобны тем, что после работы переводят свои выходы в Z-состояние, и запрограммированное устройство можно испытывать, не отключая программатора. Такие программаторы, как правило, работают с одним-двумя семействами микросхем.
- Самодеятельным конструкторам программаторов известна «проблема курицы и яйца» – если программатор содержит запрограммированный микроконтроллер, то как его запрограммировать? Обычно или отдают микросхему профессионалам, или строят простейший программатор и идут к другу, у которого на компьютере есть соответствующий порт (всё больше современных компьютеров вообще не имеют СОМ- и LPT-портов).
- В конструкторских бюро и лабораториях применяются универсальные программаторы. Поскольку в таких устройствах каждый из выводов разъёма (а этих выводов может быть до сотни) может подавать на микросхему напряжения от 0 до 27 В с точностью в 0,1 вольт и частотами до 40 МГц, универсальные программаторы бывают очень дороги – до нескольких тысяч долларов. Зато при появлении новой микросхемы достаточно добавить её поддержку на программном уровне.

По подключению микросхемы:

- Параллельный.
- Внутрисхемный.

Параллельные программаторы содержат разъём, в который и вставляется программируемая микросхема. Внутрисхемные пригодны только для тех микросхем, в которых поддерживается внутрисхемное программирование, но позволяют прошивать микросхему, не вынимая её из устройства.

При покупке параллельного программатора стоит обратить внимание на качество разъёма, в который устанавливается микросхема. Обычный одноразовый разъём долго не прослужит; программатор должен иметь цанговые разъёмы – а ещё лучше ZIF. В дорогих программаторах есть несколько разъёмов – под разные виды корпусов.

Первые программаторы были автономными – для набора прошивки имелась клавиатура или коммутационная панель. С распространением ПК такие программаторы были полностью вытеснены подключаемыми к компьютеру – специальная программа (которая также называется программатором) передаёт прошивку с компьютера, а программатору остаётся только записать её в память микросхемы.

Для подключения программаторов могут применяться:

- Последовательный порт.
- Параллельный порт.
- Специализированная интерфейсная плата (ISA или PCI).
- USB.

Стоит заметить, что в самых простых параллельных и последовательных программаторах управляющему ПО приходится напрямую управлять логическим уровнем на выводах порта. Такое прямое управление в Windows NT запрещено, это обходится установкой специализированного драйвера; через адаптеры USB>COM bitbang-программаторы работают крайне медленно (единицы-десятки байт в секунду). Микроконтроллерные программаторы полностью поддерживают протокол COM- или LPT-порта и поэтому свободны от этих недостатков.

Специализированные платы изредка применялись до появления USB, так как позволяли достичь максимальных скоростей обмена данными. Впрочем, одновременно они делали программатор стационарным.

Современные программаторы подключаются через USB (лишь простые дешёвые конструкции используют COM- или LPT-порты).

По дополнительным функциям:

- Наличие программного обеспечения под распространённые платформы (обычно под Windows и Linux; остальные ОС среди разработчиков непопулярны).

- Проверка правильности подключения ещё до попытки стереть микросхему.
- Проверка исправности программатора.
- JTAG-адаптеры, пригодные одновременно как для программирования, так и для отлаживания прошивок.
- Полевые программаторы имеют компактные размеры и содержат внутреннюю память для хранения прошивки.[1] Такие программаторы предназначены для обслуживания техники прямо в местах её установки (подчас труднодоступных).
- Встроенный HEX-редактор, позволяющий откорректировать записанную в микросхеме информацию.
- Возможность самостоятельного обновления прошивки самого программатора.
- Возможность одним нажатием кнопки выполнить некоторую последовательность действий – например, стереть, проконтролировать стёртость, записать, проверить правильность записи и установить конфигурационные биты (так называемое автоматическое программирование).

В программаторах для массового программирования может применяться скриптовый язык, на котором можно реализовать, например, автоинкремент серийных номеров – таким образом, каждая микросхема будет иметь уникальный номер.

## 2.2 Выбор программатора

Прочитав название статьи каких-нибудь 10-15 лет назад, мы бы очень удивились: нам бы ваши проблемы. Работая на «ящиках», мы и понятия не имели, что в этом вопросе бывает какая-то неопределенность. Перечень разрешенных к применению микросхем был настолько «широк», что приходилось выбирать практически из одной позиции, да и вопрос с программаторами обстоял элементарно просто: тебе нужен программатор – сделай его сам. Каждая лаборатория с гордостью делала свой, самый лучший и надежный программатор. Каких устройств там только не было: начиная от простых, но очень надежных изделий на тумблерах, до очень сложных, занимавших половину рабочего стола и иногда работавших мощных программаторов. Их разработчики с любовью программировали каждый бит тех сложных устройств (благо устройства эти не были обременены большим количеством информации). Обычно пользоваться таким программатором мог только человек, давший ему жизнь, а весь процесс программирования со стороны воспринимался, как шаманский танец с бубном. Теперь мы, к великому сожалению, лишены всей прелести тех лет.

С падением железного занавеса выяснилось, что перечень программируемых интегральных схем в мире просто гигантский – это микросхемы памяти как с параллельным, так и с последовательным доступом информации (EPROM, EEPROM,

FLASH); микроконтроллеры с внутренней памятью команд и данных; микросхемы программируемой логики (PLD). Причем, перечень таких изделий с каждым годом стремительно растет, имея тенденцию к усложнению изделий и к увеличению их гибкости. С другой стороны, как ответ на потребность использования этих микросхем, рынок наполняется большим количеством программаторов. Как не ошибиться и сделать правильный выбор при приобретении программатора? В этой статье мы попытаемся дать представление об устройстве программаторов и ответить на этот вопрос.

Рассмотрим классификацию программаторов по функциональным возможностям. Условно их можно подразделить на такие группы:

- программаторы, программирующие микросхемы памяти (EPROM, EEPROM, FLASH);
- программаторы, программирующие микросхемы памяти (EPROM, EEPROM, FLASH) и внутреннюю память микроконтроллеров;
- программаторы, программирующие микросхемы памяти (EPROM, EEPROM, FLASH), внутреннюю память микроконтроллеров, микросхемы программируемой логики (PLD);
- универсальные программаторы-тестеры.

Данную классификацию можно считать достаточно условной, жестких границ между программаторами разных групп не существует. Программаторы первой и второй групп наиболее простые и дешевые устройства. Программаторы третьей группы, обычно, аппаратно значительно более сложны и стоимость их, соответственно, более высокая. Это объясняется, в частности, особенностью работы с устройствами программируемой логики. Микросхемы программируемой логики вообще стоят несколько обособленно в ряду программируемых устройств. Если информацию по программированию микросхем памяти и внутренней памяти микроконтроллеров фирмы-производители микросхем, как правило, не скрывают и публикуют в своих каталогах, то информацию по программированию микросхем PLD можно получить только после заключения соответствующего соглашения с фирмой-производителем микросхем. Причем, некоторые производители PLD не стремятся увеличить число фирм-производителей программаторов, поддерживающих их устройства, главное для них – качество программирования и строгое следование предписанным процедурам программирования. Так, например, чтобы заключить соответствующие соглашения с фирмами AMD и Lattice московской фирме «Фитон» пришлось сдавать квалификационный экзамен.

Последняя функциональная группа программаторов – универсальные программаторы – наиболее сложные и дорогие устройства, но способные работать с очень большим перечнем микросхем. Стоимость таких устройств может достигать тысяч и десятков тысяч долларов.

### 2.3 Аппаратное устройство программаторов

В первую очередь коснемся той детали программатора, с которой приходится взаимодействовать больше всего – это колодка, куда помещается программируемая микросхема. Эта одна из самых важных деталей программатора, от качества и надежности которой зависит способность программатора выполнять свои функции. Любой программатор вне зависимости от его сложности, стоимости и функциональных возможностей обязательно должен быть снабжен специальной тестовой колодкой, обеспечивающей многократный надежный контакт с программируемой микросхемой. Фирмы, выпускающие такие сокеты, гарантируют надежный контакт при десятках тысяч операций установки в нее микросхем. Наиболее удобными для пользователя являются специальные сокеты с нулевым усилием (ZIF socket). Если программатор не снабжен специальными тестовыми сокетами, предназначенными для многократных установок микросхем, а вместо них стоят дешевые одноразовые колодки, то считайте, что Вы просто зря потратили свои деньги. Вы быстро сможете в этом убедиться, когда безвозвратно испортите микросхемы с однократным программированием из-за отсутствия контакта в колодке. В недорогих программаторах обычно устанавливаются универсальные (рассчитанные как на узкий, так и на широкий тип корпуса) ZIF DIP сокетки. В более дорогих образцах программаторов могут устанавливаться одновременно несколько видов ZIF сокетов, рассчитанных на разные типы корпусов микросхем (LCC, QFP и т. д.). Иногда программаторы снабжаются универсальными сменными головками под различные типы корпусов. Для программирования микросхем с корпусами, отличными от DIP и с большим числом выводов, программаторы снабжаются специальными адаптерами под соответствующий тип корпуса. В связи с тем, что на этих адаптерах также должны устанавливаться высоконадежные тестовые сокетки, стоимость таких адаптеров может оказаться довольно существенной.

Заглянем внутрь программаторов и в общих чертах попытаемся понять, чем же они отличаются друг от друга. Принципиально существует две концепции построения программаторов. Первая, и наиболее очевидная, заключается в построении программаторов на базе массива универсальных аппаратных драйверов. Универсальные драйверы подводятся к выводам тестовой сокетки и должны удовлетворять ряду специфических аппаратных требований по программированию микросхем. В перечень таких требований входят: способность подавать и считывать логические уровни, способность подавать сложные тактовые последовательности, способность подводить напряжение в диапазоне 0...27 В с точностью 0.1 В. Удовлетворение всем этим требованиям приводит к колоссальным аппаратным затратам и избыточности всего устройства в целом. Количество драйверов универсального программатора должно соответствовать количеству выводов тестовой сокетки, например, 40 драйверов для сокетки DIP-40, или 84 драйвера для сокетки LCC-84. В результате, устройство становится очень сложным и дорогостоящим, но при этом абсолютно универсальным. Имея 40 универсальных драйверов и универсальную тестовую сокетку DIP-40 можно с уверенностью сказать, что удастся поддержать все существующие, а также любые новые,

микросхемы в корпусе DIP (с числом выводов до 40) без дополнительных адаптеров. Именно по такой схеме строятся дорогие универсальные программаторы.

Вторая концепция заключается в том, что аппаратура программатора оптимизируется под предполагаемый перечень поддерживаемых микросхем. Программаторы этого класса, как правило, значительно дешевле универсальных программаторов, но такие изделия в известной степени теряют универсальные свойства. Добавление новых типов поддерживаемых программатором микросхем может быть сопряжено со значительными трудностями, а часто и с невозможностью расширения списка программируемых устройств.

Используя многолетний опыт разработки и производства программаторов, нами разработана и внедрена компромиссная концепция построения программаторов – универсальный драйвер разбивается на два функциональных блока: универсальный логический драйвер и устройство коммутации «высокого» напряжения. Такая архитектура программатора позволила в значительной степени сохранить преимущества универсального драйвера и существенно сократить аппаратные затраты и, как следствие, уменьшить себестоимость и цену конечных изделий.

Рассмотрим способ подключения программаторов к компьютеру. Наиболее распространенными способами подключения являются:

- подключение к параллельному порту;
- подключение к последовательному порту;
- установка специальной платы в компьютер.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. Использование специальных плат, устанавливаемых в компьютер, значительно упрощает схемотехнику программатора. В этом случае, как правило, удается отказаться от специального, довольно мощного источника питания, воспользовавшись источником питания компьютера, а также использовать центральный процессор компьютера в качестве управляющего процессора программатора. При способе подключения программатора к компьютеру посредством встраиваемых в компьютер плат удается достигнуть довольно значительных скоростей обмена между компьютером и программатором за счет непосредственного управления последним. Но такая реализация программатора имеет и существенные недостатки. Во-первых, значительно снижается мобильность программатора, то есть возможность использования одного программатора на разных компьютерах (например, в пределах одной лаборатории), во-вторых, использование таких устройств с портативными компьютерами notebook сопряжено с необходимостью использования специальных карт сопряжения.



Другой вариант сопряжения программатора с компьютером – последовательный канал компьютера. Это вполне допустимый вариант сопряжения, допускающий работу программатора с компьютерами всех типов. К существенным недостаткам такого варианта сопряжения можно отнести невысокую пропускную способность канала. Максимальная скорость последовательного канала RS-232 ограничена значением 115 кБод, что существенно ограничивает обмен между компьютером и программатором, и, следовательно, снижает производительность последнего.

Подключение программатора к параллельному порту компьютера нам видится наиболее предпочтительным вариантом. Этот способ сочетает в себе достаточно высокую пропускную способность канала и не требует серьезных аппаратных затрат. При использовании этого способа удастся воспользоваться центральным процессором компьютера в качестве управляющего процессора программатора.

Теперь обратим внимание на ряд «второстепенных мелочей», которые при активной работе с программатором могут либо серьезно попортить вам жизнь, либо, при удачной реализации, значительно облегчат вашу работу. К таким «мелочам» мы бы отнесли способ обновления версий программатора, способность программатора определять правильность установки микросхемы в колодке и проведение процедуры самотестирования при включении питания.

Способ обновления версии – это довольно существенный вопрос эксплуатации программаторов. Необходимость обновления версии может возникнуть по ряду причин, во-первых, при выявлении ошибки работы программатора, либо при расширении списка поддерживаемых программатором микросхем. Способ обновления версии программатора зависит от его аппаратного устройства. В одних изделиях алгоритмы программирования жестко «зашиты» в аппаратуру, в других – они являются загружаемыми. В первом случае для модификации версии требуется модификация самого устройства программатора (например, перепрограммирование ПЗУ самого программатора), а это сопряжено с рядом дополнительных неудобств по доставке изделия производителю или в региональный сервисный центр. Другое дело, если обновление версии осуществляется только обновлением программного обеспечения программатора. Именно по такой схеме построены программаторы с загружаемыми алгоритмами программирования. В таких программаторах обновляется только программное обеспечение и работает уже с новой версией. Второй способ видится нам наиболее удобным в эксплуатации, и именно по такой схеме строится обновление версий всех выпускаемых фирмой «Фитон» программаторов.

Теперь обратим внимание на такую «мелочь», как способность программатора определять правильность установки микросхемы в тестовую колодку. При кажущейся незначительности этой опции, мы начинаем понимать всю ее важность только после выхода из строя микросхемы при неверной установке ее в колодку. И винить в этом случае некого – сами виноваты. Именно для предотвращения таких ситуаций и служит эта

опция. Здесь необходимо указать, что полноценная реализация такой возможности требует от разработчика больших усилий и, порой, изобретательности. Дело в том, что необходимо протестировать микросхему в колодке в самом щадящем для нее режиме, при этом ни в коем случае не допуская выхода микросхемы из строя.

И в заключение обсуждения аппаратного устройства программаторов, на наш взгляд, необходимо упомянуть о настоятельной необходимости проведения программаторами процедуры самотестирования. Обычно эта процедура проводится после инициализации аппаратуры программатора. Цель этой процедуры – встроенными средствами провести проверку работоспособности всего оборудования устройства и принять решение о возможности полноценной работы программатора. К сожалению, встроенными средствами не всегда удастся однозначно убедиться в работоспособности всех узлов устройства, но, тем не менее, эта процедура обязательно должна проводиться с целью минимизации вероятности эксплуатации неработоспособного оборудования.

#### 2.4 Программное обеспечение программатора

Рассмотрим общее представление о возможных способах реализации программного обеспечения (ПО) программатора. Первое, на что нужно обратить внимание, – это под управлением какой операционной системы работает программатор. Большинство программного обеспечения программаторов реализовано под управлением DOS и не предъявляет к компьютеру специфических требований. Обычно, это программы, разработанные довольно давно. В последние несколько лет стали появляться программаторы, работающие под управлением операционной системы Windows. Это современные продукты, которые, как правило, выглядят гораздо элегантнее, имеют более дружелюбный интерфейс и обладают большим числом сервисных возможностей.

Рассмотрим архитектуру программного обеспечения программаторов. Наиболее распространенной является архитектура, в которой в качестве ядра программатора выступает промежуточный буфер данных. Все операции в программаторе выполняются с этим буфером. Для программирования микросхемы необходимо загрузить файл в буфер, запрограммировать данные из буфера в микросхему, сравнить содержимое микросхемы и буфера. При чтении данные из микросхемы записываются в буфер. Размер промежуточного буфера данных, обычно, коррелирован с размером текущего типа микросхемы. Многолетний опыт разработки и производства программаторов позволил выработать концепцию оригинальной многобуферной архитектуры ПО программаторов с неограниченным количеством буферов. Такая архитектура позволяет работать с неограниченным количеством независимых наборов данных, проводить их анализ и редактирование. Например, вы можете воспользоваться двумя буферами для считывания в них двух разных микросхем, проведения анализа этих наборов данных и, на их базе, создания нового массива данных в третьем буфере для последующего программирования его в микросхемы памяти или сохранения на диске.

Стандартным набором функций программаторов обычно являются следующие функции: чтение, запись, сравнение, контроль на чистоту, стирание (только для электрически перепрограммируемых устройств) микросхем. Некоторые программаторы имеют функцию автоматического программирования. Эта функция позволяет осуществить часто используемую комбинацию действий для конкретного типа микросхемы. Обычно, такая комбинация состоит из такого набора: стереть микросхему, проконтролировать стертость, запрограммировать, сравнить запрограммированные данные с оригиналом, установить защиту. Удобство этой функции заключается в том, что весь «джентльменский» набор активизируется одним нажатием.

Отдельно остановимся на редакторских функциях программаторов. Наиболее распространенным перечнем редакторских функций являются: редактирование данных в шестнадцатеричном формате, возможность заполнения буфера данных константой и подсчет контрольной суммы. Этого простого набора редакторских функций вполне достаточно для простых приложений. Для профессионального использования программаторов необходимы расширенные возможности редактирования. К ним можно отнести:

возможность редактирования данных не только в шестнадцатеричном формате, но и в двоичном;

– восьмеричном и десятичном представлении;

– заполнение массива строкой данных;

поиск и замена строки данных;

– инвертирование данных;

– копирование массива данных как внутри одного буфера, так и между разными буферами;

– подсчет контрольной суммы;

– конвертирование шин адреса и данных.

Еще одна особенность программного обеспечения программаторов, на которой стоит остановиться отдельно, – это пакетный режим работы. Очень в немногих программаторах такой режим реализован. А преимущество такого режима просто очевидно – это автоматизация работы. Используя пакетный режим работы, можно создавать сценарии работы с программатором, автоматизируя всю рутинную работу. Наиболее интересны устройства, где пакетный режим работы практически не имеет ограничений, в нем доступны все ресурсы программатора. В пакетном режиме можно загружать файлы, запускать программирование, манипулировать параметрами программирования, окнами на экране, выводить графические данные и т. д. В качестве иллюстрации использования

пакетного режима работы программатора можно привести задачу программирования партии микросхем, в каждой из которых должен быть запрограммирован серийный номер. На специальном языке создается сценарий работы программатора, который заключается в следующем: оператор указывает начальное значение серийного номера партии микросхем и запускает процедуру программирования, программатор программирует микросхему с текущим серийным номером и вычисляет серийный номер следующей микросхемы, помещая его в соответствующий раздел памяти, далее процедура циклически повторяется. В приведенном примере пакетный режим работы значительно облегчает работу оператора и исключает свойственные оператору ошибки.

## 2.5 Связь программатора между компьютером и чипом через интерфейс RS232

Последовательный интерфейс RS232, разработанный более 25 лет назад для компьютеров (в основном для их связи с модемами до сих пор не утратил своего коммуникационного назначения. Даже сейчас, в связи с появлением множества других последовательных интерфейсов, обладающих несомненными преимуществами перед этим интерфейсом (например, интерфейсов USB, RS485, RS422, применяемых в компьютерах, и PC, CAN, SPI, применяемых в микроконтроллерах), интерфейс RS232, похоже, не скоро уйдет в разряд «отставников». Такое положение, на первый взгляд, может показаться странным, особенно из-за недостатков RS232, «глюков» и т.п. Однако следует учесть, что это едва ли не единственное средство связи между компьютером и микроконтроллером, аппаратно присутствующее и в первом и во втором. Во всяком случае, косвенным подтверждением исключительности интерфейса RS232 может служить тот факт, что в современных персональных компьютерах RS232 интегрирован в материнскую плату. Что касается микроконтроллеров, то сейчас трудно найти такой микроконтроллер, в котором бы аппаратно не присутствовал хотя бы один интерфейс RS232 (иногда их бывает и два).

Интерфейс RS232 является последовательным. Это означает, что данные (информация) передаются последовательно, бит за битом по одному проводу (в отличие от параллельного интерфейса, в котором, например, каждый бит байта передается по отдельному проводу, т.е. байт передается по восьми проводам). Формат посылки – 1 байт данных и несколько управляющих бит, некоторые из которых могут отсутствовать.

Обмен информацией между компьютером и периферийным устройством по интерфейсу RS232 двусторонний, т.е. данные могут передаваться компьютером в периферийное устройство и приниматься компьютером от периферийного устройства.

В компьютере предусмотрен специальный разъем, называемый коммуникационным (COM); иногда их бывает два (COM1 и COM2) или более. К разъему подключается кабель, соединяющий компьютер с периферийным устройством. В кабеле находятся несколько проводов, которые называют линиями интерфейса. Термин «линия» достаточно условен, так как английское слово line, которому он соответствует, имеет более широкое значение.

На практике чаще всего используются три скорости обмена: 9600, 115200 и (реже) 57600 бод.

Контакты разъемов интерфейса RS232 в компьютере.

В компьютере могут присутствовать как 25-штырьковый (DB25), так и 9-штырьковый (DB9) разъемы RS232. Ниже приведены названия сигналов и соответствующие им номера контактов обоих типов разъемов. Как видно из таблицы 1, разъем содержит контакты как входных линий, так и выходных.

Таблица 1 – Названия и функциональные назначения выводов порта RS232

Номер контакта		Название сигнала	Расшифровка	Тип линий
DB25	DB9			
2	3	TxD	Transmitter Data – передатчик данных	Выходная
3	2	RxD	Receiver Data – приемник данных	Входная
4	7	RTS	Request To Send – запрос передачи	Выходная
5	8	CTS	Clear To Send – сброс передачи	Входная
6	6	DSR	Data Set Ready – готовность данных	Входная
7	5	SG	Signal Ground – сигнальная земля	-
8	1	DCD	Data Carrier Detect – обнаружение несущей	Входная
20	4	DTR	Data Terminal Ready – готовность терминала	Выходная
22	9	RI	Ring Indicator – индикатор звонка	Входная

Основными линиями, по которым осуществляется обмен данными, являются две: TxD – линия, по которой из компьютера передаются данные во внешнее устройство, и RxD – линия, по которой компьютером принимаются данные из внешнего устройства.

Линии DTR и RTS являются выходными. Это означает, что уровнями сигналов на этих линиях можно управлять, устанавливая биты соответствующих регистров в нуль или единицу программным способом. Линии CTS, DSR, DCD и RI являются входными. Это

означает, что состояния этих линий можно проверять (т.е. выяснять, в каком состоянии – нулевом или единичном они находятся), читая соответствующие регистры состояний и выделяя соответствующие биты.

Необходимо отметить следующие свойства линий TxD и RxD.

Линия TxD является выходной. Помимо того, что по ней передаются данные, в отсутствие передачи состоянием этой линии можно также управлять программно, т.е. устанавливать в единичное или нулевое состояние. Линия RxD является входной. Однако прочитать состояние этой линии (как линий CTS, DSR, DCD и RI) при отсутствии передачи нельзя.

Кроме того, заметим, что линии DTR, RTS, CTS, DSR, DCD и RI называют еще линиями квитирования (иногда модемными, так как они используются в модемах). Существует как множество алгоритмов обмена по RS232, в которых эти линии (или некоторые из них) используются, так и множество алгоритмов обмена, в которых эти линии не используются вообще (задействованы только линии RxD и TxD).

В микроконтроллере обмен по интерфейсу RS232 осуществляется по линиям TxD (передатчик) и RxD (приемник). Уровни напряжения на этих линиях соответствуют стандартным (цифровым) уровням напряжения микроконтроллера. Это означает, что уровень напряжения логической единицы соответствует напряжению питания микроконтроллера С или 5 В), уровень напряжения логического нуля – нулевому напряжению (или «земле»). Обычно уровни напряжений питания и земли называют TTL-уровнями, хотя в настоящее время это понятие значительно видоизменилось (с электрической точки зрения), а аббревиатура TTL транзисторная логика) давно утратила свой первоначальный смысл. Отметим, что для сопряжения со стандартными уровнями напряжения сигналов на линиях интерфейса RS232 (приблизительно равными  $\pm 10$  В, как было указано ранее) необходимо использовать преобразователи уровней RS232.

В микроконтроллере, так же, как и в компьютере, есть возможность программно устанавливать скорость обмена, формат данных и некоторые другие характеристики интерфейса RS232. Однако эти характеристики напрямую зависят от частоты используемого кварцевого резонатора, от таймера (а их в микроконтроллере может быть несколько), от еще некоторых устройств микроконтроллера, а также от самого микроконтроллера. Кроме того, микроконтроллер может содержать два интерфейса RS232.

3. Программное обеспечение для работы с программатором 3.1 Программа PonyProg  
Программа PonyProg – это открытый проект. Для распространения этой программы и еще нескольких проектов в интернете создан специальный сайт <http://www.lancos.com>. Программа также распространяется с открытой лицензией (GNU), то есть вместе с текстом программы, который разрешается изменять по своему усмотрению. Однако в пакет программы входит специальная библиотека, которая содержит текст всех основных функций, обеспечивающих процесс программирования микросхем.

На библиотеку не распространяется открытая лицензия. Ее разрешается использовать, но не разрешается изменять входящие в нее процедуры. Изменения допускаются лишь в интерфейсе программы. Такое решение делает программу более надежной в работе.

На сайте можно загрузить не только инсталляционный пакет самой программы, но также исполняемый файл русифицированного или украинофицированного вариантов программы. Кроме этого, там еще имеется целый набор вариантов, поддерживающий множество других языков. После инсталляции программы вы просто меняете исполняемый файл в директории программы на новый, и программа полностью русифицируется. Однако стоит учесть, что русифицированная версия программы – это устаревшая версия. Она может не поддерживать ряд микроконтроллеров. Поэтому, если вы не нашли в списке микросхем ту, что вам необходима, проинсталлируйте программу PonyProg заново и работайте с английской версией.

При запуске программы PonyProg открывается окно заставки и раздается фирменный звук – лошадиное ржание. Если вы не желаете слушать его каждый раз при запуске, поставьте галочку в поле «Disable Sound» (выключить звук). Нажмите «Ok». Рекламная заставка закроется, и откроется основная панель программы (см. рис. 2.9).

Главная панель содержит всего одно основное окно, где в свою очередь могут быть открыты одно или несколько окон с разными вариантами прошивок. В верхней части главной панели традиционно располагается меню и две панели инструментов, как показано на рисунке 5.



Рисунок 5 – Основная панель программы PonyProg

Первое, что нужно сделать сразу после включения программы, – выбрать тип микросхемы, которую вы собираетесь программировать. Для этого в верхней панели инструментов имеются два выпадающих меню. Одно называется «Выбор семейства микросхем» (Select device family), а второе – «Выбор типа микросхем» (Select device type). Поля не подписаны. Названия появляются в виде всплывающей подсказки при наведении курсора мыши на соответствующее поле.

В поле выбора семейства выберите «I2C Bus 8bit eeprom», а в поле выбора типа – требуемый тип микросхемы. Для всех наших примеров это будет 2404. Второй способ, при помощи которого также можно выбрать семейство и тип микросхемы, – воспользоваться меню «Устройство», как показано на рисунке 6. Выбранный тип

микросхемы автоматически сохраняется, и при повторном запуске программы вызывается снова.

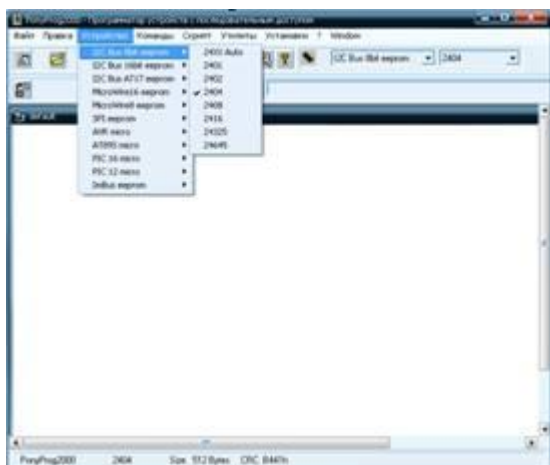


Рисунок 6 – Выбор типа микросхемы

Теперь необходимо произвести настройку интерфейса и калибровку программы. Эти две операции нужно выполнять только один раз, при первом запуске программы. Повторная настройка и калибровка может понадобиться лишь при сбое программы. Сначала выполним настройку интерфейса. Для этого нужно выбрать пункт «Настройки оборудования» меню «Установки». Откроется окно настройки (См. рисунок 7).

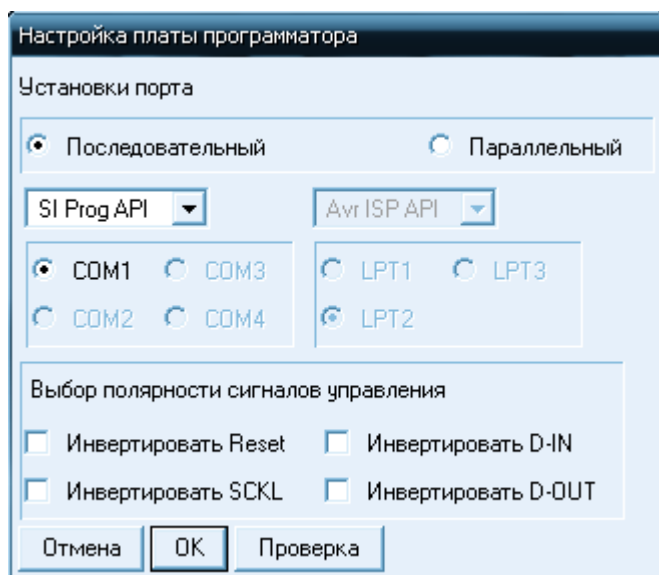


Рисунок 7 – Окно настройки ввода-вывода

В этом окне вы должны выбрать порт, к которому подключен ваш программатор. Кроме того, в этом окне можно проинвертировать любой из управляющих сигналов программатора, что бывает полезно при работе с нестандартными схемами. Выбираем параллельный порт (Parallel). Если ваш компьютер имеет несколько LPT-портов, выберите



конкретный порт (обычно LPT1). В выпадающем списке выберите способ программирования. Это будет последовательное программирование по ISP-интерфейсу.

Вторая процедура, которую нужно выполнить хотя бы один раз при первом включении программы, – это калибровка. В процессе калибровки программа настраивает свои процедуры формирования временных интервалов под конкретный компьютер. Цель калибровки – повышение точности формирования интервалов времени. При выполнении этой процедуры компьютер не должен выполнять никаких других программ. Закройте все открытые окна и выгрузите все программы, работающие в фоновом режиме. Затем выберите команду «Калибровка» (см. табл. 2.7). Появится окно предупреждения. Для старта процесса калибровки нажмите в этом окне кнопку «Ок». Процесс калибровки выполняется несколько секунд.

После настройки и калибровки все готово для программирования микросхем. Для начала нам нужно загрузить данные из файлов, полученных в результате трансляции:

- файл программы для записи во Flash-память;
- файл данных для записи в EEPROM.

Для временного хранения этих данных программатор использует окно данных. Одно окно данных хранит один вариант задания (программа плюс данные). Запущенная программа PonyProg обязательно содержит хотя бы одно такое окно. Пустое окно автоматически создается при запуске программы. После загрузки информации (программы или данных) в окне появляется дамп памяти. Дамп – это широко распространенный способ представления цифровых данных. Он представляет собой таблицу шестнадцатеричных чисел, записанных рядами по 16 чисел в ряду, как видно из рисунка 8.

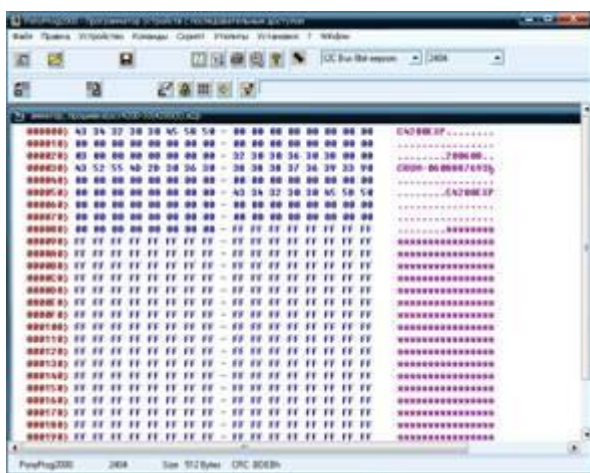


Рисунок 8 – Дамп памяти

В начале каждого ряда записывается адрес первой его ячейки. Затем, правее, эти же шестнадцать чисел повторяются в символьном виде. То есть вместо каждого числа записывается соответствующий ему символ в кодировке ASCII.

Размещение всей информации в едином адресном пространстве удобно, так как позволяет хранить программу и данные в одном файле. В процессе программирования микросхемы программатор автоматически отделяет программу от данных, используя информацию об объеме программной памяти данного конкретного микроконтроллера. Все, что выше этого объема автоматически считается данными для EEPROM.

Для загрузки данных из файла, находящегося на жестком диске, в текущее окно программатора, а также для записи информации из окна программатора в файл программа поддерживает ряд команд, объединенных в меню «Файл».

Загрузим программу и данные в программатор. Если вы помните, все вышперечисленные трансляторы создают отдельный файл для программы (файл с расширением hex) и отдельный файл для данных (файл с расширением eep). Поэтому для загрузки программы воспользуемся командой «Открыть файл программы (Flash)». При выборе этой команды появляется диалог «Открыть программу». Убедитесь, что в поле «Тип файла» выбрано «\*.hex». Если это не так, выберите это значение из выпадающего списка.

Затем найдите на диске директорию вашего проекта, выберите файл и нажмите кнопку «Открыть». Загруженные данные появятся в текущем окне. Таким же образом загружается содержимое EEPROM. Только в этом случае нужно выбрать тип файла «\*.eep».

После того, как программа и данные загружены, их можно просмотреть, при необходимости – отредактировать прямо в окне программатора. А если нужно, то и записать обратно на диск. Если у вас есть принтер, можно распечатать дампы из текущего окна на бумаге.

Но основная функция – это, естественно, запись программы и данных в память микроконтроллера. Все команды, предназначенные для работы с микроконтроллером, сведены в меню «Команды». При помощи этих команд вы можете отдельно запрограммировать память программ, отдельно – EEPROM. Команда «Записать все» позволяет запрограммировать программу и данные за одну операцию.

Три команды считывания позволяют прочитать содержимое памяти программ и памяти данных микроконтроллера. Прочитанные данные помещаются в текущее окно программатора. Считанную из микросхемы информацию можно записать на диск при помощи меню «Команды». Группа команд проверки используется для сравнения информации, записанной в микросхему, и информации в текущем окне программатора.

Команда «Стереть» позволяет стереть память микросхемы. Команда стирает одновременно все виды памяти:

- память программ;
- память данных
- ячейки защиты (если они были запрограммированы).

Однако здесь есть одно исключение. Некоторые микросхемы имеют бит конфигурации (fuse-переключатель), запрещающий стирание EEPROM. Если запрограммировать этот бит, то при стирании микросхемы EEPROM стираться не будет. Это позволяет не делать лишних циклов записи/стирания и экономить ресурс EEPROM в том случае, когда его содержимое менять не обязательно.

На пункте меню «Биты защиты и конфигурации» необходимо остановиться подробнее. Эта команда предназначена для чтения и изменения fuse-переключателей (битов конфигурации) и битов защиты микросхемы. В русскоязычном варианте программы этот пункт почему-то остался не переведенным.

При выборе этого пункта меню открывается окно. Набор элементов управления для каждого вида микросхем будет свой. Причем сразу после открытия окна все поля не будут выбраны (не будут содержать «галочек»). Это значит, что содержимое этих полей пока не соответствует реальному содержимому битов защиты и конфигурации микросхемы.

Для того чтобы считать эти значения, необходимо нажать в том же окне кнопку «Считать все». На короткий момент появится окно, показывающее процесс считывания. Затем снова откроется окно битов защиты и конфигурации. Теперь уже все поля примут значения, считанные из микросхемы. Галочка в любом из полей означает, что данный бит запрограммирован. Напоминаю, что запрограммированный бит содержит ноль, незапрограммированный – единицу. Теперь вы можете изменить значение любого бита. Но эти изменения будут только на экране. Для того, чтобы записать изменения в микросхему, нажмите кнопку «Записать все». Кнопки «Установить» и «Стереть» позволяют установить или сбросить значения сразу всех полей в данном окне.

Для удобства работы с программатором он имеет режим группового выполнения команд. Команды чтения информации из файла, чтения байта конфигурации, обновления серийного номера, стирания микросхемы и, наконец, программирования могут выполняться в пакете при нажатии всего одной кнопки. Для настройки пакета команд выберите пункт «Настройки программирования» меню «Команды». Откроется окно «Настройки программирования», изображенное на рисунке 9. В этом окне отметьте галочками те операции, которые должны выполняться при запуске пакета, и нажмите кнопку «ОК». Для запуска пакетной команды достаточно выбрать пункт «Программирование» или нажать соответствующую кнопку на панели инструментов.

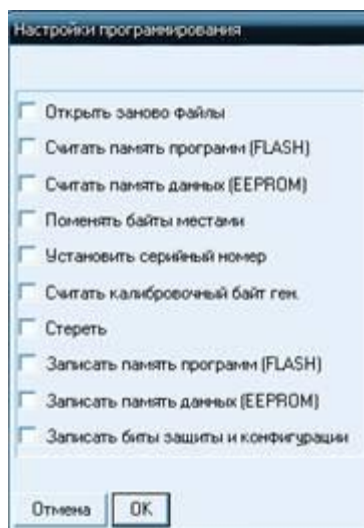


Рисунок 9 – Настройки программирования

Пакетный режим очень удобен в процессе отладки программы. Если в пакет включена опция «Reload Files», то достаточно один раз вручную открыть нужный файл нужного проекта, а затем можно просто нажимать кнопку «Программирование» каждый раз, когда нужно перепрошить микросхему новой версией программы. Все остальное PonyProg сделает за вас. Новая версия программы сама загрузится в программатор, микросхема сотрется, а затем в нее запишется новая информация.

Только не забывайте поставить команду стирания, если вы собираетесь программировать. Помните, что при записи в нестертую микросхему результат непредсказуем. Каждый «прошитый» в процессе программирования бит может быть восстановлен только в результате стирания всей памяти.

Программатор имеет встроенную систему автоматического формирования серийного номера программы.

Серийный номер – это просто порядковый номер версии программы. Этот номер может автоматически записываться в выбранную вами ячейку памяти программ или памяти данных. Настройка данного режима производится при выборе пункта «Установки серийного номера...» (SerialNumber Config) меню «Утилиты» (Utility).

В открывшемся окне вы можете выбрать адрес ячейки для серийного номера, поставить галочку в поле «Относительно памяти данных» (Data memory offset), а также выбрать параметры его автоматического изменения. После настройки параметров изменение серийного номера и его запись в выбранную ячейку текущего окна программатора производится путем выбора пункта «Установить серийный номер» (Set Serial Number) меню «Утилиты» (Utility) или нажатием соответствующей кнопки.

### 3.2 Программа ICProg

При своей простоте интерфейса и минимальном размере дистрибутива, (примерно 2,7МБ) этот программатор заметно отличается своими возможностями и эргономичностью от других программаторов подобного типа. В этой статье я остановлюсь только на основных функциях и возможностях этой программы в отношении программирования PIC контроллеров PIC16F84 и PIC16F628, 628A, 628A-I/P. ICProg 105c-a имеет в своем составе очень большую базу поддерживаемых контроллеров, а так же FLASH и EEPROM, что немаловажно: с его помощью можно работать со смарт-картами (имеется помощник программирования смарт-карт). На рисунке 10 показан интерфейс и список поддерживаемых устройств.

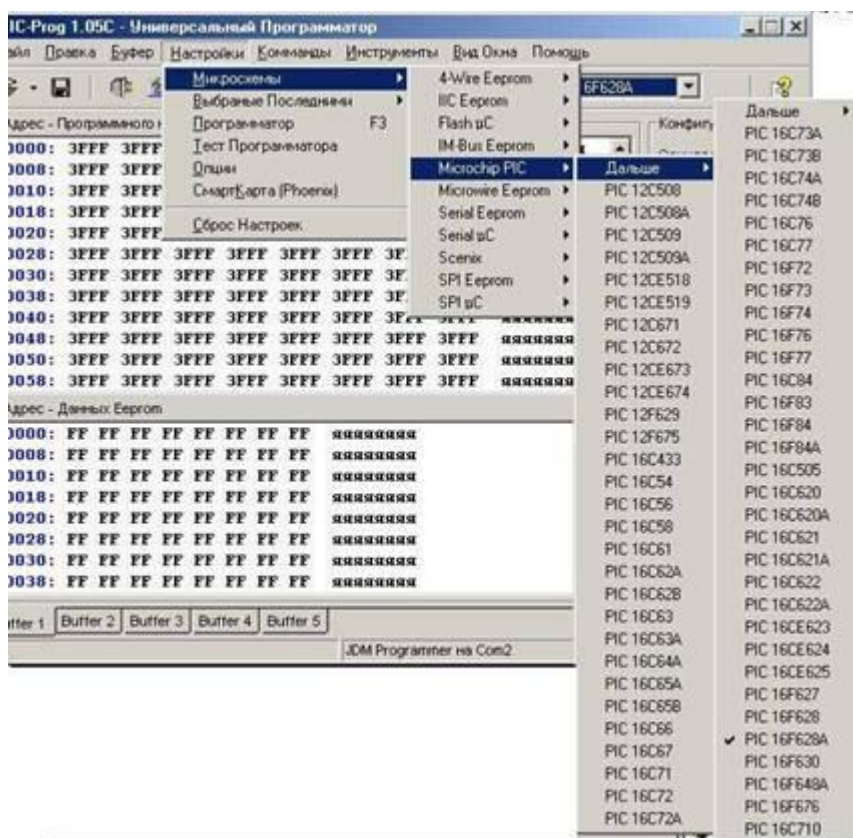


Рисунок 10 – Интерфейс программы ICProg

Как видно из картинки, микросхем предостаточно. Предполагается что к компьютеру, через COM-порт, подключена аппаратная часть программатора PonyProg, информацию, по изготовлению которой можно найти на сайте Корабельникова Евгения Александровича <http://ikarab.narod.ru>. При использовании этой аппаратной части совместно с программой ICProg 105c-a, никаких доработок ее принципиальной схемы не требуется. После запуска программы, в большинстве случаев, автоматически происходит инициализация подключенного COM порта, т.е. тест можно не производить, хотя в меню (настройки) функция тестирования имеется. По всей видимости, это сделано для нестандартных случаев. Кстати, программа ICProg 105c-a работает так же и с физическими программаторами, поддерживающими LPT-порты. Далее, в меню настройки – опции,

открываем вкладку программирование, и ставим галочку в окошке проверка при программировании (См. рисунок 11).

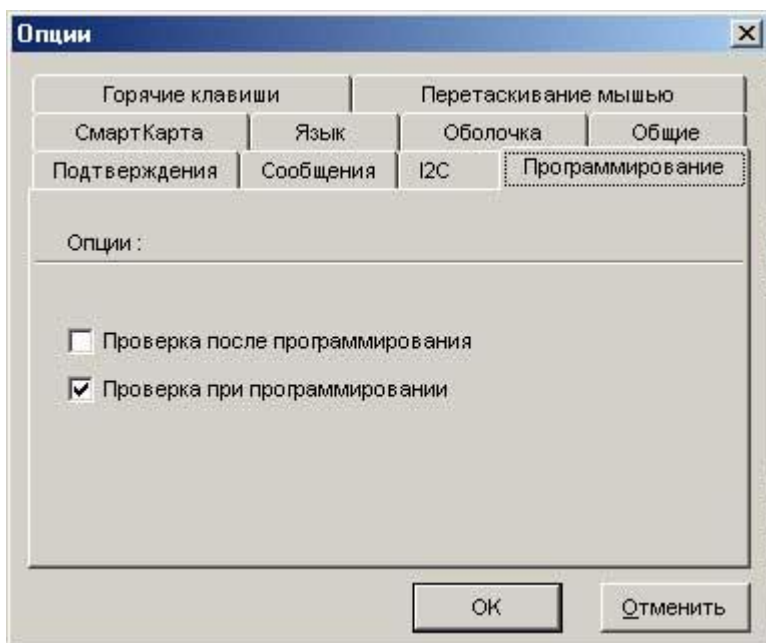


Рисунок 11 – Установка проверки при программировании

После выбора этой опции, сообщение об ошибке будет выдаваться сразу же после ее возникновения, и не нужно будет дожидаться окончания полного цикла программирования и проверки данных, зашитых в ПИК, для того, чтобы получить это сообщение (в случае наличия ошибки). Здесь же можно выставить и язык интерфейса. Все остальное оставляем по умолчанию. Далее заходим снова в меню настройки – программатор или просто жмем клавишу F3 и попадаем в опции настройки физического программатора (См. рисунок 12): в нашем случае это аппаратная часть программатора PonyProg. Здесь все должно быть выставлено, как показано на картинке. Программатор PonyProg здесь представляется как JDM Programmer: это что-то вроде универсального программатора, работающего с COM портом. Имеется большой выбор поддерживаемых программаторов, работающих, как было сказано выше, и с LPT портами.

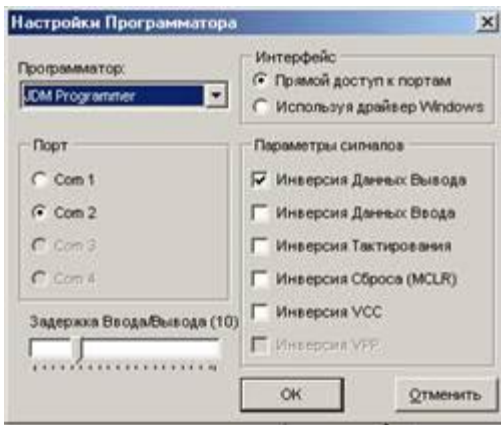


Рисунок 12 – Настройки программатора

Все остальное оставляем по умолчанию. При использовании другого JDM программатора под СОМ порт, эти опции могут отличаться. Например, в поле параметры сигналов, нужно будет поставить галочку в поле Инверсия Данных Ввода, а Инверсию Данных Вывода снять. Далее, в окне выбора программируемых устройств, показанном на этом рисунке 13, выбираем PIC контроллер, который будет программироваться.

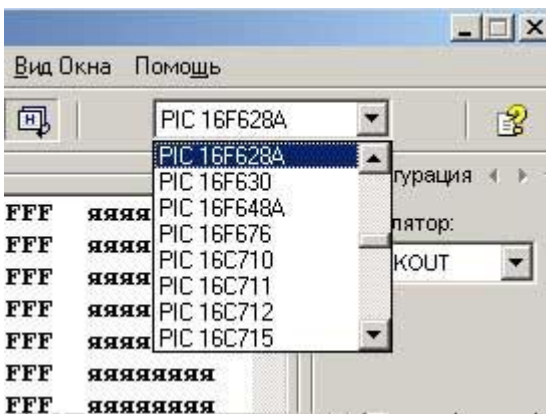


Рисунок 13 – Выбор микросхемы

Программируемый ПИК должен выбираться именно тот, который используется в действительности, т.е. если это PIC16F628A то именно его из перечня и выбираем, но никак не PIC16F628, иначе, при программировании, получим сообщение об ошибке типа «неизвестное устройство». Через меню файл, открываем подготовленный HEX файл. После загрузки файла, в окне конфигурация, можно наблюдать состояние битов конфигурации, которые были определены в «шапке» программы. Здесь показаны все установленные биты конфигурации, а также и тип тактового генератора микроконтроллера: в большинстве случаев это будет стандартный кварцевый генератор (XT). В строке состояния будет указываться тип используемого программатора, как показано на рисунке 14, номер СОМ-порта к которому он подключен, а также тип выбранного программируемого устройства.

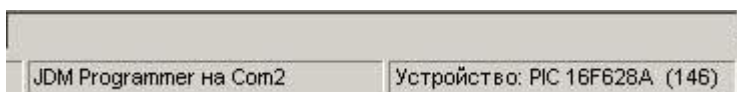





Рисунок 14 – Строка состояния

После всех этих манипуляций, жмем кнопку  или клавишу F5, и ждем окончания процесса программирования. Если при старте сообщения об ошибке нет, то, на практике, это, на 99,9%, означает, что процесс программирования пройдет успешно. Сказанное выше, справедливо для операционных систем Windows 9x и Windows ME. С Windows XP дело обстоит немного иначе, о чем будет сказано ниже. Необходимо особо отметить, что в ICProg 105xx имеется очень полезный для программистов встроенный дизассемблер, с помощью которого можно преобразовать «прошивку» (файл с расширением .HEX) в исходный ассемблерный код (файл с расширением .ASM), а это предоставляет возможность детального разбирательства с восстановленным таким образом текстом программы. Дизассемблирование происходит так: сначала стандартным образом открывается HEX файл, после чего щелкаем по кнопке  и получаем ASM файл. Правда, для того чтобы в полной мере “расшифровать” текст ASM файла, полученного таким образом, и понять алгоритм работы программы, нужно быть программистом и обладать определенными навыками работы, плюс изрядно потрудиться. Что бы вернуться обратно к HEX файлу, достаточно нажать кнопку . Так что, в этом отношении, все очень удобно и универсально. Однако, есть у этой программы и некоторые недостатки. К ним можно отнести:

– довольно маленькое окно просмотра загружаемого кода, что очень не удобно, особенно для тех, кто привык работать с PonyProg.

– скоростью программирования данный программатор также уступает PonyProg, вероятно, из-за большого количества предварительных и последующих проверок в процессе программирования.

И последнее, на чем хотелось бы заострить внимание, это то, что до последней версии ICProg 105xx некорректно работал с операционной системой Windows XP. В ICProg 105c-а все эти недостатки исправлены, хотя, по этому поводу, еще встречается много кривотолков при обсуждении данной темы на форумах. Остается только отметить необходимые условия и настройки программы для работы с Windows XP, которые были описаны на форумах и проверены лично мной: у меня, все работало без проблем. В первую очередь, для тех, кто работает с XP, нужно, с сайта разработчика, помимо самой ICProg105c-а, скачать специальный драйвер, который нужно распаковать в директорию, где находится сама программа ICProg105c-а. После запуска программы, в меню настройки - опции, на вкладке общие, устанавливаем опцию Вкл./NT/2000/XP/драйвер. Далее система спросит, установить драйвер или нет, естественно соглашаемся, и она его находит автоматом, т.к. он лежит там же где и сама программа. В настройках программатора, т.е. в меню настройки – программатор (F3), оставляем все без изменений.



В заключение хотелось бы отметить, что, благодаря именно этому программатору, мне удалось прошить PIC16F628A - I/P. Запрограммировать его в других программаторах, в том числе и в PonyProg, было не возможно: при старте появлялось сообщение о неизвестном устройстве. Если это сообщение игнорировать, то процесс программирования начинался, но в микросхему зашивались все нули. Хотя в PonyProg 206 и включена поддержка PIC16F628, но это не PIC16F628A, то есть, вероятно, существует явная разница между ними.

#### 4. Прошивка чипа картриджа лазерного принтера 4.1 Информация о чипе

Чип – это небольшая микросхема. На ней «прошита» информация о расходном материале, «язык» общения с необходимым устройством и ресурс, на который рассчитан картридж. На нём же содержится техническая информация типа серийного номера самого электронного компонента и более специфические данные.

Чип представляет из себя флэш-память небольшого объёма. В ней прописаны ресурс и опознавательные сигналы, на неё же записываются данные, посылаемые с принтера. Это простая, но всё-таки двусторонняя связь принтера и картриджа. При загрузке картриджа в устройство принтер запрашивает сведения у установленного расходного материала, а чип предоставляет то, что на нём прошито. Если схема «скажи пароль – проходи» сработала, то устройство для печати выходит в готовность. В случае если установлен картридж без чипа или использованный чип, будет выдана соответствующая ошибка на дисплей принтера или через программное обеспечение на дисплее компьютера. Обменявшись начальными данными, принтерная плата посылает текущий пробег печатного устройства. Этот показатель записывается на «флэшке», начинается отсчёт количества напечатанных страниц, по мере печати идет процентное отражение текущего ресурса картриджа. Это очень приблизительное состояние картриджа, и точно быть уверенным в его ресурсе не приходится.

Чип позволяет принять несколько команд по записи на себя. После определённой команды он отправляет «ответ» принтеру, и тот снижает процентное отображение текущего заполнения картриджа тонером. И в самый крайний момент посылает на принтер команду, что тонера осталось мало.

Прежде чем начинать программировать чип картриджа, собирается информация о работе, которую предстоит сделать:

- осуществляется выбор тонера для данного производителя;
- заправка картриджа;
- программирование.

Заправка картриджа осуществляется следующим образом: отворачиваются два винта, расположенных на верхней крышке ближе к бокам корпуса, и, переворачивая корпус, снимается бункер. Далее очень аккуратно очищаются все детали и бункер от остатков тонера (удобно использовать пылесос с пластмассовой плоской насадкой), это позволит избежать проблем в дальнейшей работе и продлит жизнь картриджу и печке принтера. Далее следует засыпать одну (при прошивке чипа на 5000 копий) или две (при прошивке чипа на 10000 копий) тубы тонера - это порядка 160/320 грамм. После заправки следует накрыть сверху картридж механической частью, соединить обе части, вернуть винты на место.

Для перепрограммирования чипа понадобятся: компьютер – любой персональный компьютер, имеющий рабочие COM и USB порты, программатор и программа PonyProg – свободно распространяемая программа с сайта производителя; а вообще подойдет любая программа, поддерживающая интерфейс SI Prog.

#### 4.2 Сборка программатора

Программатор (hard) или железо изготавливается самостоятельно. Для того чтобы его собрать понадобится разъем для соединения с COM-портом компьютера (PC9) и два сопротивления номиналом 1-10 кОм. Питание схемы осуществляется через USB-разъем материнской платы. Схема программатора приведена на рисунке 15.

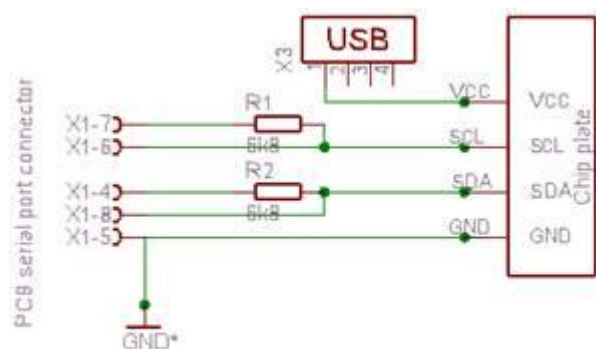


Рисунок 15 – Схема программатора

Питание чипа теперь формируется за счет красного провода USB, который выдает на выходе +5V и подсоединяется к выводу VCC на чипе. -5V программатор берет с 5-го вывода COM-порта (GND).

На рисунке 16 представлен внешний вид программатора.

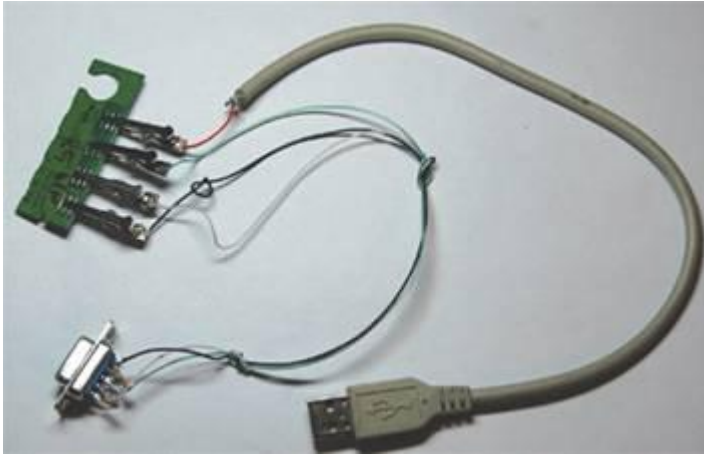


Рисунок 16 – Внешний вид программатора чипов картриджей

На рисунке 17 показан СОМ-порт, к которому припаиваются 2 сопротивления. Это придает схеме небольшие габариты.

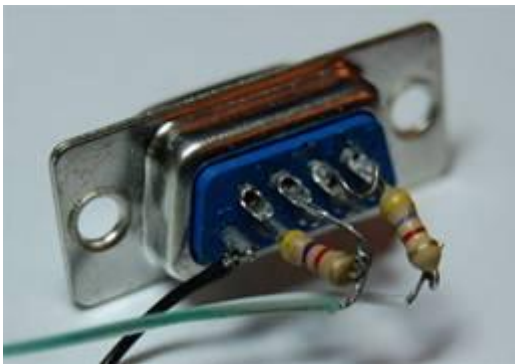


Рисунок 17 – Спаянная схема СОМ-порта

Далее осуществляется подключение программатора к чипу картриджа так, как показано на рисунке 18.

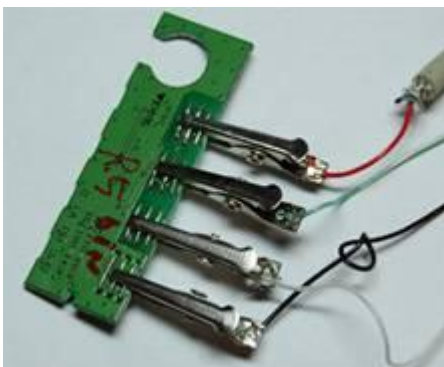


Рисунок 18 – Схема подключения программатора к чипу картриджа

#### 4.3 Программирование чипа

Перед тем как начать программирование необходимо установить и закрепить плату чипа на программатор. Далее программатор вставляется в СОМ-порт выключенного компьютера. После этого включаем компьютер и запускаем программу PonyProg. Для того чтобы программа обнаружила чип, необходимо её настроить.

В меню «Установки» сначала выбираем «Калибровка» (См. рисунок 19). После чего в меню «настройка оборудования» выбираем нужный СОМ-порт (См. рисунок 20) и нажимаем «Проверка» должно высветиться «Тест ОК».



Рисунок 19 – Установка калибровки

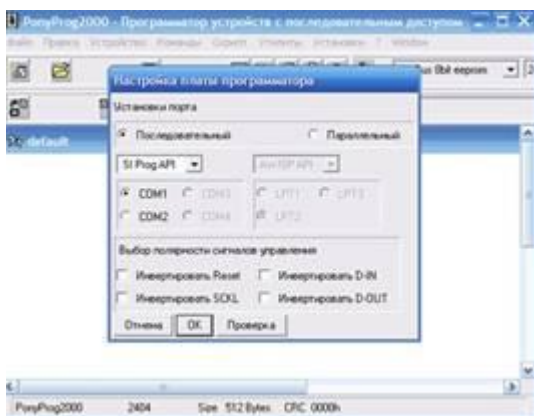


Рисунок 20 – Настройка оборудования

Далее в меню «Устройство» необходимо установить тип микросхемы 2404, как показано на рисунке 21.



Рисунок 21 – Установка типа микросхемы

После установки типа микросхемы в меню «Команды» выбираем «считать все» (См. рисунок 22), программатор должен считать данные с чипа.

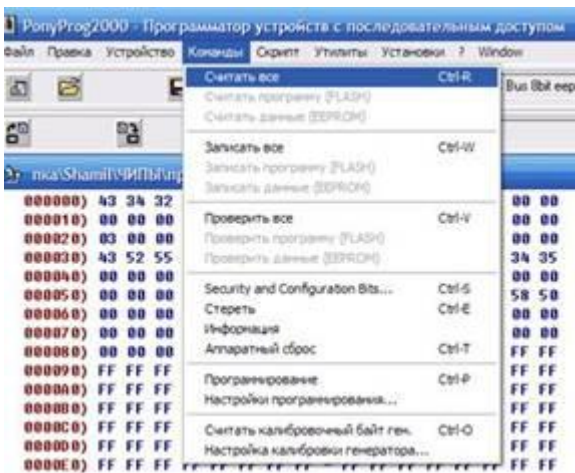


Рисунок 22 – Считывание прошивки с чипа

Далее в меню «Файл» нажимаем «Открыть файл с данными» выбираем нужную прошивку и открываем ее, как показано на рисунке 23.

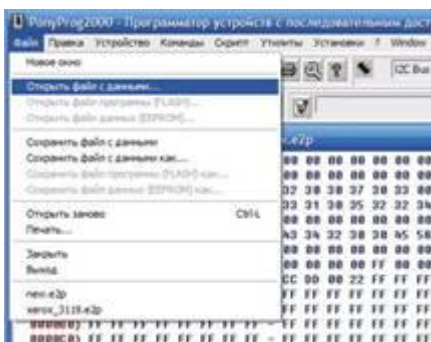


Рисунок 23 – Выбор файла с прошивкой

В открывшейся прошивке в обязательном порядке необходимо поменять серийный номер, так как принтеры и МФУ запоминают несколько предыдущих серийных номеров чипа. Для того чтобы поменять серийный номер чипа необходимо сделать следующее:

а) в меню «Правка» выбрать «Редактирование буфера» (См. рисунок 24);



Рисунок 24 – Включение функции «редактирование буфера»

б) затем навести курсор на начало надписи "CRUM", нажать левую кнопку мыши и в открывшемся поле изменить последние две цифры на любые другие (См. рисунок 25).



Рисунок 25 – Редактирование буфера

Далее в меню «Команды» выбираем «Записать все» (См. рисунок 26).

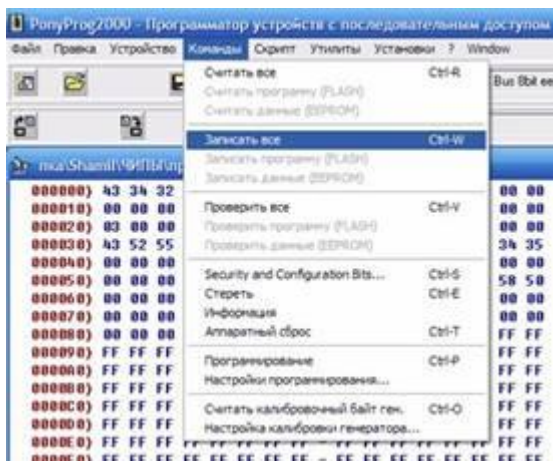


Рисунок 26 – Запись данных на чип

После того как произойдет запись прошивки на чип необходимо выключить компьютер и отсоединить программатор.

#### 4.4 Расшифровка значений поля прошивки

На рисунке 27 представлена прошивка с чипа картриджа Samsung SCX-4200. В ней описано содержание ячеек памяти.

000000)	43 54 32 30 30 45 58 50	00 00 00 00 00 00 00 00	1	4 2 0 0 0 0 0 0
000010)	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00		
000020)	03 00 00 00 00 00 00 00	32 30 30 38 30 31 00 00	3	2 0 0 8 0 1
000030)	43 52 55 40 20 30 38 30	31 32 35 33 35 33 35 39	4	C R U M 0 8 0 1 2 5 3 5 3 5 9
000040)	49 6E 73 74 61 6C 65 64	5 00 00 05 40 00 00 07 05	4	5 I n s t a l e d . . . K . . .
000050)	47 47 96 76 00 00 00 01	3 34 32 30 30 45 58 50	4	6 G G . v . . . 4 2 0 0 0 0 0 0
000060)	0 10 32 9A 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	7	3 - 2 -
000070)	00 00 00 00 00 00 00 00	02 00 00 00 00 00 00 00	9	
000080)	00 00 00 00 00 00 00 00	FF FF FF FF FF FF FF FF		
000090)	FF FF FF FF FF FF FF FF	FF FF FF FF FF FF FF FF		
000100)	FF FF FF FF FF FF FF FF	FF FF FF FF FF FF FF FF		
000110)	FF FF FF FF FF FF FF FF	43 72 75 60 20 42 79 20		C r u m B y
000120)	4B 77 61 6E 67 2E 73 6B	FF FF FF FF FF FF FF FF		H w a n g . s k . . . . .

Рисунок 27 – Поле прошивки

Далее представлено описание значений поля прошивки:

1, 7 – Идентификатор; последние три буквы – регион: CHN – Китай, KOR – Корея, EXP – все остальные страны;

2 – Емкость картриджа; значения 01...09 соответствуют 1...9 тысячам копий, 0A - 10 тысяч; оптимальное значение, соответствующее ТТХ картриджа – 3-5 тысяч копий;

3 – Метка инсталляции; в новой прошивке эта запись отсутствует, поэтому принтер думает, что у него новый картридж, и увеличивает счетчик количества смен тонера. Принтер сам создает эту запись при установке картриджа;

4 – Серийный номер картриджа; допустимые значения ячеек 30-39. Первые шесть символов – дата в формате ДДММГГ;

5 – Счетчики страниц – если перевести в десятичный код, то это и будет количество отпечатанных страниц;

6 – Счетчик тонера;

8 – Счетчик барабана;

9 – Метка «Нет тонера»; значения:

· 00 – норма,

- 01 – мало тонера,
- 02 – нет тонера.

## 5. Техника безопасности при работе с ПК и СВТ

В соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 [1] под электробезопасностью понимают систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги и статического электричества. В отличие от других источников опасности электрический ток нельзя обнаружить без специального оборудования и приборов, поэтому воздействие его на человека чаще всего неожиданно.

Проходя через организм человека электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. В результате термического воздействия вызывается разогрев организма, и возникают ожоги участков тела, в результате электролитического воздействия разлагается кровь и другие органические жидкости в организме.

Биологическое воздействие проявляется в возбуждении и раздражении тканей и непроизвольном судорожном сокращении мышц.

Значение силы тока, проходящего через организм человека, зависит от напряжения, под которым находится человек и от сопротивления участка тела, к которому приложено это напряжение. Учитывая, что большинство поражений происходит при напряжении 127, 220 и 380В, а пробой кожи начинается при напряжении 40-50В, в качестве безопасного напряжения переменного тока в нашей стране выбрано 42В, 110В для постоянного тока.

Основными причинами электротравматизма являются:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, в результате ведения работ вблизи или на этих частях; неисправность защитных средств, которым пострадавший прикасался к токоведущим частям; ошибочное принятие находящегося под напряжением оборудования как отключенного;
- неожиданное возникновение напряжения из-за повреждения изоляции там, где в нормальных условиях его быть не должно; контакт токопроводящего оборудования с проводом, находящимся под напряжением; замыкание фаз на землю и тому подобное;
- появление напряжения на токоведущих частях оборудования в результате ошибочного включения тогда, когда на нем выполняют работу; замыкание между отключенными и находящимися под напряжением проводами; наведение напряжения от соседних работающих установок и так далее.



Эксплуатация комплекса предполагается на ПЭВМ. Источником питающего напряжения является сеть переменного тока с напряжением 220В, на которую распространяется ГОСТ 25861-83 [2].

В соответствии с требованиями для предупреждения поражений электрическим током необходимо:

- чётко и в полном объёме выполнять правила производства работ и правила технической эксплуатации;
- исключить возможность доступа оператора к частям оборудования, работающим под опасным напряжением, неизолированным частям, предназначенным для работы при малом напряжении и не подключенным к защитному заземлению;
- применять изоляцию, служащую для защиты от поражения электрическим током, выполненную с применением прочного сплошного или многослойного изоляционного материала, толщина которого обусловлена типом обеспечиваемой защиты;
- подводить электропитание к ПЭВМ от розетки здания при помощи специальной вилки с заземляющим контактом;
- защитить от перегрузок по току, рассчитывая на мощность, потребляемую от сети; а также защитить от короткого замыкания оборудование, встроенное в сеть здания;
- надёжно подключить к заземляющим зажимам металлические части, доступные для оператора, которые в результате повреждения изоляции могут оказаться под опасным напряжением;
- проверить, что защитный заземляющий проводник не имеет выключателей и предохранителей, а также надёжно изолирован.

#### 5.1 Требования пожарной безопасности к содержанию помещений

- Территория предприятия должна постоянно содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства. Подступы к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть всегда свободными.
- Курение разрешается только в специально отведенных местах, оборудованных средствами пожаротушения и обозначенных надписями «Место для курения».
- Проходы, входы, коридоры, тамбуры не разрешается загромождать различными предметами и оборудованием. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из здания.
- В помещениях предприятия запрещается:
- оставлять после работы включенными в электросеть электроприборы;

- оставлять открытыми окна, двери;
- производить отопление замерших труб открытым пламенем;
- устанавливать и эксплуатировать печи-временки;
- проводить огневые работы (электросварка, газосварка, и т.д.) без разрешения руководителя.

## 5.2 Содержание электроустановки

Электрические сети и электрооборудование, используемое в организации, должно отвечать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Устройство и эксплуатация электросетей, временок допускается только по согласованию с отделом главного энергетика.

Не допускается прокладка электрических проводов, кабелей транзитом через складские помещения.

Лица, ответственные за состояние электроустановок, обязаны:

- обеспечить организацию и своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительных ремонтов электрооборудования;
- своевременно устранять выявленные нарушения.

Запрещается:

- обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью, а также пользоваться электроутюгами, электрочайниками и другими нагревательными элементами без подставок из негорючего материала;
- оставлять без присмотра включенные в сеть электронагревательные элементы, радиоприемники, телевизоры и т.д.

## 5.3 Содержание систем отопления, водоснабжения и вентиляции

- Водонагреватели и отопительные приборы должны размещаться так, чтобы в них был обеспечен свободный доступ для осмотра и очистки.
- Вентиляционные камеры, циклоны и фильтры, воздухоотводы должны очищаться от горючей пыли и отходов.
- Работа технологического оборудования и его нагрузка должны соответствовать требованиям паспортных данных и технологического регламента.

- Ремонт оборудования без полной его остановки запрещается.
- Категорически запрещается выливать в раковины и т.д. керосин, бензин и другие, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.

#### 5.4 Требования к содержанию средств пожаротушения

Для определения местонахождения средств пожаротушения должны применяться соответствующие указательные знаки с расположением их на видном месте (на уровне глаз), как внутри, так и вне помещений.

Окраска противопожарного оборудования производится согласно ГОСТу № 12.4.026-76. Огнетушители должны размещаться в легкодоступных и заметных местах, где исключено попадание на них прямых солнечных лучей и непосредственное воздействие отопительных и нагревательных приборов.

Ручные огнетушители должны размещаться:

- на вертикальной конструкции на высоте не более 1,5 метра от уровня пола до нижнего торца огнетушителя и на расстоянии от двери, достаточном для ее полного открывания; в специальных тумбах на пожарных щитах или стене;

Весь пожарный инвентарь и средства пожаротушения должен периодически проверяться и испытываться с занесением результатов проверки в специальный журнал.

#### 5.5 Обязанности лица, ответственного за пожарную безопасность

- Точно и в срок, выполнять все требования работников пожарной охраны. Участвовать в противопожарных смотрах и осуществлять пожарно-профилактические мероприятия.
- Не реже одного раза в квартал проводить повторные противопожарные инструктажи.
- Постоянно содержать в исправном состоянии и уметь обращаться противопожарным оборудованием при тушении пожара.
- Перед закрытием работы предприятия лично осмотреть все помещения, лично убедиться:
  - выключены ли приборы;
  - выключена ли приточно-вытяжная вентиляция;
  - закрыты ли окна, двери, которые могут создать приток свежего воздуха;
  - не загромождены ли проходы, подступы к пожарному инвентарю или оборудованию;

- не имеется ли в помещениях загазованности, запаха гари, дыма, горелой резины и т.д.;
- обесточена ли осветительная и силовая электропроводка (за исключением дежурного освещения).

На случай возникновения пожара:

- Каждый работник обязан в случае обнаружения пожара сообщить о нем в пожарную охрану по телефону «01» и принять возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара. Принять меры для отключения электрооборудования, находящегося под напряжением.
- До прибытия пожарной команды организовать тушение пожара имеющимися на местах первичными средствами пожаротушения и организовать встречу пожарных подразделений.
- Не лить воду на электропровода и электрооборудование, находящихся под напряжением.
- Горящую одежду на человеке тушить плотной тканью (пальто, покрывалом).
- По прибытии пожарного подразделения руководителю тушения пожара кратко сообщить о причинах и обстоятельствах пожара, о принятых мерах, об угрожаемых местах и т.д.

Инструкция является обязательной для всех рабочих, служащих, а также лиц, посещающих объект. Лица, не выполняющие требования данной инструкции, привлекаются к административной и уголовной ответственности.

## Заключение

Персональный компьютер представляет собой вполне самостоятельное устройство, в котором есть все необходимое для автономной жизни. Однако «жизнь» компьютера была бы неполноценной и довольно бесполезной без такого простого с виду устройства, как принтер. Принтер – это периферийное устройство компьютера, используемое для вывода информации на бумажный или пластиковый носитель.

В своей работе я рассмотрел картриджи лазерных принтеров, оснащаемые в наше время небольшими микросхемами – чипами. На них «прошита» информация о расходном материале, «язык» общения с необходимым устройством и ресурс, на который рассчитан картридж. На нём же содержится техническая информация типа серийного номера самого электронного компонента и более специфические данные.

## Список использованной литературы

1. Информационный сайт <http://www.startcopy.ru/>

2. Информационный сайт <http://chipov.net/>
3. Информационный сайт <http://siriust.ru/>
4. Информационный сайт <http://chiprecharge.h11.ru/>
5. Информационный сайт <http://cadzone.ru/>
6. Информационный сайт <http://www.phyton.ru/>
7. Информационный сайт <http://www.moyservice.ru/>
8. Информационный сайт <http://oprintere.ru/>

В нее прописываются данные по иммобилизации контроллера и VIN-номер.

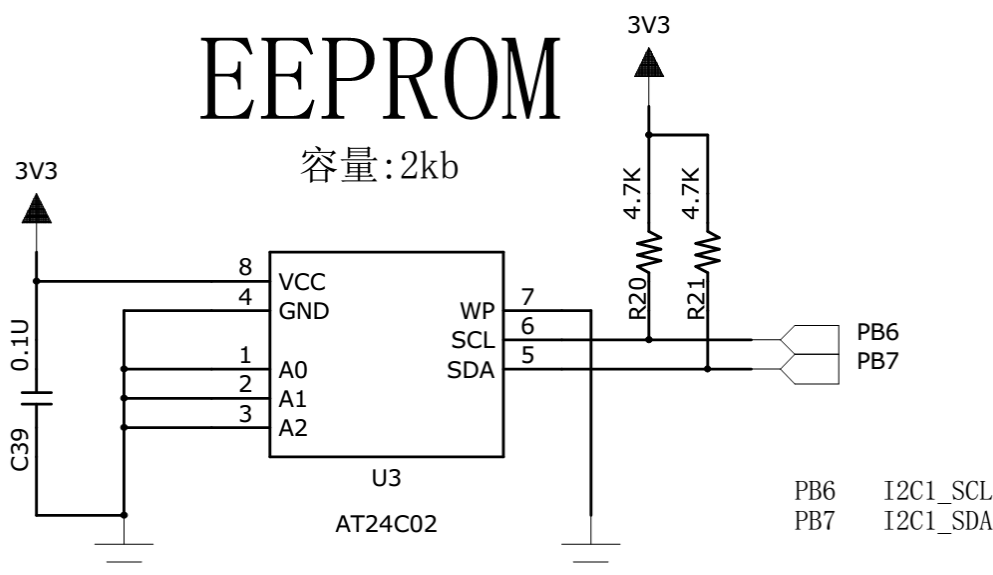


Рисунок 2 - Расположение микросхемы еeprom 24C04 на плате

При отказе ее необходимо демонтировать и заменить.

После замены необходимо используя программатор провести изменение данных в памяти микросхемы («перепрошить»).

*Раскроем технологию выполнения такой работы на примере контроллера (Bosch M7.9.7).*

*После вскрытия корпуса ЭБУ, и визуального осмотра печатной платы, можно увидеть следы коррозии на контактах микросхемы, плохие соединения контактов микросхемы с контактами токопроводящих дорожек платы ЭБУ.*

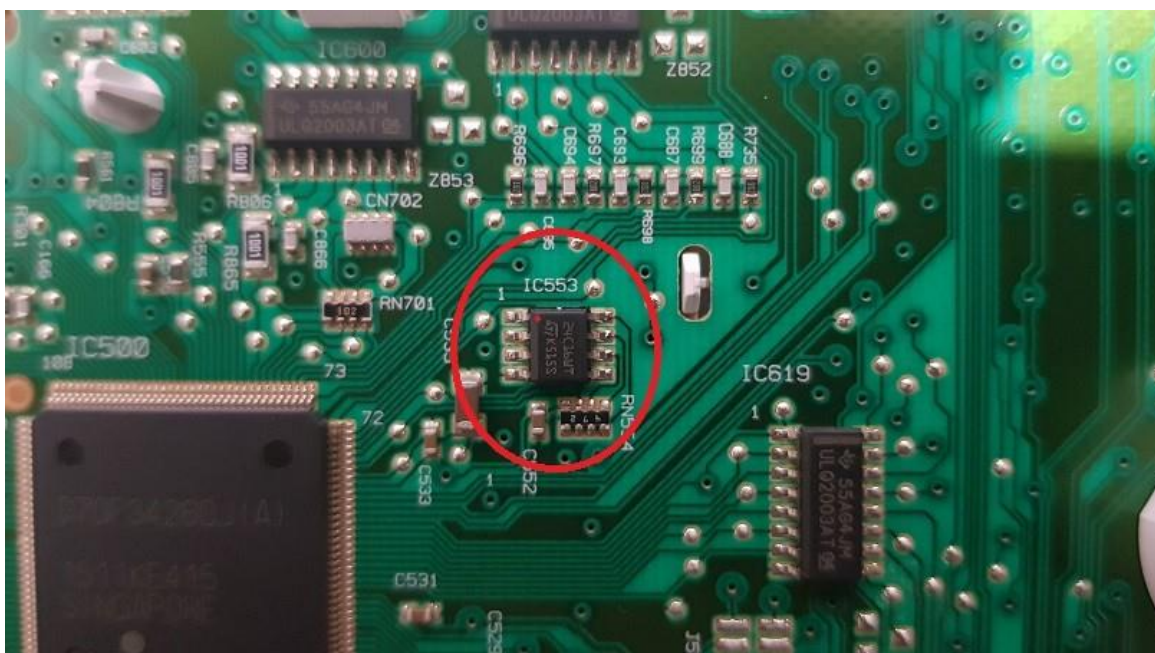
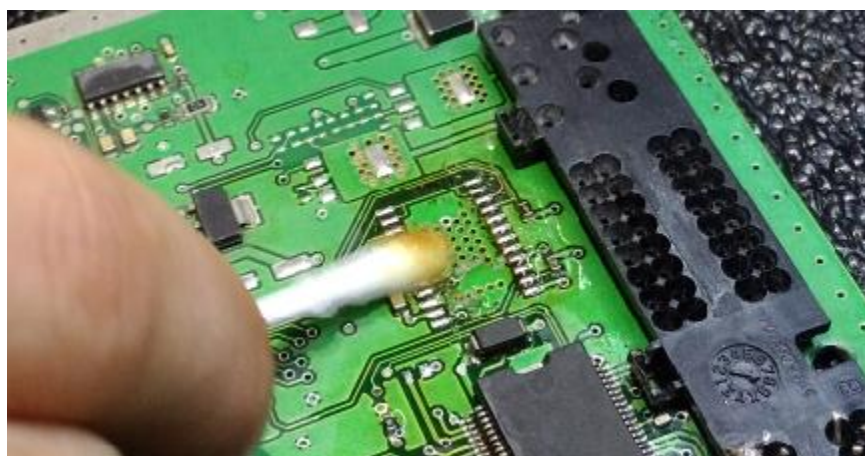


Рисунок 2 - Расположение микросхемы eeprom 24C04 на плате

Для демонтажа микросхемы с поверхности печатной платы ЭБУ ее необходимо предварительно разогреть с помощью паяльной станции.

Выдерживая установленный температурный диапазон (около 350 С), следует дождаться расплавления припоя на контактах микросхемы и, после этого, снять ее с помощью пинцета.

Монтаж многовыводных микросхем представляет собой довольно сложную операцию и требует наличия уверенных навыков по пайке радиоэлементов.



Рисун  
ок 5 - Очистка контактной площадки перед монтажом

Под микросхемы в металлических корпусах следует подложить бумажные прокладки и приклеить их к плате канифольным лаком.

Во время пайки нельзя перегревать корпус микросхемы.

Следует использовать припой с температурой плавления не более 260 °С, мощность паяльника не должна превышать 40 Вт, длительность пайки одного вывода - не более 5 с, а промежуток времени между пайками выводов одной микросхемы должен быть не менее полминуты.

Сложность работы с микросхемами заключается в слишком близком расположении элементов, что делает процесс монтажа затруднительным.

Всю работу можно разделить на 2 фазы. Первая фаза предполагает лужение (нанесение канифоли и припоя на элементы), а вторая – установку элементов в нужные места платы. Для того чтобы работа была произведена качественно, необходимо, кроме вышеуказанных инструментов и материалов, подготовить пинцет, желательно с зажимами.

Когда паяльник достаточно разогрет, можно приступать к работе. В первую очередь рекомендуется произвести лужение пяточков на плате, куда будут устанавливаться нужные элементы. Далее расплавленный припой аккуратно распределяется по всей обрабатываемой поверхности. Когда температура прогрева достигнет нужного уровня, канифоль начнет испаряться. На поверхности элемента образуется ровное и гладкое покрытие, не имеющие катышков или комочков. Термовоздушная паяльная станция имеет регулируемый диапазон нагрева, что сводит к минимуму риск пережечь спаиваемые компоненты.

После подготовки места монтажа микросхема берется пинцетом и устанавливается на место пайки.

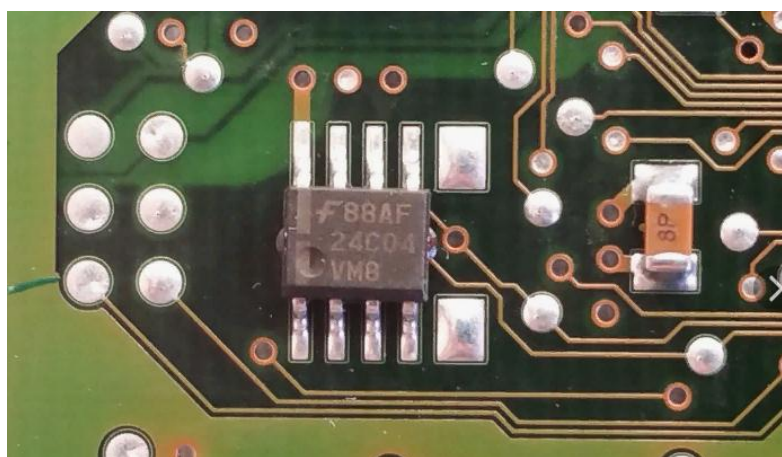


Рисунок 6 – Установка многовыводной микросхемы на печатную плату ЭБУ

Микросхему следует удерживать пинцетом за края корпуса. Пока одна рука держит пинцет с деталью, вторая рука прогревает контактную площадку для предварительной фиксации микросхемы.

Затем, наносится канифоль на остальные контакты микросхемы и ее ножки обдуваются соплом термовоздушной паяльной станции. Ножки микросхемы под собственным весом погружаются в расплавленный припой.

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе регулятора холостого хода.

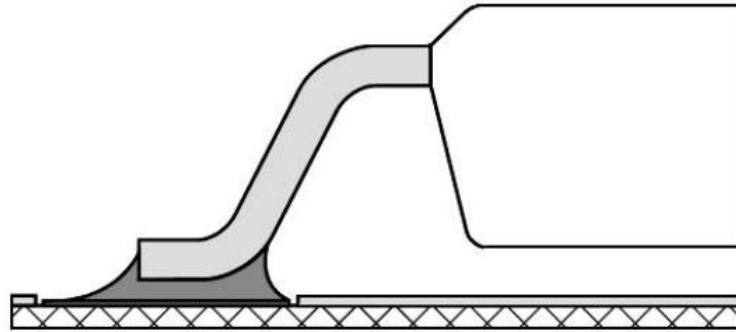


Рисунок 7 – Правильная установка микросхемы с выводами типа «крыло чайки»

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе изделия.

Качество паяных соединений после их подпайки должно соответствовать требованиям нормативных документов [17].

Рассмотрим несколько типичных дефектов, допускаемых при поверхностном монтаже радиокомпонентов.

Недостаточная доза паяльной пасты для формирования качественного паяного соединения, показана на рисунке 8 [12].

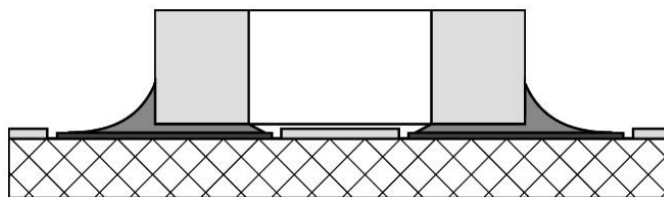


Рисунок 8 – Недостаточное смачивание контактов

Пример плохого смачивания припойной пастой контактной площадки печатной платы (слева) и плохого смачивания припойной пастой компонента (справа) представлены на рисунке 9 [12].



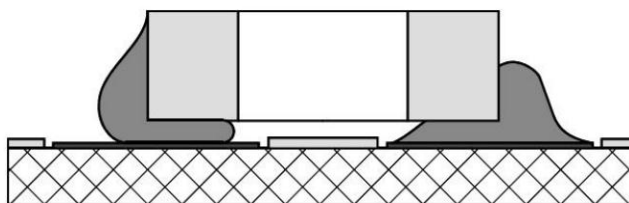


Рисунок 9 – Пример дефекта

Пример дефекта монтажа соседних компонентов, обусловленных перекрытием контактных площадок, показан на рисунке 10 [12].

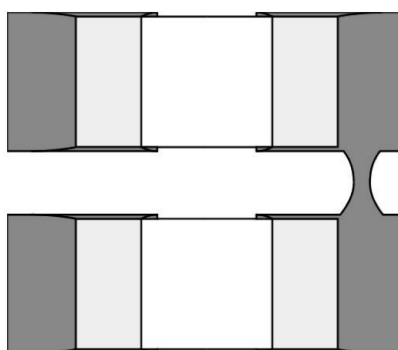


Рисунок 10 – Замыкание соседних компонентов

После проведения ремонта и установки контроллера ЭСУД на автомобиль обязательно необходимо провести испытания в рамках одного-двух драйв-циклов (т.е. с выключением зажигания и повторным пуском двигателя).

После качественного ремонта лампа сигнализатора неисправностей уже загораться не должна и соответствующие коды неисправностей в памяти контроллера должны отсутствовать.

В результате проведения радиомонтажных работ возможно восстановить исправность контроллера ЭСУД путем замены микросхемы драйвера РХХ.

### ***Контрольные вопросы***

7. Назначение микросхемы TLE4729 на плате ЭБУ?
8. Какие типы РХХ применяются в системах впрыска?
9. Объясните устройство и работу РХХ автомобилей семейства «ВАЗ».

10. С учетом каких параметров производится расчет корректирующих воздействий на РХХ?
11. Раскройте особенности демонтажа ИМС?
12. Раскройте особенности монтажа ИМС?
13. Раскройте характерные дефекты при монтаже многовыводных ИМС и способы их устранения?

### **МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем**

#### **Практическое занятие № 14**

#### **«Технология ремонта электронного блока управления путем замены процессора (многовыводной ИМС)»**

##### ***1. Цель работы:***

1. Изучить методику поиска неисправностей и ремонта в электронном приборе (на примере контроллера электронной системы управления двигателем).
2. Закрепить практические навыки пользования диагностическими приборами, инструментами и оборудованием при проведении ремонта электронного прибора (контроллера).

##### ***2. Перечень оборудования и приборов используемых при проведении работы:***

- лабораторный стенд «ЭСУД»;
- персональный компьютер;
- мотор-тестер MotoDocII;
- цифровой мультиметр;
- соединительные провода;
- электрический паяльник с принадлежностями для пайки;
- пассатижи;
- отвертки (плоская и крестовая)
- термоусадочная пленка (изолента);
- набор ключей с торцовыми головками;
- аккумуляторная батарея.

##### ***3. Техническое задание***

- 3.1 Изучить краткие теоретические сведения (дополнительные материалы по теме практического занятия).
- 3.2 Отработать технологию диагностики и ремонта контроллера при неисправности в цепи питания процессора на печатной плате.
- 3.3 Оформить бланк технического задания на поиск и устранение причины неисправности контроллера.
- 3.3 Ответить на контрольные вопросы (см. п. 6).
- 3.4 Оформить отчет по практическому занятию и защитить его.

##### ***4. Краткие теоретические сведения***

Назначение основных компонентов на плате контроллера (ЭБУ).

**SAF C509** - процессор семейства C500 полностью программно совместим со стандартом 80C52, рабочим циклом 375 нс на частоте 16 МГц. Его особенностями являются: мощный

арифметический процессор, **15-канальный 10-разрядный АЦП**, встроенный начальный загрузчик для поддержки программирования внешней Flash-памяти объемом до 64 Кбайт.

**29F200BB** - 2 Mbit Flash Memory. В ЭБУ VS5.1 используется только половина объема памяти (128К), адресная шина A16 посажена на массу.

**AM29F010** - 1 Mbit Flash Memory. Производство AMD. При установке аналога другого производителя - блок не будет выходить в режим программирования.

**TLE 6220GP** - 4 ключа с SPI.

**TLE 6230GP** - Последовательное управление на 8 ключей (SPI) .

**TLE 6240GP** - Последовательное управление на 16 ключей (SPI). Прямое параллельное управление 8 каналами для приложений с широтно-импульсными сигналами (например, ЭМФ, управляющие сигналы на модуль зажигания и т.п.).

**24C04** - микросхема SERIAL EEPROM 512 байтов. В нее прописываются данные по иммобилизации контроллера и появился VIN-номер.

**TLE 4729** - микросхема для управления шаговым двигателем регулятора холостого хода.

**HIP9010** - микросхема обработки сигнала с датчика детонации и алгоритма обнаружения детонации.

**8025** - преобразователь импульсов от датчика положения коленвала.

**MC33199** - (Январь 5.1) специальная микросхема формирования обмена по K-line.

**74HC573** - 8 регистров - защелок. Фиксирует 8 младших адресов для 29F200.

**TLE 4267** - Управляемый 5-ти вольтовый стабилизатор.

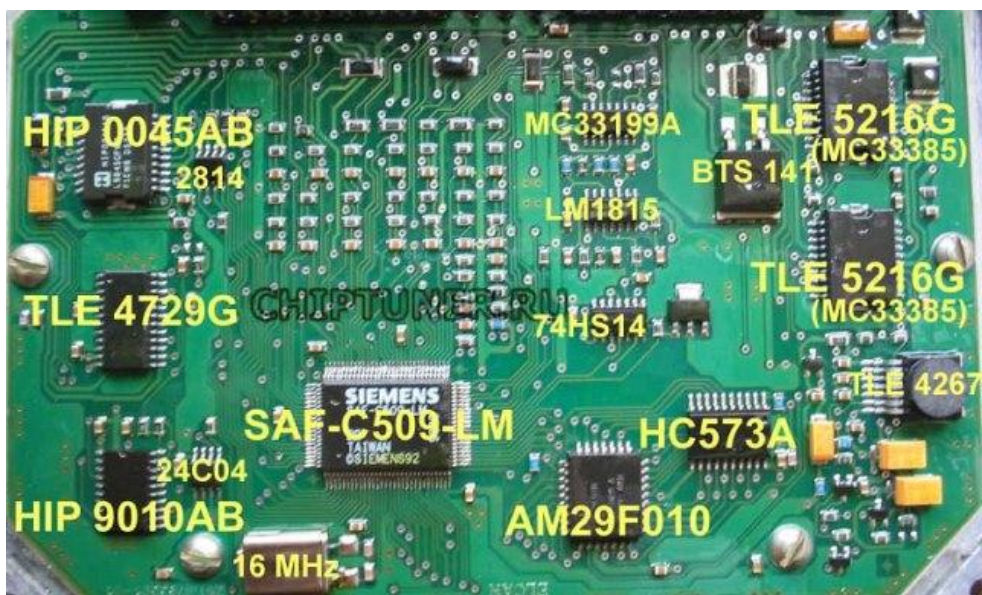


Рисунок 1 – Плата контроллера

При отказе ЭБУ необходимо демонтировать и заменить элементы цепи питания процессора (варистор).

*Раскроем технологию проверки PXX и ремонта ЭСУД в соответствии с требованиями технической документации.*

*Далее, производим разборку корпуса ЭБУ (Bosch M7.9.7). После вскрытия корпуса ЭБУ, и визуального осмотра печатной платы, можно увидеть следы коррозии на контактах микросхемы, плохие соединения контактов микросхемы с контактами токопроводящих дорожек платы ЭБУ.*

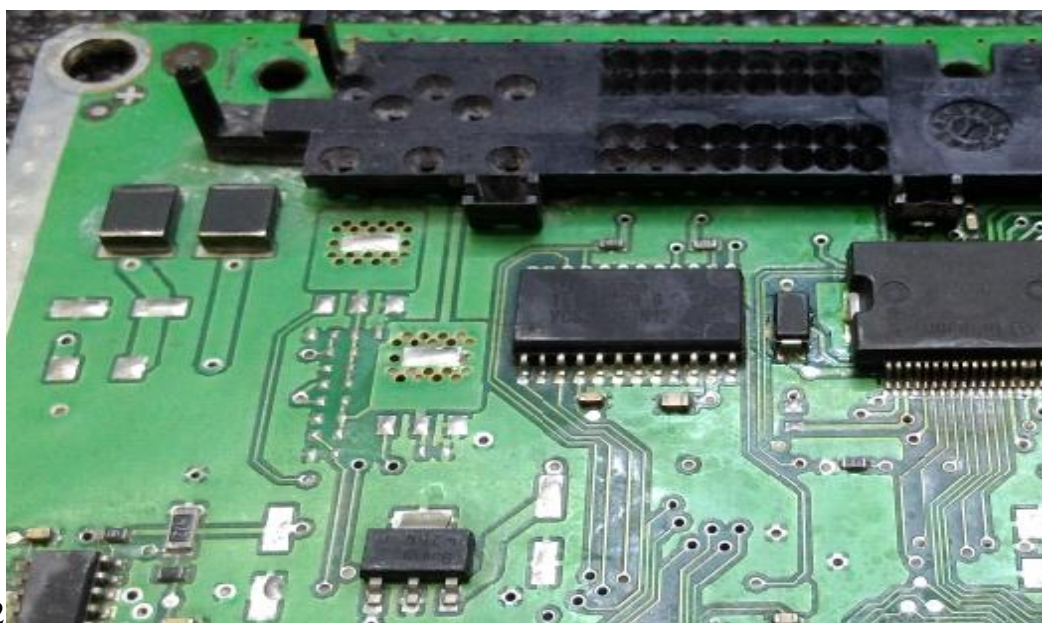


Рисунок 2

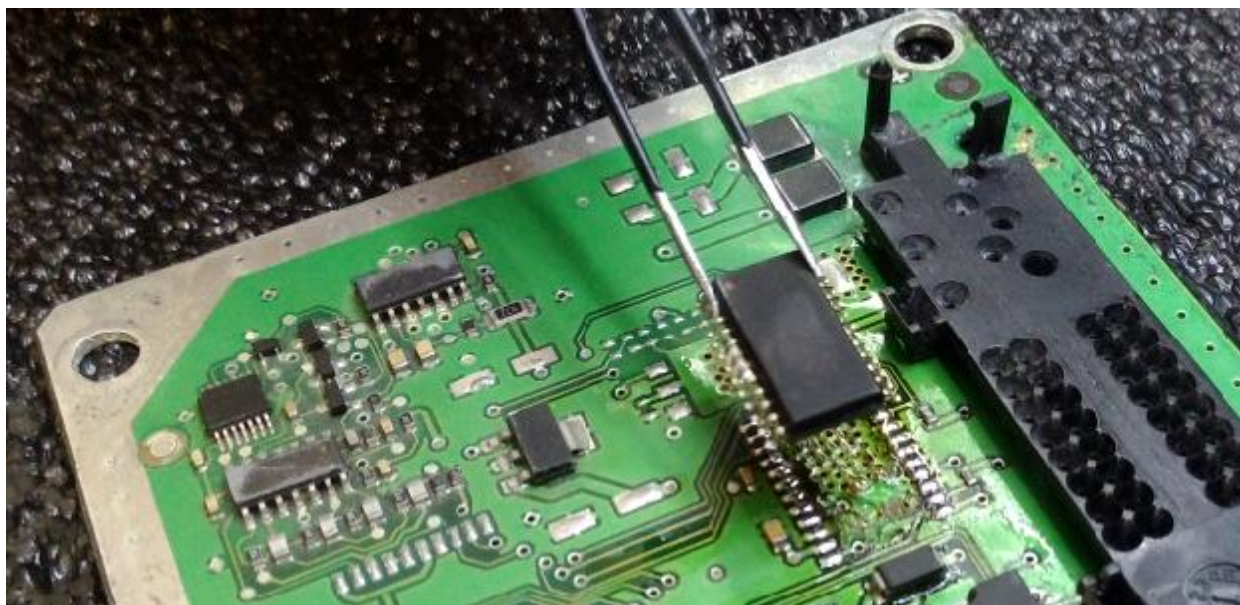
- Расположение драйвера PXX TLE4729G на плате

Для демонтажа микросхемы TLE4729G с поверхности печатной платы ЭБУ ее необходимо предварительно разогреть с помощью паяльной станции.



Рисунок 3 – Демонтаж многовыводной микросхемы

Выдерживая установленный температурный диапазон (около 350 С), следует дождаться расплавления припоя на контактах микросхемы и, после этого, снять ее с



помощью пинцета.

Рисунок 4 – Демонтаж микросхемы

Монтаж многовыводных микросхем представляет собой довольно сложную операцию и требует наличия уверенных навыков по пайке радиоэлементов.



Рисун

#### ок 5 - Очистка контактной площадки перед монтажом

Под микросхемы в металлических корпусах следует подложить бумажные прокладки и приклеить их к плате канифольным лаком.

Во время пайки нельзя перегревать корпус микросхемы.

Следует использовать припой с температурой плавления не более 260 °С, мощность паяльника не должна превышать 40 Вт, длительность пайки одного вывода - не более 5 с, а промежуток времени между пайками выводов одной микросхемы должен быть не менее полминуты.

Сложность работы с микросхемами заключается в слишком близком расположении элементов, что делает процесс монтажа затруднительным.

Всю работу можно разделить на 2 фазы. Первая фаза предполагает лужение (нанесение канифоли и припоя на элементы), а вторая – установку элементов в нужные места платы. Для того чтобы работа была произведена качественно, необходимо, кроме вышеуказанных инструментов и материалов, подготовить пинцет, желательно с зажимами.

Когда паяльник достаточно разогрет, можно приступать к работе. В первую очередь рекомендуется произвести лужение пятачков на плате, куда будут устанавливаться нужные элементы. Далее расплавленный припой аккуратно распределяется по всей обрабатываемой поверхности. Когда температура прогрева достигнет нужного уровня, канифоль начнет испаряться. На поверхности элемента образуется ровное и гладкое покрытие, не имеющие катышков или комочков. Термовоздушная паяльная станция имеет регулируемый диапазон нагрева, что сводит к минимуму риск пережечь спаиваемые компоненты.

После подготовки места монтажа микросхема берется пинцетом и устанавливается на место пайки.



Рисунок 6 – Установка многовыводной микросхемы на печатную плату ЭБУ

Микросхему следует удерживать пинцетом за края корпуса. Пока одна рука держит пинцет с деталью, вторая рука прогревает контактную площадку для предварительной фиксации микросхемы.

Затем, наносится канифоль на остальные контакты микросхемы и ее ножки обдуваются соплом термовоздушной паяльной станции. Ножки микросхемы под собственным вестом погружаются в расплавленный припой.

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе регулятора холостого хода.

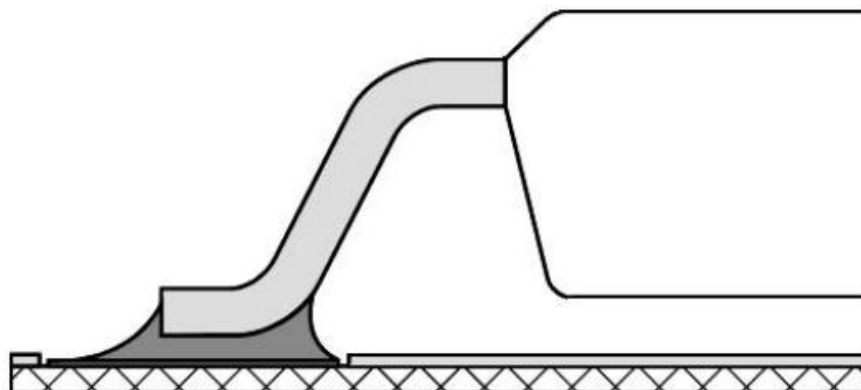


Рисунок 7 – Правильная установка микросхемы с выводами типа «крыло чайки»

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе изделия.

Качество паяных соединений после их подпайки должно соответствовать требованиям нормативных документов [17].

Рассмотрим несколько типичных дефектов, допускаемых при поверхностном монтаже радиокомпонентов.

Недостаточная доза паяльной пасты для формирования качественного паяного соединения, показана на рисунке 8 [12].

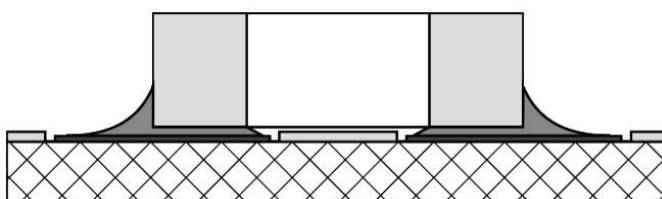


Рисунок 8 – Недостаточное смачивание контактов

Пример плохого смачивания припойной пастой контактной площадки печатной платы (слева) и плохого смачивания припойной пастой компонента (справа) представлены на рисунке 9 [12].

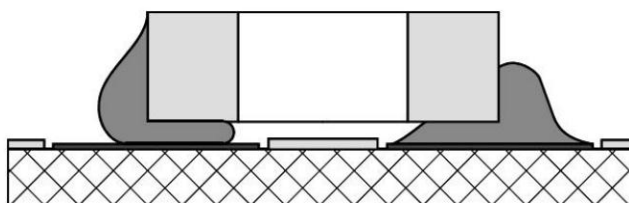


Рисунок 9 – Пример дефекта

Пример дефекта монтажа соседних компонентов, обусловленных перемыканием контактных площадок, показан на рисунке 10 [12].



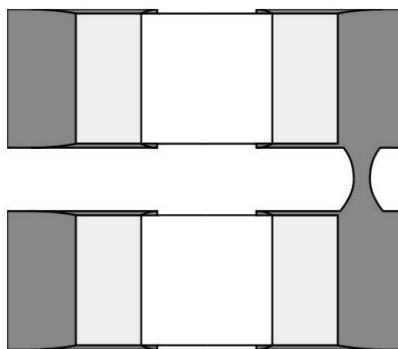


Рисунок 10 – Замыкание соседних компонентов

После проведения ремонта и установки контроллера ЭСУД на автомобиль обязательно необходимо провести испытания в рамках одного-двух драйв-циклов (т.е. с выключением зажигания и повторным пуском двигателя).

После качественного ремонта лампа сигнализатора неисправностей уже загораться не должна и соответствующие коды неисправностей в памяти контроллера должны отсутствовать.

В результате проведения радиомонтажных работ возможно восстановить исправность контроллера ЭСУД путем замены микросхемы драйвера РХХ.

### ***Контрольные вопросы***

14. Назначение микросхемы TLE4729 на плате ЭБУ?
15. Какие типы РХХ применяются в системах впрыска?
16. Объясните устройство и работу РХХ автомобилей семейства «ВАЗ».
17. С учетом каких параметров производится расчет корректирующих воздействий на РХХ?
18. Раскройте особенности демонтажа ИМС?
19. Раскройте особенности монтажа ИМС?
20. Раскройте характерные дефекты при монтаже многовыводных ИМС и способы их устранения?

### **МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт электронных устройств и систем**

#### **Практическое занятие № 15 Технология ремонта электронного блока управления путем замены процессора (BGA).**

### **1. Цель работы:**

1. Изучить методику поиска неисправностей и ремонта в электронном приборе (на примере контроллера электронной системы управления двигателем).
2. Закрепить практические навыки пользования диагностическими приборами, инструментами и оборудованием при проведении ремонта электронного прибора (контроллера).

### **2. Перечень оборудования и приборов используемых при проведении работы:**

- лабораторный стенд «ЭСУД»;
- персональный компьютер;
- мотор-тестер MotoDocII;
- цифровой мультиметр;
- соединительные провода;
- электрический паяльник с принадлежностями для пайки;
- пассатижи;
- отвертки (плоская и крестовая)
- термоусадочная пленка (изолента);
- набор ключей с торцовыми головками;
- аккумуляторная батарея.

### **3. Техническое задание**

- 3.1 Изучить краткие теоретические сведения (дополнительные материалы по теме практического занятия).
- 3.2 Отработать технологию диагностики и ремонта контроллера при неисправности в цепи питания процессора на печатной плате.
- 3.3 Оформить бланк технического задания на поиск и устранение причины неисправности контроллера.
- 3.3 Ответить на контрольные вопросы (см. п. 6).
- 3.4 Оформить отчет по практическому занятию и защитить его.

### **4. Краткие теоретические сведения**

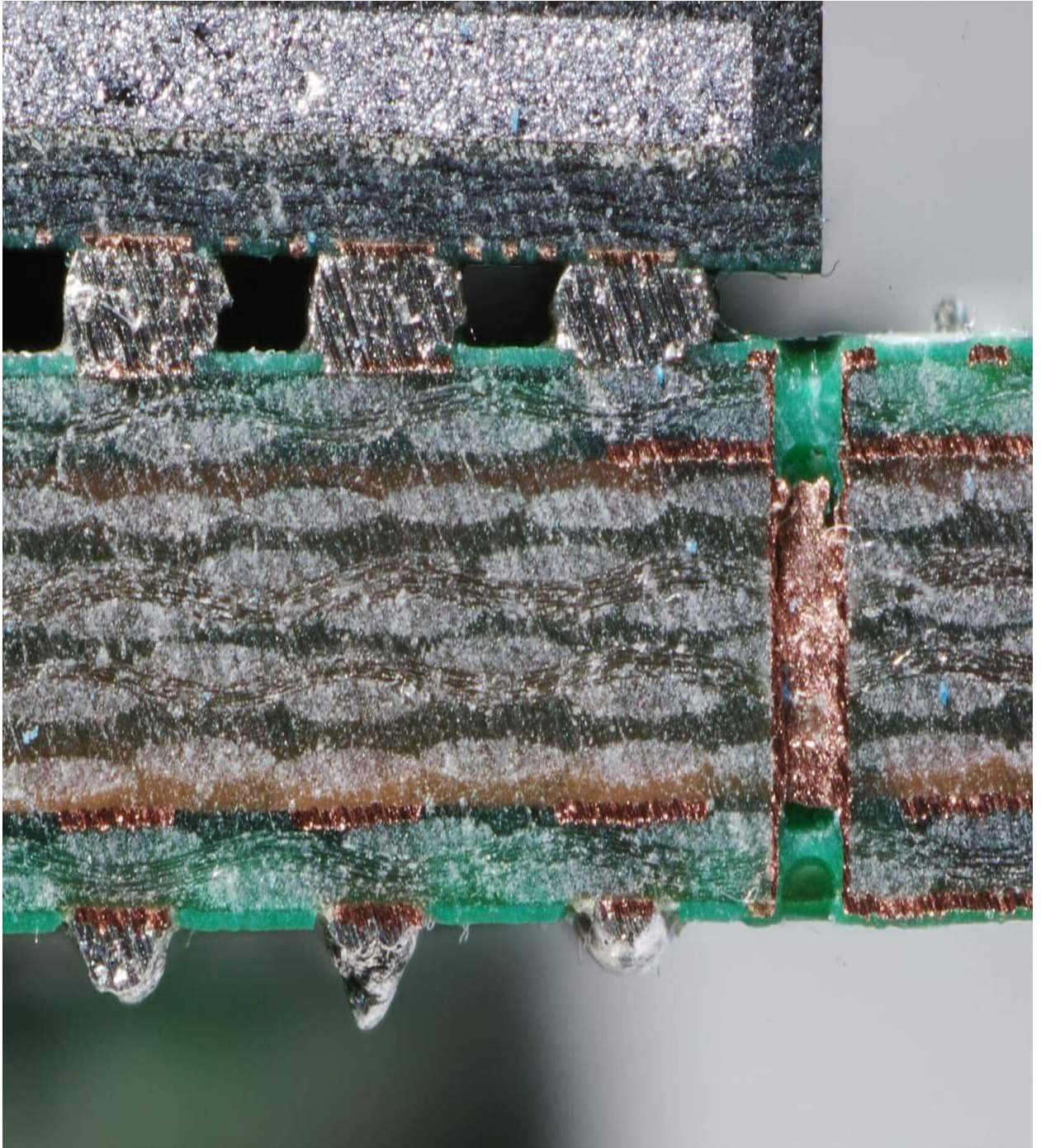
#### **3. Введение. Что такое BGA чипы**

Для начала давайте разберемся что такое BGA. BGA (*Ball grid array*) - это микросхема, которая припаивается на плату с помощью большого массива шариков припоя. Такой метод используется для упрощения конструкции выводов и монтажа на плату, но он сложен тем, что установка таких микросхем требует дополнительного оборудования.

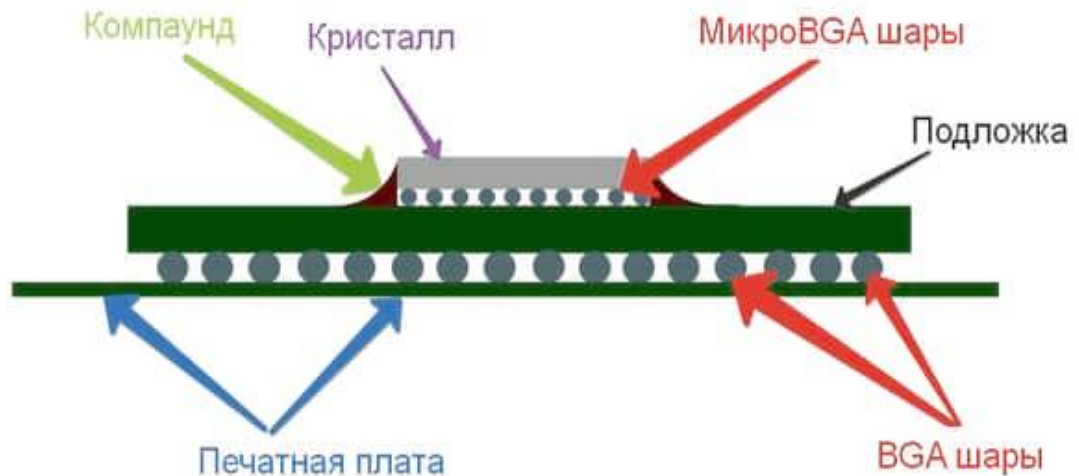
Сам BGA чип напоминает бутерброд, который состоит из нескольких слоёв:

1. Кристалл
2. BGA шарики
3. Подложка из текстолита

С наружной стороны BGA чипа кристалл, он впаян маленькими BGA шариками на подложку из текстолита. С обратной стороны этой подложки выводы для шаров, которые уже впаиваются на плату ноутбука, компьютера или видеокарты.



Разрез BGA чипа, сверху видно кремниевый кристалл. Автор фото: [Smial](#)  
Кристаллы всегда заливают дополнительным компаундом, чтобы усилить крепость с подложкой, иногда их покрывают чёрным слоем, чтобы их вообще не было видно. Такая конструкция очень крепкая и её можно сломать только деформируя механически.



Популярнее всего в ремонте замена:

- Графического процессора, GPU, видеочипа
- Северного моста
- Южного моста, чипсета, хаба
- Видеопамяти видеокарты
- Центрального процессора, CPU, комбайна, SOC

Самая популярная техника, на которой мы меняем BGA чипы:

- Ноутбуки
- Видеокарты
- Материнские платы ПК
- Моноблоки
- Macbook
- iMac
- Mac PC

### 3. Роль ИК-станции для замены BGA чипов

Инфракрасная станция это поддон с керамическими плитками, на которые подаётся напряжение и они греются. ИК-станция нужна чтобы равномерно нагревать плату при замене BGA чипа.

Дело в том, что текстолит имеет плохую теплопроводность: тепло быстро рассеивается,

слабо удерживается и плохо распределяется. Поэтому мы греем платы с нижней стороны равномерно и по всей площади с помощью ИК-станции. Плитки медленно нагревают воздух, а воздух в свою очередь медленно разогревает плату.

Если паять без нижнего подогрева плату с BGA чипом, причём дуть на него, например, феном, то грелись бы только верхние слои всего BGA бутерброда и температура сверху (на кристалле) была бы намного больше, нежели внизу, где шары и посадочная площадка, а сама плата под чипом вообще была бы холодная.

Такого быть не должно, потому что кристалл не любит высоких температур и может начать деградировать от их воздействия или просто лопнуть.

Даже в случае, если разогреть весь BGA бутерброд и его нижнюю часть до температуры плавления припоя снизу, то всё равно нельзя его припаивать на плату, потому что плата под чипом холоднее и припой просто не сможет хорошо припаяться. Сама конструкция начнёт разваливаться на глазах, чернеть и начнёт взбухать текстолит на подложке (отслаиваться). Такой BGA чип и плату уже не восстановить.

Чтобы избежать такого исхода мы и используем нижний подогрев. Помимо этого, если использовать только локальный подогрев, то в другом месте, где плата холодная, она начнёт выгибаться и посадить чип уже проблематичнее. Это происходит из-за конструкции текстолита.

Текстолит имеет множество слоёв, и в случае, когда в одном месте он разогрет, а в другом нет, то в месте, где "соприкасается" разогретый слой с холодным, он расширяется, но расширяются не все слои как положено, а только некоторые. Из-за этого и выгибает плату. Чтобы всего этого избежать мы используем ИК-паяльную станцию.

Равномерно нагревая всю плату снизу мы можем смело греть сверху BGA чип даже феном, потому что тепло сразу же и сверху, и снизу. В таком случае мы можем рассчитывать, что нам потребуются меньшие температуры для нагревания BGA бутерброда, и в следствии мы не "ужарим" кристалл.

### **3. Готовимся к пайке BGA**

BGA паялкой (нашей) пользуйтесь осторожно, так как она разогревается до больших температур. **Всегда, при работе с ней, используйте тряпочные перчатки!**

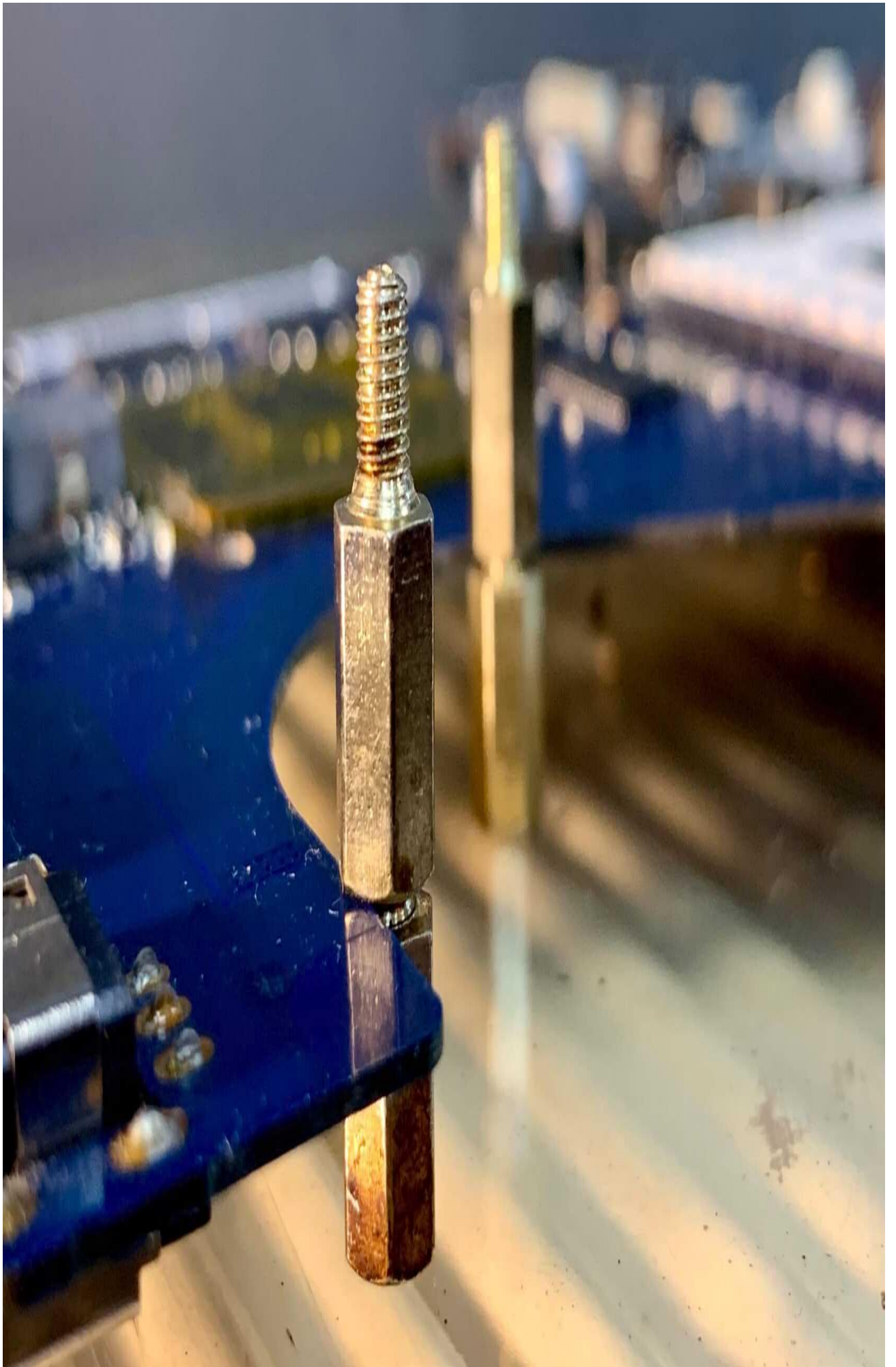
**Лайфхак.** Надевайте перчатки пупырьками наружу, чтобы они не плавилась.

### **3. Ставим стойки для пайки на плату**

Перед тем, как выставить на станцию плату, прикрутите её на стоечки, чтобы плата стояла ровно, и чтобы её не перекосило во время процесса замены BGA чипа.

Плата во время нагрева становится более мягкой и гибкой, поэтому тот угол или середина, которая, как бы, висит в воздухе, может при разогреве изогнуться или прогнуться. Для того, чтобы этого избежать, распределите равномерно стоечки по отверстиям платы так, чтобы вы мысленно представили её во время нагрева и определили какие места могут провиснуть.

**Лайфхак.** Если на плате в какой-то части нет отверстий под стойки, аккуратно накрутите их на край текстолита.



Тот же фокус работает со слишком большими отверстиями под стойки, в которые они проваливаются. Только стойку после закрепления немного пошевелите, чтобы понимать, что она зажата и при нагреве платы не отвалится.

### ***3. Включаем нижний ИК-подогрев паяльной станции***

Полдела сделано, идём дальше. Снимите с платы все наклейки, бумажечки и бэкплейты. **Не забудьте** снять батарейку CMOS, иначе она загорится и взорвётся во время пайки.





Поставьте плату стойками на паялку, теперь включите нижний подогрев. Выставьте его на 60 попугаев и поставьте таймер на телефоне где-то 13 минут.

Поставьте плату на паялке так, чтобы специальные подвижные держатели плотно удерживали плату (не обязательно, чтобы держатели проваливались в отверстия).

Включите красный тумблер, он включает в общем всю станцию. Включите фонарик, выставьте угол, при котором хорошо будет видно плавление шаров. Далее включите нижний подогрев щёлкнув чёрный левый нижний тумблер и выставьте на таймере 11 минут.



Экспериментально мы знаем, что плата за это время успеет нагреться до 130-150 градусов, в зависимости от массивности. На нашей паялке даже после выключения нижнего подогрева плата догревается ещё на градусов 20, потому что плитки долго остывают.

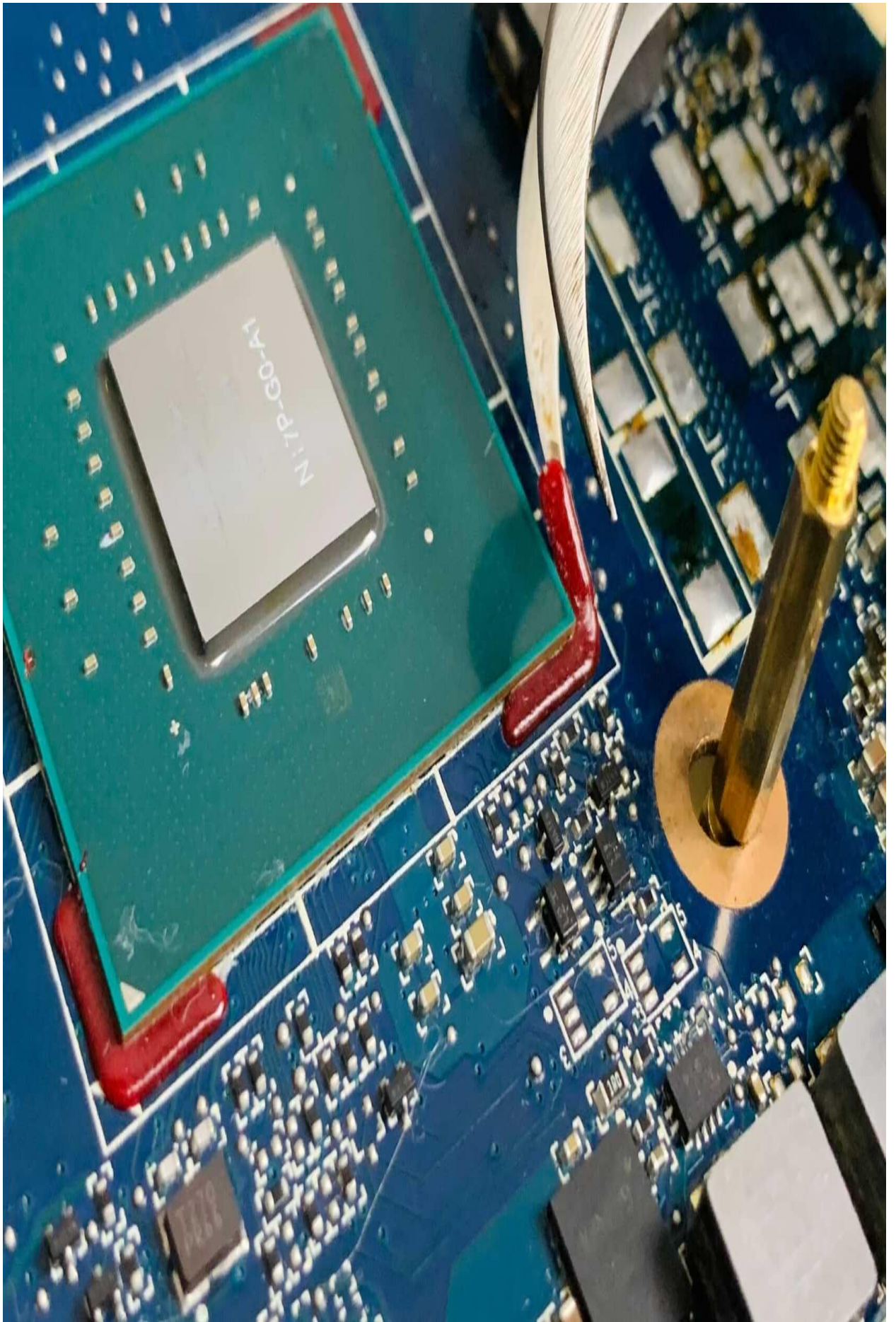
Время и температура подсчитываются для того, чтобы плату не выгнуло. Температура в месте пайки должна быть не сильно выше, чем температура остальной платы, хорошо, если разница не больше 50 градусов. Температура плавления припоя ~190-220 градусов, соответственно и плата должна быть не меньше 150-170 градусов в момент пайки BGA чипа.

Прошу заметить, что на плате ничего прикрывать не нужно как снизу, так и сверху, главное, чтобы она не соприкасалась со стеклом пластиковыми местами, если этого нет, то не стоит бояться, что с платы что-то потечёт. Все пластиковые разьёмы сделаны из углепластика, так что им высокая температура не страшна, но если есть какие-то компоненты со сплавом розе с нижней стороны, то они могут упасть во время пайки.

Кстати, не бойтесь, что от больших температур попадают все мелкие компоненты с нижней стороны платы. В твёрдом состоянии само собой ничего не упадёт, но если разогреть какое-то место до 220 градусов, то припой там станет жидким, но ничего не упадёт, потому что за счёт сил поверхностного натяжения эти элементы будут будто притягиваться к местам, где они припаяны, но если что-то припаяно плохо, то оно, конечно, отпадёт. Следите за этим.

### **3. Снимаем компаунд с BGA чипов**

Чтобы знать какой температуры плата, периодически проверяйте её пирометром. На 100-110 градусах, если у BGA чипа есть компаунд, подденьте его легонько пинцетом и уберите. Компаунд это клей, на который чип по углам приклеен к плате. Если сильно надавить пинцетом, то плата поцарапается, поэтому убирать надо аккуратно.



Если компаунда нет, то убирать ничего не надо. Иногда бывает, что компаунд не сбоку от BGA чипа, а под ним. Такое бывает у ноутбуков Леново, компаунд чёрного цвета под чипом. В таком случае чип снимается тяжело и просто присоской не снимется, его придётся как бы отдирать от платы пинцетом, когда шары под ним расплавятся. Для этого перепроверьте температуры на плате и на BGA чипе, чтобы быть уверенным, что можно так делать, иначе можно оторвать чип вместе с дорожками от платы и привести плату в нерабочее состояние.

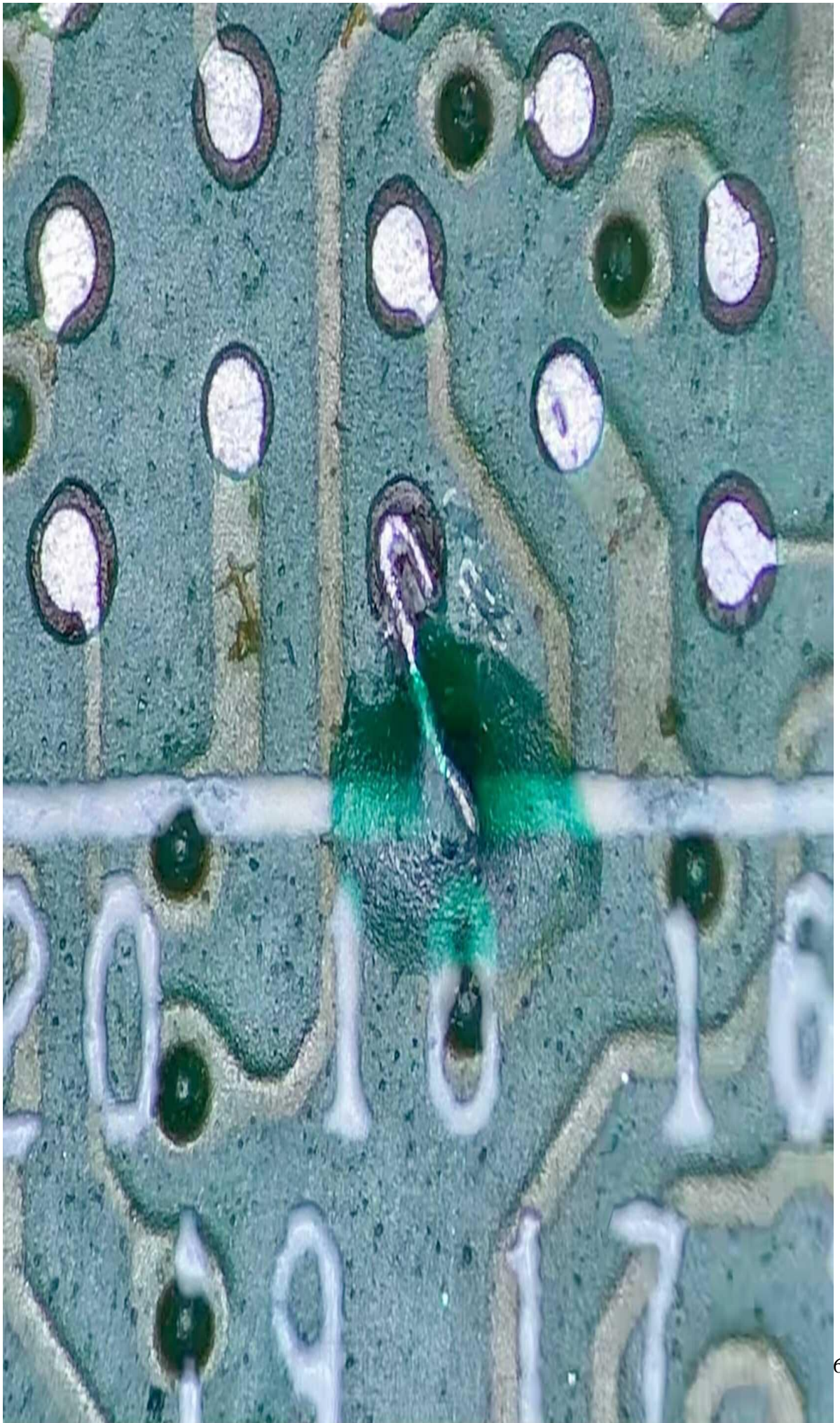
### **3. Как восстановить дорожки на плате под BGA чипом**

Токопроводящие дорожки могут повредиться даже при правильном снятии BGA чипа. Это может быть из-за того, что ноутбук роняли или коррозия подъела контакты. Чтобы всё работало корректно, восстановите оторванный пин вместе с дорожкой. Для этого используйте тонкую проволоку, тонкий пинцет, тонкое жало для паяльника и ультрафиолетовую маску для изоляции.

Метод восстановления токопроводящей дорожки простой:

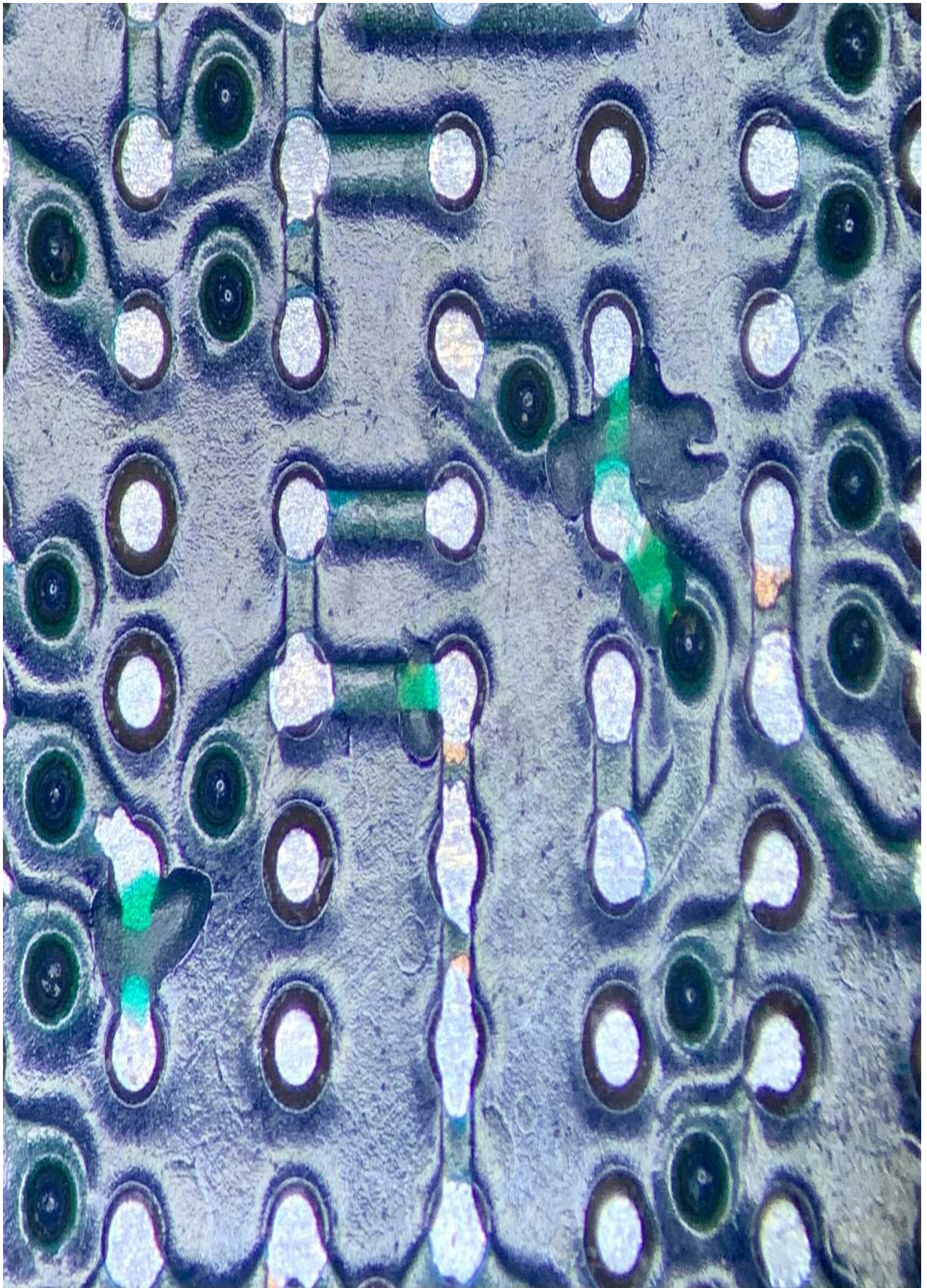
1. Смотрите, где оторвался пин, ищите оставшуюся от него дорожку
2. Зачистите оставшуюся дорожку
3. Под микроскопом припаяйте к ней проволочку (желательно её перед этим залудить для удобства)
4. Старайтесь хвост проволочки вести к месту, где и оторвался пин, куда припаивается шарик припоя

Сделайте в конце подобие спиральки, чтобы исключить сомнения, что точно припаяется. Ведите проволоку так, чтобы она не задела какой-нибудь другой контакт и не замкнулась с чем-то, для этого изогните её. Обычно мы ведём её просто по старому месту дорожки.



В конце нанесите тонкий слой УФ-лака и поставьте под ультрафиолетовую лампу, чтобы лак застыл. УФ-лаком покрывайте даже когда просто повреждена маска текстолита и ничего не оторвано.

Некоторые пины смежные и из-за поврежденной дорожки из двух пинов может образоваться один большой. Шариковый припой может распределиться неправильно и вообще отойти от подложки. В таком случае контакта не будет, потому что весь припой перейдет на плату.



Вообще, когда дорожки не изолированы, припой может просто не туда припаяться и банально замкнуть дорожки, так что изолируйте УФ-лаком в любом случае. Всё, дорожка восстановлена и контакты изолированы!

### **3. Включаем верхний ИК-подогрев паяльной станции**

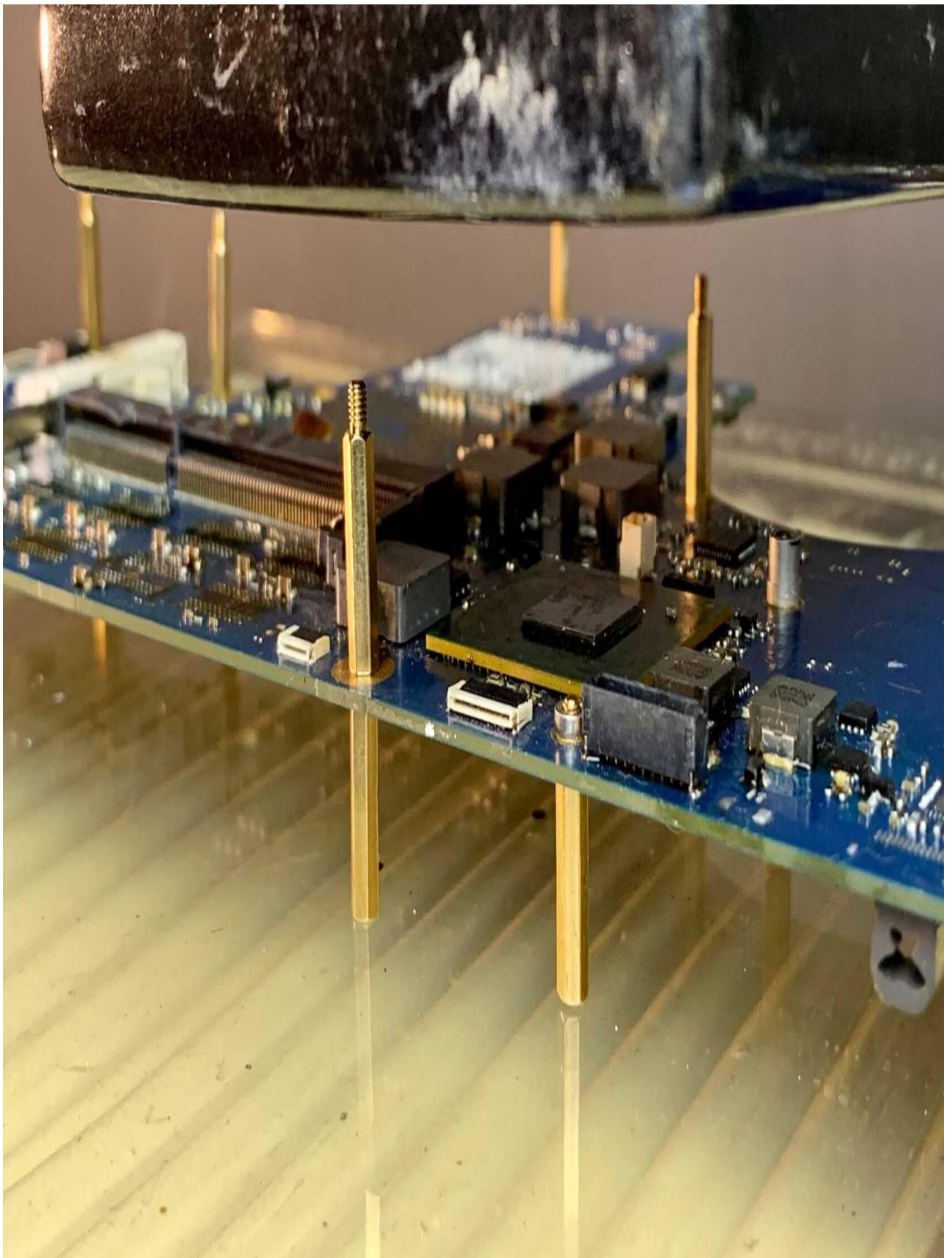
Идём дальше. Как плата дошла до 160-170 градусов, выкручивайте нижний подогрев в ноль, он нам больше не нужен, и включайте верхний подогрев на 45 попугаев.

Идём дальше. Как плата дошла до 160-170 градусов, выключайте нижний подогрев, он нам больше не нужен. Включайте верхний подогрев тумблером справа.

Как только выключите низ он еще немножко "дойдёт", т.е. если его выключить на 170, то через какое-то время станет 180-190 градусов, и только потом температура начнёт падать. Как только вы включили верх, подождите минутку, чтобы он поднагрелся и тем же временем подошёл низ.

Осторожно, следите как и где лежит верхний подогрев во время разогрева, ибо можно обжечься или спалить что-нибудь. Дальше берите верх в руки за ручку и держите его над чипом с расстоянием 3-4 см от него. Так держите его какое-то время.



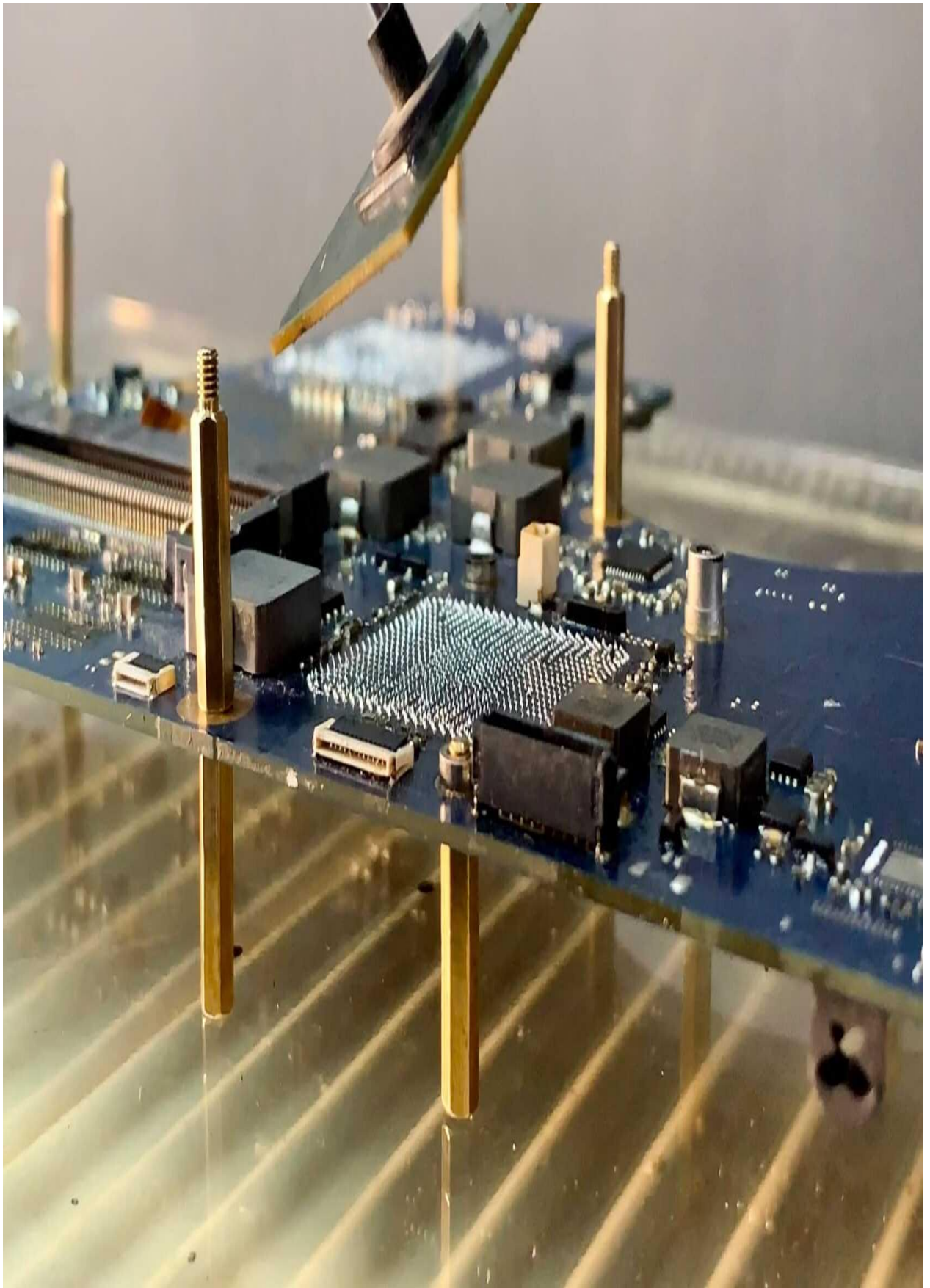


Чтобы понять, когда пришёл момент для снятия BGA чипа, во время того, как одной рукой держите верх, другой рукой, держа пинцет, чуть-чуть двигайте рядом стоящие смд.

Как только один из них поддастся, подождите еще секунд пять и потом уже с усилием

сдвиньте пинцетом BGA чип. После этого либо пинцетом за край, либо присоской за кристалл снимите чип, но не кладите сразу на стол, ему нужно немного остыть в воздухе. Чтобы понять, когда пришёл момент для снятия BGA чипа, держа пинцет, чуть-чуть двигайте рядом стоящие смд.

Как только один из них поддастся, подождите еще секунд пять и потом уже с усилием сдвиньте пинцетом BGA чип. После этого либо пинцетом за край, либо присоской за кристалл снимите чип, но не кладите сразу на стол, ему нужно немного остыть в воздухе.

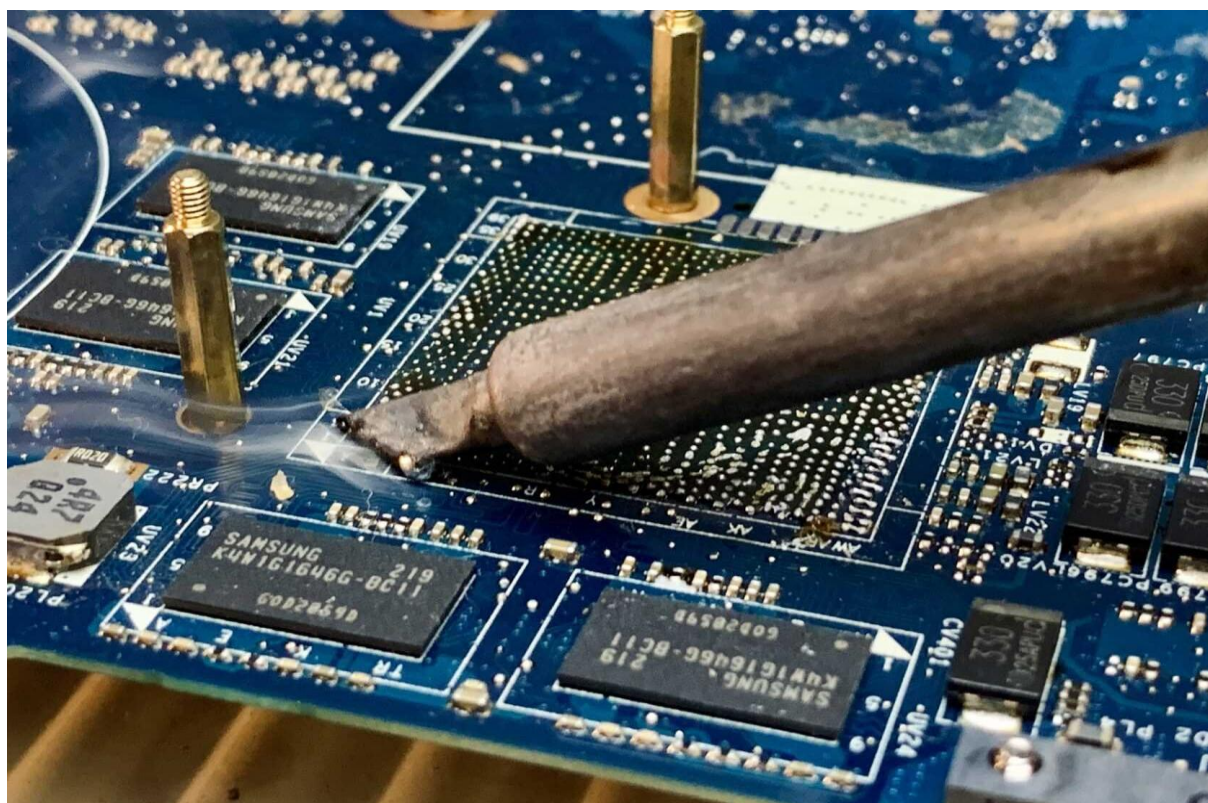


**Лайфхак.** Если вы снимаете U-процессоры или другие продолговатые VGA чипы, то кладите их после снятия на такое место на плате, где нет никаких компонентов, чтобы он остывал вместе с платой и его не выгнуло.

### 3. *Подготавливаем и впаиваем новый VGA чип на плату*

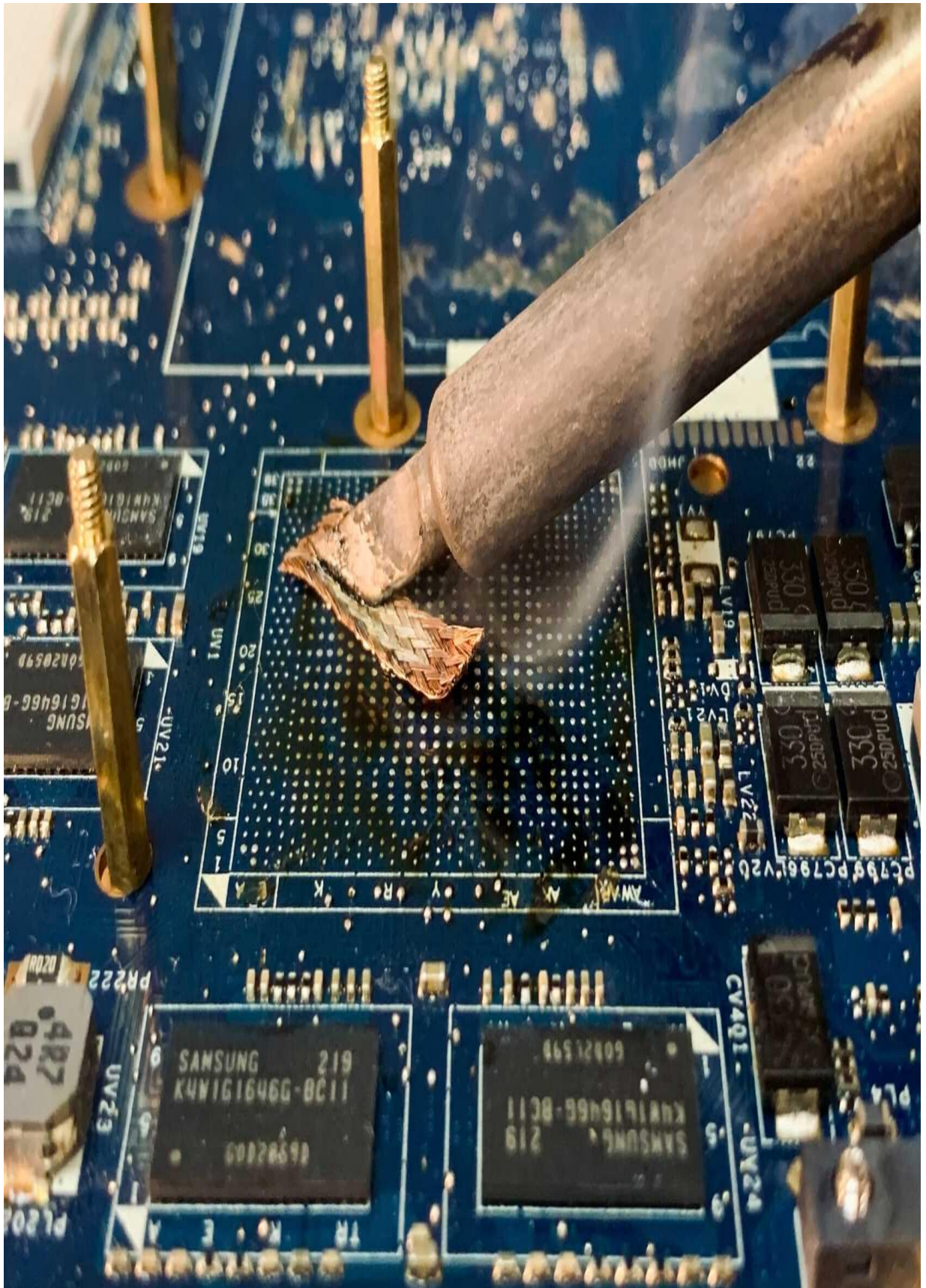
После того, как сняли VGA чип, снимите припой с площадок где он стоял для того, чтобы поставить туда новый. Для этого включите паяльник и подготовьте оплётку для снятия припоя.

Сначала нанесите немного флюса на площадку и возьмите на разогретое жало паяльника немного свинцового припоя, чтобы смешать его с бессвинцовым. Потом проведите паяльником по площадке, тем самым снимая большую часть припоя с неё. Во время этого следите за тем, чтобы не снести близлежащие смд.



Когда сняли большую часть припоя не забудьте очистить жало. Далее используйте оплётку:

1. Положите медную оплётку на залуженную площадку
2. Поставьте на оплётку жало паяльника (чем больше площадь жала, тем лучше)
3. После этого медленно и аккуратно водите жалом вместе с оплёткой по площадке
4. Снимите остатки припоя с площадки, меняя оплётку на новую при необходимости



Следите так, чтобы по всей поверхности не осталось бугорков припоя, иначе BGA чип будет елозить и не встанет ровно, но не идеализируйте, совершенно одинаково чисто все пятаки не будут выглядеть. Всё, осталось только выключить верхний подогрев, охладить плату и снять остатки флюса с площадки.

Дальше подготовьте чип для посадки:

1. Намажьте тонкий слой флюса на посадочную площадку на плате
2. Поставьте на неё BGA чип, чтобы ключ-треугольник на чипе совпадал с таким ключом на площадке
3. Выровняйте BGA чип в соответствии с рисками на площадке. **Лайфхак.** Смотрите на чип строго сверху, а не сбоку, тогда сможете поставить его идеально ровно
4. Включите опять нижний подогрев на 13 минут (с условием, что подогрев полностью остыл)

Когда плата нагрелась до 150-170 в месте посадки, выключите низ, включите верх, ждите минутку, поднесите верхний нагреватель к BGA чипу и следите глазами как чип садится. Лучше всего это наблюдать светя на него светильником, лучше зафиксировать его где-то рядом.

Когда визуально определите, что шарики стали блестеть и чип немного поприсел, подождите еще секунд пять. Теперь другой рукой аккуратно возьмите пинцет и легонечко пошатайте чип с углов. Это делается для того, чтобы убедиться, что чип сел ровно и припаялся. Понажимайте немножко на чип по всей поверхности, только очень легонько, потому что есть вероятность неосторожно выдавить шары из-под чипа.

Всё, когда убедитесь, что BGA чип сел, отложите все инструменты и выключите все приборы. Чип посажен, поздравляю! Как отреболлить чип с донора читайте в [следующей статье](#).

Назначение основных компонентов на плате контроллера (ЭБУ).

**SAF C509** - процессор семейства C500 полностью программно совместим со стандартом 80C52, рабочим циклом 375 нс на частоте 16 МГц. Его особенностями являются: мощный арифметический процессор, **15-канальный 10-разрядный АЦП**, встроенный начальный загрузчик для поддержки программирования внешней Flash-памяти объемом до 64 Кбайт.

**29F200BB** - 2 Mbit Flash Memory. В ЭБУ VS5.1 используется только половина объема памяти (128К), адресная шина A16 посажена на массу.

**AM29F010** - 1 Mbit Flash Memory. Производство AMD. При установке аналога другого производителя - блок не будет выходить в режим программирования.

**TLE 6220GP** - 4 ключа с SPI.

**TLE 6230GP** - Последовательное управление на 8 ключей (SPI) .

**TLE 6240GP** - Последовательное управление на 16 ключей (SPI). Прямое параллельное управление 8 каналами для приложений с широтно-импульсными сигналами (например, ЭМФ, управляющие сигналы на модуль зажигания и т.п.).

**24C04** - микросхема SERIAL EEPROM 512 байтов. В нее прописываются данные по иммобилизации контроллера и появился VIN-номер.

**TLE 4729** - микросхема для управления шаговым двигателем регулятора холостого хода.

**HIP9010** - микросхема обработки сигнала с датчика детонации и алгоритма обнаружения детонации.

**8025** - преобразователь импульсов от датчика положения коленвала.

**MC33199** - (Январь 5.1) специальная микросхема формирования обмена по K-line.

**74HC573** - 8 регистров - защелок. Фиксирует 8 младших адресов для 29F200.

**TLE 4267** - Управляемый 5-ти вольтовый стабилизатор.

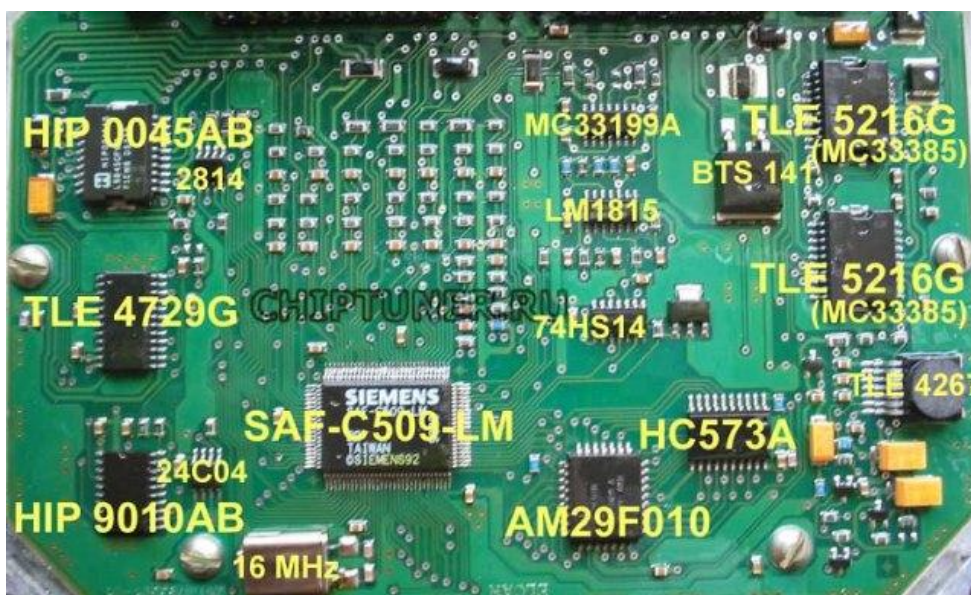


Рисунок 1 – Плата контроллера

При отказе ЭБУ необходимо демонтировать и заменить элементы цепи питания процессора (варистор).

*Раскроем технологию проверки РХХ и ремонта ЭСУД в соответствии с требованиями технической документации.*

*Далее, производим разборку корпуса ЭБУ (Bosch M7.9.7). После вскрытия корпуса ЭБУ, и визуального осмотра печатной платы, можно увидеть следы коррозии на контактах микросхемы, плохие соединения контактов микросхемы с контактами токопроводящих дорожек платы ЭБУ.*

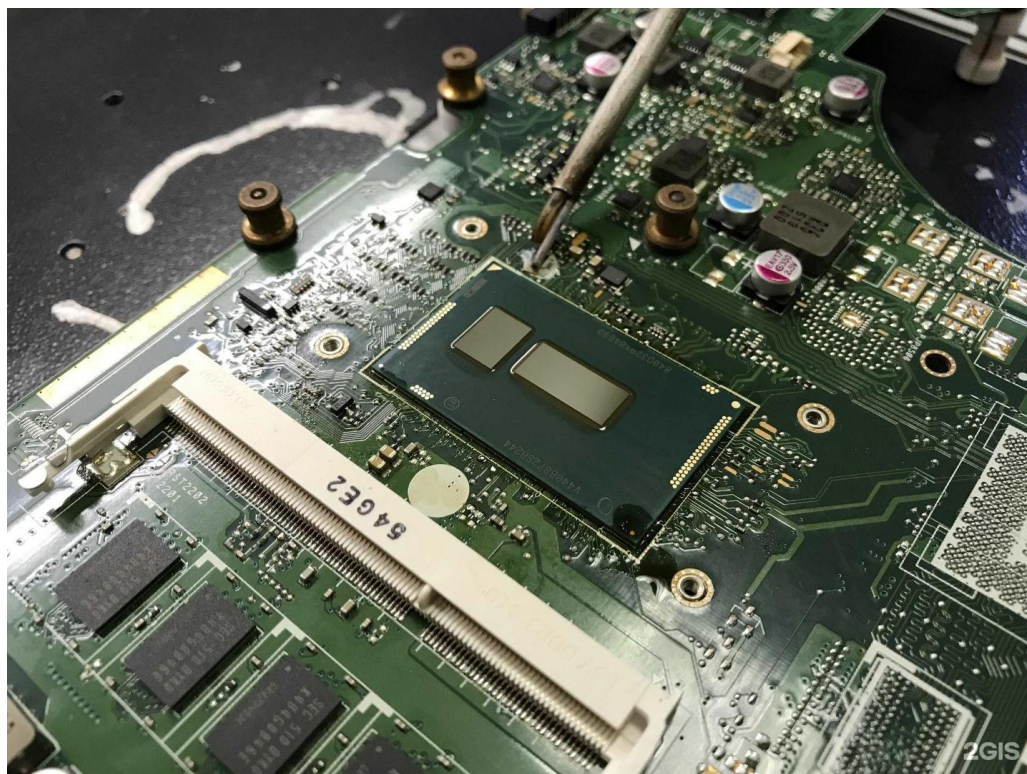


Рисунок 2 - Расположение микропроцессора на плате

Для демонтажа микросхемы TLE4729G с поверхности печатной платы ЭБУ ее необходимо предварительно разогреть с помощью паяльной станции и снять вакуумной присоской.



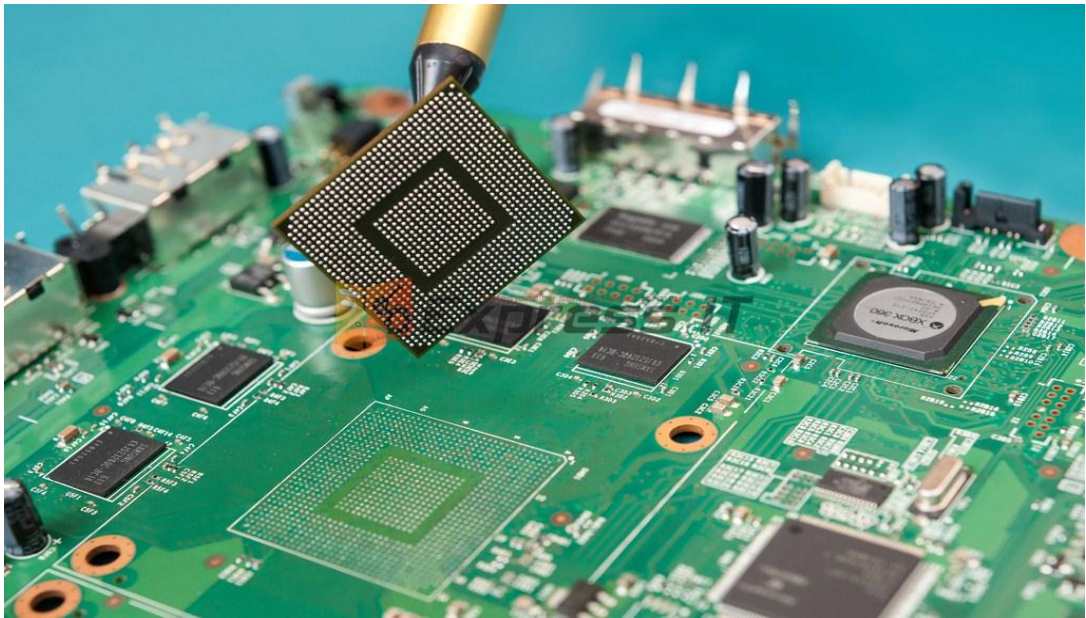


Рисунок 3 – Демонтаж многовыводной микросхемы BGA

Выдерживая установленный температурный диапазон (около 350 C), следует дождаться расплавления припоя на контактах микросхемы и, после этого, снять ее с помощью пинцета.

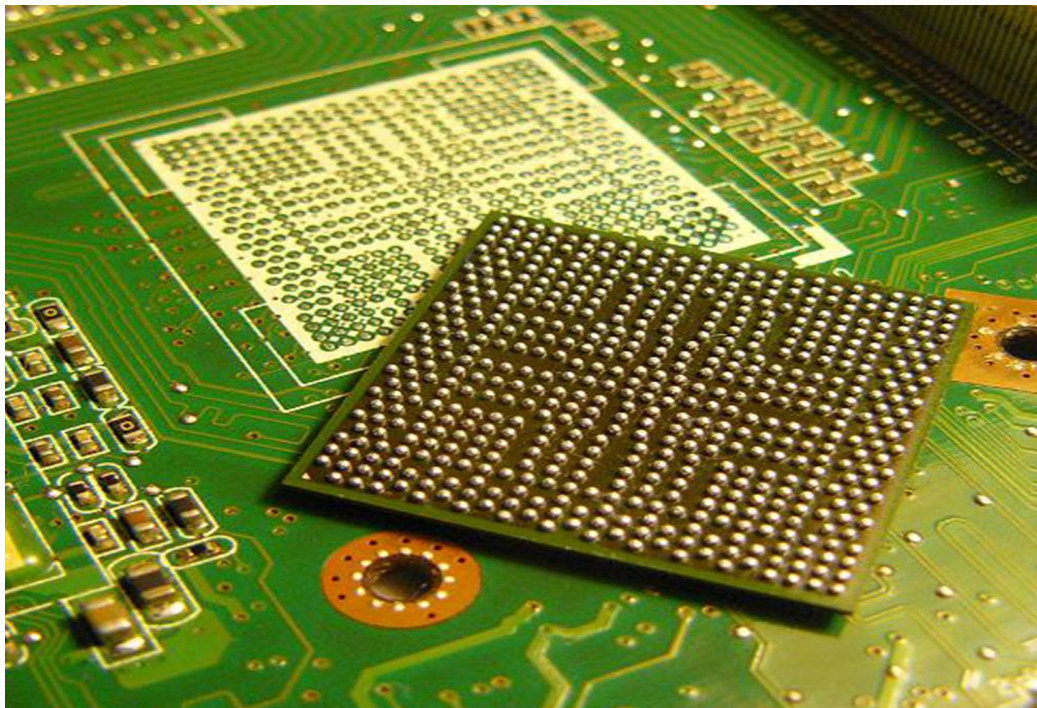
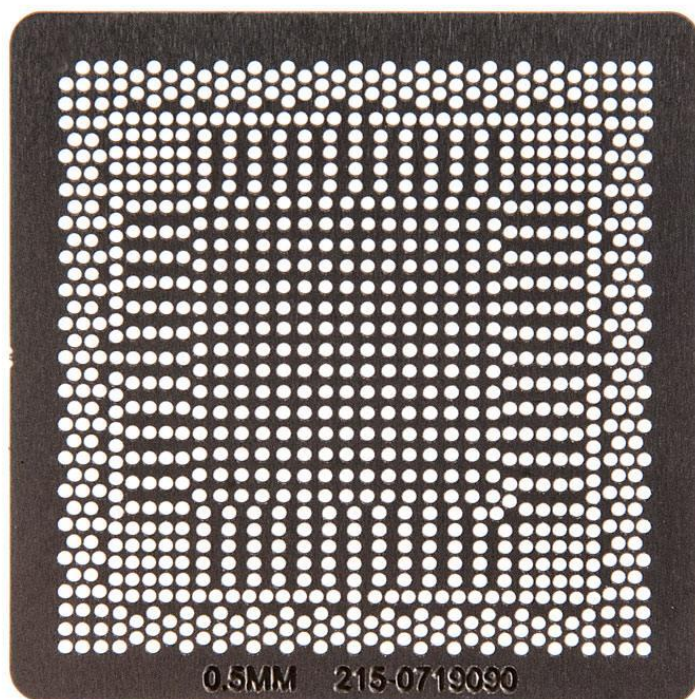


Рисунок 4 – Демонтаж микросхемы

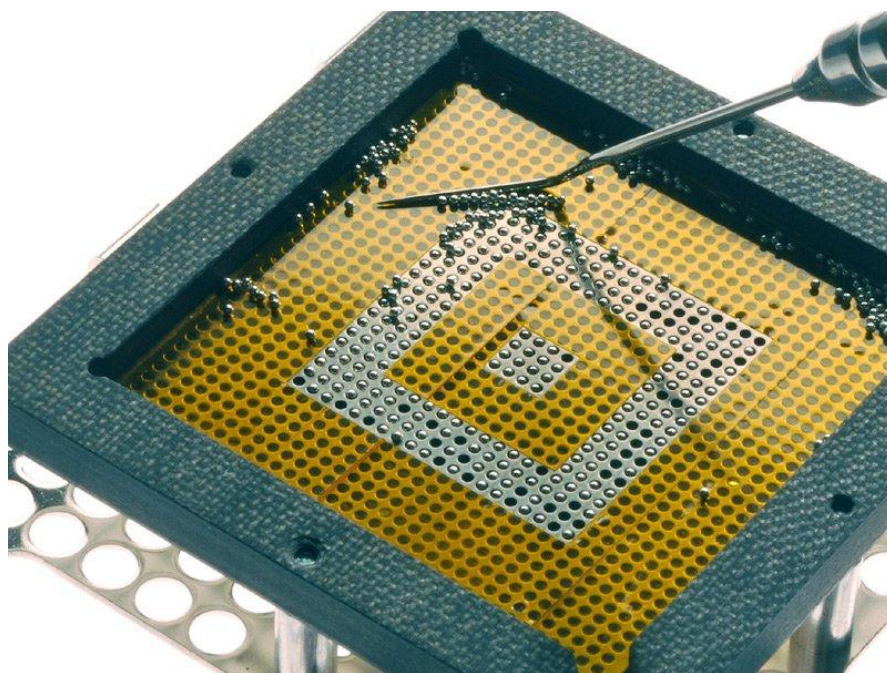
Монтаж многовыводных микросхем представляет собой довольно сложную операцию и называется реболлинг.

Реболлинг требует наличия уверенных навыков по пайке и дает вероятность менее 70 % на пропайку всех контактов при выполнении его неквалифицированным персоналом.

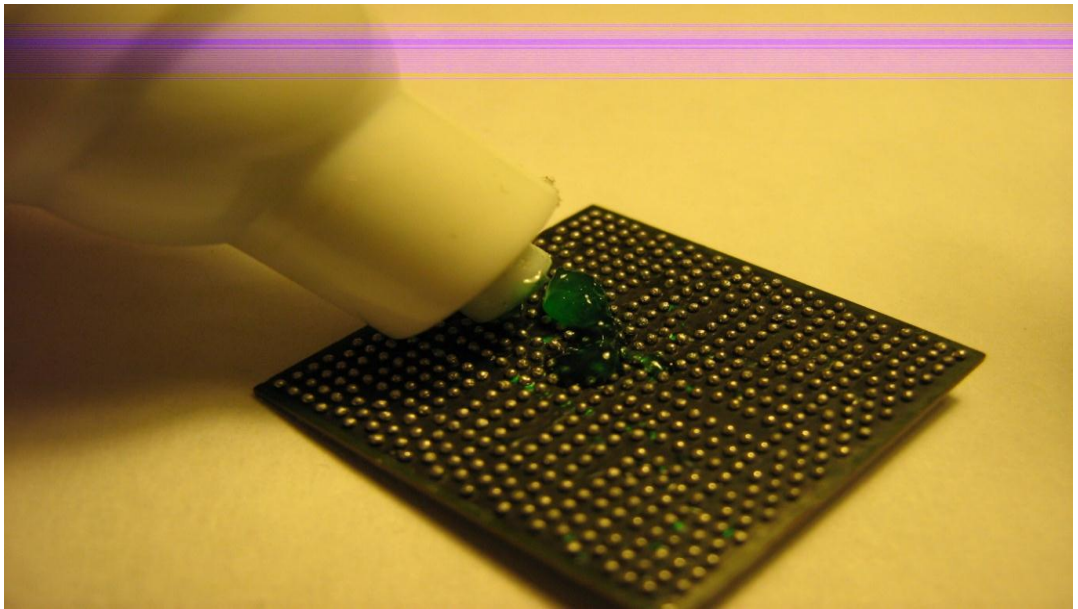
1. Подготовка шаблона с диаметром отверстий 0,5 мм под шарики



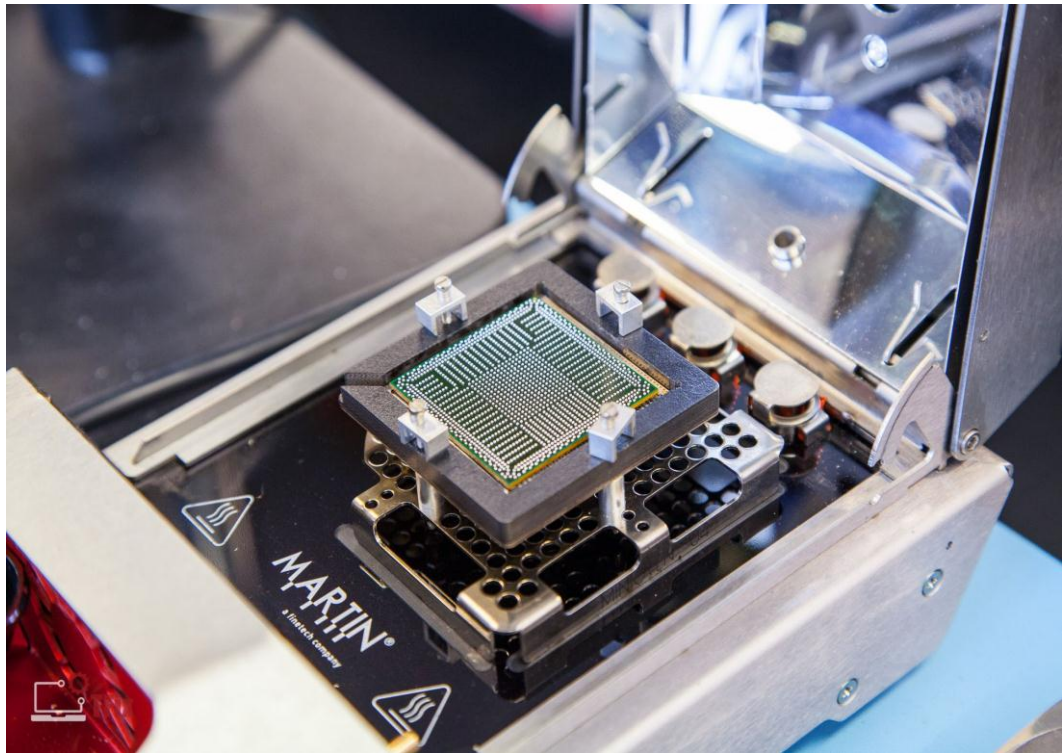
2. Накатка шариков припоя в отверстия шаблона.



3. Нанесение флюса



4. Прогрев



5. Монтаж процессора на плату и установка на стол нижнего прогрева

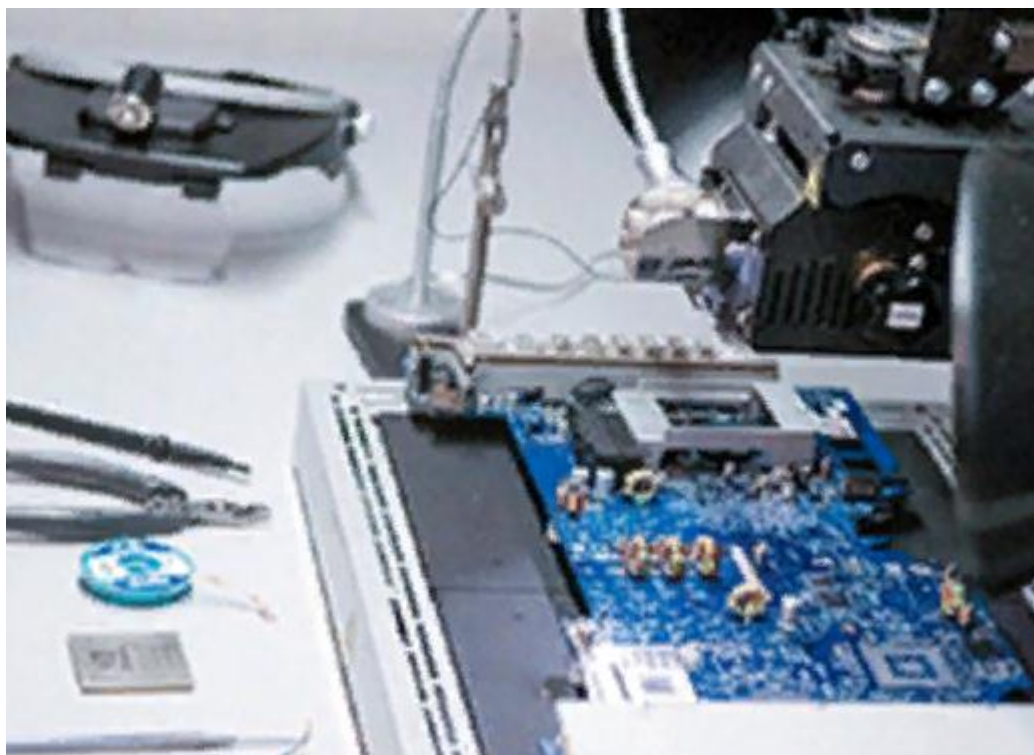


Рисунок 5 - Очистка контактной площадки перед монтажом

Работа по монтажу радиоэлементов на печатную плату с нарушением температурных диапазонов приведет к плохому контакту и, как следствие, плохой работе изделия.

Качество паяных соединений после их подпайки должно соответствовать требованиям нормативных документов [17].

Рассмотрим несколько типичных дефектов, допускаемых при поверхностном монтаже радиокомпонентов.

Недостаточная доза паяльной пасты для формирования качественного паяного соединения, показана на рисунке 8 [12].

Пример плохого смачивания припойной пастой контактной площадки печатной платы (слева) и плохого смачивания припойной пастой компонента (справа) представлены на рисунке 9 [12].

Пример дефекта монтажа соседних компонентов, обусловленных перемыканием контактных площадок, показан на рисунке 10 [12].

### ***Контрольные вопросы***

21. Назначение микросхемы TLE4729 на плате ЭБУ?
22. Какие типы РХХ применяются в системах впрыска?
23. Объясните устройство и работу РХХ автомобилей семейства «ВАЗ».

24. С учетом каких параметров производится расчет корректирующих воздействий на РХХ?
25. Раскройте особенности демонтажа ИМС?
26. Раскройте особенности монтажа ИМС?
27. Раскройте характерные дефекты при монтаже многовыводных ИМС и способы их устранения?

**МДК.03.02 Настройка, регулировка, техническое обслуживание и ремонт  
электронных устройств и систем  
Практическое занятие № 16**

**«Изучение технологии выполнения регулировки электронных приборов в  
соответствии с технологическими условиями»**

1. Цель работы:
  - 1.1 Закрепить теоретические знания и получить первичные навыки по обнаружению неисправностей в автомобильных охранных системах в ходе их регулировки.
  - 1.2 Закрепить навыки практического анализа данных, полученных с помощью диагностического оборудования, и информации, изложенной в технической документации.
2. Приборы, инструменты и материалы, используемые в ходе занятия:
  - 2.1 Лабораторный электрифицированный стенд автомобильной охранной сигнализации
  - 2.2 Комплект методической и технической документации
  - 2.3 Комплект контрольно-диагностического оборудования
  - 2.4 Комплект инструментов
3. Результаты исследования

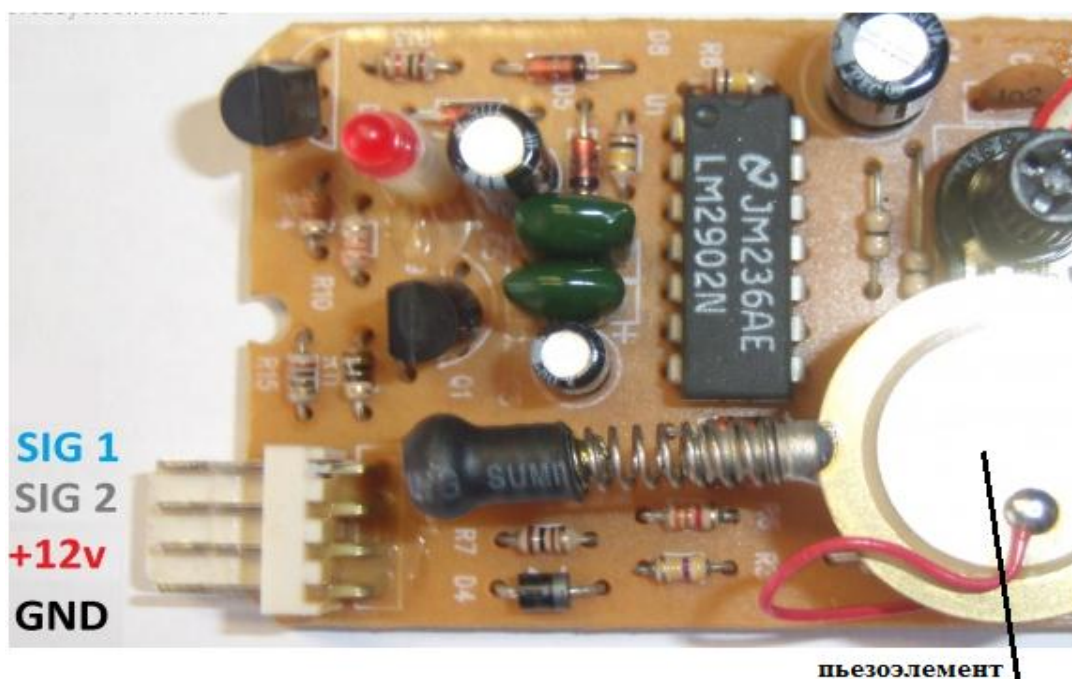


Рисунок 1 - \_\_\_\_\_

3.1 Опиши принцип работы ДУ:

---

---

---

---

---

---

---

---

Рисунок 1 – Устройство датчика удара пьезоэлектрического типа

3.2 Запиши основные параметры ДУ:

---

---

---

---

3.2.1 Собери электрическую схему для функциональной проверки ДУ. Проведи проверку и сделай предварительные выводы

---

---

---

---

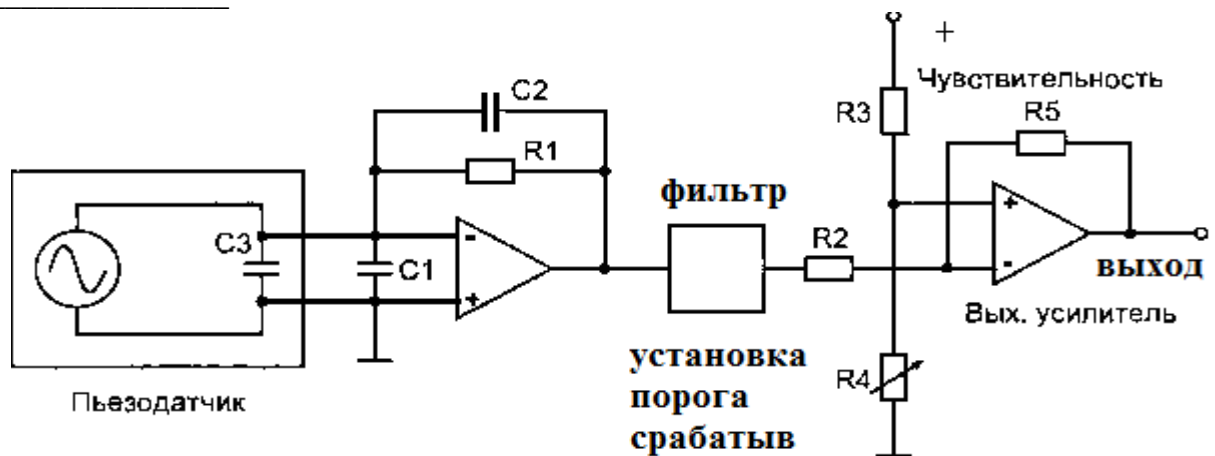


Рисунок 2 – \_\_\_\_\_

3.3 Объясни принцип регулировки чувствительности ДУ:

---

---

---

3.3.1 Опиши возможные неисправности ДУ

---

---

4. Контрольные вопросы:

