

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Информационно-измерительная техника»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, начальник отдела систем
защиты, АО «НПО «Электромашина»
_____/ А.И. Казанцев /
« ____ » _____ 2018г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор
_____/ А.Л. Шестаков /
« ____ » _____ 2018г

Бесконтактный метод измерения заряженности пусковой установки

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520. ВКР

Руководитель, к.т.н, доцент

_____/ Е.В. Юрасова /
« ____ » _____ 2018 г.

Автор

студент группы КЭ–225
_____/ О.П.Салтыков /
« ____ » _____ 2018г.

Нормоконтролер, к.т.н, доцент

_____/ А.С. Волосников /
« ____ » _____ 2018г.

АННОТАЦИЯ

Салтыков О.П. Бесконтактный метод измерения заряженности пусковой установки. – Челябинск: ЮУрГУ, КЭ-225, 2018, 141 с, 36 ил., 19 табл., 6 прилож., библиогр. список – 51 наим.

Работа посвящена модернизации блока управления пусками системы противодействия наведению для автономных подвижных объектов.

В данной работе была разработана новая структурная и принципиальная схема блока управления пусками. Разработан комплект печатных плат, входящий в состав блока управления пусками на основе отечественной элементной базы и с учетом характерных особенностей отечественных производителей.

Согласно требованиям технического задания, на базе использования электронных комплектующих отечественного производства разработана принципиальная электрическая схема процессорного печатного узла блока управления пусками и осуществлена конструкторско-технологическая реализация в системе автоматизированного проектирования Altium Designer 2016, а также при использовании специализированных чертежных программ: AutoCAD 2011, Компас 3D v12.

Разработан алгоритм работы блока с помощью программного продукта Microsoft Visio 2010.

Использование спроектированного печатного узла в составе блока управления пусками позволит повысить надежность критического узла устройства, позволяющего контролировать заряженность пусковой установки.

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.ВКР			
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		О.П. Салтыков			Бесконтактный метод измерения заряженности пусковой установки	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Е.В.Юрасова					3	141
Н. Контр.		А.С.Волосников				ЮУрГУ Кафедра ИнИТ		
Утв.		А.Л. Шестаков						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НАВЕДЕНИЮ	
1.1 Аналитический обзор систем обнаружения лазерных излучений и противодействия наведению	10
1.2 Структура комплекса «Штора-1»	11
1.3 Структура и принцип работы системы обнаружения лазерных излучений и противодействия.....	15
1.4 Контактный метод контроля заряженности.....	18
Заключение по главе 1	20
2 РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ	
2.1 Техническое задание на разработку системы противодействия наведению	21
2.2 Разработка алгоритмов работы системы.....	25
2.3 Разработка новых алгоритмов работы элементов системы	27
3 РАЗРАБОТКА НОВОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПУСКАМИ.....	37
3.1 Техническое задание на разработку блока управления пусками ...	37
3.2 Разработка электрической схемы печатного узла.....	39
3.3 Выбор микроконтроллера.....	42
3.4 Электропитание микросхем	43
3.5 Память программ и прерывания	49
3.6. Тактовый генератор.....	51
3.7 Канал информационного обмена	52
3.8 Описание функционирования микросхемы.....	53
3.9 Обеспечение связи с ПК и программирование микроконтроллера.	54

3.10	Реализация бесконтактного метода для контроля заряженности пусковой установки.....	58
3.11	Конструкторско-технологическая реализация	60
3.12	Проектирование печатной платы.....	60
3.13	Заключение по разделу 3	62
4	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАЗРАБОТКИ	63
4.1	Анализ существующих технологий сборки печатных узлов.	63
4.2	Разработка технологического процесса сборки печатного узла.	67
4.3	Расчет расхода времени и материалов.	74
4.4	Оформление маршрутных карт.....	76
5	ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ.....	77
5.1	Разработка методики испытания изделия	77
5.2	Проверка на соответствие конструкторской документации	79
5.3	Проверка электрического сопротивления изоляции.....	80
5.4	Проверка характеристик в НКУ	81
5.5	Проверка характеристик блока после восьмичасовой работы.....	84
5.6	Испытание на воздействие синусоидальной вибрации	84
5.7	Испытание по определению критических частот	85
5.8	Испытание на устойчивость и прочность при воздействии вибрации.....	86
5.9	Испытание на устойчивость при воздействии механических ударов многократного действия	88
5.10	Испытание на прочность при воздействии механических ударов многократного действия	89
5.11	Испытание на воздействие пониженной влажности.....	90
5.12	Испытание на воздействие изменения температуры среды.....	91
5.13	Испытание на воздействие повышенной влажности	92
5.14	Испытание на воздействие пониженной температуры среды	94

5.15 Испытание на воздействие атмосферных конденсированных осадков (инея и росы)	95
5.16 Испытание на воздействие повышенной температуры среды.....	95
5.17 Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления.	97
5.18 Испытание на воздействие атмосферных выпадаемых осадков (дождя).....	98
5.19 Испытание на статическое воздействие песка и пыли	99
5.20 Испытание на воздействие соляного (морского) тумана.	100
5.21 Оформление результатов проведенных испытаний.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.. Ошибка! Закладка не определена.	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПУСКАМИ СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПУСКАМИ ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ	108
ПРИЛОЖЕНИЕ В ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.010 СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.010 ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ	118
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.020 СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Е ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.020 ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ	132

ВВЕДЕНИЕ

Развитие высокоточного оружия и военной техники в развитых государствах на современном этапе характеризуется возрастанием роли оптико-электронных средств различного назначения [3]. Задачи обнаружения, распознавания, сопровождения целей и наведения на них оружия, а также контроля их поражения возлагаются в частности, на лазерные приборы, обеспечивающие определение дальности до цели и ее подсветку для управляемого оружия с лазерными головками самонаведения [2].

В связи с развитием систем наведения высокоточного оружия актуальна задача обеспечения защищенности автономных подвижных объектов. В настоящее время известны следующие способы повышения защищенности подвижного объекта и экипажа:

– динамическая защита: направленный взрыв заряда взрывчатого вещества воздействует на попавший в объект снаряд в целях резкого снижения пробивной способности;

– пассивная защита: снижение заметности и теплового контраста объекта, включает в себя броневую защиту и системы противодействия разведке, обнаружению, прицеливанию и наведению оружия;

– активная защита: с помощью средств, установленных на объекте, обнаруживается подлетающий к нему снаряд и на этот снаряд оказывается воздействие в целях его разрушения или снижения его эффективности [25,37].

Одним из способов пассивной защиты, применяющихся для снижения вероятности попадания в цель снарядов противника, является система обнаружения лазерных излучений и противодействия, предназначенная для нарушения нормальной работы технических средств наведения и прицеливания, прежде всего высокоточных, ухудшая их характеристики вплоть до полной нейтрализации [25].

Цель выпускной магистерской диссертации является: модернизация блока управления пусками (далее БУП) входящего в состав системы противодействия наведению (далее системы) путем реализации бесконтактного метода измерения заряженности пусковой установки (далее ПУ).

Задачи выпускной квалификационной работы:

1. Изучить принципы работы системы;
2. Изучить принцип контроля заряженности существующих БУП;
3. Произвести модернизацию БУП путем реализации бесконтактного метода контроля заряженности УП;
4. Разработать принципиальную электрическую схему БУП;
5. Сопроводить изготовление опытного образца;
6. Разработать программу испытаний и провести испытания опытного образца.

Научная новизна работы:

1. Разработаны новые алгоритмы работы БУП.
2. Разработана новая модель бесконтактного контроля заряженности УП.

Теоретическая значимость работы состоит в обосновании возможности бесконтактного контроля заряженности пусковой установки. Полученные результаты вносят вклад в развитие систем противодействия наведению.

Практическая значимость работы состоит в получении готовой схемы блока с реализацией бесконтактного метода контроля заряженности пусковой установки.

Постановка на производство с использованием современных технологий изготовления приборов.

Апробация работы производится по результатам завершения этапа изготовления опытного образца БУП в ходе опытно- конструкторской разработки.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НАВЕДЕНИЮ

1.1 Аналитический обзор систем обнаружения лазерных излучений и противодействия наведению

Впервые система противодействия наведению была разработана и применена в 1987 году инженерами СКБ «Ротор» (г. Челябинск). Именно советские танки первыми в мире стали оснащаться подобной системой. Достоинство системы заключалось в её управляемости, а именно в повороте пусковой установки заряженной башни в направлении источника лазерного излучения и в постановке маскирующей завесы в этом направлении. Работа системы осуществлялась в трех режимах: ручном, автоматическом и полуавтоматическом. Сейчас система не отвечает современным требованиям, так как спектральный диапазон длин волн, применяемый в настоящее время в лазерных прицелах, вырос. Также, сегодня более востребованы универсальные системы противодействия, тогда как данная система предназначена для применения только на объектах наземной подвижной техники [37].

В 1991 году компанией «EADS Deutschland GmbH» (Германия) была разработана система обнаружения лазерных излучений и противодействия «MUSS». Система состоит из трёх основных элементов: датчики предупреждения; центральный компьютер; электронные и пиротехнические средства противодействия. Недостатком системы является её медленная реакция – при обнаружении угрозы система реагирует в течение 1-1,5 секунды, активируя постановку дымовой завесы или направляя инфракрасный сигнал помехи на пусковую платформу [2].

Известна система обнаружения лазерных излучений и противодействия «VIDS AN/AVR-2» (США), разработанная в 1992 году компанией «PerkinElmer». В аппаратуру включены специальные оптические фильтры, рассчитанные на пропускание излучения только того диапазона, в котором работает большинство

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 1

Пусковые установки системы 902	12
Система управления огнем	
Привод поворота башни	1
Цепи стрельбы	12
Прицел	1

Основные характеристики данной системы обнаружения лазерных излучений и противодействия приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики системы

Наименование характеристики	Значение
Сектор точного определения лазерного излучения, °С	90 (±3,5)
Спектральный диапазон принимаемого излучения, мкм	0,65 – 1,8
Оповещение о лазерной угрозе	Звуковое, визуальное
Максимальная дальность обнаружения угрозы, м	5000
Напряжение питания, В	27
Потребляемый ток, А	2
Режим отстрела	Автомат, Полуавтомат
Время задержки до постановки завесы, с	0,1
Время постановки завесы, с	1,5 – 3,0
Дальность постановки завесы, м	50 – 90
Время эффективной защиты, с	30
Температурный диапазон, °С	-50 – +60

Расположение элементов комплекса на подвижном объекте представлено на рисунке 1.

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

1.3 Структура и принцип работы системы обнаружения лазерных излучений и противодействия

Согласно рисунку 2 принцип работы системы обнаружения и противодействия, входящей в состав комплекса, следующий. В момент попадания на автономный подвижный объект излучения от лазерного излучателя противотанковых средств противника, точные датчики системы обнаружения лазерных излучений и противодействия определяют направление лазерного излучателя и передают сигнал в блок управления системы. Система обеспечивает оповещение экипажа об облучении (звуковое оповещение – через аппаратуру внутренней связи; световое оповещение – через световые индикаторы на пульте, причем на пульте также отображается направление облучения), выбирает пусковую установку, ось ствола которой наиболее близка к направлению на излучатель и подает команду на отстрел боеприпасов из выбранной пусковой установки. Для исключения поражения выстреливаемым боеприпасом экипажа, когда люки членов экипажа открыты, система, используя сигнал с блокировочного датчика, производит блокировку отстрела боеприпаса при открытом люке (люках).

Сектор обзора точных датчиков лазерного облучения ограничен – $\pm 45^\circ$ от продольной оси машины. Чтобы при ограниченном секторе обзора точными датчиками обеспечить круговой обзор местности, в состав комплекса включены дополнительно грубые датчики. Грубые датчики устанавливаются таким образом, что сектор их обзора дополняет сектор обзора точных индикаторов до кругового (более 90°). Система обнаружения лазерных излучений и противодействия через аппаратуру внутренней связи и аппаратуру отображения сектора оповещает экипаж об атаке в секторе обзора грубых датчиков.

Далее, экипаж, получив информацию об атаке, предпринимает действия, снижающие вероятность поражения объекта. Одним из вариантов действия при получении оператором оповещения об облучении в секторе обзора грубых

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- формирование сигнала для отстрела маскирующего боеприпаса ;
- осуществление контроля наличия боеприпаса в каналах пусковых установок;
- прием информации от датчиков (точных или грубых);
- определение типа источника излучения;
- обеспечение взаимодействия с системой обнаружения;
- контроль работы инфракрасных прожекторов;

Развитие современной техники предъявляет все более высокие требования к надежности технических устройств.

Эффективность функционирования комплекса оптико-электронного подавления «Штора-1» в значительной степени зависит от надежности функционирования его отдельных систем, в частности от работы системы обнаружения лазерного излучения и противодействия. Надежность последней в свою очередь определяется надежностью как отдельных устройств, входящих в её состав, так и элементов, обеспечивающих взаимодействие между этими устройствами [51].

Существенное влияние на надежность системы обнаружения лазерного излучения и противодействия оказывают объективные факторы: влажность, атмосферные осадки, давление, солнечная радиация, вибрации, удары, время эксплуатации, электрические режимы эксплуатации.

Недостаточная надежность элементов и устройств системы приводит к тому, что под влиянием перечисленных выше внешних факторов возникают частые отказы. Например, ухудшение сопротивления изоляции кабелей вследствие воздействия влажности и атмосферных осадков; рост переходного сопротивления контактных соединений из-за воздействия вибраций; изнашивание механических узлов контактов выключателей под действием ударов и прочие.

Таким образом, актуальной является задача обеспечения требуемой надежности системы обнаружения лазерных излучений и противодействия. Для

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вследствие воздействия влажности и атмосферных осадков; рост переходного сопротивления контактных соединений из-за воздействия вибраций; изнашивание механических узлов контактов выключателей под действием ударов и прочие. Именно по этим причинам, возникает необходимость разработки метода контроля заряженности, который поможет избежать негативное воздействие вышеперечисленных факторов на работу критических узлов агрегата.

Заключение по главе 1

Важной составляющей систем защиты, предназначенных для защиты бронетанковой техники от поражения противотанковыми управляемыми ракетами и создания помех противотанковым средствам с лазерными дальномерами и системами наведения боеприпасов, является система обнаружения лазерного излучения и противодействия. Последняя обеспечивает обнаружение излучения лазерных источников и отстрела снарядов в указанном направлении, образующих маскирующее облако, закрывающее автономный подвижный объект от противника, ослабляя и частично отражая лазерное излучение, нарушая работу высокоточных средств поражения и затрудняя работу наводчиков артиллерийских систем противника.

Для системы обнаружения лазерных излучений и противодействия актуальна задача обеспечения требуемой надежности в процессе эксплуатации. Решение этой задачи связано с применением современных технологических методов каким является бесконтактный метод определения заряженности пусковой установки.

2 РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НАВЕДЕНИЮ

2.1 Техническое задание на разработку системы противодействия
наведению

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

3 РАЗРАБОТКА НОВОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПУСКАМИ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

3.3 Выбор микроконтроллера

Центральным элементом в блоке управления пусками является микроконтроллер или микропроцессор. Основными производителями микроконтроллеров и микропроцессоров для аппаратуры военного назначения в России являются предприятия: НТЦ «Модуль» (г. Зеленоград), НПО «Физика» (г. Москва), ПКК «Миландр» (г. Зеленоград) и ОАО «Ангстрем» (г. Москва). Однако все предприятия, кроме ПКК «Миландр», производят микропроцессоры. Подход с использованием микропроцессора отвергнут в силу сложности построения системы.

Среди продукции компании «Миландр» выделяются два 32-разрядных микроконтроллера: 1986BE91T и 1986BE1T. Сравнительная характеристика микроконтроллеров представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Сводная таблица микроконтроллеров

Периферия	1986BE91T	1986BE1T
Корпус	132 вывода, металлокерамический	132 вывода, металлокерамический
Ядро	32 разрядно RISC ARM Cortex-M3	32 разрядное RISC
ПЗУ	128 Кбайт Flash	128 Кбайт Flash
ОЗУ	32 Кбайт	48 Кбайт
Питание	2,2 – 3,6 В	3,0 – 3,6 В
Частота	80 МГц	144 МГц
Температура	-60...+125°C	-60...+125°C
USER IO	96	96
USB	Devices и Host FS (12 Мбит/с), встроенный PHY	Devices и Host FS (до 12 Мбит/с)
UART	2	2
CAN	2	2
ГОСТ Р 52070-2003	-	2 основных и 2 резервных
SPI	2	3
I2C	1	-
ADC 12 разрядов	16 каналов	8 каналов

ДАС 12 разрядов	2	2
Компаратор	3 входа	3 входа
Внешняя шина	32 разряда	32 разряда

Микроконтроллер 1986ВЕ91Т представлен на рынке в 2011 году [11]. По своим параметрам микроконтроллер практически полностью удовлетворяет требованиям системы.

Как видно из таблицы 3, микроконтроллер 1986ВЕ91Т, представленный в конце 2011 года, по своим характеристикам немного превосходит микроконтроллер 1986ВЕ91Т. Также в микроконтроллере 1986ВЕ91Т имеет в своем составе 4 контроллера (2 основных и 2 резервных) интерфейса по ГОСТ Р 52070-2003. Таким образом, для проектирования печатного узла выбран микроконтроллер 1986ВЕ91Т.

3.4 Электропитание микросхем

Для питания любой активной схемы необходимо иметь один или несколько источников стабильного напряжения постоянного тока [27,31]. Простые нерегулируемые источники питания, выполненные по схеме «трансформатор –неуправляемый выпрямитель – сглаживающий фильтр», во многих случаях оказываются непригодными, так как их выходное напряжение зависит от тока нагрузки и напряжения в сети [19,22]. Однако с помощью отрицательной обратной связи, легко построить источник стабильного питания, используя для компенсации влияния нагрузки и нестабильности сети регулирующий сигнал, полученный в результате сравнения выходного напряжения источника с некоторым постоянным эталонным напряжением [40]. Такие стабилизированные источники питания относятся к классу компенсационных. Они достаточно универсальны и могут быть изготовлены в виде интегральных микросхем [14].

Таким образом для питания платы БУП.010 были выбраны одноканальные источники вторичного электропитания. с расширенным диапазоном входного напряжения от 18 до 75В в модульном исполнении с горизонтальным расположением выводов для объемного монтажа и с вертикальным расположением выводов для монтажа на печатную плату серии МПШВ.

Источники питания запитываются от бортсети объекта +27 В. Источники питания предназначены для применения в аппаратуре специального назначения наземного и морского базирования, авиационной, ракетной и космической техники. Модули соответствуют требованиям ГОСТ Р 54073 в части импульсных перенапряжений до 80 В.

Изготавливаются в легких металлических, заполненных герметиком корпусах. Параметры источников МПШВ0505ВОВ приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные характеристики источников питания МПШВ0505ВОВ

Входные характеристики	
Входное напряжение, В	27 или 48 (18 ... 75)
Ток потребления, А не более	0,19
Выходные характеристики	
Технологическое отклонение выходного напряжения, не более	±1%
Суммарная нестабильность выходного напряжения при $I_n = 0,1 I_n \dots I_n$, $U_{вх} = 18 \dots 75$ В, $T_{корп} = \text{минус } 60^\circ\text{C} \dots + 100^\circ\text{C}$	±3%
Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), мВ не более	50
Время установления выходного напряжения, с не более	0,11
Подстройка выходного напряжения	±10%
Максимальная ёмкость в нагрузке, мкФ не	1000

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Модули имеют гальваническую развязку входных и выходных цепей, электрически нейтральный корпус, входные и выходные фильтры, защиту от перегрузки по току и короткого замыкания; выключение внешним сигналом со стороны входа; возможность подстройки выходного напряжения [12,28].

Нестабильность питающих напряжений вызывает изменение режимов работы микросхем и может привести к нежелательным последствиям. Стабильность питания достигается использованием стабилизатора напряжения [9,13]. На блок управления подается напряжение +5В постоянного тока, для питания микроконтроллера и некоторых микросхем в электрической схеме необходимо преобразовать в более низкое (3,3 В). Функции преобразования и стабилизации напряжения выполняет стабилизатор напряжения 1303ЕН3,3 с фиксированным выходным напряжением и низким падением напряжения на регулирующем транзисторе при токах до 5А, выпущен компанией ОАО НПП «ЭлТом» (г.Москва). Имеет высокую стабильность и наилучшее токопотребление. Обладают токовой и тепловой защитами и устойчивы к переполюсовке входного напряжения. Параметры микросхемы 1303ЕН3,3 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры микросхемы 1303ЕН3,3

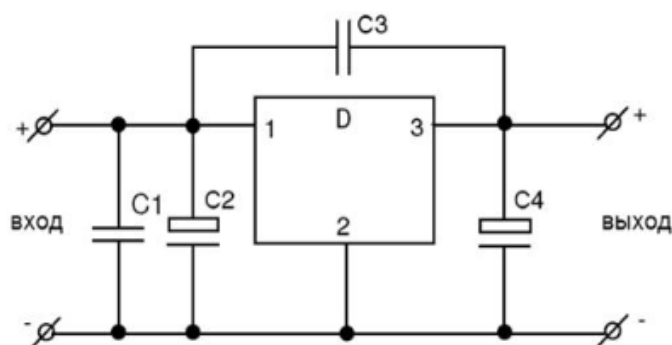
Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Режим измерения
		не менее	не более	
Выходное напряжение, В	$U_{\text{ВЫХ}}$	3,20	3,40	$I_{\text{ВЫХ}} = 10 \text{ мА}$ $U_{\text{ВХ}} = U_{\text{ВЫХ}} + 1 \text{ В}$
Ток потребления, мА	$I_{\text{ПОТ}}$		85	$I_{\text{ВЫХ}} = 5 \text{ А}$ $U_{\text{ВХ}} = U_{\text{ВЫХ}} + 1 \text{ В}$
Минимальное падение напряжения между входом и выходом, В	$U_{\text{ПД.МИН}}$		0,6	$I_{\text{ВЫХ}} = 5 \text{ А}$ $T = -60 - 125^{\circ}\text{C}$
Коэффициент нестабильности по напряжению, %/В	K_u		0,05	$U_{\text{ВХ1}} = U_{\text{ВЫХ}} + 1 \text{ В}$ $U_{\text{ВХ2}} = 16 \text{ В}$
Коэффициент нестабильности по току,	K_I		0,5	$I_{\text{ВЫХ}} = 5 \text{ А}$ $U_{\text{ВХ}} = U_{\text{ВЫХ}} + 1 \text{ В}$

%/A				
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°C	α_U		$\pm 0,01$	$T = -60 \dots + 125^\circ\text{C}$

Типовая схема включения стабилизатора напряжения 1303ЕНЗ,3 представлена на рисунке 15. В соответствии с типовой схемой включения для микросхемы 1303ЕНЗ,3, выбраны следующие конденсаторы:

Керамические К10-17В: C20 = 0,47 мкФ; C22 = 0,1 мкФ.

Электролитические К53-68 10В: C21 = 4,7 мкФ; C23 = 47 мкФ.



$C1, C2, C3, C4$ – конденсаторы;

D – микросхема;

Требования к номиналам элементов схемы:

$C1 = (1,0 - 4,7)$ мкФ;

$C2 = 4,7$ мкФ;

$C3 = (0,1 - 1,0)$ мкФ;

$C4 = 47$ мкФ.

Рисунок 15 – Типовая схема включения стабилизатора напряжения 1303ЕНЗ

На печатном узле помещены две шины питания +5В и +3,3В. Каждому напряжению питания соответствует своя линия связи: В (+5В), N (+3,3В) и А (Общий). Все устройства подключены к этим линиям параллельно. Между

выводами питания каждой микросхемы подключены керамические конденсаторы К10-17В емкостью 0,1 мкФ для фильтрации напряжения питания. Схема подключения стабилизатора напряжения к шине питания +3,3 В представлена на рисунке 16.

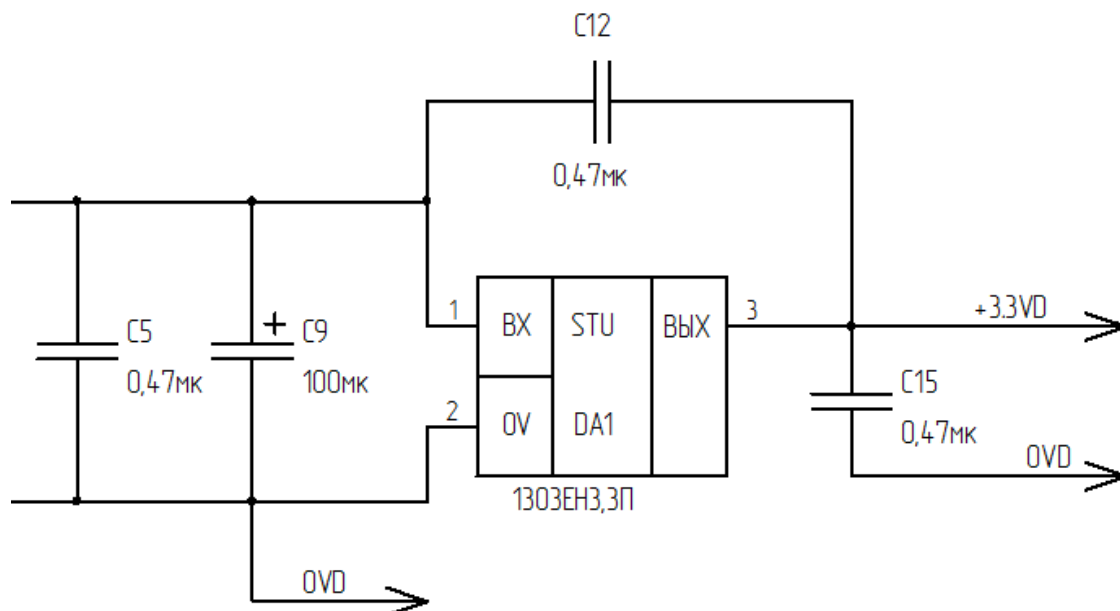


Рисунок 16 – Схема подключения стабилизатора напряжения

Между выводами соединителей устанавливаются электролитический и керамический конденсаторы: C22, C24, C25, C26, C27, C28, C30. Преимущество электролитических конденсаторов в их огромной удельной емкости. Однако на высоких частотах (2-3кГц) работа электролитических конденсаторов заметно ухудшается. Поэтому параллельно подключены керамические конденсаторы небольшой емкости – 0,1мкФ, которые обеспечивают фильтрацию напряжения. Конденсаторы на плате устанавливаются как можно ближе к выводам, чтобы минимизировать индуктивность и сопротивление линий связи [13]. Схема подключения конденсаторов к шине питания +5В представлена на рисунке 17.

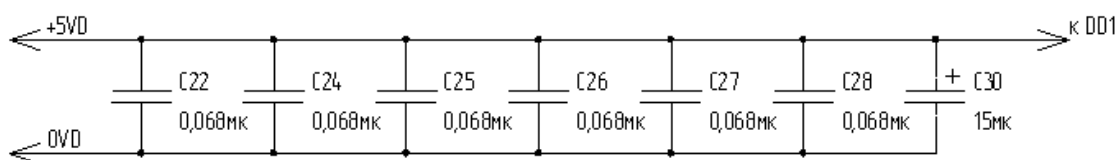


Рисунок 17 – Схема подключения конденсаторов к шине питания +5В

Основное питание микроконтроллера, включает питание пользовательских выводов, встроенного регулятора напряжения и генератора. Входное напряжение должно быть в пределах от 3,0 до 3,6 В. На вывод U_{cc} подается основное питание микросхемы, а на вывод GND – общие выводы цифровой части микросхемы.

3.5 Память программ и прерывания

Для работы системы достаточно 128 Кбайт внутренней памяти микроконтроллера. Сигнал выбора памяти программ ITCMLAEN: 1 – внутренняя; 0 – внешняя. Значит, необходимо подавать на порт ITCMLAEN напряжение высокого уровня

При включении напряжения питания микроконтроллер должен начать выполнять записанную в памяти программу работы. При нарастании или падении напряжения питания ниже определенного уровня микроконтроллер принудительно переводится в состояние сброса. При этом устанавливаются в исходное состояние внутренние магистрали микроконтроллера, сигналы управления и регистры специальных функций [14].

Для запуска и полного сброса на вывод микроконтроллера nRESET необходимо подавать управляющие сигналы. При подаче на вход nRESET низкого уровня (логический ноль), микроконтроллер будет сброшен и остановлен, а при подаче логической единицы микроконтроллер начинает работать (запускается), как показано на рисунке 18.

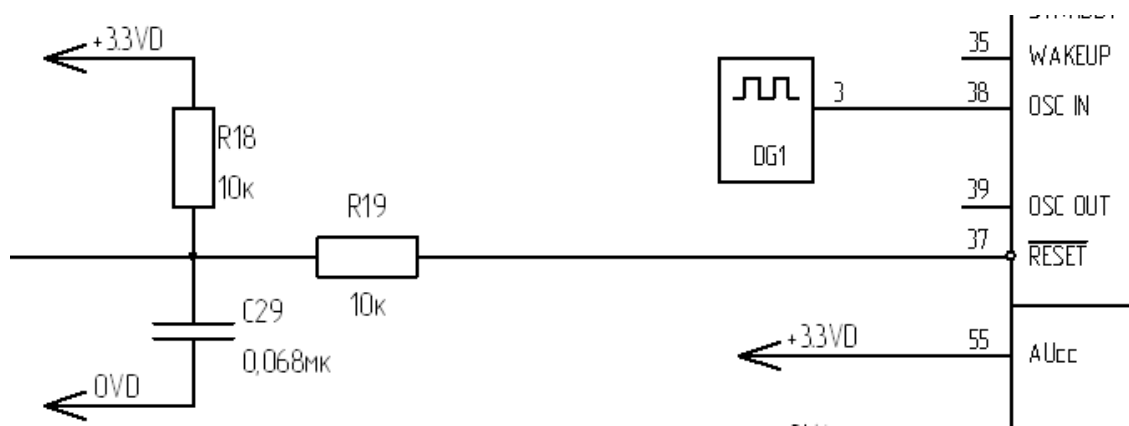


Рисунок 18 – Формирование сигнала сброс

Сигнал сброса формируется специальной схемой сброса. Функциональный узел схемы внешнего сброса для микроконтроллера, построенный с помощью резисторов подтяжки R18 и R19, для четкого задания логической уровни сигнала. Для микроконтроллера на вход nRESET импульсов сброса длительность менее 10 нс они отфильтровываются и не приводят к сбросу процессора. Если длительность импульса больше 200 нс, вырабатывается сигнал сброса.

Для приведения микроконтроллера в состояние сброса от внешней кнопки необходимо воздействие управляющего сигнала. Управляющее воздействие в виде сигнала SBRL формируется переключающим устройством на биполярных транзисторах 2Т214А9 и 2Т215А9.

Электрические параметры кремниевого эпитаксильно-планарного транзистора 2Т215А9 структуры n-p-n:

Статический коэффициент передачи тока при худших условиях – 7;

Постоянное напряжение эмиттер-база – 5В;

Постоянный ток коллектора – 50 мА;

Постоянный ток базы – 20 мА.

Электрические параметры кремниевого эпитаксильно-планарного транзистора 2Т214А9 структуры p-n-p:

Статический коэффициент передачи тока при худших условиях – 7;

Постоянное напряжение эмиттер-база – 30В;

Постоянный ток коллектора – 50 мА.

3.6. Тактовый генератор

Для работы микроконтроллера 1986ВЕ91Т необходимы тактовые импульсы частотой 8 МГц. Источником тактового сигнала может быть [14]:

Внутренний RC генератор HSI, который вырабатывает тактовую частоту 8 МГц. В случае использования RC генератора никаких дополнительных элементов не нужно. Однако, встроенный RC генератор имеет небольшую точность работы (до 10% погрешности) и, кроме того, нестабилен при повышенной или пониженной температуре. Так как выполняемые в микроконтроллере блока управления приложения критичны по времени, то такой генератор не годиться.

Внешний источник тактового сигнала. В такой ситуации нужно применять другой микроконтроллер (для синхронизации работы) или внешнюю схему, дающую нужный сигнал. Такой подход обходится не дешево, а также возрастает сложность электрической схемы всего узла.

В качестве внешнего генератора выберем однократно-программируемый кварцевый генератор ГК-109С, изготовленный компанией ОАО «ЛИТ-ФОНОН» (г.Москва) в 2009 году. Параметры генератора ГК109-С приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры генератора ГК109-С

Параметр	Условное обозначение	Значение	
Номинальная частота (диапазон частот), МГц	$f_{ном}$ ($f_{н1} \div f_{н2}$)	1 ÷ 125	
Точность настройки при температуре (25±1)°С, ×10 ⁶ , в пределах (класс точности)	$\frac{\Delta f}{f_{ном}}$	±20	
Температурная нестабильность частоты в интервале температур от минус 60 до +85°С (интервал Г), 10-6, в пределах	$\frac{\Delta f}{f}$	±50 (Р)	±100 (С)
Выходное напряжение на нагрузке ТТЛ или КМОП, В: Уровень логического «0», не более	Uвых «0»	0,4	

Уровень логической «1», не менее	Увых «1»	0,9Uпит
Форма выходного сигнала – импульсная, прямоугольная Скважность Длительность фронта нарастания и спада на нагрузке ТТЛ или КМОП ($C_n \leq 15n\Phi$), нс, не более	Q t_1, t_2	2±10% 5
Сопротивление изоляции, Ом, не менее	$R_{из}$	109
Электрическая прочность изоляции, В, не менее	$E_{пр}$	100
Потребляемый ток, мА, не более	$I_{п}$	60
Напряжение питания, В	Uп	5±10% 3,3±10%

Задание типа используемого тактового генератора осуществляется в процессе программирования микроконтроллера.

3.7 Канал информационного обмена

Контроллер CAN, входящий в состав микроконтроллера, управляет обменом информацией, контролирует состояние оконечных устройств и свое собственное. Оконечное устройство принимает и выполняет адресованные ему команды контроллера, осуществляет сопряжение периферийного оборудования с линией передачи информации, контролирует передаваемую информацию, выполняет самоконтроль и передает результаты контроля в контроллер. Оконечное устройство конструктивно выполняется в виде отдельного устройства. Оконечное устройство включает в себя приемо-передатчик. Необходимая надежность системы связей достигается путем резервирования линии передачи информации. Скорость передачи в канале 1 Мбит/с. В качестве контроллера был выбран отечественный элемент 5559ИН14АУ.

Основные характеристики микросхемы:

– Соответствует стандарту ISO 11898-2

- Напряжение питания от 4,5 В до 5,5 В
 - Защита выходов передатчика ± 40 В от короткого замыкания и перегрева для применения в 12/24 В автомобильных и промышленных системах управления
 - Быстродействующий дифференциальный приемник с диапазоном входного синфазного напряжения от минус 10 В до 10 В
 - Четыре режима работы:
 - Нормальный режим, максимальная скорость передачи данных до 1 Мбит/с
 - Режим контроля скорости нарастания/спада выходного дифференциального напряжения передатчика для улучшения электромагнитной совместимости, скорость передачи данных от 40 Кбит/с до 500 Кбит/с
 - Режим «ожидание» с пониженным потреблением
 - Режим «выключено»
 - Входы TXD, SHDN и /SHDN совместимы с 3,3 В логическими уровнями
- Микросхема приемопередатчика интерфейса CAN предназначена для организации полудуплексного канала связи с максимальной скоростью передачи данных до 1 Мбит/с.

3.8 Описание функционирования микросхемы

CAN передатчик имеет три режима работы: нормальный режим, режим контроля скорости нарастания/спада выходного сигнала и режим «выключено». В нормальном режиме работы выходы передатчика переключаются с максимальной возможной скоростью для обеспечения скорости передачи данных до 1 Мбит/с.

Для выбора режима «контроля скорости» необходимо подключить резистор между входом RRS и потенциалом земли. В этом режиме номинал резистора определяет величину скорости нарастания/спада выходного сигнала,

что необходимо для уменьшения уровня электромагнитных помех, а также отражений при неидеально согласованной шине.

Таким образом обеспечивается стабильная передача информации со скоростью от 40 до 500 Кбит/с.

Величину подключаемого резистора можно рассчитать по формуле:

$$RRS \text{ [кОм]} = 12000 / \text{Скорость передачи [Кбит/с]}.$$

Схема подключения микросхемы представлена на рисунке 19.

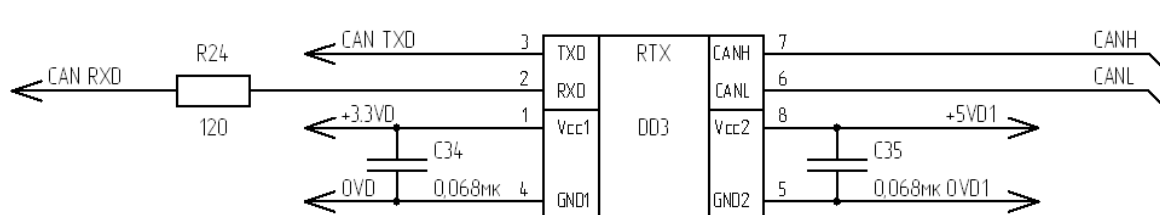


Рисунок 19 - Схема подключения микросхемы

3.9 Обеспечение связи с ПК и программирование микроконтроллера.

Для обеспечения связи с компьютером и программирования микроконтроллера используется интерфейс RS232. Так как микроконтроллер впаян в плату, программирование его с помощью программатора исключено. Поэтому процесс «прошивки» осуществляется по последовательному интерфейсу RS232. В состав микроконтроллера 1986BE91T встроен контроллер последовательного обмена – универсальный асинхронный приемопередатчик UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter). В асинхронном режиме работы модуль UART позволяет реализовать протокол обмена для интерфейса RS232. Так как микроконтроллер впаян в плату, программирование его с помощью программатора исключено. Поэтому процесс «прошивки» осуществляется в последовательном режиме.

Для работы модуля UART в режиме программирования необходимо на выводы микроконтроллера Mode (PA0 - PA1) подать последовательность битов 110. Процедура переключения режима осуществляется схемой представленной на рисунке 20. Включение режима программирования осуществляется внешней кнопкой [49,50]. Для коммутации цепи включения режима применяются биполярный транзистор 2Т214А9.

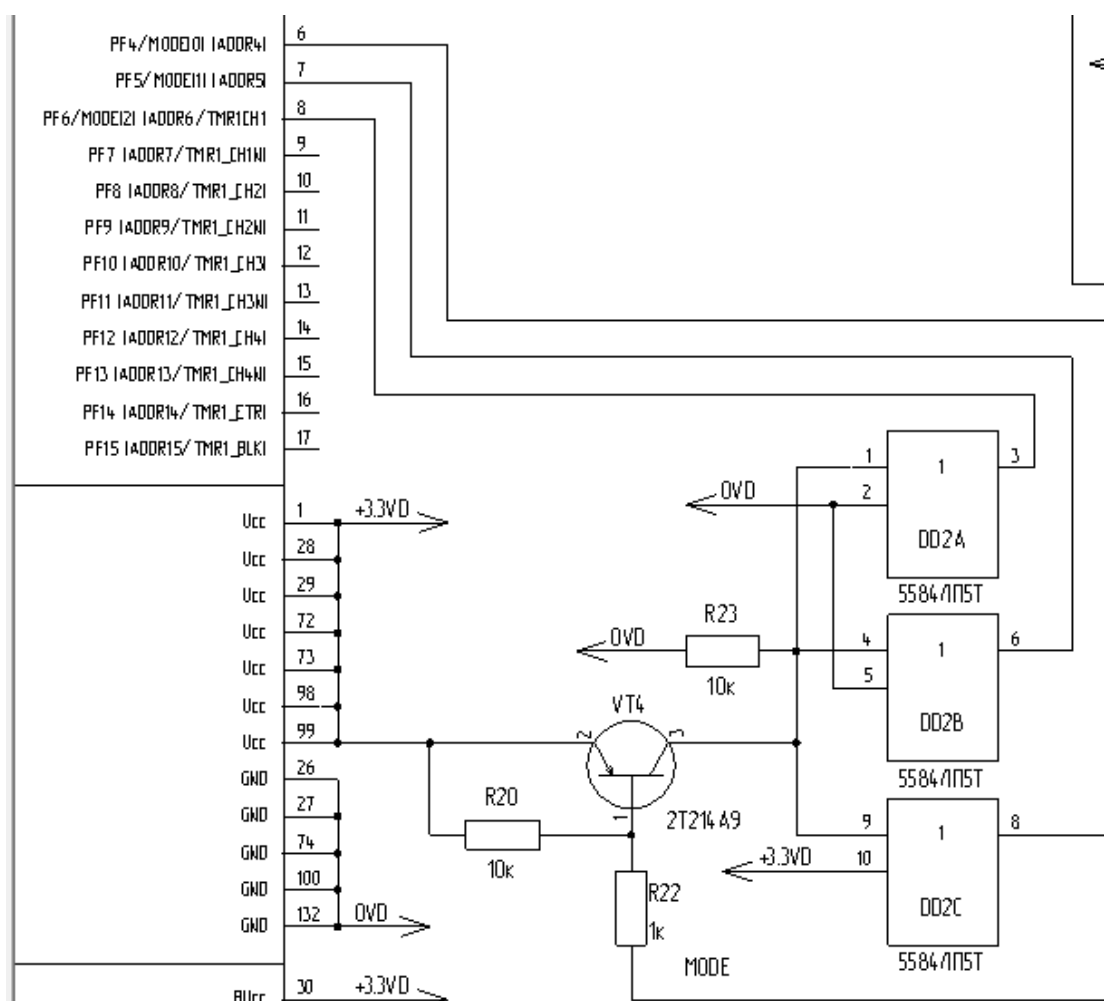


Рисунок 20 – Схема включения режима программирования

Микросхема 5584ЛП5 состоит из четырех логических элементов в одном корпусе, выполняющих функцию «Исключающее ИЛИ». Контакты 1,2, 4, 5, 9, 10,—входы данных, а контакты 3, 6, 8– выходы данных. Питание микросхемы осуществляется от +3,3 В, выводы питания для микросхемы 5584ЛП5 на рисунке

10 не показаны. В таблице 7 представлены результаты выполнения логической операции «Исключающее ИЛИ».

Таблица 7 – Таблица истинности

Входы данных		Выходы данных
Н	Н	L
L	Н	Н
Н	L	Н
L	L	L

В таблице 7: Н – высокий уровень напряжения; L – низкий уровень напряжения. В результате выполнения логических операций на выхода микросхемы 1554ЛП5 получена последовательность битов 110, где «0» является младшим разрядом и подается на порт PA0.

Приемопередатчик интерфейса RS-232 содержит пять передатчиков и три приемника (один активный во всех режимах), а так же внутренний импульсный преобразователь напряжения с внешними конденсаторами. Для работы схемы требуется 4 внешних конденсатора.

Основные параметры микросхемы:

напряжение питания от 3,0 В до 5,5 В;

максимальная скорость передачи данных:

В режиме MegaBaund 1 Мбит/с;

В нормальном режиме до 250 кбит/с;

3 канала приема;

5 каналов передачи;

рабочий диапазон температур –60 ... + 85°С.

Описание выводов микросхемы 559ИН4У представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Описание выводов микросхемы 559ИН4У

Вывод	Условное обозначение	Описание
1	C2 +	Положительный вывод конденсатора для внутреннего импульсного преобразователя напряжения
2	GND	Общий

3	C2 –	Отрицательный вывод конденсатора для внутреннего импульсного преобразователя напряжения
3	U _L	-5,5 В вывод внутреннего импульсного преобразователя напряжения
5-9	T1OUT ... T5OUT	Выход передатчика RS-232
10-14	T5IN ... T1IN	Вход передатчика RS-232
15	MBAUND	Вход управления режимом передачи 250/100 Кбит/с. Активный уровень «1»
16	SHDN	Вход выключения передатчиков RS-232. Активный уровень «0»
17	EN	Вход разрешения работы выходов приемников.

Продолжение таблицы 8

18	R1IN	Вход приемника RS232
19	R1OUTB	Не инвертирующий выход приемника. Активен во всех режимах
20-22	R1OUT ... R3OUT	Выход приемника RS-232
23,24	R3IN, R2IN	Входы приемника RS-232
25	C1 –	Отрицательный вывод конденсатора для внутреннего импульсного преобразователя напряжения
26	U _{cc}	Напряжение питания
27	C1 +	Положительный вывод конденсатора для внутреннего импульсного преобразователя напряжения
28	U _H	+5,5 В вывод внутреннего импульсного преобразователя напряжения

Интерфейс по стандарту RS232 организован на микросхеме приемопередатчика 5559ИН4У.

Схема организации передачи данных по интерфейсу RS232 представлена на рисунке 21.

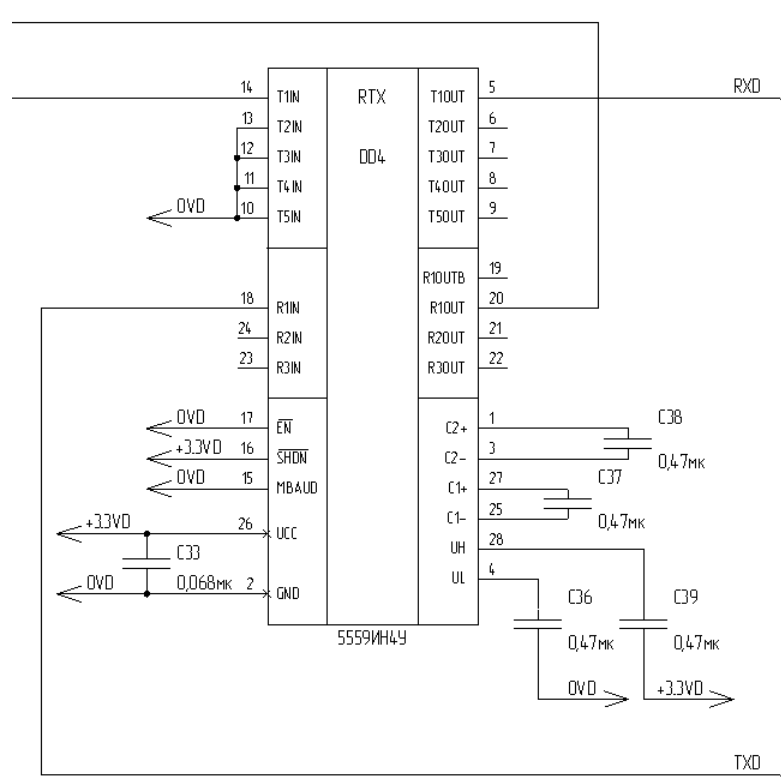


Рисунок 21 – Функциональный узел интерфейса RS232

Основными линиями, по которым осуществляется обмен данными, являются две: TxD (Transmitter Data) – линия, по которой из компьютера передаются данные микроконтроллеру, и RxD (Receiver Data) – линия, по которой микроконтроллером принимаются данные из компьютера [46]. С контроллером UART обмен данными происходит по линиям связи UART_TX (передача) и UART_RX (прием). Неиспользуемые входы микросхемы соединены с U_{cc} или GND.

3.10 Реализация бесконтактного метода для контроля заряженности пусковой установки

В схеме печатного узла БУП.010 измерение наличия катушки индуктивности имеет реализацию, показанную на рисунке 25.

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

заряжена пусковая установка в заданный момент времени или нет. Полная электрическая схема печатного узла БУП.010 представлена в приложении В [16].

3.11 Конструкторско-технологическая реализация

Конструирование печатных плат и технология их изготовления настолько связаны друг с другом, что их отдельное рассмотрение не представляется возможным [26]. Размещая компоненты схемы или элементы проводящего рисунка на поверхности основания печатной платы, выбирая конфигурацию и размеры печатных проводников и контактных площадок, конструктор всегда имеет в виду возможности и ограничения того технологического процесса, который будет использован при производстве печатной платы и печатного узла.

3.12 Проектирование печатной платы

Для реализации спроектированного печатного узла используется многослойная печатная плата (4 слоя), состоящая из чередующихся слоев изоляционного материала с проводящими рисунками на четырех слоях, между которыми выполнены требуемые соединения [16]. Для получения в печатной плате БУП.010 линий с заданным волновым сопротивлением, между слоями с сигнальными проводниками располагаются экранные слои земли или питания в виде сплошных слоев металла. На заготовку печатной платы наносят зеленую паяльную маску, предназначенную для защиты всей поверхности от воздействия расплавленного припоя и флюса от перегрева. Паяльная маска наносится на всю поверхность печатной платы за исключением контактных площадок и металлизированных отверстий, которые при групповых процессах пайки элементов будут контактировать с расплавленным припоем. Таким образом, обеспечивается значительная экономия припоя, так как припой во время пайки не осаждается на печатные проводники.

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

3.13 Заключение по разделу 3

Разработана принципиальная электрическая схема процессорного печатного узла блока управления. Предложено схемотехническое решение на базе современных отечественных электронных компонентов. Осуществлена конструкторско-технологическая реализация [13]. В результате модернизации появилась возможность для работы с более сложными алгоритмами.

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАЗРАБОТКИ

4.1 Анализ существующих технологий сборки печатных узлов.

Разработка технологического процесса сборки изделия – одна из основных частей технологической подготовки его производства.

Конструкция изделия реализуется в соответствии с конструкторской документацией в процессе производства. Основной частью производственного процесса является технологический процесс, в результате которого происходит направленное изменение свойств и формы материалов, полуфабрикатов, деталей, а также механическое и электрическое соединение их между собой с определенной точностью и производительностью.

Перед началом производства каких-либо изделий необходимо провести технологическую подготовку. Под технологической подготовкой производства понимается весь комплекс работ по разработке технологии, изготовлению необходимой технологической оснастки и инструмента, установке и освоению нового оборудования, отладке операций и всего технологического процесса изготовления изделия. Одной из основных функций технологической подготовки производства является разработка и отладка технологических процессов. Процесс технологического проектирования, как и многие другие процессы инженерной деятельности, является процессом анализа и переработки информации.

Технологичность конструкции изделия проверяется на всех этапах разработки. Технологичность конструкции изделия есть приспособленность к ограниченному расходованию трудовых, материальных и энергетических ресурсов при подготовке производства и промышленном выпуске изделий в заданном количестве по высшей категории качества (производственная технологичность), а также при техническом обслуживании и ремонте (эксплуатационная технологичность).

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

К основным конструкторским методам обеспечения технологичности относятся:

- 1) использование наиболее простой и отработанной в производстве базовой конструкции;
- 2) выбор размеров и формы компонентов, деталей и узлов конструкции с учетом экономически целесообразных для заданных условий производства способов формообразования;
- 3) уменьшение номенклатуры используемых материалов и полуфабрикатов;
- 4) уменьшение применения дефицитных и токсичных материалов;
- 5) обоснованный выбор качества точности, шероховатости поверхности, установочных и технологических баз;
- 6) конструктивная и функциональная взаимозаменяемость узлов, минимизация числа подстроечных и регулировочных элементов;
- 7) контролепригодность и инструментальная доступность элементов, деталей и узлов.

Использование в новой конструкции РЭА деталей и узлов, уже освоенных в этом же производстве, называется преемственностью [10, 34]. Чем выше уровень преемственности в конструкции изделия, тем легче освоить его в производстве. Кроме того, ранее выпускавшиеся детали и узлы прошли производственную проверку.

При разработке технологии наибольшую сложность представляет собой выбор способа пайки, структуры технологического процесса, параметров режима, состава припоев, флюсов и отмывочных средств на подготовительных и основных операциях, методов и средств управления процессами и контроля над их качеством [33, 42].

Паяные соединения должны обладать высокой электропроводностью и постоянным переходным сопротивлением в условиях низких и повышенных

температур. Вторым по значимости является требование достаточной механической прочности, которая в зависимости от эксплуатационных нагрузок должна устанавливаться расчетным путем.

В отличие от других материалов, используемых в процессе пайки, припой относится к группе весьма ответственных конструкционных материалов. Основными припоями для восстановления паяемости методами лужения, а так же для обычной и ступенчатой пайки всего многообразия монтажных элементов РЭА являются низкотемпературные припои.

Наиболее технологичными являются припои, имеющие эвтектический или близкий к нему состав, для которых характерны отсутствие или малая разница между начальной и конечной температурами их плавления. К ним относятся оловянно-свинцовые припои марок ПОС 61, ПОС 61М, ПОССу-61-0,5, ПОСК-50-18, ПОСВ-33. Для монтажа выбираем оловянно-свинцовый припой ПОС 61 ГОСТ 21930, по причине его технологичности и распространенности.

Ниже в таблице 9 приведены основные свойства припоя ПОС 61.

Таблица 9 – Основные свойства припоя ПОС 61

Температура плавления, °С	Солидус	183
	Ликвидус	190
Плотность, г/см ³		8,5
Удельное сопротивление Ом·мм ² /м		0,139
Теплопроводность, ккал/см·с·град		0,120
Временное сопротивление разрыву, кгс/мм ²		4,3
Относительное удлинение, %		46
Ударная вязкость, кгс/см ²		3,9
Твердость по Бринеллю, НВ		14,0

Поверхность галтелей припоя должна быть гладкой, глянцевой или светломатовой без темных пятен, трещин, крупных пор, скоплений мелких газовых и

усабочных раковин, без игольчатых и дендритных образований, наплывов, брызг и выступов припоя, уменьшающих минимальное допустимое расстояние между соседними контактными площадками и печатными проводниками.

В качестве паяльных флюсов используются неметаллические вещества различного химического состава, предназначенные для удаления с паяемых металлов и припоя окисных пленок, предотвращения образования их в процессе нагрева, для снижения поверхностного натяжения жидкого припоя и для защиты подготовленных к пайке поверхностей от воздействия внешней среды с целью сохранения их паяемости.

Из многочисленных рецептов паяльных флюсов, рекомендуемых для пайки металлов низкотемпературными припоями, в производстве РЭА применяется ограниченный ряд. Выбор флюсов для лужения и пайки следует производить с учетом заданных в чертежах марок припоев, металлов и металлопокрытий монтажных элементов, их паяемости, наличия в зоне действия флюса электроизоляционных и антикоррозионных покрытий, совершенства применяемых методов и средств последующей отмывки остатков флюса и контроля над качеством отмывки. Исходя из перечисленных требований выбираем флюс ФКСп ОСТ 4 ГО.033.000, потому что он (или его остатки) не оказывают влияния на электрическое сопротивление изоляции и не вызывает коррозии меди, а так же в связи с его наличием на складе предприятия. Этот флюс можно так же использовать в качестве консервирующего покрытия, которое сохраняет паяемость печатных плат и выводов ЭРИ при длительных сроках складского хранения.

В результате лужения и пайки с применением флюсов поверхности монтажных элементов и паяных соединений покрываются остатками флюсов, отмывка которых производится с помощью растворителей. В качестве растворителя выбираем спирто-нефрасовую смесь (соотношение 9:1), так как он эффективно удаляет остатки флюса ФКСп и имеется в наличии.

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

4.2 Разработка технологического процесса сборки печатного узла.

Главными принципами проектирования процесса сборки являются: обеспечение высокого качества изделий, достижение наивысшей производительности и экономичности [6]. Технологический и организационный уровень сборки в значительной мере определяет надёжность и долговечность прибора [38].

Необходимо определить набор наиболее рациональных процессов и способов сборки, определить последовательность соединения радио-электронных изделия (ЭРИ) , деталей, регулировки и контроля изделия (или его частей) с назначением оборудования, оснастки и инструментов, необходимых для этих процессов [8]. Результатом этой работы будет выпуск технологической документации.

Произведём разработку технологического процесса для печатного узла блока управления.

К исходным данным относятся:

- сборочный чертеж со спецификацией;
- состав технологического оснащения;

Маршрут сборки печатного узла включает в себя следующие операции:

- Операция 010 контрольная;
- Операция 020 расконсервационная;
- Операция 030 комплектовочная (сортировка по номиналу, контроль);
- Операция 040 формовочная;
- Операция 050 лудильная;
- Операция 060 установочная;
- Операция 070 паяльная;
- Операция 080 электромонтажная;
- Операция 090 очистки;
- Операция 100 лакировочная;

- Операция 110 контрольная;
- Операция 120 маркировочная;
- Операция 130 контрольная;
- Операция 140 упаковочная.

Операция 010 контрольная. Операция заключается в визуальной проверке ЭРИ на соответствие ТУ, номинала, наличия клейма и документа, подтверждающего годность ЭРИ. Осуществляется на монтажном столе СМ1 с использованием ножа НМ-150, пинцета ПГГМ-120 и мультиметра.

Операция 020 расконсервационная. Операция заключается в удалении с поверхности платы защитного консервирующего покрытия промывкой спирто-нефрасовой смесью с последующей сушкой платы и укладыванием в тару. Осуществляется на цеховом столе с системой вентиляции или в вытяжном шкафу с использованием ванночки и кисти КП.

Операция 030 комплектовочная. В целях облегчения последующих операций производят комплектование элементов, то есть подбор их по номиналам согласно спецификации сборочного чертежа. Производится на монтажном столе СМ1 с использованием пинцета, антистатического браслета и соответствующей тары.

Операция 040 формовочная. Перед установкой элементов на плату необходимо придать их выводам необходимую форму. Осуществляется на монтажном столе СМ1 с использованием тонкогубцев и пинцета.

Операция 050 лудильная. Выводы элементов зачищаются до металлического блеска, затем наносится флюс ФКСп с помощью кисти. Производится лужение припоем ПОС-61 при помощи электропаяльника. Операция производится на цеховом столе с вытяжной вентиляцией с использованием пинцета, надфиля, электропаяльника.

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

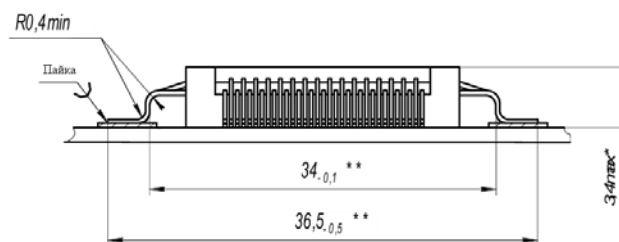


Рисунок 28 – Установка микроконтроллера

Установка соединителей.

В качестве соединителей платы с соединителями блока управления выбраны вилки для углового монтажа СНП346-50ВП32, внешний вид представлен на рисунке 29.

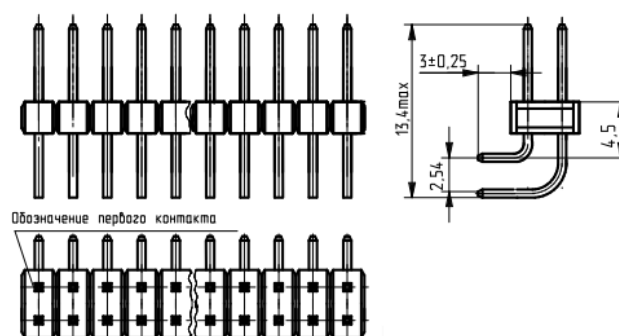


Рисунок 29 – Внешний вид соединителя СНП346-50ВП32

На печатном узле вилки СНП346-50ВП32 монтируются в отверстия диаметром $1\pm 0,1$ мм методом пайки. Для укрепления припаянных контактов вилки ставятся на специальный клей (ВК-9). Монтаж вилки представлен на рисунке 30.

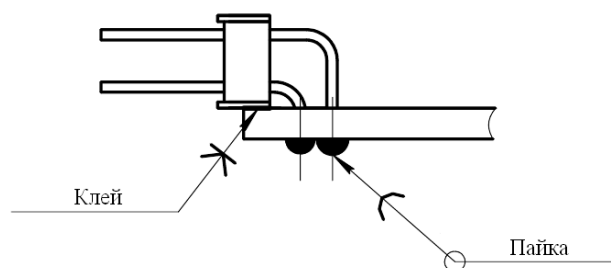


Рисунок 30 – Установка вилки

Установка генератора.

Генератор ГК-109С выполнен в керамическом корпусе и предназначен для поверхностного монтажа в аппаратуре. Габаритные, установочные и присоединительные размеры генератора представлены на рисунке 31.

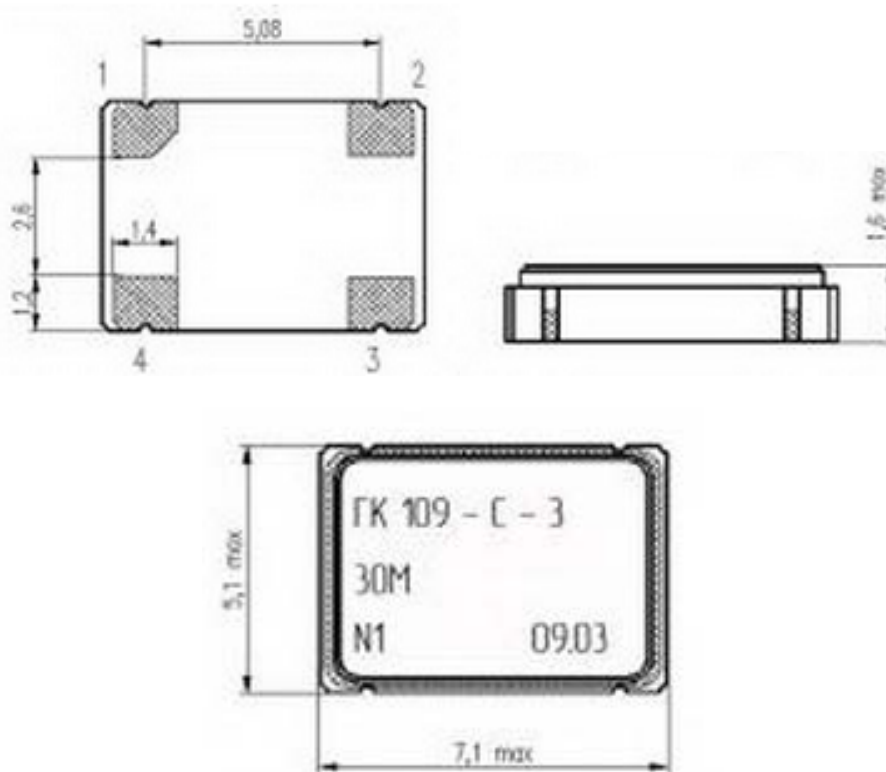


Рисунок 31 – Габаритные, установочные и присоединительные размеры генератора ГК-109С

Способ установки генератора показан на рисунке 32.

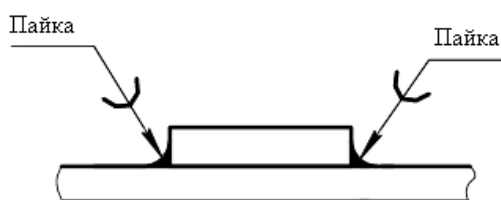


Рисунок 32 – Установка генератора ГК-109С

Установка преобразователя напряжения.

Стабилизатор напряжения 1303ЕНЗ,3 выполнен в металлокерамическом, корпусе. Установка микросхемы 1303ЕНЗ,3 представлена на рисунке 33.

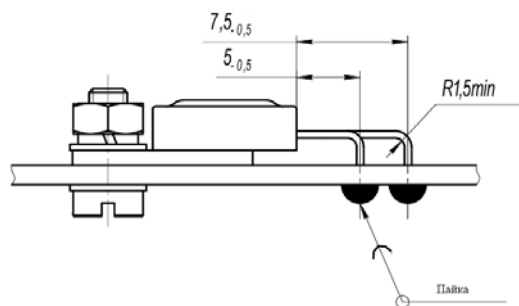


Рисунок 33 – Установка микросхемы стабилизатора напряжения

Установка микросхем приемо-передатчика.

Микросхема 5559ИН4У выполнена в 28-ми выводном металлокерамическом корпусе и устанавливается методом пайки через изолирующую прокладку, как показано на рисунке 34.

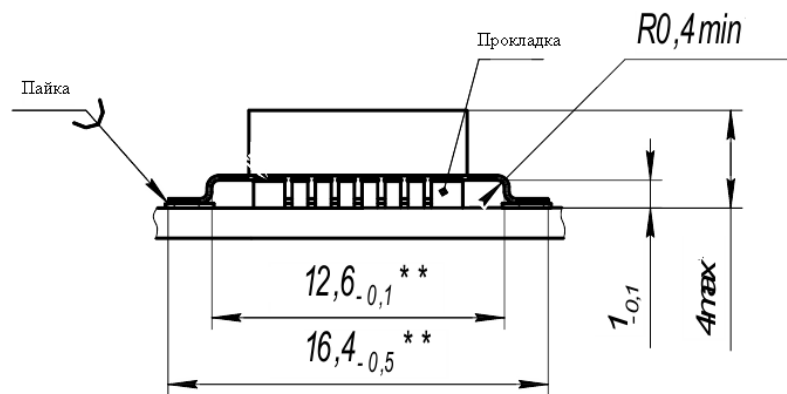


Рисунок 34 – Установка микросхемы приемо-передатчика

Операция 070 паяльная. Способ пайки – волной припоя. Плата с установленными на неё элементами загружается в установку пайки волной припоя Master Wave, производится пайка. Далее её качество проверяется визуально.

Операция 080 электромонтажная. Производят пайку вручную. Операция проводится на монтажном столе СМ1 с помощью паяльника ЭСПН, лупы и пинцета.

Операция 090 очистки. Производится удаление остатков флюса. Очистка производится в ванне ультразвуковой УВ-16М с помощью щетки волосистой, далее производится сушка в вытяжном шкафу ШЗ-НЖ.

Операция 100 лакировочная. В целях защиты печатного узла от коррозии в результате воздействия влаги производится покрытие платы лаком с двух сторон. Затем плата сушится и укладывается в тару. Операция проводится на столе с вытяжной вентиляцией с использованием антистатического браслета, краскораспылителя ТИП 2 СО-71 и специальной тары.

Операция 110 контрольная. Операция представляет собой контроль правильности установки ЭРИ согласно сборочному чертежу, пропайку возможных некачественных паек, устранение возможных перемычек между соседними контактными площадками, обрезку излишков выводов. Производится на монтажном столе СМ1 с использованием паяльника ЭПСН, лупы, бокорезов, антистатического браслета, пинцета, штемпеля ОТК.

Операция 120 маркировочная. На плату наносится обозначение и серийный номер печатного узла краской МКЭ черной. Производится на столе с вытяжной вентиляцией с использованием рейсфедера, салфетки хб.

Операция 130 контрольная. Производится контроль электрических параметров по ГОСТ 23752-79. Производится на монтажном столе СМ1 с использованием мультиметра.

Операция 130 упаковочная. Печатный узел упаковывают в специальную тару и сдают на склад. Производится на цеховом столе.

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

4.3 Расчет расхода времени и материалов.

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

N – число единиц нормирования, шт.

Результаты расчета приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Нормы расхода материалов на операции

Наименование операции	Расходуемый материал	Норма расхода на единицу, г	Число единиц нормир., шт	Расход материала, г
Расконсервация печатной платы	Спирто-нефрасовая смесь по И-248-78	20	1	20
Лужение выводов элементов	Флюс ФКСп согласно НТ-605-88	0,06	109	6,54
	Припой ПОС61 ГОСТ 21930-76	0,1	109	10,9
Наименование операции	Расходуемый материал	Норма расхода на единицу, г	Число единиц нормир., шт	Расход материала, г
Электро-монтаж простых и сложных элементов	Флюс ФКСп согласно НТ-605-88	0,06	125	7,5
	Спирт этиловый	0,04	125	5
	Припой ПОС61 ГОСТ21930-76	0,1	125	12,5
Промывка платы	Спирто-нефрасовая смесь по И-248-78, 70% от массы припоя	70	1	16,4
Покрытие лаком	Лак УР-231 на 1 мм ² площади	0,0006	9900 мм ²	5,94
Маркирование	Краска МКЭ ОСТ 4 ГО.029.204	0,008	530 мм ²	4,24

4.4 Оформление маршрутных карт

Выбор комплекта документов производится в соответствии с ГОСТ 3.1119-89. Для мелкосерийного производства достаточно разработать титульный лист, маршрутные карты. Оформление технологической документации ведется в соответствии с ГОСТ 3.1118-82.

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ действующих систем обнаружения лазерных излучений и противодействия для автономных подвижных объектов показал, что с целью повышения тактико-технических характеристик автономных подвижных объектов необходимо провести модернизацию блока управления пусками.

Суть модернизации в разработке процессорного печатного узла блока управления пусками с внедрением схемы, позволяющей осуществлять контроль заряженности бесконтактно. Печатный узел разработан с применением отечественных комплектующих элементов нового поколения; современных схемотехнические решений; переработки алгоритма работы блока системы обнаружения лазерных излучений и противодействия.

Разработана принципиальная электрическая схема процессорного печатного узла блока управления пусками. Предложено схемотехническое решение на базе современных отечественных электронных компонентов. Осуществлена конструкторско-технологическая реализация. В результате модернизации выросла производительность блока управления, также появилась возможность для работы с более сложными алгоритмами.

В соответствии с требованиями технического задания разработан алгоритм работы блока управления пусками.

при изготовлении опытного образца применялись комплектующие изделия и материалы, которые успешно прошли испытания.

Испытания блока проведены успешно в полном объеме. Блок соответствует требованиям технического задания.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПУСКАМИ СХЕМА
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

БУП.000 ЭЗ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПУСКАМИ
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

БУП.000 ПЭЗ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ В ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.010
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

БУП.010 ЭЗ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.010
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

БУП.010 ПЭЗ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						121
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						123
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						124
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						125
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		126

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.020
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

БУП.020 ЭЗ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		127

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		128

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						129
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
						130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		131

ПРИЛОЖЕНИЕ Е ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ БУП.020
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

БУП.020 ПЭЗ

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		132

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		133

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		134

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		136

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

Данная страница изъята в связи с коммерческой тайной

					ЮУрГУ – 12.04.01.2018.308-520.00 ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		139