

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Автоматика и управление»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

ведущий инженер

\_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ / Л.С. Казаринов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Разработка платы управления источником бесперебойного питания

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 15.04.04.2019.227 ПЗ ВКР

Руководитель проекта

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ / Л.А. Озеров /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор проекта

студент группы КЭ-227

\_\_\_\_\_ / Е.Д. Курбатов /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтролер

к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ / Т.А. Барбасова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Челябинск

2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОБЗОР РАДИОЛОКАТОРА, ПУЛЬТА ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ, МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО КАНАЛОВ, УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ	
1.1 Радиолокатор «АОРЛ-85.019 БУ».....	11
1.2 Пульт технического управления и контроля.....	18
1.3 Модуль обработки сигналов первичного и вторичного каналов.....	19
1.4 Назначение устройства управления источником бесперебойного питания .....	22
1.5 Устройство платы управления источником бесперебойного питания старого образца.....	23
1.6 Описание работы устройства управления источником бесперебойного питания.....	28
1.7 Вывод по главе один.....	35
2 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ	
2.1 Анализ технического задания.....	36
2.2 Общие положения.....	38
2.3 Выбор микроконтроллера.....	39
2.4 Выбор кварцевого резонатора.....	44
2.5 Выбор вторичного источника питания.....	46
2.6 Выбор гальванической развязки.....	53
2.7 Выбор логических КМОП микросхем.....	56
2.8 Вывод по главе два.....	57

### 3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА 1986ВЕ92У

3.1	Разработка управляющей программы.....	58
3.2	Назначение JTAG интерфейса.....	59
3.3	Перечень применяемого оборудования.....	60
3.4	Программирование.....	61
3.5	Вывод по главе три .....	66
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	68
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	75
	Схемы и чертежи.....	75

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АВК	-	аппаратура вторичного канала
АОРЛ	-	аэродромный обзорный радиолокатор
АС	-	антенная система
ИБП	-	источник бесперебойного питания
БПУ	-	блок питания усилителя
БСС	-	блок синхронизации и сопряжения
БС	-	блок сигналов
ВК	-	вторичный канал
ВКУ	-	видеоконтрольное устройство
ДУ	-	дистанционное управление
ЗИП	-	запасные инструменты и приборы
КДП	-	командно-диспетчерский пункт
МОС ПВК	-	модуль обработки сигналов первичного и вторичного каналов
МУ	-	местное управление
ОП	-	объединительная плата
ОПП	-	общий провод питания
ПА	-	плата автоматики
ПЛИС	-	программируемая логическая интегральная схема
ПРД	-	передатчик
ПРД ПК	-	передатчик первичного канала
ПРМ ВК	-	приемник вторичного канала
ПТУК	-	пульт технического управления и контроля
ПЭВМ	-	персональная электронно-вычислительная машина
РЛИ	-	радиолокационная информация
РЛС	-	радиолокационная станция
ТВ	-	терминал выносной

ТД	-	терминал дистанционный
ТИ	-	текущая информация
ТМ	-	терминал местный
ТС	-	техническое состояние
ТУ-ТС	-	телеуправление-телесигнализация
УОВС	-	устройство обработки видеосигналов
УППК	-	устройство приемное первичного канала
ЦУ	-	централизованное управление
ЩА	-	щит аппаратной
ШСС	-	шкаф синхронизации и сопряжения
LVDS	-	низковольтная дифференциальная передача сигналов (англ. low-voltage differential signaling)
MTD	-	обнаружение движущихся целей (moving target detection)
RBS	-	запрос на частоте 1030 МГц, ответ на частоте 1090 МГц международным кодом
SLS	-	подавление боковых лепестков (Side Lobe Suppression)

## ВВЕДЕНИЕ

Уже более полувека Челябинский радиозавод «Полет» участвует в обеспечении безопасности воздушных перевозок на одной шестой части мира. Челябинский радиозавод, созданный в начале 50-х годов для производства сложного радиооборудования для нужд гражданской авиации и Министерства обороны, стал ведущим производителем средств для управления воздушным движением и средств связи. Он является одним из крупнейших предприятий радиотехнической промышленности страны.

Ускорение научно-технического прогресса, развитие автоматизации производственных процессов требует постоянного совершенствования систем сбора и обработки информации. Радиозавод «Полет» также подчинён этой тенденции. Сегодня компания взяла курс на модернизацию и совершенствование своей продукции, приведение ее в соответствие с мировым стандартом, а также разработку принципиально нового оборудования. Учитывая беспокойную политическую обстановку в мире и сильную, на данный момент, зависимость радиозавода «Полёт» от зарубежных партнёров, наиболее приоритетным направлением на производстве стала политика импортозамещения.

В настоящем проекте рассматриваются плата управления источником бесперебойного питания, обеспечивающая контроль подачи питания на модуль обработки сигналов и других узлов радиолокационной станции, а так же позволяет осуществлять контроль сигналов режимов радиолокатора и других управляющих сигналов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка платы устройства управления источником бесперебойного питания, на основе комплектующих отечественного производства, управляемых микроконтроллером 1986BE92У произведённого в компании АО «ПКК Миландр».

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

# 1 ОБЗОР РАДИОЛОКАТОРА, ПУЛЬТА ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ, МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО КАНАЛОВ, УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

## 1.1 Радиолокатор «АОРЛ-85.019 БУ»

Прежде чем приступить к обзору радиолокатора, введем основные понятия и определения, необходимые для знакомства с данной предметной областью и понимания основных идей, заложенных при разработке.

Радиолокация - это область радиотехники, обеспечивающая обнаружение объектов (целей) и определение их пространственных координат и параметров движения с помощью радиотехнических средств и методов. Этот процесс называется радиолокационным наблюдением, а устройства такого назначения радиолокационными станциями (РЛС) или радиолокаторами[1].

Аэродромные обзорные радиолокаторы семейства «АОРЛ-85.019 БУ» предназначены для работы в качестве источника радиолокационной информации для существующих и перспективных систем управления воздушным движением аэродромов и районных центров системы управления воздушным движением. В составе изделия имеется выносная аппаратура, предназначенная для установки на КДП[11].

АОРЛ-85.019 БУ - первично-вторичный аэродромный обзорный радиолокатор, со встроенным вторичным каналом режима «RBS», с размещением двух комплектов основной аппаратуры в одном контейнере, с одной антенной системой, в современном техническом и конструктивном исполнении, предназначен для использования в качестве источника радиолокационной информации о воздушной обстановке для существующих и перспективных систем управления воздушным движением (УВД).

В составе имеется выносная аппаратура, предназначенная для дистанционного управления, наблюдения за состоянием изделия и сопряжения с системами УВД.

АОРЛ обеспечивает:

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- прием, обработку и преобразование радиолокационной информации, получаемой по первичному и вторичному каналам;
- трансляцию радиолокационной информации в аналоговом виде по двум широкополосным, кабельным линиям и цифровую информацию в кодированном виде по телефонным проводам на КДП на расстояние до 3 км;
- отображение на экране контрольного монитора АПОИ «ПРИОР» аналоговой и цифровой координатной информации первичного канала, а также отображение цифровой координатной и полетной информации в режиме асинхронной работы ПК и ВК, либо аналоговой и цифровой координатной и дополнительной информации вторичного канала в режиме синхронной работы ПК и ВК;
- дистанционное управление работой и отображение состояния на выносной аппаратуре командно-диспетчерского пункта по проводам с использованием аппаратуры ТУ-ТС.

Выносная аппаратура КДП на расстоянии до 3 км обеспечивает:

- дистанционное управление;
- получение информации о состоянии АОРЛ;
- выдачу служебных сообщений для обмена информацией с аппаратурой отображения;
- сопряжение с системами отображения информации: «2Комета-2М», «НОРД», КСА УВД «Альфа», «КАРМ ДРУ», «КОРИНФ».
- По своему функциональному назначению АОРЛ состоит из:
  - антенно-фидерного тракта;
  - вторичного радиолокационного канала с запросом на частоте 1030 МГц и приемом на частотах 740 и 1090 МГц;
  - первичного радиолокационного канала (ПРК) с общими для всех радиолокационных каналов схемами контроля, управления и трансляции.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



Антенно-фидерный тракт включает в себя совмещенную антенну ПК и ВК, а также фидерный тракт для передачи излучаемых импульсов в антенну и передачи принимаемых сигналов в аппаратуру обработки.

Вторичный канал является аэродромно-обзорным и предназначен для обнаружения самолетов, оборудованных ответчиками (работающими как в отечественном, так и в международном диапазонах), а также для получения от воздушного судна (ВС) дополнительной полетной информации (бортового номера, высоты полета, остатка топлива).

Первичный радиолокационный канал является аэродромно-обзорным. Он выдает радиолокационную информацию обо всех самолетах, находящихся в зоне действия АОРЛ независимо от наличия на борту самолетных ответчиков.

В составе АОРЛ предусмотрена аппаратура автоматического управления его работой. Она выполняет следующие функции:

- обеспечивает последовательное включение и отключение составных частей АОРЛ;
- производит автоматический непрерывный контроль за состоянием аппаратуры АОРЛ и ее работоспособностью с выдачей и отображением сигналов неисправностей и аварий;
- обеспечивает аварийное отключение аппаратуры при выходе из строя с запоминанием состояния "Авария" вышедшего из строя устройства;
- поддерживает необходимый температурный режим в аппаратной и агрегатной при различных условиях окружающей среды.

В каждом функционально законченном устройстве имеются цепи управления и контроля, которые связаны автоматикой изделия. Устройства аппаратуры автоматики на основе полученных данных автоматически принимают решение на выработку сигналов «Норма», «Ухудшение» или «Авария». Эти сигналы через устройство сопряжения с автоматикой и аппаратуру ТУ-ТС поступают на КДП.

Под неисправностью АОРЛ понимается такое состояние изделия, при котором затрудняется его эксплуатация, но основные параметры находятся в пределах требований. Критерии неисправности следующие:

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- выход из строя одного из комплектов изделия, при этом работа продолжается на другом комплекте АОРЛ;
- выход из строя вспомогательных устройств, пульта управления.

Под отказом понимается выход из строя: либо первичного канала обоих комплектов, либо вторичного канала обоих комплектов, либо разноименных каналов в двух комплектах, при этом радиолокационная и дополнительная информация на экранах диспетчера отсутствует более 12 секунд.

АОРЛ состоит из аппаратной, агрегатной, антенной системы, аппаратуры КДП.

В АОРЛ входят первичный канал (ПК), излучающий импульсы длительностью частотно-модулированных сигналов ( $29,0 \pm 2,0$ ) мкс (после сжатия ( $1,5 \pm 0,3$ ) мкс) и немодулированных сигналов длительностью ( $2,5 \pm 0,5$ ) мкс, с мощностью в импульсе не менее 25 кВт, и вторичный канал (ВК), излучающий группы до 4-х импульсов в узком луче и одиночные импульсы всенаправленно. Мощность импульсов ВК на выходе передатчика - не менее 1,3 кВт. ПК имеет два независимых комплекта аппаратуры, основной и резервный комплекты, работающих при синхронных запусках излучений. ВК также имеет два независимых комплекта аппаратуры, которые работают как в синхронных, так и при асинхронных запусках излучений относительно ПК.

Передатчик первичного канала (ПРД ПК) предназначен для формирования и усиления высокочастотного сигнала первичного канала АОРЛ до необходимой длительности и мощности. В ПРД ПК осуществляется усиление высокочастотного импульсного сигнала «ЛЧМ» или монохроматического (в зависимости от режима работы).

Шкаф приемных устройств первичного канала (УППК) предназначен для генерирования и формирования сигнала с линейно-частотной модуляцией, усиления и детектирования, отраженных от целей сигналов с последующей обработкой, с выделением отметок от движущихся целей на фоне отражений от местных предметов.

					<b>150404.2019.220 ПЗ ВКР</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Шкаф аппаратуры вторичного канала (АВК) предназначен для генерирования высокочастотного сигнала импульсной мощностью не менее 1,3 кВт международного частотного диапазона и приема ответного сигнала самолетных ответчиков отечественного и международного диапазонов, усиления их, детектирования и подавления сигналов, принятых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны.

Аппаратура первичной обработки информации (АПОИ) предназначена для приема информации, поступающей с выхода аппаратуры УОВС (входит в состав УППК), выделения видеоинформации по первичному каналу (ПК) на фоне шумов приемника и помех, обнаружения пакетов радиолокационных сигналов и определение их координат (обнаружения и определения координат воздушных судов ВС), а также, по вторичному каналу, для декодирования, определения координат ВС и обработки дополнительной информации, поступающей с бортов самолетов, оборудованных радиолокационными ответчиками, работающими в режимах «УВД» и «RBS», и для объединения информации, поступающей от одного самолета по первичному и вторичному каналам, формирования сообщений по цепям и выдачи информации в узкополосную линию связи.

Шкаф аппаратуры синхронизации и сопряжения (ШСС) предназначен для формирования импульсных сигналов запусков, стробирования, бланкирования и формирования тактовых последовательностей, синхронизирующих работу аппаратуры АОРЛ.

Пульт технического управления и контроля (ПТУК) предназначен для визуального наблюдения воздушной обстановки в зоне действия АОРЛ с целью контроля функционирования его радиолокационных каналов, отображения технического состояния (ТС), для включения, отключения и управления работой АОРЛ в режимах местного управления РЛС (ЦУ и МУ) с панели управления РЛС.

Щит аппаратной (ЩА) предназначен для распределения электроэнергии по составным частям аппаратной.

Опора предназначена для вращения антенн АОРЛ приводом вращения, передачи сигналов с неподвижной части во вращающуюся часть токосъемником и

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

трехканальным блоком вращательных переходов, а также для установки датчика углового положения антенны.

Антенно-фидерный тракт предназначен для передачи импульсной мощности передатчиков по фидерам до антенных облучателей, формирования диаграмм направленности первичного и вторичного каналов, приема сигнала отраженного от цели и ответного сигнала самолетного ответчика, передачу и разделение принятых сигналов высокой частоты по приемникам АОРЛ с минимальными потерями.

Аппаратура жизнеобеспечения предназначена для создания условий по эксплуатации аппаратуры АОРЛ (кондиционирование, обдув, обогрев, охранная и пожарная сигнализации, светоограждение). Аппаратура обогрева и кондиционирования обеспечивает температурный режим внутри контейнеров от 278 К до 313 К (от +5° С до + 40° С) при температуре окружающей среды от 223 К до 323 К (от минус 50° С до + 50° С).

Преобразователь сети (применены два преобразователя типа ПСЧ-15К) предназначен для преобразования трехфазного электрического тока частотой 50 Гц в трехфазный электрический ток частотой 400 Гц и обеспечивает поддержание выходного напряжения с отклонением  $\pm 1\%$  от среднего регулируемого значения при установившемся тепловом режиме и одном и том же значении любой нагрузки преобразователя, лежащей в пределах от 0 до 100% от номинальной, и номинальном коэффициенте мощности (0,85). Один преобразователь ПСЧ-15К обеспечивает питанием оба комплекта изделия. Второй преобразователь является резервным. Переход с работающего комплекта ПСЧ-15К на резервный можно произвести без отключения аппаратуры АОРЛ.

В АОРЛ имеется система обнаружения неисправностей функционально законченных устройств:

- передатчиков ПК;
- приемников ПК;
- передатчиков ВК;

					<b>150404.2019.220 ПЗ ВКР</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

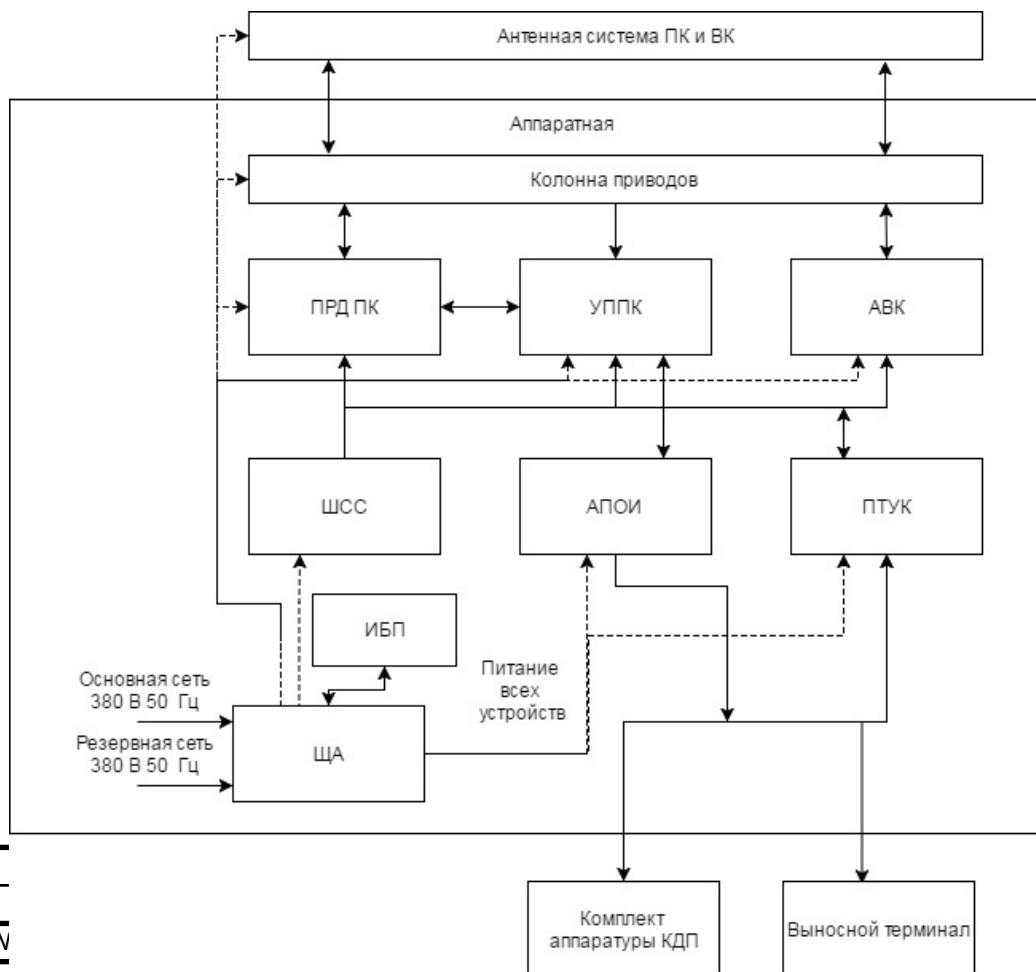
- приемников ВК;
- устройств обработки видеосигналов;
- устройств синхронизации;
- централизованных источников питания;
- привода вращения.

Состояние данных функционально законченных устройств отображается на панели РЛС и передних панелях щитов, шкафов и блоков при помощи световой сигнализации.

Сигналы состояния функционально законченных узлов каждого комплекта (Норма, Авария, Ухудшение) поступают на соответствующее устройство управления и индикации РЛС.

Устройства индикации РЛС, расположенные в щите аппаратной, обрабатывают и выдают сигналы состояния функционально законченных узлов для индикации на панели РЛС, выносном терминале и КДП, укрупнённая структурная схема АОРЛ-85.019 БУ представлена в приложении А.

Структурная схема АОРЛ приведена на рисунке 1.1.



Изм.	Лист	N
------	------	---

## Рисунок 1.1 - Структурная схема АОРЛ

### 1.2 Пульт технического управления и контроля

ПТУК является специализированным аппаратно-программным комплексом, предназначенным для выбора режима работы, приема сигналов управления от панели управления, приёма сигналов состояний от аппаратуры и их обработку, выдачи сигналов управления на основную аппаратуру и отображение сигналов состояния функционально законченных устройств, по которым выдаётся индикация на мнемосхемы панелей управления терминала дистанционного (ТД), терминала выносного (ТВ) и терминала местного (ТМ) [26]. Структурная схема ПТУК представлена в приложении А.

ПТУК обеспечивает включение, отключение и управление работой аппаратуры АОРЛ в соответствии с принятым алгоритмом:

- с панели РЛС (ПРЛС) из состава блока ТУ-ТС, в режиме централизованного управления «ЦУ». В режиме местного управления «МУ» обеспечивает подачу сигнала на включение и отключение аппаратуры АОРЛ;
- с панели управления РЛС (мнемосхема на мониторе) терминала местного в режиме «ЦУ». В режиме местного управления «МУ» обеспечивает подачу сигнала на включение и отключение аппаратуры АОРЛ;
- с панели управления РЛС (мнемосхема на мониторе) терминалов дистанционного и выносного (из состава выносной аппаратуры), в режиме дистанционного управления («ДУ») по интерфейсу RS-232. Терминал дистанционный выполнен с применением промышленного персонального компьютера, терминал выносной выполнен с применением ноутбука.

ПТУК обеспечивает:

- передачу сигналов состояния и прием команд (для передачи их в аппаратуру автоматики для управления работой АОРЛ) с ТД по двум линиям связи (основной и резервной), а также с ТВ по одной линии связи;
- приём информации состояния с блоков УППК «1» и УШЖ «2» по разным шинам обмена интерфейсов RS-485, соответственно на платы автоматики 1-го, или 2-го комплектов аппаратуры, в формате протокола «MODBUS»

						Лист
					150404.2019.220 ПЗ ВКР	18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кроме того, ПТУК по отдельным интерфейсам RS-232 получает информацию о состоянии в ПРД ПК, ПРД ВК и ИБП.

В состав ПТУК входят:

- блок ТУ-ТС;
- KVM переключатель;
- модуль обработки сигналов первичного и вторичного каналов (2 шт.) – основной (рабочий) терминал и резервный установленный в ПТУК в выключенном состоянии и служит в качестве ЗИП;
- источник бесперебойного питания;
- периферия (монитор, клавиатура, манипулятор «Мышь», модем, блок розеток, кабели соединительные).

KVM переключатель - устройство, предназначенное для коммутации одного комплекта устройств ввода-вывода между несколькими компьютерами.

Структурная схема ПТУК приведена на рисунке 1.2.

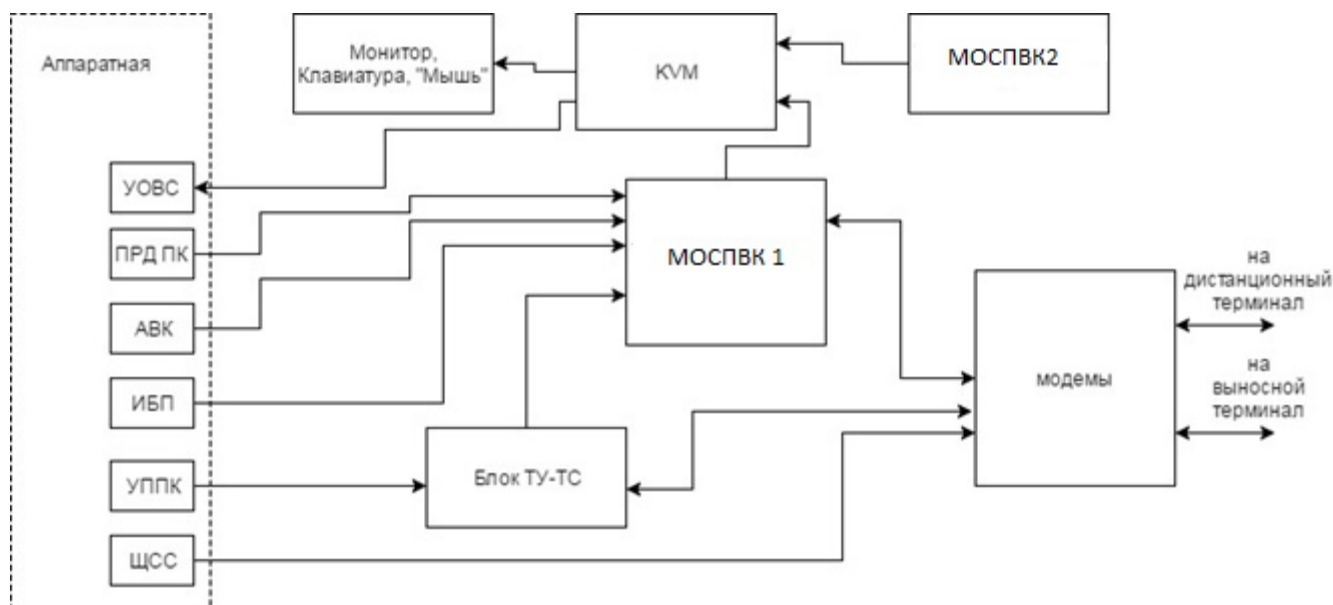


Рисунок 1.2 - Структурная схема ПТУК

1.3 Модуль обработки сигналов первичного вторичного каналов МОС ПВК является специализированным аппаратно-программным комплексом, предназначенным для обработки радиолокационной информации, выделения целей и определения их координат ПК и ВК, образования единой

информационной посылки, содержащей координаты целей и дополнительную информацию, получаемую по вторичному каналу, для обеспечения передачи цифровой информации через линию связи, и для формирования аналогового сигнала ПК для передачи на КДП.

МОС ПВК должен обеспечивать решение следующих задач:

- прием от ПРЛ сигналов ЧМ и МОНО на промежуточной частоте 20 МГц с шириной спектра не более 1 МГц;
- сжатие сигналов с низким уровнем боковых лепестков;
- адаптивную селекцию сигналов ПК, отраженных от движущихся объектов;
- автоматическое обнаружение сигналов от целей по первичному каналу и определение координат ВС;
- приема от шкафа приемника ВК сигналов в режимах «УВД» и «RBS»;
- автоматическое обнаружение и декодирование ответных сигналов ВРЛ в режимах «УВД» и «RBS» и определение координат с привязкой к ним дополнительной информации;
- межобзорной и траекторной обработки информации;
- объединение информации, полученной по первичному и вторичному каналам;
- отображение на контрольном мониторе результатов приема и обработки радиолокационной информации;
- передачу кодограммной информации потребителю по СОМ порту. Номенклатура цепей связи, параметры сигналов, кодограммы данных и алгоритмы обмена конкретизируются в протоколах сопряжения с системами отображения информации;
- формирование аналогового сигнала обработки ПК;
- функционального самоконтроля и выдачи сигнала состояния на аппаратуру ТУ-ТС;
- протоколирования данных с выхода обработки каналов ПК и ВК, данных объединения, данных, передаваемых по СОМ порту, и параметров работы модуля МОС ПВК;

					<i>150404.2019.220 ПЗ ВКР</i>	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



–записи оцифрованной аналоговой радиолокационной информации канала обработки ПК с выхода цифрового фазового детектора, фильтра сжатия, фильтра СДЦ (МТД) и фильтра МЕТЕО карты.

Узел управления обеспечивает местное управление блоком: включение/отключение питания; отключение фильтра СДЦ (МТД); отключение фильтра сжатия; включение выдачи на КДП карты МЕТЕО; принудительный сброс процессора промышленного компьютера; принудительный перезапуск программы обработки первичного канала. Узел индикации осуществляет индикацию на панели блока и режимов работы блока:

- включение блока;
- работа в штатном режиме;
- работа без фильтра СДЦ (МТД);
- работа без фильтра сжатия;
- режим выдачи на КДП карты МЕТЕО;
- состояние блока.

Узел контроля выполнен программно и обеспечивает контроль качества всего тракта обработки ПК и ВК, контроль наличия входных управляющих сигналов и выдачу на аппаратуру ТУ-ТС и на переднюю панель блока объединенного сигнала состояния.

Питание блока осуществляется двумя питающими напряжениями:  $(27,0 \pm 2,7)$  В от сети РЛС и  $\sim (220,0 \pm 4,4)$  В от источника бесперебойного питания GE Net Pro 600 MD. Источник питания PS-300ATX формирует для плат модуля МОС ПВК следующие питающие напряжения: 3,3 В (26 А); 5 В (30 А); 12 В (12 А); минус 5 В (0,5 А); минус 12 В (0,8 А).

Структурная схема МОС ПВК приведена на рисунке 1.3.

					<b>150404.2019.220 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

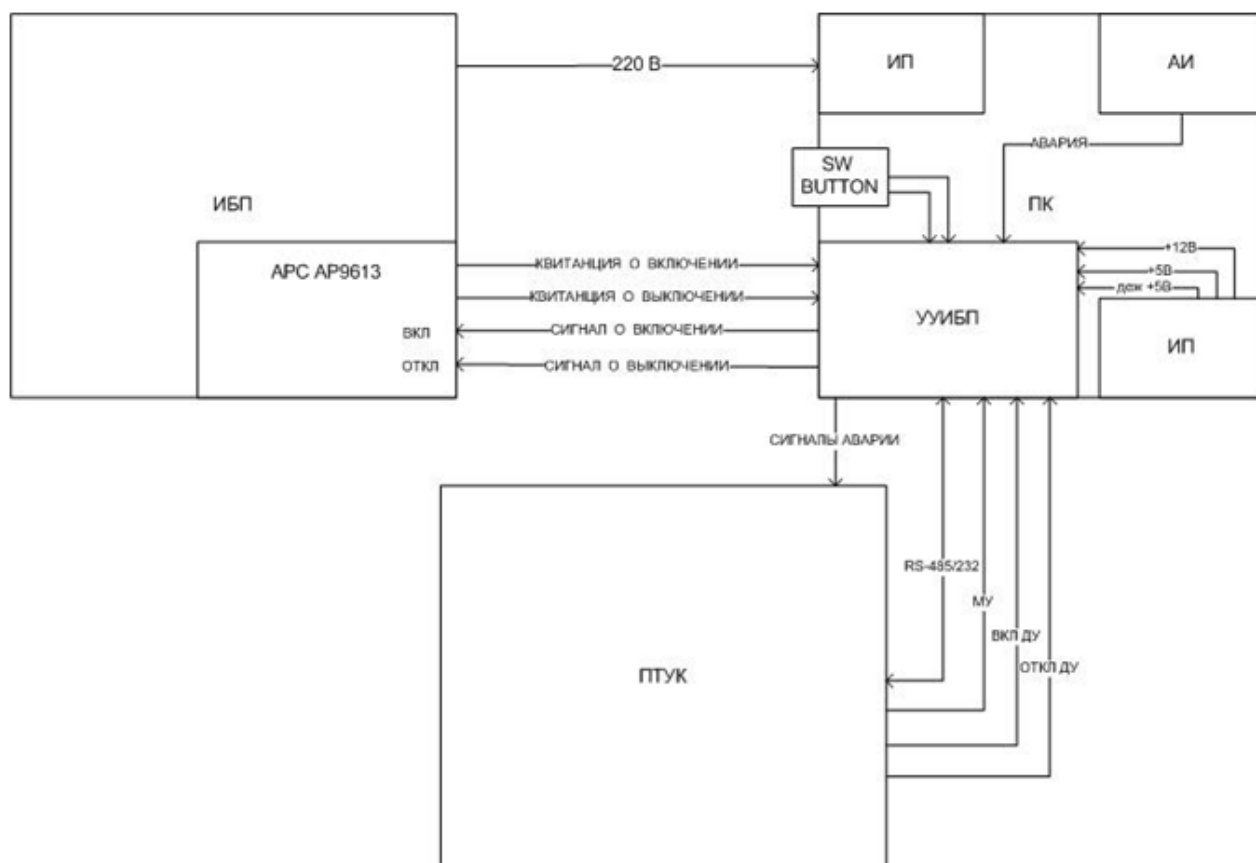


Рисунок 1.3 - Структурная схема МОС ПВК

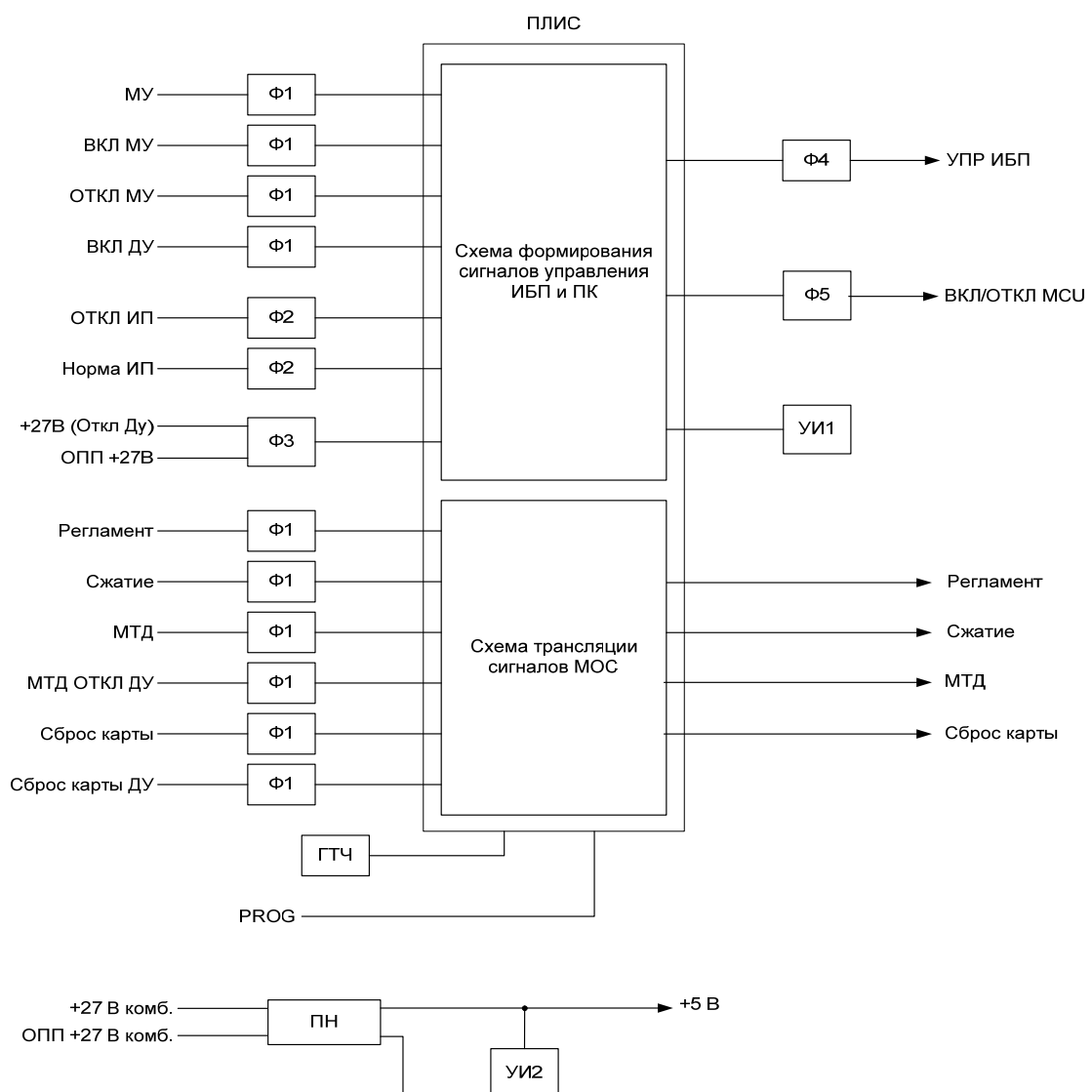
#### 1.4 Назначение устройства управления источником бесперебойного питания

УУИБП предназначено для формирования сигналов включения и выключения модуля обработки сигналов (МОС), сигналов включения и выключения источника бесперебойного питания (ИБП), трансляции сигналов МОС (РЕГЛАМЕНТ, СЖАТИЕ МТД, СБРОС КАРТЫ). Данное устройство будет входить в состав шкафа УОВС-3, который является частью радиолокатора АОРЛ-1АС. Питание платы будет осуществляться непосредственно от источника питания РЛС подаваемого на нее непосредственно через шкаф.

## 1.5 Устройство платы управления источником бесперебойного питания старого образца

УУИБП состоит из формирователей входных (Ф1, Ф2, Ф3) и выходных (Ф4, Ф5) сигналов, программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), генератора тактовой частоты (ГТЧ), преобразователя постоянного напряжения (ПН) и элементов индикации[32].

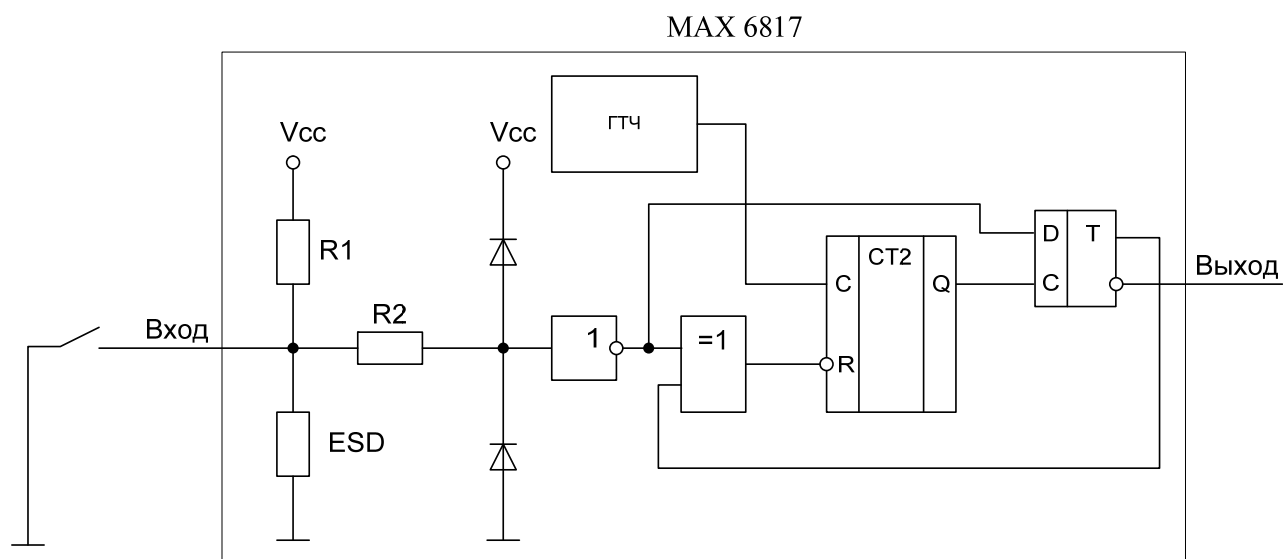
Структурная схема платы приведена на рисунке 1.4.



Ф1-Ф5 - формирователи сигналов;  
 УИ1, УИ2 - устройства индикации;  
 ГТЧ - генератор тактовой частоты;  
 ПН - преобразователь постоянного напряжения;  
 ПЛИС - программируемая логическая интегральная схема;

Рисунок 1.4 - Функциональная схема УУИБП

Формирователи входных сигналов Ф1, реализованы на микросхемах DD1-DD5, MAX 6817 EUT-T фирмы «Maxim», представляют собой буферный формирователь с противодребезговой защитой и защитой от статического напряжения до 8 кВ. Функциональная схема микросхемы MAX 6817 представлена на рисунке 1.5.



ESD - устройство защиты от электростатического напряжения.

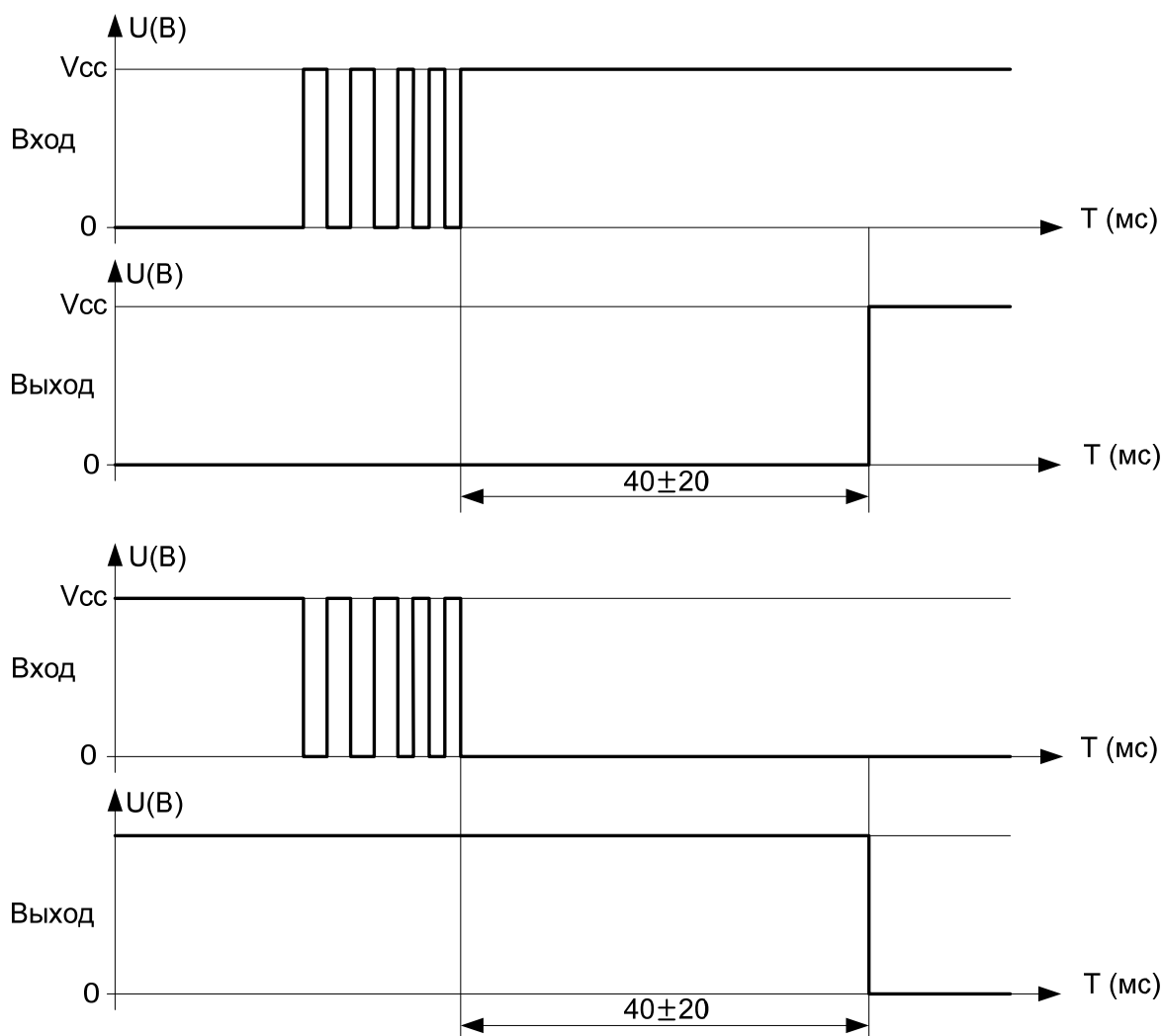
ГТЧ - генератор тактовой частоты.

Vcc - напряжение питания.

Рисунок 1.5 - Функциональная схема микросхемы MAX 6817

Для формирования устойчивого управляющего сигнала в формирователе на микросхеме DD5 введена дополнительная гальваническая развязка по сигналам МЕТЕО ДУ, МТД ОТКЛ ДУ на оптроне DA5.

Работа противодребезговой защиты показана на рисунке 1.6.



$V_{cc}$  - напряжение питания микросхемы.

Рисунок 1.6 - Работа противдребезговой защиты микросхемы MAX 6817

Микросхемы DD1-DD5 формируют сигнал напряжением высокого логического уровня от 4 до 5 В и напряжением низкого логического уровня от 0 до 0.4 В. Если входное напряжение микросхемы находится в диапазоне от -27 до 0.8 В, то на выходе микросхемы будет низкий логический уровень. Если входное напряжение микросхемы находится в диапазоне от 2.4 до 25 В, то на выходе микросхемы будет высокий логический уровень[51].

Формирователи входных сигналов Ф2, реализованные на микросхемах DD6, DD7, представляют собой триггер Шмидта с ТТЛ уровнями. Триггер Шмидта обладает меньшей чувствительностью к помехам, чем стандартная схема И-НЕ благодаря своей переходной характеристике, которая представляет собой петлю

гистерезиса. Данная характеристика изображена на рисунке 4. Петля гистерезиса характеризует разность напряжений между положительным ( $U_T^+$ ) и отрицательным ( $U_T^-$ ) порогами срабатывания. Порог  $U_T^+$  представляет собой входное напряжение высокого уровня, которое возрастает до переключения триггера из состояния высокого уровня напряжения в низкое, а порог  $U_T^-$  - напряжение низкого уровня, до которого должно снизиться входное напряжение до переключения из состояния низкого уровня напряжения в высокое.

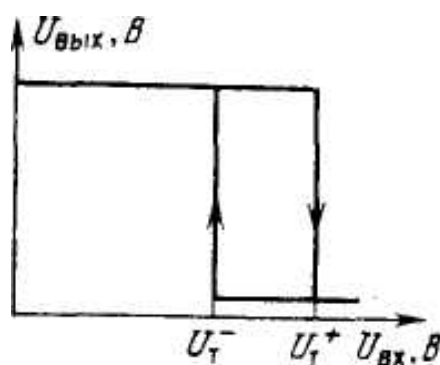


Рисунок 1.7 - Типовая переходная характеристика триггера Шмидта

Логические элементы со свойствами триггера Шмита имеют внутреннюю положительную обратную связь, глубина которой подобрана так, чтобы получить передаточную характеристику со значительным гистерезисом. Выходной сигнал логического элемента Шмитта имеет крутые импульсные перепады, длительность которых не зависит от скорости нарастания или спада входного сигнала. Импульсные перепады во времени соответствуют моментам, когда входной сигнал превышает напряжение срабатывания и становится меньше, чем напряжение отпускания.

Формирователь входного сигнала ФЗ, реализованный на элементах DA2, DD7.2, DA1.5, R8 преобразует входное напряжение +27В в напряжение ТТЛ уровня, осуществляет гальваническую развязку между входной цепью +27 В и платой. На вывод «ОПП +27В» подается напряжение 0В, на вывод «+27В ОТКЛ ДУ» подается напряжение +27В. При подаче +27В на вывод «+27В (ОТКЛ ДУ)» замыкается ключ DA2, на выходе формирователя будет напряжение U(1). В противном случае на выходе формирователя будет напряжение U(0).

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 1.6 Описание работы устройства управления источником бесперебойного питания

Во время работы УУИБП может находиться в четырех состояниях. Первое состояние - исходное состояние. В этом состоянии выход ИБП цепи питания МОС «~220В» отключен, модуль обработки сигналов не работает. Второе состояние - состояние включения МОС. Третье состояние - состояние работы МОС, в этом состоянии на выходе ИБП цепи питания МОС «~220В» присутствует напряжение. Четвертое состояния - состояние выключения МОС. Переход из первого во второе состояние производится при подаче сигналов включения. После завершения процедуры включения УУИБП переходит в третье состояние. Из третьего состояния возможен переход как в четвертое, так и в первое состояния. Переход в первое состояние производится если выключился МОС без сигналов выключения. Переход в четвертое состояние производится при подаче сигналов выключения, после выключения МОС УУИБП переходит в первое состояние.

Управление УУИБП может производиться в режиме местного управления и в режиме дистанционного управления. Для перевода УУИБП в режим местного управления на вывод ХР1.5 «МУ» необходимо подать напряжение  $U(0)$ . Работа устройства УУИБП в режиме дистанционного управления. Для перевода УУИБП в режим дистанционного управления на вывод ХР1.5 «МУ» необходимо подать напряжение  $U(1)$ , или обеспечить «разрыв» цепи.

В момент подачи напряжения питания на УУИБП, происходит сброс УУИБП. Время сброса 0,5с, в течении этого времени светится светодиод VD1 «ИНД». После сброса УУИБП переходит в исходное состояние.

В исходном состоянии на выводе DA4.2 «ВКЛ ПК» присутствует напряжение  $U(1)$ , в цепи питания МОС «~220В» напряжение отсутствует. Ключи DA4, DA6 разомкнуты. Светодиод VD1 «ИНД» не светится. Свечение светодиода VD2 «+5В» показывает присутствие на УУИБП напряжение питания.

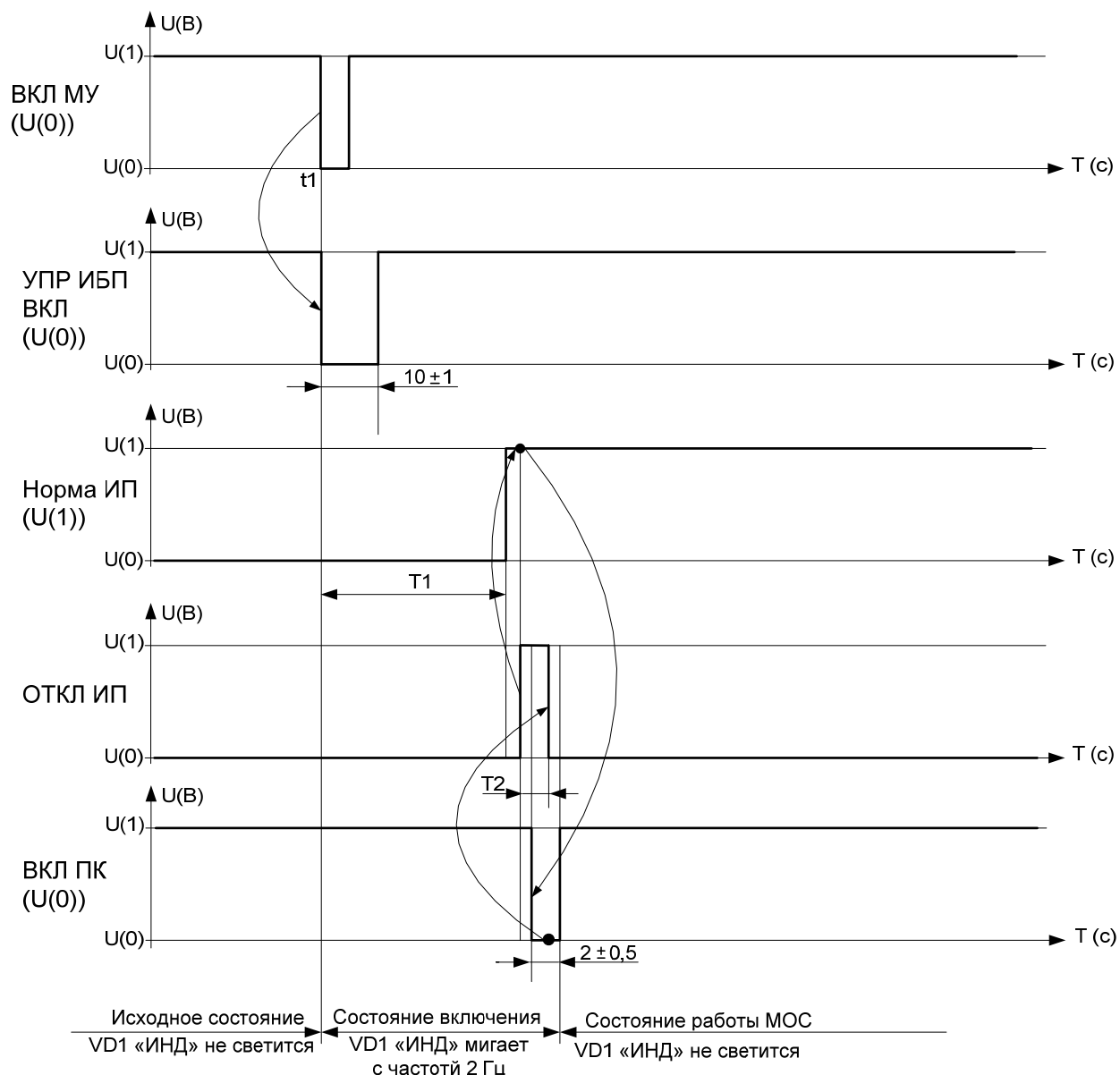
					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Включение МОС в режиме местного управления. Временная диаграмма процесса включения МОС показана на рисунке 1.8. Спад напряжения сигнала «ВКЛ МУ» вызывает появление  $U(0)$  на выводе «УПР ИБП ВКЛ». Фронт напряжения сигнала «ОТКЛ ИП» одновременно со значением  $U(1)$  сигнала «Норма ИП» вызывает отрицательный прямоугольный импульс сигнала «ВКЛ ПК», после этого УУИБП переходит в состояние работы. Интервалы времени  $T1$  и  $T2$  устанавливаются внешним устройством. Если интервал времени  $T1$  больше 60с или  $T2$  больше 30с, то УУИБП переходит в исходное состояние. Если в течении времени  $T1$  поступит спад напряжения сигнала «ОТКЛ МУ» то УУИБП перейдет в исходное состояние.

В состоянии работы в цепи питания МОС присутствует напряжение 220 В. На выводах ХР2.3 и ХР3.3 присутствует напряжение  $U(1)$ , на выводах ХР2.1 и ХР3.1 - напряжение  $U(0)$ . В цепи «ВКЛ ПК» напряжение  $U(1)$ .

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$t_1$  - момент подачи сигнала  $U(0)$  на вывод ХР1.21 «ВКЛ МУ»

$T_1$  - интервал времени от 1 до 10 с.

$T_2$  - интервал времени от 0.5 до 10 с, ответ на сигнал «ВКЛ ПК».

Рисунок 1.8 - Включение МОС в режиме местного управления

Включение МОС в режиме дистанционного управления. Временная диаграмма процесса включения МОС показана на рисунке 1.9. Фронт напряжения сигнала «ОТКЛ ДУ» вызывает появление напряжения  $U(0)$  сигнала «УПР ИБП ВКЛ». Фронт напряжения сигнала «ОТКЛ ИП» одновременно со значением  $U(1)$  сигнала «Норма ИП» вызывает отрицательный прямоугольный импульс сигнала «ВКЛ ПК», после этого УУИБП переходит в состояние работы. Интервалы

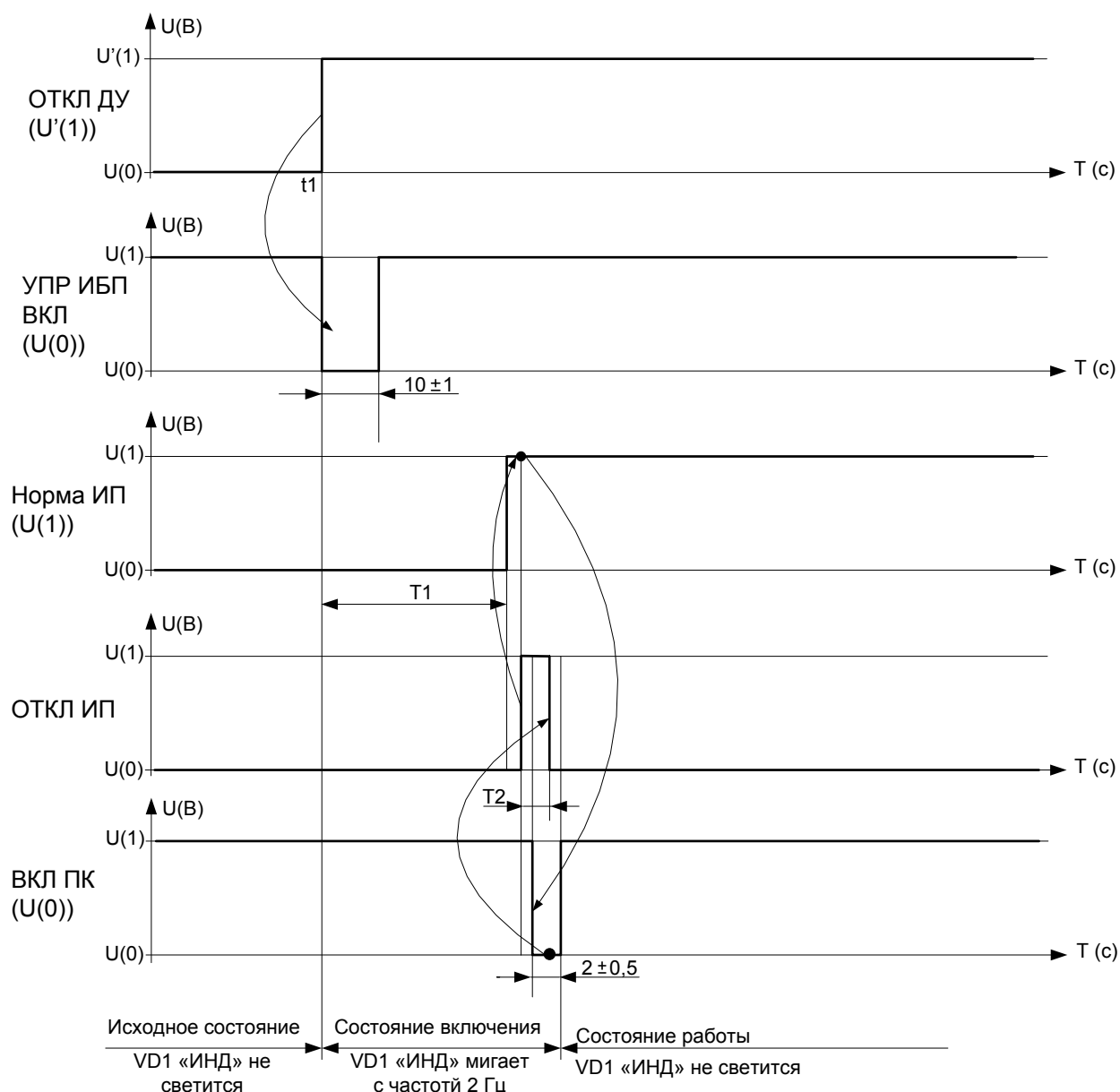
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150404.2019.220 ПЗ ВКР

Лист

30

времени  $T1$  и  $T2$  устанавливаются внешним устройством. Если интервал времени  $T1$  больше 60с или  $T2$  больше 30с, то УУИБП переходит в исходное состояние.



$t1$  - момент подачи сигнала  $U(0)$  на вывод ХР1.21 «ВКЛ МУ»

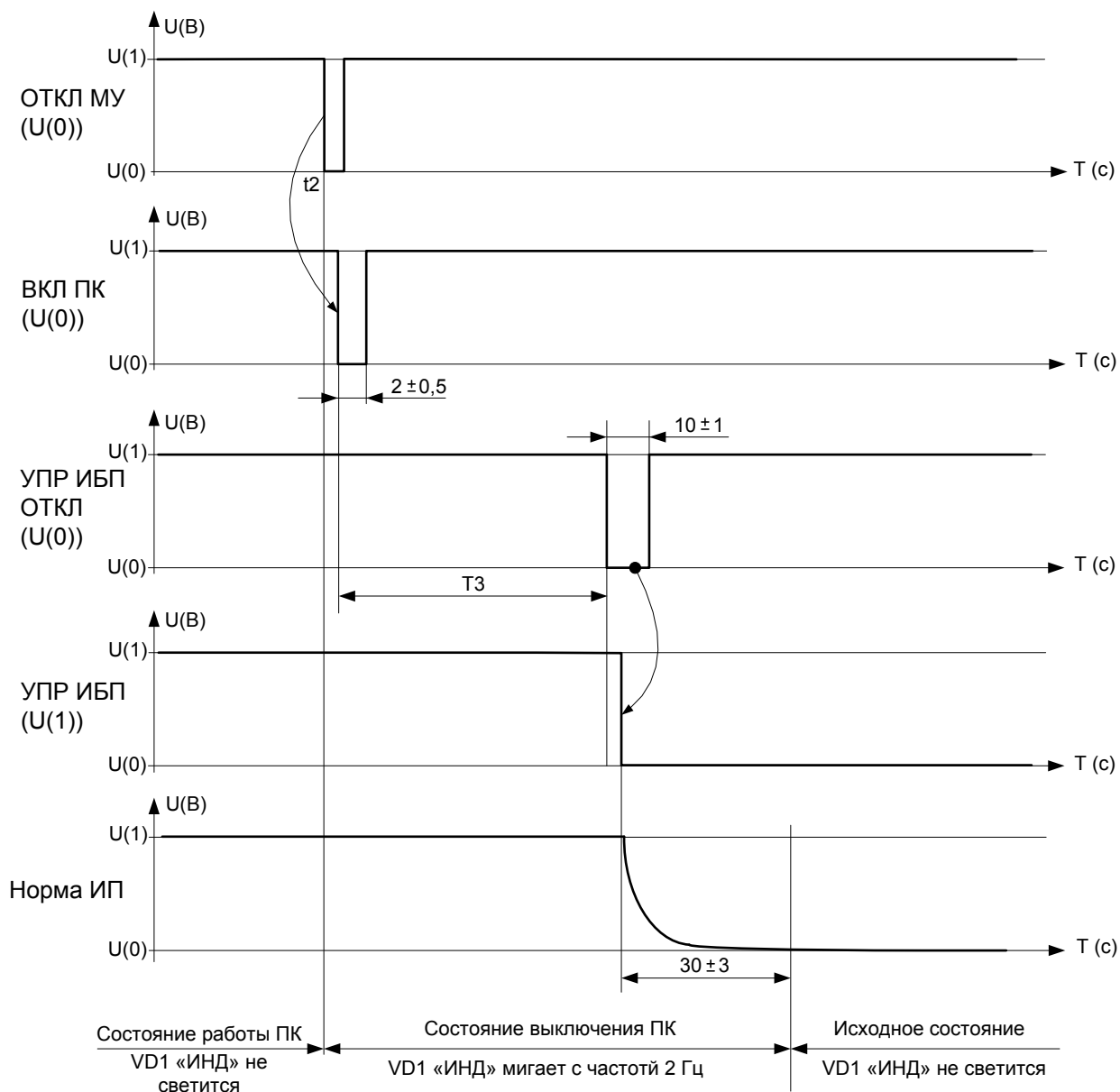
$T1$  - интервал времени от 10 до 50 с.

$T2$  - интервал времени от 0.5 до 10 с, ответ на сигнал «ВКЛ ПК».

Рисунок 1.9 - Включение МОС в режиме дистанционного управления

Выключение МОС в режиме местного управления. Временная диаграмма процесса выключения ПК показана на рисунке 1.10. Спад напряжения сигнала «ОТКЛ МУ» вызывает появление отрицательного импульса длительностью  $2\pm 0,5$ с. Далее УУИБП ждет появление фронта напряжения

сигнала «ОТКЛ ИБП». Фронт напряжения сигнала «ОТКЛ ИП» вызывает появления напряжения  $U(0)$  сигнала «УПР ИБП ОТКЛ», спустя 30 с после этого сигнала УУИБП переходит в исходное состояние. Интервалы времени  $T1$  и  $T2$  устанавливаются внешним устройством.



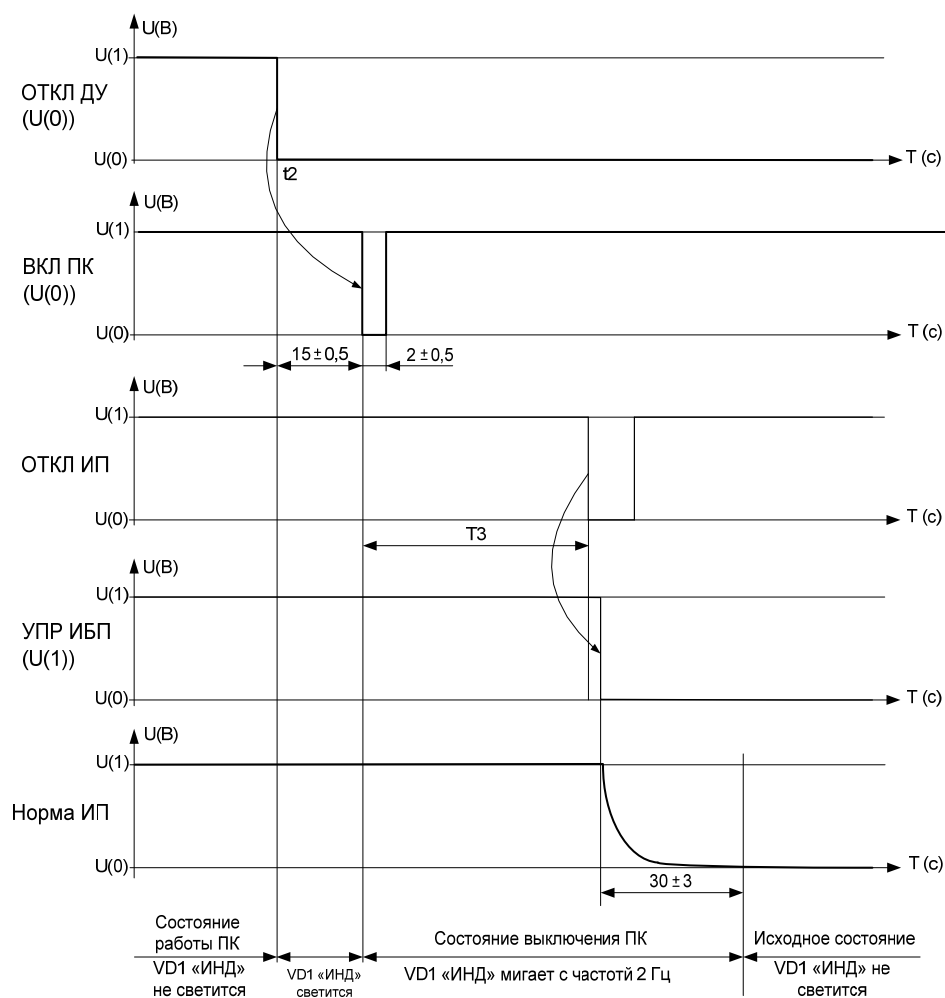
$t_2$  - момент подачи сигнала  $U(0)$  на вывод ХР1.22 «ОТКЛ МУ»

$T_3$  - интервал времени от 10 до 300 с.

Рисунок 1.10 - Выключение МОС в режиме местного управления

Выключение МОС в режиме дистанционного управления. Временная диаграмма процесса выключения МОС показана на рисунке 1.11. Страница

напряжения сигнала «ОТКЛ ДУ» после 15с (в течении 15с VD1 «Инд.» светится) вызывает появление отрицательного импульса длительностью  $2 \pm 0,5$ с. Если в течении 15с пришел фронт сигнала «ОТКЛ ДУ», то УУИБП возвращается в исходное состояние. После фронта сигнала «ОТКЛ ДУ» УУИБП ждет появления фронта напряжения сигнала «ОТКЛ ИБП». Фронт напряжения сигнала «ОТКЛ ИП» вызывает появления напряжения  $U(0)$  сигнала «УПР ИБП ОТКЛ», спустя 30 с после этого сигнала УУИБП переходит в исходное состояние. Интервалы времени  $T_1$  и  $T_2$  устанавливаются внешним устройством.



$t_2$  - момент подачи сигнала  $U(0)$  на вывод ХР1.22 «ОТКЛ МУ»  
 $T_3$  - интервал времени от 10 до 50 с.

Рисунок 1.11 - Выключение МОС в режиме дистанционного управления

Обработка исключительных ситуаций. В результате возникновения исключительной ситуации УУИБП сразу переходит в исходное состояние. Набор исключительных ситуаций представлен ниже:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

- интервал времени T1 (рисунки 1.5, 1.7) больше 60с;
- интервал времени T2 (рисунки 1.5, 1.7) больше 30с;
- в режиме местного управления, в течение интервала времени T1 подан спад напряжения сигнала «ОТКЛ МУ»;
- в режиме дистанционного управления, в течение интервала времени T1 подан фронт напряжения сигнала «ОТКЛ ДУ»;
- в состоянии работы МОС, подан фронт сигнала «ОТКЛ ИП».

Трансляция сигналов МОС. Схема трансляции сигналов МОС представлена на рисунке 1.12 и работает в соответствии с логикой формирования выходных сигналов, представленной в таблице 1.

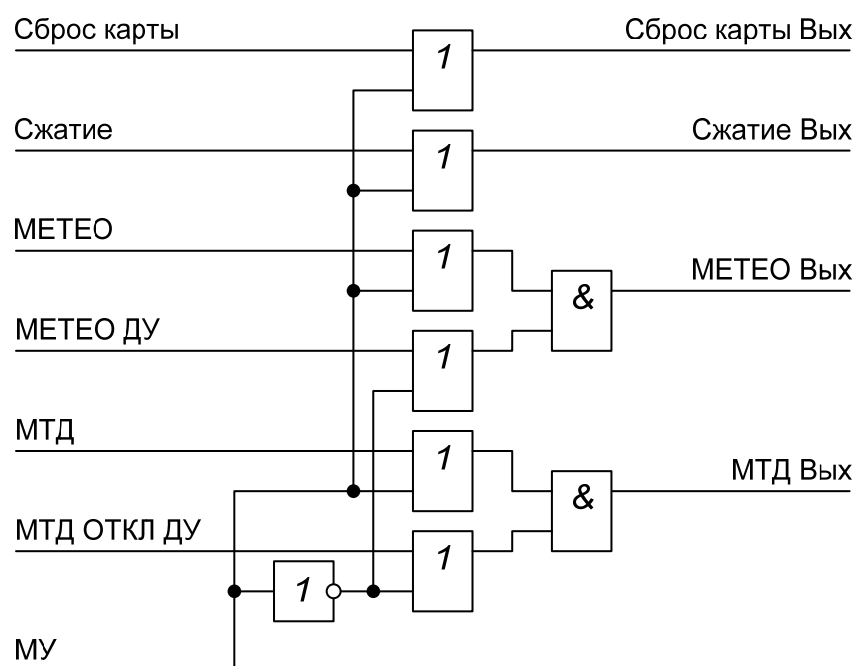


Рисунок 1.12 - Схема трансляции сигналов МОС

Вх. сигнал	Вых. сигнал			
МУ	Сброс карты	Сжатие	МЕТЕО	МТД

0	Сброс карты	Сжатие	МЕТЕО	МТД
1	1	1	МЕТЕО ДУ	МТД ДУ

Таблица 1 - Таблица истинности

### 1.7 Вывод по главе один

В данной главе произвели обзор радиолокатора и принципа его работы, рассмотрели основные функции и устройство пульта технического управления и контроля. Рассмотрены функциональные и структурные особенности модуля обработки сигналов первичного и вторичного каналов. Описаны работа и устройство платы управления источником бесперебойного питания старого образца.

## 2 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

### 2.1 Анализ технического задания

Устройство управления источником бесперебойного питания должно выполнять функцию формирования сигналов включения/отключения ИБП в функциональном соответствии принципа работы блока питания АТХ, формирование служебных сигналов блока МОС, а так же содержать в своём составе стабилизированный преобразователь DC-DC сетевого напряжения РЛС +27В в напряжение +5В, для обеспечения питания внутренних узлов платы и блока МОС. Напряжение +5В вывести наружу. Разработка устройства должна вестись в соответствии с европейскими стандартами т.к. шкаф в который будет устанавливаться эта плата, сделан по евро стандартам, но полностью на базе комплектующих отечественного производства. Питания платы осуществляется через шкаф и составляет 27В, а у некоторых элементов напряжение питания составляет 5В и при этом надо осуществить вывод питания 5В за пределы платы, было принято решение установить преобразователь постоянного напряжения DC/DC (модуль питания МДМ5-1В05МУВ производства ООО «Аедон» для преобразования с 27 вольт до 5 вольт и микросхемы КФ1158ЕН3.3Г производства фирмы «НТЦ СИТ» для преобразования с 5 вольт до 3 вольт). Для более надежной работы, а точнее для стабильного запуска модуля питания МДМ5-1В05МУВ и микросхемы КФ1158ЕН3.3Г было принято установить резисторы, способствующие своевременному и корректному запуску микросхем.

Управляющим органом, обеспечивающим основные функции, связанные с работой платы будет выполнять микросхема фирмы «ПКК Миландр» из семейства 1986ВЕ92У, такое решение обусловлено тем, что современные тенденции развития техники имеют предпочтительно цифровой характер, нежели исполнение в логическом варианте, а так же экономически выгоднее

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36



использование одного микроконтроллера, нежели большого количества логических элементов. Микроконтроллер будет обеспечивать переключение между местным и дистанционным управлением, а так же формирование служебных сигналов РЛС, используемых в работе блока МОС (Метео, Сжатие, МТД, Сброс карты) в соответствии с местным и дистанционным режимами управления[22-25].

Устройство должно обеспечивать индикацию рабочих режимов для этого на плату будут установлены 2 схемы индикации, выполненные на 2х светодиодах с поверхностным монтажом и один светодиод для вывода на внешнюю панель платы. Так же установим на все светодиоды защитные резисторы. Количество схем индикации было выбрано исходя из принципа - один светодиод для индикации Включения ИБП, второй для индикации включения УИБП, а третий для индикации режима работы радиолокационной станции[38-41].

Для возможности перепрограммирования микроконтроллера, а также для отладки установим на микросхему порт JTAG через который будет обеспечиваться загрузка программ конфигурации непосредственно в микроконтроллер[34].

В соответствии с техническим заданием для модернизации данного устройства было принято установить COM порт, для реализации интерфейсов RS-232 и RS-485, через которые в дальнейшем будет осуществляться коммутация платы управления источником бесперебойного питания с другими электронными устройствами, входящими в состав пульта технического управления и контроля , а так же для преобразования напряжения в 12В. Интерфейс RS-232 реализован микросхемой 5559ИН1Т, а интерфейс RS-485 реализован микросхемой 5559ИН21Т.

Для защиты входных сигналов от дребезга установим микросхемы 1554ЛН1Т, так же для защиты входных сигналов будут установлены микросхемы, представляющие собой триггер Шмидта.

Для защиты выходных сигналов от перенапряжения будут установлены гальванические развязки, реализованные микросхемами К293КП3АТ.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.2 Общие положения

Как следует из технического задания, плата управления источником бесперебойного питания должна быть спроектирована в соответствии с европейскими стандартами. При проектировании устройства необходимо учесть применяемую номенклатуру разъемов, наиболее подходящими из применяемых на предприятии является разъемы:

- вилка СНП268-9ВП32-1-3-В для обмена данными по интерфейсу RS-485;
- вилка СНП268-15ВП32-1-3-В для обмена данными по интерфейсу RS-232;
- соединитель СНП347-10ВП21-В необходимый для получения сигнала об аварии с платы аналоговых интерфейсов, которая выполняет функцию синхронизации плат автоматики пульта технического управления и контроля;
- вилка DP04PRP-Н АУК применяется для контроля дежурных напряжений 5 и 12 вольт с блока питания модуля обработки сигналов первичного и вторичного каналов.

Проектируемое устройство должно быть разработано на основе элементов нашедших применение на предприятии, и применение которых имеет определенный опыт. Предпочтение отдается продукции хорошо себя зарекомендовавшей. В настоящее время российская промышленность микроэлектроники достигла существенных результатов в разработке микроконтроллеров на базе зарубежных ядер Cortex M3, поэтому управляющим органом платы управления источником бесперебойного питания были выбраны микроконтроллеры компании «ПКК Миландр»[70-76].

Данное устройство должно быть спроектировано на основе поверхностного монтажа как наиболее перспективного способа (меньше габариты, поддается автоматизации, более технологично и надежно). Это в свою очередь накладывает

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

требования на применение радиоэлектронных компонентов с выводами, расположенными параллельно плоскости корпуса, т.е. применительно к

управляющим устройствам предусматривается использование корпусов четвертой группы (для поверхностного монтажа). Тем более, что корпуса микросхем, имеющих полный температурный рабочий диапазон, как правило, и принадлежат к четвертой группе[80-81].

### 2.3 Выбор микроконтроллера

Одна из проблем, стоящих перед создателями современных средств обработки информации - поиск компромисса между скоростью и универсальностью. Современные микроконтроллеры, при минимальном составе периферии, способны выполнить практически любой алгоритм, начиная с элементарных задач вычисления, заканчивая серьезными задачами многопоточного преобразования сигналов большой мощности.

При грамотном выборе и должной настройке микроконтроллеры на данную проблему можно получить микросхему, которая будет значительно меньше, дешевле и быстрее, чем универсальный программируемый микропроцессор или программируемые логические интегральные схемы. Алгоритмы современных микроконтроллеров могут быть модифицированы практически в любой момент в процессе их работы. К тому микроконтроллеры, разработанные недавно, поддерживают сразу несколько языков программирования, включая и низкоуровневые. Раньше в большинстве микропроцессоров функции логических блоков были фиксированы и не могли модифицироваться. Сейчас же в современных микроконтроллерах и функциональные блоки, и конфигурация соединений между ними могут меняться с помощью специальных сигналов, посылаемых ему. В некоторых ASIC-микросхемах используются логические матрицы (так называемые Базовые Матричные Кристаллы - БМК), аналогичные ПЛИС по структуре, однако они конфигурируются раз и навсегда в процессе производства путем «прожига», в то время как микроконтроллеры могут

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150404.2019.220 ПЗ ВКР					

постоянно перепрограммироваться и менять алгоритмы взаимодействия периферии с блоками ввода-вывода[60-65].

Микроконтроллеры представляют собой комплекс на одном кристалле микропроцессора и периферийных устройств с интегрированными устройствами ввода-вывода, таймерами аналого-цифровыми преобразователями, цифро-аналоговыми преобразователями и другими периферийными устройствами.

Разрабатываемое устройство требует достаточно высокое быстродействие, чтобы отказаться от использования микроконтроллеров, но и в свою очередь и не требует такой быстроты и качества, какое реализовано в микросхемах ASIC. Поэтому выбрана будет именно микроконтроллер, в качестве центрального управляющего устройства.

В соответствии со всем вышесказанным, и учитывая основную задачу импортозамещения, будет использоваться микроконтроллер семейства 1986BE92У, производства фирмы «ПКК Миландр».

Микроконтроллеры серий 1986BE9х, К1986BE9х и К1986BE92QI, К1986BE92QC построены на основании высокопроизводительного процессорного RISC ядра ARM Cortex-M3, в составе которого внутренняя 128 килобайтная Flash-память программ и 32 килобайтная ОЗУ. Микроконтроллеры работают на тактовой частоте до 80 мегагерц. Микроконтроллеры этих серий не все взаимозаменяемые, взаимозаменяемыми являются микроконтроллеры 1986BE92У и К1986BE92QI. Различие между этими микроконтроллерами заключается лишь в типах и размерах корпусах, 1986BE92У применяется для военного производства и имеет более массивный металлический корпус для более агрессивных климатических условий, К1986BE92QI применяется для коммерческого использования и имеет небольшой керамический корпус с более узким климатическим диапазоном[40-42].

На рисунке 2.1 изображены основные характеристики микроконтроллеров серий 1986BE9х и К1986BE92QI.

					<i>150404.2019.220 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						40
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

	<b>1986BE91T 1986BE94T</b>	<b>1986BE92Y, K1986BE92QI</b>	<b>1986BE93Y</b>
<b>Корпус</b>	4229.132-3, LQFP144,100 (*)	H18.64-1B, LQFP64	H16.48-1B
<b>Ядро</b>	ARM Cortex-M3		
<b>ПЗУ</b>	128 Кбайт Flash		
<b>ОЗУ</b>	32 Кбайт		
<b>Питание</b>	2.2...3.6В		
<b>Частота</b>	80 МГц		
<b>Температура</b>	минус 60°С...+125°С (**)		
<b>USER IO</b>	96	43	30
<b>USB</b>	Device и Host FS (до 12 Мбит/с), встроенный PHY		
<b>UART</b>	2	2	2
<b>CAN</b>	2	2	2
<b>SPI</b>	2	2	1
<b>I2C</b>	1	1	нет
<b>2xADC 12 разрядов 1 Мвыб/с</b>	16 каналов	8 каналов	4 канала
<b>DAC 12 разрядов</b>	2	1	1
<b>Компаратор</b>	3 входа	2 входа	2 входа
<b>Внешняя шина</b>	32 разряда	8 разрядов	нет

Рисунок 2.1 - Основные характеристики микроконтроллеров серий  
1986BE9x и K1986BE92QI

Периферия у этих микроконтроллеров включает в себя:

- USB интерфейс со встроенным аналоговым приёмопередатчиком, скорость которого варьируется от 1.5 мегабит в секунду до 12 мегабит в секунду;
- UART интерфейс;
- SPI интерфейс;
- I2C интерфейс;
- Контроллер внешней системной шины, позволяющей управлять микросхемами статического ОЗУ и ПЗУ, NAND Flash-памятью и другими внешними устройствами;
- три шестнадцатиразрядных таймера с четырьмя каналами схем захвата и ШИМ с функциями формирования «мёртвой зоны» и аппаратной блокировки;

- двадцатичетырехразрядный таймер;
- два сторожевых таймера;
- два двенадцатиразрядных высокоскоростных, развивающие скорость до половины миллиона выборок в секунду, аналого-цифровых преобразователя, с возможностью оцифровки информации от шестнадцати внешних каналов и от встроенных датчиков температуры и опорного напряжения;
- два двенадцатиразрядных цифро-аналоговых преобразователя;
- встроенный компаратор с тремя входами и внутренней шкалой напряжения.

1986BE9x могут работать в режимах малого энергопотребления или высокоскоростном, при помощи настроек энергопотребления можно достигнуть снижения энергопотребления свыше 50%.

Управлять энергопотреблением периферийных устройств микроконтроллера можно по отдельности, часть устройств в периоды использования могут работать в режиме высокого энергопотребления, а остальные, не участвующие в работе, в режимах низкого энергопотребления: Sleep, Deep Sleep и Standby.

Дополнительные возможности микроконтроллеров серии 1986BE9x:

- встроенные RC генераторы HSI (8 МГц) и LSI (40 кГц) и внешние генераторы HSE (2...16 МГц) и LSE (32 кГц) и две схемы умножения тактовой частоты PLL для ядра и USB интерфейса позволяют гибко настраивать скорость работы микроконтроллеров[39];
- архитектура системы памяти за счет матрицы системных шин позволяет минимизировать возможные конфликты при работе системы и повысить общую производительность. Контроллер DMA позволяет ускорить обмен информацией между ОЗУ и периферией без участия процессорного ядра;
- встроенный регулятор, предназначенный для формирования питания внутренней цифровой части, формирует напряжение 1,8 В и не требует дополнительных внешних элементов. Таким образом, для работы

микроконтроллера достаточно одного внешнего напряжения питания в диапазоне от 2,2 до 3,6 В. Также в микроконтроллерах реализован батарейный домен, работающий от внешней батареи, который предназначен для обеспечения функций часов реального времени и сохранения некоторого объема данных при отсутствии основного питания. Встроенные детекторы напряжения питания могут отслеживать уровень внешнего основного питания, уровень напряжения питания на батарее. Аппаратные схемы сброса при просадке питания позволяют исключить сбойную работу микросхемы при выходе уровня напряжения питания за допустимые пределы[28].

На рисунке 2.2 представлена структурная блок-схема микроконтроллеров серии 1986BE9х.

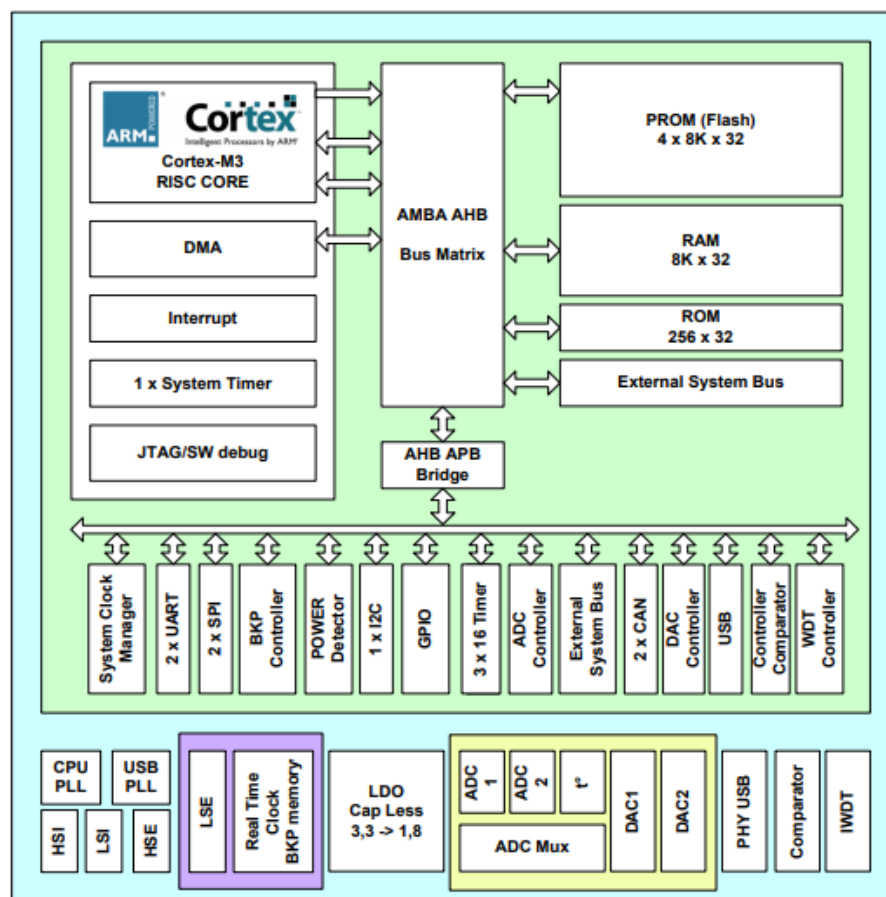


Рисунок 2.2 - Структурная блок-схема микроконтроллеров серии 1986BE9х.

Стоит заметить, что микроконтроллеры из семейства 1986BE9x от компании «ПКК Миландр», являются прямыми аналогами микроконтроллеров семейства Stm32fx, в типовых корпусах, но со значительно увеличенной мощностью и функционалом. Это позволяет разрабатывать устройства подходящие как для военных нужд нашей страны, так и для зарубежных поставок, не производя серьёзных структурных изменений устройств изделия. На рисунке 2.3 представлена сравнительная характеристика микроконтроллеров серии 1986BE9x и Stm32fx[52].

	<b>Stm32f0</b>	<b>1986BE92Y</b>
<b>Корпус</b>	H18.64-1B, LQFP64	UFQFN32, LQFP32, LQFP48,LQFP64
<b>Ядро</b>	ARM Cortex-M0	ARM Cortex-M3
<b>ПЗУ</b>	До 64кбайт Flash	128 Кбайт Flash
<b>ОЗУ</b>	8кбайт	32 кбайт
<b>Питание</b>	2...3.6В	2.2...3.6В
<b>Частота</b>	48МГц	80 МГц
<b>Температура</b>	-40°C ...+105°C	- 60°C...+125°C
<b>Коммуникационные интерфейсы</b>	I2C, USART, SPI, I2S,HDMI	I2C, USART, SPI, CAN,HDMI

Рисунок 2.3 - Сравнительная характеристика микроконтроллеров серии 1986BE9x и Stm32fx

#### 2.4 Выбор кварцевого резонатора

Учитывая выбор микроконтроллера, для тактирования его частоты, необходимо выбрать мощный кварцевый резонатор, который обеспечит стабильную работу во всех режимах работы, при достаточно агрессивных климатических условиях.

Кварцевый резонатор РК386М-Т1 - это малогабаритный прецизионный кварцевый резонатор, в SMD корпусе, с часовой частотой от 3500 кГц до 150 мегагерц обеспечивающий стабильную выходную частоту при температуре от -



60°C до +80°C. Частота на выходе РК386М-Т1 отличается высокой точностью и стабильностью в течение больших промежутков времени, с частотной нестабильностью в указанном температурном диапазоне  $\pm 1 \times 10^{-6}$ .

Гарантированная точность измерения времени для часов, имеющих тактовый генератор на РК386М-Т1, составляет  $\pm 1$  минута в год при диапазоне рабочих температур от 0 до 40°C. При изменении температуры от -60 до 80°C точность хода часов составляет  $\pm 4$  минуты в год.

На рисунке 2.4 представлено визуальное и размерное представление кварцевого резонатора РК386М-Т1 в SMD корпусе.

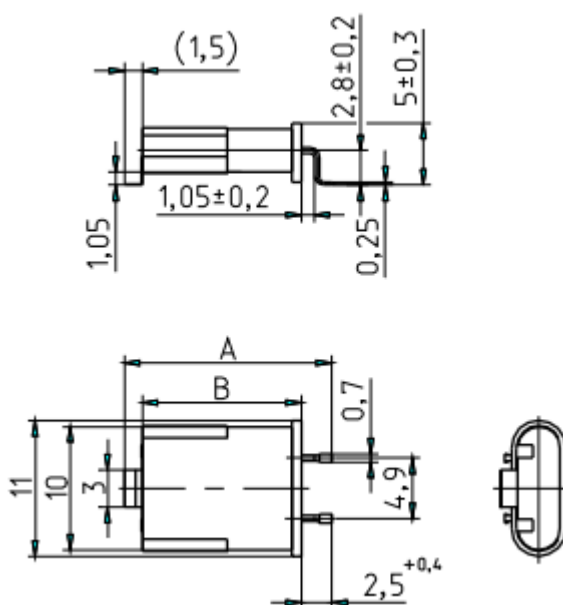


Рисунок 2.4 - Визуальное и размерное представление кварцевого резонатора РК386М-Т1 в SMD корпусе

Диапазон напряжений основного питания РК386М-Т1 - от 4,5 до 5,5 вольт, номинальное напряжение, подаваемое на вход резервного питания, составляет 3 В (2,7...3,5 В). Калибровка частоты не требуется. Микросхемы выпускаются в корпусах DIP14, SO16-300 (широкий SOIC), SMD различных размеров. Все корпуса выпускаются как для коммерческого (0...+70°C) так и промышленного (-60...+80°C) диапазонов температур. Так же есть возможность индивидуальных заказов резонаторов с размерами, корпусами, характеристиками и гармониками,

необходимыми для проектов, что открывает широкие перспективы для модификации и замены уже выпущенных устройств[68].

## 2.5 Выбор вторичного источника питания

Практически любое функционально законченное электронное устройство имеет на входе источник вторичного электропитания (ИВЭП), который обеспечивает его электроэнергией необходимого качества и мощности.

Бурное развитие элементной базы и технологии производства определяет постоянное совершенствование ИВЭП в направлении уменьшения габаритов и веса, повышения КПД, уменьшения наводимых и излучаемых помех, снижения пульсаций выходного напряжения и др. при условии сохранения или снижения цены[76].

Современный рынок ИВЭП характеризуется постоянным появлением новых фирм-производителей и обострением конкуренции. Это заставляет фирмы выпускать различные типы как АС/DC, так и DC/DC преобразователей, мощностью от долей ватта до десятков киловатт, одно и многоканальные, в разных конструктивных исполнениях и адаптированных к работе в различных условиях эксплуатации. В результате номенклатура продукции фирм-производителей состоит из десятков типов и сотен типонаименований ИВЭП, при использовании которых потребитель имеет возможность спроектировать собственную систему электропитания, практически любой сложности и конфигурации[27].

В России в связи с улучшением экономической обстановки и некоторого роста промышленного производства прослеживаются те же закономерности — на рынок, кроме известных фирм, таких как Ericsson, Artesyn, Astec, Melcer, Lambda, Lucent Technologies, выходят новые: Huawei, Traco, FranMar, Minmax, Brandner и многие другие в основном дальневосточного происхождения.

Отечественные производители ИВЭП также ежегодно увеличивают объемы производства и продаж и постоянно расширяют ассортимент.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Следует отметить, что развитие ИВЭП идет в сторону их стандартизации по электрическим, механическим, надежностным и конструктивным параметрам - они все более становятся похожими на традиционные электронные компоненты.

Это позволяет покупателю иметь возможность в выборе компании-изготовителя, страховку от возможного сбоя в поставках ИВЭП (есть другие производители) и снижать цену на изделие (фирмы из-за конкуренции вынуждены снижать собственные затраты).

Узлы радиолокационной станции АОРЛ-85.019 БУ питаются от напряжения 27 вольт. Исходя из этого, необходимо выбрать преобразователи напряжения с 27 вольт до нужных +3,3 вольт, для питания цепей используем DC/DC преобразователь напряжений. На предприятии уже используются преобразователи МП «Ирбис» [27].

Компания «ММП-Ирбис», основываясь на данных мирового и собственного маркетинга ИВЭП, разработала и освоила в серийном производстве несколько новых типов модулей питания на выходные мощности 1, 5, 6, 10 и 20 Вт.

Наиболее подходящей моделью из всей линейки подходит пятиватная модель. Она относится к унифицированной серии и имеет многочисленные аналоги среди зарубежных модулей, например TEN5 (фирма Traco), ВХА5 (Artesyn), DFC5 (Melcher), НG5 (Huawei). Модели такого номинала мощности имеют высокий коэффициент загрузки и хорошие показатели выходного тока.

Проведя более тщательное исследование преобразователей пятиватной линейки компании МП «Ирбис», выяснилось, что основная часть комплектующих зарубежного производства, а это не подходит под программу импортозамещения.

Было принято решение использовать вторичные источники питания компании ООО «Аедон» трёхватного номинала мощности, которые обладают аналогичными характеристиками, но в отличие от преобразователей компании МП «Ирбис», данные преобразователи имеют комплектацию полностью отечественного производства.

					<i>150404.2019.220 ПЗ ВКР</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Серия МДМ5-В модулей питания представляет собой одноканальные, двухканальные или трёхканальные высокоэффективные трёхваттные преобразователи, изготовленные с использованием технологии поверхностного монтажа на отечественной элементной базе.

Малые габариты и вес, высокий коэффициент полезного действия равный 83%, внешнее включение, низкопрофильный металлический корпус, гальваническая развязка, высокая стабильность выходного напряжения, защита от перегрузки и короткого замыкания, наличие защиты от перенапряжения позволяют использовать модули и как законченные устройства электропитания, и как составные части более сложных систем вторичного электропитания.

Благодаря хорошим динамическим характеристикам блоки данной серии, кроме питания радиоэлектронной аппаратуры широкого назначения, могут быть использованы и для питания различных типов двигателей. Габаритные размеры, расположение выводов, входные и выходные характеристики совпадают с аналогичными модулями зарубежных и отечественных производителей[28].

Преобразователи в зависимости от исполнения они имеют один или два гальванически развязанных выходных канала, могут включаться и выключаться по команде, имеют полный комплекс защит от перегрузки по току, короткого замыкания, перегрева, могут включаться параллельно и последовательно, могут иметь следующие выходные напряжения:

- 5 вольт;
- 12 вольт;
- 15 вольт;
- 24 вольт;
- 27 вольт.

А так же выходные токи от 0,1 ампера до 1,2 ампера. На рисунке 2.5 приведена упрощенная электрическая преобразователей напряжения серии МДМ5-В.

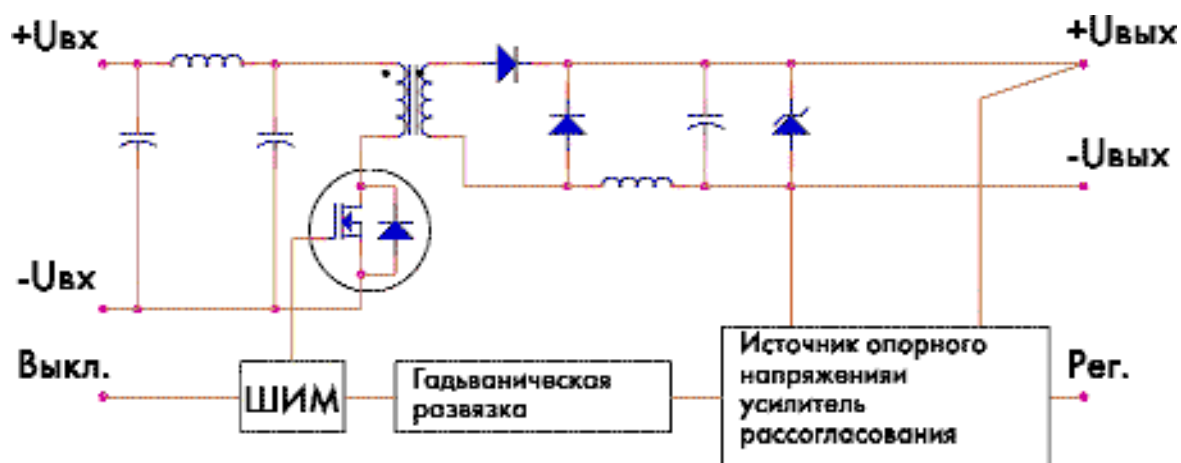


Рисунок 2.5 - Упрощенная электрическая схема преобразователей напряжения серии МДМ5-В

Типовые выходные параметры преобразователей напряжения серии МДМ5-В:

- точность установки выходного напряжения  $\pm 2\%$ ;
- регулировка выходного напряжения  $\pm 5\%$  от номинального напряжения;
- нестабильность выходного напряжения от изменения входного напряжения  $\pm 0,30\%$ ;
- нестабильность выходного напряжения  $\pm 0,50\%$  от изменения тока нагрузки в пределах от 0,1 ампер до 1,2 ампер;
- коэффициент температурной нестабильности выходного напряжения  $\pm 0,1\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- рабочая частота равна 150 кГц;
- пульсации выходного напряжения менее 100 милливольт;
- порог срабатывания защиты по току равен от 105% до 130%;
- ограничение выходного напряжения равно от 120% до 130%;

–максимальная емкость нагрузки для выходного напряжения:

- для 5 вольт равна 1000мкФ;
- для 12 и 15 вольт равна 200мкФ;
- для 24 и 27 вольт равна 100мкФ;

–коэффициент полезного действия равен 83%.

Общие характеристики преобразователей напряжения серии МДМ5-В:

- электрическая прочность изоляции равна 500 вольт;
- сопротивление изоляции равно 20 Мом;
- рабочая температура на корпусе равна от -60 °С до +80 °С;
- предельная температура окружающей среды от -65°С до +85 °С;
- максимальный вес 22 грамм;
- размеры корпуса 40 x 20,2 x 10,15 мм;
- наработка на отказ равна 50 000 часов.

Из всего вышеперечисленного делаем вывод, что для нас наилучшее соотношение цены, качества и параметров будет иметь модуль питания МДМ5-1В05МУВ фирмы «Аедон», однако микроконтроллер рассчитан на стабильную работу от 3,3 вольт, поэтому необходимо выбрать ещё один преобразователь напряжения с 5 до 3,3 вольт.

Наиболее подходящими малогабаритными прецизионными преобразователями фиксированного напряжения в SMD корпусе с минимальным падением напряжения и током нагрузки до 0.5 ампер являются преобразователи серии 1158ЕНххУ производимые компанией ЗАО «Группа Кремний Эл» [67].

На рисунке 2.6 приведена упрощенная функциональная схема преобразователей напряжения серии 1158ЕНххУ.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

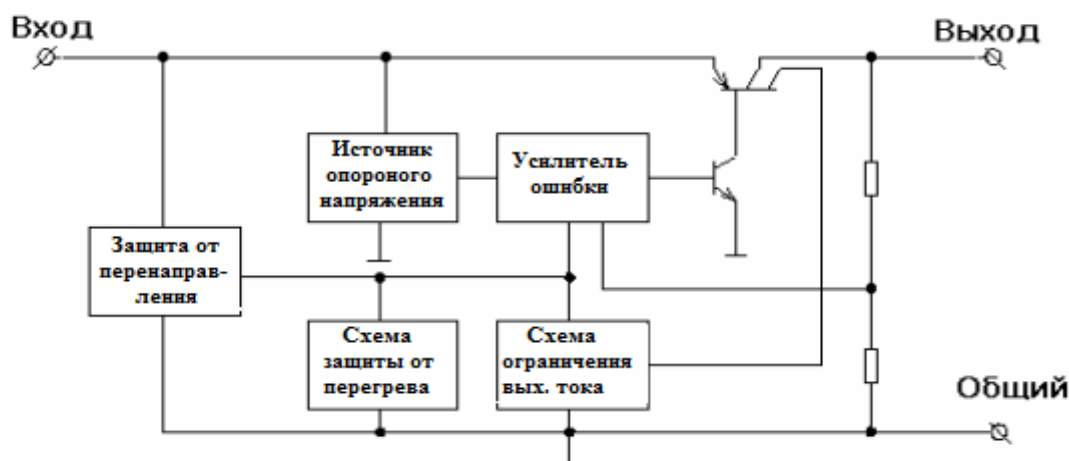


Рисунок 2.6 - Упрощенная функциональная схема преобразователей напряжения серии 1158ЕНххУ

Типовые выходные параметры преобразователей напряжения серии 1158ЕНххУ:

- рабочее входное напряжение от 3,2 вольт до 14,7 вольт;
- рабочий входной ток от 0,2 ампер до 1,2 ампер;
- минимальное падение напряжения при выходном токе в 500 миллиампер не превышает 0,6 вольт;
- ток потребления при входном напряжении в 14 вольт не превышает 3 миллиампер;
- точность установки выходного напряжения  $\pm 2\%$ ;
- регулировка выходного напряжения  $\pm 5\%$  от номинального напряжения;
- нестабильность выходного напряжения от изменения входного напряжения  $\pm 0,05\%$ ;
- нестабильность выходного напряжения  $\pm 0,8\%$  от изменения тока нагрузки в пределах от 0,1 ампер до 1,2 ампер;
- коэффициент температурной нестабильности выходного напряжения  $\pm 0,02\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- рабочая частота равна 150 кГц;
- пульсации выходного напряжения менее 100 милливольт;
- выключение при превышении входного напряжения срабатывает при превышении + 30 вольт от рабочего;

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

- защита от выбросов входного напряжения срабатывает при превышении +60 вольт;
- защита при переполусовке входного напряжения срабатывает при напряжении равном -18 вольт;
- коэффициент полезного действия равен 83%.

Общие характеристики преобразователей напряжения серии 1158ЕНххУ:

- электрическая прочность изоляции равна 500 вольт;
- сопротивление изоляции равно 20 Мом;
- рабочий температурный диапазон от -60 °С до +125 °С
- предельная температура окружающей среды от -65 °С до +130 °С;
- максимальный вес 12 грамм;
- размеры корпуса 10 x 7,4 x 3,05 мм;
- наработка на отказ равна 50 000 часов.

Из всего вышеперечисленного делаем вывод, что для нас наилучшее соотношение цены, качества и параметров будет иметь преобразователь напряжения КФ1158ЕН3.3Г компании ЗАО «Группа Кремний Эл», обеспечивающий на выходе, блока вторичных источников питания, напряжение 3,3 вольта и силу тока равную 1 ампер[39].

Для защиты микросхем от пульсаций по питанию было принято решение установить конденсаторы. Учитывая стандартные номиналы конденсаторов для питания микроконтроллеров и рекомендуемые схемы подключения отечественных микросхем, мы, выбирая конденсаторы, ограничились одним керамическим конденсатором номиналом 0,1мкФ для каждой микросхемы, а так же дополнительно установим один танталовый конденсатор на входе питания микроконтроллера 1986ВЕ92У номиналом 10 мкФ.

Для защиты от пульсаций было принято решение об установке гальванических развязок.

## 2.6 Выбор гальванической развязки

Используя смешанный конструктивно-схемотехнический принцип классификации, выделим три основные группы изделий оптронной техники:

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



оптопары (элементарные оптроны), оптоэлектронные (оптронные) интегральные микросхемы и специальные виды оптронов. К каждой из этих групп относится большое число видов приборов.

Для наиболее распространенных оптопар используются следующие сокращения: Д - диодная, Т - транзисторная, R - резисторная, У - тиристорная, Т2 - с составным фототранзистором, ДТ - диодно-транзисторная, 2Д (2Т) - диодная (транзисторная) дифференциальная.

Система параметров изделий оптронной техники базируется на системе параметров оптопар, которая формируется из четырех групп параметров и режимов.

Первая группа характеризует входную цепь оптопары (входные параметры), вторая - ее выходную цепь (выходные параметры), третья - объединяет параметры, характеризующие степень воздействия излучателя на фотоприемник и связанные с этим особенности прохождения сигнала через оптопару как элемент связи (параметры передаточной характеристики), наконец, четвертая группа объединяет параметры гальванической развязки, значения которых показывают, насколько приближается оптопара к идеальному элементу развязки. Из четырех перечисленных групп определяющими, специфически "оптронными" являются параметры передаточной характеристики и параметры гальванической развязки.

Важнейшим параметром диодной и транзисторной оптопар является коэффициент передачи тока[52].

Диодные оптопары в большей степени, чем какие-либо другие приборы, характеризуют уровень оптронной техники. По величине  $K_i$  можно судить о достигнутых КПД преобразования энергии в оптроне; значения временных параметров позволяют определить предельные скорости распространения информации. Подключение к диодной оптопаре тех или иных усилительных элементов не может дать выигрыша ни по энергетике, ни по предельным частотам.

Проанализировав отечественный рынок производителей оптопар было принято решение установить на плату 5 оптореле К293КП3АТ с нормально-

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150404.2019.220 ПЗ ВКР					

разомкнутыми контактами и 4 оптореле КР293ЛП8Т с нормально-замкнутыми контактами, данные оптореле полностью подходит по своим характеристикам и имеет относительно не высокую стоимость, важным преимуществом является наличие у этих оптореле SMD-исполнение, производимые компанией АО «Протон».

На рисунке 2.7 представлена электрическая схема оптореле К293КП3АТ.

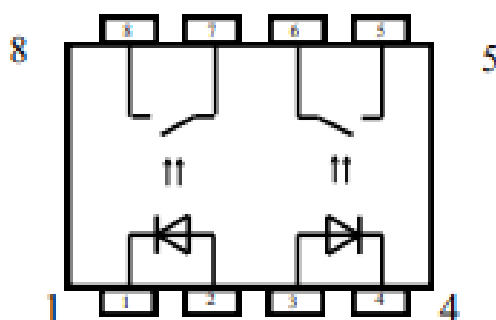


Рисунок 2.7 - Электрическая схема оптореле К293КП3АТ

На рисунке 2.8 представлена электрическая схема оптореле КР293ЛП8Т.

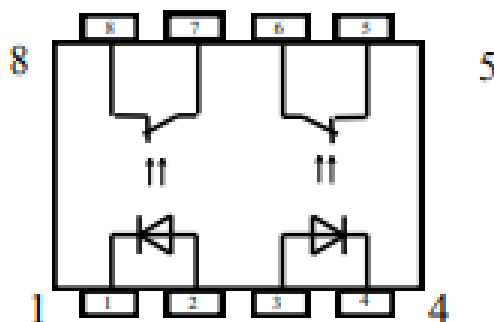


Рисунок 2.8 - Электрическая схема оптореле КР293ЛП8Т

Оптореле К293КП3АТ имеет следующие характеристики:

- коммутируемое напряжение равно от -60 вольт до +60 вольт;
- коммутируемый ток равен 220 милливольт;
- входной ток равен от 5 миллиампер до 25 миллиампер;
- входное напряжение равно от 1,1 вольт до 1,6 вольт;

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

- входное сопротивление равно от 3 ом до 5 ом;
- время включения равно от 0,5 микросекунд до 2 микросекунд;
- время выключения равно от 0,1 микросекунд до 2 микросекунд;
- напряжение изоляции равно 1500 вольт;
- проходная ёмкость равна 3 пикофард;
- температура окружающей среды для нормальной работы равна от -45 °С до +85 °С;
- корпус SMD.

Оптореле КР293ЛП8Т имеет следующие характеристики:

- рабочее входное напряжение, при входном токе в 10 миллиампер, варьируется от 1,1 вольт до 1,5 вольт;
- входное сопротивление во включённом состоянии, при входном токе в 5 миллиампер, равно не более 6 ом;
- напряжение коммутации может варьироваться от -60 вольт до +60 вольт;
- ток утечки на выходе в выключенном состоянии, при входном напряжении 0,8 вольт, варьируется от 0,1 микроампер до 10 микроампер;
- напряжение изоляции равно 1500 вольт
- время включения равно 2 микросекунды;
- время выключения равно 2 микросекунды;
- рассеиваемая мощность равна 300 милливатт;
- рабочий диапазон температур равен от -45 °С до +85 °С.

Оптореле К293КП3АТ и КР293ЛП8Т в SMD корпусах имеют один типоразмер равный 10 x 6,6 x 4,2 мм. На рисунке 2.9 представлен внешний вид оптореле К293КП3АТ.



Рисунок 2.9 - Внешний вид оптореле К293КП3АТ

## 2.7 Выбор логических КМОП микросхем

Для защиты входов и выходов микроконтроллера от статического электричества, и электромагнитных помех радиолокатора необходимо подобрать отечественные КМОП инверторы.

Микросхемы на комплементарных МОП транзисторах (КМОП-микросхемы) строятся на основе МОП транзисторов с n- и p-каналами. Один и тот же входной потенциал открывает транзистор с n-каналом и закрывает транзистор с p-каналом. При формировании логической единицы открыт верхний транзистор, а нижний закрыт. В результате ток через КМОП схему не протекает. При формировании логического нуля открыт нижний транзистор, а верхний закрыт. И в этом случае ток от источника питания через микросхему не протекает. Простейший логический элемент - это инвертор (логическое НЕ). Принципиальная схема инвертора, выполненного на комплементарных МОП транзисторах, приведена на рисунке 2.10[29].

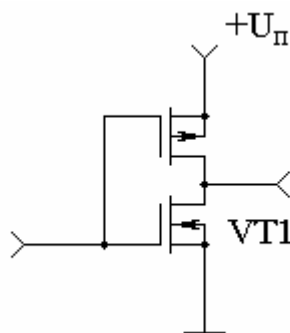


Рисунок 2.10 - Принципиальная схема инвертора выполнена на комплементарных МОП транзисторах

Проанализировав рынок отечественных производителей КМОП микросхем выбрали микросхему 1554ЛН1Т, выпускаемую компанией ОАО «Интеграл». Микросхема 1554ЛН1Т состоит из 6 независимых логических элементов НЕ, работающих при напряжении от 2 вольт до 6 вольт и при температурном диапазоне от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ .

## 2.8 Вывод по главе два

В данной главе произвели подбор комплектующих для платы управления источником бесперебойного питания. Управляющим органом выбран микроконтроллер 1986VE92у разработанный компанией ООО «ПКК Миландр», для его тактирования был выбран кварцевый резонатор РК386М-Т1. Выбраны вторичные источники питания КФ1158ЕН3.3Г и МДМ5-1В05МУВ преобразующие входное напряжение равное 27 вольт в выходное 3.3 вольта, обеспечивающее питание всех комплектующих платы. Для защиты от статического электричества, и электромагнитного излучения радиолокатора были выбраны оптореле КР293ЛП8Т и КР293КП3АТ, а так же буферы, реализованные КМОП микросхемами 1554ЛН1Т.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

### 3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА 1986ВЕ92У

#### 3.1 Разработка управляющей программы

Изучив требования обеспечиваемого функционала, указанного в техническом задании, были выявлены следующие функции которые должна обеспечивать управляющая программа микроконтроллера:

- управляющая программа должна обеспечивать управление включением и отключением ИБП в режимах местного (МУ), централизованного (ЦУ) и дистанционного управления (ДУ), а также сохранение режима работы БОС ПВК при смене режимов управления (МУ\ДУ\ЦУ);
- управляющая программа должна обеспечивать включение и отключение БОС ПВК с передней панели блока системного в режиме МУ, при этом обеспечивает блокировку в режимах ЦУ, ДУ включения/отключения блока БОС ПВК по внешним сигналам;
- управляющая программа должна обеспечивать включение и отключение БОС ПВК по внешним сигналам в режимах ЦУ и ДУ, при этом обеспечивает блокировку включения/отключения с передней панели в режиме МУ;
- управляющая программа должна обеспечивать контроль корректного завершения работы операционной системы и формирование сигналов отключения ИБП;
- управляющая программа должна обеспечивать контроль работоспособности своего состояния, состояния устройств входящих в состав МОС, в том числе поступивших сигналов и напряжений, при выявлении аварии, своевременно передавать сигналы об аварии на БОС ПВК.

Учитывая требования, была разработана управляющая программа, блок-схема которой представлена в приложении А.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

### 3.2 Назначение JTAG интерфейса

JTAG (англ. Joint Test Action Group) - специализированный аппаратный интерфейс, разработанный для тестирования собранных печатных плат (с использованием стандарта IEEE 1149.1). Из-за широкой функциональности JTAG стал повсеместно использоваться для отладки и программирования.

На данный момент JTAG-интерфейс применяется при периферийном сканировании. Этот термин относится к тестированию печатных плат с установленными на них процессорами, ПЛИС, флэш-микросхемами и т. д., на наличие в электроцепях коротких замыканий, непропаек, западаний на 0 или 1.

Порт тестирования (TAP - Test Access Port) представляет собой четыре или пять выделенных выводов микросхемы: TCK, TMS, TDI, TDO и (опционально) TRST[78].

Функциональное назначение этих линий:

- TDI (test data input - «вход тестовых данных») - вход последовательных данных периферийного сканирования. Команды и данные вводятся в микросхему с этого вывода по переднему фронту сигнала TCK;
- TDO (test data output - «выход тестовых данных») - выход последовательных данных. Команды и данные выводятся из микросхемы с этого вывода по заднему фронту сигнала TCK;
- TCK (test clock - «тестовое тактирование») - тактирует работу встроенного автомата управления периферийным сканированием. Максимальная частота сканирования периферийных ячеек зависит от используемой аппаратной части и на данный момент ограничена 25...40 МГц;
- TMS (test mode select - «выбор режима тестирования») - обеспечивает переход схемы в/из режима тестирования и переключение между разными режимами тестирования.

В некоторых случаях к перечисленным сигналам добавляется сигнал TRST для инициализации порта тестирования, что необязательно, так как

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

инициализация возможна путем подачи определённой последовательности сигналов на вход TMS[63].

Работа средств обеспечения интерфейса JTAG подчиняется сигналам автомата управления, встроенного в микросхему. Состояния автомата определяются сигналами TDI и TMS порта тестирования. Определённое сочетание сигналов TMS и TCK обеспечивает ввод команды для автомата и её исполнение

Если на плате установлено несколько устройств, поддерживающих JTAG, они могут быть объединены в общую цепочку. Уникальной особенностью JTAG является возможность программирования не только самого микроконтроллера (или ПЛИС), но и подключённой к его выводам микросхемы флэш-памяти. Причём существует два способа программирования флэш-памяти с использованием JTAG: через загрузчик с последующим обменом данными через память процессора, либо через прямое управление выводами микросхемы[20].

### 3.3 Перечень применяемого оборудования

Перечень применяемого для программирования платы оборудования и программного обеспечения представлен в таблице 3.1.

					<i>150404.2019.220 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Наименование СИ (стенда и т.д.), обозначение документа	Параметры	Количество	Используемый диапазон измерений (предел, шкала, параметр и т.д.)
1.Источник питания постоянного тока линейный	GPS-4303 ф. «Good Will Instrument Co.»	1	27 В 1А; 25 В 1А; 5 В 1 А;
2.Персональный компьютер (ПЭВМ)	– процессор – не хуже Pentium4 2.0 GHz; – ОЗУ – не меньше 2048 МБ; – свободное место на диске – не меньше 10 ГБ; – два USB 2.0 порта; – монитор 17`` SVGA; – клавиатура и мышь.	1	—
3.Программатор	«MT-Link».	1	—
4.Программное обеспечение	–KeiluVision версии 5.2, не ниже; – файл периферии для программного обеспечения MDR32F9x.FLM; –драйвер для программатора «J-Linkdriver».	1	—

Таблица 3.1 - Перечень применяемого для программирования платы оборудования и программного обеспечения.

### 3.4 Программирование

Программирование микроконтроллера типа 1986BE92У производится непосредственно на плате из программной оболочки «KeiluVision». К программированию допускается плата, прошедшая визуальную проверку монтажа и проверку на отсутствие короткого замыкания.

Последовательность действий программирования:

- подключить программатор JTAG разъёму на плате и с другой стороны к USB-порту компьютера;
- Создать на «винчестере» компьютера рабочую директорию (например - «C:\Firmware\Milandr\057»);
- подключить к плате источник питания постоянного линейного тока и включить источник;
- запустите программу «KeilVision 5» через меню «Пуск/Программы/KeilVision/»;
- создайте новый проект, или запустите готовый;
- перейдите во вкладку Project -> «Options for Target» как показано на рисунке 3.1;

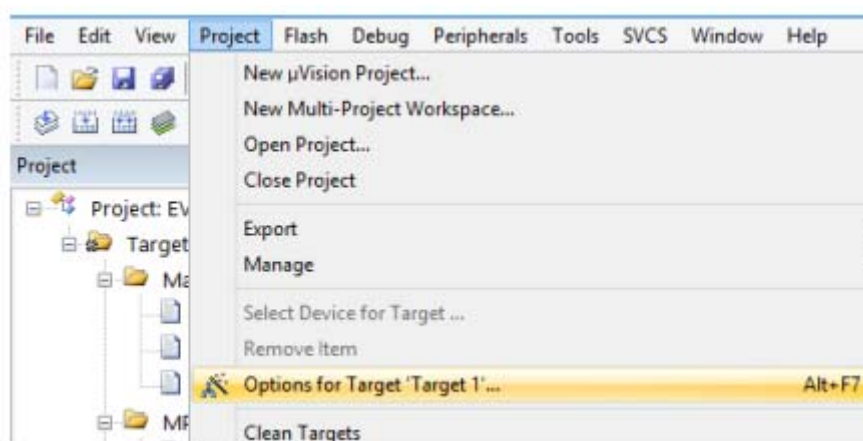


Рисунок 3.1 - Меню настроек проекта.

- во вкладке Device необходимо выбрать процессор ARMCortex-M3: Milandr->Milandr->Cortex-M3->MDR1986BE92, как показано на рисунке 3.2;

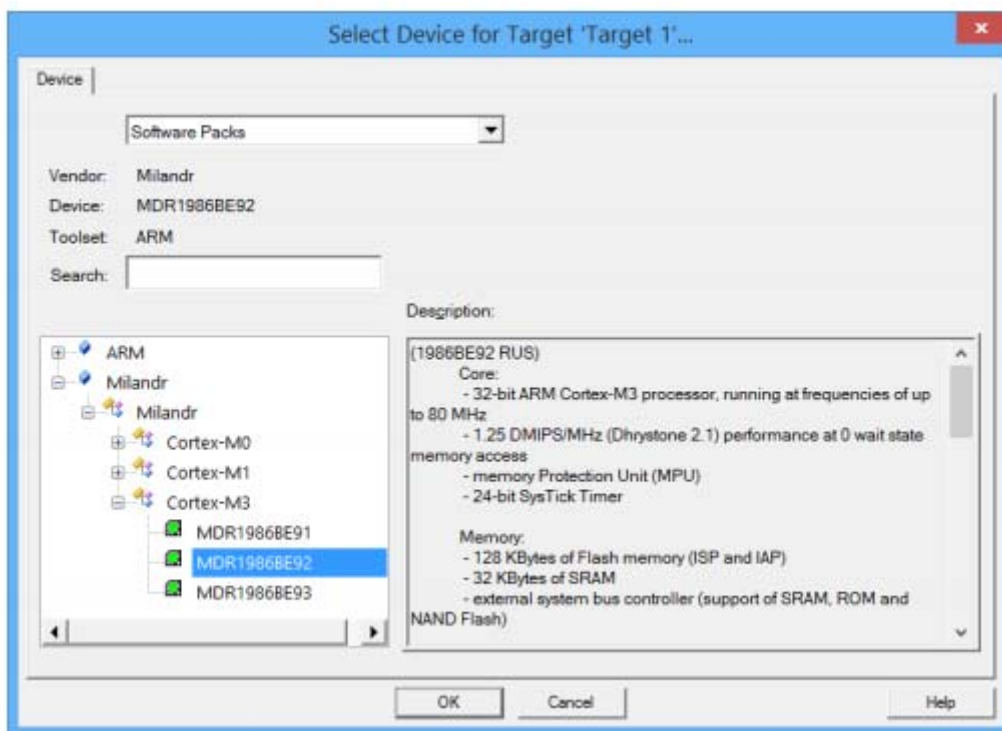


Рисунок 3.2 - Выбор устройства для отладки

– Во вкладке Debug установите следующие параметры:

- Use: J-LINK/J-TRACE Cortex;
- Load Application at Startup;
- RunToMain();
- нажмите кнопку «Settings» как показано на рисунке 3.3.

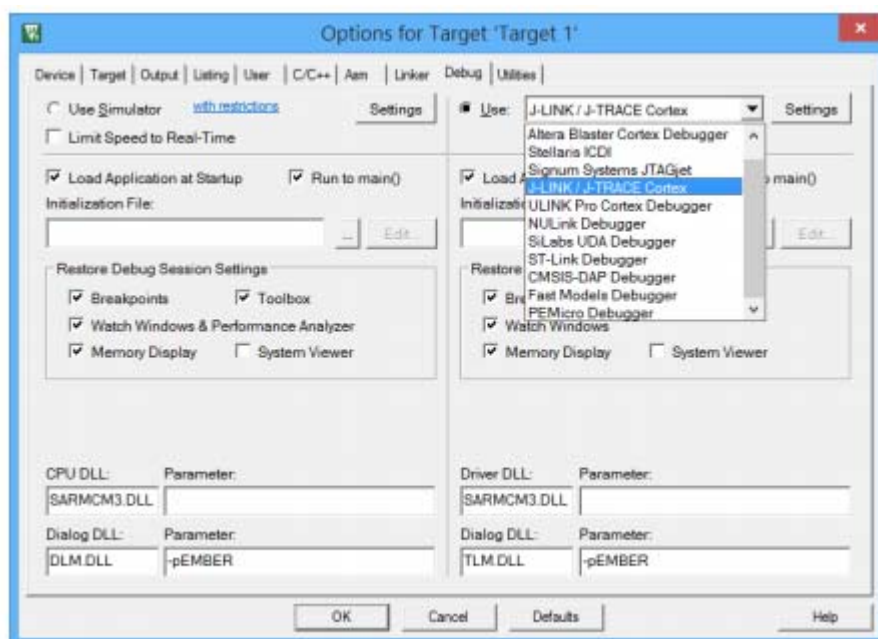


Рисунок 3.3 - Установка параметров отладки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

–В списке «PORT» нужно сменить JTAG на SW и выбрать частоту в списке рядом в 1MHz, как показано на рисунке 3.4;

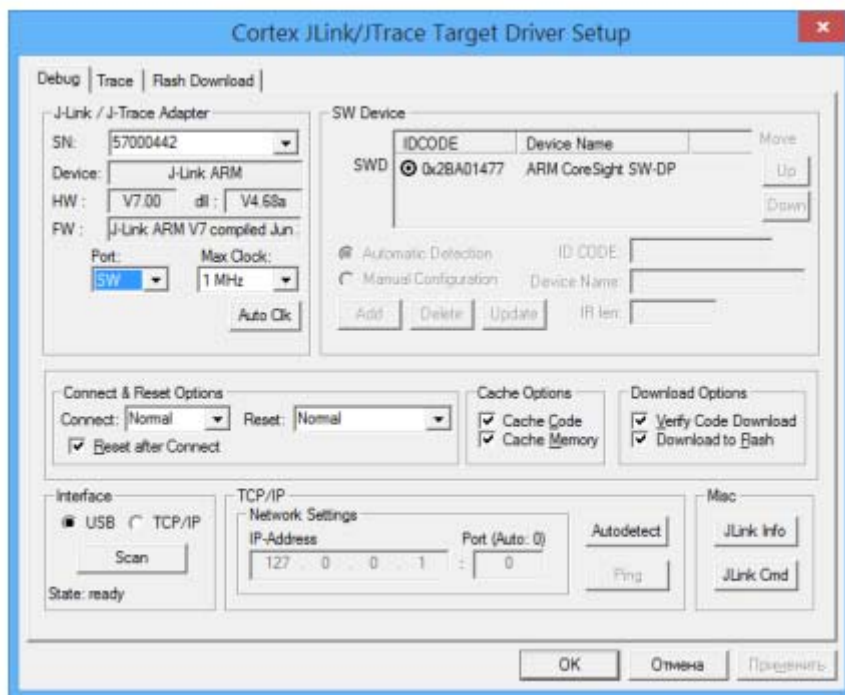


Рисунок 3.4 - Настройка программатора

–Перейдите во вкладку «FlashDownload», поставьте галочку «EraseFullChip» и нажмите кнопку Add как показано на рисунке 3.5;

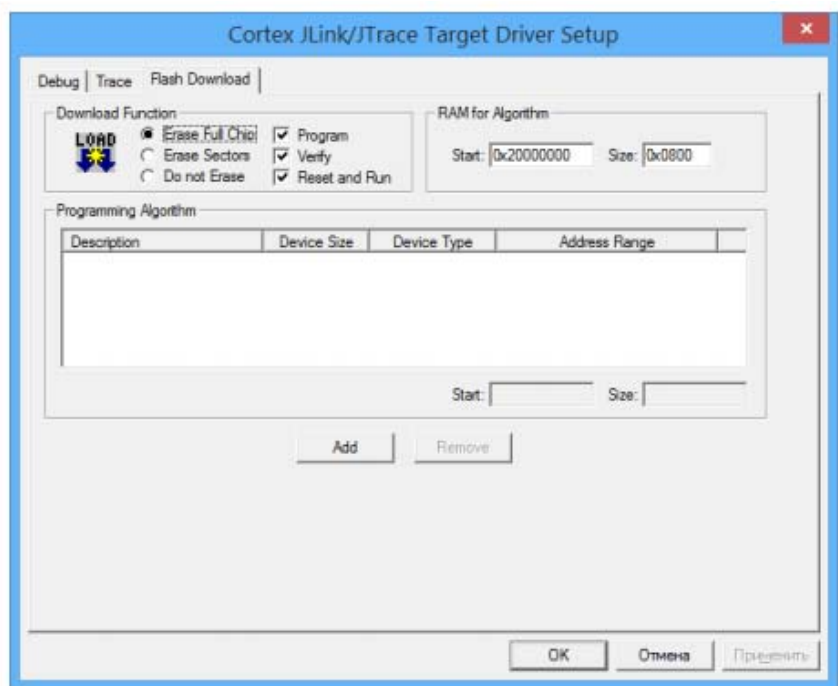


Рисунок 3.5 - Настройка прошивки микроконтроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

–Из списка выберите нужный микроконтроллер и нажмите кнопку Add как показано на рисунке 3.6;

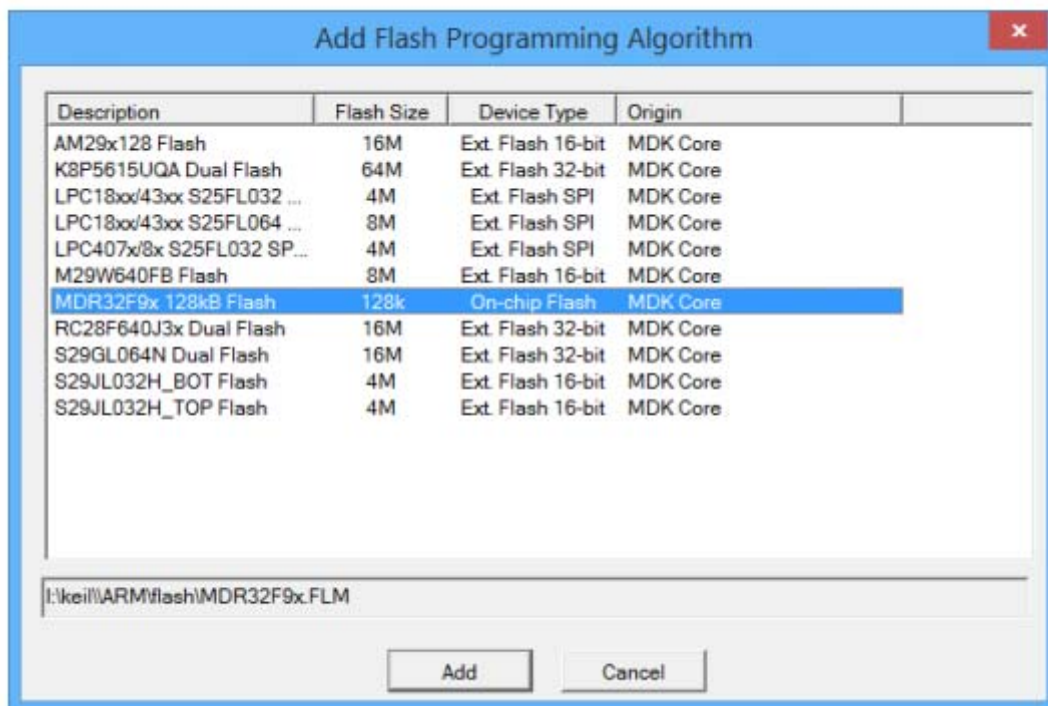


Рисунок 3.6 - Выбор программируемого устройства

–После добавления микроконтроллера он отражается в окне Programming Algorithm, как показано на рисунке 3.7;

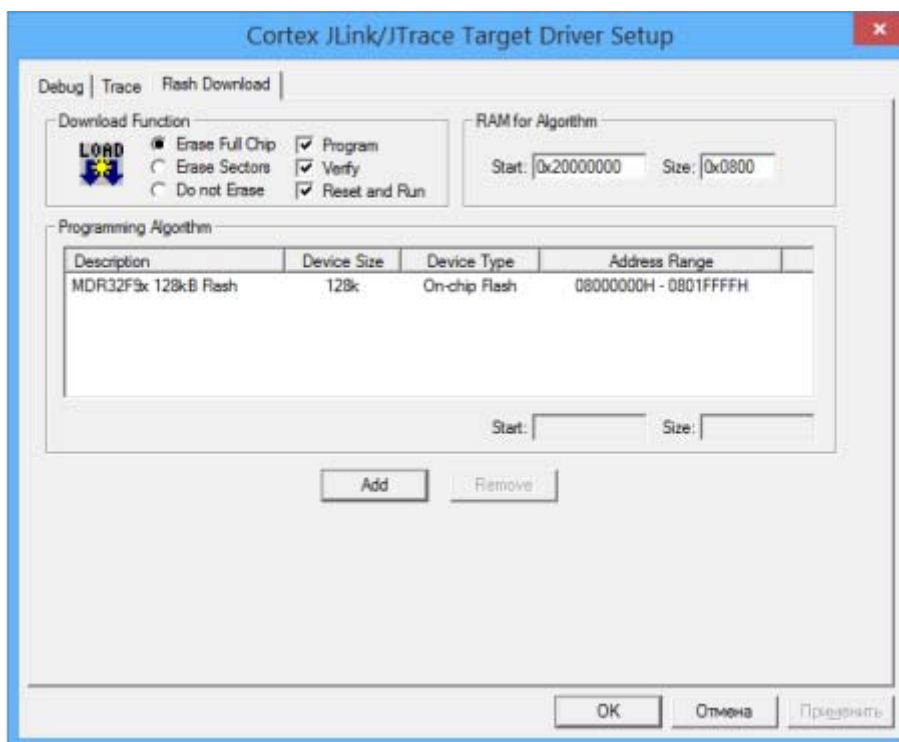


Рисунок 3.7 - Проверка добавления устройства

- нажмите кнопку «ОК», после этого настройка проекта завершено, можно работать с программным кодом;
- для программирования устройства необходимо нажать во вкладку «Project» и нажать кнопку «BuildTarget», затем убедившись, что нет ошибок нажать кнопку «Download»;
- устройство запрограммировано;
- после завершения работ отключить источник питающего напряжения и отсоединить программатор от платы.

### 3.5 Вывод по главе три

В данной главе составили подробную инструкцию по программированию микроконтроллера 1986BE92У, с визуализацией процесса и комментариями. А также выдвинули требования к применяемому для программирования платы оборудованию и программному обеспечению.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной выпускной квалификационной работы была разработана плата управления источником бесперебойного питания, входящего в состав модуля обработки сигналов первичного и вторичного каналов радиостанции АОРЛ-85.019 БУ, удовлетворяющая всем требованиям, указанным в техническом задании.

В ходе работы был произведен обзор радиолокационной станции АОРЛ-85.019 БУ и входящих в него аппаратных узлов, а также рассмотрено устройство и принцип работы пульта технического управления и контроля, блока телеуправления - телесигнализацией и модуля обработки сигналов первичного и вторичного каналов. Изучив техническое задание на разработку платы управления источником бесперебойного питания и учитывая политику организации по импортозамещению, было принято решение разрабатывать новое устройство полностью на отечественной комплектации. В качестве управляющего органа был выбран микроконтроллер 1986BE92У разработанный компанией ООО «ПКК Миландр». Остальные комплектующие так же были выбраны отечественного производства. В результате собрано устройство, состоящее полностью из отечественных компонентов. Учитывая доступность элементов, а также их относительно не высокую цену, мы получили абсолютно новое устройство с усовершенствованным функционалом за более низкую стоимость. По предварительным расчетам, себестоимость устройства управления источником бесперебойного питания снизилась на 20%.

Так же была составлена подробная инструкция по программированию микроконтроллера и даны рекомендации к используемому для программирования платы оборудованию и программному обеспечению.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 19.504-79. Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению – М.: Стандартиформ, 2010 – 3 с.
2. ГОСТ 19.504-79. Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению – М.: Стандартиформ, 2010 – 3 с.
3. ГОСТ 19.701-90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения: учебник – М.: Стандартиформ, 2010 – 3 с.
4. ГОСТ 19.701-90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения: учебник – М.: Стандартиформ, 2010 – 3 с.
5. ГОСТ Р МЭК 61192-1-2010. Печатные узлы. Требования к качеству. Часть 1. Общие технические требования. Введ. с 01.07.2011. М.: Стандартиформ, 2011. - 62 с.
6. ГОСТ Р МЭК 61192-2-2010. Печатные узлы. Требования к качеству. Часть 2. Поверхностный монтаж. Введ. с 01.07.2011. М.: Стандартиформ, 2011. - 54 с.
7. ГОСТ Р МЭК 61192-3-2010. Печатные узлы. Требования к качеству. Часть 3. Монтаж в сквозные отверстия. Введ. с 01.07.2011. М.: Стандартиформ, 2011. -42 с.
8. ГОСТ Р МЭК 61192-4-2010. Печатные узлы. Требования к качеству. Часть 4. Монтаж контактов. Введ. с 01.07.2011. М.: Стандартиформ, 2011. -28 с.
9. Аветисов А.Г. Интеллектуальное проектирование печатных плат. / А.Г. Аветисов // Перспективы развития информационных технологий. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Новосибирск: Издательство НГТУ. - 2011. - с. 90-94.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68



10. Аветисов А.Г. Разработка гибко-жесткой платы со встроенными элементами / А.Г. Аветисов // Проектирование и технология электронных средств. 2010. - №4. - с. 2-7.
11. Аветисов А.Г., Салихджанова Р.М.-Ф. Анализ технологий монтажа радиоэлементов на печатные платы / А.Г. Аветисов // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2011. - №4. - с. 43-50.
12. Аветисов А.Г., Салихджанова Р.М.-Ф. Интеллектуальное конструкторско-технологическое проектирование печатных плат / А.Г. Аветисов // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2012. - №1. - с. 55-60.
13. Аветисов А.Г., Салихджанова Р.М.-Ф. Проектирование печатных плат со встроенными компонентами. / А.Г. Аветисов // 61 Научно-техническая конференция. Сборник трудов. Ч.3. Технические науки. М.: МГТУ МИРЭА. - 2012. - с. 11-15.
14. Акулин А. И. Варианты применения и конструкции гибко-жестких плат / А. И. Акулин // Технологии в электронной промышленности. 2007. - №6. - с. 18-20.
15. Акулин А. Технологические параметры многослойных печатных плат и критерии их выбора / А. И. Акулин // Технологии в электронной промышленности. 2007. - №5. - с. 30-32.
16. Акулин А. Усложненные структуры МПП с глухими и скрытыми отверстиями / А. И. Акулин // Технологии в электронной промышленности. 2007. - №4. - с. 2122.
17. Аэродромный радиолокационный комплекс АОРЛ-85: Учебное пособие / В.Е. Лернер, В.В. Миронов, М.А. Шильман, - Рига: РКИИГА, 1989. - 105 с.
18. Баранов, В.Н. Применение Микроконтроллеров AVR: схемы алгоритмы программы: учебник / В.Н. Баранов. -2-е издание. испр. - М.: Додека-XXI, 2006. -288 с.: ил.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 19.Белов, А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств / А.В. Белов. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 544 с.
- 20.Белоцерковский, Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства: учебник для студентов вузов /Г. Б. Белоцерковский - М.: Советское радио,1975 - 336с.: ил.
- 21.Богданович М.И, Грель И.Н., Прохоренко В.А., Шалимо В.В. «Цифровые интегральные микросхемы» // «Цифровые интегральные микросхемы». - Минск: 1991. - С. 30-35.
- 22.Воронин М.Я. Электротехника и электроника: учеб. пособие / М.Я. Воронин, А.П. Горбачев, И.Н. Карманов, А.В. Кошелев, И.В. Лесных, М.Ф. Носков; под общ. ред. М.Я. Воронина. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 312 с.
- 23.Воронин М.Я., Горбачев А.П., Карманов И.Н. Электротехника и электроника. - Новосибирск: СГГА, 2010. - 312с.
- 24.Вотинцев А., Зеленюк И. Технология поверхностного монтажа step-by-step // Технологии в электронной промышленности. 2005. - №1. - с. 46-51.
- 25.Вотинцев А., Зеленюк И. Технология поверхностного монтажа step-by-step // Технологии в электронной промышленности. 2005. - №2. - с. 42-47.
- 26.Гарганеев А.Г. Системы аварийного электроснабжения ответственных потребителей переменного тока: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2010. – 190 с.
- 27.Гельман М.В. Преобразовательная техника. Часть 1. Полупроводниковые приборы и элементы микроэлектроники: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. – 106 с.
- 28.Глушков В.С. Конструктивно-технологический расчет печатного монтажа. Учебное пособие, Омск, Омавиат, 2006г.
- 29.Глушков В.С. Разработка и основные правила оформления конструкторской документации на печатные платы, и печатные узлы радиоэлектронных устройств. Учебное пособие, Омск, Омавиат, 2004г.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

30. Головацкий, В.А., Гулькович Г.Н., Конев Ю.И. и др.;/ Источники вторичного электропитания / Под ред. Ю.И. Конева - М.: Радио и связь, 2000. - 420 с.
31. Горохова И.В. / Справочник Надежность электрорадиоэлементов, 2002г
32. Гук М.А. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия: справочное пособие/М.А. Гук, - М.: 2002 - 325с.
33. Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Mega. Руководство пользователя / А.В. Евстифеев. - М.: ДМК, 2015. - 588 с.
34. Зюбин В.Е. Средство программирования алгоритмов работы микроконтроллеров - СПАРМ. В кн.: Распределенная обработка информации: Тр./Пятый международный семинар. - Новосибирск, 1995, С.86-91.
35. Ильин В. А Технология изготовления печатных плат. - Спб.: Машиностроение, 1984. - 77 с.
36. Источники электропитания электронных средств / Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А, - М.: Горячая линия - Телеком, 2004.
37. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов. / Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А, - 2-е изд. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 344 с.
38. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов. / Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А, - 2-е изд. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 344 с.
39. Кечиев Л.Н. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. - 616 с.
40. Климов В.П., Портнов А.А., Зуенко В.В. Электронные компоненты / В.П. Климов, А.А. Портнов, В.В. Зуенко // Топологии источников бесперебойного питания переменного тока (ИБП). - 2003. - №7. - С. 20-25.
41. Климов В.П., Федосеев В.И. Схемотехника однофазных корректоров коэффициента мощности // Практическая силовая электроника. - 2002. - №5. - С. 20-23.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

42. Костиков В.Г., Никитин И.Е. Источники электропитания высокого напряжения РЭА. –М.: Радио и связь, 2006. –200 с.
43. Кочегаров И.И., Данилова Е.А. Виды дефектов при распознавании повреждений печатных плат // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - № 5-1. - С. 60-61.
44. Кумбз К.Ф. Печатные платы. Справочник в 2-х книгах. М: Техносфера, 2011. - 2032 с.
45. Мамаева Т.А. Программные и аппаратные средства поддержки разработок компании IAR Systems / Т.А. Мамаева // Компоненты и технологии. - 2008- № 4. - С.108-109.
46. Медведев А.М. и др. // Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. / Технологии в электронной промышленности. 2008. - №6. - с. 2226.
47. Медведев А.М. и др. // Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. / Технологии в электронной промышленности. 2008. - №7. - с. 2431.
48. Медведев А.М. и др. // Конструирование гибких и гибко-жестких печатных плат. / Компоненты и технологии. 2008. - № 6. - с. 147-160.
49. Медведев А.М. и др. // Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. / Технологии в электронной промышленности. 2008. - №8. - с. 2527.
50. Медведев А.М. Печатные платы. Требования для поверхностного монтажа // Компоненты и технологии. 2007. - №12. - с. 164-168.
51. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2005. - 360 с.
52. Мэнгин Ч.Г., Макклелланд С. Технология поверхностного монтажа: Пер. с англ. М.: Мир, 1990. - 276 с.
53. Найвельт Г.С., Мазель К.Б., Хусаинов Ч.И. и др. / Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Под ред. Г.С. Найвельта. - М.: Радио и связь, 2005. - 576 с.
54. Нинг-Ченг-Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: поверхностный монтаж, BGA, CSP, Flip-Chip технологии. М.: Издательский Дом «Технологии», 2006. - 392 с.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

- 55.Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник / Олифер В.Г., Н.А. Олифер, - М.: Питер, 2007 – 960с.
- 56.Ревич Ю.В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера: учебник / Ю.В. Ревич – М: БХВ-Петербург, 2014. - 368с.: ил.
- 57.Ревич Ю.В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера: учебник / Ю.В. Ревич – М: БХВ-Петербург, 2014. -368с.: ил.
- 58.Риочи В. Замечательная идея от фирмы Samsung / В. Риочи // Технологии в электронной промышленности. 2005. - №4. - с. 25-27.
- 59.Рюмик, С.М. 1000 и одна микроконтроллерная схема. Книга 1 / С.М. Рюмик. - М.: Додэка-XXI, 2012. - 356 с.
- 60.Саврушев Э. Ц. «P - CAD для Windows версия 2001 - 2002. Система проектирования печатных плат.» М: изд. «Эком», 2002 г.
- 61.Сускин В.В. Основы технологии поверхностного монтажа: Рязань: Узоречье, 2001. - 160 с.
- 62.Сучков Д.И. Проектирование печатных плат в САПР P-CAD 4.5, P-CAD 8.5 и ACCEL EDA. М.: Малип, 1997. - 575 с.
- 63.Уваров А.С. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. СПб.: Питер, 2001. - 320 с.
- 64.Усатенко С.Т. и др. Графическое изображение электрорадиосхем: Справочник. - Киев: Техника, 1986г.
- 65.Фарассат Ф., Валев С. «Кристалл-на-плате» (СОВ): новая эра сборочной технологии/ Ф. Фарассат, С. Валев // Технологии в электронной промышленности. 2005. - №6. -с. 71-76.
- 66.Фарассат Ф., Зедльмаер Й., Валев С. Оптическая инспекция качества посадки кристаллов при выполнении технологии СОВ (кристалл-на-плате)/ Ф. Фарассат, Й. Зедльмаер, С. Валев // Технологии в электронной промышленности. 2006. - №4. - с. 57-59.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

67. Функциональные устройства систем электропитания наземной РЭА / В.В. Авдеев [и др.] // Под ред. В.Г. Костикова. - М.: Радио и связь, 2000. -192 с.
68. Хартов, В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих: Учебное пособие / В.Я. Хартов. - М.: МГТУ им. Баумана, 2012. - 280 с.
69. Чернышов А. Классы точности печатных плат и современные технологии // Печатный монтаж. 2009. - №6. - с. 18-21.
70. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров: учебник / Ю.А. Шпак. -2-е издание. – М.: МК-Пресс, 2011. -544с.: ил.
71. Янг С. Алгоритмические языки реального времени: конструирование и разработка - М.: Мир, 1985. -345с.
72. Галецкий Ф.П. Характеристики современных технологий печатных плат [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://smtservice.ru/printview.php?page=19> (дата обращения 15.03.2019).
73. Программное обеспечение для разработчиков и проектировщиков печатных плат [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rcmgroup.ru/Programmnoe-obespechenie-dlia-proektirovanija-pech.345.0.html> (дата обращения 10.02.2019).
74. Adel Nasiri Ph.D. Power. Electronics and Motor Drives Laboratory, University of Wisconsin-Milwaukee, 3200 North Cramer Street, Milwaukee Wisconsin, USA, 6 January 2011.
75. Alexander King, William Knight, Uninterruptible Power Supplies, 2003, p 262
76. Ali Emadi, Uninterruptible Power Supplies and Active Filters, 2004, p 256.
77. Dave Sterlace, Diana Garcia Setting the UPS standard - the ABB, 2018, p 50
78. John Platts, Uninterruptible Power Supplies, 1992, p 300.
79. Muhammad Aamir Kafeel, Ahmed Kalwar Saad Mekhilef, Power Electronics and Renewable Energy Research Laboratory (PEARL), Department of Electrical Engineering, University of Malaya, 2005, p 148
80. Stephen McCluer, Battery Technologies for Data Centers and Network Rooms Environmental Regulations, Revision 5, 2016, p 32.

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Схемы и чертежи

					150404.2019.220 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76