

Тольятти 2016

АННОТАЦИЯ

В бакалаврской работе рассмотрены решения дистанционного управления приборами искусственного освещения, проанализированы достоинства и недостатки известных систем.

Описан процесс проектирования системы дистанционного управления освещением, отличающейся от аналогов в лучшую сторону простотой установки, использования и безопасностью.

Разработаны структурная, функциональная, электрическая принципиальная схемы устройства. Произведена разводка проводников печатных плат блоков системы, сделан сборочный чертёж.

Произведен расчет экономических параметров производства разработанного изделия.

Оценена безопасность и экологичность участка сборки печатных плат.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛОГИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА.....	8
2 Разработка структурной схемы беспроводной системы управления искусственным освещением	13
3 Блок-схема алгоритма функционирования устройства.....	15
4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства.....	17
4.1 Описание интегральных микросхем.....	18
4.2 Расчет параметров радиокоммутационного блока	29
5 Выбор элементов электрической схемы устройства дистанционного управления освещением	42
5.1 Выбор элементов радиокоммутирующего устройства.....	42
6 Разработка конструкции устройства.....	46
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	52
7.1 Исходные данные	52
7.3 Расчет себестоимости устройства дистанционного управления освещением	55
8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ УЧАТКА СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	58
8.1 Требования техники безопасности	58
8.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта.....	59
8.2.2 Опасные и вредные производственные факторы участка сборки печатных плат.....	62
8.3 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	63
8.4 Обеспечение электробезопасности на производственном участке	65

8.5 Обеспечение пожаробезопасности на производственном участке	66
8.6 Категорирование по электробезопасности.....	67
8.8 Экологическая экспертиза объекта.....	68
8.9 Безопасность объекта при чрезвычайных и аварийных ситуациях .	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
Литература	72

ВВЕДЕНИЕ

Тема выпускной квалификационной работы «Устройство дистанционного управления освещением».

Современная электроника все больше внедряется в нашу жизнь, в наш быт, делая его более удобным. В настоящее время происходит бурное развитие беспроводных технологий как во всем мире, так и в России: сети Wi-Fi и Wi-Max позволяют уже даже выход в Интернет без помощи проводов, на высокой скорости. Интеграция электронных систем в давно существующие устройства часто дает вторую жизнь некоторым из них. Разрабатываются и применяются системы «умного дома», где большинство бытовых приборов соединены в комплексную систему, работают автоматически, управляются удаленно, возможно совмещение с компьютером. Но повсеместного применения таких систем мы не видим из-за их высокой стоимости. Читая журналы и информацию в Интернет о системах «умный дом» часто встречаются такие слова как «VIP», «премиум», «элит»... - говорящих нам о том, что, по крайней мере пока, для большинства россиян это недоступно. Часто, предлагаемое оборудование не приспособлено к установке его потребителем из-за сложности, и необходимо нанимать специалиста, что усложняет и удорожает применение. Поэтому, представляется целесообразной разработка подобных систем, которые станут приемлемы по цене, но удобными и интересными «широким массам» потребителей.

Проводные соединения в стандартных системах управления надежны и не требуют ухода, но при их установке и производстве ремонтных работ может пострадать внешний вид помещения, если монтаж системы не предусмотрен при строительстве. При установке дополнительных блоков управления требуются дорогостоящие строительные работы, стоимость которых сопоставима и даже выше стоимости самого устанавливаемого оборудования.

Реализация радиосвязи упрощается за счет применения предварительно настроенных модулей, а также за счет совершенствования технологии.

В тех случаях, когда меняется обстановка, например, в комнатах дома, квартиры или площадь помещений слишком велика, использование радиосвязи между системами управления освещением и пультом позволит избежать прокладки кабелей, более или менее заметных даже в меблированных комнатах. Кроме того, применение проводной технологии может снизить пожарную безопасность здания, если, к примеру, в интерьере или конструкции применяется много дерева, либо проводимые в помещении работы имеют высокую степень взрывоопасности.

Целью бакалаврской работы является обеспечение беспроводного дистанционного управления системой искусственного освещения помещений различного назначения. Для достижения этой цели требуется разработка системы дистанционного управления освещением. Разрабатываемая система должна отличаться:

- 1) невысокой стоимостью;
- 2) простотой установки;
- 3) простотой использования;
- 4) неприхотливостью в использовании.

Для достижения целей работы требуется решить следующие задачи:

- 1) рассмотреть существующие системы подобного назначения;
- 2) выявить и проанализировать достоинства и недостатки полученных аналогов, найти пути улучшения параметров;
- 3) разработать структурную схему устройства;
- 4) создать функциональную схему устройства;
- 5) спроектировать схему электрическую принципиальную и рассчитать параметры элементов;
- 6) разработать конструкцию блоков устройства;
- 7) рассчитать экономические затраты на реализацию проекта;

8) проанализировать полученные результаты.

Новизна данного проекта в том, что сегодня на рынке электроники отсутствуют устройства радиуправления освещением помещения приемлемой для большинства потребителей цены и легкости установки.

1 АНАЛОГИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

Наиболее распространенными производителями, продаваемых в России систем управления искусственным освещением, близких к разрабатываемому, являются марки: «Axico» (Россия), «Ноотехника» (Белоруссия), «Duewi» (Германия, Китай), «Martek» (Нидерланды), «Siemens» (Германия).

Системы удаленного управления искусственным освещением помещений различаются по нескольким критериям: цена, степень интегрированности с другими системами, функциональные возможности и др. В нижеследующей таблице показаны аналоги для разрабатываемой системы, приведена примерная стоимость, параметры.

Таблица 1.1 – Значения параметров систем управления искусственным освещением

Система		Параметры системы управления освещением					
Название и производитель	Части системы	Вид эл. питания	Коммутируемая мощность, Вт	Рабочая частота передачи информации	Вид нагрузки	Дальность действия	Стоимость, руб.
Сапфир-2503, «Ноотехника»	диммерный выключатель-приемник	220 В, 50 Гц	40-400	-	лампы накаливания, галогенные лампы	25 м.	437
	пульт дист. упр. - передатчик	2х1,5 В (батарея типа АА)					
AT001AR002 «Axico»	радиореле AR002	220 В, 50 Гц	до 3600	868 МГц	активная, активно-индуктивная	50 м.	4248
	клавишная панель AT001	3 В (батарея типа С2032)					
05253 и CMR-100, «Duewi»	05253 выключатель дистанционного управления	12 В (батарея типа А23)	до 1000	433,92 МГц	лампы накаливания, галогенные лампы, другие электроприборы	30 м.	3082
	CMR-100 радиореле	240 В, 50 Гц					

Набор для управления светом LK15 «Martek»	Пульт-брелок KR22	3 В (батарея типа CR2016)	от 40 до 300	-	лампы накаливания	25 м.	2070
	Трансивер TM13	220 В, 50 Гц					
	Электропатрон со встроенным управлением по сети LM15	220 В, 50 Гц					

Рассмотренные в таблице 1.1 системы управления освещением (СУО) являются наиболее распространенными на рынке электроники. Далее следует описание для каждой из них, выявление достоинств и недостатков.

Белорусская система Сапфир-2503 (см. рисунок 1.1) из всех найденных является наиболее доступной по цене и легкости установки. Производитель описывает следующие функции системы:

- 1) дистанционное управление освещением пультом дистанционного управления;
- 2) ручное (сенсорное) управление освещением;
- 3) плавная регулировка яркости света;
- 4) плавное включение освещения, продлевающее срок службы ламп;
- 5) автоматическое отключение освещения через 12 часов.

Область применения «Сапфир-2503»: квартира, коттедж, дом, дача, офис, гостиница и т. д. Система состоит из двух приборов – беспроводного пульта управления (передатчика) и настенного выключателя-диммера (являющегося приемником радиосигнала от пульта и радиореле одновременно). Настенный выключатель подключается к токоведущему проводу, идущему на осветительный прибор, а управляется дистанционно пультом. При описанных достоинствах существует недостаток – система беспроводная, но необходимо все равно вести проводку к настенному выключателю; этот не-

достаток несущественен если белорусская система устанавливается в месте, где проводка питающих кабелей уже осуществлена (как часто и есть), но он важен если помещение строится, ремонтируется и токоведущие провода необходимо вести, перемещать.

Описанный недостаток системы «Сапфир-2503» отсутствует у СУО от «Ахисо» и «Duewi», т. к. их радиореле скрытого монтажа. Кроме того, достоинство этих систем в том, что есть возможность интеграции с другими системами управления электроприборами и даже осуществлять управление всей системой с помощью персонального компьютера. Основной недостаток немецкой и российской систем в высокой стоимости изделий, кроме того эти системы сложнее настраивать – перед установкой необходимо согласовывать приемник и передатчик выставив на них одинаковые адресацию (номер радиоканала). Отличие этих систем в том, что к радиореле CMR-100 («Duewi») можно подключать менее мощные электроприборы и расстояние беспроводного управления у российской системы больше.

Система управления осветительными приборами от «Martek» имеет возможность интеграции с другими устройствами управления электроприборами и самую низкую цену из подобных систем (сравнивая с «Duewi» и «Ахисо»). Совмещая достоинства немецкой и российской систем, у нидерландской есть недостаток – необходимо устанавливать не одно, а два устройства – трансивер и специальный электропатрон (LM15). Управление у «Martek» LK15 осуществляется так: трансивер принимает радиосигнал от беспроводного пульта, затем трансивер TM13 посылает сигнал электропатрону LM15 по токоведущим проводам, патрон принимает сигнал и замыкает цепь. Еще недостаток: один патрон – одна радиоуправляемая лампа

накаливания, дополнительный патрон стоит около 600 рублей и ценовой выигрыш системы «Martek» LK15 теряется.

Наиболее удобной и доступной по стоимости и возможностям системой признается «Сапфир-2503» из Белоруссии.



Рисунок 1.1 – «Сапфир-2503»



Рисунок 1.2 – Система от «Ахісо»: клавишная панель-передатчик АТ001 и радиореле АR002.



Рисунок 1.3 - Радиореле скрытого монтажа CMR-100 и настенный радиовыключатель 05253, «Duewi»



Рисунок 1.4 - Набор для управления светом LK15 от «Martek»

2 Разработка структурной схемы беспроводной системы управления искусственным освещением.

Рассмотренные существующие системы управления искусственным освещением выполняют очень много различных функций от простого дистанционного включения-выключения одной лампы накаливания и регулировки яркости, до развернутых систем управления освещением нескольких помещений с помощью компьютера или универсального управляющего блока (стоимостью десятки тысяч рублей). Но все же для недорогих систем управления необходимо производить прокладку токоведущих кабелей, а полностью беспроводные СУО дороги для большинства потребителей и сложны в установке. Поэтому целью и задачей проектирования ставится проектирование системы дистанционного управления освещением, для управления которой не требуется проводить кабели. Система должна быть нетребовательна в обслуживании, легка в установке, настройке и иметь низкую стоимость.

Система должна заменить проводные устройства управления освещением так, чтобы ей было бы также просто пользоваться, но отсутствовала проблема прокладки кабелей управления.

Для обеспечения беспроводного управления система должна состоять из двух основных частей: дистанционного пульта и радиомодуля, осуществляющего коммутацию непосредственно осветительных приборов, получающего сигнал от пульта и управляющего состоянием осветительных приборов.

Преобразование эл. сигналов в радиопульте должно происходить следующим образом: от блока контактов (кнопка, замыкающая контакт) сигнал поступает на преобразователь или шифратор, затем шифратор преобразованный сигнал подает на передающий модуль, который транслирует полученный сигнал в радиоэфир. Очень важно, чтобы транслируемый радиосигнал соответствовал требованиям законодательства Российской Федерации (и других стран) и соответствовал разрешенным радиочастотным диапазонам.

Шифрование сигнала необходимо производить так, чтобы исключить влияние радиопомех и несанкционированное использование устройства – это обеспечивается протоколом шифрования. Устройство радиотрансляции сигнала (радиопередатчик) должно соответствовать заложенному в техническом задании к бакалаврской работе требованию – минимальное расстояние управления осветительными приборами – 10 метров. Блок управления или блок контактов необходимо выполнить так, чтобы обеспечить двухканальное управление осветительными приборами.

Коммутирующий радиомодуль, принимает радиосигнал с пульта управления радиопринимающим модулем, расшифровывает его и преобразует к сигналам управления коммутацией осветительных электроприборов дешифратором, блок управления коммутацией (коммутатор) управляет непосредственно осветительными средствами освещения.

Таким образом, получен состав основных блоков структурной схемы разрабатываемого устройства –

- пульт управления состоит из блока контактов, кодирующего устройства, радиопередающего модуля;
- коммутирующий радиомодуль состоит из радиоприемника, дешифратора и коммутатора.

Получили обобщенную структурную схему, которая показана на рисунке 2.1. Каждый блок структурной схемы представляет собой отдельное устройство,

поэтому составить подробную функциональную схему представляется возможным лишь тогда, когда будут выбраны микросхемы соответствующих блоков.

3 Блок-схема алгоритма функционирования устройства.

Для пояснения работы системы дистанционного управления освещением составлена блок-схема алгоритма функционирования, которая изображена на рисунке 3.1.

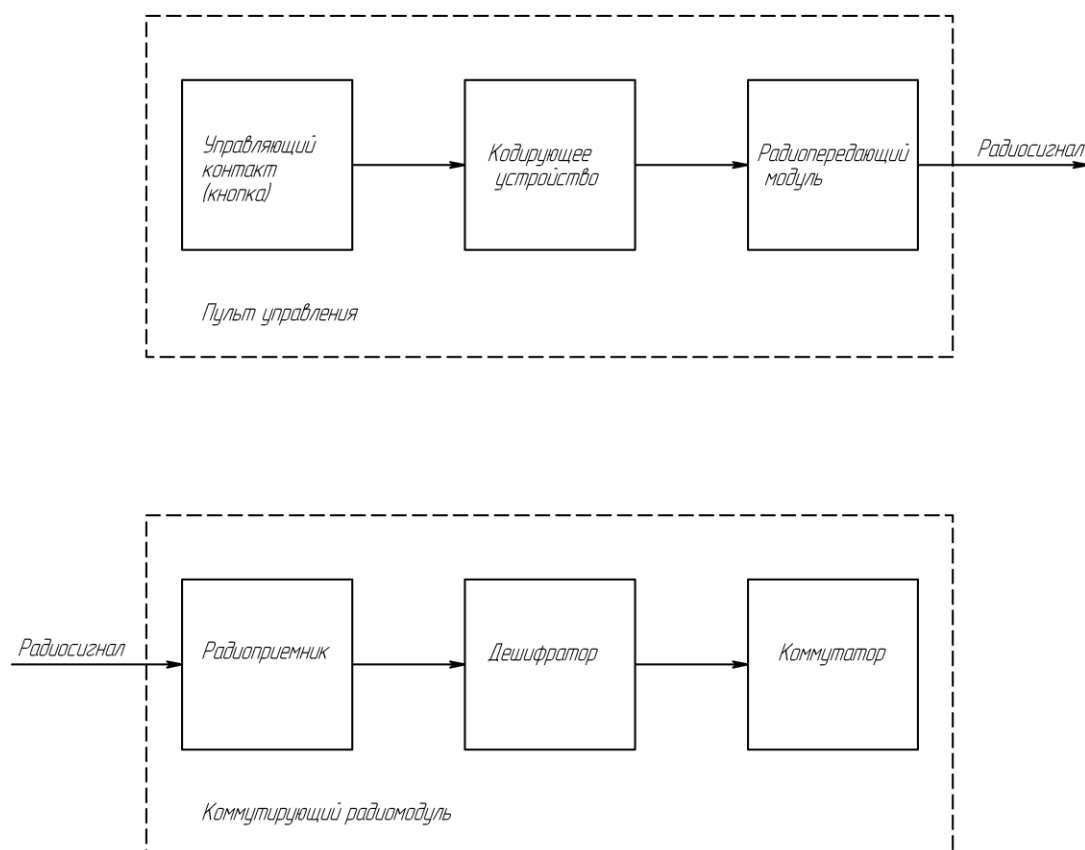


Рисунок 2.1 – Обобщенная структурная схема.

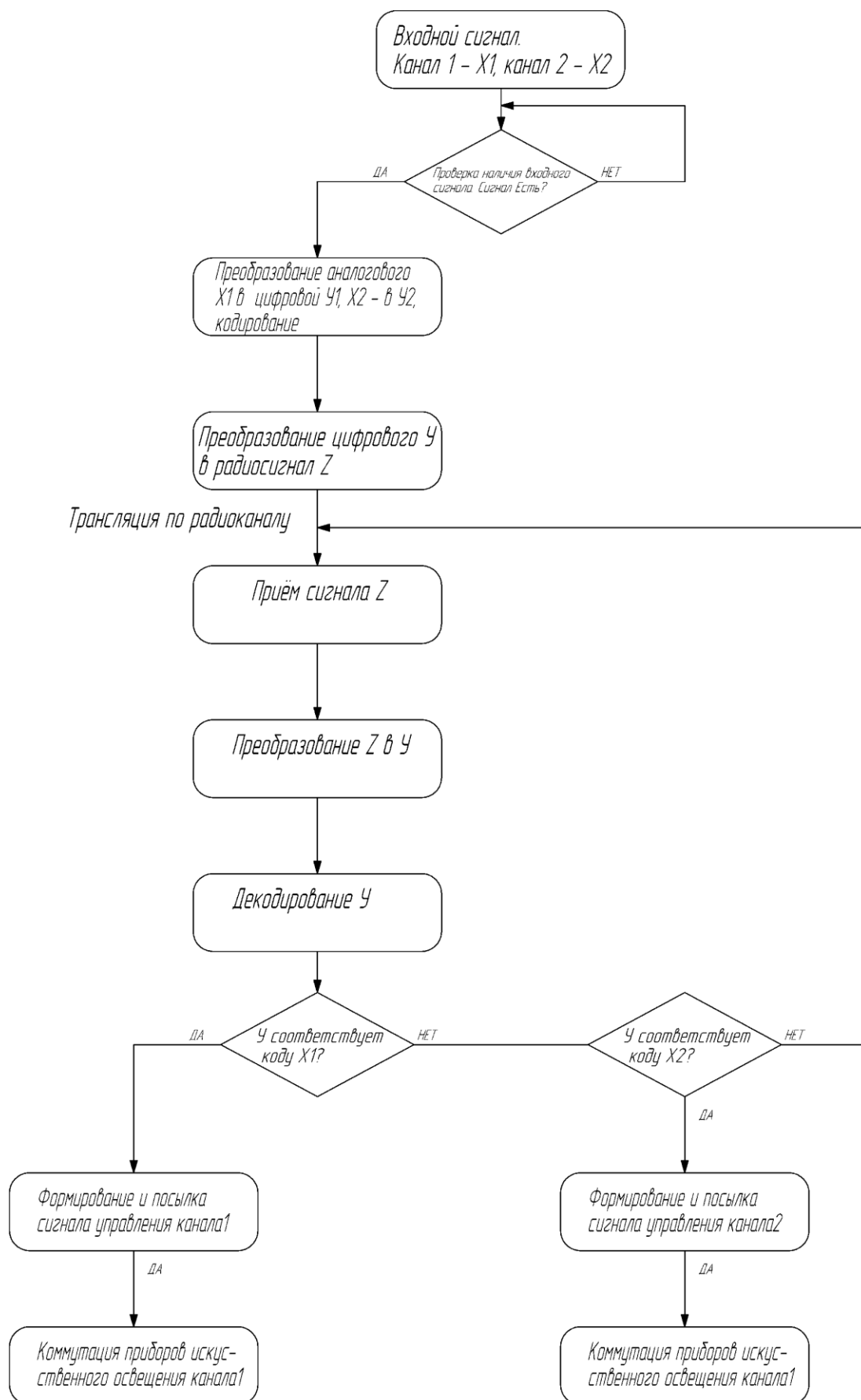


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритма функционирования устройства.

4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства

Для блоков, составляющих обобщенную структурную схему (рисунок 3.1) необходимо выполнение функций: посылка сигнала, шифрование сигнала, радиотрансляция, радиоприем, дешифрование, управление коммутацией. В настоящее время существует огромное количество микросхем, выполняющих некоторые из перечисленных функций. Поставив задачу найти наиболее подходящие из предлагаемых рынком интегрированных блоков, используя [5, 6, 7], нашли следующие микросхемы:

- Радиопередающий интегрированный модуль Infineon TDK5101F;
- Радиопринимающий интегрированный модуль Infineon TDA5201;
- Блок шифрования входного сигнала Microchip HCS360;
- Дешифратор Microchip HCS515.

При поиске перечисленных микросхем пользовались следующими критериями:

- 1) Достаточная, но не избыточная функциональность;
- 2) Надежность;
- 3) Низкая рыночная стоимость;
- 4) Доступность;
- 5) Возможность совмещения с другими функциональными блоками.

4.1 Описание интегральных микросхем.

TDK5101F – это микрочип для передачи радиосигнала с помощью амплитудной или частотной модуляции (АМ/ЧМ) в диапазоне 311-317 МГц. Микросхема имеет высокий уровень интегрированности поэтому для её использования необходимо небольшое количество внешних компонентов. Прибор состоит из полностью интегрированного устройства фазовой автоподстройки и высокоэффективного усилителя мощности. Состав внутренних цепей и специальный усилитель мощности сконструированы так, чтобы потребление тока было минимальным, что позволяет дольше работать элементу питания устройства. Области применения микросхемы: удаленные системы контроля; системы сигнализации; системы коммуникации.

В таблице приведены основные характеристики TDK5101F:

Таблица 4.1 – Основные характеристики микросхемы TDK5101F

Параметр	Значение
Диапазон рабочих частот	311-317 МГц
Усиление мощности радиосигнала	5 дБ
Напряжение питания	2,1..4 В
Диапазон рабочих температур	-40 .. +125 °С
Потребляемый ток в режиме ожидания (при температуре 25 °С)	0,3 нА
Потребляемый ток в режиме фазовой автоподстройки	3,5 мА
Потребляемый ток в режиме передачи радиосигнала	7 мА

TDA5201. Микросхема TDA5201 – радиопринимающий чип сигнала амплитудной модуляции, работающий в диапазоне частот между 310 и 350 МГц. Прибор имеет высокий уровень интегрированности и поэтому для его использования необходимо небольшое количество внешних компонентов. Интегральная схема состоит из усилителя слабых шумов; частотного преобразователя; генератора, управляемого напряжением; устройства фазовой ав-

топодстройки (УФА); фильтра данных; компаратора и пикового детектора. Микросхема сконструирована таким образом, чтобы потребление тока было минимальным. Область применения устройства: беспроводные системы контроля, системы охранной и пожарной сигнализации, системы коммуникации.

В таблице 4.2 приведены основные параметры TDA5201.

Таблица 4.2 – Основные характеристики микросхемы TDA5201

Параметр	Значение
Диапазон рабочих частот	310-350 МГц
Чувствительность принимаемых радиосигналов	-110 дБ
Напряжение питания	5В $\pm$ 10%
Диапазон рабочих температур	-40 .. +125 °С
Потребляемый ток в режиме ожидания (при температуре 25 °С)	50 нА
Потребляемый ток в режиме приёма радиосигнала	4,6 мА

HCS360. HCS360 – это схема кодового шифрования двоичного эл. сигнала, построенная специально для безопасных систем беспроводного управления. Микросхема реализует специальную технологию кодирования сигналов («KEELOQ»), которая обеспечивает высокий уровень безопасности, небольшие габариты корпуса прибора, низкую стоимость. HCS360 комбинирует 32 битное кодирование генерируемое с помощью нелинейного алгоритма шифрования с 67 битной потоковой передачей. В таблице 4.3 отображены основные параметры микросхемы.

Таблица 4.3 – Основные характеристики микросхемы HCS360

Параметр	Значение
Напряжение питания	2 .. 6 В
Общее время передачи кодового слова	190 мс
Диапазон рабочих температур	-55 .. +125 °С
Входное сопротивление	60 кОм
Максимальный потребляемый ток	1,6 мА

Краткое описание HCS515. HCS515 – микросхема декодера, построенная специально для безопасных систем беспроводного контроля и управления. Устройство использует запатентованную технологию кодирования («KEELOQ»), которая обеспечивает высокий уровень безопасности, небольшие габариты корпуса прибора, низкую стоимость. Возможно декодирование сигнала как с любого микроконтроллера, так и, главным образом, с устройств шифрования фирмы Microchip серии HCS. В таблице 4.4 показаны основные электрические параметры прибора.

Таблица 4.4 – Основные характеристики микросхемы HCS515

Параметр	Значение
Напряжение питания, $U_{\text{пит}}$	3 .. 5,5 В
Диапазон рабочих температур	-65 .. +150 °С
Минимальный потребляемый ток (в режиме ожидания), $I_{\text{мин}}$	0,3 мкА
Максимальный потребляемый ток, $I_{\text{макс}}$	2,4 мА
Выходное напряжение высокого уровня, $U_{\text{вых В}}$	$U_{\text{пит}} - 0,7$ В
Выходное напряжение низкого уровня, $U_{\text{вых Н}}$	0,6 В

Функциональные схемы микросхем TDK5101F, TDA5201, HCS360, HCS515 приведены на рисунках 4.1-4.4 соответственно. Рисунок 4.5 отображает подробную функциональную схему разрабатываемого устройства дистанционного управления освещением.

На рисунке 4.6 показано расположение и обозначение выводов вышеописанных микросхем.

В таблице 4.5 приведено назначение выводов микросхем

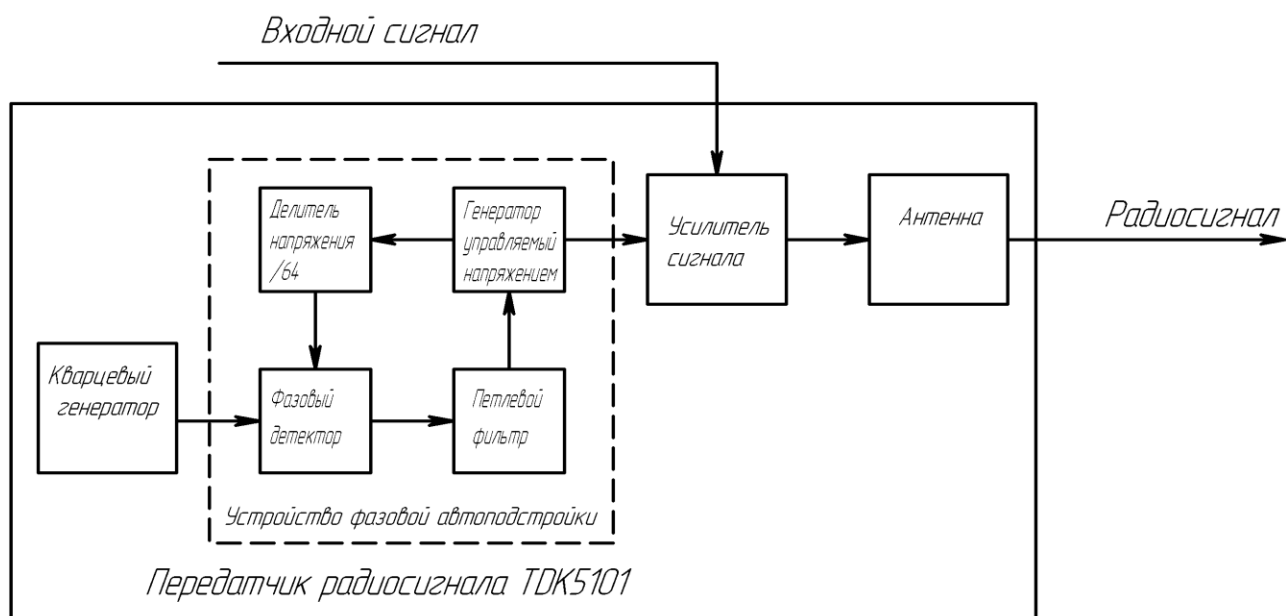


Рисунок 4.1 – Функциональная схема передатчика радиосигнала TDK5101

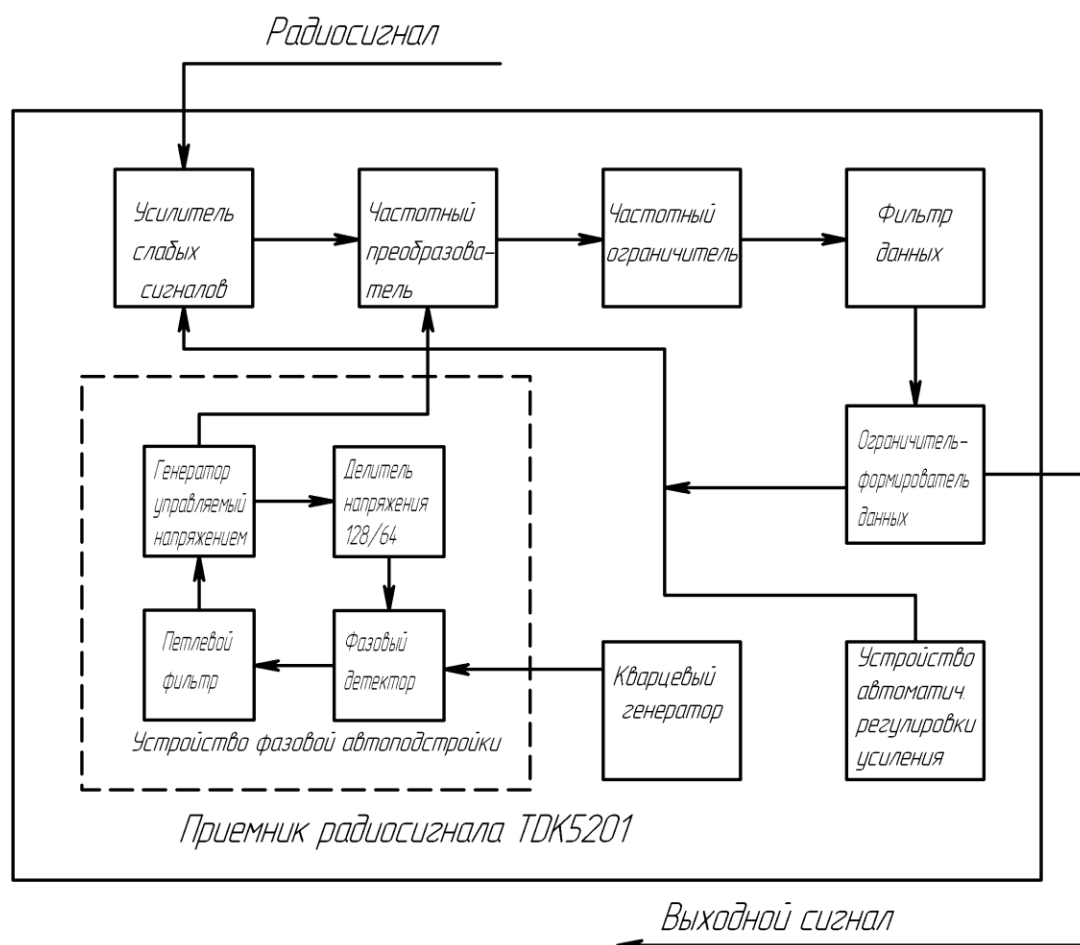


Рисунок 4.2 – Функциональная схема приемника радиосигнала TDA5201

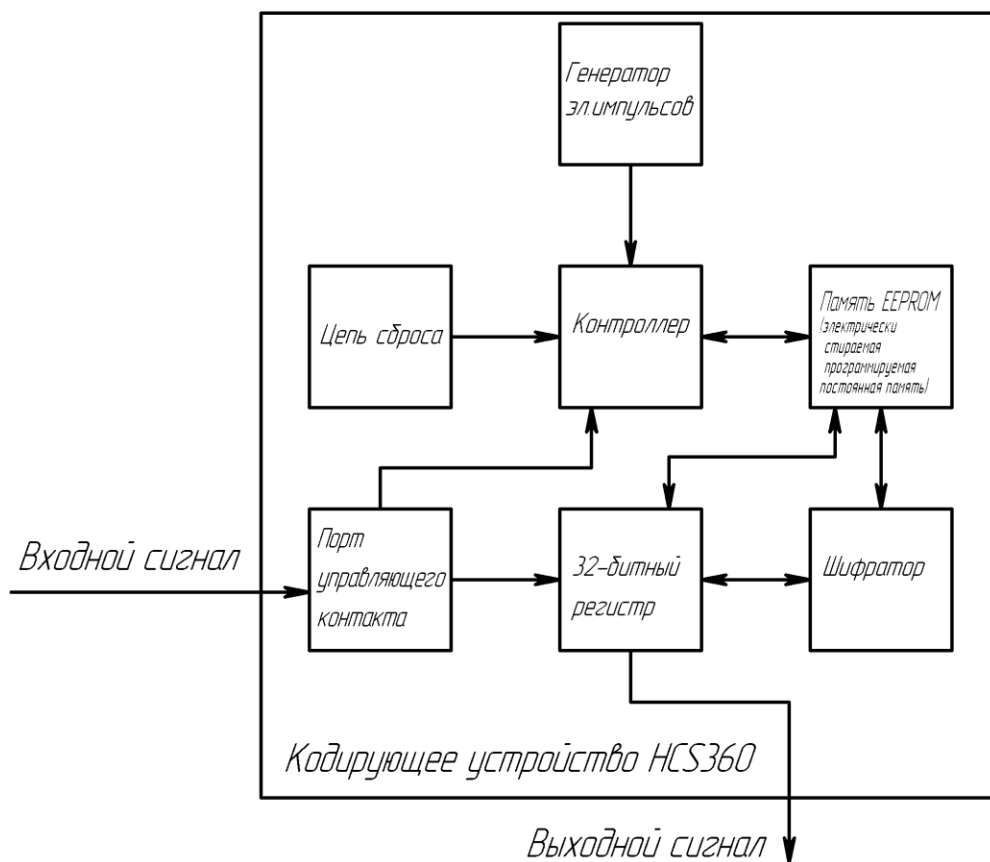


Рисунок 4.3 – Функциональная схема шифратора HCS360

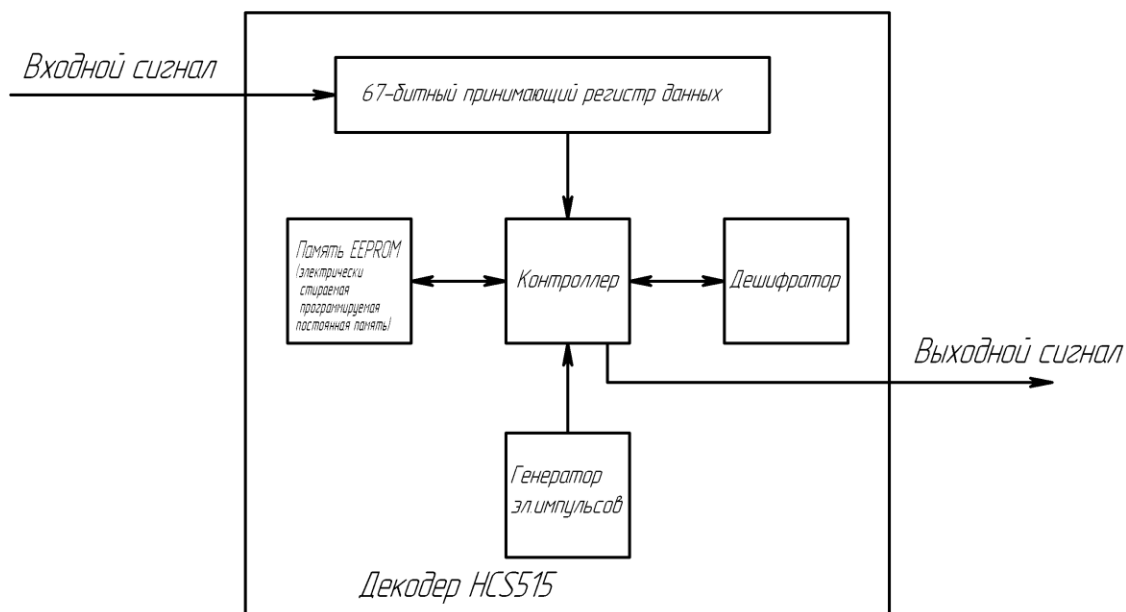


Рисунок 4.4 – Функциональная схема дешифратора HCS515

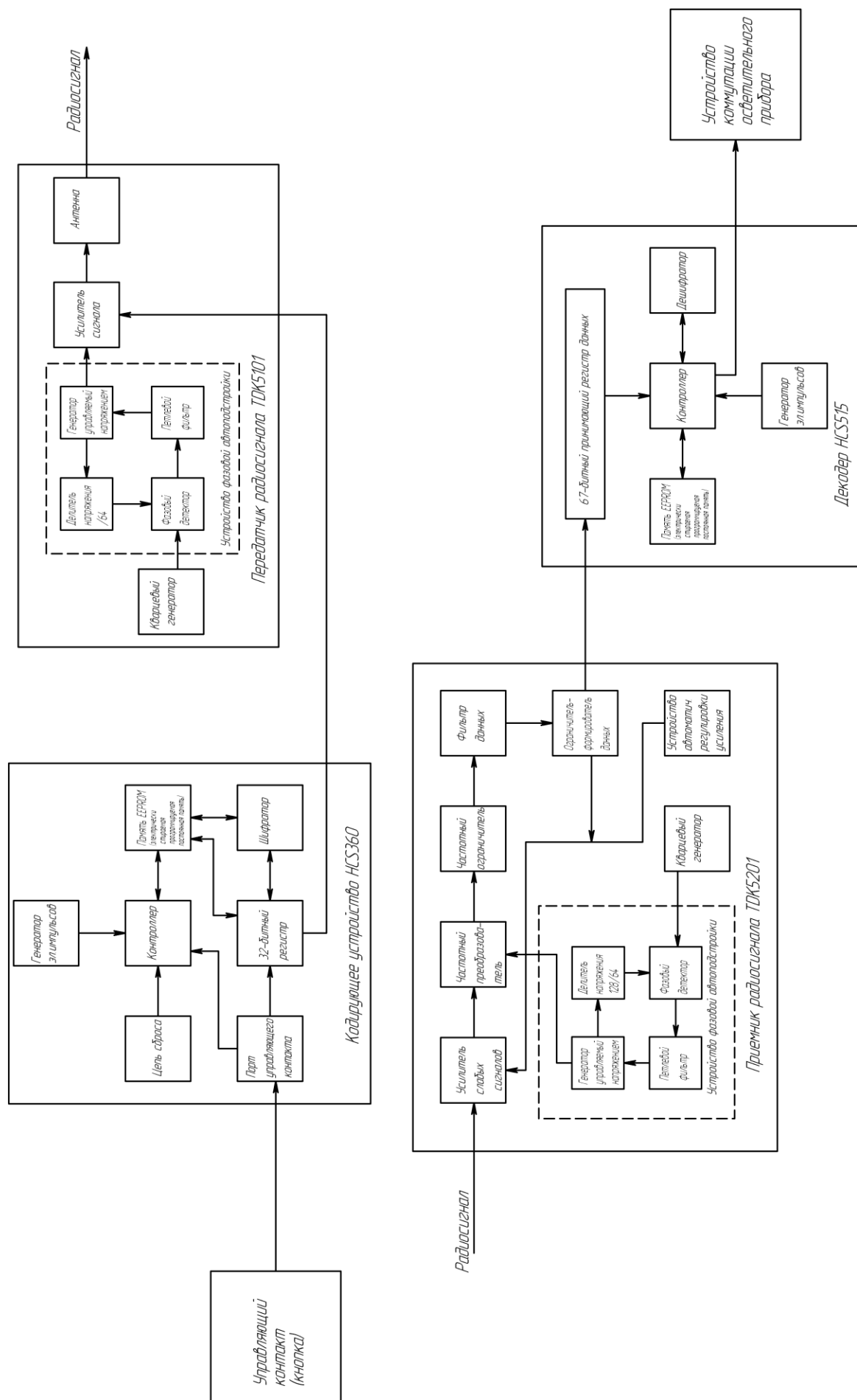


Рисунок 4.5 – Функциональная схема устройства дистанционного управления освещением

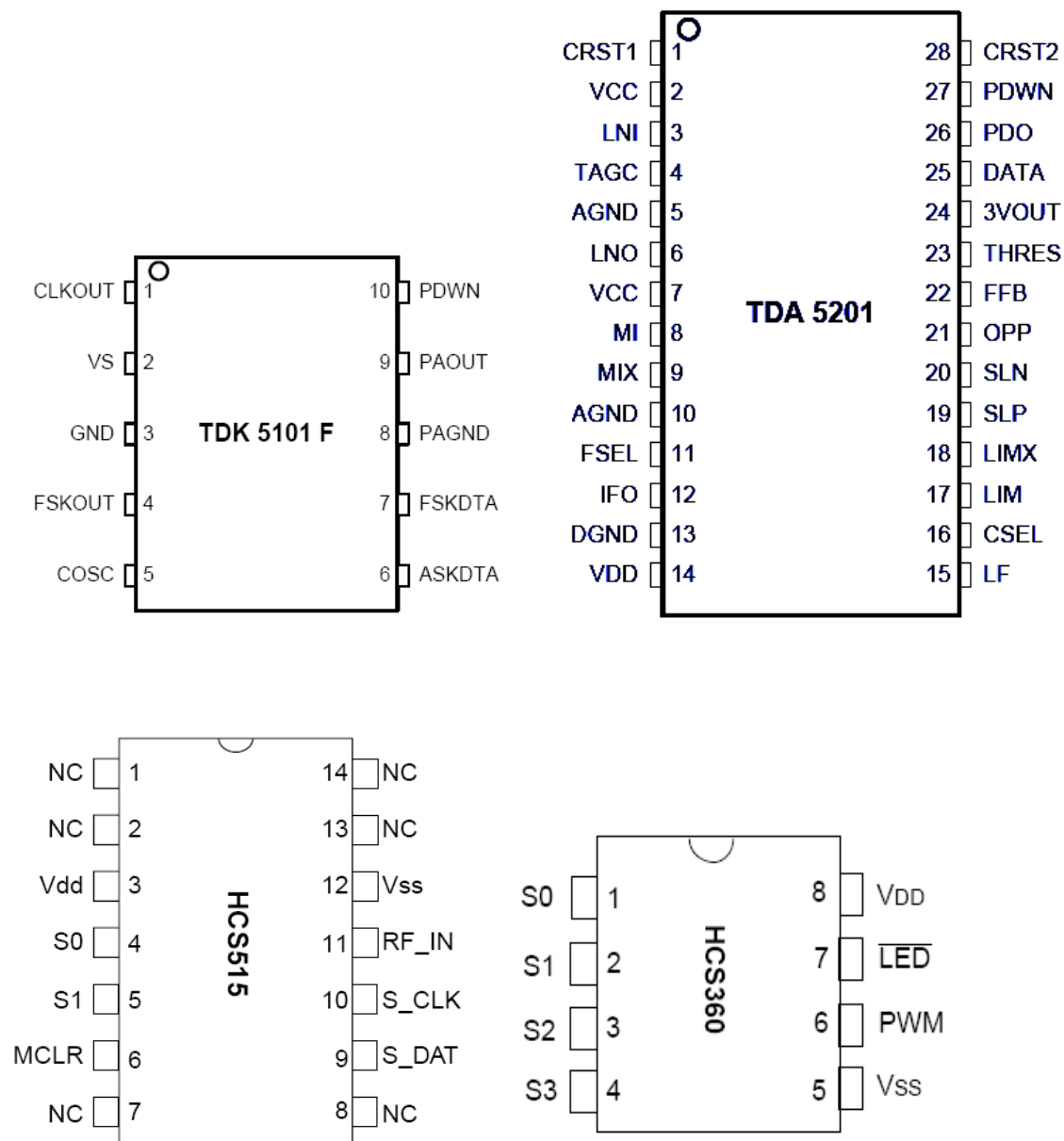


Рисунок 4.6 – Обозначение выводов микросхем

Таблица 4.5 – Назначение выводов микросхем

Название микросхемы	Параметр вывода		
	Номер	Обозначение	Функция
TDK5101F	1	CLKOUT	Частотная синхронизация с внешним устройством (615,2 кГц)
	2	VS	Приложение напряжения питания
	3	GND	Общий вывод
	4	FSKOUT	Выход кварцевого генератора
	5	COSC	Вход кварцевого генератора (9,84 МГц)
	6	ASKDATA	Ввод сигнала для амплитудной модуляции
	7	FSKDATA	Ввод сигнала для частотной модуляции
	8	PAGND	Общий вывод усилителя мощности
	9	PAOUT	Вывод сигнала с усилителя мощности (315 МГц)
	10	PDWN	Включение режима низкого энергопотребления
TDA5201	1	CRST1	Внешнее соединение с кварцевым генератором
	2	VCC	Подача питающего напряжения 5 В
	3	LNI	Ввод усилителя малых шумов
	4	TAGC	Задача временной константы автоматической регулировки усиления
	5	AGND	Аналоговый общий вывод
	6	LNO	Вывод усилителя малых шумов
	7	VCC	Подача питающего напряжения 5 В
	8	MI	Ввод преобразователя частот
	9	MIX	Комплементарный вывод преобразователя частот

продолжение таблицы 4.5

10	AGND	Аналоговый общий вывод
11	FSEL	Не используется
12	IFO	Вывод сигнала промежуточной частоты (10.7 МГц)
13	DGND	Цифровой общий вывод
14	VDD	Приложение питающего напряжения 5 В на УФА
15	LF	Вывод на фильтр УФА
16	CSEL	Переключение на 5-ти или 10-ти мегагерцовый кварцевый генератор
17	LIM	Вывод ограничителя сигнала
18	LIMX	Комплементарный вывод ограничителя
19	SLP	Положительный вывод компаратора данных
20	SLN	Отрицательный вывод компаратора данных
21	OPP	Неинвертирующий вывод усилителя сигнала
22	FFB	Обеспечение обратной связи с фильтром данных
23	THRES	Задание порога чувствительности устройства автоматической регулировки усиления (УАРУ)
24	3VOUT	Подача напряжения 3 В
25	DATA	Вывод данных
26	PDO	Вывод пикового детектора
27	PDWN	Включение режима пониженного энергопотребления
28	CRST2	Вывод на внешний кварцевый генератор

продолжение таблицы 4.5

HCS360	1	S0	Подача входного сигнала
	2	S1	Подача входного сигнала
	3	S2	Подача входного сигнала (кроме того, используется для программирования)
	4	S3	Подача входного сигнала (кроме того, используется для программирования)
	5	Vss	Соединение с общим проводом
	6	PWM	Вывод данных (кроме того, используется для программирования)
	7	LED	Соединение с катодом внешнего светодиода
	8	Vdd	Приложение положительного питающего напряжения
HCS515	1	NC	Не используется
	2	NC	Не используется
	3	Vdd	Приложения питающего напряжения
	4	S0	Функциональный вывод
	5	S1	Функциональный вывод
	6	MCLR	Вывод для стирания внутренней памяти
	7	NC	Не используется
	8	NC	Не используется
	9	S_DAT	Синхронизация с данными микроконтроллера
	10	S_CLK	Синхронизация с частотой работы микроконтроллера
	11	RF_IN	Ввод данных с передатчика
	12	GND	Соединение с общим проводом
	13	NC	Не используется
	14	NC	Не используется

4.2 Расчет параметров радиокоммутационного блока

4.2.1 Произвели расчет параметров элементов, необходимых для работы микросхем радиоприема TDA5201 и дешифрования HCS515.

Рассчитали параметры фильтра данных. Схема для расчета представлена на рисунке 4.9. Ёмкость конденсатора C1 рассчитывается по формуле 4.2, а C2 – по формуле 4.4.

$$C1 = \frac{2Q\sqrt{b}}{R \cdot 2\pi \cdot f_{3dB}} = \frac{2 \cdot 0,71 \cdot 1}{100 \cdot 10^3 \cdot 2\pi \cdot 5 \cdot 10^3} = 4,52 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} \quad (4.2)$$

где $Q=0,71$ – коэффициент, рассчитывается по формуле 4.3; $b=1$ – коэффициент фильтра; R – внутреннее сопротивление (см. рис. 4.9); $f_{3dB}=5\text{кГц}$ – частота работы фильтра при усилении 3дБ.

Q рассчитывали с помощью коэффициентов a и b , для фильтра Баттерворта $a=1,408$, $b=1$.

$$Q = \frac{\sqrt{b}}{a} = \frac{1}{1,408} = 0,71 \quad (4.3)$$

Ёмкость C2:

$$C2 = \frac{\sqrt{b}}{4Q \cdot R \cdot \pi \cdot f_{3dB}} = \frac{1}{4 \cdot 0,71 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^3} = 2,242 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} \quad (4.4)$$

Затем задали коэффициент деления частоты устройства фазовой автоподстройки r – при подключении вывода 16 «CSEL» микросхемы к общему проводу («земля») коэффициент деления равен 32 (при «открытом» (свободном) состоянии вывода 16 $r=64$).

После этого рассчитали частоту кварцевого резонатора f_{QU} по формуле 4.5:

$$f_{QU} = \frac{f_{RF} + f_{LO}}{r} = \frac{315 + 10,7}{32} = 10,178 \text{ МГц} \quad (4.5)$$

где $f_{RF}=315 \text{ МГц}$ – частота принятого сигнала; $f_{LO}=10,7 \text{ МГц}$ – частота работы

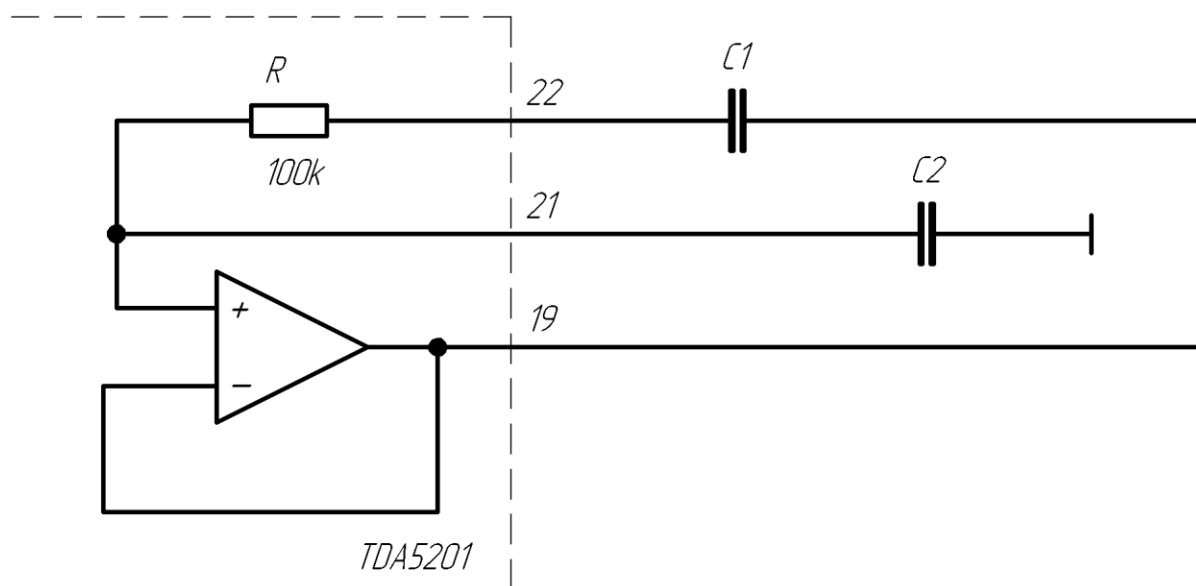


Рисунок 4.7 – Схема для расчета параметров фильтра данных

Далее произвели расчет конденсатора C_s , подключенного последовательно к кварцевому резонатору. Для расчета требуется знать параметры кварцевого резонатора, поэтому определились с последним: HC49/U Q10,17; его емкость $C_1=12$ пФ; частота работы $f=10,18$ МГц.

$$C_s = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + 2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_l} = \frac{1}{\frac{1}{12 \cdot 10^{-12}} + 2 \cdot \pi \cdot 10,18 \cdot 10^6 \cdot 870} = 7,2 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \quad (4.6)$$

где $X_l=870$ Ом– внутреннее сопротивление входов (1 и 28) микросхемы.

4.2.2 Рассчитали параметры силовой цепи. Состав цепи:

- Силовые ключи;
- Схема управления силовыми ключами

В качестве силовых ключей используем полевые транзисторы.

Согласно исходным данным к бакалаврской работе, коммутируемая мощность осветительных приборов 300 Вт, питается силовая цепь от напряжения 220 В ($U_{пит}$), 50 Гц; количество каналов управления – 2. Поэтому, коммутируемая мощность одного канала составляет 150..200 Вт ($P_{макс.коммут.}$).

Рассчитали максимальный коммутируемый ток одного канала:

$$I_{max} = \frac{P_{макс.коммут.}}{U_{пит}} = \frac{200}{220} = 0,91 \text{ А} \quad (4.7)$$

Исходя из вышеописанных условий, выбрали силовой ключ – IRFI740G, его основные параметры сведены в таблицу 4.6:

Таблица 4.6 – Электрические параметры полевого транзистора IRFI740G

Параметр	Значение
Напряжение пробоя сток-исток	400 В
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии	0,55 Ом
Максимально допустимый постоянный ток стока (при температуре 25°C)	5,4 А
Максимально допустимый постоянный ток стока (при температуре 100°C)	3,4 А
Максимально допустимый импульсный ток стока	22 А
Максимальное напряжение затвор-исток	20 В
Минимальное напряжение затвор-исток	2 В
Максимальное тепловое сопротивление кристалл-корпус	0,32°C/Вт

Схема управления силовыми ключами изображена на рисунке 4.8.

Схема содержит микромощный трансформатор, компаратор, логические элементы НЕ и И, драйвер управления силовыми ключами.

Микромощный трансформатор преобразует напряжение сети с 220 В до 5 В. Компаратор сравнивает напряжение, подаваемое на инвертирующий и на неинвертирующий входы. Выходной сигнал компаратора устанавливается в состояние высокого логического уровня, если напряжение на неинвертирующем входе больше напряжения на инвертирующем и в состояние низкого уровня, если напряжение на инвертирующем превышает напряжение на неинвертирующем. При совпадении условий сигнала высокого уровня на выходе компаратора D1 (рис. 4.9) и высокого логического уровня на выходе S_0 дешифратора (HCS515) микросхема логики И D3.2 выдаст на выходе логическую единицу (подав сигнал включения на драйвер транзисторов D4, VT2 откроется), иначе – лог. 0. При условии сигнала низкого напряжения с компаратора на выходе схемы НЕ D2 будет лог. единица, если одновременно с этим подан сигнал высокого уровня с выхода S_0 дешифратора на D3.1 то драйвер транзисторов откроет VT1.

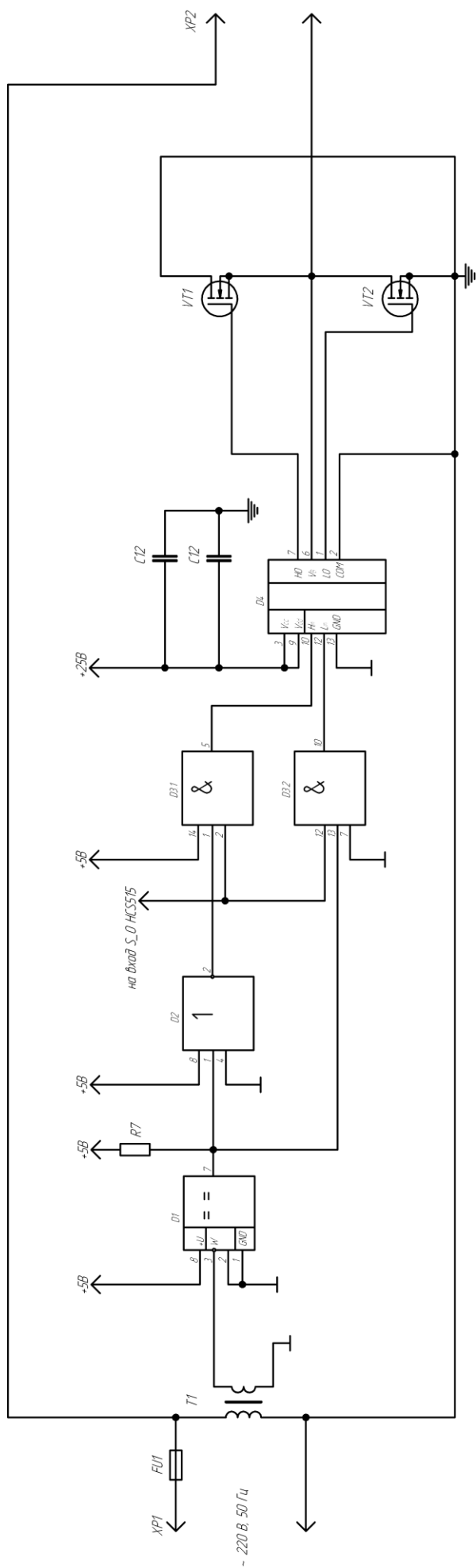


Рисунок 4.8 – Схема управления силовыми ключами

В качестве драйвера транзисторов выбран IR2113, его основные параметры показаны в таблице 4.7

Таблица 4.7 – Основные параметры IR2113

Параметр	Значение
Максимальное напряжение управляемого транзистора	600 В
Максимальный ток сток-исток управляемых транзисторов	2 А
Напряжение управления транзисторами (высокий уровень)	20 В
Напряжение питания	25 В
Тепловое сопротивление	75 °С/Вт
Допустимая температура окружающей среды	-40..125 °С

Драйвер IR2113 полевого транзистора IRFI740G содержит устройства гальванической развязки входных и выходных цепей.

Параметры выбранного компаратора К554СА3 отражены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Основные параметры К554СА3

Параметр	Значение
Коэффициент усиления	150 В/мВ
Коэффициент ослабления синфазного сигнала	80 дБ
Напряжение смещения	3 мВ
Входной ток	0,4 мкА
Разность входных токов	0,2 мкА
Время переключения	300 нс
Напряжение питания	+ 5 В
Ток потребления	5 мА
Выходной ток	50 мА
Тип управляемых логических схем	ТТЛ

В качестве элемента 2Их2 выбрана микросхема К155ЛИ5, элемент НЕ – К155ЛН1. Основные параметры микросхем серии К155 сведены в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Основные параметры микросхем серии К155

Параметр	Значение
Напряжение питания	+ 5 В
Выходное напряжение высокого уровня	2,4 В
Выходное напряжение низкого уровня	0,4 В
Потребляемая мощность	25 мВт

Допустимая температура окружающей среды	-45..+85 °С
Тип логики	ТТЛ

Далее определились с основными параметрами согласующего трансформатора Т1 (рис. 4.10):

- Переменное напряжение первичной обмотки 220 В, 50 Гц;
- Переменное напряжение вторичной обмотки 5 В, 50 Гц;
- Входной ток микросхемы компаратора 0,4 мкА.

4.3.3 Разработка схемы питания микросхем.

Все микросхемы разрабатываемого устройства питаются напряжением + 5 В.

В качестве блока питания микросхем использовали обратновходовой преобразователь напряжения («Фли-бак», flyback) [8]. В таком преобразователе сетевое напряжение 220 В частотой 50 Гц выпрямляется и сглаживается выпрямителем-фильтром, затем постоянное напряжение с помощью инвертора преобразуется в импульсное переменное напряжение повышенной частоты. Далее импульсный трансформатор преобразует это напряжение в необходимое для питания радиоаппаратуры значение, выпрямитель-фильтр сглаживает пульсации и питает нагрузку. Схема используемого преобразователя изображена на рисунке 4.11.

Исходные данные для расчета параметров элементов схемы питания:

- Напряжение сети – переменное 220 В, частотой 50 Гц;
- Выходное напряжение $U_{\text{вых1}} = +5 \text{ В}$;
- Максимальный выходной ток $I_{\text{вых}} = 50 \text{ мА}$;

Диоды входного выпрямителя выбрали из условия 4.7:

$$U_{\text{обр}}^{\text{д}} > U_{\text{сеть}}^{\text{max}} \quad (4.7)$$

где $U_{\text{обр}}^{\text{д}}$ – обратное напряжение диода, приводимое в технических условиях;

$U_{\text{сеть}}^{\text{max}}$ – амплитуда сетевого напряжения, $U_{\text{сеть}}^{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot 200 = 310 \text{ В}$.

Подходят диоды КД226Г, $U_{\text{обр}}^{\text{д}} = 600 \text{ В}$.

Определили ёмкость конденсатора фильтра по следующей формуле:

$$C = \frac{P_{\text{н}}}{2mK_{\text{н}}f_{\text{н}}U_{\text{н}}^2} = \frac{0,5}{2 \cdot 2 \cdot 0,02 \cdot 50 \cdot (248)^2} = 4,1 \text{ мкФ} \quad (4.8)$$

где m – число фаз выпрямителя (для диодного моста $m=2$);

$K_{\text{н}}$ – коэффициент пульсаций напряжения, $K_{\text{н}}=0,02$;

$f_{\text{н}}$ – частота питающей сети, $f_{\text{н}} = 50 \text{ Гц}$;

$U_{\text{н}}$ – минимальное значение напряжения питания $U_{\text{н}} = 248 \text{ В}$;

$P_{\text{н}}$ – мощность нагрузки, $P_{\text{н}} = 0,25 \text{ Вт}$.

Определяем коэффициент трансформации исходя из минимально возможной амплитуды напряжения питания 248 В:

$$k = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{5}{248} = 0,02 \quad (4.9)$$

$k_1=0,02$, коэффициент трансформации первичной обмотки вторичной обмотки соответственно. Индуктивность первичной обмотки, рассчитанная относительно вторичной обмотки:

$$L_1 = \frac{\gamma(1-\gamma)U_{\text{ном}}^{\text{min}}}{2I_{\text{н1}}fk_1} = \frac{0,5(1-0,5)248}{2 \cdot 0,06 \cdot 25000 \cdot 0,02} = 1,24 \text{ Гн} \quad (4.10)$$

где $\gamma = 0,5$ – коэффициент заполнения;

$I_{н1} = 0,06$ – ток потребляемый вторичной обмоткой;

$f = 25000$ – частота работы преобразователя;

k – коэффициент трансформации.

Средний ток первичной обмотки:

$$i_1 = I_{н1} \cdot k_1 = 0,06 \cdot 0,02 = 1,21 \text{ мА} \quad (4.12)$$

Выбираем магнитопровод Ш16х20 из феррита 2500НМС1 с основными параметрами: $S_0 = 4,18 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – площадь окна магнитопровода; $S = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – площадь рабочего сечения магнитопровода; $l_{cp} = 1,23 \text{ см}$ – длина средней линии магнитопровода

Объем магнитопровода:

$$V_{III} = \sqrt[4]{\left[\frac{S \cdot S_0}{0,13} \right]^3} = \sqrt[4]{\left[\frac{4,18 \cdot 10^{-4} \cdot 3,2 \cdot 10^{-4}}{0,13} \right]^3} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \quad (4.12)$$

Вычислили число витков первичной обмотки:

$$\omega_1 = \frac{\gamma \cdot U_n^{\min}}{B \cdot S \cdot f} = \frac{0,5 \cdot 248}{0,25 \cdot 3,2 \cdot 10^{-4} \cdot 25 \cdot 10^3} = 62 \quad (4.13)$$

Проверили объём магнитопровода по критерию допустимого перегрева:

$$V_{III} = \sqrt[4]{\left[\frac{5 \cdot 10^3 \cdot L \cdot i_n^2}{\mu_c \cdot \alpha \cdot \Delta T} \right]^3} = \sqrt[4]{\left[\frac{5 \cdot 10^3 \cdot 1,23 \cdot (1,21 \cdot 10^{-3})^2}{1,23 \cdot 10^4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 40} \right]^3} = 0,074 \text{ см}^3 \quad (4.16)$$

Видно, что мы могли обойтись очень маленьким объёмом магнитопровода, однако в данном случае определяющим является возможность размещения обмотке в окне магнитопровода, что увеличивает размеры магнитопровода на порядки по сравнению с оптимальными.

Число витков вторичной обмотки:

$$\omega_{21} = k \cdot \omega_1 = 0,02 \cdot 62 = 1,25 \quad (4.17)$$

Для получения целого числа витков число витков первичной обмотки взяли равным 100, тогда число витков вторичной обмотки 2. Кроме вторичной обмотки имеется также обмотка обратной связи (ω_3), которая, во-

первых, питает микросхему в рабочем режиме, во-вторых, является источником сигнала обратной связи для схемы регулирования напряжения, и, в-третьих, служит датчиком для детектора нуля. Исходя из номинального напряжения питания 12 В, число витков этой обмотки равно 3. Диаметры обмоточных проводов выбрали из условия допустимой плотности тока не более 5 А/мм²: d₁ = 0,03мм, d₂ = 0,11 мм, d₃ = 0,03 мм.

Рассчитали степень заполнения окна магнитопровода:

$$K_3 = k_n \cdot \frac{S_{np}^1 \cdot \omega_1 + S_{np}^2 \cdot \omega_2 + S_{np}^3 \cdot \omega_3}{S_0} =$$

$$= 5 \cdot \frac{0,075 + 0,02 + 0,002}{S_0} = 0,001 \quad (4.18)$$

где k_н – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения обмотки по каркасу, толщину изоляции проводов, толщину каркаса и межслойной изоляции.

Затем произвели расчет параметров фиксирующей цепочки – сопротивление R13 и ёмкость C18 (см. рис. 4.11) по формулам 4.19 и 4.20 соответственно:

$$R = \frac{U_n^2}{0,02 \cdot P_n} = \frac{312^2}{0,02 \cdot 0,5} = 10 \text{ МОм} \quad (4.19)$$

$$C = \frac{100}{R \cdot f} = \frac{100}{10^7 \cdot 25 \cdot 10^3} = 0,4 \text{ нФ} \quad (4.20)$$

Для схемы питания выбрали подходящий транзистор – BUZ90A, его параметры приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Параметры полевого транзистора BUZ90A

Параметр	Значение
Максимальное напряжение «сток-исток»	600 В
Максимальный постоянный ток стока	4 А
Максимальный импульсный ток стока	16 А
Диапазон рабочих температур	-50..+150 °С
Тепловое сопротивление «кристалл-корпус»	1,67 °С/Вт
Тепловое сопротивление «кристалл-среда»	75 °С/Вт

Сопротивление в открытом состоянии	1,7 Ом
Заряд затвора	60 нКул

Время включения (выключения) транзистора:

$$t_{\text{вкл}} = \frac{Q_3 \cdot R_3}{U_3} = \frac{60 \cdot 10^{-9} \cdot 47}{0,7 \cdot 12} = 0,3 \text{ мкс} \quad (4.21)$$

где Q_3 – заряд затвора;

R_3 – сопротивление «затворного» резистора (R_{12} на рисунке 4.9, типовой схемой включения транзистора рекомендуется 47 Ом);

U_3 – напряжение на затворе транзистора.

Рассчитали потери на переключение транзистора:

$$P_{\text{пер}} = \frac{U_n^2 \cdot \gamma^2 \cdot t_{\text{вкл}}}{6 \cdot L} = \frac{312^2 \cdot 0,5^2 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 2,47} = 0,5 \text{ мкВт} \quad (4.22)$$

Провели расчет статических потерь (потерь проводимости) транзистора по формуле 4.22:

$$P_{\text{пр}} = R_{\text{DS}}^{\text{ON}} \cdot \frac{U_n \cdot \gamma}{f \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{2}} = 1,7 \cdot \frac{310 \cdot 0,5}{25 \cdot 10^3 \cdot 2,47} \cdot \sqrt{\frac{0,5}{2}} = 2,1 \text{ мкВт} \quad (4.23)$$

где $R_{\text{DS}}^{\text{ON}}$ – сопротивление транзистора в открытом состоянии.

Общие потери мощности на транзисторе оказались равны 2,6 мкВт.

Оценили температурный режим работы транзистора:

$$T_j = T_a + R_{ja} \cdot P = 30 + 75 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} = 30,2^\circ \text{C} \quad (4.24)$$

Оказалось, не требуется использовать радиатор для обеспечения нормальной работы транзистора.

Таким образом, все необходимые расчеты для построения принципиальной электрической схемы выполнены.

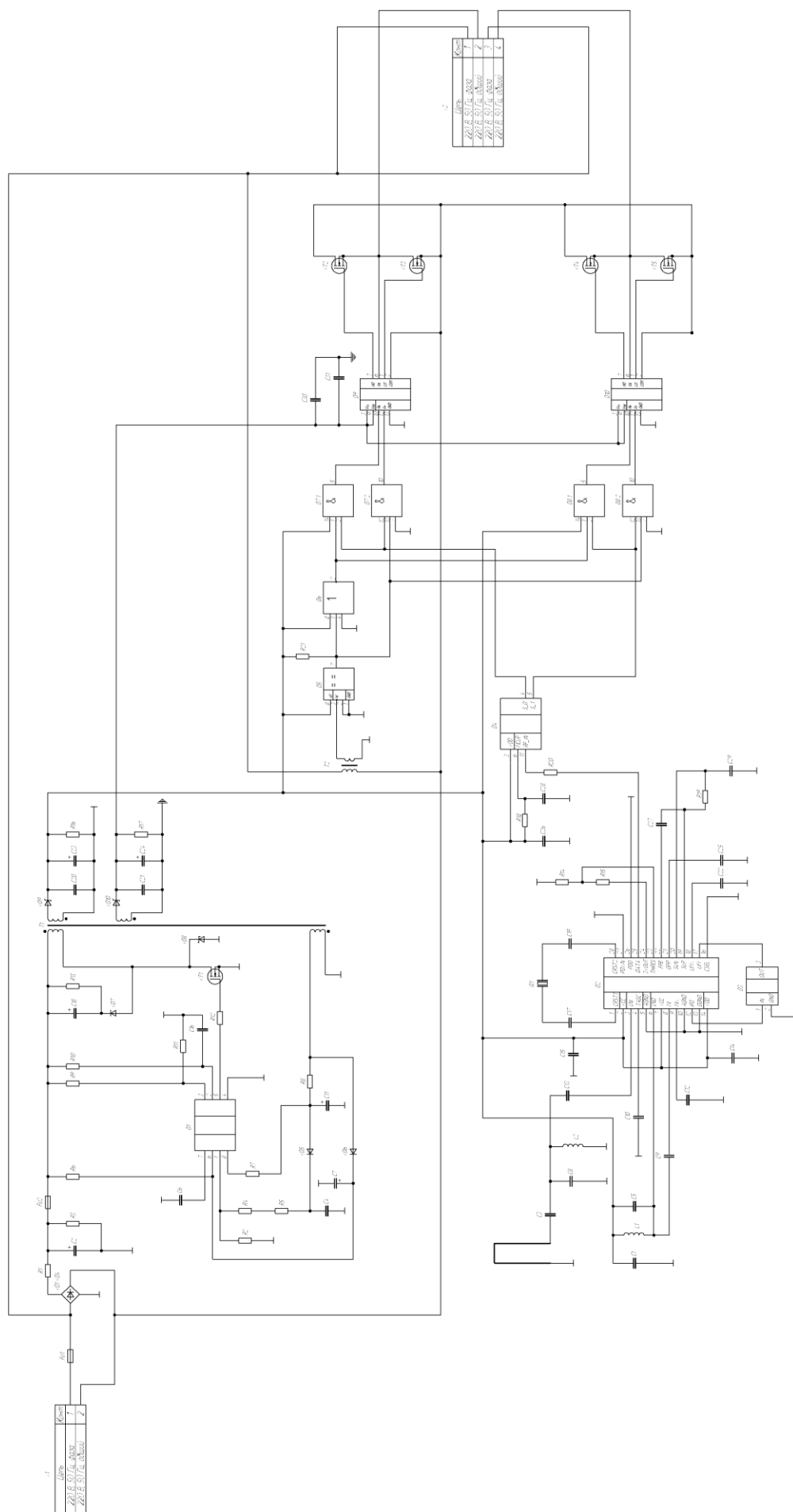


Рисунок 4.10 – Электрическая схема радиокоммутиционного блока

5 Выбор элементов электрической схемы устройства дистанционного управления освещением.

В предыдущем разделе был описан процесс разработки схемы устройства – рассчитаны номиналы элементов, найдены необходимые микросхемы, ключевые элементы, приборы стабилизации и преобразования напряжения. В этом разделе произведен выбор всех элементов схемы. При поиске различных элементов схемы устройства использовались справочники [1, 2, 3, 4] и интернет-серверы компаний продавцов-поставщиков компонентов радиоэлектроники [5, 6, 7, 9]. Номиналы элементов взяты из справочника [1]. Обозначения элементов соответствуют принципиальной электрической схеме радикоммутирующего устройства.

5.1 Выбор элементов радиокоммутирующего устройства (РКУ).

5.1.1 Конденсаторы. РКУ состоит из трёх устройств – радиоприёмника, блока силовых полупроводниковых ключей и блока питания микросхем. Конденсаторы радиопринимающей части рассчитаны на низкие напряжения и имеют малые размеры и ёмкость (SMD), их выбрали с помощью [5], блок питания микросхем имеет большое количество фильтрующих конденсаторов, имеющих большие ёмкость и напряжение, их выбирали из справочников [2, 3]:

C1 – NTM 0805 100пФ±5%;

C2 – K50-7-5мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;

C3 – NTM 0805 3,3пФ±5%;

C4 – K50-7-4,7мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;

C5 – NTM 0805 12пФ±5%;

C6 – K42-Y2 0,22 мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;

C7 – K50-15-47мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;

C8 – NTM 0805 10пФ±5%;
 C9 – NTM 0805 33пФ±5%;
 C10 – NTM 0805 47нФ±10%;
 C11 – K42-Y2 1мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;
 C12, C15 – NTM 0805 100пФ±5%;
 C13 – NTM 0805 6,8пФ±5%;
 C14 – NTM 0805 10нФ±10%;
 C16 – K73-11-4,7мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;
 C17 – NTM 0805 12пФ±2%;
 C18 – KM-6-470пФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;
 C19 – NTM 0805 18пФ±5%;
 C20, C21 – K42-Y2 0,1мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;
 C22 – NTM 0805 10нФ±10%;
 C23, C24 – K50-6-1мкФ±10% ОЖО.461.100 ТУ;
 C25 – NTM 0805 220пФ±5%;
 C26, C28, C30, C31 – NTM 1206 100нФ±10%;
 C27 – NTM 0805 470пФ±5%;
 C29 – NTM 0805 47нФ±10%;
 C32, C33 – NTM 0805 47нФ±10%;

5.1.2 Микросхемы радиопередачи, дешифрации, компаратора, логики 2Их2, НЕ и драйвера затвора транзистора были выбраны уже при построении принципиальной схемы. На электрической принципиальной схеме они имеют следующее обозначение:

D1 – TDA4605 (Infineon);
 D2 – TDA5201 (Infineon);
 D3 – SFE.107MA-5 (Murata);
 D4 – HCS515 (Microchip);
 D5 – K554CA3;
 D6 – K155ЛН1;

D7, D8 – К155ЛИ5;

D9, D10 – IR2113.

5.1.3 Резисторы. Для цепей микросхемы радиоприёма и дешифрации требуются маломощные резисторы SMD. Для цепей силовых ключей и питания микросхем использовали резисторы серии С2-23 (ОЖ0.467.104 ТУ):

R1 – C2-23-0,5-4,7 кОм $\pm$ 2%;

R2 – C2-23-0,5-220 Ом $\pm$ 2%;

R3 – C2-23-2-47 кОм $\pm$ 2%;

R4 – C2-23-0,5-2,2 кОм $\pm$ 2%;

R5 – C2-23-0,5-3,9 кОм $\pm$ 2%;

R6 – C2-23-0,5-75 кОм $\pm$ 2%;

R7 – C2-23-0,5-10 кОм $\pm$ 2%;

R8 – C2-23-0,5-100 Ом $\pm$ 2%;

R9 – C2-23-0,5-820 кОм $\pm$ 2%;

R10 – C2-23-2-270 кОм $\pm$ 2%;

R11 – C2-23-0,5-8,2 кОм $\pm$ 2%;

R12 – C2-23-0,5-47 Ом $\pm$ 2%;

R13 – C2-23-2-10 кОм $\pm$ 2%;

R14 – NTM 0805-0,063-180 кОм $\pm$ 5%;

R15 – NTM 0805-0,063-120 кОм $\pm$ 5%;

R16, R17 – C2-23-0,5-18 кОм $\pm$ 2%;

R18 – NTM 0805-0,063-820 кОм $\pm$ 5%;

R19 – NTM 0805-0,063-100 кОм $\pm$ 5%;

R20 – NTM 0805-0,063-22 кОм $\pm$ 5%;

R21..R24 – C2-23-0,5-47 Ом $\pm$ 2%.

5.1.4 Трансформаторы. Основные параметры трансформатора Т1 рассчитаны в разделе 4, его название: Т5-5-220-5. Трансформатор Т2 нужен для согласования работы цепей силовых ключей с частотой питающей сети. Использовали трансформатор ТПП206-127/220-50 В. Т2 работает в режиме хо-

лостого хода, т. к. напряжение вторичной обмотки приложено только ко входу компаратора, входной ток которого составляет 0,4 мкА.

5.1.5 Транзисторы. Как описано выше (в разделе расчета параметров элементов схем), для преобразователя напряжения питания микросхем целесообразно использование полевого транзистора BUZ90A. По параметрам коммутируемой нагрузки (220 В, 50 Гц, ток до 1 А) выбрали транзистор IRFI740G.

5.1.6 Для соединения РКУ и питающей сети и подключения РКУ к нагрузкам (осветительным электроприборам) использовали клеммники DG126-02V-12. Каждый из которых имеет 2 контакта, зажимающих подключаемый силовой провод с помощью винтов. Параметры контактов удовлетворяют коммутируемой нагрузке (см. п. 2.5.5).

Из выбранных элементов составили перечень элементов системы дистанционного управления освещением (см. приложение).

6 Разработка конструкции устройства

Устройство дистанционного управления состоит из двух основных блоков – пульта дистанционного управления и радиокommутационного устройства, которые выполнены в отдельных друг от друга корпусах.

В задании указана разработка конструкции силового модуля, включающего в себя блок радиокommутационного устройства и источника питания, поэтому в этом разделе произведем разводку печатной платы радиокommутационного устройства.

Блок радиокommутационного устройства содержит в себе 3 подблока: приём радиосигнала, преобразования питающего напряжения, силовых ключей, каждый из которых выполнен на отдельной печатной плате. На рисунках 6.1, 6.2, 6.3 изображены печатные платы подблоков радиокommутационного устройства, а на рисунках 6.4, 6.5, 6.6 показаны схемы сборки печатных плат.

Печатные платы разработаны с помощью компьютерной программы разводки печатных плат SprintLayout 4.0, которая распространяется свободно.

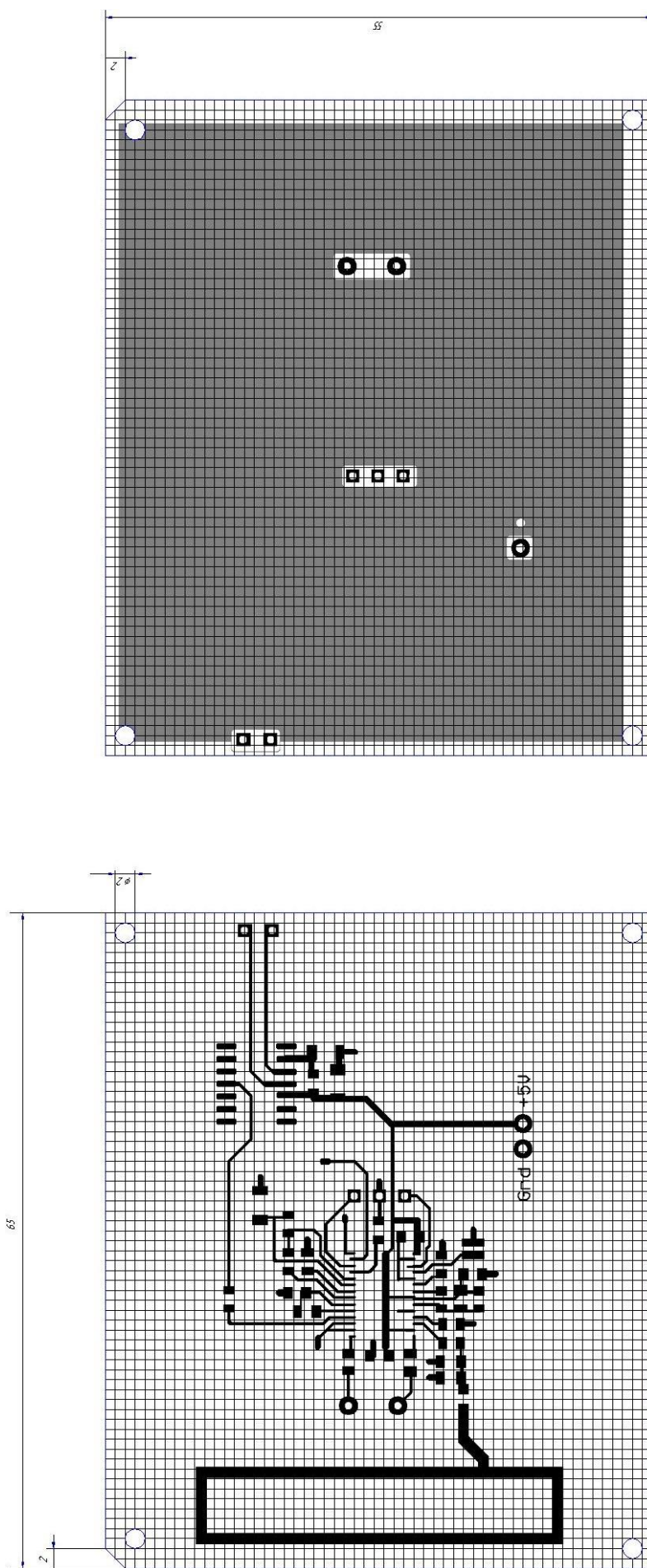


Рисунок 6.1 – Печатная плата блока приёма радиосигнала, вид сверху (слева) и снизу (справа).

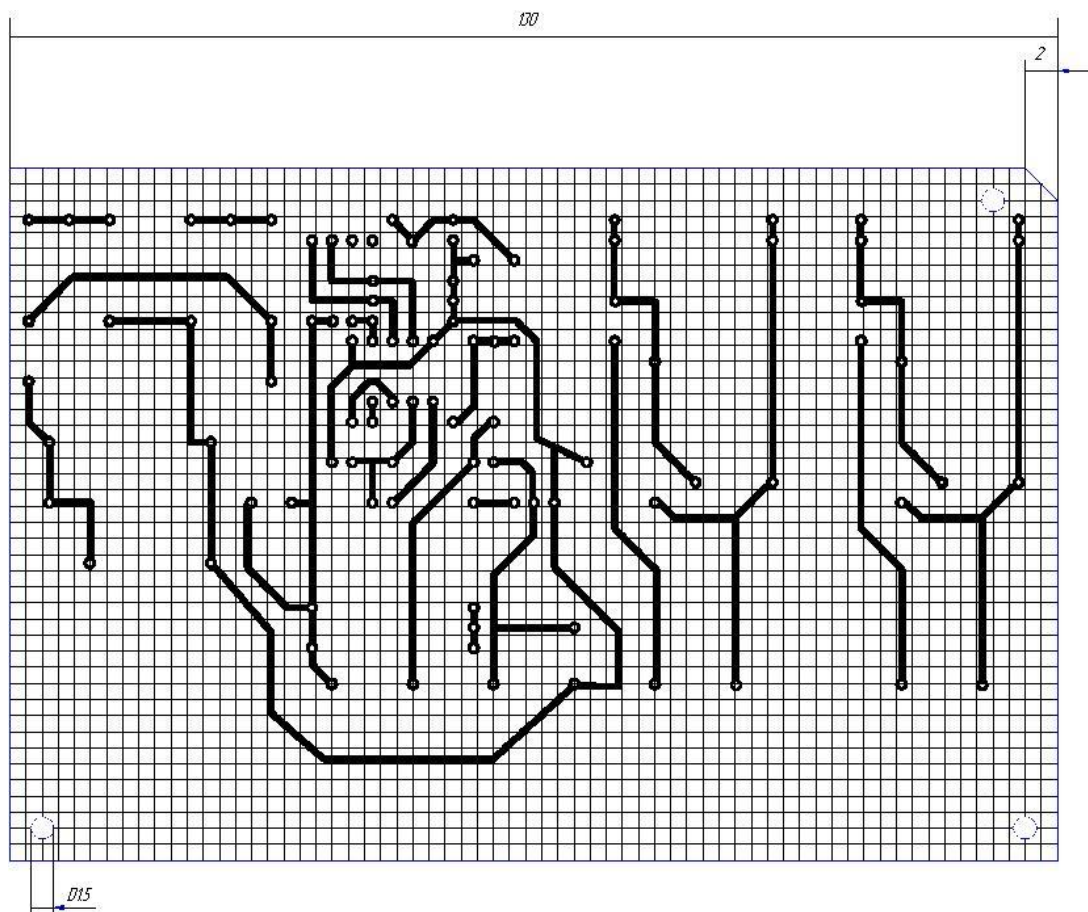


Рисунок 6.4 – Печатная плата блока питания микросхем.

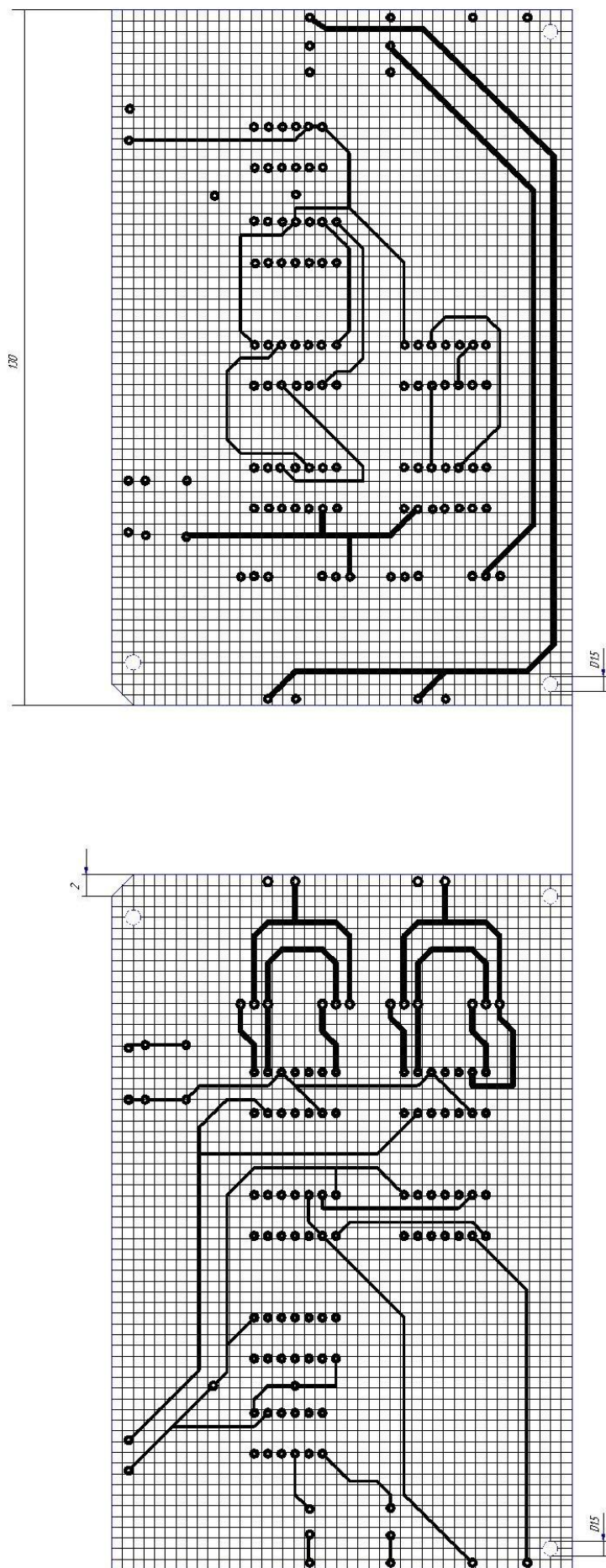


Рисунок 6.5 – Печатная плата блока коммутации силовых ключей,
вид сверху (слева) и снизу (справа).

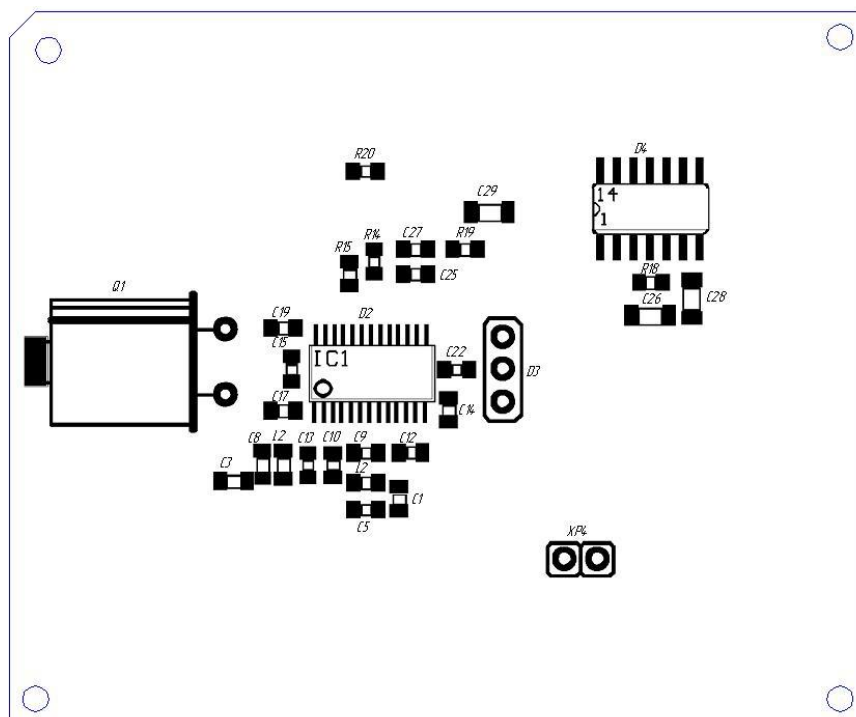


Рисунок 6.6 – Схема сборки печатной платы пульта дистанционного управления.

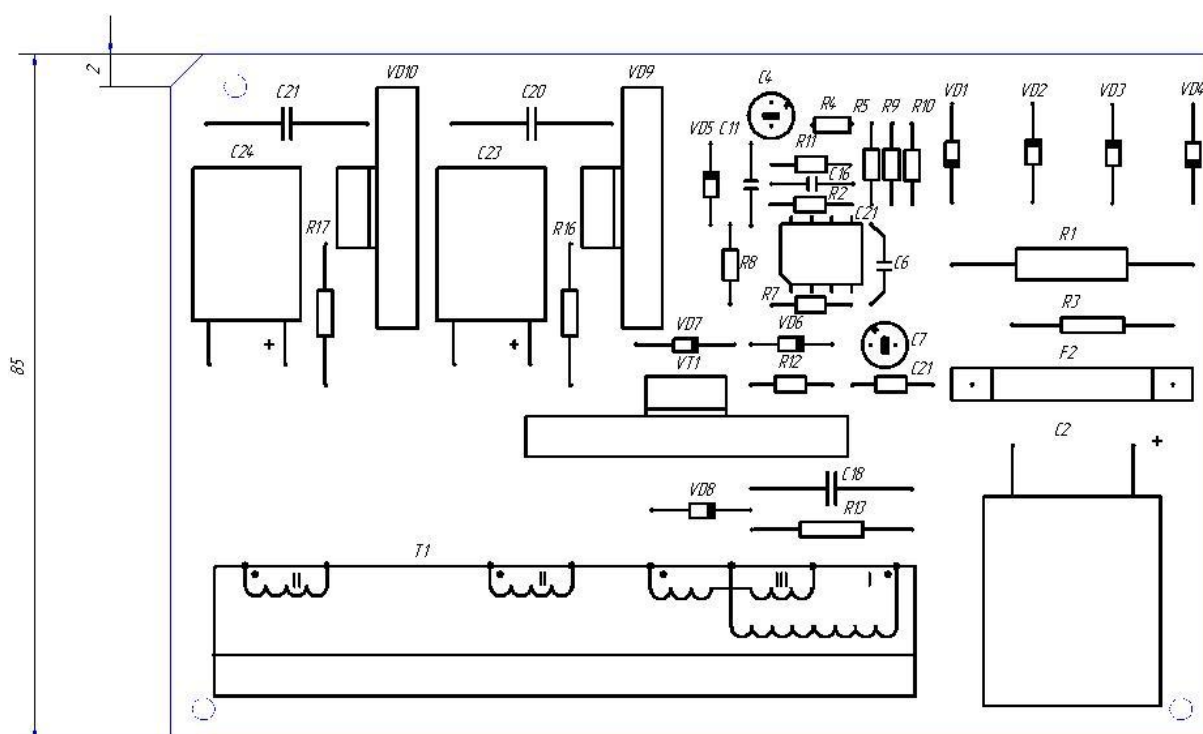


Рисунок 6.7 – Схема сборки печатной платы блока питания микросхем.

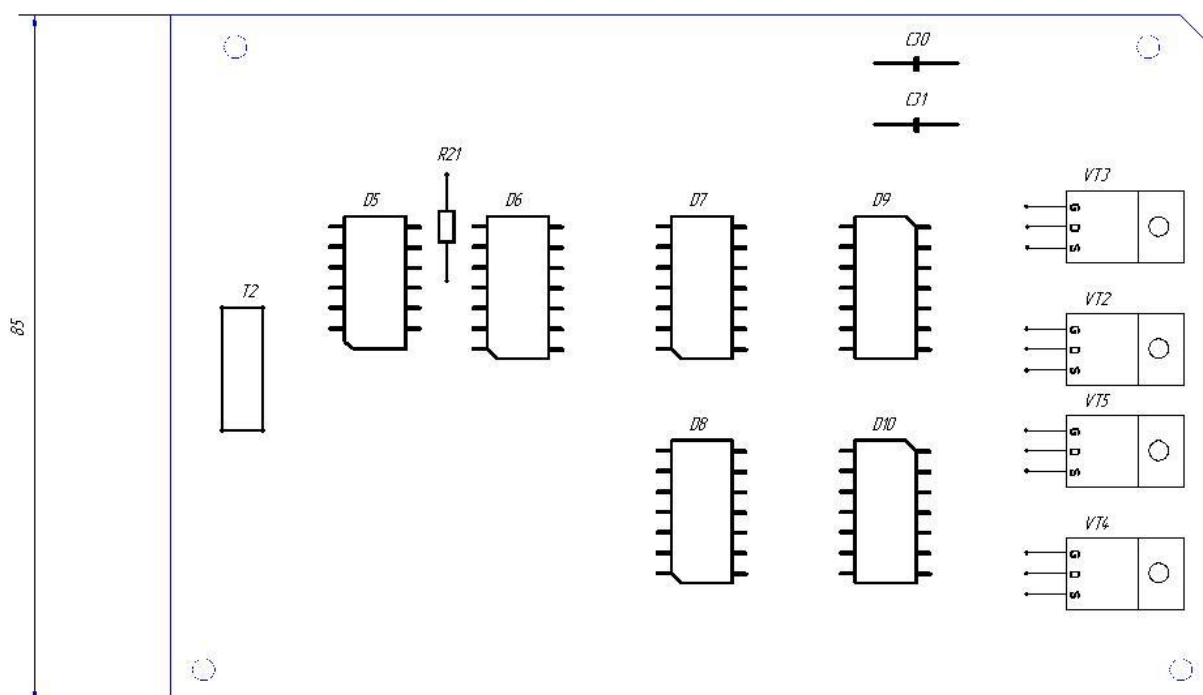


Рисунок 6.8 – Схема сборки печатной платы блока коммутации силовых ключей.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе работы приведен экономический расчет проектируемого устройства дистанционного управления искусственным освещением: расчет себестоимости, показателей экономической эффективности.

В основу рациональной организации рабочего процесса выбран последовательно-параллельный вид движения предметов труда в производстве, в котором передача партии деталей с операции производится частями - транспортными партиями. Если длительность предшествующей операции короче последующей, то транспортная партия передается немедленно по окончании ее обработки. Если предшествующая операция продолжительнее последующей, то создается задел от одной до нескольких транспортных партий.

7.1 Исходные данные

Исходные данные к расчету представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные к расчету

Параметр	Ед. измерения	Условное обозначение	Значение
Годовая программа выпуска	шт	V	144000
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов от комплектующих изделий	%	$K_{тз.компл}$	6
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов от основных материалов	%	$K_{тз.осн}$	7

продолжение табл.7.1

Единый социальный налог	%	$E_{есн}$	26,2
Доплаты, не связанные с работой на производстве	%	$K_{дон}$	15
Доплаты за работу на производстве	%	$K_{пр}$	25
Расходы на содержание оборудования и износ инструмента	%	$E_{об.инстр}$	112
Общепроизводственные цеховые расходы	%	$E_{цех}$	226
Общезаводские расходы	%	$E_{общ.зав}$	280

Коммерческие расходы	%	$E_{ком}$	2
Коэффициент рентабельности	%	K_p	20
Тарифная ставка (0 сетка, 4 разряд)	руб	$Z_{тар}$	37,55
Норма амортизационных отчислений	%	$N_{ам}$	14
Расчетный период	год	n	5
Налог на прибыль	%	E_{np}	24

В таблице 7.2 представлена расшифровка затрат на покупные изделия.

Таблица 7.2 – Покупные изделия

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во на 1000 шт изделий	Цена опт., руб	Сумма, руб	№ прейск.
1	2	3	4	5	6	7
1	эл. питания CR2032	шт	1000	10	10000	Догов.
2	Конденсаторы NTM 0603	шт	5000	0,19	950	Догов.
3	Микросх. TDK5101F	шт	1000	34,6	34600	Догов.
4	Микросх. HCS360	шт	1000	35,25	35250	Догов.
5	Индуктивность B82496C3390	шт	1000	4,57	4570	Догов.
6	Кварц. резон. TSS-3B9843,75	шт	1000	3	3000	Догов.
7	Резисторы NTM 0603	шт	5000	0,04	200	Догов.
8	Контакт-кнопка STTSK	шт	2000	1,75	1750	Догов.
9	Диод АД110А	шт	2000	1,30	1300	Догов.
10	Конденсаторы NTM 0805	шт	17000	0,19	3230	Догов.
11	Конденсаторы K50-7	шт	2000	0,89	1780	Догов.
12	Конденсаторы K42-Y2	шт	4000	1,09	4360	Догов.
13	Конденсатор K50-15	шт	1000	0,95	950	Догов.
14	Конденсатор K73-11	шт	1000	1,03	1030	Догов.
15	Конденсатор KM-6	шт	1000	2,5	2500	Догов.
16	Конденсаторы K50-6	шт	2000	0,89	1780	Догов.
17	Конденсаторы NTM 1206	шт	3000	0,29	870	Догов.
18	Микросх. TDA4605	шт	1000	23,55	23550	Догов.
19	Микросх. TDA5201	шт	1000	40,58	40580	Догов.
20	Микросх. SFE10.7M	шт	1000	5,04	5040	Догов.
21	Микросх. HCS515	шт	1000	34,1	34100	Догов.
22	Микросх. K554CA3	шт	1000	8,15	8150	Догов.
23	Микросх. K155ЛН1	шт	1000	2,84	2840	Догов.
24	Микросх. K155ЛИ5	шт	2000	4,45	8900	Догов.
25	Микросх. IR2113	шт	2000	25,97	51940	Догов.
26	Предохранители ПК-55	шт	2000	2,5	5000	Догов.
27	Индуктивности	шт	2000	9,25	18500	Догов.

	PTL2012					
28	Кв. резонатор НС49/U	шт	1000	8,39	8390	Догов.
29	Резисторы С2-23	шт	15000	0,37	5550	Догов.
30	Резисторы NTM 0805	шт	5000	0,19	950	Догов.
31	Трансформа-торы Т5-5-220	шт	1000	31,4	31400	Догов.
32	Трансформа-торы Т1-1-220	шт	1000	24,5	24500	Догов.
33	Диоды КД226Г	шт	4000	2,75	11000	Догов.
34	Диоды КД221А	шт	1000	2,75	2750	Догов.
35	Диоды 1,5KE440А	шт	1000	4,64	4640	Догов.
36	Диоды MUR460	шт	1000	5,42	5420	Догов.
37	Диоды MBR1645	шт	2000	13,5	27000	Догов.
38	Транзисторы BUZ90А	шт	1000	15,63	15630	Догов.
39	Транзисторы IRFI740G	шт	4000	14,14	56560	Догов.
40	Клеммник DG126	шт	2000	1,97	3940	Догов.
41	Корпус 2А536	шт	1000	5,55	5550	Догов.
42	Корпус 2А536		1000	5,55	5550	Догов.
43	Корпус Н748		1000	7,17	7170	Догов.
44	Винт У355		6000	0,45	2700	Догов.
45	Гайка Г7-55		6000	0,3	1800	Догов.
46	Шайба Ш5-9		6000	0,25	1500	Догов.
	Итого				510620	

В таблице 7.3 представлена расшифровка затрат на материалы для расчета оптовой цены нормативно-чистой продукции.

Таблица 7.3 – Основные материалы

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода	Чистый вес	Цена опт., руб	Сумма, руб	№ прейск.
1	Текстолит с металлизацией	-	37	25,5	291,2	10767	
2	Плёнка эл/из полиэт ПЭТЭ 0,19х13		18,32	11,52	76,5	1401,48	
3	Картон гофрированный КТ-2А	м ²	99,86		11,82	850,8	
4	Писчая бумага №10А		0,014		19,5	0,27	
	Плёнка клеющ. ПЭК-32А		26,5	15,2	60,3	1598	
	Лента полиэт. кл. ЛПК-78		37,9	10,2	50	1895	
	Итого:					16513	

В таблице 7.4 представлены виды работ при изготовлении устройства дистанционного управления освещением (УДУО), средний разряд, трудоемкость, тарифная ставка.

Таблица 7.4 – Виды работ при изготовлении УДУО

№	Виды работ	Категория работника	Разряд	Трудо- емкость, нор- мо-час	Тарифная ставка, руб/ч	Тарифная за- раб. плата, руб
1	Пайка	рабочий	5	2	42,48	84,96
2	Промежуточный контроль (наладка)	техник	7	0,5	51,99	26,00
3	Корпусирование	рабочий	4	0,25	37,55	9,39
4	Выходной контроль	техник	6	0,25	49,66	12,42
	Итого:			3		132,77

7.3 Расчет себестоимости устройства дистанционного управления освещением.

В данном подразделе проведена калькуляция затрат на изготовление единицы продукции, объема V продукции, а также представлен расчет себестоимости и оптовой цены единицы продукции и объема V продукции.

7.3.1 Стоимость основных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов:

$$C_{осн} = S_{м} \cdot \left(1 + \frac{K_{мз.осн}}{100} \right) = 16,513 \cdot \left(1 + \frac{7}{100} \right) = 17,67 \text{ руб.} \quad (7.1)$$

7.3.2 Стоимость комплектующих с учетом транспортно-заготовительных расходов:

$$C_{компл} = S_{о} \cdot \left(1 + \frac{K_{мз.компл}}{100} \right) = 510,62 \cdot \left(1 + \frac{6}{100} \right) = 541,26 \text{ руб.} \quad (7.2)$$

7.3.3 Суммарные затраты на комплектующие и материалы:

$$\sum C = C_{осн} + C_{компл} = 17,67 + 541,26 = 558,93 \text{ руб.} \quad (7.3)$$

7.3.4 Расчет основной заработной платы производственных рабочих:

$$Z_{осн} = Z_{тар} \cdot \left(1 + \frac{K_{нр}}{100} \right) = 37,55 \cdot \left(1 + \frac{35}{100} \right) = 50,69 \text{ руб.} \quad (7.4)$$

7.3.5 Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot \frac{K_{доп}}{100} = 50,69 \cdot \frac{15}{100} = 7,60 \text{ руб.} \quad (7.5)$$

7.3.6 Отчисления на единый социальный налог:

$$C_{есн} = Z_{осн} + Z_{дон} \cdot \frac{E_{есн}}{100} = 50,69 + 7,60 \cdot \frac{26,2}{100} = 15,27 \text{ руб.} \quad (7.6)$$

7.3.7 Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$C_{об} = Z_{осн} \cdot \frac{E_{об.инстр}}{100} = 50,69 \cdot \frac{112}{100} = 56,78 \text{ руб.} \quad (7.7)$$

7.3.8 Общепроизводственные цеховые расходы:

$$C_{цех} = Z_{осн} \cdot \frac{E_{цех}}{100} = 50,69 \cdot \frac{226}{100} = 114,57 \text{ руб.} \quad (7.8)$$

7.3.9 Общепроизводственная цеховая себестоимость:

$$C_{цех.сс} = \sum C + Z_{осн} + Z_{дон} + C_{есн} + C_{об} + C_{цех} = \\ = 558,93 + 50,69 + 7,60 + 15,27 + 56,78 + 114,57 = 803,84 \text{ руб.} \quad (7.9)$$

7.3.10 Общезаводские расходы:

$$C_{общ.з} = Z_{осн} \cdot \frac{E_{общ.зав}}{100} = 50,69 \cdot \frac{280}{100} = 141,94 \text{ руб.} \quad (7.10)$$

7.3.11 Общезаводская себестоимость:

$$C_{общ.з.сс} = C_{цех.сс} + C_{общ.з} = 803,84 + 141,94 = 945,78 \text{ руб.} \quad (7.11)$$

7.3.12 Расчет коммерческих расходов:

$$C_{ком} = C_{общ.з.сс} \cdot \frac{E_{ком}}{100} = 945,78 \cdot \frac{2}{100} = 18,92 \text{ руб.} \quad (7.12)$$

7.3.13 Расчет полной себестоимости:

$$C_{полн} = C_{общ.з.сс} + C_{ком} = 945,78 + 18,92 = 964,7 \text{ руб.} \quad (7.13)$$

7.3.14 Расчет оптовой цены продукции:

$$Ц_{опт} = C_{полн} \cdot \left(1 + \frac{K_p}{100} \right) = 964,7 \cdot \left(1 + \frac{20}{100} \right) = 1158 \text{ руб.} \quad (7.14)$$

Все расчетные данные, полученные в пп.7.3.1-7.3.14 сведены в табл.

7.5.

Таблица 7.5 – Калькуляция затрат на изготовление устройства

№	Наименование статей затрат	Затраты на ед. продукции, руб.	Затраты на объем V продукции,	Структура себестоимости, %
---	----------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------

			млн руб.	
1	Основные материалы	17,7	2,55	1,84
2	Комплектующие изделия	541,26	78	56,1
3	Суммарные затраты на материалы	558,93	80,5	57,93
4	Основная зараб. плата производственных рабочих	50,69	7,3	5,25
5	Дополнительная зараб. плата производственных рабочих	7,60	1,1	0,8
6	Отчисления на единый социальный налог	15,27	2,2	1,6
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	56,78	8,2	5,88
8	Общепроизводственные цеховые расходы	114,57	16,5	11,88
9	Цеховая себестоимость	803,84	115,8	83,32
10	Общезаводские расходы	141,94	20,4	14,7
11	Общезаводская себестоимость	945,78	136	98,04
12	Коммерческие расходы	18,92	2,7	1,96
13	Полная себестоимость	964,73	138	100
14	Оптовая цена	1158	166,8	-

Таким образом, итоговая полная себестоимость изделия составила 964,73 р, что позволило сформировать оптовую цену в 1158 рублей.

8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ УЧАТКА СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Знание опасных и вредных факторов производства, возникающих при изготовлении и сборке печатных плат, позволяет организовать выполнение законодательства РФ в сфере охраны труда на производстве.

8.1 Требования техники безопасности

- Лица работающее на участке сборки печатных плат, должны проходить периодически (каждые 1...2 года) медицинские осмотры в соответствии с приказом министра здравоохранения РФ.

- Лица, обслуживающие участок сборки печатных плат, должны быть обеспечены согласно «Типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим машиностроительных и металлообрабатывающих производств», утвержденным Постановлением Государственного комитета Совета Министров РФ по вопросу труда и заработной платы.

- При работе на участке сборки печатных плат следует делать перерывы каждые 45 минут.

- Участок сборки печатных плат должен размещаться в изолированном помещении, расположение кабинета относительно наружных стен здания и на определенном этаже функционального значения не имеет. Помещение должно быть с естественным и искусственным освещением, создаваемым газоразрядными (люминесцентными) лампами обеспечивающими необходимую освещенность.

- Норма свободной площади на одно рабочее место не менее 10 м².

- Уровень шума в помещении не должен превышать величин, установленных «Гигиеническими нормами допустимых уровней звукового давления и уровнем звука на рабочих местах». Определение шумовых характеристик на рабочих местах по ГОСТ 12.1.028-80.

- Помещение должно быть обеспечено углекислотными огнетушителями марок ОУ-2, ОУ-8 по СНиП 21-01-97.

Разработку раздела «Требования безопасности» рабочей документации производить в соответствии с требованиями ГОСТ 1.26-77, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.007-76, ГОСТ 12.2.008-75, ГОСТ 12.1.033-81, ГОСТ 12.1.004-91 и «Правила техники безопасности и производственной санитарии».

8.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта.

8.2.1 Воздействие производственных факторов на организм человека.

Для сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда особое значение имеет состояние воздушной среды: чистота воздуха, метеорологические условия в рабочих помещениях. Однако многие производственные процессы на предприятиях сопровождаются выделением в воздух рабочей зоны вредных веществ, к которым относятся различные газы, пары и пыль.

Источниками выделения вредных веществ на предприятиях являются:

- мойка деталей;
- пайка;

Вредные вещества проникают в организм человека через дыхательные пути, кожу, пищеварительный тракт, могут вызвать раздражение и травмирование слизистых оболочек дыхательных путей, болезни кожного покрова, ожоги, отравления.

Для профессиональных заболеваний большое значение имеет установ-

ление предельно допустимых концентраций вредных веществ.

Под предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны понимают концентрацию, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности (но не более 41 часа в неделю) во время всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Данные о ПДК вредных веществ, встречающихся в воздухе рабочей зоны, установлены ГОСТ 12.1.005-76, там же указаны их классы опасности. Характеристика и ПДК вредных веществ приведена в таблице 8.3.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на 4 группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

В таблице 8.1 приведены опасные и вредные производственные факторы, возникновение которых возможно при производстве и сборке печатных плат.

Таблица 8.1 – Опасные и вредные производственные факторы

Название группы фактора	Опасный или вредный фактор
-------------------------	----------------------------

Физические	- движущиеся машины и механизмы; - подвижные части производственного оборудования; - передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; - разрушающиеся конструкции; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; - повышенный уровень шума на рабочем месте; - повышенный уровень вибрации; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - повышенный уровень статического электричества; - повышенный уровень электромагнитных излучений; - повышенная напряженность электрического поля; - повышенная напряженность магнитного поля; - острые кромки, заусенцы и шероховатость на
Химические	- токсические, - раздражающие, - сенсibiliзирующие, - канцерогенные, - мутагенные.
Психофизиологические	-статические; -динамические; - умственное перенапряжение; - перенапряжение анализаторов; - монотонность труда; - эмоциональные перегрузки.

Производительность труда рабочих в значительной степени зависит от условий труда; микроклимата, освещенности помещения, шума и т.д.

При работе на участке сборке печатных плат возникает ряд вредных и опасных производственных факторов: испарение вредных газов при пайке, поражение электрическим током и др. Поэтому раздел охраны труда должен быть обязательно рассмотрен.

К работам на участке сборки печатных плат допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные приемам работы.

Лица, занимающиеся обслуживанием участка сборки печатных плат должны быть обеспечены соответствующим оборудованием, инструментом и производить ремонт в соответствии с ГОСТ 18322-86.

Освещенность рабочей зоны должно быть не менее 200 лк. Норма свободной площади на одно рабочее место не менее 10 м².

Для обеспечения нормальной работы оператор должен соблюдать следующие правила техники безопасности:

- Электрооборудование должно иметь заземление.
- Все работающие должны периодически проходить инструктаж по технике безопасности (Т.Б.).

Для защиты предусматриваются изоляция токоведущих частей, автоматическое их отключение, защитное заземление, плакаты, таблички, значки, надписи.

8.2.2 Опасные и вредные производственные факторы участка сборки печатных плат

В соответствии с ПОТ РМ-022-2002 п.2.1.2 на работников, занятых пайкой на рабочем участке по сборке печатной платы возможно воздействие опасных и вредных производственных факторов, приведенных в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор
1	Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ	Пайка с применением паяльных флюсов, жиров, канифольных смол
2	Повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента, расплавов припоев и солей	Пайка паяльным оборудованием, вызывающим нагрев поверхности изделия, с применением припоев, жиров, флюса. Обжиг изоляции.
3	Повышенная температура воздуха рабочей зоны	Пайка паяльным оборудованием, вызывающим нагрев поверхности изделия. Обжиг изоляции.
4	Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Пайка электрифицированным оборудованием. Обжиг электрифицированным оборудованием.
5	Пожароопасность	Применение паяльного оборудования, вызывающего нагрев изделия
6	Брызги припоев и растворов	Применение при пайке припоев, жиров, флюсов

Таблица 8.3 - Характеристика и ПДК вредных веществ

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Характеристика вредного вещества

1. Метанол	—	—	Применяют в качестве растворителей лаков, смол и жиров. Является нервным ядом. Способен накапливаться в организме: При отравлении у человека наступает расстройство зрения, потеря сознания и смерть.
2. Свинец	0,007	1	Используется при пайке, изготовлении и ремонте аккумуляторных пластин. Нарушает костно - мозговое кровообращение, поражает двигательный аппарат может наступить свинцовый паралич.
3. Щелочи (растворы Fe_2Cl_3)	0,5	2	Используются при вытравливании электронной платы. Оказывают раздражающее и прижигающее действие, вызывают дерматиты и ожоги.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 метров от уровня пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Для защиты от вредных веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны, применяют комплекс мероприятий, а именно:

- контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- герметизация оборудования;
- совершенствование технологических процессов;
- современный ремонт оборудования;
- устройство местной вытяжной вентиляции;
- применение средств индивидуальной защиты;
- периодические медицинские осмотры.

8.3 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

8.3.1 Микроклимат

В воздухе рабочей зоны содержаться пыль, вредные вещества.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных ГОСТ 12.1.005 – 88.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при работе на участке сборки и производства печатных плат предусматривают применение основных электрозащитных средств, специальную подготовку и инструктаж обслуживающего персонала.

Для снижения концентрации пыли до допустимых величин проводится влажная уборка не реже трех раз в неделю за 30 мин до начала рабочей смены. Стены участка окрашены масляной светлой краской (коэффициент отражения не ниже 70 %), а полы покрыты гладким линолеумом не впитывающим пыль.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата приведены в санитарных нормах СанПиН 2.2.2.1340-03.

В помещении проводятся мероприятия для создания нормальных метеорологических условий, удаления из него пыли, соответствующие нормам СНиП 2. 04.05 – 91.

Приточно – вытяжная вентиляция обеспечивает в помещении с вредными выделениями повышенный и особо надежный обмен воздуха. При общеобменной вентиляции холодный и переходный периоды года предусматривают механический приток наружного воздуха при помощи приточных установок с подогревом воздуха с естественной вытяжкой, а в летний период года механический приток отключают и включают кондиционеры.

Для предупреждения переохлаждения в помещении предусмотрено водяное отопление, обеспечивающее поддержание температуры, соответствующей установленным нормам.

8.3.2 Освещение.

Чтобы обеспечить хорошую видимость и создать благоприятные условия труда предусмотрено естественное освещение через оконные проемы и искусственное, создаваемое девятью газоразрядными (люминесцентными)

лампами, включаемыми при необходимости, что облегчает труд и снижает усталость.

Нормы освещенности, приведенные в таблице 8.5, не превышают нормируемых уровней освещенностей для зданий и зон зданий с недостаточным и естественным светом (указаны в скобках) согласно нормативным документам по искусственному освещению СНиП II – А.9 – 91.

В соответствии с СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» все зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера объекта различения и зрительной работы. Так к I разряду относятся зрительные работы наивысшей точности, и для них установлена наибольшая освещенность 5000 лк, а к VIII - работы, связанные с общим наблюдением за ходом производственного процесса, и для них установлена наименьшая освещенность 30 лк.

8.4 Обеспечение электробезопасности на производственном участке

Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты; организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ Р 50571.3-94(МЭК 364-4-41-92)).

Неправильная эксплуатация электрического оборудования может создать опасность поражения электрическим током (ГОСТ 12.1.038-88 «предельно допустимые значения напряжения прикосновения и тока»). Подключение и отключение электроустановок, а также наблюдение за их исправным состоянием в процессе эксплуатации должно производиться электротехническим персоналом предприятия.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения. Устранение опасности пора-

жения при появлении напряжения на корпусных и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений. Использованием двойной изоляции, защитного отключения и защитного заземления.

Все открытые части электрооборудования должны быть надежно ограждены.

8.5 Обеспечение пожаробезопасности на производственном участке

При работе на участке сборки печатных плат существуют такие факторы, как короткое замыкание, оплавление изоляционных частей провода, что способствует возможности возникновения пожара. Поэтому на рабочем участке должно быть наличие противопожарного оборудования: огнетушители, установки тушения пожаров, а также установка пожарных извещателей.

Помещения по степени пожаровзрывоопасности должны соответствовать категории производств группы Г и иметь 4-ю степень огнестойкости. Воспрещается прокладка токоведущих проводов вместе с газо-ведущими шлангами или трубопроводами.

Необходимо обеспечить работу автоматического отключения электроустановок на случай перегрузки электрической цепи.

Надо проводить ряд мероприятий по пожарной профилактике: организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Причинами пожара в цехе могут являться короткое замыкание, перегрузка проводов в сети, возгорание легко воспламеняющихся жидкостей.

Огнестойкие конструкции изготовленные из негорючих и трудно сгораемых материалов

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию машин, правильное содержание зданий, территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности.

К техническим мероприятиям относятся соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при установке оборудования, отоплении, вентиляции, освещения.

Мероприятия режимного характера - это запрещение курения в неустановленных местах, производство огнеопасных работ в пожароопасных помещениях.

Эксплуатационными мероприятиями являются своевременные профилактические осмотры, ремонт и испытания электронного оборудования.

Зонирование территории – это мероприятие заключается в группировании в отдельные комплексы объектов. Для таких комплексов в промышленной площадке отводятся определенные участки. При этом сооружения с повышенной пожароопасностью располагаются с подветренной стороны. Внутри заводские дороги должны обеспечивать беспрепятственный удобный проезд пожарных автомобилей к любому зданию.

Для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое между ними устраивают противопожарные разрывы. Также устанавливают противопожарные перегородки, стены, преграды, перекрытия, двери, ворота, люки, окна и др.

8.6 Категорирование по электробезопасности

Состояние окружающей воздушной среды, а также окружающая обстановка могут усиливать или ослаблять опасность поражения электрическим током. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током включает 3 группы:

- 1) Помещения без повышенной опасности;
- 2) Помещения с повышенной опасностью;
- 3) Помещения особо опасные.

Рассматриваемый объект принадлежит ко второй группе опасности помещений. Помещения с повышенной опасностью бывают следующих видов:

- сырые - относительная влажность воздуха часто превышает 75 %
- жаркие - в которых температура воздуха длительно превышает 35 °С независимо от времени года и различных тепловых излучений
- с токопроводящей пылью - в которых по условиям производства выделяется токопроводящая технологическая пыль (угольная, металлическая и т. п.) в таком количестве, что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т. п.
- с токопроводящими полами - металлическими, земляными, железобетонными, кирпичными.
- в которых возможно одновременное прикосновение человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой (лестничные клетки различных зданий с проводящими полами, цехи по механической обработке металла - даже в сухих зданиях).

8.8 Экологическая экспертиза объекта

Экологическая экспертиза – система комплексной оценки всех возможных экологических и социально-экономических последствий осуществления проекта, направленная на предотвращение их отрицательного воздействия на окружающую среду и на решение намеченных задач с наименьшими затратами природных ресурсов.

При производстве и сборке печатных плат наиболее важным становится вопрос о выбросах в атмосферу вредных ядовитых газов выделяющихся при пайке элементов на плату и недопустимости слива отходов при вытравливании платы в канализационные трубы, так как это способствует их разрушению.

Выделяемые газы при пайке необходимо фильтровать в специальных для этого фильтрах. Образовавшийся раствор после вытравливания печатной платы необходимо нейтрализовать специальными реагентами и утилизировать.

8.9 Безопасность объекта при чрезвычайных и аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации следует выполнять следующие требования:

- определить место и характер аварийной ситуации;
- определить наличие пострадавших, освободить их от воздействия поражающих факторов, оказать первую помощь;
- при необходимости вызвать пожарную охрану завода по телефону “01”, скорую помощь по телефону “03” или позвонить в здравпункт;
- оповестить администрацию о случившемся;
- приступить к ликвидации аварии, соблюдая требования безопасности согласно характера аварийной ситуации.

При возникновении аварийной ситуации, наличии дыма или пламени в электроустановках необходимо их обесточить и принять меры к тушению очага возгорания сухим песком или углекислотным огнетушителем (ОУ-2). Одновременно немедленно доложить о случившемся администрации.

При поражении электрическим током выключить установку от сети питания, не касаясь пострадавшего, обеспечить ему доступ свежего воздуха, вызвать врача, при необходимости сделать искусственное дыхание.

При возгорании горючих жидкостей необходимо выключить приточно-вытяжную вентиляцию и нагревательные приборы. Применять наиболее эффективные средства тушения, руководствуясь действующей противопожарной инструкцией. При возникновении пожара, взрыва или чрезвычайной си-

туации организовать эвакуацию людей из помещения согласно плана эвакуации.

На участке сборки печатных плат возможно возникновение множества опасных и вредных производственных факторов, поэтому необходимо проводить своевременный контроль среды производства участка и контроль уровня знаний техники безопасности рабочих.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя разработанное устройство дистанционного управления приборами искусственного освещения пользователь получает преимущества:

- свобода выбора места управления светильниками;
- возможность управлять освещением из нескольких мест помещения при использовании нескольких пультов дистанционного управления;
- легкость переноса управляющего пульта в место, более удобное прежнего;
- повышение электробезопасности помещения за счет исключения подвода токоведущих кабелей к пульту управления освещением;
- легкость установки устройства управления освещением с исключением стадии настройки прибора;
- недоступность использования устройства нежелательными лицами;
- исключение случаев конфликта с другими радиоуправляемыми устройствами.

Таким образом, цели ставившиеся перед проектированием достигнуты.

Литература

1. Масленников М.Ю., Соболев Е.А. Справочник разработчика и конструктора РЭА. Элементная база. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1993. - 298 с.
2. В. П. Берзан, М. Ю. Геликман. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 656 с.: ил.
3. И. Н. Сидоров, В. В. Мукосеев, А. А. Христинин. Малогабаритные трансформаторы и дроссели. – М.: Радио и связь, 1985. – 416 с., ил.
4. Б. В. Тарабрин, Л. Ф. Лунин, Ю. Н. Смирнов. Интегральные микросхемы. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 528 с.: ил.
5. www.chipdip.ru - Интернет-сервер электронных компонентов и приборов. Интернет-магазин, описание, техническая документация на электронные компоненты.
6. www.platan.ru – Интернет-сервер электронных компонентов и измерительной техники. Интернет-магазин, электронные компоненты, техническая информация.
7. www.chipinfo.ru – Интернет-сервер поиска электронных компонентов и радиодеталей.
8. Семенов Б. Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов: М.: Солон-Р, 2001, 327 с.: ил.

9. www.alldatasheet.com – Интернет-поисковая система документации на электронные компоненты.
10. К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.: ил.
11. В. Г. Гусев, М. Ю. Гусев. Электроника. – М.: Высшая школа, 1991. – 624 с.: ил.
12. В. Е. Китаев, А. А. Бокуняев, М. Ф. Колканов. Расчет источников электропитания устройств связи. – М. Радио и связь, 1993. – 232 с. ил.
13. www.snip-info.ru – справочный Интернет-ресурс «СНИПы и ГОСТы».
14. Л. Н. Горина. Обеспечение безопасности условий труда на производстве. – Учеб. пособие. – Тольятти: ТолПи, 2000, 68 с.