

*МИНОБРНАУКИ РОССИИ*

*Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования*

*«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»*

*Институт радиотехнических систем и управления*

# Устройство формирования импульсных сигналов управления с регулируемым коэффициентом заполнения и частотой модуляции

Студент группы РТбз5-1:

Коровкин А.Ю.

Руководитель:

Гайно Е.В.

# Постановка задачи

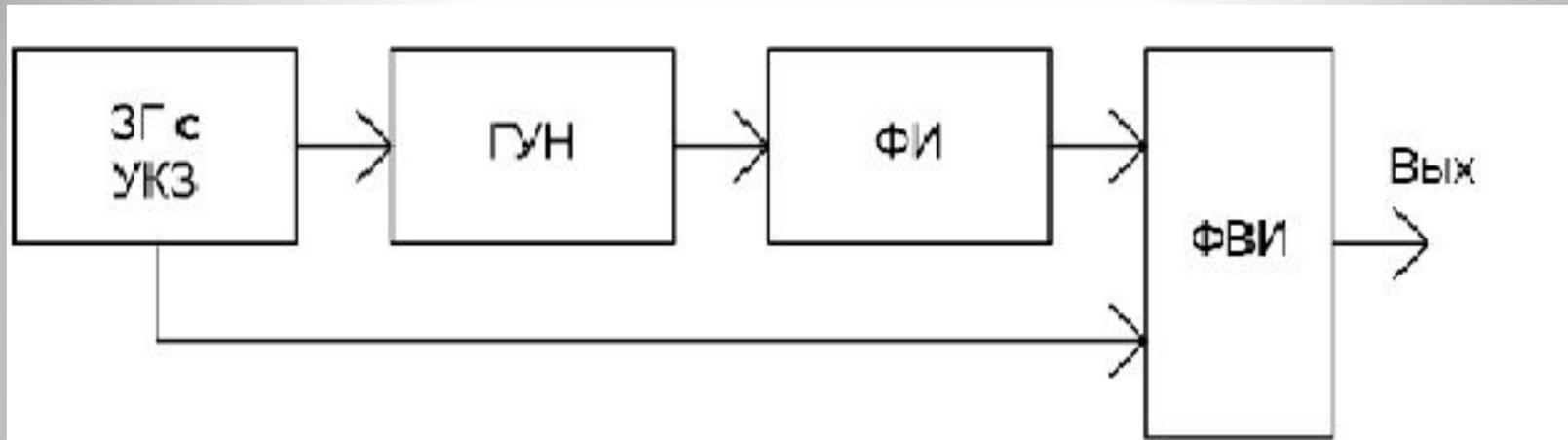
В соответствии с техническим заданием требуется разработать устройство формирования импульсных сигналов управления с регулируемым коэффициентом заполнения и частотой модуляции для управления через усилители мощности различными исполнительными устройствами.

В качестве исполнительных устройств могут применяться трехфазные электродвигатели переменного тока. Электродвигатели широко применяются в радиолокационных станциях для вращения и изменения угла отклонения антенн. В конце 80-ых годов прошлого века были разработаны бесколлекторные электродвигатели постоянного тока. Для электропитания таких электродвигателей были разработаны формирователи сигналов, с помощью которых управляли этими электродвигателями, изменяли скорость вращения и направление вращения ротора.

Устройство формирования импульсных сигналов управления с регулируемым коэффициентом заполнения и частотой модуляции генерируют трёхфазное напряжение прямоугольной формы, с возможностью изменения величины и частоты выходного напряжения. Данная работа и посвящена разработке такого устройства.

# Выбор структурной электрической схемы

Заслуживает внимание структурная схема устройства с генератором управляемым напряжением (ГУН).



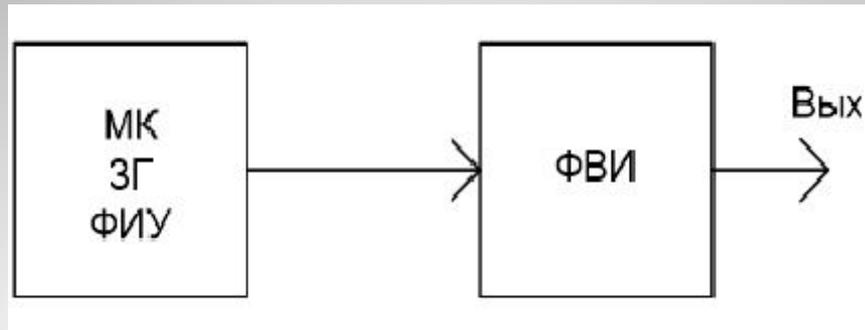
где ЗГ с УКЗ – задающий генератор с управляемым коэффициентом заполнения

ГУН – генератор управляемый напряжением

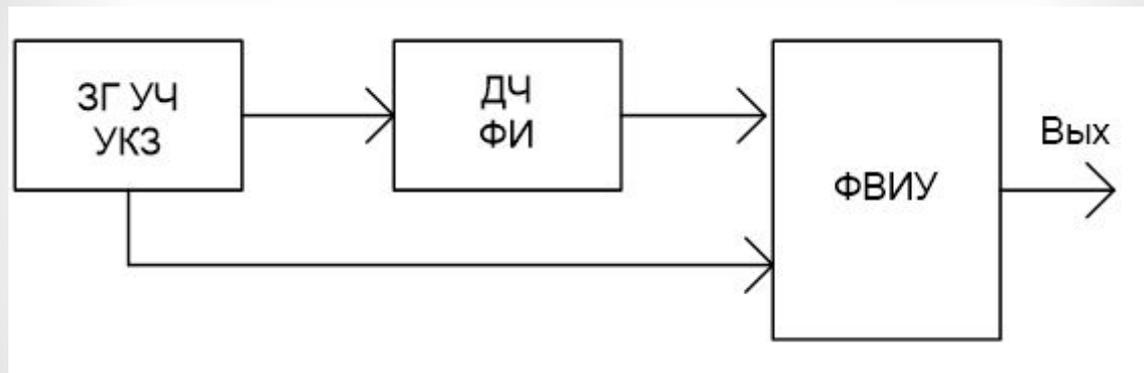
ФИ – формирователь импульсов

ФВИ – формирователь выходных импульсов

В зависимости от выбранной элементной базы устройства напряжение питания может иметь значение от 5В до 15В.



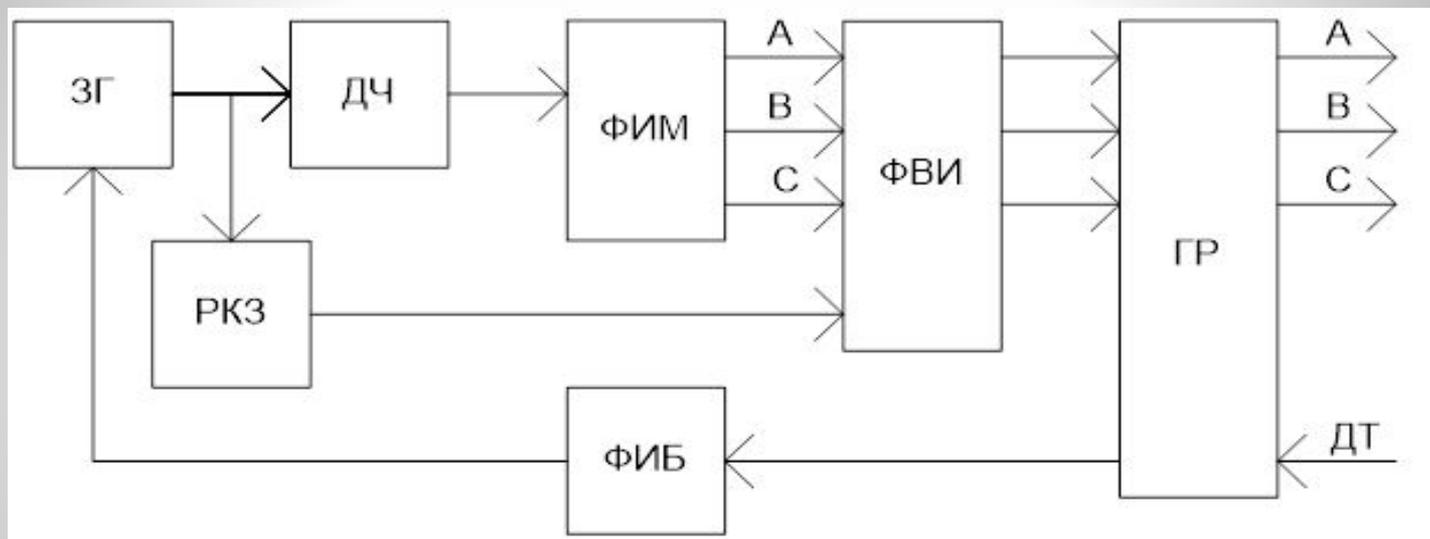
где МК ЗГ ФИУ – микроконтроллер, задающий генератор, формирователь импульсов управления;  
 ФВИ – формирователь выходных импульсов.



где ЗГ УЧ с УКЗ – задающий генератор управляемой частоты с управляемым коэффициентом заполнения;  
 ДЧ ФИ – делитель частоты и формирователь импульсов;  
 ФВИУ – формирователь выходных импульсов управления.

# Функциональная схема устройства

В соответствии с пунктами ТЗ выходная частота проектируемого устройства изменяется в пределах от 10 до 60 Гц, а частота задающего генератора изменяется в пределах от 300 до 1800 Гц с учетом делителя частоты.



ЗГ – задающий генератор;

РКЗ – регулятор коэффициента заполнения импульсов;

ДЧ – делитель частоты;

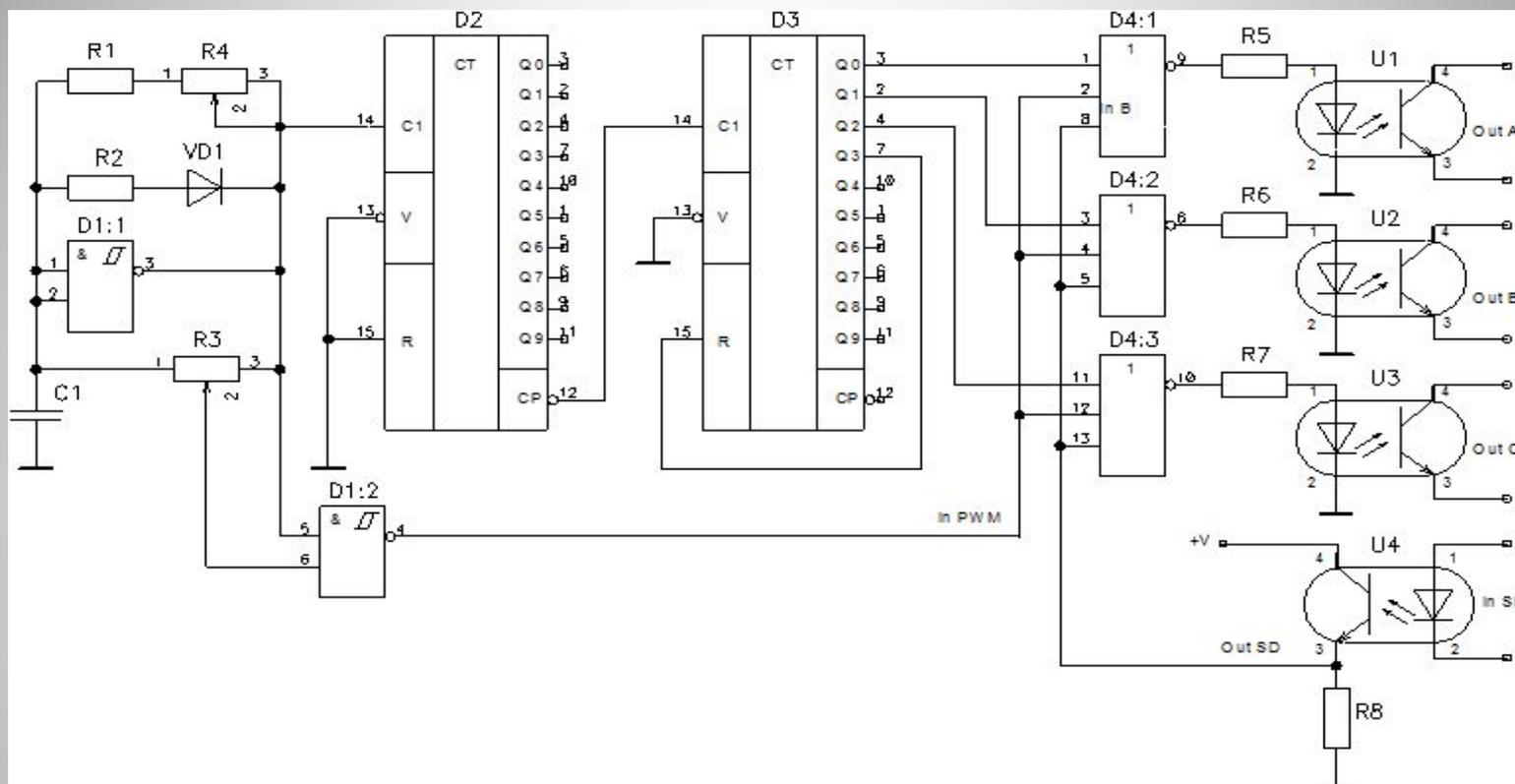
ФИМ – формирователь импульсов модуляции;

ФИБ – формирователь импульсов блокировки;

ФВИ – формирователь выходных импульсов;

ГР – гальваническая развязка.

# Схема электрическая принципиальная



D1.1 – задающий генератор;

D1.2 – регулятор коэффициента заполнения;

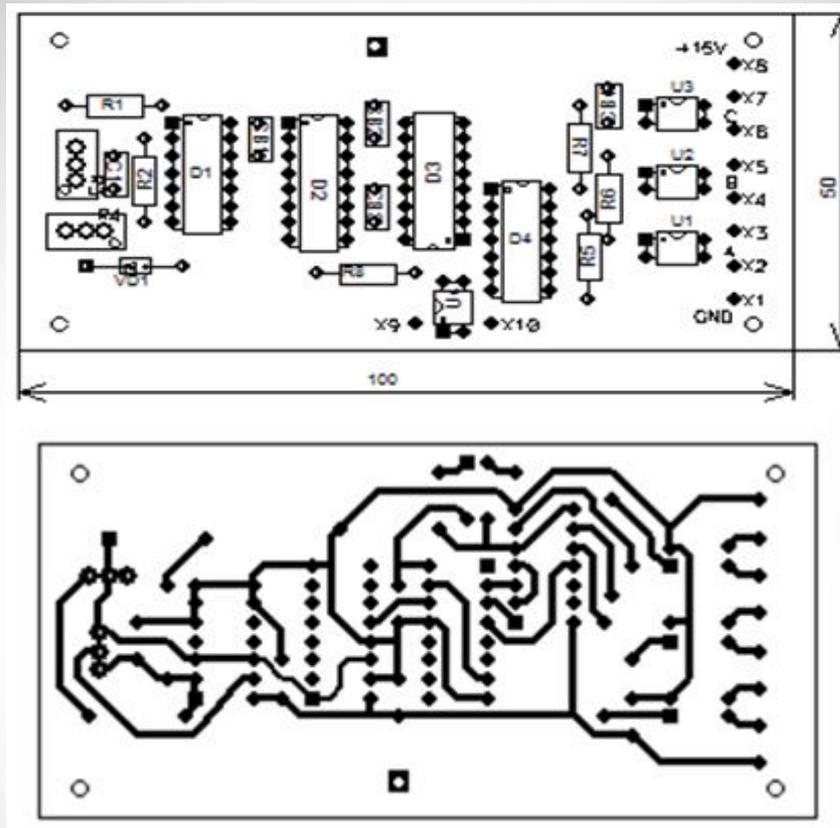
D2 – делитель частоты;

D3 – формирователь импульсов модуляции;

D4.1..4.3 – формирователь выходных импульсов управления;

U1...U4 – гальваническая развязка.

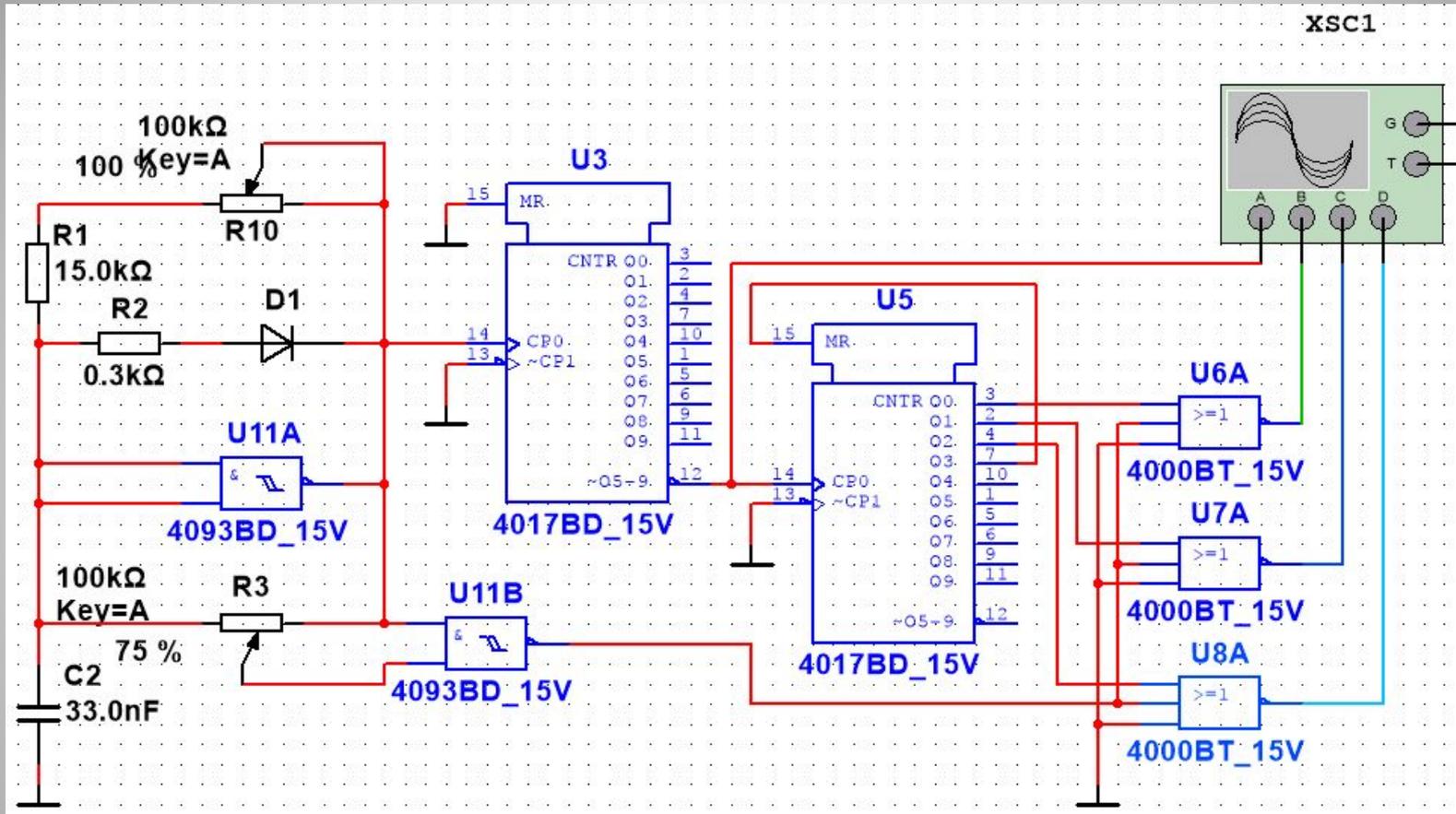
# Разработка печатной платы



При разработке печатной платы необходимо соблюдать основные требования к конструкции ПП:

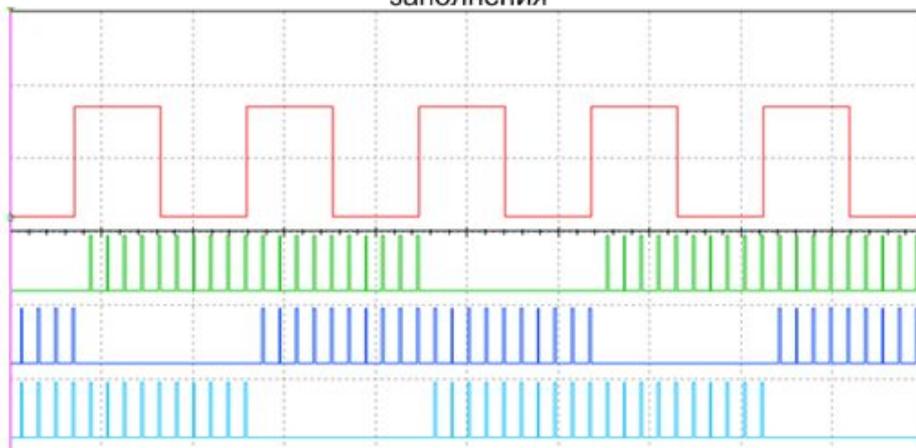
- Плата должна соответствовать установленному ГОСТ 23752-99.
- Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке с допустимым отклонением от чертежа  $\pm 0,2$  мм.
- Предельные отклонения размеров между осями двух любых отверстий, кроме оговоренных особо,  $\pm 0,1$  мм.
- Печатный монтаж покрыть сплавом Розе ТУ6-10-863-76
- Маркировать краской ТНПФ-53 черная ТУ29-02-359-99 шрифтом 3 по ГОСТ 29030-96.
- Размеры и масса платы должны быть по возможности минимизированы.
- Предусмотреть наличие технологических отверстий в плате для крепления.

# Эксперимент

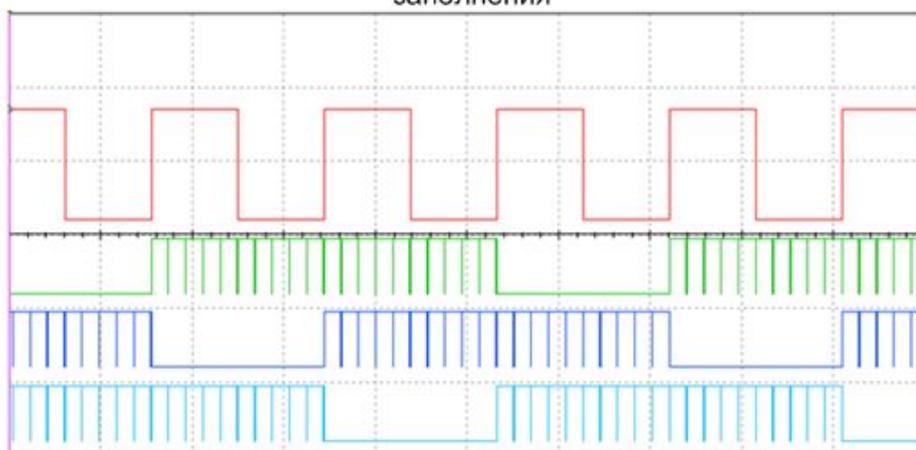


Упрощенная модель устройства формирования импульсных сигналов управления с регулируемым коэффициентом заполнения и частотой модуляции

Выходные импульсы при минимальном коэффициенте  
заполнения



Выходные импульсы при максимальном коэффициенте  
заполнения



A – импульсы на выходе ФВИ А (зел)  
B – импульсы на выходе ФВИ В (син)  
C – импульсы на выходе ФВИ С (гол)  
D – импульсы на входе ФИМ (кр)

Результаты моделирования устройства формирования импульсных сигналов управления с управляемыми коэффициентом заполнения и частотой модуляции показали, что устройство выполняет свои функции и подтверждают правильность выбранных схемотехнических решений, математических расчетов и выбранной элементной базы.

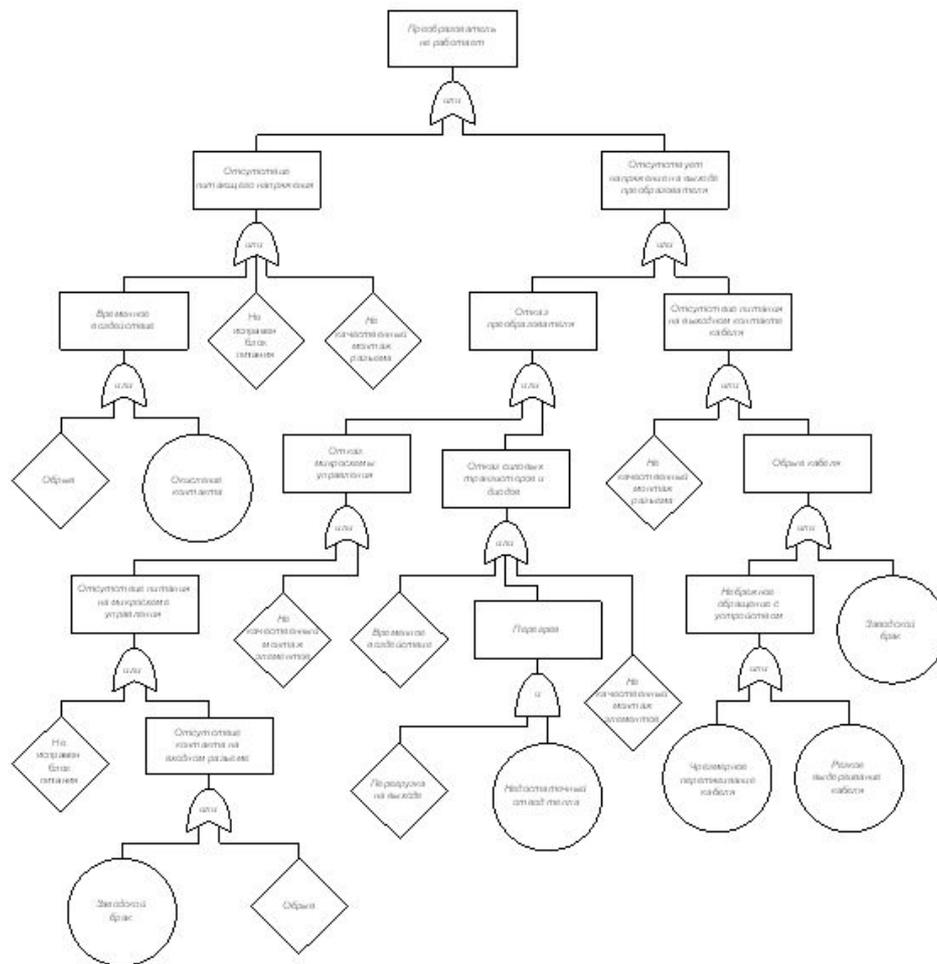
### *Технико-экономическая эффективность проекта*

Показатель	Значение	
	для аналога	для разработки
$I_{тех}$ в относительных единицах	1,0	1,17
$I_{ст}$ в относительных единицах	1,0	0,8
$I_{тэ}$	1,0	1,46
$\mathcal{E}_р$		1,46

Сопоставление аналога с разработкой и расчет интегральных технических и стоимостных показателей показал, что, разработка обладает более высокими техническими характеристиками.

Сравнительная технико-экономическая эффективность разработки имеет значение 1.46, что свидетельствует о целесообразности внедрения разработки, ее востребованности потребителем и успешной коммерческой реализации проекта по серийному производству предлагаемых устройств.

## Дерево отказов



## Мероприятия по повышению надежности и безопасности устройства формирования импульсных сигналов управления

- Для повышения надежности и безопасности устройства, в процессе разработки и изготовления необходимо придерживаться указанных правил:
- контроль питающего напряжения;
  - контроль напряжения на выходе устройства;
  - обслуживать кабели и разъемы питания;
  - контролировать тепловой режим силовых транзисторов и диодов;
  - выполнять существующие рекомендации по монтажу радиоэлементов;
  - проверять целостность кабеля и защищать его от механических повреждений;
  - бережное обращение с устройством, кабелем и разъемами;
  - непосредственно перед пайкой проверять номиналы и маркировку устанавливаемых компонентов;
  - обеспечить надежное крепление печатной платы, разъемов, проводов в корпусе устройства.
  - четко следовать правилам, указанным в инструкции по эксплуатации;
  - с прибором обращаться бережно, не подвергать механическим воздействиям;
  - при образовании на устройстве конденсата не используйте его.

## Пожаробезопасность в лаборатории

В лаборатории основные причины пожара могут быть как электрического, так и неэлектрического характера.  
 Согласно нормам пожарной безопасности НПБ105-03 лаборатория относится к помещениям пожароопасной категории «ВЗ». Степень огнестойкости II в соответствии со СНиП 21-01-97\*.  
 Для тушения пожара в лаборатории имеется огнетушитель ОП-2(3), который предназначен для тушения небольших очагов пожара. Помещения лабораторий оборудованы пожарной сигнализацией УПС типа «Топаз-1» с датчиком-извещателем ДИП-212.

## Защита окружающей природной среды

- Утилизацию устройства формирования необходимо проводить на специальных предприятиях в несколько этапов:
- разборка устройства;
  - сортировка составляющих частей;
  - переработка (получение вторичного сырья).
- Чтобы достигнуть максимального эффекта при переработке, предприятие – изготовитель должно снабжать потребителя специальной информацией об утилизации продукции (содержание вредных веществ, рекомендации по переработке и т. п.).

**Спасибо за внимание!**