

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІІ РЕ, РРЕТ
(повне найменування інституту, назва факультету)
Радіотехніки та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)

Магістр
(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему Мережевий тестер для систем
РОП

Виконав: студент 6 курсу, групи РТ-21314
спеціальності (напряму підготовки)

174 Телекомунікації та радіотехніка
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Курієв Р.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник К.Т.Н. доцент Радіотехніки В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Гурманова Наталя Іванівна
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ІІ РЕ, РРЕТ
 Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність 142 Телекомунікації та радіотехніка
 (код і назва)
 Напрямок підготовки ОПП Радіотехніка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Кузін Руслан Сергійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Мережевий тестер для системи PCN

керівник проекту (роботи) Римаченко Віктор Пилипович К.Т.Н. доцент,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 31 ” 10 2018 року № 305

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.12.2018

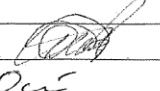
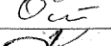
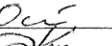
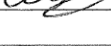
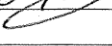
3. Вихідні дані до проекту (роботи) призначення - виміри параметрів мережевих кабелів, які передбачають регламентні процедури - затухання в кабелі, опори в кабельних трасах, виявлення типів пошкоджень на кабельних трасах; розробити методику вимірів в кабельних трасах

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Основні питання оптичного зв'язу. 2. Розробити вимірів на оптичних матрицях. 3. Огляд різних мережевих тестерів. 4. Обґрунтування параметрів мережевого тестера. 5. Вибір схеми структури. 6. Систематизація розрахунків. 7. Електричні розрахунки. 8. Розробка програмного забезпечення мовою C++

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
	Дмитренко В. П.		
	Остапенко В. В.		
	Коробко О. В.		
	Мороз Т. В. асистент кафедри ІТ		

7. Дата видачі завдання 3.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням. Підбір літератури	1 тиждень	
2.	Обґрунтування напрямку дослідження	1 тиждень	
3.	Аналіз ринку тестерів	1 тиждень	
4.	Обґрунтування параметрів	1 тиждень	
	Вибір схеми структурної	2 тижні	
	Електричні розрахунки	3 тижні	
	Оформлення ПЗ	2 тижні	
	Виконання презентації	1 тиждень	
	Техніко-економічне обґрунтування	2 тижні	
	Розділ оцінки праці та безпеки 6 чс	1 тиждень	

Студент  (підпис) Коробко О. В. (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)  (підпис) Дмитренко В. П. (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 120 с, 26 рис., 12 табл., 10 джерел

Об'єкт дослідження – мережевий тестер

Ціль роботи – розробка мережевого тестера з врахуванням недоліків тих тестерів, які сучасним станом є на ринку

Метод дослідження – аналітичний метод, програмна проробка

Виконано огляд аналогів, які є на ринку и на цій основі обрано структурну схему розроблюваного прибору. Враховано недоліки існуючих на ринку мережевих тестерів та обгрунтовано перелік виконуваних розроблюваним прибором функцій. Проведено огляд деяких функціональних та принципових схем блоків та підсистем.

Обгрунтовано застосування мікроконтролера для керування тестером та забезпечення йому сучасного рівня сервісу при виміру в різних умовах використання.

Виконано електричні розрахунки основних блоків тестера, розроблено алгоритм розрахунку деяких вимірюваних параметрів.

Розроблено алгоритм керування роботою тестера в різних режимах виміру; деякі блоки алгоритму реалізовано програмно мовою C++.

Виконано економічний аналіз розробленого прибору. Вирішено питання охорони праці та безпеки життєдіяльності.

МЕРЕЖЕВИЙ ТЕСТЕР, АНАЛОГИ, ВИБІР, ОБГРУНТУВАННЯ,
ПРОГРАМА, C++, ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ.....	11
1.1 Структура телекоммуникационной сети.....	11
1.2 Оптические системы передачи данных.....	15
1.3 Существующие транспортные сети.....	18
1.4 Особенности измерений в сетях PON.....	20
1.5 Виды измерений в PON	22
1.5.1 Строительно-монтажные измерения на PON.	23
1.5.2 Приемо-сдаточные измерения	24
1.5.3 Эксплуатационные измерения в PON.....	27
1.6 Основные показатели, измеряемые в оптической линии.....	28
1.7 Состояние рынка сетевых тестеров.....	30
1.7.1 Тестер кабеля MASTECH MS6811	30
1.7.2 Тестер кабеля ProsKit 3PK-NT005N.....	32
1.7.3 Тестер кабеля Pro'sKit MT-7055.....	33
1.7.4 Тестер кабеля Pro'sKit MT-7058.....	35
1.7.5 Тестер для многожильного кабеля Pro'sKit MT-7051N.....	37
1.8 Выводы по недостаткам рассмотренных аналогов. Задача разработки	39
2 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВОГО ТЕСТЕРА И СХЕМЫ СТРУКТУРНОЙ...../.....	41
2.1 Типы линейных интерфейсов и особенности их использования в оптических транспортных сетях...../.....	41
2.2 Интерфейсы одноволновых систем оптической передачи.....	42
2.3 Разработка структурной схемы и выбор элементов.....	46

2.3.1 Выбор источника питания для устройства.....	46
2.3.2 Графический дисплей.....	47
2.3.3 Клавиатура и ее необходимость в устройстве.....	49
2.3.4 Управляющий контроллер.....	50
2.3.5 Входная цепь сетевого тестера.....	52
2.3.6 Ответная часть сетевого тестера.....	53
2.4 Общая структурная схема сетевого тестера.....	54
3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.....	56
3.1 Входной каскад.....	56
3.2 Основной каскад электрической схемы.....	57
3.3 Цифровой дисплей.....	59
3.4 Блок клавиатуры.....	61
3.5 Выходной каскад схемы.....	62
3.6 Особенности работы тестера в различных режимах.....	63
3.6.1 Определение неисправностей схемы кроссировки.....	64
3.6.2 Определение точки обрыва.....	66
3.7 Ответная часть.....	68
3.8 Программное обеспечение.....	69
3.8.1 Разработка алгоритма работы программы.....	69
3.8.2 Разработка программы.....	72
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	79
4.1 Планирование разработки сетевого тестера	79
4.2 Построение сетевого графика.....	83
4.3 Расчет параметров сетевого графика.....	84
4.4 Определение затрат на разработку и проектирование.....	86
4.4.1 Расчет основной заработной платы.....	86
4.4.2 Отчисления на социальное страхование и другие фонды.....	86
4.4.3 Определение затрат на материалы и комплектующие.....	87
4.4.4 Затраты на специальное оборудование.....	87
4.4.5 Накладные расходы.....	90

4.5 Расчет дополнительных капитальных вложений.....	90
4.6 Расчет текущих затрат на функционирование системы.....	91
5 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	92
5.1 Анализ потенциальных опасностей.....	92
5.2 Мероприятия по технике безопасности	93
5.3 Мероприятия по производственной санитарии и гигиене труда....	95
5.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	99
5.5 Мероприятия по обеспечению безопасности в ЧС.....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ А	107
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	119

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ВОСП	–	волоконно оптические системы передачи
НЗ	–	накладные затраты
НДФЛ	–	налог с доходов физических лиц
ОВ	–	оптическое волокно
ОАО	–	открытое акционерное общество
ОТС	–	оптическая транспортная сеть
ПЭ	–	Полиэтиленовый
ПФ	–	пенсионный фонд
РУ	–	регенерационный участок
СЦИ	–	синхронная цифровая иерархия
ТСС	–	тактовая сетевая синхронизация
ФД	–	фотодиод
ФЗП	–	фонд заработной платы
ФСС	–	фонд социального страхования
DMX	–	DeMultiplex (демультиплексирование)
EXP - RX	–	Experimental (экспериментальный)
MUX	–	Multiplex (оптические мультиплексоры)
NGN	–	Next Generation Network
OXC	–	Optical xCross Connect (оптическая кроссовая коммутация, X – коммутация)
OTN	–	Optical Transport Network (оптическая транспортная сеть)
OADM	–	Optical Add/Drop Multiplex (оптический мультиплексор ввода/вывода)
OCh	–	Optical Channel
OTS	–	Optical Transmission Section
WSS	–	селективные коммутаторы длин волн

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В настоящее время повсеместно увеличились масштабы проводной интернет сети в самых различных вариантах. Исторически можно выделить следующие поколения развития проводных интернет сетей: сети на основе коаксиальных кабелей, сети с помощью витой пары, современные сети на оптоволоконном кабеле. Качественные характеристики таких сетей определяются в каждом из поколений в значительной степени свойствами именно кабелей, которые являются средой передачи сигналов сети. Таким образом, одним из главных свойств разрабатываемого тестера должно быть свойство измерения электрических параметров кабеля и их частотных.

Интернет провайдеры для улучшения качества связи в сети могут заменить кабели на более новые, заменить оборудование в узлах соединения сетевых кабелей. Однако данное оборудование дорогое, что для интернет провайдеров и их клиентов экономически не выгодно. Одним из удобных и экономически выгодных решений данной проблемы является использование продуманных схем прокладывания сети на объектах и связи между ними. При сборке таких сетей часто возникают проблемы с временной потерей связи или ее отсутствием, низкой скорости передачи информации или ее отсутствием. Поэтому для быстрого определения неисправности нужно не только проверять сетевое оборудование, но и проверять целостность сетевых кабелей. Возможная практическая полезность работы заключается в том, чтобы с помощью предлагаемого сетевого тестера быстро выявлять неисправности и устранять повреждения кабельной сети. Задачей данного проекта является исследование возможности определения целостности сетевых кабелей разной длины и разной схемы прокладки кабеля. Эту проблему предлагается решать путем создания функционального сетевого тестера на недорогой и в тоже время эффективной элементной базе. Такой тестер будет достаточно быстро и точно определять пригодность сетевого кабеля для полноценного использования в заданных условиях эксплуатации.

Возможная техническая новизна работы будет состоять в экспериментальном испытании сетевых кабелей и методов определения их состояния на момент тестирования разработанным устройством уже проложенного по объекту кабеля. Представляется необходимым разработать раздельное устройство, которое должно состоять из двух частей (ответной и приемной), чтобы можно было комфортно и быстро определять состояния кабеля без разборки всей сетевой инфраструктуры объекта. Кроме этого, разрабатываемое устройство должно иметь невысокую и конкурентно способную цену в сравнении с существующими сетевыми тестерами.

1 ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ

Телекоммуникационные сети – это обобщенное название для телефонных, телевизионных, радио, локальных и глобальных компьютерных сетей.

1.1 Структура телекоммуникационной сети

Несмотря на множество и более очевидных и менее очевидных различий, в структуре телекоммуникационной сети можно найти много общего, и прежде всего сходную архитектуру. На рис. 1.1 приведена обобщенная структура телекоммуникационной сети.

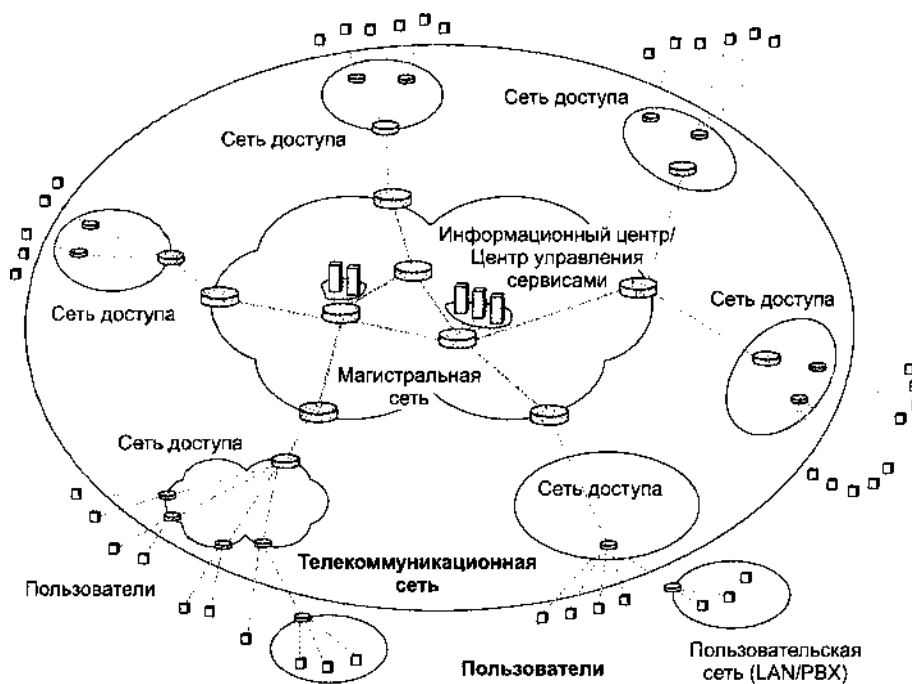


Рисунок 1.1 – Обобщенная структура телекоммуникационной сети

В её состав в подавляющем большинстве случаев входят следующие главные элементы:

- сети доступа;
- терминальное оборудование пользователей (возможно, объединенное в сеть);
- магистральная сеть;

– информационные центры.

Как сеть доступа, так и магистральная сеть строятся на основе коммутаторов. Каждый коммутатор оснащен некоторым количеством портов, которые соединяются с портами других коммутаторов.

Сеть доступа составляет нижний уровень иерархии телекоммуникационной сети. Основное назначение сети доступа – концентрация информационных потоков, поступающих по многочисленным каналам связи от оборудования клиентов, в сравнительно небольшом количестве узлов магистральной сети.

В случае компьютерной сети терминальным оборудованием являются компьютеры (часто объединенные в локальную сеть), в случае телефонной – телефонные аппараты, подключенные к офисному телефонному коммутатору PBX (Private Branch Exchange) и т. д.

Магистральная сеть объединяет отдельные сети доступа, обеспечивая транзит трафика между ними по высокоскоростным каналам.

Информационные центры, или центры управления сервисами, предоставляют информационные услуги сети. В таких центрах может храниться информация двух типов: пользовательская и вспомогательная служебная.

Пользовательская информация – это информация, которая непосредственно интересует конечных пользователей сети. В компьютерных сетях примером информационных ресурсов такого типа могут служить веб-сайты, на которых расположена разнообразная справочная и новостная информация, информация электронных магазинов и т. п. В телефонных сетях подобные центры оказывают услуги экстренного вызова (например, милиции, скорой помощи) и справочные услуги различных организаций и предприятий – вокзалов, аэропортов, магазинов и т. п.

Вспомогательная служебная информация помогает поставщику услуг предоставлять услуги пользователям, например, с помощью различных

систем аутентификации и авторизации пользователей; организация, владеющая сетью, проверяет права пользователей на получение тех или иных услуг.

Большинство телекоммуникационных сетей включают в себя системы управления сетью (Network Management Systems, NMS), которые автоматизируют действия администраторов по мониторингу состояния сети и конфигурированию сетевых устройств и сервисов. Такие системы обычно представляют собой сложные программные комплексы, работающие на выделенных компьютерах.

Архитектуру телекоммуникационной системы удобно представить в виде слоёной структуры, которая приведена на рис. 1.2.

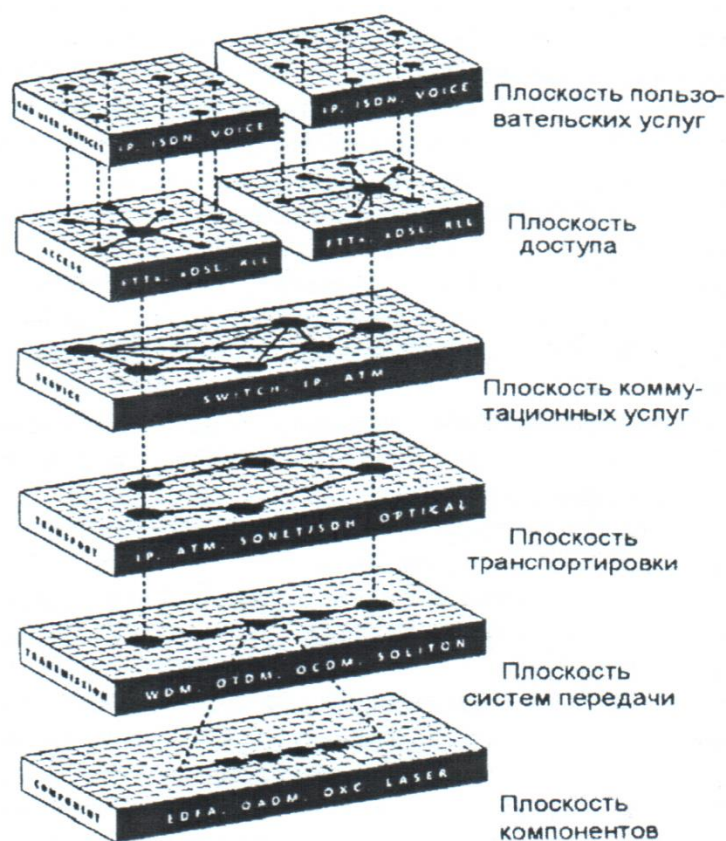


Рисунок 1.2 – Архитектура телекоммуникационной системы

Плоскость компонентов можно считать фундаментальной, т.к. решения для неё во многом определяют возможности технической реализации выше

лежащих плоскостей. Необходимо подчеркнуть, что развитие компонентной базы определяется достижениями в фундаментальных научных исследованиях физических явлений и в области теории информации. Примером могут служить оптические солитоны.

В плоскости систем передачи на смену аналоговым системам с частотным мультиплексированием пришли более эффективные цифровые системы передачи плезиохронной цифровой иерархии – PDH, синхронной цифровой иерархии – SDH и другие с волоконно-оптическими линейными трактами и автоматизированным обслуживанием. Системы передачи являются составной частью транспортной сети связи, которая представлена отдельной плоскостью.

Транспортные сети строятся на основе стандартов, принятых МСЭ-Т (ITU-T – International Telecommunications Union). Этими стандартами определены следующие технологии построения как систем передачи, так и транспортных сетей связи:

- синхронная цифровая иерархия SDH и синхронная оптическая сеть SONET;
- асинхронный режим передачи ATM;
- технология Ethernet для передачи пакетов данных, образуемых по протоколам межсетевого взаимодействия IP (Internet Protocol) и по протоколам MPLS (Multi-Protocol Label Switching) – многопротокольной коммутации по меткам;
- оптическая технология мультиплексирования с разделением длин волн WDM, представляемая оптической транспортной иерархией ОТИ (Optical Transport Hierarchy).

Все технологические решения по транспортировке имеют тщательно проработанную протокольную архитектуру и могут быть увязаны между собой на основе единых аппаратных и программных точек взаимодействия – интерфейсов МСЭ-Т. В свою очередь интерфейсы МСЭ-Т также разрабатываются на основе соответствующих рекомендаций этого

международного союза.

Основным предметом внимания в плоскости транспортировки выступают коммутируемые электрические и оптические тракты и каналы, образуемые на основе секций мультиплексирования систем передачи. Плоскость коммутации обращена непосредственно к потребителям телекоммуникационных услуг. Именно плоскость коммутационных услуг является базовой для создания интеллектуальных сетей, баз данных по услугам и их технической и экономической доступности для пользователей. Функционирование коммутационных узлов определяет нагрузку (трафик) для транспортных сетей и перспективы их дальнейшего развития.

1.2 Оптические системы передачи данных

На рисунке 1.3 представлена обобщенная схема оптической системы передачи, в которой блоками отображены возможные виды оборудования систем передачи.



Рисунок 1.3 – Обобщенная схема оптической системы передачи

В оптических системах передачи основное применение получили

цифровые мультиплексоры, т.к. образуемые ими групповые сигналы представлены в двоичном коде, который придает высокую помехоустойчивость передаваемой информации. Однако в коротких линиях оптической связи применяются и аналоговые методы мультиплексирования, например, телевизионных каналов для сетей кабельного телевидения. Широкое распространение получили электронные цифровые мультиплексоры технологий PDH, SDH, ATM.

В настоящее время оптические кабели прочно завоевали место основной среды передачи в телекоммуникационных сетях. Малое затухание, широкая полоса пропускания, низкая стоимость позволяют охарактеризовать такую среду передачи как близкую к идеальной.

На базе физического слоя оптических волокон (ОВ) в телекоммуникационных сетях с помощью волоконно оптических систем передачи образуется слой прозрачных оптических каналов. Технология спектрального уплотнения или мультиплексирования с разделением по длинам волн (Wavelength Division Multiplexing - WDM) позволяет реализовать потенциальные возможности ОВ, осуществлять передачу очень больших потоков информации, достигая эквивалентной пропускной способности вплоть до нескольких терабит в секунду.

Волоконно-оптические кабели, оснащенные системами передачи со спектральным уплотнением, обеспечивают высокую эффективность передачи телекоммуникационных сигналов между сетевыми узлами. Однако основные функциональные операции (регенерация сигналов, переключение на резерв и т.д.) в традиционных транспортных сетях осуществляется на электронном уровне. Архитектуру транспортной сети строят так, что здесь в основном сосредоточены узлы, которые обеспечивают «интеллектуальные» возможности системы передачи.

В традиционных сетях в полной мере воспользоваться свойствами прозрачности оптических каналов затруднительно, так как аппаратура,

построенная с использованием большинства технологий, имеет недостаточно развитые транспортные функции, в частности функции передачи.

Из-за того, что в оптическом слое недостаточно «интеллекта», а у таких интеллектуальных технологий, как, например, ATM и IP слабо развиты функции передачи, приходится прибегать к технологиям-посредникам. Такой технологией в настоящее время является технология синхронной цифровой иерархии – СЦИ (Synchronous Digital Hierarchy - SDH). Технология СЦИ «оживляет» относительно пассивную сеть оптических каналов, которую, чтобы подчеркнуть эту особенность, иногда называют сетью виртуальных волокон. Таким образом возникают так называемые технологические цепочки, структура которых изображена на рисунке 1.4. Здесь же показан процесс упрощения структуры транспортной сети в процессе ее эволюции к оптической транспортной сети (ОТС).

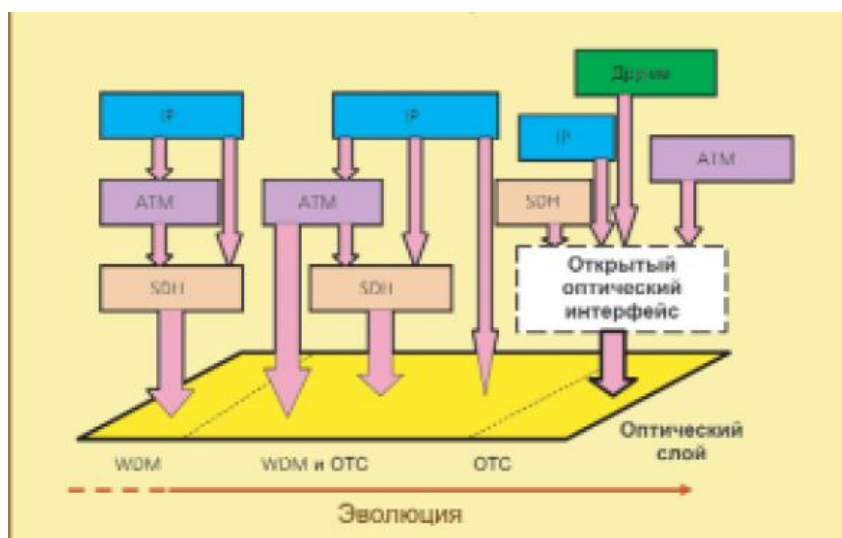


Рисунок 1.4 – Эволюция доступа к оптическому слою

В ОТС перечисленные выше недостатки отсутствуют. Функции характерные для систем СЦИ, в ОТС реализованы на оптическом уровне. По этой причине практически любые телекоммуникационные технологии могут брать за основу непосредственно структуру ОТС. Архитектура

телекоммуникационных сетей упрощается, так как технологически многозвенные «одна поверх другой» цепочки становятся излишними (рисунок 1.4).

Основные достоинства ОТС:

- отсутствие ограничений по протяженности;
- функциональность, подобная СЦИ;
- доступ сигналов различного формата через открытый оптический интерфейс;
- возможность оперировать сигналами очень большого информационного объема, недоступного электронной аппаратуре.

Перспектива реализации этих достоинств определяет направление эволюции транспортных сетей связи. Транспортные сети связи выполняют одну из главных функций в любой телекоммуникационной системе. Они в основном определяют её информационные возможности как в отношении обеспечения требуемой скорости передачи информации, её объема, так и предоставляемого пользователю сервиса.

1.3 Существующие транспортные сети

Необходимо четкое представление, что такое транспортные сети и протоколы.

Во-первых, определим, что называется транспортной сетью и кратко опишем построение в соответствии с моделями (рисунок 1.5), предложенными в рекомендациях МСЭ-Т:

- транспортная сеть PDH;
- транспортная сеть SDH, рекомендации G.707, G.783, G.803, G.841;
- транспортная сеть ATM, рекомендации I.311, I.326, I.432, I.630;
- транспортная сеть WDM, ГСТУ 45.017 – 2001, ГСТУ 45.018 – 2001;

–транспортная сеть OTN-OTH (Optical Transport Network - Optical Transport Hierarchy, оптическая транспортная сеть – оптическая транспортная иерархия), рекомендации G.709, G.798, G.872, G873.1;

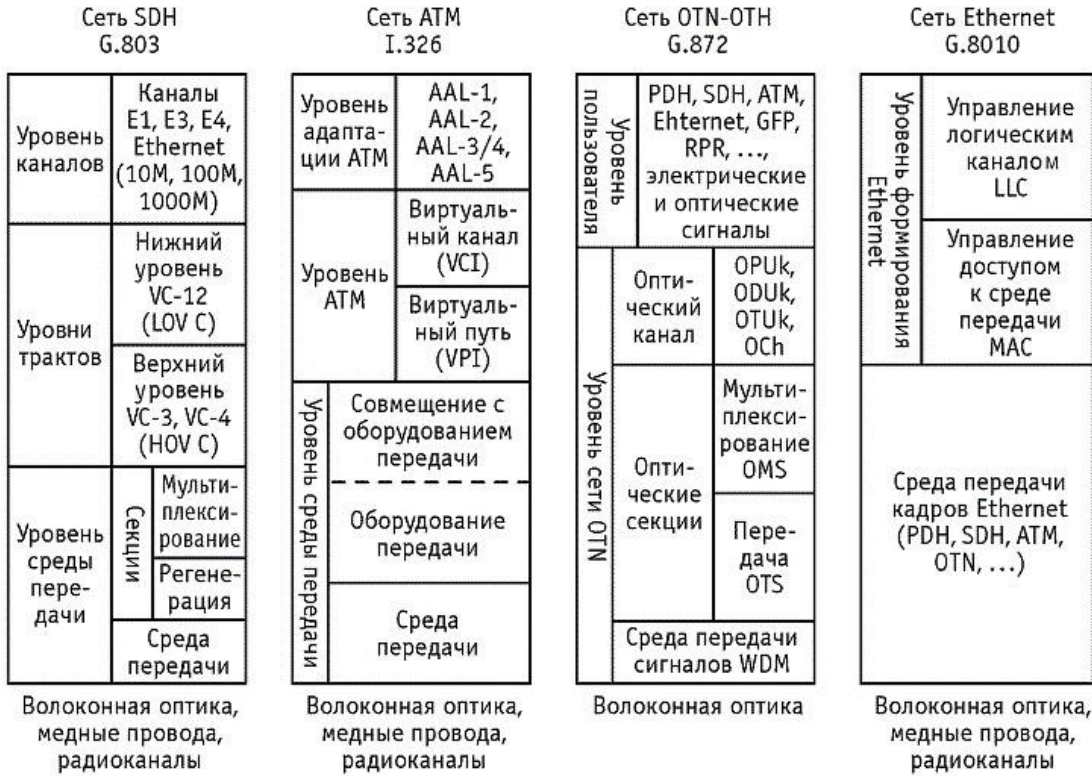


Рисунок 1.5 – Модели транспортных сетей связи

Во-вторых, протокол - это набор правил, позволяющих осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более подключёнными в сеть устройствами.

Транспортная сеть связи (backhaul) – это совокупность всех ресурсов, выполняющих функции транспортирования в телекоммуникационных сетях. Она включает не только системы передачи, но и относящиеся к ним средства контроля, оперативного переключения, резервирования, управления.

Основная функция транспортных сетей заключается в передаче, т.е. транспортировке информации между пунктами. Это может быть информация телефонных абонентов, пользователей Интернет, программы телевидения, различного рода управляющая информация для контроля и технологического

обслуживания сети, сигналы взаимодействия между коммутационными станциями, информации учета и стоимости услуг – тарификация, выделение сигналов синхронизации и т.д.

В традиционных сетях в полной мере воспользоваться свойствами прозрачности оптических каналов затруднительно, так как аппаратура, построенная с использованием большинства технологий, имеет недостаточно развитые транспортные функции, в частности функции передачи.

Из-за того, что в оптическом слое недостаточно «интеллекта», а у таких интеллектуальных технологий, как, например, АТМ и IP слабо развиты функции передачи, приходится прибегать к технологиям-посредникам. Такой технологией в настоящее время является технология синхронной цифровой иерархии – СЦИ (Synchro-nous Digital Hierarchy SDH).

Технология СЦИ «оживляет» относительно пассивную сеть оптических каналов, которую, чтобы подчеркнуть эту особенность, иногда называют сетью виртуальных волокон. Таким образом возникают так называемые технологические цепочки, изображенные на рисунке 1.4. Здесь же показан процесс упрощения структуры транспортной сети в процессе ее эволюции к ОТС.

1.4 Особенности измерений в сетях PON

На современном этапе развития телекоммуникационных технологий пассивные оптические сети (PON) имеют значительные преимущества, которые и предопределили их широкое внедрение в сетях абонентского доступа.

Инсталляция и эксплуатация оптических кабельных инфраструктур требует специальных знаний и навыков, причем эти знания существенно отличаются от тех, которые требуются при работе с традиционными кабельными сетями на основе электрических кабелей.

Функционирование сети PON происходит в условиях постоянного воздействия различного рода возмущений, что может привести к возникновению ошибок в передаваемых сообщениях, к случайному характеру циркулирующих потоков информации. В этих условиях задача контроля и управления сетью заключается в обеспечении передачи максимального количества информации с требуемым качеством. Качество связи практически полностью определяют три важнейшие свойства систем связи – точность, надежность и верность доставки информации [55].

Отличительной чертой PON систем является то, что аппаратно и программно они рассчитаны на техническую эксплуатацию в соответствии с современной концепцией контроля и управления сетью.

Техническая эксплуатация (ТЭ) представляет собой совокупность методов и алгоритмов технического обслуживания для организации и поддержания в требуемых пределах установленных норм любого объекта (подобъекта) ТЭ, являющегося составной частью сетей.

Основой технической эксплуатации ВОЛС является техническое обслуживание [56]. Эксплуатационно-техническое обслуживание PON предусматривает выполнение таких основных функций как: техническое обслуживание и профилактика, контроль за техническим состоянием, аварийно-восстановительные работы, реконструкция, изменение параметров, защиту ОК с металлическими покрытиями от внешних воздействий.

Основной задачей технической эксплуатации ВОЛС является обеспечение качественной и непрерывной работы. Непрерывная работа ВОЛС достигается постоянным техническим надзором за их состоянием, систематическим выполнением профилактических мероприятий по предупреждению повреждений и аварий, своевременным устранением неисправностей и выполнением необходимых дополнительных работ.

Чтобы надлежащим образом планировать и программировать операции по ТЭ, необходимые для инсталляции и поддержания оптических сетей в норме, предусматриваются следующие виды работ:

- испытания при монтаже и приемочные испытания;
- ввод в эксплуатацию;
- поддержание ВОСП в состоянии исправности в процессе эксплуатации (т. е. проведение технического обслуживания);
- восстановление работоспособности (ремонтно-настроечные и ремонтно-восстановительные работы).

Все эти виды работ предусматривают проведение соответствующих измерений.

1.5 Виды измерений в PON

Измерения, как приемо-сдаточные, так и эксплуатационные все еще связаны с некоторыми трудностями, по большей части объективными. Поэтому важно знать о проблемах с измерениями, которые могут возникнуть на разных этапах работы с PON, а также правильно выбрать средства измерения в соответствии с особенностями сети и экономическими возможностями.

Исходя из видов работ, необходимых для различных этапов построения и использования PON, соответственно могут быть проведены следующие измерения:

- входной контроль;
- строительно-монтажные;
- приемо-сдаточные;
- эксплуатационные.

Входной контроль параметров компонентов сети проводится перед началом строительства. Его задача – проверить соответствие параметров кабеля, шнуров, разветвителей и других устройств заявленным значениям. Однако, при строительстве небольших абонентских сетей это не всегда целесообразно, т. к. полноценный входной контроль всех составляющих PON потребует большого количества времени и достаточно дорогостоящего

оборудования. Проще провести выборочный контроль (например, коэффициента затухания нескольких строительных длин кабеля) и довериться гарантийным обязательствам поставщика.

В процессе инсталляции сети производятся измерения, позволяющие оценить качество строительно-монтажных работ, например, подвеса отрезка воздушного оптического кабеля на опорах, сварного соединения оптических волокон и т. п.

1.5.1 Строительно-монтажные измерения на PON

В процессе строительно-монтажных работ могут понадобиться измерения, связанные с контролем качества компонентов и качества самой инсталляции PON. К ним относятся измерения погонного затухания строительных длин оптического кабеля, потерь в сварных соединениях, затуханий и потерь на отражение пассивных компонентов (разъемов, разветвителей).

Для этой цели наилучшим образом подходит оптический рефлектометр, который подключается с одного конца линии и позволяет получить распределение отраженной мощности по ее длине. В результате измерений формируется графическая зависимость (рефлектограмма), которая характеризует распределение мощности оптического сигнала по длине линии. Таким образом, по наклону характеристики на линейных участках можно определить величину коэффициента затухания оптического кабеля (в дБ/км), а для локальных неоднородностей (сварные и разъемные соединения, изгибы волокон и т. п.) можно определить вносимые потери и потери на отражение.

По окончании строительно-монтажных работ на отдельных сегментах сети целесообразно сделать на них рефлектометрические измерения (если есть возможность, то на двух длинах волн) и сохранить опорные рефлектограммы. При дальнейшей эксплуатации для определения мест

повреждения (или неоднородности) очень полезным будет наложение исходной опорной рефлектограммы на «аварийную» (многие модели рефлектометров имеют такую функцию). Иногда это позволяет быстрее понять характер неисправности и обнаружить ее местоположение.

Также рекомендуется снимать рефлектограммы при изменении топологии сети (подключения нового абонента, замены разветвителя и т. п.).

1.5.2 Приемо-сдаточные измерения

Приемо-сдаточные измерения производятся после окончания строительно-монтажных работ, и остается провести последние контрольные измерения для подтверждения качества оптической линии. Под контрольными подразумеваются следующие виды измерений:

- измерение мощности передающего оборудования (OLT и CATV трансмиттер);
- измерение мощности на входе и выходе каждого абонентского узла;
- если хотя бы одно измерение даст результат, отличный от проектных расчетов, измерения продолжатся уже «внутри» сети, а не только в конечных оптических узлах.

Для приемо-сдаточных испытаний на PON принципиальными являются только измерения, связанные с распределением мощности в сети (рис. 1.6).

Поэтому принципиально важно провести два вида измерений:

- измерение оптической мощности на выходе передающих устройств;
- измерение затухания в оптическом линейном тракте.

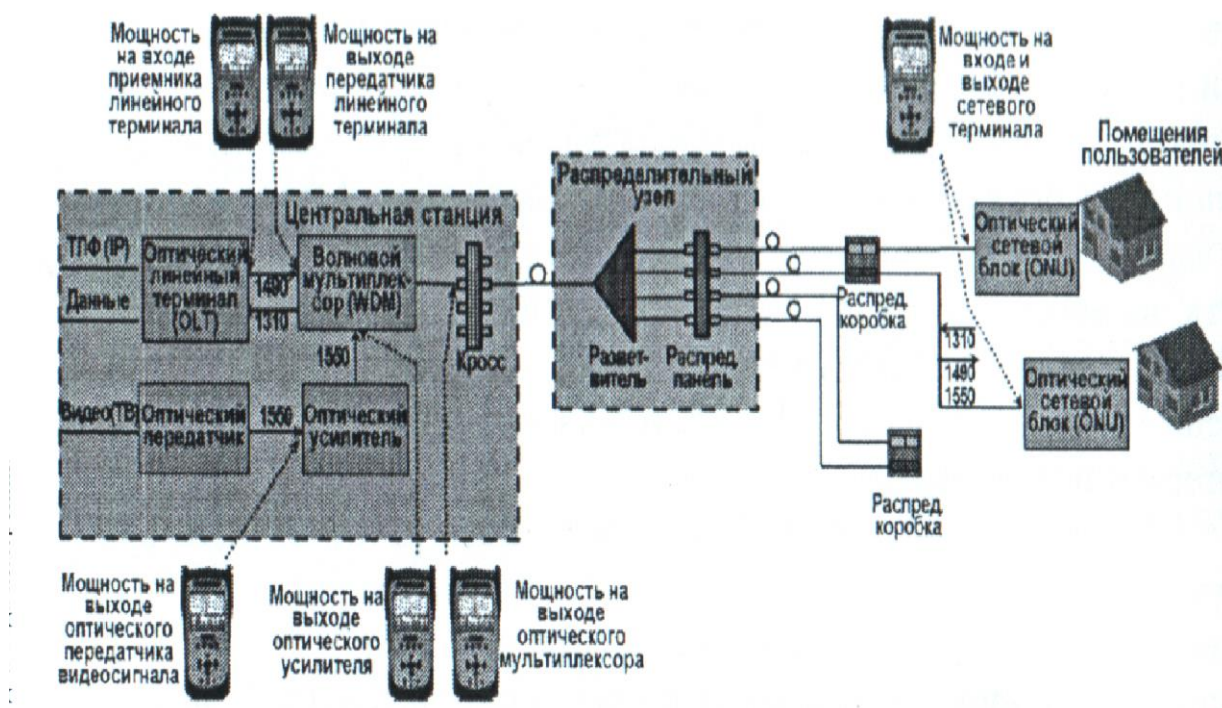


Рисунок 1.6 – Измерения распределения мощности в сети

Для простоты можно произвести измерение оптической мощности передатчиков в кроссе после мультиплексора WDM на длине волны 1490 нм (излучатель OLT) и на 1550 нм (передатчик ТВ-сигналов). При этом необходимо учесть то, что мощность на выходе WDM нужно измерять прибором, имеющим встроенные фильтры для раздельного измерения каждой длины волны, т. к. обычный измеритель мощности покажет некую суммарную величину, не характеризующую разные передатчики.

Дело в том, что фотодетектор обладает достаточно хорошей широкополосностью и детектирует всю падающую оптическую мощность в диапазоне длин волн 1200–1650 нм. Однако чувствительность его на разных длинах волн неравномерна. Поэтому, если, например, установить на тестере длину волны 1550 нм, а подать на его вход излучение с длиной волны 1310 нм, то на экране дисплея появится какое-то значение мощности, но оно будет неправильным, т. к. ток на выходе детекторного узла будет пересчитан в

мощность с учетом чувствительности фотодетектора на длине волны 1550 нм.

При несоответствии полученных значений проектным данным следует провести измерения непосредственно на выходе обоих передатчиков, а также на выходе оптического усилителя. Также целесообразно произвести измерение мощности на входе оптических приемников линейного и сетевого терминалов.

Обязательно необходимо провести измерения общего затухания в линейном тракте для всех ветвей пассивной оптической сети. А при получении значения потерь выше расчетного следует провести измерения величины потерь сигнала в отдельных характерных точках сети (рис. 1.7).

Измерение затухания оптической сети или ее сегмента обычно производится методом вносимых потерь (IEC 61280-4-2, Method 1) с помощью калиброванного источника излучения и оптического измерителя мощности или оптического тестера, совмещающего оба таких устройства в одном корпусе. При отсутствии калиброванного источника излучения в виде отдельного прибора, в крайнем случае, для измерения затухания в различных точках линейного тракта можно использовать передатчик OLT (на 1490 нм) или оптический передатчик ТВ-сигнала (на 1550 нм).

Считая их излучение практически непрерывным, нужно сначала измерить мощность на выходе передатчика, а затем – в заданной точке линейного тракта. Разность уровней (в дБ) и покажет затухание измеряемого участка сети.

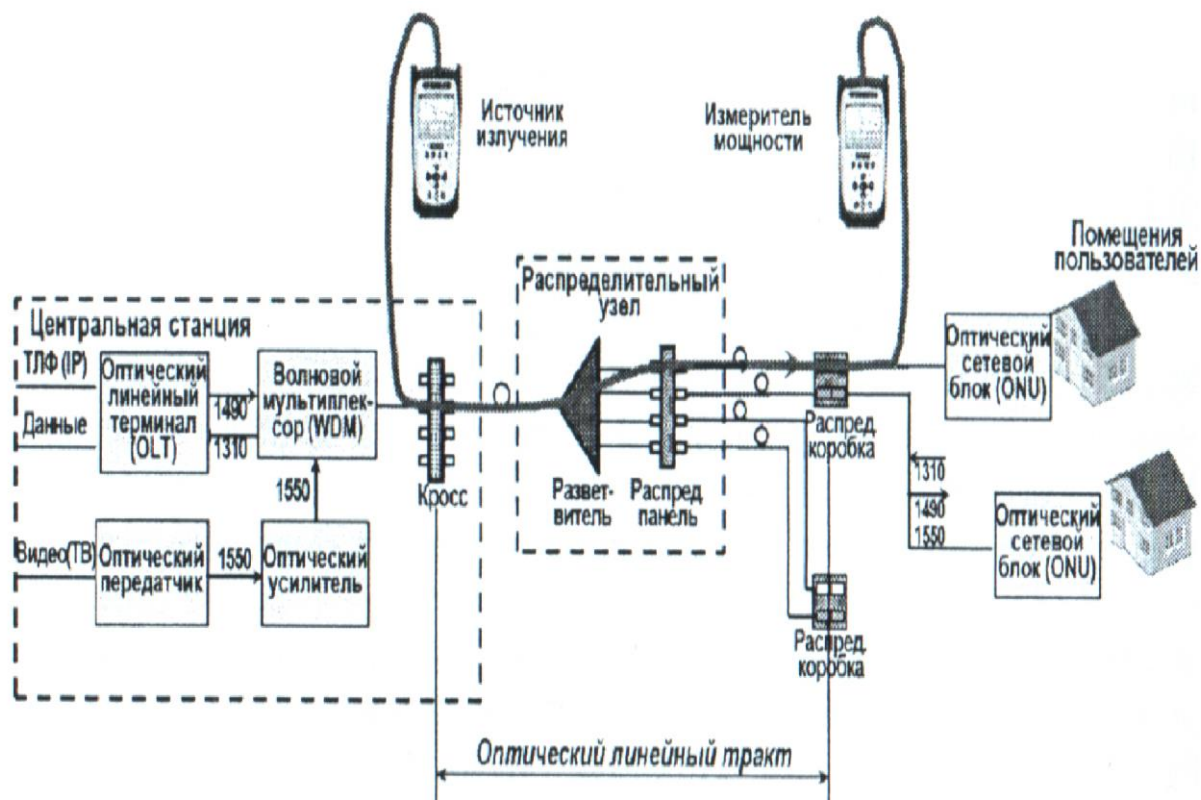


Рисунок 1.7 – Измерение потерь в характерных точках

1.5.3 Эксплуатационные измерения в PON

Обычно эксплуатационные измерения в оптических сетях связи делятся на плановые и аварийные. Плановые измерения проводятся периодически с целью контроля основных параметров сети и прогнозирования возможного ухудшения качества передачи.

Однако при реальной эксплуатации PON настоятельная потребность в измерениях возникает лишь в случае аварийной (или предаварийной) ситуации. В этом случае основная задача эксплуатационных измерений – быстро обнаружить причину ухудшения параметров сигнала или повреждения.

Эксплуатационные измерения производятся в тех случаях, когда в процессе работы PON происходит ухудшение параметров сигналов или

повреждение в какой-либо точке сети, а также после проведения ремонтно-восстановительных работ.

1.6 Основные показатели, измеряемые в оптической линии

Для качественного выполнения работ по монтажу и восстановлению сетей PON нужно четко представлять, какие параметры необходимо измерять. В оптических сетях существует большое количество паразитных явлений, ухудшающих качество передачи, однако особое влияние имеют лишь 4 из них: затухание, возвратные потери, дисперсия и вынужденное неупругое рассеяние.

Затухание – потеря мощности светового сигнала в процессе распространения по оптоволокну. В обычных сетях потеря мощности происходит, в основном, на сварных и механических соединениях, а также из-за явления рассеяния света при попадании световой волны на примеси в волокне. В пассивных сетях основным источником потерь являются сплиттера (> 20 дБ), поэтому даже при большом оптическом бюджете в 30 дБ PON сети имеют запас оптического бюджета менее 10 дБ.

Затухание сигнала в оптических кабелях, шнурах, разъемах, разветвителях и других компонентах PON приводит к уменьшению уровня сигнала на входе фотоприемника (рис. 1.8) и, соответственно, ухудшению соотношения сигнал/шум, увеличению коэффициента ошибок. Общее затухание зависит от длины линии, количества пассивных компонентов и затухания в них, а также количества разъемных и неразъемных соединений.

Общее затухание в линейном тракте обязательно измеряется на соответствие рассчитанному бюджету потерь. Также могут производиться измерения потерь, вносимых отдельными компонентами сети (разъемами, разветвителями и т. п.).

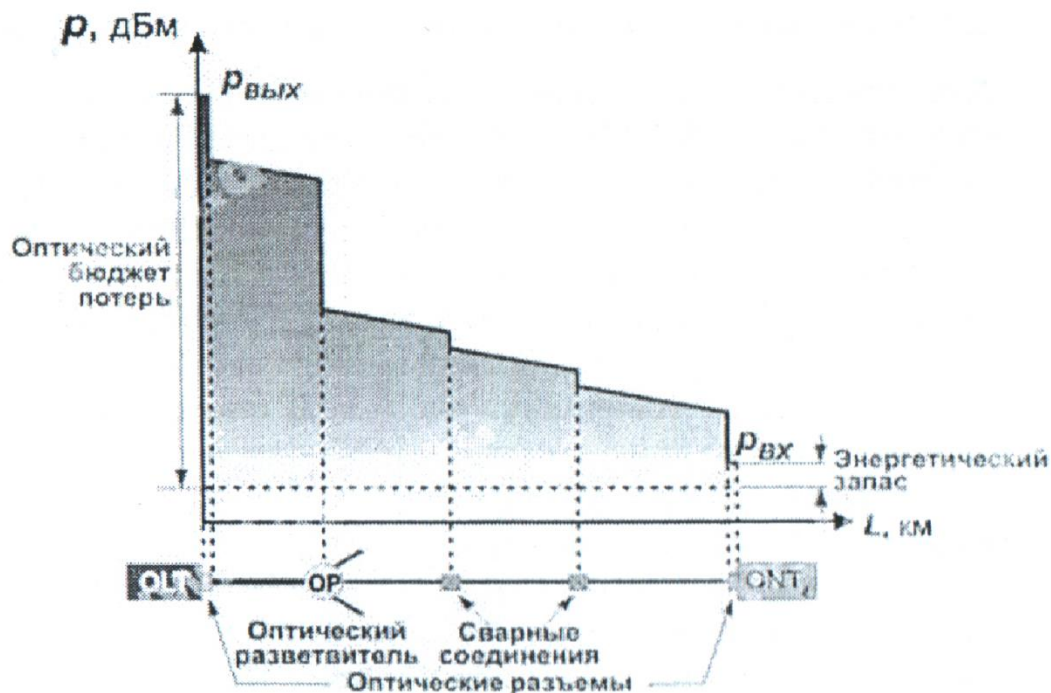


Рисунок 1.8 – Распределение причин затухания вдоль длины линии

Возвратные потери (Optical Return Loss, ORL) – потери мощности сигнала за счет отражения от механических и не качественных сварных соединений. При прохождении света через такие соединения часть светового потока отражается обратно в линию, ухудшая качество передачи.

Необходимо заметить, что ORL определяется как логарифмическое отношение мощности базового сигнала к мощности отраженного, поэтому, чем показатель ORL выше, тем лучше. Отраженный сигнал можно уменьшить, используя коннекторы с другим типом полировки. Обычные коннекторы с UPC полировкой имеют значения ORL около 50...55 дБ. При использовании APC коннекторов ORL увеличивается до 65...70 дБ.

Показатель ORL, наряду с затуханием, характеризует качество оптической линии. Тем не менее, отраженный сигнал сильно влияет только на качество передачи аналогового TV сигнала (особенно, если он имеет амплитудную модуляцию). Если же в сети PON не планируется передача CATV, то измерение ORL можно опустить.

1.7 Состояние рынка сетевых тестеров

Сетевые тестеры – это один из необходимых приборов для обслуживания кабельных систем сетей связи и их выпускают многие фирмы - производители. Все они имеют свои достоинства и недостатки. В разрабатываемом приборе необходимо достоинства сохранить, а от недостатков в той или иной мере избавиться (или хотя бы минимизировать их влияние).

1.7.1 Тестер кабеля MASTECH MS6811

В качестве первого аналога, который уже продается на рынке, рассмотрим тестер компьютерных сетей MASTECH MS6811. Эскиз тестера приведен на рис. 1.9. Оценим его внешний вид, характеристики, параметры и проведем анализ его достоинств и недостатков. Это портативный прибор, позволяющий выявлять обрывы, короткие замыкания, перестановки пар, реверсированные пары и расщепленные пары.



Рисунок 1.9 – Внешний вид тестера MASTECH MS6811

Функции и характеристики:

- прибор предназначен для проверки UTP (неэкранированный кабель из витых пар) и STP (экранированный кабель из витых пар) кабелей;
- проверка целостности и соответствия проводников в неэкранированных и экранированных кабелях с разъемом RJ45;
- выявление обрыва, короткого замыкания, перестановки пар, реверсированных пар и расщепленных пар;
- конструкция состоит из основного тестера и съемного блока и позволяет одному технику без посторонней помощи производить проверку сетевых кабелей стандартов T568A, T568B, 10Base-T и Token Ring;
- режим DEBUG позволяет быстро определить поврежденные пары и вид неисправности;
- индикатор разряженности батареи;
- минимальная длина тестируемого кабеля: 0.4 м, максимальная - более 200 м.

Преимуществами сетевого тестера является возможность тестирования экранированных и неэкранированных сетевых кабелей, выявление обрыва, короткого замыкания, перестановки пар, реверсированных пар и расщепленных пар. Имеет возможность производить проверку сетевых кабелей стандартов T568A, T568B, 10Base-T и Token Ring, а также оповещение о типе или виде неисправности в кабеле.

Присутствие индикатора разряженности батареи сразу убирает ситуации с непредсказуемым прекращением работы тестера. А возможность работы с кабелями с длиной около 200 метров гарантирует надежность тестирования в пределах объекта.

Большим недостатком данного устройства является отсутствие графического дисплея, что значительно увеличило бы скорость восприятия результата тестирования кабеля, поскольку светодиодная индикация давно

устарела и является иногда проблемной для восприятия человеком. Недостаток – разъем только одного типа.

Также недостатком можно считать отсутствие возможности определения типа кабеля, и возможной скорости передачи информации по кабелю. Кроме этого, в компьютерном тестере MASTECH MS6811 невозможно определять точку обрыва (расстояние до точки обрыва). Максимальная длина тестируемого кабеля около 200 метров; производитель не указывает конкретной цифры.

1.7.2 Тестер кабеля ProsKit 3PK-NT005N

Прибор предназначен для быстрого тестирования и автосканирования большинства марок многожильных кабелей USOC 4 / USOC6 / USOC. Имеет 8 разъемов типа RJ 45, RJ12, и RJ11 для проверки целостности кабеля и правильности его прокладки. Также используется для проверки кроссоверных и прямых кабелей. Кроме того, съемный хвостовик позволяет тестировать кабели в уже проложенных сетях. Внешний вид тестера приведен на рис. 1.10.

Одними из преимуществ сетевого тестера ProsKit 3PK-NT005N является возможность тестирования большинства видов многожильных кабелей USOC 4 / USOC6 / USOC 8 разъемами RJ 45, RJ12, и RJ11, проверки целостности кабеля и правильности его прокладки. Возможность проверки кроссоверных и прямых кабелей. А съемный хвостовик позволяет тестировать кабели в уже проложенных сетях, например, жилое здание или офис с компьютерами.

Данное устройство обладает рядом существенных недостатков; самое существенное - очень сокращенная индикация. Отсутствие графического дисплея и возможности определения точки обрыва кабеля в пределах одного метра. У тестера нет индикатора определения разряда батареи. При

технических работах на объектах данное устройство может перестать работать, не выводя предупреждающего сообщения для монтера.



Рисунок 1.10 – Внешний вид тестера Pro'sKit 3PK-NT005N

1.7.3 Тестер кабеля Pro'sKit MT-7055

Данное сетевое устройство, несмотря на то, что имеет довольно большую цену, имеет свои недостатки. Компьютерный тестер Pro'sKit MT-7055 лучше, чем предыдущие аналоги потому, что имеет большую функциональность. Но это может повлечь за собой непопулярность данного устройства из-за его высокой себестоимости, что точно приведет потребителя к необходимости покупки более дешевого устройства с похожими функциями. В этом и заключается цель представляемого проекта: создание дешевого и многофункционального компьютерного тестера кабелей.

Краткое описание тестера Pro'sKit MT-7055. Внешний вид тестера приведен на рис. 1.11. Индикаторы хвостовика позволяют обследовать уже проложенные провода, показывая реальную конфигурацию контактов,

выявляя закороченные и неправильно подключенные провода, обрывы и неправильную полярность.

Характеристики и особенности:

- быстрое определение типа кабеля и проверка его исправности;
- индикаторы хвостовика позволяют обследовать уже проложенные провода, показывая реальную конфигурацию контактов, выявляя закороченные и неправильно подключенные провода, обрывы и неправильную полярность;
- тестирование кроссверов, кабелей для передачи данных/голосовых сигналов, сетевых, телекоммуникационных, экранированных и коаксиальных кабелей;
- генератор сигнала сетевого тестера помогает быстро и просто обследовать кабель;
- вмонтированный тестер линии проверяет полярность телефонной линии и определяет напряжение до того, как этот фактор может повредить элементы схмотехники тестера;
- индикация разряженности батареи предотвращает возможность получения неправильных результатов;
- работает как с бытовыми, так и с производственными сетями.



Рисунок 1.11 – Внешний вид тестера Pro'sKit MT-7055

Этот тип сетевого тестера обладает действительно значительными преимуществами. Возможность обследовать уже проложенные провода, показывая реальную конфигурацию контактов, выявляя закороченные и неправильно подключенные провода, обрывы и неправильную полярность очень облегчает не только эксплуатацию тестера, но и тестирования сети, уже проложенной по стенам объекта.

К главным и основным преимуществам можно отнести быстрое определение типа кабеля, проверка его исправности, и возможность определять полярности проложенных линий. Наличие индикатора разряженности батареи предотвратит возможность получения ошибочных результатов. А универсальность работы с бытовыми или с производственными сетями подчеркивает его широкие возможности.

Недостатком является отсутствие графического дисплея, что уменьшает популярность и удобства эксплуатации сетевого тестера Pro'sKit MT-7055. Вторым недостатком, отсутствием возможности определения

расстояния до точки обрыва, что существенно увеличивает время поиска обрыва непосредственно на самом кабеле.

1.7.4 Тестер кабеля Pro'sKit MT-7058

Компактный и легкий тестер коаксиального кабеля и витой пары, соответствующий стандартам безопасности CE. Внешний вид приведен на рис. 1.12.

Pro'sKit MT-7058 - это компактный и легкий тестер для проверки кабелей RJ45 TIA568A/B (AT&T 258A), 10 Base-T, Token Ring (маркерное кольцо), RJ-11/RJ-12 USOC и коаксиальных кабелей BNC.



Рисунок 1.12 – Внешний вид тестера Pro'sKit MT-7058

Особенности и характеристики:

- автоматическое определение качества соединения, обрывов, скрещенных проводов и разделения пар;

- бесконтактный индикатор напряжения;
- компактный и легкий дизайн для удобного ношения с собой;
- низкое потребление энергии с функцией автоматического отключения питания;
- возможность проверки кабеля длиной более 300 м.

Огромным преимуществом тестера Pro'sKit MT-7058 является возможность работы с большим разнообразием кабелей, например, RJ45 TIA568A/B (AT&T 258A), 10 Base-T, Token Ring (маркерное кольцо), RJ-11/RJ-12 USOC и коаксиальных кабелей BNC. Кроме этого прибор стандартизирован и Pro'sKit MT-7058 соответствует стандартам безопасности CE. Также к преимуществам отнесем способность автоматически определять качество соединения, обрывов, скрещенных проводов и разделения пар. Низкое потребление мощности от источника питания, эргономичность и дизайн подчеркивает имидж устройства.

Главным новшеством в подобных устройствах является бесконтактный индикатор напряжения. Кроме этого, прибор способен тестировать кабели длиной более 300 метров. А это намного больше, чем его предшественники, которые рассмотрены выше.

К недостаткам стандартизованного устройства Pro'sKit MT-7058 можно отнести отсутствие возможности определения расстояния до точки обрыва кабеля, определение типа кабеля и отсутствие возможности работы с кабелями кросоверами. Нет возможности определения скорости передачи цифровой информации по кабелю. Самым большим недостатком устройства является отсутствие графического индикатора. Здесь используется светодиодная индикация, что является устаревшим способом отображения информации.

1.7.5 Тестер для многожильного кабеля Pro'sKit MT-7051N

Краткое описание тестера Pro'sKit MT-7051N.

Внешний вид приведен на рис.1.13. Возможность тестирования кабелей: RJ45 1A568A/B(AT & T 258A), 10 Base-T, маркерное кольцо (Token ring), RJ-11/ RJ-12 USOC и коаксиальный кабель BNC.

Особенности и характеристики:

- автоматическая проверка кабеля на целостность, замыкание, кроссоверность;
- порт коаксиального кабеля способен определить состояние кабеля, обнаружить имеющиеся замыкания, повреждения изоляции/экранировки и разрывы центрального провода;
- основная и вспомогательная части позволят проводить измерения одному монтажнику;
- источник питания DC 9 В (батарея).



Рисунок 1.13 – Внешний вид тестера Pro'sKit MT-7051N

К положительным качествам тестера можно отнести автоматическую проверку кабеля на целостность, замыкание, кроссоверность. Возможность тестирования коаксиального кабеля, а также состояние кабеля, обнаружение имеющихся замыканий, повреждение изоляции/экранировки и разрывы центрального проводника. Большим плюсом является возможность тестирования кабеля одному человеку. Немаловажный плюс – это широкий список тестируемых кабелей: RJ45 1A568A/B(AT & T 258A), 10 Base-T, маркерное кольцо (Token ring), RJ-11/ RJ-12 USOC и коаксиальный кабель BNC. Возможность тестирования большого количества типов кабелей делает устройство потребителем и популярным. Источник питания 9 вольт, батарея Крона.

Отрицательные качества устройства Pro'sKit MT-7051N все те же - это отсутствие графического дисплея, отсутствие возможности определять точку обрыва на кабеле, неудобство в управлении и эксплуатации, небольшая длина тестируемого сетевого кабеля.

1.8 Выводы по недостаткам рассмотренных аналогов. Задача разработки

Рассмотрены пять различных сетевых устройств для тестирования сетевых кабелей самых разных типов. Каждый из рассмотренных приборов имеет свои положительные качества, которые необходимо учесть в разрабатываемом тестере. Кроме того, имеется большой список отрицательных качеств, которые также необходимо учесть, чтобы разработать сетевой тестер на базе обработанных недостатков. Таким образом, работа заключается в проектировании тестера, который будет иметь параметры, которые лучше аналогов. Из обзора следуют следующие характеристики проектируемого сетевого тестера:

- проверка UTP (неэкранированный кабель из витых пар) и STP (экранированный кабель из витых пар) кабелей;

- проверка целостности и соответствия проводников в неэкранированных и экранированных кабелях с разъемом RJ45;
- выявление обрыва, короткого замыкания, перестановки пар, реверсированных пар и расщепленных пар;
- определение расстояния до точки обрыва;
- защита от попадания высокого напряжения в цепи устройства;
- конструкция, состоящая из основного тестера и съемного блока;
- индикатор разряженности батареи;
- быстрое определение типа кабеля;
- определение скорости передачи цифровой информации по кабелю;
- обследование уже проложенных проводов\сетей на объекте, здании, офисе;
- тестирование кроссоверов, кабелей для передачи данных/голосовых сигналов, сетевых, телекоммуникационных, экранированных и коаксиальных кабелей;
- работа с бытовыми и с производственными сетями;
- возможность проверки кабеля длиной более 500 м;
- возможность проводить измерения одному человеку;
- низкое потребление энергии с функцией автоматического отключения питания;
- источник питания DC 9 В (батарея Крона);
- компактный дизайн.

Следует отметить, что большинство из перечисленных характеристик в тестерах реализуются на программном уровне, что подчеркивает насущную необходимость выбора микроконтроллера с возможностью размещения и реализации в нем как достаточно развитого программного обеспечения, так и наличия соответствующих портов.

2 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВОГО ТЕСТЕРА И СХЕМЫ СТРУКТУРНОЙ

Для выбора тестера PON необходимо оценить параметры элементов системы связи и её особенности.

2.1 Типы линейных интерфейсов и особенности их использования в оптических транспортных сетях

Линейные интерфейсы транспортных сетей – ключевые компоненты сетевых элементов. В значительной степени интерфейсы определяют пропуск трафика на межузловых соединениях. Интерфейсы строятся на основе международных стандартов ITU-T, IEEE, ISO/OSI. На рисунке 2.1 представлены самые важные характеристики интерфейсов, от которых зависит скорость, дальность, качество передачи и совокупная стоимость линейного тракта.

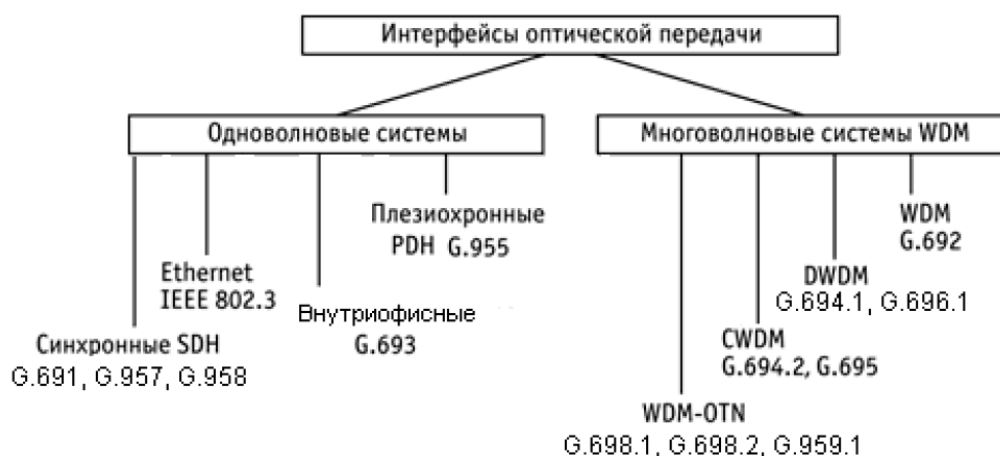


Рисунок 2.1 – Международные стандарты на оптические линейные интерфейсы

Интерфейсы одноволновой передачи отличаются относительной простотой устройства и смягчением ряда ограничений:

- на фиксацию длины волны излучения передатчика;
- большую допустимую вероятность ошибки на приеме;
- допуск на разброс параметров мощности передачи и чувствительности приёмника и т.д.

2.2 Интерфейсы одноволновых систем оптической передачи

Интерфейсы одноволновых систем оптической передачи характеризуются рядом показателей:

- диапазоном длин волн,
- диапазоном уровней мощности оптической передачи,
- минимальной чувствительностью приемника оптического сигнала,
- порогом перегрузки приемника,
- видом модуляции излучения,
- линейным кодом,
- максимальной допустимой дисперсией между передатчиком и приемником,
- шириной спектральной линии излучения передатчика,
- максимальным перекрываемым затуханием между передатчиком и приемником,
- возможностью использования оптических усилителей мощности на передаче и предусилителей на приеме,
- возможностью использования процессора упреждающей коррекции ошибок и т.д.

Перечисленные характеристики интерфейса определяют дальностью передачи по волоконной линии и скорость передачи цифрового сигнала при заданной вероятности ошибок передачи.

Одноволновые интерфейсы, соответствующие спецификациям G.957,

G.958, G.691, G.693 поддерживают скорости передачи в сети SDH от 155,520 Мбит/с до 39,813 Гбит/с при линейном кодировании вида «NRZ со скремблированием» (см. таблицы 2.1 и 2.2).

Линейные оптические интерфейсы SDH имеют систему обозначений, в которой отражены особенности интерфейсов по применению (таблица 2.1):

- I – линия малой длины внутри предприятия (intra-office);
- S – короткая линия (short-haul);
- L – длинная линия (long-haul);
- V – очень длинная линия (very long-haul);
- U – сверх длинная линия (ultra long-haul);
- VSR – очень короткое расстояние (в перемычке) (very short reach) (в таблице 2.1 не обозначено).

При обозначении V и U следует понимать включение в состав линейного интерфейса оптического усилителя мощности на передаче (B – booster) и предусилителя оптического сигнала на приеме (BP – booster pre-amplifier).

Таблица 2.1 – Характеристики оптических интерфейсов SDH

Применение Параметры		Внутри узла	Межузловое применение						
			Короткая линия		Длинная линия				
Длина волны источника, нм		1310	1310	1550	1310	1550			
Тип волокна		G.652	G.652	G.652	G.652	G.652,654,655		G.653,655	
Расстояние, км		2	~ 15	~ 15	~ 40	~ 80		~ 80	
Уровень STM-N,	STM-1 155.52	I-1	S-1.1	S-1.2	L-1.1	L-1.2		L-1.3	
	STM-4 622.08	I-4	S-4.1	S-4.2	L-4.1	L-4.2	U-4.2	L-4.3	U-4.3
	STM-16 2488.32	I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	U-16.2 V-16.2	L-16.3	U-16.3 V-16.3
	STM-64 9953.28	I-64	S-64.1	S-64.2	L-64.1	L-64.2	V-64.2	L-64.3	U-64.3 V-64.3
	STM-256 39813.12	I-256.2	-	S-256.2	-	L-256.2	-	L-256.3	-

Цифровые индексы в обозначениях указывают на уровень STM-N, длину волны излучения и тип волокна, например, L-16.3 — уровень STM-16, длина волны 1550 нм (оптическое волокно G.653 или G.655). Характеристики волокон, соответствующие спецификациям G.652- G.655, приведены в технической литературе.

Характеристики интерфейсов I, S, L, U, V должны быть согласованы с характеристиками оптических волокон кабельных линий. Для этого определяются точки согласования, то есть точки подключения передатчика и приемника.

В таблице 2.2 использованы следующие обозначения:

- DFB, Distributed Feedback — лазер с распределенной обратной связью;
- p-i-n — обозначает конструкцию фотодиода;
- APD, Avalanche-Photodiode — лавинный фотодиод;
- BER, Bit Error Rate — коэффициент ошибок;

– OA, Optical Amplifier — оптический усилитель.

Таблица 2.2 – Примеры характеристик оптических интерфейсов SDH (G.691)

Код применения	Единица	S-64.2	L-64.2	V-64.2	V-64.3
Уровень		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
Скорость передачи	Гбит/с	9.95328	9.95328	9.95328	9.95328
Длина волны	нм	1530...1565	1530...1565	1530...1565	1530...1565
Тип лазерного диода		DFB	DFB	DFB+OA	DFB+OA
Спектральная ширина на уровне – 20 дБм	нм	менее 0.2	менее 0.2	менее 0.2	менее 0.2
Минимальная средняя мощность	дБм	-1	+1	+12	+10
Максимальная средняя мощность	дБм	+1	+3	+15	+13
Тип диода приемника		p-i-n/APD	p-i-n/APD	p-i-n/APD	p-i-n/APD
Минимальная чувствительность при BER=10 ⁻¹²	дБм	-14	-23	-23	-24
Порог перегрузки	дБм	+1	-9	-9	-9
Максимальные потери оптического пути	дБ	2	2	2	2
Максимальный коэффициент отражения приемника	дБ	-27	-27	-27	-27
Максимальный диапазон затухания	дБ	11	22	22	33
Минимальный диапазон затухания	дБ	0	10	22	22
Максимальная дисперсия	пс/нм	800	1600	2400	400
Минимальный коэффициент потери на отражение	дБ	24	24	24	24
Максимальное отражение на компонентах	дБ	-27	-27	-27	-27

Особенностью интерфейсов STM -64 и STM -256 может быть использование в их составе не только оптических усилителей, но и компенсаторов дисперсии (волоконных и интегральных) для предкоррекции на передаче или посткоррекции на приёме. Сочетание оптического усиления и компенсации дисперсии обеспечивает повышение дальности передачи по волоконно-оптической линии. Более подробные примеры характеристик одноволновых интерфейсов SDH приведены в технической литературе.

Использование характеристик одноволновых оптических интерфейсов при проектировании линейных трактов определено Рекомендацией ITU-T G.655.

2.3 Разработка структурной схемы и выбор элементов

2.3.1 Выбор источника питания для устройства

Так как тестер должен быть легким и компактным, то и источник питания у тестера должен быть соответствующим. Батарею или аккумулятор необходимо размесить в корпусе устройства.

Проектируемый сетевой тестер должен быть не только малогабаритным, но и иметь низкое потребление энергии от источника питания. Именно низкое потребление энергии позволит устройству работать достаточно долго, а монтеру – реже заменять батарею или ставить аккумулятор на зарядку.

В качестве источника питания может служить батарея типа «Крона» или специальный литиевый аккумулятор с номинальным напряжением 9 вольт. Аккумулятор был бы хорошим вариантом, если бы он стоил дешево и не требовал дополнительно зарядного устройства для подзарядки. Поэтому

из всех предполагаемых вариантов для питания устройства подойдет батарея «Крона» . Она малогабаритная, стоит дешевле, чем аккумулятор и

прослужит она достаточно долгое время, т.к. будет поставлено требование низкого потребления. Кроме этого, Крону будет очень легко заменить прямо во время работы на объекте даже в полевых условиях.

Источник питания сетевого тестера уже выбран. Он будет малогабаритным, дешевым, легко заменимым и будет являться внутренним источником питания, т.к. размещается внутри корпуса устройства.

Батарея «Крона» подключена к стабилизатору напряжения. А сам стабилизатор подключается к остальной части схемы, в том числе и к управляющему микроконтроллеру. Это нужно не только для организации электропитания всей схемы устройства, но и для контроля уровня разряженности батареи и своевременного оповещения о том, что её надо заменить на свежую. Стабилизатор напряжения нужен в проектируемой схеме непосредственно для понижения напряжения. Большая часть схемы будет питаться не от 9 вольт, а от 5 вольт. Разница напряжения между 9 и 5 вольтами даст возможность устройству работать дольше, чем бы он работал от 5 вольтовой батареи. Кроме этого, батарею или аккумулятор с номинальным напряжением 5 вольт найти сложнее, чем батарея типа Крона. Стабилизатор напряжения не только понижает напряжение для всей схемы, но и подает логический уровень батареи на нужные выводы контроллера для своевременного определения уровня заряда батареи. Если напряжение батареи будет предельно низким, то специальная программная функция контроллера оповестит владельца сетевого тестера о низком уровне напряжения батареи и о необходимости замены батареи.

2.3.2 Графический дисплей

Для того, чтобы устройство было более комфортным в эксплуатации и восприятия результатов тестирования кабеля, для проектируемого устройства был выбран графический дисплей. На нем будет удобно отображать всю необходимую информацию для корректного определения состояния сетевого

кабеля. Кроме этого, если в устройстве будет находиться дисплей, то оно сразу будет лучше рассмотренных аналогов. Графический дисплей заменялся обычными светодиодами для отображения результатов тестирования сетевого кабеля. Это серьезно замедляет восприятие результатов тестирования, кроме этого приводит к необходимости математических расчетов, которые нужно быстро провести, чтобы определить состояние кабеля. Графический дисплей будет очень удобным средством и устранил все недостатки отображения результатов. Графический дисплей с помощью шины данных подключается к микроконтроллеру. Микроконтроллер будет запрограммирован специальной программой, которая организует работу с дисплеем и другими частями сетевого тестера. Программа сетевого тестера выполняет определенные операции и выводит на дисплей результаты операций. Дисплей является единственным источником информации о выполнении операций сетевого тестера. Кроме этого, с помощью дисплея и клавиатуры выполняется управление функциями проектируемого сетевого тестера.

Кроме графической способности, дисплей должен обладать хорошей яркостью свечения и контрастностью, что будет способствовать восприятию информации, находясь в ярких помещениях, в темных помещениях или на улице при дневном свете. А это значит, что в дисплее должна быть встроена подсветка матрицы, что даст возможность хорошо видеть отображаемую информацию. Если будет отсутствовать подсветка матрицы дисплея, то использование дисплея в темноте или в плохо освещенных помещениях, будет частично или полностью невозможным.

Дисплей придется выбирать из большого количества вариантов, которые отличаются некоторыми характеристиками. Для прибора подойдет дисплей, который будет иметь следующие характеристики:

- с большой рабочей областью, примерно 20 символов на 4 строки;
- питание с напряжением 9 или 5 вольт;
- с низким потреблением тока;

- яркость и контрастность;
- встроенная подсветка;
- невысокая стоимость.

Под эти требования подходит дисплей русско-символьный HD44780, который оборудован микропроцессором, который способен обрабатывать и выводить на экран дисплея как русские, так английские символы.

2.3.3 Клавиатура и ее необходимость в устройстве

Рассмотренные аналоги не имеют полнофункциональной клавиатуры, что сужает их возможности. Поэтому этот недостаток не будем повторять при разработке сетевого тестера. Практически все современные устройства имеют встроенную клавиатуру самого разного типа. Наличие клавиатуры в устройстве максимально расширяет его возможности, а также возможности взаимодействия монтера с тестером. Клавиатура обеспечит не только переключение выбора опций в графическом меню дисплея, но и позволит писать символы украинского, русского, латинского, английского языков, а также вводить цифры и символы пунктуации. Кроме этого, благодаря этой возможности, разрабатываемое устройство может иметь многоязычность, а клавиатура поспособствует использованию языков. Это говорит о том, что устройство может получить широкую популярность не только в славянских странах, но и за их пределами. Блок клавиатуры подключается непосредственно к самому микроконтроллеру по шине, с помощью которой будет передаваться информация о нажатии той или другой кнопки клавиатуры. Поскольку разрабатываемый тестер должен быть компактным, то и клавиатура должна быть небольших размеров. Для работы в темноте клавиатура должна иметь подсветку, которая позволит работать при плохом освещении или в полной темноте. И, самое главное, клавиатура должна содержать точно необходимое количество кнопок для того, чтобы обеспечить полное взаимодействие монтера с тестером. Клавиатурный блок

можно взять уже готовый, к примеру, с мобильного телефона Siemens C75, который будет содержать необходимое количество клавиш, и общаться с контроллером по подходящей нам шине данных. Также при выборе клавиатуры, среди большого разнообразия клавиатур, не стоит забывать о возможности подсветки клавиш.

2.3.4 Управляющий контроллер

В проектируемом сетевом тестере блок управляющего контроллера, он же микроконтроллер, выполняет самую главную роль в функциональном и принципиальном назначении. В каждом многофункциональном сетевом тестере имеется микроконтроллер той или другой фирмы, который также выполняет главные функции. В принципе без микроконтроллера работа устройства невозможна, поэтому будем ориентироваться на использовании именно микроконтроллера. Микроконтроллер позволит не только организовывать функции выполнения программного текста, но и обеспечивать взаимодействие блоков устройства между собой. Программное обеспечение контроллера имеет в себе драйверы, которые обеспечивают взаимодействие с графическим дисплеем, клавиатурой, обработкой схемы батареи и стабилизатора, работы с входным узлом тестирования кабеля. Схема структурная подключений узлов тестера к микроконтроллеру приведена на рис. 2.2. Здесь показано четыре внешних подключения. Они нужны для связи с точкой контроля питания, связи с блоком клавиатуры и экрана, а также с входным узлом подключения сетевого кабеля для обработки состояния кабеля. Управляющий контроллер должен быть недорогим, но с подходящими для разрабатываемого тестера характеристиками. Кроме этого, контроллер должен быть популярным и доступным на рынке для быстрой замены в случае возникновения неисправности.

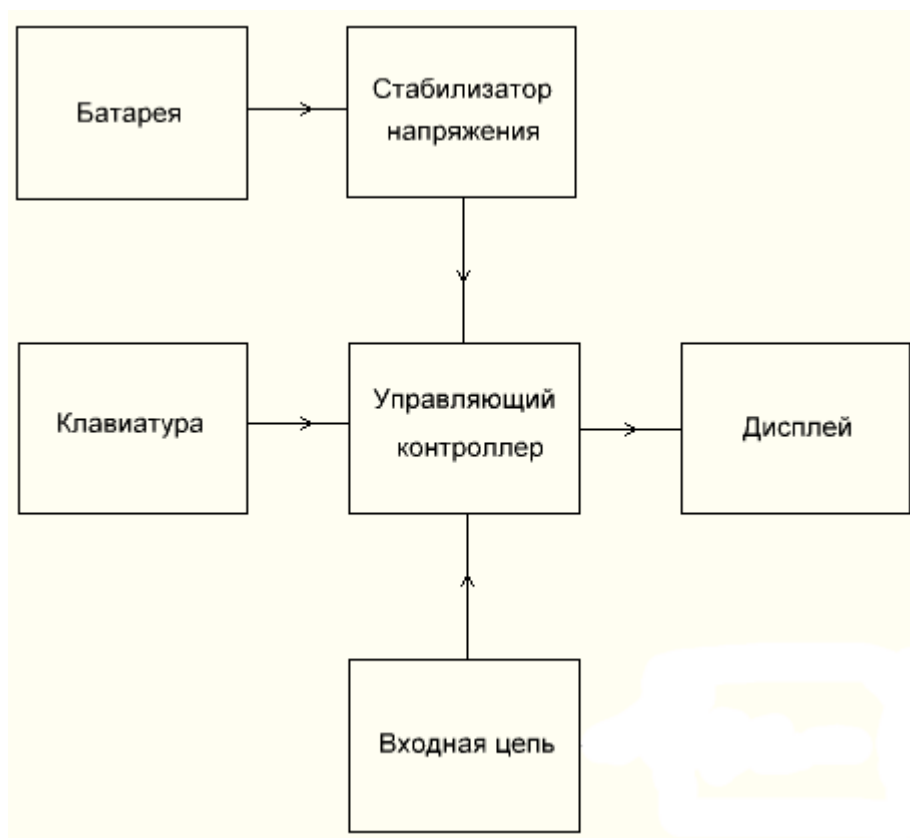


Рисунок 2.2 – Схема структурная подключений к МК

Отметим важные характеристики микроконтроллера, который можно использовать в сетевом тестере:

- частота работы контроллера от 8 МГц и выше;
- большое количество портов ввода-вывода;
- большой объем ОЗУ;
- наличие АЦП;
- работа от внешнего генератора;
- малая потребляемая мощность;
- питание 9 или 5 вольт постоянного тока;
- должен быть недорогим и доступным на рынке.

2.3.5 Входная цепь сетевого тестера

Основные части проектируемого тестера, такие как питание, дисплей, контроллер и клавиатура, уже рассмотрены. Необходимо рассмотрена такую важную часть, как входная цепь, которая служит для подключения сетевого кабеля к тестеру. Данная цепь должна выполнять некоторые функции, но не должна быть слишком сложной, чтобы резко не увеличивать стоимость тестера.

Как уже говорилось, входная цепь должна служить для подключения сетевого кабеля, т.е. входная цепь является мостом между кабелем и главным микроконтроллером. Т.к. сетевой кабель это уже второе устройство после сетевого тестера, может находиться где угодно и может быть подключено к чему угодно, то необходимо предусмотреть защиту от наличия напряжения на сетевом кабеле. Могут возникать ситуации, когда пользователь тестера перепутает кабели и подключит кабель с высоким напряжением; тогда вся схема тестера может выйти из строя. Именно такие ситуации и необходимо предотвратить.

Однозначно сетевой кабель должен быть пассивным, поэтому входная цепь должна помогать контроллеру определять активное напряжение на кабеле и предупреждать о нем. В случае обнаружения активного напряжения, работу тестера необходимо прекратить, потому что наличие любого активного напряжения в кабеле может повлиять на результаты тестирования и поэтому результаты будут неверными.

Блок входной цепи будет подключен к двум технически необходимым блокам устройства – к микроконтроллеру и к сетевому кабелю. Входная цепь подключается к микроконтроллеру и к сетевому кабелю с помощью шины передачи данных.

Входная цепь должна обладать такими характеристиками:

- низким сопротивлением цепей;

- защита от наличия напряжения (примерно 80 В);
- простой в схемотехническом построении;
- дешевизна элементов.

Вернемся к защите схемы сетевого тестера от активного напряжения на ее входе. Входная цепь должна непосредственно защищать всю схему от высокого напряжения. Максимально допустимое напряжение, от которого должна защитить входная цепь – 80 В.

Очень часто сетевые кабели используются для телефонных линий, в которых действуют напряжения около 60 В (например, сигнал вызова в телефонных сетях устаревших типов). Проектируемая схема устройства работает от 9 вольт, поэтому попадание напряжения порядка 60 В выведет схему устройства из строя.

2.3.6 Ответная часть сетевого тестера

Рассмотренную часть сетевого тестера, можно назвать приемной. Рассмотрим ответную часть, которая создается отдельным устройством и никак не зависит от главной схемы тестера.

Схема тестера была разделена специально для того, чтобы можно было тестировать уже проложенные интернет сети в объектах и офисах. Кроме этого, тестирование кабеля должен выполнять один человек. Ответная часть подсоединяется к одному концу кабеля, а приемная к другому концу, который может находиться и в другом здании. Таким образом, есть возможность легко, за несколько секунд, протестировать длинный сетевой кабель. Более того, проектируемый тестер при обрыве кабеля сможет показать расстояние до этого обрыва. Это значительно облегчит работу по поиску координаты точки обрыва.

Ответная часть не должна иметь источника питания, что упростит её принципиальную схему. Таким образом, ответная часть должна быть очень

простой и эффективной. Исходя из этого можно сказать, что ответная часть должна пассивной, т.к. не содержит активных элементов.

2.4 Общая структурная схема сетевого тестера

В предыдущих подразделах были рассмотрено блоки структурной схемы по отдельности. Рассмотрим структурную схему проектируемого устройства в целом. Она приведена на рис. 2.3.

На структурной схеме блок сетевого кабеля выполняет функции непосредственно самого сетевого интернет кабеля, который прокладывается в офисах и других объектах для связи между компьютерами или сетью Интернета. Данная структурная схема сетевого тестера предназначена для выполнения всех функций, которые нужно учесть при разработке устройства. Так же блок «сетевой кабель» показывает соединение управляющей части проектируемого сетевого тестера и ответной части.

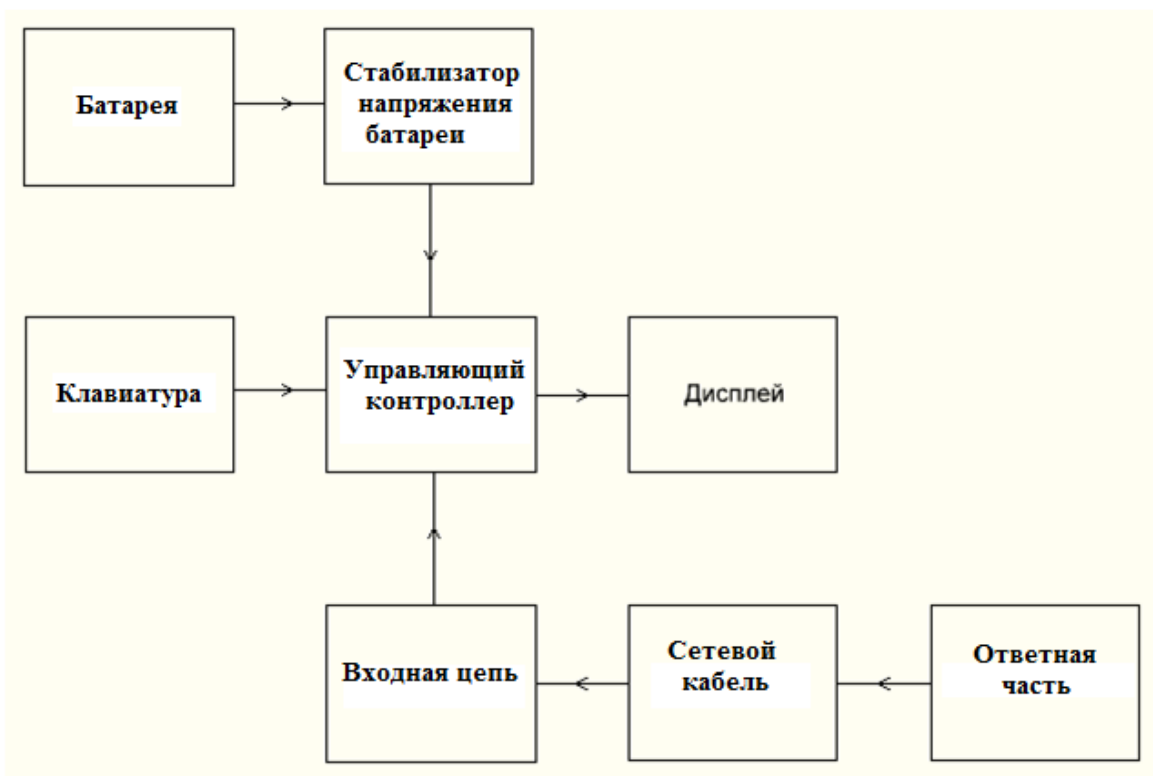


Рисунок 2.3 – Структурная схема сетевого тестера

Преимуществом разработанной структурной является минимально необходимый набор функциональных частей, что дает возможность ввести в производство дешевый по себестоимости и компактный сетевой тестер, который позволит выполнять все функции, необходимые для тестирования сетевых кабелей.

3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Уже обосновано разделение схемы тестера на две части. В соответствии с таким делением и будем выполнять электрические расчеты элементов (блоков, каскадов) схемы электрической принципиальной.

3.1 Входной каскад

На рисунке 3.1 изображена схема электрическая принципиальная входного каскада, который представляет из себя батарею и стабилизатор напряжения. Данный стабилизатор напряжения служит для работы всей схемы т.к. именно он задает рабочее напряжение питания для всего устройства.

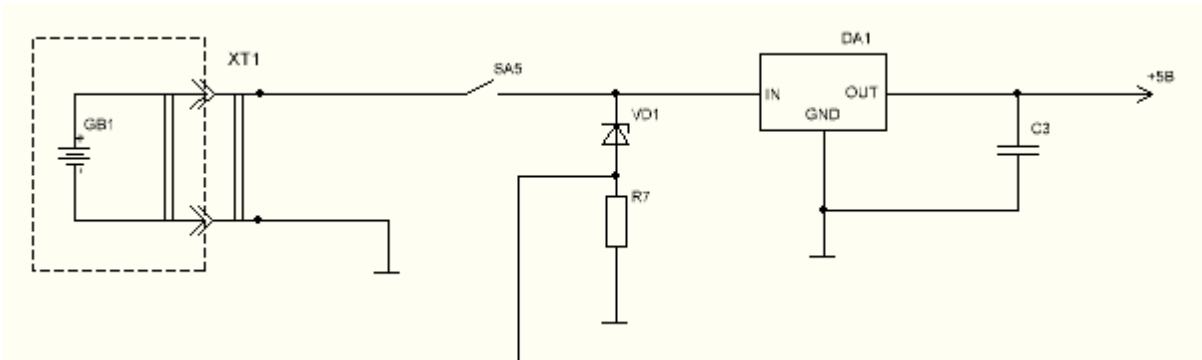


Рисунок 3.1 – Схема входного каскада

Напряжение питания от батареи равно 9 В. Тумблер SA5 типа MTS-102 выполняет функцию включения и выключения схемы сетевого тестера.

Характеристики тумблера:

- рабочий диапазон 125В, 6А;
- сопротивление контактов 20 мОм.

Тумблер подходит по характеристикам для разрабатываемого устройства. На стабилитроне падает напряжение 5,1В. Таким образом, когда напряжение батареи падает ниже уровня 6 В, то срабатывает предупреждение о необходимости замены батареи.

Стабилизатор напряжения DA1 понижает напряжение до 5 В, потому что источник питания (батарея) используется с напряжением 9 В. DA1 выдает нам окончательных 5 вольт, которых достаточно для питания всей электрической схемы. А именно для питания дисплея и микроконтроллера, которые требуют особых условий подачи величины напряжения питания.

После стабилизатора напряжения DA1 включен конденсатор C1 для небольшой фильтрации помех от блока батареи. Напряжение сразу после фильтрации подается на всю схему устройства.

3.2 Основной каскад электрической схемы

Схема электрическая принципиальная основного каскада схемы приведена на рис. 3.2. Он отвечает за управление, отображение на дисплее информации, а также за подключение сетевого кабеля и клавиатуры, контроля батареи питания.

Микроконтроллер DD1 организует выполнение основных функций сетевого тестера. К контроллеру подключается дисплей, клавиатура, блок контроля питания, сетевой кабель. Благодаря программным драйверам и самой программе, контроллер работает со всеми перечисленными блоками схемы.

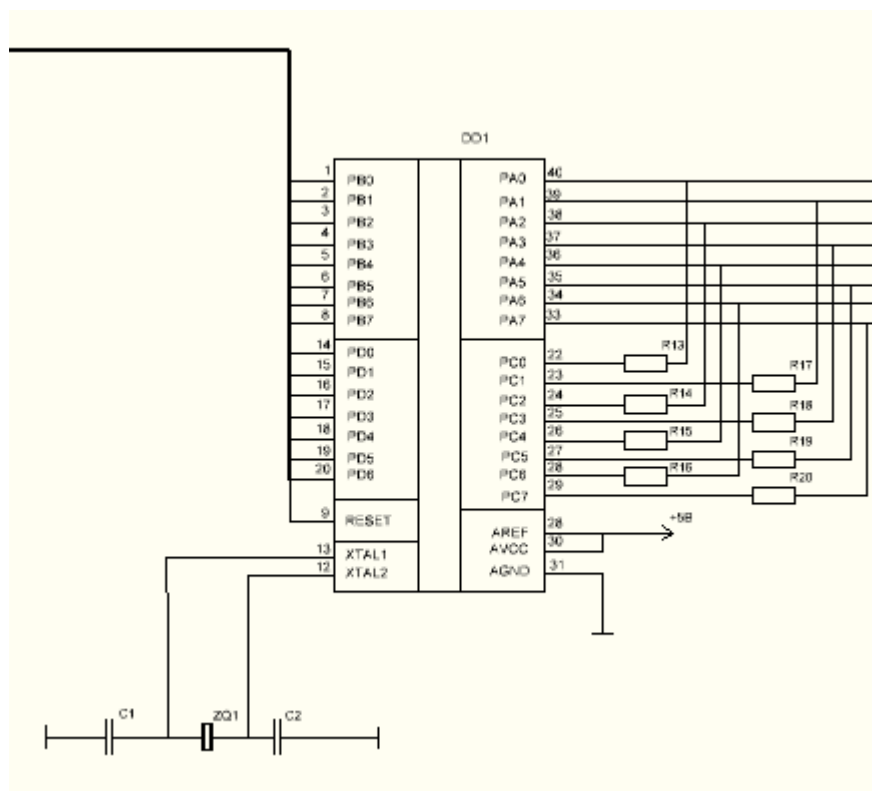


Рисунок 3.2 – Схема основного каскада

Кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C1 и C2 задают тактовую частоту работы процессора. Тактовая частота служит для корректной работы процессора, а именно для правильного подсчета времени таймеров.

Набор резисторов R13..R20 служит для понижения напряжения при формировании тестовых сигналов на порте С при каждом тестировании сетевого кабеля. А именно, при включении сетевого тестера проводится не только проверка заряженности батареи, но и проверка состояния подключения посторонних, активных устройств. Порт С выполняет тестовое сканирование. При включении заранее переводим линии порта в Hi-Z состояние и измеряем напряжение на всех линиях. Измеренные показания должны быть близки к нулевому значению. Если показания больше, значит к порту подключена не ответная часть сетевого тестера, а какое-то другое активное оборудование.

Если было обнаружено активное оборудование, работать дальше с ним нет смысла, потому что к порту должна быть подключена только ответная

часть сетевого тестера, а ничто другое. Поэтому на экран сетевого тестера необходимо вывести соответствующее сообщение.

3.3 Цифровой дисплей

Рассмотрим цифровой дисплей, который подключается к контроллеру DD1 по шине данных. Внешний вид цифрового дисплея показан на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Внешний вид цифрового дисплея

Часть схемы электрической изображена на рисунке 3.4. Цифровой дисплей поставляется и продается на рынке, как отдельный элемент, который полностью готов к эксплуатации и может использоваться в любом устройстве

Покупной цифровой дисплей облегчит проектирование сетевого тестера, т.к. это готовое изделие и разрабатывать его нет необходимости. Его следует только подключить с помощью шины передачи данных к микроконтроллеру DD1. Это будет являться последними действиями для завершения настройки дисплея. Схема подключения приведена на рис. 3.4.

Дисплей HD44780 имеет следующие технические параметры:

- количество строк – 4;

- количество символов в строке – 20;
- поддержка русских символов – да;
- поддержка иностранных символов – да;
- частота внутреннего процессора – 2МГц;
- объем внутренней RAM памяти – 80 символов;
- объем внутренней ROM памяти – 240 символов;
- напряжения питания – 2,7..5,5В;
- ток потребления – менее 5 мА.

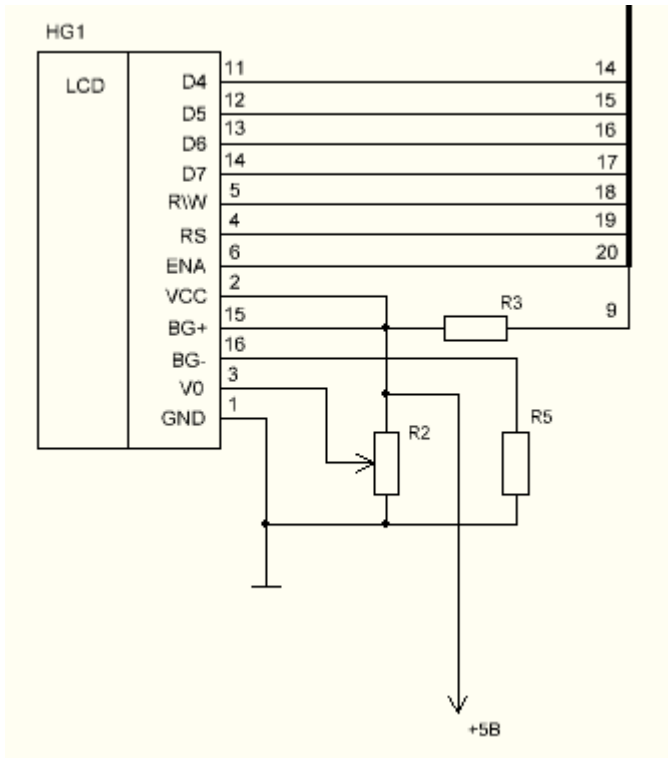


Рисунок 3.4 – Схема подключения цифрового дисплея

Следует обратить внимание на достаточно широкий диапазон возможного изменения напряжения питания. Такими свойствами обладает практически вся выпускаемая промышленностью элементная база, выполненная по КМДП технологии.

Цифровой дисплей HG1 типа HD44780 подключен шиной прямо к процессору. Переменный резистор R2, который подключен к выводам дисплея, служит для подстройки яркости подсветки символов на экране

Тактовые кнопки SA1... SA4 типа SWT-2-7 – являются клавиатурой, с помощью которой будет выполняться управление устройством и его функциями. Клавиатура с помощью шины подключается через разъем непосредственно к самому микроконтроллеру, в котором происходит управление программой с помощью клавиатуры. Программный код реагирует на нажатие тактовых кнопок, и, следуя нажатой кнопки, выполняется то или иное действие.

На клавиатуру подается плюс и минус от источника питания, это сделано потому, чтобы кнопки отвечали логическому нулю или логической единице. Те кнопки, которые подключены к плюсу 5В будут отправлять на ножки контроллера логическую единицу. Те ножки, которые подключены к общему проводу будут соответствовать логическому нулю.

3.5 Выходной каскад схемы

Рассмотрим выходной каскад схемы, который подключается к микроконтроллеру DD1 через порт А. Выходной каскад служит для подключения сетевого кабеля к устройству, тестирования сетевого кабеля. Одновременно он служит для защиты всей схемы тестера от подключенных некоторых «нештатных» активных устройств к сетевому тестеру. Выходной каскад очень прост по схематическому построению ; его схема приведена на рисунке 3.6.

Узел выходного каскада выполняет не только функцию моста от кабеля к микроконтроллеру, но и защитную функцию. Схема тестера защищена с помощью стабилитронов VD2... VD9, которые могут выдержать до 80 В напряжения от «нештатных» активных устройств. От 220В узел не защитит, а вот от попадания напряжения вызова телефонной линии, которое может попасть в цепь устройства, защитить сможет. Сопротивления резисторов R21... R28 номиналом 1Мом, служат для разряда линии кабеля перед

измерением на этих же линиях напряжения U . Резисторы R21- R28 - используются типа SMD в корпусах для поверхностного монтажа 1206.

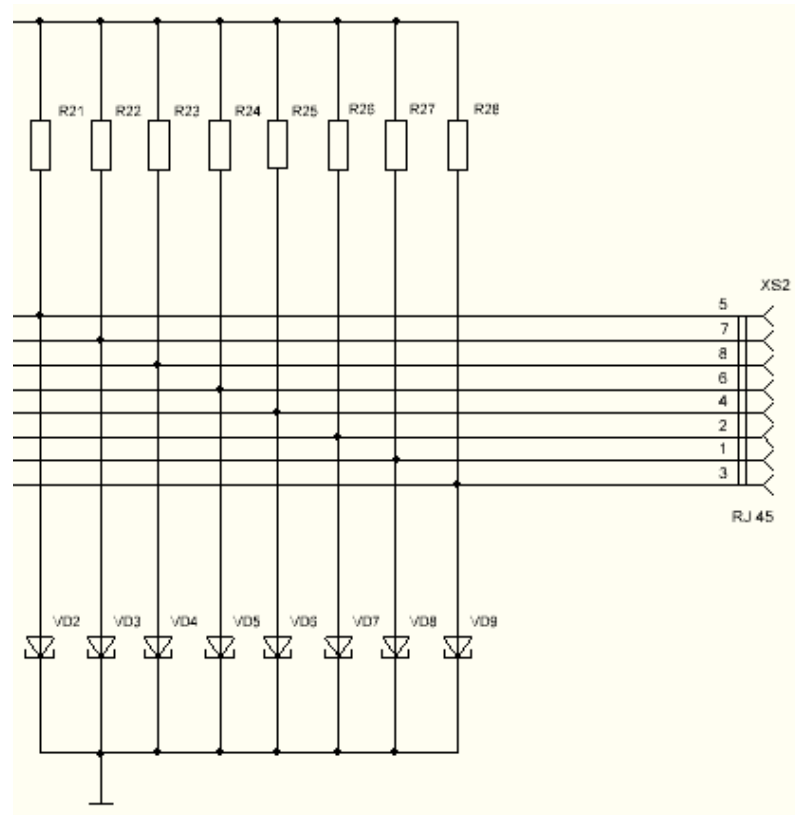


Рисунок 3.6 – Схема электрическая принципиальная выходного каскада

3.6 Особенности работы тестера в различных режимах

С помощью проектируемого сетевого тестера необходимо не только находить оборванные линии, линии с короткими замыканиями и расстояние до обрыва, но и необходимо различать кабели по типу кроссировки. Схемотехнически отличить кабель один от другого по типу кроссировки достаточно сложно, и требуется выполнять некоторые расчеты, которые будут продемонстрированы ниже.

3.6.1 Определение неисправностей схемы кроссировки

После того, как программно определены неисправные линии, перебитые и закороченные провода, необходимо приступить к измерению сопротивлений оставшихся линий. Количество линий N определим следующим условием $-0 \leq N \leq 8$ (соответствует подключению Интернета).

Введем обозначения:

R_{xy} – сопротивление между линиями x и y ;

R_x – номинал сопротивления, подключенного к линии x ;

R_y – номинал сопротивления, подключенного к линии y .

Пусть R_x и R_y – сопротивления двух симметричных линий в сетевом кабеле, их сопротивление будет равно $R_{xy} = R_x + R_y$. Замеряя сопротивления между линиями, получаем систему линейных уравнений. Сравнив полученные значения сопротивлений $R_1 \dots R_N$ с эталонными, которые записаны в программе, выясним схему кроссировки.

Сопротивление вычислить несложно. Подадим на линию X высокий уровень, на линию Y – низкий, а прочие линии порта C оставим в состоянии Hi-Z. В цепи падение напряжения на известном сопротивлении, образованном параллельным включением $R_{1,Y}$ и $R_{2,Y}$ по схеме составляет U_1 , а на неизвестном R_{xy} падает $(U_2 - U_1)$. Значит, $R_{xy} = (R_1 \parallel R_2) * (U_2 - U_1) / U_1$, см. рис. 3.7.

Если $N < 3$ – решение невозможно. Нужно произвести всего одно измерение сопротивления между ними, в то время, как имеем 2 неизвестных сопротивления, подключенные к каждому из них. Система, в которой количество уравнений меньше числа неизвестных, имеет бесконечное множество решений. Поэтому на дисплее линии с бесконечным множеством решений будут обозначены знаком вопроса – они вроде бы исправны, но выяснить схему кроссировки возможным не представляется.

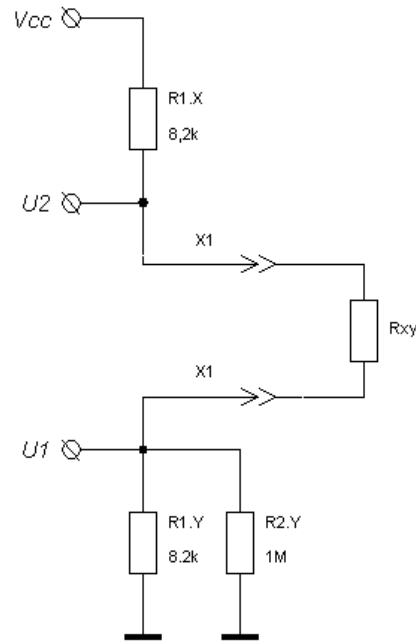


Рисунок 3.7 – Принцип измерения сопротивления

При $N = 3$ у нас есть лишь один возможный вариант. Измерив все доступные сопротивления R_{12} , R_{13} , R_{23} , мы получим систему уравнений:

$$R_1 + R_2 = R_{12}$$

$$R_1 + R_3 = R_{13}$$

$$R_2 + R_3 = R_{23}$$

Легко показать, что:

$$R_1 = 1/2 * (R_{12} + R_{13} - R_{23})$$

$$R_2 = R_{12} - R_1$$

$$R_3 = R_{13} - R_1$$

При больших значениях N мы можем составлять систему уравнений множеством способов, проводя замеры различных сопротивлений R_{xy} . На первый взгляд, разницы, как выбирать, какие сопротивления измерять, нет. Но нужно быть внимательным к мелочам. Например, $N = 8$, то в первой реализации алгоритма получатся измерения:

$$R_1 + R_2 = R_{12}$$

$$R_1 + R_3 = R_{13}$$

$$R_1 + R_8 = R_{18}$$

$$R_2 + R_3 = R_{23}$$

Сложив два первых уравнения и вычтя последнее, получим то же самое $2R_1 = R_{12} + R_{13} - R_{23}$, а все остальные сопротивления найдем из уравнений, где R_1 уже известно.

Проблема кроется в том, что при некоторых видах кроссировки значение R_1 оказывалось 15 кОм и выше, а погрешность измерения сопротивления с его увеличением возрастает. В итоге, получается так, что малые относительно R_1 сопротивления номиналом 1-2 кОм измерялись с погрешностью в 70-80%. Очевидно, что для обеспечения хорошей точности необходимо составлять систему так, чтобы на месте R_1 оказалась другая неизвестная, минимальная из всех. Для этого придется выполнить все возможные измерения. Фактически, мы получим матрицу 8 на 8, симметричную относительно главной диагонали $R_{xy} = R_{yx}$. Выберем из всех результатов минимальный, пусть это $R_{ij} = R_i + R_j$. В строке i найдем R_{ik} , такое, что $R_{ik} > R_{ij}$, но меньше прочих элементов строки.

Получим:

$$R_i + R_j = R_{ij}$$

$$R_i + R_k = R_{ik}$$

$$R_j + R_k = R_{jk}$$

Решаем и находим среди R_i , R_j , R_k наименьшее. К примеру, наименьшее оказалось R_i . Оставшиеся неизвестные R_x находим из $R_x = R_{ix} - R_i$.

3.6.2 Определение точки обрыва

Напомним, что проектируемое устройство должно указывать расстояние до точки обрыва, если она имеется. Эта функция встроена не во все сетевые тестеры, поэтому проектируемый тестер будет иметь большое преимущество. Расчет кроссировки, который мы сделали выше, был

достаточно прост. А вот указать расстояние до обрыва несколько сложнее, потому что действовать придется, не опираясь на готовые значения.

Очень дорогие сетевые тестеры измеряют расстояние до точки обрыва с помощью TDR технологии. TDR – рефлектометр для кабельных линий, предназначен для выявления дефектов в кабельных линиях локальным методом. Данная технология очень сложная и дорогая, поэтому использовать данную технологию мы не будем, а разработаем сетевой тестер с такими же возможностями другим способом. С помощью измерения емкости сетевого кабеля мы сможем определить расстояние до точки обрыва. Но данное решения не обеспечивает точное определение расстояния до точки обрыва в сантиметрах. Это значит, что измеренное расстояние будет иметь небольшую погрешность, $\pm 10\%$.

Чтобы начать измерять расстояние до точки обрыва при условии, что обрыв существует в тестируемом кабеле, нам нужно перевести все линии порта C, кроме той, которая подключена к той жиле, где есть обрыв, в состояние Hi-Z. Напомним что Hi-Z состояние - это такое состояние контакта логической схемы, при котором сопротивление между этим контактом и остальной схемой очень велико (стремится к бесконечности). Физически реализуется закрытым транзистором, работающим в ключевом режиме. А вывод, переведённый в Z-состояние, ведёт себя как не подключенный к схеме. Внешние устройства, подключенные к этому выводу, могут изменять напряжение на нём по своему усмотрению, не влияя на работу схемы. И наоборот – схема не мешает внешним устройствам менять напряжение на контакте. Далее подаем на жилу, которая оборвана +5В, заряжая ее. Измерим напряжение на ней, это будет наше начальное U_0 . Переводим все линии в Hi-Z. Начинается разряд кабеля через резисторы $R_{21} \dots R_{28}$ с сопротивлением в 1 МОм. Выждав 1 мс, измеряем напряжение на этой же линии U .

$$U = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}, \quad (3.1)$$

Отсюда получаем

$$C = -\frac{t}{R \ln \frac{U}{U_0}}, \quad (3.2)$$

Также нельзя забывать, что цепи на плате, разъем и т.д. тоже имеют свою емкость, так что устройство нужно откалибровать на паре отрезков кабеля различной длины. При нулевой длине емкость контактов, разъемов и прочего равняется 1710 пФ, и емкость кабеля – 35 пФ/м. Практика использования показала, что погрешность измерений равна примерно 10%. На практике поиск обрыва в уже проложенном кабеле даже с погрешностью в 10% очень прост. Проектируемый тестер указывает расстояние до обрыва с погрешностью, далее смотрим, где кабель перегибался при прокладке кабеля, где происходили ремонты стен, дверей и прочее. Именно в таких местах и создаются обрывы сетевых кабелей.

3.7 Ответная часть

Проектируемый сетевой тестер состоит из двух частей. Одна часть активная, где происходит управления устройством и тестирование сетевого кабеля. А вторая часть – ответная часть, которая способствует активной части в тестировании кабеля, она же пассивная часть. Ответная часть не имеет батарей, не имеет клавиатуры и дисплея. Она имеет в своём составе только набор резисторов и разъем для подключения сетевого кабеля. Сетевой тестер, который делится на приемную и ответную часть, как в нашем случае, позволяет тестировать сетевые кабели уже проложенные в стенах жилых объектов. Схема ответной часть изображена на рисунке 3.8.

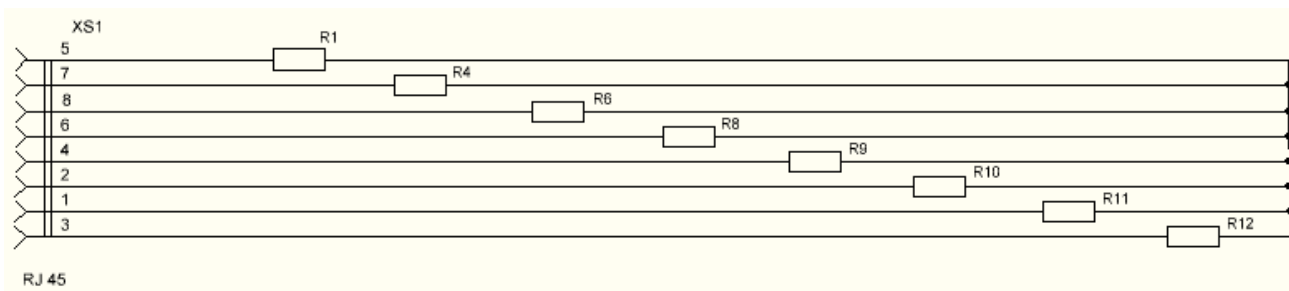


Рисунок 3.8 – Принципиальная схема ответной части

Отметим, что ответная часть очень простая, занимает мало места и устойчивость к отказам очень высока. Резисторы R1, R4, R5, R6, R8... R12 имеют разный номинал и способствуют определению кроссировки, обрывов, коротких замыканий. Наличие только одних резисторов обеспечивает ответной части пассивность.

3.8 Программное обеспечение

3.8.1 Разработка алгоритма работы программы

Проектируемый сетевой тестер построен на микроконтроллере DD1, а для расширения возможностей функционала были добавлены клавиатура, дисплей. Всем известно, что микроконтроллеры любой фирмы, без программы не работают. Соответственно, кроме проектирования и разработки электрической схемы нужно разработать программу, которую следует «зашить» в память контроллера. И только с программной прошивкой разрабатываемый сетевой тестер сможет выполнять все назначенные ему функции.

Программная прошивка должна в себе содержать драйверы работы с дисплеем и клавиатурой. Должна содержать также библиотеки не только для блоков схемы тестера, но и для выполнения внутренних функций программы. Например, такие, как таймеры, булевы значения, математические действия, поддержка АЦП и другое. Кроме этого, в программном коде должна

содержаться инициализация всех частей кода и схемных блоков, таких как дисплей. Это значит, чтобы на дисплей выводились символы нужно не только его подключить к определенным ножкам процессора, но и запустить функции управления дисплея, инициализировать, запустить сам дисплей в работу и в состояние принятия данных с микроконтроллера.

Инициализировать также следует не только дисплей, но и сам контроллер, его АЦП, порты, которые будем задействовать в работе устройства. Поэтому объём текста прошивки будет большим и написание прошивки займет много времени. Также не следует забывать, что в прошивке следует делать вычисления по формулам, часть из которых, как пример, были уже приведены ранее.

Алгоритм работы программы сетевого тестера, которая, в свою очередь, прошивается в микроконтроллер тестера, приведен на рисунке 3.9.

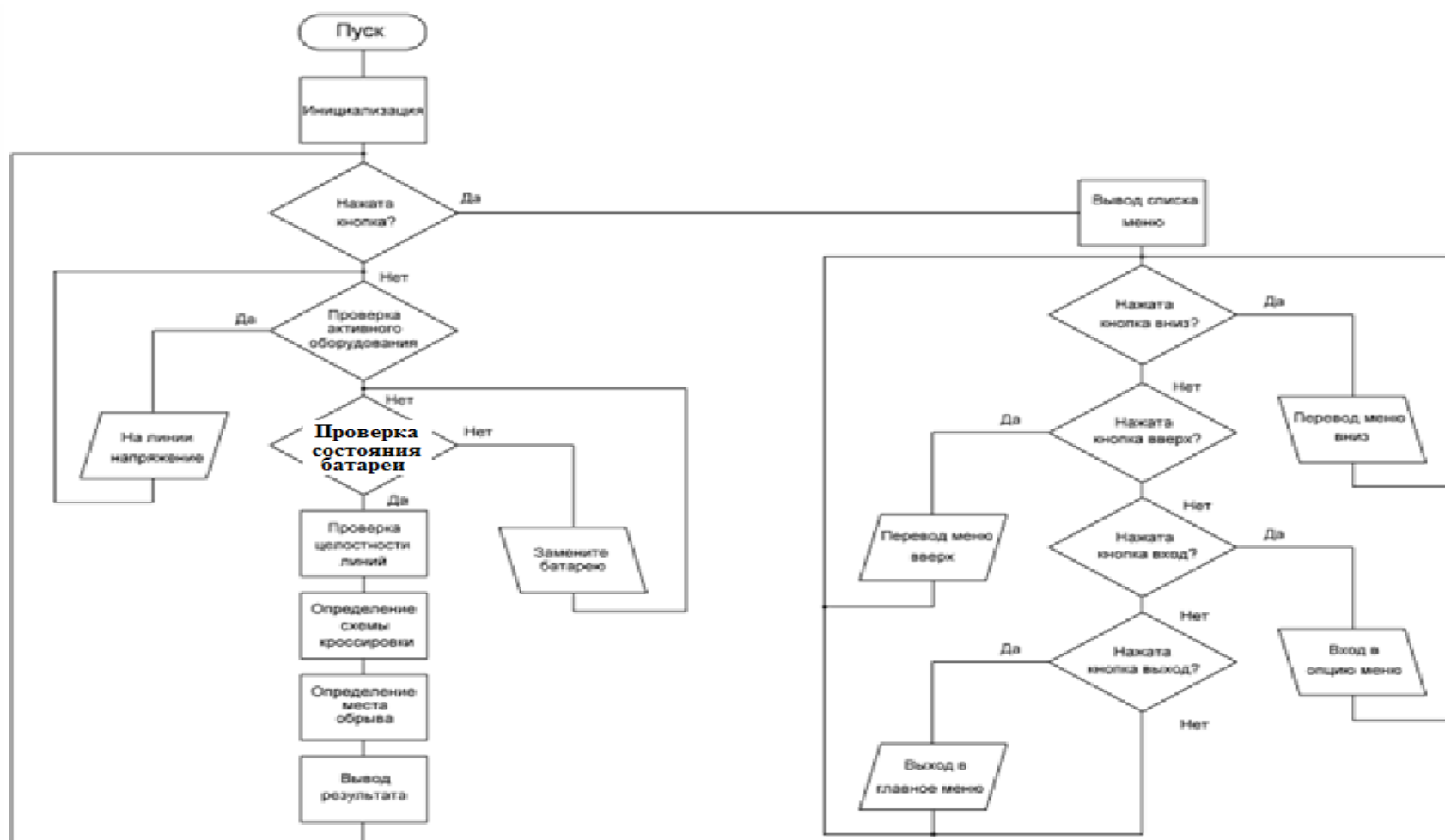


Рисунок 3.9 – Алгоритм работы программы

3.8.2 Разработка программы

Главный текст программы, в котором реализованы все функции программы имеет имя:

```
int main() // Основное тело программы

{

    uchar StopStartPage = 0; // создаем беззнаковый тип для переменной
    StopStartPage равно 0

    uchar numPage;          // создаем переменную беззнаковый тип

    uchar Step = 0;         // создаем переменную беззнаковый тип

    const uchar PinOut [8] = {6, 5, 7, 4, 0, 3, 1, 2}; // задаем переменной
    массив ПИНОВ

    const float R [3][8] = {{15, 8.2, 51, 3.0, 5.1, 2.0, 22, 1.0},
                             {13, 7.5, 40, 2.5, 4.0, 1.5, 18, 0.7},
                             {18, 9.5, 60, 3.8, 6.5, 2.5, 27, 1.5}}; // задаем массив переменных

    float Umax, Umin; // создаем две переменных

    int L = 0;

    uchar Line [8];

    uchar GoodLine [8];

    uchar BrokenIndex;

    uchar LineCount = 0;

    uchar i;

    Initialize (); // инициализация МК, дисплея

    while (1) // бесконечный цикл
    {
        if (StopStartPage == 0)
        {
```

```

numPage = 1;
switch (Step)
{
case 0:
if (CheckLineVoltage (&Umin, &Umax)) Step = 1;
break;
case 1:      // try to found unbroken line, check for shortage
LineCount = StageOneCheck (Line, PinOut, GoodLine, &BrokenIndex);
if (LineCount < 3)
{
for (i = 0; i < 8; i++) // цикл перебора линий кабеля
{
if (Line [i] == 0) Line [i] = LINE_UNKNOWN;
}
Step = 3; //указание, что нужно перейти на 3ю ступень сканирования
}
else
{
Step = 2; //указание, что нужно перейти на 2ю ступень сканирования
}
break;
case 2:      // resistance measure, lines order check
StageTwoCheck (Line, PinOut, GoodLine, LineCount, R, Umin);
if (BrokenIndex == LINE_UNUSED) Step = 4; else Step = 3;
break;
case 3:      // capacitance measure, if there are broken lines
L = StageThreeCheck (BrokenIndex, PinOut);
Step = 4;
break;
case 4:      // display refresh

```

```

RefreshDisplay (Line, L, (BrokenIndex != LINE_UNUSED));
default:
Step = 0,
}
}
// Условие перехода меню вверх
if ((!bit_is_set(PINB,0)) && (numPage == 1))
{
StopStartPage = 1;
numPage = 1;
_delay_ms (5);
lcdClear ();
lcdGotoXY(0, 0);
lcdPutsFromRAM("----- МЕНЮ -----");
lcdGotoXY(1, 0);
lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер    << ");
lcdGotoXY(2, 4);
lcdPutsFromRAM("DSL тестер        ");
lcdGotoXY(3, 4);
lcdPutsFromRAM("ИНФОРМАЦИЯ        ");
_delay_ms(500);
}
// Условие перехода меню вниз
if ((!bit_is_set(PINB,4)) && (numPage == 1))
{
StopStartPage = 1;
numPage = 2;
_delay_ms (5);lcdClear ();
lcdGotoXY(0, 0);
lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер        ");

```

```

lcdGotoXY(1, 0);
lcdPutsFromRAM("DSL тестер    << ");
lcdGotoXY(2, 4);
lcdPutsFromRAM("ИНФОРМАЦИЯ    ");
lcdGotoXY(3, 4);
lcdPutsFromRAM("-----");
_delay_ms(500);
}

// Условие перехода меню со 2 на 3 строку
if ((!bit_is_set(PINB,4)) && (numPage == 2))
{
    StopStartPage = 1;
    numPage = 3;
    _delay_ms (5);
    lcdClear ();
    lcdGotoXY(0, 0);
    lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер    ");
    lcdGotoXY(1, 0);
    lcdPutsFromRAM("DSL тестер    ");
    lcdGotoXY(2, 4);
    lcdPutsFromRAM("ИНФОРМАЦИЯ    << ");
    lcdGotoXY(3, 4);
    lcdPutsFromRAM("-----");
    _delay_ms(500);
}

/// Условие подъема меню со 3 на 2 строку
if ((!bit_is_set(PINB,0)) && (numPage == 3))
{
    StopStartPage = 1;
    numPage = 2;

```

```

_delay_ms (5);
lcdClear ();
lcdGotoXY(0, 0);
lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер      ");
lcdGotoXY(1, 0);
lcdPutsFromRAM("DSL тестер    << ");
lcdGotoXY(2, 4);
lcdPutsFromRAM("ИНФОРМАЦИЯ      ");
lcdGotoXY(3, 4);
lcdPutsFromRAM("-----");
_delay_ms(500);
}

// Условие подъема меню со 2 на 1 строку
if ((!bit_is_set(PINB,0)) && (numPage == 2))
{
  StopStartPage = 1;
  numPage = 1;
  _delay_ms (5);
  lcdClear ();
  lcdGotoXY(0, 0);
  lcdPutsFromRAM("----- МЕНЮ -----");
  lcdGotoXY(1, 0);
  lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер    << ");
  lcdGotoXY(2, 4);
  lcdPutsFromRAM("DSL тестер      ");
  lcdGotoXY(3, 4);
  lcdPutsFromRAM("ИНФОРМАЦИЯ      ");
  _delay_ms(500);
}

//Вход по первой строке меню

```

```

if ((bit_is_set(PINB,3)) && (numPage == 1))
{
  StopStartPage = 0;
}
//Вход по 2й строке меню
if ((bit_is_set(PINB,3)) && (numPage == 2))
{
  StopStartPage = 1;
  _delay_ms (5);
  lcdClear ();
  lcdGotoXY(0, 0);
  lcdPutsFromRAM("---- DSL тестер ----");
  lcdGotoXY(1, 0);
  lcdPutsFromRAM("Есть возможность до-");
  lcdGotoXY(2, 4);
  lcdPutsFromRAM("разработка тестера, ");
  lcdGotoXY(3, 4);
  lcdPutsFromRAM("расширение функций. ");
  _delay_ms(500);
}
//Вход по 3й строке меню
if ((bit_is_set(PINB,3)) && (numPage == 3))
{
  StopStartPage = 1;
  _delay_ms (5);
  lcdClear ();
  lcdGotoXY(0, 0);
  lcdPutsFromRAM("---- ИНФОРМАЦИЯ ----");
  lcdGotoXY(1, 0);
  lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер ");

```

```

lcdGotoXY(2, 4);
lcdPutsFromRAM("вер. прошивки 2.2.16");
lcdGotoXY(3, 4);
lcdPutsFromRAM("автор: Кузин");
_delay_ms(500);
}
// Условие выхода на главное меню
if (bit_is_set(PINB,1))
{
  StopStartPage = 1;
  numPage = 1;
  _delay_ms (5);
  lcdClear ();
  lcdGotoXY(0, 0);
  lcdPutsFromRAM("----- МЕНЮ -----");
  lcdGotoXY(1, 0);
  lcdPutsFromRAM("Сетевой тестер    << ");
  lcdGotoXY(2, 4);
  lcdPutsFromRAM("DSL тестер      ");
  lcdGotoXY(3, 4);
  lcdPutsFromRAM("ИНФОРМАЦИЯ      ");
  _delay_ms(500);
}
}
}

```

Остальной текст программы приведен в приложении А.

Перечень элементов схемы электрической принципиальной приведен в приложении Б.

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

4.1 Планирование разработки сетевого тестера

Локальные сети и их повсеместное использование появились еще до того времени, когда компьютер появился в каждом доме жителя Украины. С этих времен локальные сети распространились от центральных городов Украины к ее окраинам. С этого началось развитие и быстрое распространение быстрого Интернета.

В нынешнее время локальные сети разнотипного характера имеются в каждом районе, микрорайоне любого города Украины. Кроме этого, локальные сети охватили не только города, но и ПГТ и различные поселки, которые имели возможность финансово обеспечить себе создание локальной сети Интернета.

При использовании локальных сетей на уровне городов и поселков, начали появляться местные интернет провайдеры, которые проводили к клиентам интернет сеть, и конечно же, отвечали за качество связи интернета.

До появления локальных сетей была только телефонная или мобильная связь с интернетом, что действительно ограничивало конечного пользователя в скорости и качестве интернет соединения. Но уже сегодня интернет сети получили самое широкое распространение и внедрение в повседневную общественную жизнь. Каждый житель большинства населенных пунктов имеет выход в интернет посредством локальной сети, что ему обеспечивает скорость общения до 1 Гбит информации в секунду.

В нынешнее время каждый район города принадлежит определенному провайдеру интернет сети. И каждый провайдер пытается не впускать остальных провайдеров в свою зону для того чтобы не понизить себе ежемесячных доход. Поэтому с этой стороны создается большая конкуренция за клиента. Исходя из этого, многие интернет провайдеры создают качественную локальную сеть, которая позволяет всегда и в любое

время заходить клиенту в интернет на большой скорости и за низкую стоимость.

Именно качество связи с интернетом и скоростью соединения решается вопрос – стоит ли переходить на другого интернет провайдера.

В 2018 году, когда сети расширились, а интернет стал доступным для каждого человека цены на подключение интернета и ежемесячную оплату интернета упали. На нынешнее время цены на интернет примерно такие: 40Мб\сек – 75грн, 80Мб\сек – 100грн, 100Мб\сек – 140 грн\мес.

С учетом того, что сети расширились, то и поддержка интернет сети технически стала сложнее и требует не только физических сил, но и финансовых, технических.

Довольно таки часто некоторые участки локальной сети могут не работать по некоторым проблемам. Например, оборвался провод или перегнулись жилы провода под влиянием бури. Заметные обрывы, такие как оборванные провода сразу можно вычислить и заменить или отремонтировать. А вот скрытые обрывы жил сетевого провода человеческим глазом не увидеть, т.к. провода находятся под оплеткой кабеля. Для этого нужно тестировать участки локальной сети, сетевого кабеля, которые уже проложенные в стенах зданий, на крышах зданий и т.д.

Для того чтобы быстро устранять поломки сетевого кабеля нам нужен специальный сетевой тестер, который позволил бы нам протестировать сетевой кабель на ряд определенных недостатков. И уже исходя из них, техническая служба должна принимать решения по ремонту кабеля.

Сейчас на рынке современные и многофункциональные сетевые тестеры стоят от 455 американских долларов. Но стоит упомянуть, что не все сетевые тестеры действительно подходят для локальных сетей. Т.к. они имеют ряд преимуществ, которые не нужны для устранения неполадок в локальной сети. Наш дипломный проект разрабатывает сетевой тестер, который будет таким же многофункциональным, но на несколько порядков дешевле. Что должно повлиять не только на стоимость продукта, но и на его

популярность среди технических служб.

Многие технические службы интернет провайдеров не могут себе позволить приобрести многофункциональный сетевой тестер для тестирования сетевых кабелей по причине высокой стоимости. Поэтому наша разработка имеет высокую значимость и недостаточность практической разработанности проблемы определяют несомненную новизну данного исследования, а, следовательно, и повышают степень его значимости новых технологий в ремонтной сфере.

С точки зрения маркетинга разработка любого устройства должна быть обоснована с точки зрения экономической целесообразности, т.е. быть конкурентоспособной на рынке и рентабельной для производства. Поэтому в данной экономической части дается оценка экономического эффекта и сроков окупаемости, а так же оценивается оптимальный процесс разработки сетевого LAN тестера. Конкурентоспособность оценивается по параметрам, в частности уделяется внимание оценке затрат, т.е. потенциальной стоимости изделия.

Планирование разработки сетевого LAN тестера наглядно иллюстрируется с помощью метода сетевого планирования и управления (СПУ).

Система СПУ включает в себя:

- составление перечня этапов и определение продолжительности выполнения работ;
- построение сетевого графика;
- расчет основных параметров сетевого графика.

Весь комплекс разработки проекта подразделяется на этапы. По каждому из этапов рассчитывается трудоемкость, исполнители и продолжительность работ.

Для определения трудоемкости используется вероятностная оценка времени выполнения работ.

Ожидаемое время выполнения этапа определяется по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\min}$ – минимально необходимое время на выполнение этапа работ при наиболее благоприятных условиях, дней;

$t_{\max}$ – максимальные затраты времени на выполнение работы по данному этапу при неблагоприятных условиях, дней.

Степень правильности определения $t_{ож}$ проверяется расчетом дисперсии (разброса между минимальной и максимальной оценками времени). Дисперсия определяется по формуле:

$$\sigma^2(t) = \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{5} \right)^2 \quad (4.2)$$

Если дисперсия меньше или равна 1, то временные оценки работ считаются выбранными корректно, что говорит о малой степени неопределенности в значениях максимальной и минимальной продолжительности работ.

Результаты расчета приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Продолжительность этапов работ

Этапы проектирования	Временные оценки			Дисперсия	Исполнители		Продолж., дней
	$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_{ож}$		Специалист	Кол-во	
1	2	3	4	5	6	7	8
Получение ТЗ	2	3	3	0,04	консультант инженер	1 1	3
Обзор литературных источников	2	3	3	0,04	инженер	1	3
Моделирование угроз	5	7	6	0,16	инженер	1	6
Методы технической защиты	4	6	5	0,16	инженер	1	5
Описание средств охранного телевидения	6	9	8	0,36	инженер	1	8
Обоснование актуальности	12	16	14	0,64	инженер	1	14

Описание объекта	4	8	6	0,64	инженер	1	6
------------------	---	---	---	------	---------	---	---

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Анализ атак и методов противодействия	5	6	6	0,04	инженер	1	6
Технико-экономическое обоснование	6	8	7	0,16	экономист	1	7
Разработка мер по охране труда	5	7	6	0,16	инженер	1	6
Оформление графической части	6	9	8	0,36	инженер	1	8
Оформление отчета	5	8	7	0,36	консультант инженер	1 1	7
Итого	62	90	79			3	79

4.2 Построение сетевого графика

Сетевой график представляет собой информационно - динамическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечной цели проектирования. При построении сетевого графика используются два графических элемента: работы и события.

Таблица 4.2 – Перечень работ сетевого графика

№	Код работы	Наименование работы	Продолж., дней
1	2	3	4
1	0 – 1	Получение технического задания	3
2	1 – 2	Обзор литературных источников	3
3	2 – 3	Моделирование угроз	6
4	3 – 4	Методы технической защиты рубежей	5
5	4 – 5	Описание средств охранного телевидения	8
6	5 – 6	Обоснование актуальности	14
7	6 – 7	Описание объекта защиты	6
8	7 – 8	Анализ атак и методов противодействия	6
9	7 – 9	Технико-экономическое обоснование	7
10	8 – 10	Разработка мер по охране труда	6
11	10 – 11	Оформление графической части	8
12	11 – 12	Оформление отчета	7
Итого			72

Работа – это процесс, требующий затрат времени, наличия исполнителей и материальных ресурсов. Событиями называются результаты проведенных работ, на графике события показываются кружками с номером. Сетевой график строится по данным таблиц 4.1, 4.2 и представлен на рисунке 4.1.

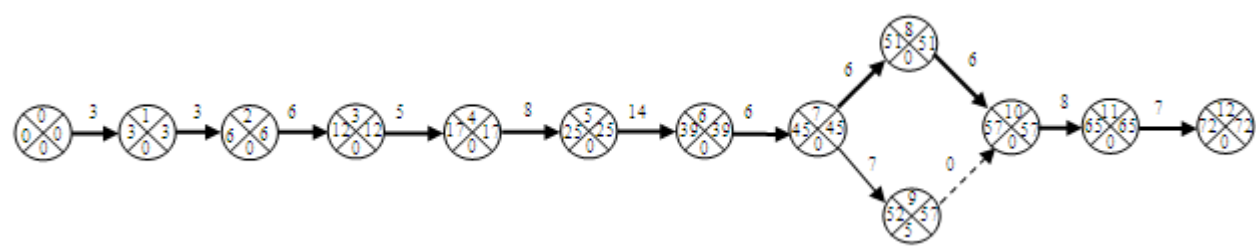


Рисунок 4.1 – Сетевой график разработки

4.3 Расчет параметров сетевого графика

Параметры работ и путей приведены в таблицах 4.3, 4.4 соответственно.

Таблица 4.3 – Параметры работ сетевого графика

Код работы	t _{ij}	Т _{рн}	Т _{пн}	Т _{ро}	Т _{по}	Р _п	Р _{св}
0 – 1	3	0	3	0	3	0	0
1 – 2	3	3	6	3	6	0	0
2 – 3	6	6	12	6	12	0	0
3 – 4	5	12	17	12	17	0	0
4 – 5	8	17	25	17	25	0	0
5 – 6	14	25	39	25	39	0	0
6 – 7	6	39	45	39	45	0	0
7 – 8	6	45	51	45	51	0	0
7 – 9	7	45	52	50	57	5	0
8 – 10	6	51	57	57	57	0	0
9 – 10	0	52	52	57	57	5	5

10 – 11	8	57	55	65	65	0	0
11 – 12	7	65	72	72	72	0	0

Таблица 4.4 – Параметры путей сетевого графика

№	№ событий	Продолжительность работ	Li	Резерв ti	Кни
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-10-11-12	3-3-6-5-8-14-6-6-6-8-7	72	0	1
2	0-1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12	3-3-6-5-8-14-6-7-0-8-7	67	5	0,26

В таблицах использованы следующие обозначения:

t_{ij} – время выполнения работы;

Тр.н. ij – ранний срок начала работы;

Тп.н. ij – поздний срок начала работы;

Тр.о. ij – ранний срок окончания работы;

Тп.о. ij – поздний срок окончания работы;

Рп. ij – полный резерв времени работы;

Рс. ij – свободный резерв времени работы;

L_i – длина i -го пути;

Δt_i – резерв времени i -го пути;

$L'_{кр}$ – общая часть i -го и критического пути;

$K_{н. i}$ – коэффициент напряженности i -го пути.

Коэффициент напряженности i -го пути определяется по формуле:

$$K_{н. i} = \frac{L_i - L'_{кр}}{L_{кр} - L'_{кр}} \quad (4.3)$$

где $L_{кр}$ – длина критического пути.

Таким образом, построен график событий, сетевой график, таблица списка работ, найден критический путь. Им является путь 0-1-2-3-4-5-6-7-8-10-11-12 имеющий длину 72 дня. При последовательном выполнении этих же работ продолжительность составила бы 79 дня. Отсюда видно, что имеет

смысл выполнять работы по сетевому графику, т.к. наблюдается сокращение срока выполнения на 5 дней.

4.4 Определение затрат на разработку и проектирование

4.4.1 Расчет основной и дополнительной заработной платы

Затраты по этой статье состоят из планового фонда зарплаты всех категорий работников, занятых разработкой проекта.

Расчет зарплаты ведется на основании данных табл. 4.1 и табл. 4.2.

Расчет приводится в табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Расчет основной заработной платы

Должность исполнителя	Количество, чел.	Месячный оклад, грн.	Средне-дневная зарплата, грн.	Кол-во дней работы	Сумма зарплаты, грн.
Консультант	1	5000	227.28	10	2272.80
Инженер	1	8000	363,64	72	26182,08
Экономист	1	7000	318,18	7	2227,26
Итого	3				30682,14

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы – 3068.21 грн.

В сумме они составляют – 33750,35 грн.

4.4.2 Отчисления на единый социальный взнос

Эти отчисления определяются в процентном отношении к сумме основной и дополнительной зарплаты в соответствии с установленным нормативом 22% и составляют:

$$\text{ОТЧ} = 33750,35 \cdot 0,22 = 7425,08 \text{ грн}$$

4.4.3 Определение затрат на материалы и комплектующие

В эту статью включается стоимость основных и вспомогательных материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий, необходимых для разработки проекта. Расчет приводится в табл. 4.6.

Транспортно-заготовительные расходы принимаются равными 5% от стоимости материалов.

Таблица 4.6 – Затраты на материалы

Наименование материала, ед. изм.	Кол-во	Цена ед. изм., грн.	Общая стоимость, грн.
Бумага для принтера, уп.	1	45	45
Flash-диск на 4Gb, шт.	1	120	120
Программатор	1	355	355
Картридж	1	750	750
Итого			1270
Транспортно-заготовительные расходы 5%			63,5
Всего			1333,5

4.4.4 Затраты на специальное оборудование

В эту статью включены расходы на приобретение, транспортировку, монтаж и отладку оборудования.

Также сюда входят затраты на оплату времени работы оборудования, которые определяются по формуле:

$$C_{mo} = P_{\varepsilon} \cdot t_m, \quad (4.4)$$

где C_{mo} – затраты на оплату времени работы оборудования, грн.,

$P_э$ – эксплуатационные расходы на один час рабочего времени оборудования, грн./час,

t_m – время, требующееся для проектирования, час.

Оборудование требуется для выполнения работ продолжительностью 69 дней. Умножив на длительность рабочего дня (8ч.) получим время работы компьютера $69 \cdot 8 = 552$ ч. Принтер в общей сложности был задействован 10 часов. Паяльная станция работает 100 часов. Эксплуатационные расходы на один час рабочего времени оборудования определяются по смете расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (таблица 4.8) и годовому эффективному фонду времени ($\Phi_{эф} = 1800$ ч. при односменной работе).

Амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \Phi_б \times H_a \times \Phi_{раб} : (\Phi_{эф} \times 100) \quad (4.5)$$

где $\Phi_б$ – балансовая стоимость техники, грн;

$\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени работы техники, часов;

$\Phi_{раб}$ – фонд работы техники по данной теме, часов;

H_a – норма амортизационных отчислений на полное восстановление вычислительной техники, % ($H_a = 25\%$).

Подставив в формулу значения балансовой стоимости используемого компьютера ПК ROMA BETA 522.0052 / CPU INTEL PentiumDualCore E5700 / RAM DDR3 2 Gb / HDD 500 Gb, монитор LG Flatron LCD W2246S (которая определяется как стоимость компьютера 4445 грн. и монитора 1500 грн., плюс 5% транспортные расходы и составляет 6242,25 грн.), многофункциональное устройство XeroxPhaser 3100MFP/S (стоимость – 1770 грн. и 5% транспортные расходы составят 1858,5 грн.), паяльная станция Lukey 852D FAN (стоимость – 2052 грн. и 5% транспортные расходы составят 2154,6 грн) и нормы амортизационных отчислений 25%, получим:

$$A = (6242,25 \times 552 + 1858,5 \times 10 + 2154,6 \times 100) \times 25 : (1800 \times 100) =$$

$$= 511,08 \text{ грн}$$

Затраты на электроэнергию (т-ца 4.7) рассчитываются по формуле:

$$E_{el} = \sum_{i=1}^m H_e \cdot \Phi_{ef} \cdot C_e' \quad (4.6)$$

где H_e – норма затрат энергии на единицу оборудования, которое использует данный вид энергоресурсов за единицу времени;

C_e – стоимость единицы данного вида энергоресурса, грн.;

m – количество единиц оборудования, которое использует данный вид энергии.

Таблица 4.7 – Расчет стоимости энергоресурсов

Оборудование	Вид энергоресурса	Норма затрат, кВт/час.	Фраб, час	Цена, грн.	Стоимость энергоресурсов, грн.
Компьютер	электроэнергия	0,4	552	2,1	463.68
Принтер	электроэнергия	0,5	10	2,1	10.5
Паяльная станция	электроэнергия	0,25	100	2,1	52.5
Итого					526.68

Расходы на текущий ремонт оборудования принимаются равными 5% от балансовой стоимости оборудования и составляют 405,04 грн.

Прочие расходы принимаются равными 5% от суммы всех предыдущих статей расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и составляют 72.14 грн.

Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования представлена в табл. 4.8.

Таблица 4.8 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Статья расходов	Сумма, грн
Амортизация оборудования	511,08

Эксплуатация оборудования	526.68
Текущий ремонт оборудования	405,04
Прочие расходы	72.14
Итого	1514.94

4.4.5 Накладные расходы

К накладным расходам относятся затраты на общее управление и общехозяйственные нужды, содержание и эксплуатацию зданий. Накладные расходы принимаются равными 80% от основной заработной платы производственного персонала:

$$C_{нр} = 30682,14 \cdot 0,8 = 24545,71 \text{ (грн).}$$

Результаты калькуляционных расчётов приведены в таблице 4.9

Таблица 4.9 – Калькуляция сметной стоимости разработки проекта

Статья калькуляции	Сумма, грн	Удельный вес к итогу, %
Основные материалы	1333,50	1,94
Общая заработная плата	33750,35	49,22
Накладные расходы	24545,71	35,80
Отчисления на единый социальный взнос	7425,08	10,83
Расходы на оплату машинного времени	1514.94	2,20
Итого	68569,58	100

4.5 Расчет дополнительных капитальных вложений

В проекте рассматривается решение с использованием материалов и комплектующих, которые представлены в таблице 4.10.

Стоимость оборудования состоит из собственно стоимости и затрат на транспортировку, монтаж и настройку оборудования, что составляет 120% от стоимости оборудования.

$$K_{п}=596,55 \cdot 2,2=1312,41 \text{ грн.}$$

Предпроизводственные затраты составляют 68569,58 грн. Учитывая, что ориентировочная потребность в тестерах принята за 100 штук, удельные капитальные вложения составят

$$K=685,69+1312.41=1998,10 \text{ грн.}$$

Таблица 4.10 – Затраты на материалы и комплектующие

№	Наименование	Кол-во, шт.	Стоимость за ед., грн..	Сумма, грн.
1	Дисплей	1	310	310
2	Подстроечный резистор	1	0,25	0,25
3	Резистор	28	0,2	5,6
4	Конденсатор	3	0,2	0,6
5	Стабилитрон	1	1	1
6	Супроцессоры	8	10	80
7	Стабилизатор	1	5	5
8	Кнопки	4	0,5	2
9	Тумблер	1	2	2
10	Коннекторы	2	4	8
11	Микроконтроллер	1	75	75
12	Батарея «Крона»	1	40	40
13	Разъемы	3	0,7	2,1
14	Припой	1	10	10
15	Текстолит а5	1	15	15
16	Провод ПЛШО 10м	1	10	10
17	Корпус	1	30	30
Итого				596,55

4.6 Определение экономической эффективности

Экономическая эффективность определяется отношением стоимостной оценки результата (экономии), полученной от работы системы, и суммарных затрат на ее создание. Сейчас на рынке современные и многофункциональные сетевые тестеры стоят от 455 американских долларов.

Как видно из расчёта, тестеры могут быть в несколько раз дешевле, а следовательно, разработка и внедрение сетевых тестеров экономически выгодно и обоснованно.

5 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

5.1 Анализ потенциальных опасностей

В данной магистерской работе осуществляется проектирование оптической транспортной сети. В процессе строительства такой сети возможны следующие работы: проектирование сети в вычислительных центрах (работа с ПК, ЭВМ), монтаж и прокладка оптического и электрического кабеля, подвеска кабеля по линиям электропередач, монтаж и эксплуатация оборудования узла связи, заземление проектируемого оборудования, а также его электропитание.

В связи с перечисленными работами возникают следующие потенциальные опасности:

- а) в вычислительных центрах на стадии проектирования сети:
 - повышенный уровень электромагнитных излучений;
 - повышенная или пониженная ионизация воздуха;
 - повышенная яркость света;
 - статические перегрузки костно-мышечного аппарата и динамические локальные перегрузки мышц кистей рук;
 - перенапряжение зрительного анализатора;
 - умственное перенапряжение;
 - эмоциональные перегрузки;
 - монотонность труда;
- б) при монтажных работах на линейных и станционных участках:
 - поражение электрическим током вследствие неисправности приборов;
 - механические травмы из-за падения с высоты, непроизвольного движения катушки с кабелем, а также при транспортировке материалов и оборудования;

- наличие вредных и взрывоопасных газов при прокладке ВОК;
- негативное воздействие атмосферных условий;
- нервно-эмоциональные и физические нагрузки из-за специфики работ;
- негативное воздействие лазерного излучения передающего модуля;
- неправильные действия персонала при пожарах;
- неправильные действия персонала в условиях чрезвычайных ситуаций.

Приведенные вредные и опасные производственные факторы приводят к травмам, ухудшению здоровья и самочувствия, профессиональным заболеваниям, что снижает производительность труда.

5.2 Мероприятия по технике безопасности

Все работы проводятся в соответствии Закона Украины “Об охране труда” на основании следующих документов.

1) ГОСТ 12.2.006-87 «Безопасность аппаратуры электронной сетевой и сходных с ней устройств, предназначенных для бытового и аналогичного общего применения. Общие требования и методы испытаний». Для исключения поражения электрическим током в этом ГОСТе определены мероприятия для аппаратуры, непосредственно подключаемой к электрической сети и предназначенной для эксплуатации внутри помещения на высотах до 200 см и не подвергаемой воздействию капель или брызг.

2) ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование». Расположить токоведущие магистрали на высоте 2 м или более. Также для работ необходима группа допуска не ниже II. Для всего персонала периодически проводить инструктаж по правилам электробезопасности. Исключительно важное значение для предотвращения электротравматизма имеет правильная организация обслуживания

действующих электроустановок ВЦ, проведения ремонтных, монтажных и профилактических работ.

3) ГОСТ 12.4.184-95 «Система стандартов безопасности труда. Пояса предохранительные. Общие технические требования. Методы испытаний». Для исключения падения с высоты работники снабжаются монтажными страховочными поясами.

4) ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация». Для исключения механических травм используется спецодежда и обувь. При монтаже оптического кабеля избегается попадания остатков оптического волокна на одежду. Защитить от попадания отрезков световодов, образующихся во время насадки коннекторов и сращивания волокон, на одежду или кожу. Эти отрезки собрать в банку с завинчивающейся крышкой или на клейкую ленту. Исключить захламление рабочего места.

5) ГОСТ 12.4.134-83 «Система стандартов безопасности труда. Плащи мужские для защиты от воды. Технические условия». Для минимизации влияния атмосферных условий персонал снабжен защитными плащами.

Также для предотвращения потенциальных опасностей при проектировании сетей по технологии предпринимаются следующие меры.

Электромонтажные работы выполняются после снятия напряжения со всех токопроводящих частей, находящихся в зоне выполнения работ. Также необходимо использовать дополнительное защитное заземление не превышающее 4 Ом, инструменты с изолированными ручками, резиновые диэлектрические перчатки, коврики.

При работах в кабельной канализации и кабельных колодцах работники проверяют воздух на наличие опасных и взрывоопасных газов специальными газоанализаторами. Используются только токонепроводящие лестницы. Работники обеспечены средствами индивидуальной защиты и спецодеждой.

При работе с прибором для сварки оптических волокон все подключения и отключения выполняются после снятия напряжения. Прибор должен быть заземлен. Целостность проводов проверяются не меньше одного раза в неделю. Запрещена эксплуатация сварочного прибора со снятым защитным кожухом блока электродов.

При выполнении работ по обслуживанию оптического кабеля не допускается прямого попадания в глаза излучения с оптического тестера (или другого прибора) или непосредственно с оптического волокна, подключенного к источнику излучения. Категорически запрещается наблюдать за генерированным излучением.

Для снижения нервно-эмоциональных нагрузок выделяется время на обязательный отдых во время рабочего дня (5-10 минут в час). В производственных помещениях выделяется комната для приёма пищи и отдыха.

К работе допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж, инструктаж по технике безопасности на рабочем месте с последующей проверкой знаний и имеющие допуски по различным видам работ.

5.3 Мероприятия по производственной санитарии и гигиене труда

Мероприятия по производственной санитарии и гигиене труда обеспечивают на рабочих местах нормальные условия для работы персонала: микроклимат, необходимая освещённость, исключение или уменьшение воздействие шума, излучения и другие вредные производственные факторы.

Согласно ДСанПиН 3.3.2.007–98 здания и помещения для работы с ВДТ ЭВМ и ПЭВМ соответствуют следующие требования:

- площадь на одно рабочее место составляет не менее чем $6,0 \text{ м}^2$, а объем не менее чем $20,0 \text{ м}^3$;

– помещения для работы с ВДТ имеют естественное и искусственное освещение в соответствии с ДБН В.2.5 – 28 – 2006 «Природне і штучне освітлення»;

– в помещениях с ВДТ ежедневно делается влажная уборка. Они оснащены аптечками первой медицинской помощи.

Уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах, оборудованных ВДТ ЭВМ и ПЭВМ, отвечают требованиям СН 3223–85, ГОСТ 12.1.003–83, ГР 2411–81 (доп.1). Оборудование, что составляет источник шума (АЦП, принтеры и тому подобное), располагаются вне помещения для работы ВДТ ЭВМ и ПЭВМ. Для обеспечения допустимых уровней шума на рабочих местах применяются средства звукопоглощения, выбор которых обоснован специальными инженерно-акустическими расчетами.

На производственном участке, где изготавливается спроектированное устройство, а также осуществляется его испытание, с целью обеспечения полной безопасности проведения этих работ предусмотрено освещение и вентиляция.

На участке применяется прямоточная вентиляция с калорифером, в соответствии с требованиями СНиП II-33-75 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". Согласно ГОСТу 12.1.005-76 "Воздух рабочей зоны " в холодный и переходный периоды года для первой категории работ температура воздуха должна составлять 20-30 °С, относительная влажность 60-40 % , скорость движения воздуха не более 0,2 м/с; в теплый период соответственно температура 22-25 °С, значения влажности и скорости движения воздуха не изменяются.

Для обеспечения достаточной освещенности рабочих зон персонал снабжён индивидуальными источниками света РВО 42, соответствующие ГОСТ 17516.1-90 (2001) «Изделия электротехнические. Общие требования в

части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам». Природное освещение осуществляется через световые проемы.

Коэффициент природного освещения (КПО) не ниже 1,5 %. Когда естественного освещения недостаточно, используется искусственное освещение. Причем дополнительное искусственное освещение используют не только в темное время суток, но и в светлое время суток. Лучше всего использовать на производственном участке люминесцентные лампы белого цвета и тепло-белого цвета 20, 40 или 80 Вт.

Проведем расчет освещенности производственного участка. Для заданного помещения $20 \times 8 \times 6$ создана освещенность 400 лк. Для освещения используются люминесцентные лампы типа ЛБ.

Световой поток лампы рассчитывается согласно следующей формулы:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_z \cdot z}{N \cdot \eta \cdot n}, \quad (5.1)$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – расчётное значение светового потока одной лампы в каждом светильнике, лм;

E_n – нормированное значение освещённости, равное $E_n = 400$ лк;

S – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

z – коэффициент минимальной освещённости, $z = 1.1$;

η – коэффициент использования светового потока;

k_z – коэффициент запаса, равен $k_z = 1.5$;

N – общее количество светильников;

n – количество ламп в одном светильнике.

Рассчитываем количество рядов светильников в помещении:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) \cdot \left[\frac{L}{h} \right]} = \frac{8}{(6-0.8) \cdot 1.4} \approx 2, \quad (5.2)$$

где $[L/h]$ – числовое значение коэффициента светильника в ряду, равное 1.4.

Световой поток ламп в ряду будет равняться:

$$\Phi_p = \frac{400 \cdot 160 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{2 \cdot 0.45} = 117333 \text{ лм};$$

Определим количество светильников в ряду.

Если в светильники установить по две ЛХБЦ ($n=2$) мощностью 40Вт и световым потоком $\Phi_{\text{л}} = 2000 \text{ лм}$ каждая, получим количество светильников в ряду:

$$N_c = \frac{\Phi_p}{n \cdot \Phi_{\text{л}}}, \quad (5.3)$$

где Φ_p – световой поток ламп в каждом ряду, лм;

n – количество ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы, лм.

Подставив численные значения получим:

$$N_c = \frac{117333}{2 \cdot 2000} = 14.$$

Таким образом, с учётом площади производственного цеха, размещения рабочих столов и поставленных условий искусственного освещения определили, что светильники нужно размещать в 2 ряда, в каждом по 14 светильников, в каждом из которых по 2 люминесцентные лампы мощностью 40Вт каждая.

При данной специфике производства отсутствуют факторы, приводящие к загрязнению окружающей среды.

При проектировании цехов, участков, производственных помещений были учтены требования, установленные СНиП II-90-81 "Производственные здания промышленных предприятий", СНиП II-96-86 "Вспомогательные

здания и помещения промышленных предприятий".

При работе с оптическим кабелем и другим волоконно-оптическим оборудованием предусмотрено помещение для курения, т. к. курение во время работы с оптоволоком может привести к резкому снижению качества изготавливаемого коннектора или сростка.

5.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Пожарная безопасность объекта в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91-ССБТ "Пожарная безопасность. Общие требования" обеспечиваются системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-технические мероприятия. Мероприятия по пожарной безопасности направлены на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, создание условий для успешного тушения пожара.

Степень огнестойкости здания АТС не ниже III. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания АТС относятся к категории Д. В помещениях компьютерных залов имеются в больших количествах бумага, пластмассы, резина и другие горючие материалы. В основном источником пожара являются ЭВМ. Они характеризуются высокой плотностью размещения электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании тока возможен их перегрев, плавление изоляции и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, перегрузками элементов электронных схем.

Противопожарная защита обеспечена:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники, огнетушителей марок ОУ-2, ОУ-5, ОП-2, ОП-10;
- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения типа ПКИЛ с извещателями АИП-2;

- применением систем противодымной защиты с датчиками СПД-3.2;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара.

Особые требования предъявляют к устройству и размещению кабельных коммуникаций. Все виды кабелей прокладывают в металлических газовых трубах вплоть до распределительных щитов или стоек питания.

Для спасения людей в случае возгорания применяются противодымовые маски с фильтрами респираторного типа. Огнетушители и защитные маски размещены в легкодоступных и заметных местах. Ручные огнетушители размещены методом навески на вертикальные конструкции на высоте 1,5 м.

В зданиях и сооружениях предусмотрены технические средства (лестничные клетки, противопожарные стены, лифты, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т. п.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость конструкций не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре и расчетного времени тушения пожара.

В организационно-технические мероприятия включены:

- обучение рабочих правилам пожарной безопасности;
- реализацию норм и правил пожарной безопасности, инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;
- мероприятия по действиям администрации на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей.

При выполнении всех необходимых мероприятий можно предотвратить возникновение пожара, а также нежелательных последствий.

5.5 Мероприятия по обеспечению безопасности в Чрезвычайной ситуации

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на территории или объекте, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием или другим опасным событием, которое привело или может привести к гибели людей. Поэтому эвакуация является одним из способов защиты населения в период ЧС.

В связи с тем, что вычислительные центры находятся вблизи других объектов, к которым могут относиться и опасные (АЭС, плотины, базы хранения взрывоопасных и химических веществ), то целесообразно иметь на предприятии средства индивидуальной защиты: средства защиты органов дыхания и средства защиты кожи.

По принципу защиты индивидуальные средства защиты делятся на фильтрующие и изолирующие.

К средствам индивидуальной защиты органов дыхания относятся противогазы и респираторы, а также простейшие средства – противопылевая тканевая маска (ПТМ) и ватно-марлевая повязка (ВМП). Простейшие средства защиты могут быть изготовлены самостоятельно. При отсутствии и этих средств можно воспользоваться тканью, сложенной в несколько слоев, полотенце и т.п.

Взрослое население использует фильтрующие противогазы ГП-5 и ГП-7, предназначенные главным образом для защиты лица, глаз и органов дыхания от отравляющих веществ. Если потребуется, их можно применять и для защиты от радиоактивных веществ и бактериальных средств.

Противогазы ГП-5 и ГП-7 защищают органы дыхания от таких веществ, как хлор, сероводород, соляная кислота, сернистый газ, синильная кислота, тетраэтилсвинец, нитробензол, фенол, фосген, флорэтан. С целью расширения возможностей противогазов введены дополнительные патроны. ДПП-3 в комплекте с противогазом защищают от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, синильной кислоты, фенола, фосгена. ДПП-1 кроме того защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена.

Для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли кроме фильтрующих противогазов и изолирующих приборов и противогазов могут быть использованы противопылевые респираторы различных типов.

Противопылевые респираторы – это приборы, предназначенные для защиты органов дыхания от вредных аэрозолей.

Респиратор Р-2 применяется для защиты органов дыхания от радиоактивной, производственной и обычной пыли. Он может быть использован также при действиях в очаге бактериологического поражения для защиты от бактериальных средств, находящихся в воздухе в виде аэрозолей.

Респиратор ШБ-1 "Лепесток" изготовлен из специального материала, обладающего высокими фильтрующими способностями, и предназначен для однократного пользования. Вес его около 10 г. Правильно подогнанный респиратор задерживает до 99,9% пыли.

Противопылевая тканевая маска ПТМ-1 состоит из корпуса и крепления. Корпус делается из четырех-пяти слоев ткани. Для верхнего слоя пригодны бязь, штапельное полотно, трикотаж, для внутренних слоев – фланель, хлопчатобумажная или шерстяная ткань.

Ватно-марлевые повязки, как правило, одноразового пользования. После снятия зараженной повязки ее уничтожают (сжигают или закапывают).

При использовании простейших средств защиты органов дыхания для защиты глаз необходимо надевать противопылевые очки.

Средства защиты кожи наряду с защитой от паров и капель опасных веществ предохраняют открытые участки тела, одежду, обувь и снаряжение от заражения радиоактивными веществами и биологическими средствами. Кроме того, они полностью задерживают альфа-частицы и в значительной мере ослабляют воздействие бета-частиц.

К подручным средствам защиты кожи относятся обычная одежда и обувь. Обычные накидки и плащи из хлорвинила или прорезиненной ткани,

пальто из драпа, грубого сукна или кожи хорошо защищают от радиоактивной пыли и бактериальных средств.

Для защиты ног используют сапоги промышленного и бытового назначения, резиновые боты, галоши, валенки с галошами, обувь из кожи и кожзаменителей.

Для защиты рук используют резиновые или кожаные перчатки и брезентовые рукавицы. При использовании обычной одежды в качестве средства защиты для большей герметизации необходимо застегивать ее на все пуговицы, обшлага рукавов и брюк завязывать тесьмой, воротник поднимать и обвязывать шарфом.

Для более надежной защиты кожных покровов применяется упрощенный защитный фильтрующий комплект, который при специальной пропитке может обеспечить защиту и от паров опасных веществ.

Простейшие средства защиты кожи надевают непосредственно перед угрозой поражения радиоактивными, отравляющими веществами или бактериальными средствами. После этого надевают противогаз, поднимают воротник куртки (пиджака) и шарфом завязывают его, надевают капюшон, головной убор, перчатки (рукавицы).

Таким образом, в ходе разработки проекта по обеспечению безопасности рабочего персонала были предусмотрены следующие мероприятия:

- мероприятия по обеспечению безопасности и снижения риска травматизма и вреда жизни и здоровья персонала, а также рассмотрены мероприятия по эвакуации населения при ЧС;

- провести мероприятия по обеспечению электробезопасности согласно ГОСТ 12.2.006-87 «Безопасность аппаратуры электронной сетевой и сходных с ней устройств, предназначенных для бытового и аналогичного общего применения. Общие требования и методы испытаний». Организовать заземление согласно ПУЭ-2007 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование»;

- работники снабжены монтажными страховочными поясами ПП1 ГОСТ 12.4.184-95 «Система стандартов безопасности труда. Пояса предохранительные. Общие технические требования. Методы испытаний»;
- используется спецодежда и обувь согласно ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
- персонал снабжён защитными плащами согласно ГОСТ 12.4.134-83 «Система стандартов безопасности труда. Плащи мужские для защиты от воды. Технические условия»;
- обеспечена персоналу необходимую освещённость рабочих мест согласно ГОСТ 12.4.014.0-96 «Здания и сооружения. Методы измерения освещённости»;
- созданы благоприятные условия работы для персонала, соответствующие физиологическим потребностям человеческого организма, а также санитарные нормы, удовлетворяющие оптимальным метеорологическим условиям в рабочей зоне помещения согласно ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны";
- обеспечена пожарная безопасность объекта в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91-ССБТ "Пожарная безопасность. Общие требования".

Также был произведен расчет освещенности производственного участка в производственном помещении размером $20 \times 8 \times 6$ м. Таким образом, из расчета видно, что для данного помещения светильники нужно размещать в 2 ряда, в каждом по 14 светильников, в каждом из которых по 2 люминесцентные лампы мощностью 40Вт каждая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачей магистерской работы является разработка сетевого тестера. Проектирование выполнено с участием программы моделирования Proteus 7.

Основные результаты заключаются в следующем:

- отобраны аналоги, имеющиеся на рынке;
- выполнено детальное сравнение аналогов сетевых тестеров;
- был составлен список недостатков и достоинств аналогов. На этой основе выработаны требования к разрабатываемому тестеру;
- разработан оптимальный вариант многофункционального сетевого тестера с невысокой стоимостью.

Можно сделать следующие выводы:

- сетевой тестер имеет современные и необходимые функции для тестирования сетевых кабелей на предмет поломки или получения технической информации о состоянии кабеля;
- сетевой тестер имеет невысокую стоимость, что делает его конкурентноспособным на рынке;
- комплектующие элементы дешевы и легкодоступны на рынке Украины;
- разработана управляющая программа на языке C⁺⁺;
- выполнены необходимые электрические расчеты устройства;
- проведено экономическое обоснование проектированного изделия, проведен экономический расчет;
- предусмотрены меры техники безопасности, произведен расчет рабочего помещения с расположением рабочих мест и освещением. Рассмотрены вопросы безопасности в чрезвычайных ситуациях.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Новиков Ю.В. Локальные сети. Архитектура, алгоритмы, проектирование [Текст] / Ю. Новиков, С. Кондратенко – М.: Эком 2000. – 325 с.
2. Пухальский Г.И. Локальные вычислительные сети [Текст] / Г.И. Пухальский – СПб: Политехника, 2009. – 201 с.
3. Чекмарев Ю.В. Локальные вычислительные сети [Текст] / Ю.В. Чекмарев – Москва 2009. – 204 с.
4. Воробьев Н.И. Проектирование электронных устройств. Учебное пособие [Текст] / Н.И. Воробьев – М.: Высшая школа, 1989. – 224 с.
5. Алексеев Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей [Текст] / Е.Б. Алексеев, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов, М.С. Тверецкий – М.: Горячая Линия – Телеком, 2008. – 392 с.
6. Корячко В.П. Анализ и проектирование маршрутов передачи данных в корпоративных сетях [Текст] / В.П. Корячко, Д.А. Перепелкин – М.: Горячая Линия – Телеком, 2012. – 236 с.
7. Баррет С.Ф. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства ATmega с применением языка С [Текст] / С. Ф. Баррет, Д. Дж. Пак – М.: – ДМК пресс, 2007. – 640 с.
8. Шерр С.Л. Электронные дисплеи [Текст] / С.Л. Шерр – М.: МИР, 1982. – 624 с.
9. Економіка підприємства [Підручник] / За ред. С.Ф. Покропивного. – Вид. 2-ге, перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2000. – 528 с.
10. Методичні вказівки до виконання економічного розділу дипломних та магістерських проектів для студентів спеціальності «Інформаційні мережі зв'язку» / Укл.: Бобровникова Р.Г., Круглікова В.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – 18 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основной текст программы, который размещается в одном файле сетевой.tester.c. Данный файл компилируется и создается hex, sof файл, которым следует прошить память микроконтроллера.

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdbool.h>
#include <math.h>
#include <avr/pgmspace.h>
#include "hd44780.h"
#include "lan_tester.h"
#define F_CPU 8000000UL
float GetADCDData (uchar nChannel)
{
    ADCSRA = 0;
    _delay_us (5);
    ADMUX = 0b01000000 | (nChannel & 0b00000111);
    _delay_us (5);
    ADCSRA = 0b10000101;
    _delay_us (500);
    ADCSRA = 0b11000101;
    while ((ADCSRA & (1 << 6)));
    _delay_us (5);
    int nResult = ((int) ADCL) + (((int) ADCH) << 8);
    return (float) nResult;
}

void SetTestLines (uchar nPositive, uchar nNegative, bool bWait)
```

```

{
    DDRC = 0;
    PORTC = 0;
    if (nPositive != LINE_UNUSED)
    {
        DDRC |= (1 << nPositive);
        PORTC |= (1 << nPositive);
    }
    if (nNegative != LINE_UNUSED)
    {
        DDRC |= (1 << nNegative);
    }
    if (bWait) _delay_ms (20);
    return;
}

void ShowFault (uchar nCode)
{
    lcdClear ();
    static char strMessage11 [] PROGMEM = "    на линии    ";
    static char strMessage12 [] PROGMEM = " есть напряжение! ";
    static char strMessage21 [] PROGMEM = " замените батарею ";
    static char strMessage31 [] PROGMEM = " АЦП неисправен ";
    switch (nCode)
    {
        case 0:
            lcdGotoXY (1, 0);
            lcdPutsFromFlash (strMessage11);
            lcdGotoXY (2, 0);
            lcdPutsFromFlash (strMessage12);
            break;
    }
}

```

```

        case 1:
            lcdGotoXY (1, 0);
            lcdPutsFromFlash (strMessage21);
            break;
        case 2:
            lcdGotoXY (1, 0);
            lcdPutsFromFlash (strMessage31);
            break;
    }
    return;
}

bool CheckLineVoltage (float *Umin, float *Umax)
{
    bool bFlag = false;
    SetTestLines (LINE_UNUSED, LINE_UNUSED, true);
    for (int i = 0; i < 8; i++)
    {
        if (GetADCDData (i) > fZero) bFlag = true;
    }
    if (bFlag)
    {
        ShowFault (0);
        return false;
    }
    if (!PINB2)
    {
        ShowFault (1);
        return false;
    }
    SetTestLines (LINE_UNUSED, 0, true);
}

```

```

    *Umin = GetADCDData (0);
    SetTestLines (0, LINE_UNUSED, true);
    *Umax = GetADCDData (0);
    if ((*Umax - *Umin) < 700)
    {
        ShowFault (2);
        return false;
    }
    return true;
}

bool CheckConnection (char *Data, char *Mask)
{
    for (uchar i = 0; i < 8; i++)
    {
        if ((Data [i] != Mask [i]) && (Mask [i] != 'X')) return false;
    }
    return true;
}

void RefreshDisplay (uchar *Data, int L, bool bShowLength)
{
    char str [9];
    static char strMessage0 [] PROGMEM = "Здесь:  12345678 ";
    static char strMessage1 [] PROGMEM = "1Gb Сетевой прямой ";
    static char strMessage2 [] PROGMEM = "1Gb Сетевой кросс ";
    static char strMessage3 [] PROGMEM = "100Mb Сетевой прямой ";
    static char strMessage4 [] PROGMEM = "100Mb Сетевой кросс ";
    static char strMessage5 [] PROGMEM = "E1/T1 ";
    static char strMessage6 [] PROGMEM = "Нет связи ";
    static char strMessage7 [] PROGMEM = " ";
    lcdGotoXY (0, 0);

```

```

lcdPutsFromFlash (strMessage0);
lcdGotoXY (1, 0);
lcdPutsFromRAM ("Tam:  ");
for (int i = 0; i < 8; i++)
{
    switch (Data [i])
    {
        case 1:
        case 2:
        case 3:
        case 4:
        case 5:
        case 6:
        case 7:
        case 8:
            str [i] = Data [i] + 48;
            break;
        case LINE_UNKNOWN:
            str [i] = '?';
            break;
        case LINE_SHORTED:
            str [i] = 'S';
            break;
        case LINE_BROKEN:
            str [i] = 'X';
            break;
        default:
            str [i] = ' ';
    }
}

```

```

str [8] = 0;
lcdPutsFromRAM (str);
lcdPutsFromRAM (" ");
lcdGotoXY (2, 4);
if (bShowLength)
{
    if (L < 5)
    {
        lcdPutsFromRAM ("До обрыва <5 м ");
    }
    else
    {
        lcdPutsFromRAM ("До обрыва ");
        itoa (L, str, 10);
        lcdPutsFromRAM (str);
        lcdPutsFromRAM (" м ");
    }
}
else
{
    lcdPutsFromFlash (strMessage7);
}

lcdGotoXY (3, 4);
if (CheckConnection (str, "12345678"))    lcdPutsFromFlash
(strMessage1);
    else if (CheckConnection (str, "36145278"))    lcdPutsFromFlash
(strMessage2);
    else if (CheckConnection (str, "123XX6XX"))    lcdPutsFromFlash
(strMessage3);

```

```

        else if (CheckConnection (str, "361XX2XX")) lcdPutsFromFlash
(strMessage4);
        else if (CheckConnection (str, "45X12XXX")) lcdPutsFromFlash
(strMessage5);
        else lcdPutsFromFlash (strMessage6);
        return;
    }
void Initialize ()
{
    DDRB = 0b00011011;
    PORTB = 0b00010001;
    DDRA = 0;
    DDRC = 0;
    DDRD = 0;
    PORTA = 0;
    PORTC = 0;
    PORTD = 0;
    MCUCSR = 0b10000000;
    TCCR1A = 0;
    TCCR1B = 0;
    _delay_ms (100);
    lcdInit();
    return;
}
float GetResistance (uchar Line1, uchar Line2, float Umin)
{
    SetTestLines (Line1, Line2, true);
    float U1 = GetADCDData (Line1);
    float U2 = GetADCDData (Line2);
    float Ra = R1 * R2 / (R1 + R2);

```

```

    if ((U2 - Umin) <= 0) return 1e6;
    return (U1 - U2) * Ra / (U2 - Umin);
}

uchar StageOneCheck (uchar *Line, const uchar *PinOut, uchar *GoodLine,
uchar *BrokenIndex)
{
    uchar LineCount = 0;
    *BrokenIndex = LINE_UNUSED;
    for (uchar i = 0; i < 8; i++)
    {
        Line [i] = 0;
        SetTestLines (PinOut [i], LINE_UNUSED, true);
        bool bFlag = false;
        for (uchar j = 0; j < 8; j++)
        {
            float fADCDData = GetADCDData (PinOut [j]);
            if ((fADCDData > fMaxValue) && (i != j)) Line [i] =
LINE_SHORTED;
            if ((fADCDData > fZero) && (i != j)) bFlag = true;
        }
        if (!bFlag)
        {
            Line [i] = LINE_BROKEN;
            *BrokenIndex = i;
        }
        if (Line [i] == 0) GoodLine [LineCount++] = i;
    }
    return LineCount;
}

```

```

void StageTwoCheck (uchar *Line, const uchar *PinOut, uchar *GoodLine,
uchar LineCount, const float R [3][8], float Umin)
{
    volatile static float fRcalc [8];
    uchar i = 0, j = 0;
    uchar nMinIndex [3] = {0, 0, 0};
    float fMinResistance = 1e6;
    float Rtmp;
    for (i = 1; i < LineCount; i++)
    {
        for (j = 0; j < i; j++)
        {
            Rtmp = GetResistance (PinOut [GoodLine [i]], PinOut [GoodLine [j]],
Umin);

            if (Rtmp < fMinResistance)
            {
                fMinResistance = Rtmp;
                nMinIndex [0] = i;
                nMinIndex [1] = j;
            }
        }
    }
    fMinResistance = 1e6;
    for (i = 0; i < LineCount; i++)
    {
        if ((i != nMinIndex [0]) && (i != nMinIndex [1]))
        {
            Rtmp = GetResistance (PinOut [GoodLine [nMinIndex [0]]], PinOut
[GoodLine [i]], Umin);
            if (Rtmp < fMinResistance)

```

```

        {
            fMinResistance = Rtmp;
            nMinIndex [2] = i;
        }
    }
}

float fR12 = GetResistance (PinOut [GoodLine [nMinIndex [0]]], PinOut
[GoodLine [nMinIndex [1]]], Umin);
float fR13 = GetResistance (PinOut [GoodLine [nMinIndex [0]]], PinOut
[GoodLine [nMinIndex [2]]], Umin);
float fR23 = GetResistance (PinOut [GoodLine [nMinIndex [1]]], PinOut
[GoodLine [nMinIndex [2]]], Umin);
float fR1 = 0.5 * (fR12 + fR13 - fR23);
float fR2 = fR12 - fR1;
uchar idxMin;
if (fR1 < fR2)
{
    idxMin = nMinIndex [0];
    fRcalc [idxMin] = fR1;
}
else
{
    idxMin = nMinIndex [1];
    fRcalc [idxMin] = fR2;
}
for (i = 0; i < LineCount; i++)
{
    if (i != idxMin)
    {

```

```

    Rtmp = GetResistance (PinOut [GoodLine [i]], PinOut [GoodLine
[idxMin]], Umin);
    fRcalc [i] = Rtmp - fRcalc [idxMin];
    }
}
for (i = 0; i <= LineCount; i++)
{
    for (j = 0; j < 8; j++)
    {
if ((R [1][j] < fRcalc [i]) && (fRcalc [i] < R [2][j]))
{
    Line [GoodLine [i]] = j + 1;
    break;
}
    }
    if (Line [GoodLine [i]] == 0) Line [GoodLine [i]] = LINE_UNKNOWN;
}
return;
}

int StageThreeCheck (uchar BrokenIndex, const uchar *PinOut)
{
    SetTestLines (PinOut [BrokenIndex], LINE_UNUSED, true);
    float U1 = GetADCData (PinOut [BrokenIndex]);
    TCNT1H = 0;
    TCNT1L = 0;
    TCCR1B = 1;
    SetTestLines (LINE_UNUSED, LINE_UNUSED, false);
    _delay_ms (1);
    float U2 = GetADCData (PinOut [BrokenIndex]);
    TCCR1B = 0;

```

```
int nTime = ((int) TCNT1L) + (((int) TCNT1H) << 8);  
float fTime = ((float) nTime) * 1000 / F_CPU;  
float L = (-fTime/log (U2 / U1) - 1.71) / 0.032;  
return (int) L;  
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ**

Обозначения	Наименование	Кол.	Примечания
A1, A2	Плата устройства	2	
	Индикатор		
HG1	HD44780	1	
	Кнопки		
SA1...SA4	SWT-2-7	4	
	Тумблер		
SA5	MTS-102	1	
	Гнезда		
XT1	IDC 2x8PIN	1	
XT2	IDC 2x10PIN	1	
	Разъёмы		
XS1,XS2	RJ45 8P8C 90	2	
	Конденсаторы		
C1-C2	SMD1812 22пФ ± 5%	2	
C3	SMD1812 100нФ ± 5%	1	

					ЗНТУ.468216.006 ПЕЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Кузин							
Пров.		Дмитренко В.П.							
Т. контр.									
Н. контр.		Мороз Г.В							
Утв.		Морщавка С.В.							
					Сетевой тестер		Лит	Лист	Листов
							у	1	2
					ЗНТУ РТ-213м				

[illegible]