

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникаций и космических технологий»

Курманбаев Ержан Еркенұлы

Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация

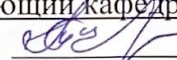
Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникаций и космических технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭТиКТ
 Е. Таштай
“24” 05 2022г

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

по специальности 5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация

Выполнил



Курманбаев Е.Е.

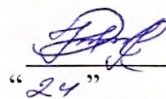
Рецензент

Научный руководитель



Байкенов А.С.

“05” 2022г.



Джунусов Н.А.

“24” 05 2022г.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

 З. К.
Қызметі аты-жөні
“24” 05 2022ж.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

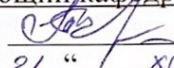
Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникаций космических технологий»

5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭТи КТ

 Е. Таштай
“ 21 ” “ XІ ” 2021г

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Курманбаев Ержан Еркенұлы

Тема: Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

Утверждена приказом ректора университета № 1408 от «24.06» 2022г.

Срок сдачи законченной работы “31” 05 2022г.

Исходные данные к дипломной работе: высокая точность измерений расстояния до места повреждения: 1% - для аналоговых импульсных рефлектометров и 0,1...0,2% - для цифровых рефлектометров; выходной ток, выдаваемый прибором ПКМ-105 и РЕЙС-205, не превышает 2 мА; частотный диапазон АЛТ-2000(20Гц-2 МГц); прибор ИРК-ПРО определяет омической асимметрии жил кабеля с точностью-0,1 ом.

Краткое содержание дипломной работы: Анализ методов определения мест повреждения в кабелях связи, реализация экспериментальной схемы для определения местонахождения повреждений, выбор приборов для определения мест повреждения кабеля

Рекомендуемая основная литература:

- 1). *Современные принципы построения систем эксплуатации. Издание компании Metrotek., Москва, стр.328.*
- 2). В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. *Направляющие системы электросвязи. М.: Горячая линия—Телеком, 2009. — 424 с:*
- 3). *Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы / Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. М.: Техносфера, 2010. 608 с.*
- 4). *Кабели СКС на сетях электросвязи. Теория, конструирование, применение./под ред. В.Е.Власов и др.-М., 2009*
- 5). *Физические основы работы оптических волокон. Учебно-методическое пособие Томск 2013.с.57.*

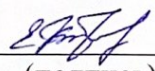
ГРАФИК
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Анализ методов определения мест повреждения в кабелях связи	1.02.2022	
Реализация экспериментальной схемы для определения местонахождения повреждений	1.03.2022	
Выбор приборов для определения мест повреждения кабеля	25.03.2022	
Расчет основных параметров при повреждениях кабелей связи	15.04.2022	

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект)
с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Магистр технических наук Досбаев Ж.М.	24.05.2022	

Научный руководитель  Джунусов Н.А.
(подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся  Курманбаев Е.Е.
(подпись)

Дата "24" 05 2022г.

АНДАТПА

Дипломдық жобаның мақсаты кабельдік тізбектердегі зақымдану орындарын анықтау әдістерін талдау болып табылады.

Зерттеу объектісі электрлік және талшықты-оптикалық кабельдер, сондай-ақ кабельдік тізбектердегі жұмыс қабілеттілігін қолдау және ақауларды анықтау үшін қолданылатын құрылғылар болып табылады.

Диссертацияның ерекшелігі-байланыс кабельдері зақымдалған параметрлерді зерттеу.

Байланыстың электрлік және оптикалық-талшықты кабельдерінің параметрлерін есептеу мәселелері шешілді.

Талшықты-оптикалық кабельдерді пайдалану қазіргі заманғы жоғары жылдамдықты және кең жолақты байланыс және телекоммуникация желілерінде пайдалануға ұсынылады.

АННОТАЦИЯ

Целью дипломной работы является анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях.

Объектом исследования являются электрические и оптоволоконные кабели, а также специализированные приборы и оборудование используемые для поддержки работоспособности и определения неисправностей в кабельных цепях.

Отличительными чертами дипломной работы заключаются в исследовании параметров при повреждениях кабелей связи.

Решены вопросы расчета параметров электрических и оптоволоконных кабелей связи.

Использование оптоволоконных кабелей рекомендуется к применению в современных высокоскоростных и широкополосных сетях связи и телекоммуникации.

ANNOTATION

The purpose of this thesis is to analyze methods for determining damage sites in cable circuits.

The object of the study is electrical and fiber-optic cables, as well as devices used to support operability and identify malfunctions in cable circuits.

The distinctive features of the thesis are the study of parameters in case of damage to communication cables.

The issues of calculating the parameters of electrical and fiber-optic communication cables have been solved.

The use of fiber-optic cables is recommended for use in modern high-speed and broadband communication and telecommunications networks

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Анализ методов определения мест повреждения в кабельных линиях	11
1.1 Виды кабелей для передачи информации	11
1.2 Виды повреждений в кабелях связи	20
1.3 Реализация экспериментальной схемы для определения места повреждения	24
1.4 Постановка задачи	26
2 Выбор приборов для определения мест повреждения	27
2.1 Измерительный прибор ПКМ 105	27
2.2 Цифровой рефлектометр РЕЙС-205	31
2.3 Анализатор последней мили и кабеля – ALT-2000	35
2.4 Измерительный прибор ИРКПРО Гамма	37
3 Расчет параметров при повреждениях кабелей связи	39
3.1 Расчет параметров электрических кабелей	39
3.2 Расчет параметров оптических кабелей	43
Заключение	46
Список использованной литературы	47

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных элементов, включающих себя в инфраструктуру сетей электросвязи, предполагаемых использование достаточно большого количества технических средств, является проводной элемент, который в большинстве случаев и обеспечивает передачу информации. Несмотря на то, что и кабельная проводка, и радиочастота могут быть использованы в качестве передающего элемента, именно привычная всем проводка имеет высокую востребованность в целом, в сравнении с радиочастотой. Привычные всем электрические кабели такие как, симметричный и коаксиальный, довольно давно находятся на рынке телекоммуникационных технологий и ценятся за свою достаточно относительную стабильность в передаче данных, а также за ценовую доступность. Но с учетом роста объемов потребления информации, требования к быстродействию каналов связи растут быстрыми темпами. Требования по пропускной способности и масштабируемости сетей возрастают. И при этом, в целом обращая внимание на статистику, все более популярным становится оптоволоконный кабель связи. Если сегодня зайдет речь о междугородней связи, то вы, несомненно имеете ввиду и оптоволоконную кабельную систему, так как, более половины всех цепей для междугородней связи на данный момент заменены волоконно-оптическими кабелями. Большинство крупных городских систем были преобразованы в волоконно-оптические магистрали, которые позволяют передавать голос и данные в дополнении к видео. Волоконно-оптические кабели стали широко использоваться в телекоммуникациях из-за ее огромной пропускной способности и расстояний по сравнению с медными проводами.

Непредотвратимые потери как с финансовой, так и с материальной стороны, которые появляются вследствие выхода из строя кабельной линии, вынуждают находить более оптимальные, производительные, сводящие эти утраты к минимуму, методы предотвращения повреждений. Верный выбор способа и правильный подбор спецоборудования для выявления мест повреждений определяют результативность постановления установленной задачи, то есть максимальную вероятность правильного определения места повреждения и минимальное время, затрачиваемое на это. Причины возникновения браков в кабельных линиях довольно разные.

В моей дипломной работе, я собираюсь произвести анализ уже существующих методов определения мест повреждений в электрических (симметричный и коаксиальный), а также в волоконно-оптических кабелях связи, с учетом некоторых специальных приборов и оборудования, предназначенных для таких задач.

1 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

1.1 Виды кабелей для передачи информации

Инфраструктура сетей электросвязи предполагает использование множества технических средств. Основным из них является проводной элемент, который и обеспечивает передачу информации. В качестве канала может выступать и радиочастота, и кабель. Второй вариант является самым практичным, поэтому его используют чаще. Впрочем, и в этой группе немало подвидов и различных модификаций направляющих сред. Становится все популярнее оптоволоконный кабель связи, но и традиционная проводка не теряет своих позиций на рынке. Привычная витая пара, в частности, ценится за ценовую доступность и относительную стабильность в передаче данных.

Кабелем называется изделие, состоящее из нескольких (либо одной) токопроводящих сплетенных между собой жил в собственной изоляции, заключенных в одну или несколько общих защитных оболочек.

В сфере информационных технологий различают три основных вида кабелей предназначенные для передачи информации:

- коаксиальный кабель;
- витая пара;
- оптоволоконный кабель.

Коаксиальный кабель - это электрический кабель с медным проводником и изоляционным слоем вокруг него, а также плетеной металлической сеткой (проводящим экраном), которая предотвращает помехи сигнала и перекрестные помехи.

Медный проводник с сердечником используется для передачи сигналов, а изолятор используется для обеспечения изоляции медного проводника, тем временем сам изолятор окружен металлическим проводником в оплетке, который помогает предотвратить помехи электрических сигналов и предотвратить перекрестные помехи. Вся эта установка покрыта защитным пластиковым слоем для обеспечения дополнительной безопасности кабеля.

Такой кабель применяется для трансляции в широком спектре частот. Наиболее высокой стабильностью в плане электрических качеств данный кабель связи отличается на частотах до 4 ГГц. По этой причине коаксиальные провода используются в радио- и СВЧ-системах, в компьютерных локальных сетях, а также в инфраструктуре обеспечения кабельного телевидения. Более того, провайдеры телефонной связи применяют этот кабель в прокладке магистральных сетей, что само по себе свидетельствует о высокой надежности изделия.

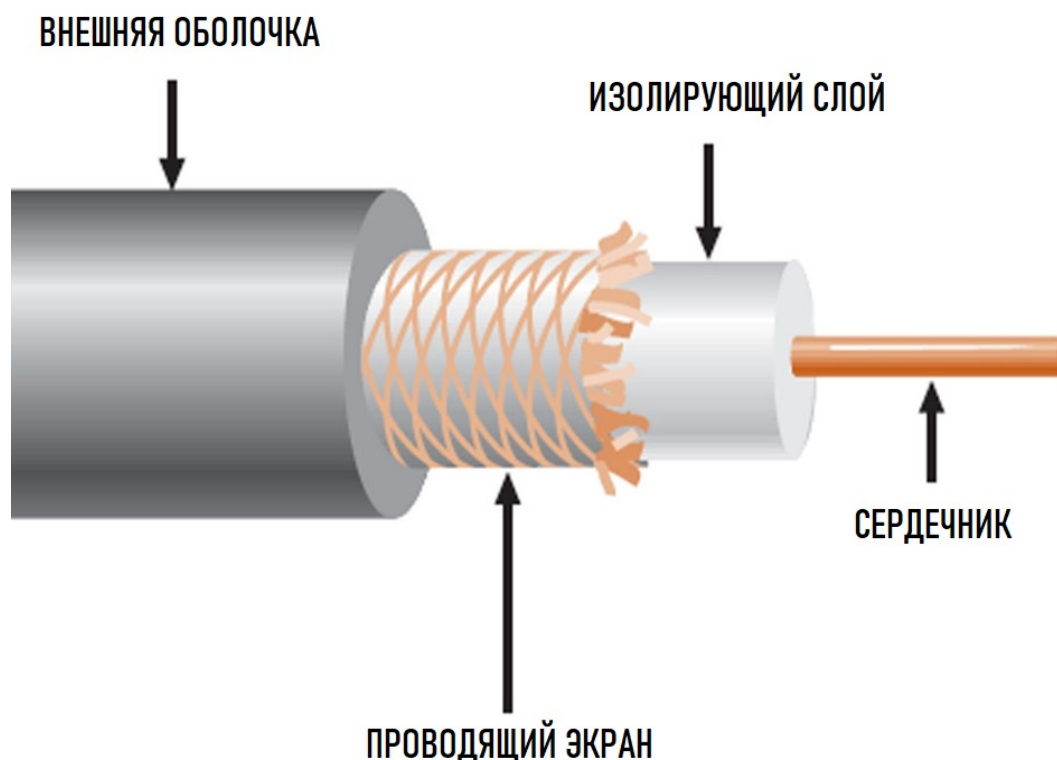


Рисунок 1.1 – Структура коаксиального кабеля

Типы коаксиальных кабелей:

- жесткий коаксиальный кабель: Центральный проводник жесткого коаксиального кабеля изготовлен из меди или серебра и имеет больший диаметр по сравнению с другими коаксиальными кабелями;
- гибкий коаксиальный кабель: По названию можно понять, что коаксиальные кабели этого типа очень гибкие, внутренний проводник у них окружен гибким полимером;
- полужесткий коаксиальный кабель: В полужестком коаксиальном кабеле используется сплошная медная внешняя оболочка с диэлектриком из политетрафторэтилена;
- формуемый коаксиальный кабель: Это альтернатива полужесткому кабелю, вместо жесткой медной внешней оболочки используется гибкая металлическая оболочка;
- двухосный коаксиальный кабель: Этот тип имеет два центральных проводника в сердечнике и один внешний сердечник и диэлектрик. Эти кабели лучше всего подходят для низкочастотной цифровой и видеопередачи;
- трехосный коаксиальный кабель: Кабель данного типа очень похож на обыкновенный коаксиальный кабель, но с добавленной к нему дополнительной медной оплеткой, которая работает как экран и защищает от шума. Трехосные кабели обеспечивают большую пропускную способность.

Преимущества коаксиальных кабелей:

- коаксиальные кабели поддерживают высокую пропускную способность;
- являются легко монтируемыми кабелями;
- кабели этого вида меньше подвержены влиянию шума, перекрестных помех или электромагнитных помех;
- имеют возможность поддержания нескольких каналов;
- коаксиальные кабели обладают лучшим сопротивлением механическим воздействиям, поэтому они более надежны и долговечны.

Недостатки коаксиальных кабелей:

- стоимость коаксиальных кабелей довольно высокая;
- коаксиальный кабель в обязательном порядке должен быть заземлен, чтобы предотвратить любые перекрестные помехи;
- поскольку коаксиальный кабель имеет несколько слоев, он очень громоздкий;
- существует вероятность взлома коаксиального кабеля и присоединения “т-образного соединения” хакерами, это ставит под угрозу безопасность данных.

Витая пара представляет собой провод, который состоит из двух или четырех пар, изолированных друг от друга медных проводников. Чтобы уменьшить перекрестные помехи или электромагнитную индукцию между парами проводов, два изолированных медных провода скручиваются друг вокруг друга. Для каждого соединения по витой паре требуются оба провода. Поскольку для некоторых телефонов или настольных компьютеров требуется несколько подключений, витая пара иногда устанавливается двумя или более парами, все в пределах одного кабеля. В некоторых местах витая пара заключена в экран, который выполняет функцию заземления. [1]

Кабели с витой парой также бывают двух типов:

1. Неэкранированные Кабели с витой парой (UTP – unshielded twisted pair).

Они представляют собой пару из двух изолированных медных проводов, скрученных вместе без какой-либо другой изоляции или экранирования, и поэтому называются неэкранированными кабелями с витой парой. Они уменьшают внешние помехи благодаря наличию изоляции. Неэкранированные кабели с витой парой расположены попарно, так что при необходимости мы можем добавить новое соединение. DSL или телефонные линии в домах имеют одну дополнительную пару. Когда UTP расположены парами, каждая пара кодируется другим цветом, как определено цветовым кодом из 25 пар, разработанным корпорацией AT & T. Ассоциация электронной промышленности делит на 7 категорий на основе некоторых стандартов. Категории основаны на качестве кабеля, где 1 - самое высокое качество, а 7 - самое низкое качество. Каждый кабель в определенной категории используется по-разному в зависимости от необходимости.

Хотя витая пара часто ассоциируется с домашним использованием, витая пара более высокого класса часто используется для горизонтальной проводки в локальных сетях, поскольку она дешевле, чем коаксиальный кабель.

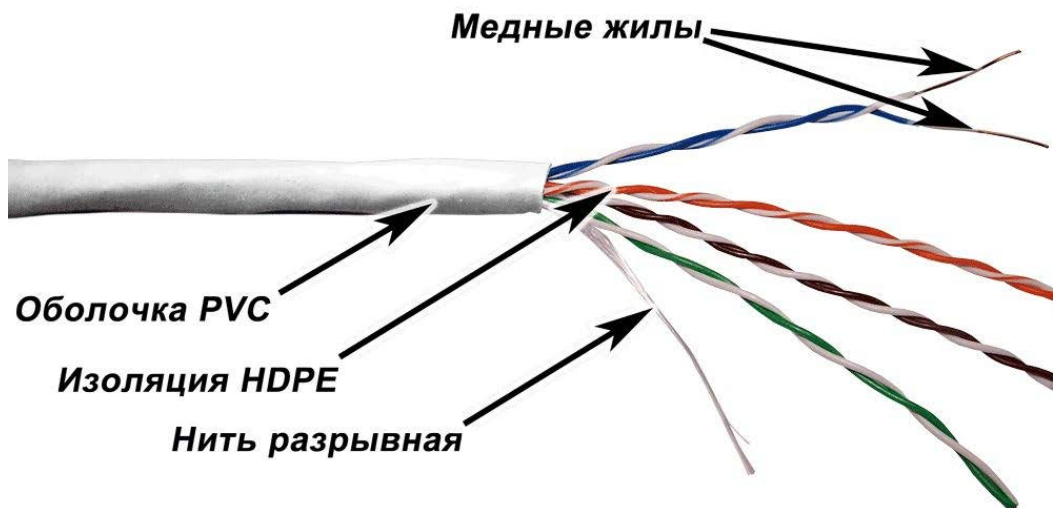


Рисунок 1.2 – Структура витой пары UTP

Преимущества UTP:

- Эти кабели экономичны и просты в установке благодаря своим компактным размерам;
- Обычно они используются для передачи как голоса, так и данных на короткие расстояния;
- Менее затратны по сравнению с другими типами кабелей.

Недостатки UTP:

- Соединение, установленное с помощью UTP, небезопасно;
- Они эффективны только на расстоянии до 100 метров и должны устанавливаться частями длиной до 100 метров;
- Кабели данного типа имеют ограниченную полосу пропускания.

2. Экранированные кабели с витой парой (STP – shielded twisted pair):

Эти типы кабелей имеют дополнительную изоляцию или защитное покрытие поверх проводников в виде покрытия из медной оплетки. Это покрытие обеспечивает прочность общей конструкции кабеля. Это также уменьшает шум и помехи сигнала в кабеле. Экранирование гарантирует, что наведенный сигнал может быть возвращен к источнику через землю и циркулировать только вокруг экрана, не влияя на основной распространяющийся сигнал. Кабели STP также имеют цветовую маркировку, как и кабели UTP, поскольку для аналоговой и цифровой передачи требуются

разные пары цветов. Эти кабели являются дорогостоящими и сложными в установке.



Рисунок 1.3 – Структура витой пары STP

Преимущества кабеля STP:

- Они обычно используются для дальней связи и передачи данных и устанавливаются под землей;
- Защитный экран предотвращает проникновение внешних электромагнитных помех в кабель;
- Они имеют более высокую пропускную способность по сравнению с UTP.

Недостатки кабеля STP:

- Эти кабели являются очень дорогостоящими;
- Они требуют большого технического обслуживания, что еще больше увеличивает их стоимость;
- Они могут быть установлены только под землей;
- Длина сегмента аналогична UTP для этих кабелей.

Применение кабелей с витой парой:

- Кабели с витой парой используются в телефонных линиях для передачи данных и голосовых каналов;
- Линии DSL используют эти кабели;
- Локальные вычислительные сети (LAN) также используют кабели с витой парой;
- Они могут использоваться как для аналоговой, так и для цифровой передачи;
- RJ-45 - очень распространенное применение кабелей с витой парой.

Оптическое волокно представляет собой цилиндрическое волокно из стекла толщиной с волос или любой прозрачной диэлектрической среды. Волокно, которое используется для оптической связи, представляет собой волноводы, изготовленные из прозрачных диэлектриков. [8]

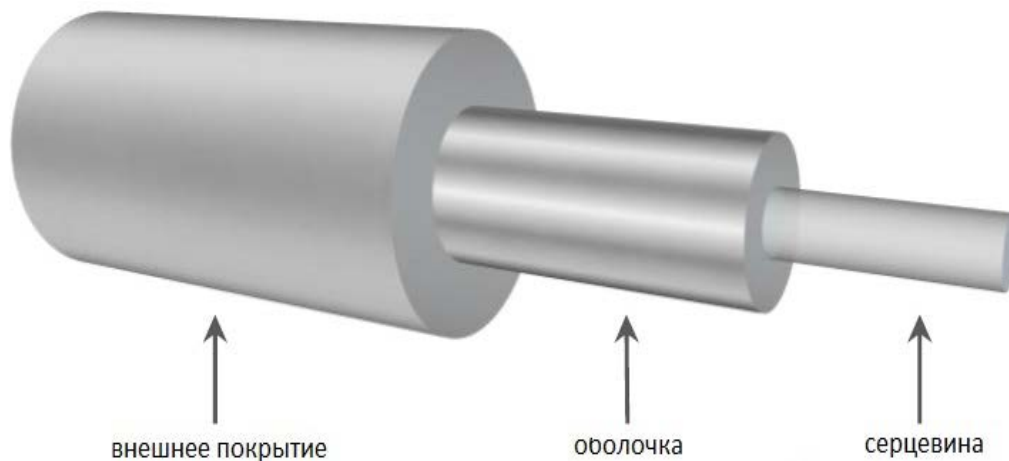


Рисунок 1.4 – Структура оптического волокна

Основные элементы волоконной оптики:

- Сердцевина – центральная трубка очень тонкого размера, изготовленная из оптически прозрачной диэлектрической среды, которая передает свет от передатчика к приемнику, а диаметр сердечника может варьироваться примерно от 5 мкм до 100 мкм;
- Оболочка – внешний оптический материал, окружающий сердцевину, имеющий коэффициент отражения ниже, чем сердцевина, а оболочка помогает удерживать свет внутри сердцевины во время явлений полного внутреннего отражения;
- Внешнее покрытие – пластиковое покрытие, которое защищает волокно изготовленное из силиконовой резины. Типичный диаметр волокна после нанесения покрытия составляет 250-300 мкм.

Типы волоконной оптики:

Как правило, оптическое волокно подразделяется на две категории в зависимости от количества мод и показателя преломления. Они объясняются следующим образом ниже. [1]

1. На основе количества режимов:

Он подразделяется на 2 типа: Одномодовое (а) и многомодовое волокно (б).

а) В одномодовом волокне только один тип луча света может распространяться через волокно. Этот тип волокна имеет малый диаметр сердцевины (5 мкм) и большой диаметр оболочки (70 мкм), а разница между показателем преломления сердцевины и оболочки очень мала. Нет никакой дисперсии, т.е. нет ухудшения сигнала во время прохождения по волокну.

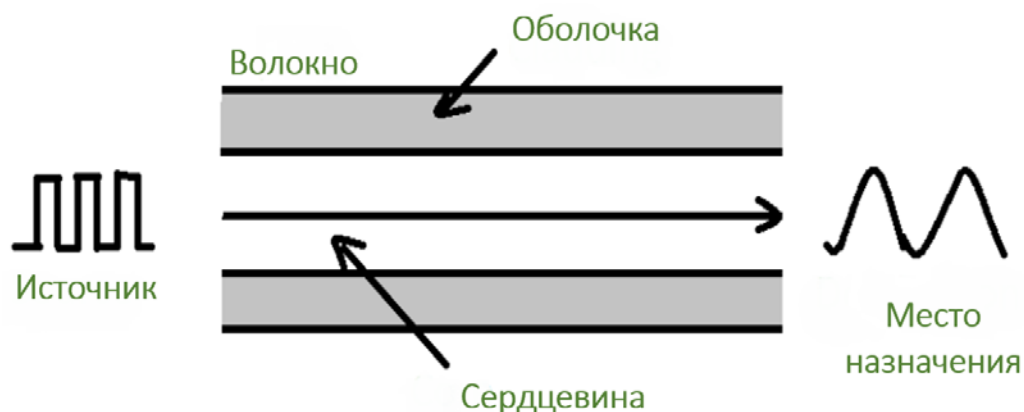


Рисунок 1.5 – Вид одномодового и многомодового волокна

б) Многомодовое волокно допускает большое количество режимов для проходящего через него светового луча. Диаметр сердцевины обычно составляет (40 мкм), а диаметр оболочки - (70 мкм). Относительная разница в показателе преломления также больше, чем у одномодового волокна. Происходит ухудшение сигнала из-за многомодовой дисперсии. Существует две категории на основе многомодового волокна, то есть волокна со ступенчатым индексом и волокна с градуированным индексом.

2. На основе показателя преломления:

Он также подразделяется на 2 типа: Оптическое волокно со ступенчатым индексом (а) и оптическое волокно с градуированным индексом (б).

а) В оптическом волокне со ступенчатым индексом показатель преломления сердцевины постоянен. Лучи света распространяются через него в виде меридиональных лучей, которые пересекают ось волокна при каждом отражении на границе сердцевина-оболочка.

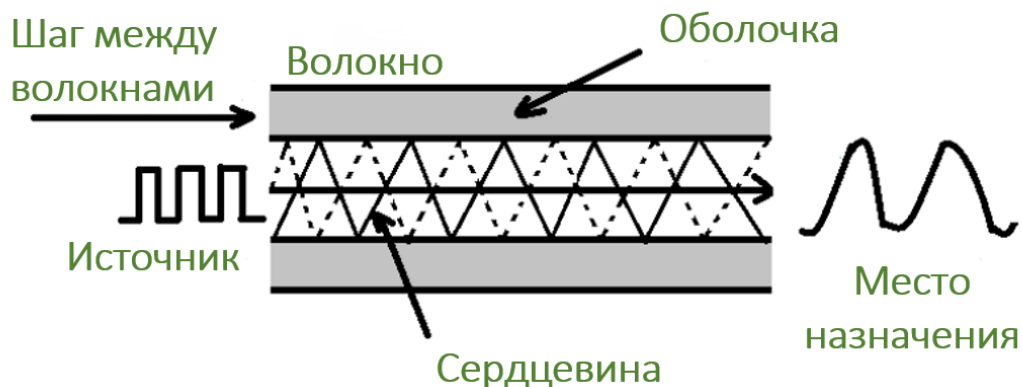


Рисунок 1.6 – Волокно со ступенчатым индексом

б) В волокне с градуированным индексом сердцевина имеет неравномерный показатель преломления, который постепенно уменьшается от центра к границе раздела сердцевина-оболочка. Оболочка имеет равномерный показатель преломления. Световые лучи распространяются через него в виде косых лучей или спиральных лучей. он ни в коем случае не пересекает ось волокна.

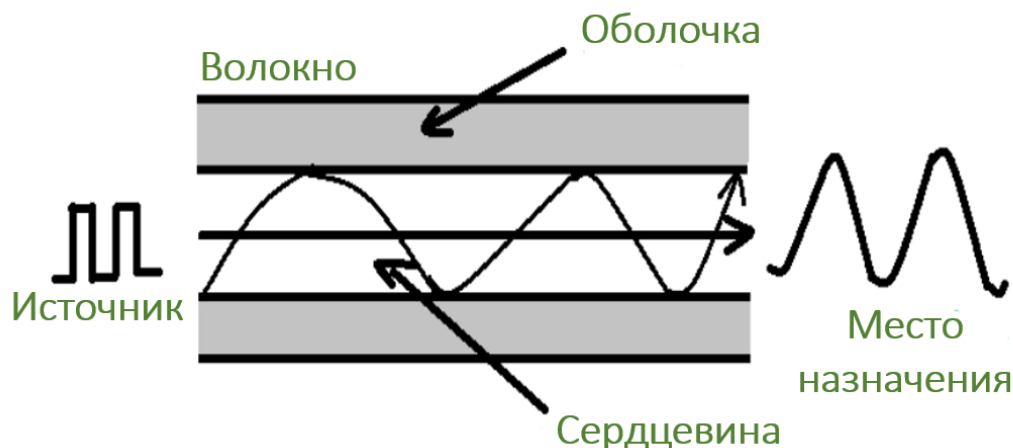


Рисунок 1.7 – Волокно с градуированным индексом

К преимуществам оптического волокна можно отнести следующие факторы:

- Пропускная способность выше медных кабелей;
- Меньшие потери мощности и возможность передачи данных на большие расстояния;
- Оптический кабель устойчив к электромагнитным помехам;
- Поскольку кабели легче и тоньше, они занимают меньше площади по сравнению с медными проводами;
- Установка чрезвычайно проста благодаря меньшему весу;
- Этот кабель противостоит большинству кислотных элементов, которые попадают на медную проволоку, а также является гибким по своей природе;
- Свет имеет самую высокую скорость во Вселенной, поэтому сигналы передаются намного быстрее;
- Волоконно-оптические кабели имеют гораздо большую пропускную способность, чем кабели с медной витой парой.

К недостаткам оптических кабелей относятся следующие факторы:

- Эти кабели очень трудно объединить, поэтому внутри кабеля будет потеря луча;
- Эти кабели очень уязвимы при монтаже;

- Для определения передачи оптоволоконного кабеля необходимы специальные устройства;
- Прокладывать волоконно-оптический кабель дорого. Для установки в волоконно-оптические кабели требуются дорогостоящие соединительные машины и обученные специалисты.

Таблица 1.1 – Разница между коаксиальным, оптическим кабелями и витой парой [1]

Характеристики	Витая пара	Коаксиальный кабель	Оптический кабель
Передача сигнала	Происходит в электрической форме по металлическим проводящим проводам	Происходит в электрической форме по внутреннему проводнику кабеля	Происходит в оптической форме по поверхности стекловолокна
Внешнее магнитное поле	Влияние внешнего магнитного поля	Внешнее магнитное поле подвергается меньшему воздействию	На внешнее магнитное поле не влияет
Влияние мощности	Потеря мощности из-за проводимости и излучения.	Потеря мощности из-за проводимости	Потери мощности из-за поглощения, рассеяния и изгиба
Пропускная способность	Кабель витой пары имеет низкую пропускную способность	Коаксиальный кабель имеет умеренно высокую пропускную способность.	Оптоволоконный кабель имеет очень высокую пропускную способность
Электромагнитные помехи	В витой паре электромагнитные помехи могут иметь место	Электромагнитные помехи сводятся к экранированию	Электромагнитные помехи вообще отсутствуют
Установка	Очень простая установка	Затруднительная установка в силу габаритов кабеля	Довольно трудная установка
Затухание	В витой паре имеет очень высокое значение затухания.	Коаксиальный кабель имеет низкое значение затухания	В оптоволоконном кабеле очень низкое затухание
Скорость передачи данных	Кабель с витой парой поддерживает низкую скорость передачи данных.	Умеренно высокая скорость передачи данных.	Очень высокая скорость передачи данных.
Помехоустойчивость	Кабель витой пары обладает низкой помехозащищенностью	Коаксиальный кабель обладает более высокой помехоустойчивостью.	Оптоволоконный кабель обладает высочайшей помехоустойчивостью

1.2 Виды повреждений в кабелях связи

В силу разнообразных причин на линиях связи возникают повреждения, которые могут вызвать частичное или полное нарушение связи. [3]

Причин повреждения кабельных линий связи много:

- Микротрещины в оболочке и недоброкачественный монтаж кабельных муфт приводят к проникновению влаги в кабель, а это приводит к понижению электрического сопротивления изоляции жил;
- Плохая спайка жил создает повышенную омическую асимметрию и может вызвать обрыв цепи;
- Часто кабели повреждаются при строительстве и ремонте других подземных коммуникаций (водопровода, газопровода, теплотрассы, электрических кабелей).

Основными причинами повреждений воздушных линий связи являются стихийные бедствия (ураганы, грозы, оползни грунта, землетрясения).

Различают два состояния поврежденных линий связи: повреждения и аварии:

- 1) Повреждение – выход некоторых параметров линии связи за пределы нормы;
- 2) Авария – повреждение линии связи, при котором полностью прекращают действовать тракты и каналы.

Повреждения линейных сооружений устраняются в порядке профилактического обслуживания в такие сроки, чтобы не допустить нарушения действия связи, или простоя систем связи.

Меры по ликвидации аварий принимаются немедленно независимо от времени суток и условий погоды. Действие связи должно быть восстановлено в кратчайший срок.

Процесс устранения обычной (нестихийной) аварии не должен превышать:

- 4 ч – на междугородных линиях с коаксиальным кабелем;
- 5 ч. – на линии с симметричным кабелем;
- 8 ч. – на линиях межстанционной связи СТС;
- 24 ч. – на абонентских линиях.

Аварийные измерения заключаются в:

- Определении поврежденного усилительного участка и характера повреждения;
- Определении поврежденной строительной длины;
- Определении расстояния до места повреждения в пределах строительной длины;
- Уточнении места повреждения;

– Проведении контрольных измерений с целью определения качества ремонтно-восстановительных работ.

Неисправный усилительный участок и характер повреждения определяются дежурным техперсоналом ОУП (МТС) по сигналам телемеханики, напряжению и току дистанционного питания и по другим признакам.

Различают следующие основные виды повреждений на кабельных линиях магистральной и зонавой сетях связи.

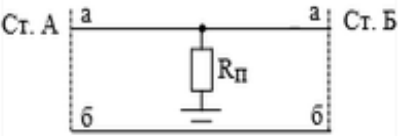
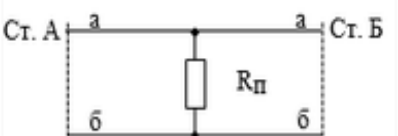
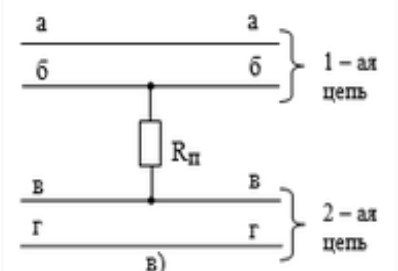
Символическое изображение повреждения	Наименование повреждения
	Пониженное сопротивление изоляции между жилой (проводом) и землей (экраном, броней).
	Пониженное сопротивление изоляции между жилами (проводами) одной цепи;
	Пониженное сопротивление изоляции между жилами (проводами) разных цепей

Рисунок 1.8 Виды повреждений на кабельных линиях

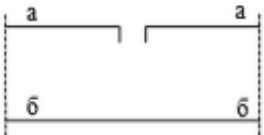
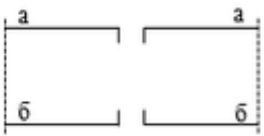
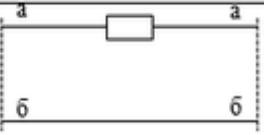
Ст. А  Ст. Б	Обрыв одной жилы (провода) цепи.
Ст. А  Ст. Б	Обрыв всех жил (проводов) цепи
Ст. А  Ст. Б	Неоднородность цепи (сосредоточенная продольная асимметрия) – повышение омической асимметрии цепи.
Ст. А  Ст. Б	Разбитость (перепутанность) пар жил (проводов) Разбитость пар на симметричных кабельных линиях связи

Рисунок 1.9 – Виды повреждений на кабельных линиях

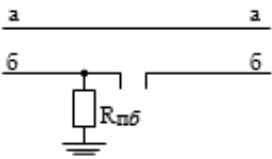
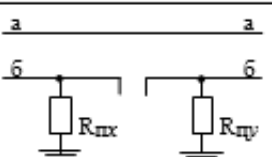
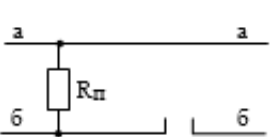
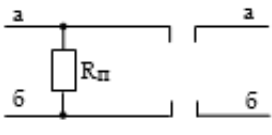
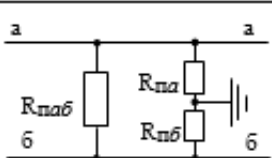
Символическое изображение повреждения	Наименование повреждения
	Обрыв жилы с повреждением изоляции в месте обрыва (одностороннее сообщение с землей).
	Обрыв жилы с повреждением изоляции в месте обрыва (двухстороннее сообщение с землей).
	Сообщение жил между собой и обрыв одной из них.
	Сообщение жил между собой и обрыв обеих жил.
	Сообщение обеих жил с землей и одновременно между собой.

Рисунок 1.10 – Примеры комплексных повреждений

Повреждения в волоконно-оптических линиях передачи. [3]

Различают следующие состояния ЛКС ВОЛП:

1. Нормальное состояние ЛКС. Состояние, при котором параметры передачи ОВ, сопротивление изоляции наружной полиэтиленовой оболочки (при наличии бронепокровов) находятся в пределах установленных допусков, отсутствует, нарушение целостности бронепокровов по всей длине ОК;
2. Предупредительное состояние ЛКС. Состояние ЛКС, при котором параметры передачи ОВ находятся в пределах установленных допусков, а сопротивление изоляции наружной полиэтиленовой оболочки вышло за пределы установленных допусков, либо нарушилась целостность внешних защитных металлических элементов ОК;
3. Поврежденное состояние ЛКС. Состояние, при котором параметры передачи ОВ ОК вышли за пределы установленных допусков, но при этом, не наступил перерыв в действии связи;
4. Аварийное состояние ЛКС. Состояние, при котором параметры передачи всех ОВ вышли за установленные пределы и наступил перерыв действия связей.

Виды повреждений ОК классифицируют как:

- Одиночный обрыв ОК;
- Обрыв ОК в нескольких местах;
- Повреждение ОК с обрывом всех или части ОВ и сохранением целостности защитных покровов;
- Повышенное затухание ОВ;
- Повреждение наружной полиэтиленовой оболочки ОК с сохранением работоспособности ОВ при нарушении целостности бронепокровов.

Основными причинами повреждений подземных ОК являются:

- Механические повреждения ОК при выполнении строительно-монтажных работ сторонними организациями в пределах охранных зон кабельной линии, а также в результате актов вандализма (как правило, это локальные, визуально наблюдаемые повреждения);
- Механические повреждения ОК от перемещения грунтов (обвалы, пучения, оползни, селевые потоки и т.д.);
- Повреждения ОВ за счет старения или попадания в сердечник кабеля влаги;
- Повреждения кабелей от грозовых воздействий (при наличии металлических элементов в конструкции оптического кабеля);
- Повреждения ОК от воздействий грызунов, пожаров и т.д.

Перечисленные виды повреждений ОК требуют организации коротких (от 50 м) и протяженных (до 7 км) оптических кабельных вставок.

1.3 Реализация экспериментальной схемы для определения местонахождения повреждений

1.3.1 Упрощенная структурная схема рефлектометра



Рисунок 1.10 – Структурная схема

Принцип работы:

С генератора импульсов зондирующие импульсы подаются в линию.

Отраженные импульсы поступают с линии в приемник, в котором производятся необходимые преобразования над ними. С выхода приемника преобразованные сигналы поступают на графический индикатор.

Все блоки импульсного рефлектометра функционируют по сигналам блока управления.

На графическом индикаторе рефлектометра воспроизводится рефлектограмма линии – реакция линии на зондирующий импульс.

1.3.2 Экспериментальная установка для измерения потерь в волоконном световоде методом обрыва

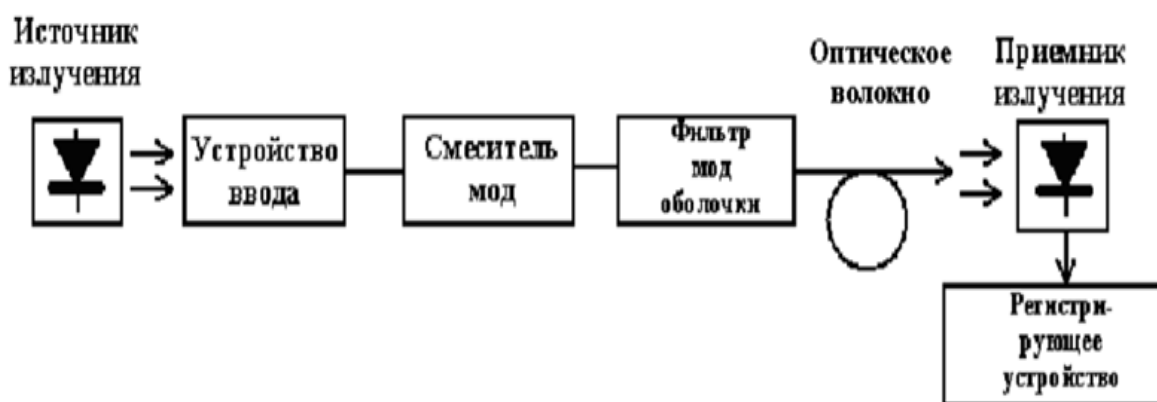


Рисунок 1.11 – Схема экспериментальной установки

Принцип работы:

Устройство ввода обеспечивает юстировку входного конца ОВ в трех взаимно перпендикулярных плоскостях для осуществления оптимального ввода энергии в ОВ и жесткой фиксации ОВ. Смеситель мод обеспечивает возбуждение измеряемого ОВ с модовым составом, соответствующим установившемуся модовому распределению, для данного типа ОВ. Фильтр мод оболочки, включенный последовательно со смесителем мод, обеспечивает вывод мод, распространяющихся в оболочке ОВ. Приемник излучения должен иметь фоточувствительную площадку, достаточную для регистрации всего конуса излучения, выходящего из ОВ. Чувствительность приемника должна быть однородна по всей его площади, а преобразовательная характеристика должна быть линейной или известной. Регистрирующее устройство должно обеспечивать регистрацию сигнала во всем диапазоне сигналов, поступающих с приемника излучения.

1.3.3 Структурная схема подключения импульсно-дугового метода

Импульсно-дуговой метод может быть использован для определения расстояния до места сложного (высокоомного) или неустойчивого повреждения.

Сущность этого метода заключается в одновременном воздействии на кабельную линию высоковольтным импульсом и выполнении измерений методом импульсной рефлектометрии.

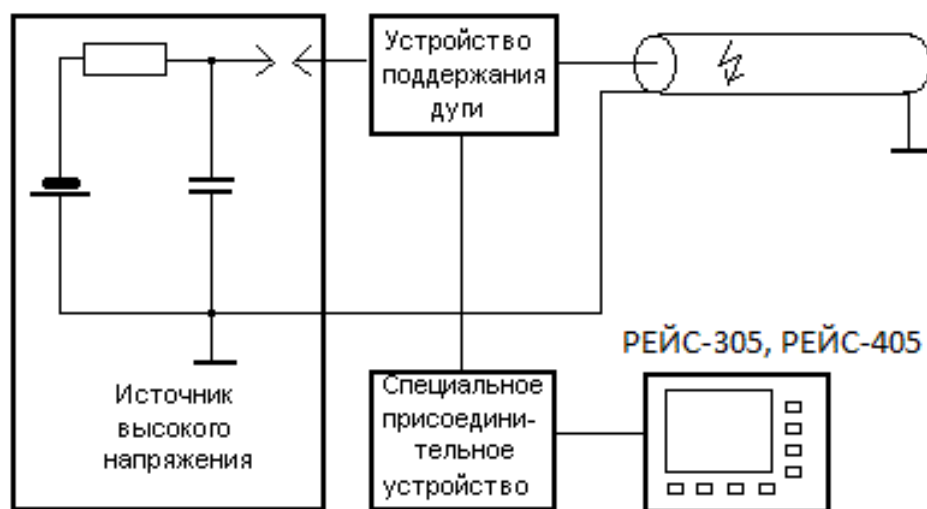


Рисунок 1.12 - Структурная схема подключения к кабельной линии устройств

Высоковольтный импульсный генератор, представляющий собой источник высокого напряжения, у которого на выходе включен высоковольтный конденсатор и специальный разрядник, подключается к

кабельной линии через устройство поддержания дуги (его основной компонент - индуктивность).

При подаче импульса от источника высокого напряжения в месте высокоомного дефекта возникает пробой, через устройство поддержания дуги начинает протекать ток и пробой "затягивается" - образуется дуговой разряд. За счет индуктивности, имеющейся в устройстве поддержания дуги, ток дуги поддерживается в течении определенного времени (менее секунды). Электрическое сопротивление дуги близко к нулю, что эквивалентно короткому замыканию.

Импульсный рефлектометр подключается через специальное присоединительное устройство (фильтр).

Зондирующие импульсы от рефлектометра через присоединительное устройство поступают в кабельную линию, а отраженные импульсы - возвращаются в рефлектометр.

1.4 Постановка задачи

Работа посвящена анализу методов определения мест повреждений в кабельных цепях.

Необходимо провести выбор специализированных приборов и оборудования для определения мест повреждений на кабельных линиях с обоснованием выбора устройств и характеристик.

Провести расчеты основных параметров при повреждениях электрических (симметричного и коаксиального), а также волоконно-оптических кабелей связи, определение коэффициента затухания в коаксиальной цепи, расчет переходного затухания по мощности на ближнем и дальнем концах при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине коаксиальной цепи, определить допустимую мощность помех симметричного кабеля, рассчитать затухания в оптическом волокне, расчет потерь на макро- и микроизгибах оптоволокна и сделать анализ полученных результатов расчета.

2 ВЫБОР ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ

2.1 Измерительный прибор ПКМ 105

Мост портативный кабельный ПКМ-105 предназначен для измерения параметров кабельных линий и определения мест повреждения телекоммуникационных кабелей методами постоянного и переменного тока. [2]



Рисунок 2.1 – прибор ПКМ 105

Микропроцессорный прибор ПКМ-105 реализует мостовые методы измерения сопротивления шлейфа, омической асимметрии, емкости кабеля, сопротивления изоляции и расстояния до обрыва или места понижения изоляции кабельной линии.

Возможности:

Прибор ПКМ-105 позволяет:

- измерить сопротивления шлейфа;
- измерить омическую асимметрию;
- измерить емкость линии;
- измерить сопротивление изоляции;
- определить расстояние до места повреждения (понижения изоляции);
- определить расстояние до места обрыва;
- сохранить измеренные параметры кабельных линий во встроенном запоминающем устройстве и на компьютере;
- сравнить параметры кабельной линии с ранее измеренными.

Области применения:

- прокладка кабельных линий;
- поиск мест повреждений в кабельных линиях мостовым методом;
- паспортизация кабельных линий всех типов;
- эксплуатация кабельных линий сельских, городских и междугородних телефонных станций;
- эксплуатация кабельных линий связи во всех отраслях народного хозяйства;
- кабельное телевидение и компьютерные сети;
- эксплуатация линий связи промышленных предприятий и учреждений, железных дорог, нефтепроводов, электростанций, судов и самолетов;
- производство и торговля кабелями.

Отличительные особенности:

- высокая точность измерений;
- простота и удобство пользования;
- наглядность измерений за счет отображения на экране измерительных схем;
- упрощение процесса измерения расстояния до места понижения изоляции;
- возможность включения подсветки для работы при недостаточной освещенности;
- питание от встроенных аккумуляторов или промышленной сети;
- малая потребляемая мощность;
- режим энергосбережения;
- высокая надежность;
- малые габариты и вес;
- удобный корпус.

Расширенный спектр возможностей:

1) Программное управление процессом измерений

Проведение измерений, управление всеми параметрами, обработка, запоминание информации и отстройка от помех производится встроенным вычислительным устройством под управлением специальной операционной системы, разработанной фирмой СТЭЛЛ. Для управления прибором используется три многофункциональные кнопки. Режимы работы, параметры и функции выбираются и устанавливаются через меню. Все меню и текстовые сообщения могут выдаваться как на русском, так и на английском языках.

2) Встроенная таблица параметров кабелей

Прибор позволяет устанавливать необходимые параметры измеряемого кабеля. Встроенное запоминающее устройство позволяет записывать и сохранять во встроенной энергонезависимой памяти параметры используемых потребителем кабельных линий (до 64 кабелей со своим именем, маркой или

типом). Эти данные могут быть записаны изготовителем или самим потребителем.

3) Отображение информации на графическом ЖК дисплее

Высококонтрастный графический ЖК индикатор с подсветкой и разрешением 128х64 точки (70х40 мм) обеспечивает отображение результатов измерений, режимов и параметров в графическом и алфавитно-цифровом виде.

4) Измерение сопротивления шлейфа (петли)

Прибор ПКМ-105 позволяет с высокой точностью измерять сопротивление шлейфа. Шлейф (петля) - это две жилы, закороченные на конце. Прибор ПКМ-105 имеет 3 специальных разъёма для подключения жил кабеля при измерении.

5) Измерение сопротивления изоляции

ПКМ-105 позволяет измерить сопротивление изоляции кабельной линии величиной до 20 ГОм. Измерение можно производить между любыми из 3-х жил, подключенных к прибору.

6) Измерение емкости кабельной линии

Прибор ПКМ-105 может быть использован для измерения емкости кабельной линии в пределах до 3 мкФ. Функция измерения емкости в частности позволяет быстро определить исправность отдельных пар в многопарном кабеле.

7) Измерение расстояния до обрыва или конца линии посредством измерения емкостей. Для измерения прибором ПКМ-105 расстояния до места обрыва жилы в кабеле сначала измеряются емкость оборванной и исправной жил. Затем, используя информацию о длине исправной жилы или величине погонной емкости, определяется расстояние до места обрыва и отображается на экране в единицах длины. Определение длины линии производится по измеренной емкости и погонной емкости.

8) Определение расстояния до места утечки (понижения изоляции)

ПКМ-105 позволяет определить расстояние до места понижения изоляции жилы (высокоомное повреждение). Такие повреждения практически невозможно измерить рефлектометром. Схема подключения прибора ПКМ-105 к жилам кабельной линии отображается на экране прибора. После установки (или выбора) параметров кабеля и подключения прибора к кабелю все измерения производятся в автоматическом режиме. Измеренное расстояние до места утечки будет отображено на экране прибора.

9) Использование ПКМ-105 в качестве омметра и мегомметра

За счет широких пределов измерения сопротивлений (от 0.1 Ом до 20 ГОм) прибор ПКМ-105 может быть использован как обычный омметр и мегомметр.

10) Использование ПКМ-105 в качестве вольтметра

Прибор ПКМ-105 может быть использован в качестве вольтметра постоянного или переменного напряжений. Диапазон измеряемых напряжений составляет 0...200В. При работе на кабельных линиях режим измерения

напряжений позволяет оценивать наличие наведенных и посторонних напряжений на измеряемой линии.

11) Запоминание и хранение результатов измерения

Прибор ПКМ-105 позволяет сохранять до 200 результатов измерений. Этот режим позволяет проводить “паспортизацию” линий. Вместе с результатом измерений в памяти сохраняются все параметры кабеля, на котором производилось измерение. По данным из памяти можно настроить прибор, например для проведения повторного измерения на данной линии. Информация в памяти прибора сохраняется не менее 10 лет, в том числе при отключении встроенных аккумуляторов.

12) Сопряжение с компьютером по интерфейсу RS-232

Вся информация из памяти прибора ПКМ-105 может быть переписана в память компьютера по интерфейсу RS-232. В компьютере может быть “библиотека” обслуживаемых кабельных линий. Также можно переписать данные из компьютера в прибор. Созданная “библиотека” обслуживаемых линий позволяет ускорить и упростить поиск места повреждения. Обеспечиваются равные условия измерений за счет автоматической установки параметров прибора по “библиотечным” данным.

13) Встроенный контроль уровня заряда аккумуляторов

Встроенная в прибор схема контроля и специальная программа позволяет оператору контролировать уровень заряда аккумуляторов. Это особенно важно при подготовке к работе в полевых условиях.

14) Автоотключение питания при отсутствии команд

Прибор имеет кнопочное управление. При отсутствии команд от оператора в течении 4 минут прибор автоматически отключается, все режимы измерения сохраняются. При последующем включении прибор автоматически возвращается к прежнему режиму.

15) Малые габариты и вес, универсальность питания

Особыми достоинствами прибора являются небольшие габариты и вес. Компактность, малый вес, наличие автономного питания и низкое потребление (не более 2 Вт) играют особую роль при использовании прибора при разъездном характере работы: в полевых условиях, в автолабораториях, на подстанциях, в шахтах, на судах, в самолетах и других труднодоступных местах. Прибор удобен также и при работе в лабораторных условиях с питанием от сети, а также при совместной работе с компьютером.

16) Удобство и простота пользования

Прибор спроектирован с учетом максимального упрощения пользования. Для этого все возможные операции и настройки автоматизированы. Для освоения прибора достаточно немного поработать с ним. При неправильных действиях оператора прибор выдает соответствующие подсказки и предупреждения. Всегда есть возможность скорректировать неправильное действие.

2.2 Цифровой рефлектометр РЕЙС-205



Рисунок 2.2 – Прибор РЕЙС-205

Назначение цифрового рефлектометра РЕЙС-205: [2]

Рефлектометр цифровой РЕЙС-205 с функцией моста разработан специально для определения всех видов повреждений кабельных линий связи, силовых и всех других кабелей.

РЕЙС-205 это измерительная система, которая представляет собой совокупность двух приборов в одном корпусе: самый совершенный импульсный рефлектометр и кабельный измерительный мост.

Возможности рефлектометра цифрового РЕЙС-205:

1. Измерения кабельной линии с целью локализации места повреждения:

- Обнаружение и точное определение расстояния до места любого повреждения (короткое замыкание, обрыв, низкоомные утечки, высокоомные утечки, понижение изоляции) кабельных линий связи, силовых кабельных линий и любых других кабельных линий локационным методом (методом импульсной рефлектометрии) и мостовым методом;

- Замена всех отечественных приборов для определения мест повреждения в кабельных линиях: Р5-9, Р5-10, Р5-13, Р5-17, К6Р-5, ЦР-0200, ПКП-5, ИРК-ПРО и многих зарубежных импульсных приборов и мостов фирмы Seba Dynatron (Германия), фирмы Hagenuk (Германия), фирмы Riser Bond (США) и других фирм;

- Паспортизация кабельных линий с созданием и сохранением в энергонезависимой встроенной памяти и на компьютере базы данных (паспортов) по рефлектограммам и параметрам обслуживаемых линий;
 - Диагностика состояния кабельной линии за счет сравнения рефлектограмм, сопротивления изоляции и других параметров кабельной линии с ранее измеренными значениями (паспортными данными);
 - Измерение длины линии (в том числе длины кабеля на бухте или барабане);
 - Измерение коэффициентов укорочений и запись их в энергонезависимую память;
 - Определение волнового сопротивления линии.
2. Серийные и приемочные измерения кабельных линий:
- Измерение сопротивления изоляции;
 - Измерение сопротивления шлейфа (петли);
 - Измерение омической асимметрии (разности сопротивлений жил);
 - Измерение емкости линии;
 - Сохранение измеренных параметров кабельных линий во встроенном запоминающем устройстве и на компьютере.
- Области применения рефлектометра РЕЙС-205:
- Прокладка кабельных линий всех типов;
 - Поиск мест повреждений в кабельных линиях всех типов;
 - Эксплуатация кабельных линий сельских, городских и междугородних телефонных станций;
 - Эксплуатация кабельных линий связи во всех отраслях народного хозяйства;
 - Кабельное телевидение и компьютерные сети;
 - Эксплуатация линий связи и электропередачи промышленных предприятий и учреждений, железных дорог, нефтепроводов, электростанций, судов и самолетов;
 - Паспортизация кабельных линий;
 - Диагностика состояния кабельных линий;
 - Производство и торговля кабелями.
- Отличительные особенности рефлектометра РЕЙС-205:
- Реализация нескольких методов определения мест повреждений в кабельных линиях;
 - Низкая инструментальная погрешность измерения - не более 0,2%;
 - Цифровая индикация выходного сопротивления;
 - Наглядность измерений за счет отображения рефлектограмм, режимов измерения, измерительных схем, измеренных параметров, комментариев и подсказок оператору на большом ЖК-экране (115х90 мм) с высоким разрешением (320х240 точек), подсветкой и подогревом;
 - Возможность регулировки яркости и контрастности изображения;

- Отведение большей части экрана (72% площади) под отображение рефлектограмм и тонкий луч обеспечивают особое удобство при анализе рефлектограмм;
- Отображение на экране подробных схем подключения линии при измерении мостовым методом упрощает работу с прибором;
- Мощный зондирующий импульс, наличие специального компенсирующего импульса;
- Три рефлектометрических входа для одновременного подключения трех линий;
- Наличие встроенных часов позволяет не только постоянно индицировать текущее время, но и запоминать в памяти точное время записи рефлектограмм;
- Простота и удобство управления;
- Возможность работы при недостаточной освещенности;
- Выход на компьютер;
- Питание: от встроенных аккумуляторов, промышленной сети 85...265В частотой 47...63 Гц или бортовой сети автомобиля 11...15В;
- Небольшое энергопотребление, наличие режима энергосбережения;
- Наличие индикации заряда аккумуляторов позволяет выполнить их своевременную подзарядку;
- Высокая надежность, прочный пластмассовый корпус;
- Широкий диапазон рабочих температур $-10...+50^{\circ}$;
- Удобная складывающаяся ручка для переноски. Специальные складывающиеся ножки обеспечивают удобство работы с прибором в горизонтальном, вертикальном и наклонном положениях;
- Небольшой вес – 2 кг.

Используемые методы измерения:

В разных модификациях рефлектометра РЕЙС-205 наряду с традиционным методом импульсной рефлектометрии, при котором надежно и точно определяется длина линии, расстояние до мест короткого замыкания, обрыва, низкоомной утечки и продольного увеличения сопротивления (например, в местах скрутки жил и т.п.), дополнительно реализован мостовой метод измерения. Мостовой метод измерения - позволяет с высокой точностью измерять сопротивление шлейфа, омическую асимметрию, емкость линии, сопротивление изоляции, определить расстояние до места высокоомного повреждения (понижения изоляции) или обрыва линии. Использование мостового метода особенно важно при измерениях кабелей связи и при паспортизации кабельных линий.

Расширенный спектр возможностей:

1) Двухкурсорная система отсчета. Низкая инструментальная погрешность

В рефлектометре РЕЙС-205 использована система отсчета расстояния между измеряемыми точками рефлектограммы по двум вертикальным

курсорам: измерительному и нулевому. Наличие двух курсоров позволяет, исключить из результатов измерения длину присоединительных кабелей, а также обеспечивает возможность выполнения непосредственного измерения расстояния между любыми выбранными точками на рефлектограмме (например определить расстояние от кабельной муфты до места повреждения). Имеется возможность растяжки рефлектограммы в широких пределах вокруг выбранного курсора, что позволяет отсчитать расстояние до дефекта на любом из диапазонов с очень высокой точностью;

2) Измерение параметров кабельных линий

В режиме мостового метода прибор РЕЙС-205 позволяет измерить параметры кабельной линии: сопротивление шлейфа, сопротивление изоляции и ёмкость;

3) Измерение сопротивления шлейфа (петли)

Шлейф (петля) - это две жилы, закороченные на конце. Прибор РЕЙС-205 имеет 3 специальных разъёма для подключения измеряемых жил кабеля. Сопротивление шлейфа может быть измерено для любой пары из трех жил, подключенных к разъёмам прибора;

4) Измерение расстояния до обрыва или конца линии мостовым методом переменного тока

РЕЙС-205 позволяет измерить ёмкость оборванной жилы и, используя информацию об известной длине исправной жилы или о погонной емкости линии, определить расстояние до места обрыва;

5) Измерение расстояния до места короткого замыкания или длины линии мостовым методом постоянного тока

РЕЙС-205 позволяет измерить сопротивление шлейфа, или суммарное сопротивление двух жил, закороченных в месте дефекта. Используя измеренное значение сопротивления и информацию о погонном сопротивлении жил, РЕЙС-205 позволяет определить расстояние до места короткого замыкания, или длину линии (если линия была закорочена на конце);

6) Измерение сопротивления изоляции. Использование РЕЙС-205 в качестве омметра и мегомметра

Прибор РЕЙС-205 может быть использован для измерения сопротивления изоляции жил кабеля или как обычный омметр и мегомметр;

7) Измерение мостовым методом расстояния до места утечки (понижения изоляции)

РЕЙС-205 позволяет измерить расстояние до места высокоомного повреждения (утечки) мостовым методом. Такие повреждения невозможно измерить рефлектометрическим способом;

8) Использование РЕЙС-205 в качестве вольтметра

Прибор РЕЙС-205 может быть использован в качестве вольтметра постоянного или переменного напряжений. Диапазон измеряемых напряжений составляет 0...200 В. Режим измерения напряжений позволяет оценивать наличие наведенных и посторонних напряжений на измеряемой линии.

2.3 Анализатор последней мили и кабеля – ALT-2000



Рисунок 2.3 – Прибор ALT-2000

ALT2000 - это версия усовершенствованного тестера для проверки линий, состоящая из генератора сигналов, измерителя широкополосного и избранного уровня, измерителя переходного затухания, рефлектометра, измерителя сопротивления, анализатора спектра, генератора белого и импульсного шума, измерителя продольного баланса, симулятора. Этот новый прибор имеет комбинацию тестов на передачу различных сигналов и данных, позволяющую выполнить тестирование линии автоматически. Он предназначен для установления качества медных пар и обслуживания телефонных линий. [2]

ALT-2000 может быть использован в различных рабочих режимах, в зависимости от решаемой задачи и квалификации оператора:

- Режим сбора данных позволяет пользователю автоматически выполнять набор тестов по принципу "годен/брак" при проведении приёмосдаточных испытаний;
- Режим единичного измерения позволяет исполнять набор тестов в выбранном диапазоне для определения пригодности линии для той или иной технологии xDSL;
- Режим спектральных измерений предназначен для детальных исследований. Результаты представляются в графическом виде;
- Экспертный режим - для ручного выбора тестов.

Применение:

Преимущества ALT2000 основаны на применении уникальных технологий аналогово-цифровой обработки сигналов.

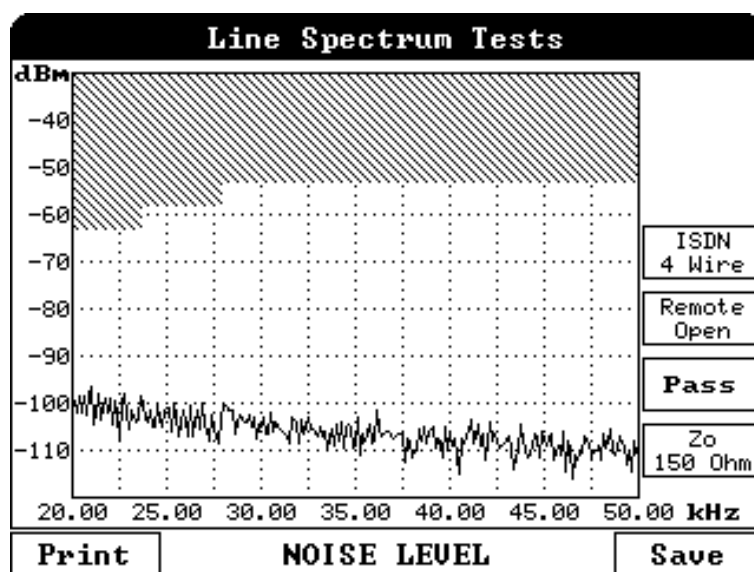


Рисунок 2.4 – Аналогово-цифровая обработка сигналов

Измерения в полосе частот:

- Анализатор спектр позволяет видеть уровень шума или сигнала в выбранном частотном диапазоне. Функция определения Спектральной плотности мощности может быть использована для различных целей;
- Генератор и широкополосный измеритель служат для анализа отклика линии;
- Анализатор цепей измеряет уровень отраженного эхо-сигнала, который возникает в местах рассогласования импеданса;
- Генератор белого шума используется для стрессового тестирования линии.

Обработка результатов.

Анализатор поставляется с полным набором необходимых утилит для передачи информации на ПК с целью последующей обработки. Результаты передаются в виде .CSV-файлов и могут быть обработаны стандартными электронными таблицами в виде таблиц или графиков.

Рефлектометр.

Конструкция рефлектометра позволяет определять неисправности на расстояниях более 10 км. Имеется установки для четырехпроводных линий с целью выявления проблем, вызванных перекрестными помехами и коротками. Установки дисплея позволяют легко анализировать рефлектограмму в деталях: увеличение, сдвиг, сохранение, сравнение рефлектограмм, цифровая индикация.

2.4 Измерительный прибор ИРКПРО Гамма



Рисунок 2.5 – ИРКПРО Гамма

Кабельный прибор ИРК-ПРО Гамма объединяет в себе мощный рефлектометр для магистральных кабелей и городских кабелей ТПП, DSP рефлектометр и измерительный мост. Может работать в лабораторных и полевых условиях. [2]

В прибор заложена возможность наращивания новых измерительных и сервисных функций.

Основные особенности и функциональные возможности ИРК-ПРО Гамма Рефлектометр обладает функциями:

- определения расстояния до места повреждения кабеля;
- определения характера повреждений;
- измерения расстояния между неоднородностями волнового сопротивления;
- определения длины кабеля;
- подавления шумов в условиях интенсивных помех и стабилизация рефлектограмм;
- «антилыжа» - для выравнивания рефлектограммы при измерениях на длинных кабелях;
- компенсации затухания в кабеле.

Особенности DSP рефлектометра:

- работа на длинных и проблемных кабелях;
- логарифмический масштаб, позволяющий просмотреть весь кабель без использования усиления;
- позиционирование измерительных курсоров по максимумам (минимумам).

Мост позволяет:

- измерять расстояния до понижения изоляции кабеля;
- определять места обрыва или перепутывания жил кабеля;
- измерять сопротивления изоляции, шлейфа, омической асимметрии;
- электрической емкости всех типов кабелей;
- работать с симметричными и несимметричными кабелями;
- автоматизировать проведение измерений на многопарных кабелях.

Система "мгновенный старт" и многофункциональное меню делают рефлектометр удобным в использовании.

Функция "Список кабелей" позволяет ускорить процесс измерений. Кабель в списке «помнит» свои параметры.

На карте кабеля показываются все муфты, занесенные в память прибора.

Рефлектограммы можно хранить во внешнем USB-накопителе.

Поддерживается управление прибором компьютерной мышью через USB.

В приборе ИРК-ПРО Гамма реализована возможность проверки связи с удаленными компьютерами по протоколу TCP/IP в сетях Ethernet.

IP-тест ИРК-ПРО Гамма поддерживает визуальное тестирование цифрового телевидения IPTV (картинка, звуковой и видеоформат, разрешение, скорость).

3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

3.1 Расчет параметров электрических кабелей

3.1.1 Определение коэффициента затухания в коаксиальной цепи

Для определения коэффициента затухания в коаксиальной цепи, нужно рассчитать первичные параметры самой цепи, такие как, активное сопротивление (R), индуктивность (L), емкость (C) и проводимость изоляции цепи (G). [7]

Первым делом найдем значение активного сопротивления коаксиальной цепи (R).

Исходные данные для определения активного сопротивления цепи:

- Внутренний диаметр внешнего проводника: $d = 0,74 \cdot 10^{-3}$ (м);
- Внешний диаметр внешнего проводника: $D = 7,3 \cdot 10^{-3}$ (м);
- Постоянный коэффициент внутреннего медного проводника: $A_1 = 0,0835$;
- Постоянный коэффициент внешнего алюминиевого проводника: $A_2 = 0,108$;
- Частота: $f = 10^3$ (Гц).

Активное сопротивление цепи рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{A_1 \sqrt{f}}{d} + \frac{A_2 \sqrt{f}}{D}, \quad (3.1)$$

$$R = \frac{0,0835 \cdot \sqrt{10^3}}{0,74 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,108 \cdot \sqrt{10^3}}{7,3 \cdot 10^{-3}} = 4036 \text{ (Ом/м)}$$

Далее определим значение индуктивности цепи (L).

Исходные данные для определения индуктивности цепи:

- Внутренний диаметр внешнего проводника: $d = 0,74 \cdot 10^{-3}$ (м);
- Внешний диаметр внешнего проводника: $D = 7,3 \cdot 10^{-3}$ (м);
- Постоянный коэффициент внутреннего медного проводника: $B_1 = 133,3$;
- Постоянный коэффициент внешнего алюминиевого проводника: $B_2 = 172$;
- Частота: $f = 10^3$ (Гц).

Значение индуктивности цепи определяется формулой:

$$L = \left(2 \ln \frac{D}{d} + \frac{B_1}{d \sqrt{f}} + \frac{B_2}{D \sqrt{f}} \right) \cdot 10^{-4}, \quad (3.2)$$

$$L = \left(2 \ln \frac{7,3 \cdot 10^{-3}}{0,74 \cdot 10^{-3}} + \frac{133,3}{0,74 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{10^3}} + \frac{172}{7,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{10^3}} \right) \cdot 10^{-4} \approx$$

$$\approx 0,644 \text{ (Гн/м)}$$

Далее определим значение емкости цепи (С).

Исходные данные для определения емкости цепи:

- Внутренний диаметр проводника: $d = 0,74 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$;
- Внутренний диаметр внешнего проводника: $D = 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$;
- Эквивалентное значение относительной диэлектрической проницаемости комбинированной изоляции: $\varepsilon_3 = 1,22$.

При помощи следующей формулы определим значение емкости цепи:

$$C = \frac{\varepsilon_3 \cdot 10^{-6}}{18 \ln \frac{D}{d}}, \quad (3.3)$$

$$C = \frac{1,22 \cdot 10^{-6}}{18 \ln \frac{7,3 \cdot 10^{-3}}{0,74 \cdot 10^{-3}}} = 2,96 \cdot 10^{-8} \text{ (Ф/м)}$$

Далее определим значение проводимости изоляции цепи (G).

Исходные данные для определения проводимости изоляции цепи:

- Круговая частота: $\omega = 62,8 \cdot 10^3 \text{ (Гц)}$;
- Емкость коаксиальной цепи: $C = 2,96 \cdot 10^{-8} \text{ (Ф/км)}$;
- Тангенс угла диэлектрических потерь: $\text{tg} \delta_{\text{ЭК}} = 0,0004$.

$$G = \omega C \tan \delta, \quad (3.4)$$

$$G = 62,8 \cdot 10^3 \cdot 2,96 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0004 = 7,43 \cdot 10^{-7} \left(\frac{\text{См}}{\text{м}} \right)$$

Найдя необходимые первичные параметры коаксиальной цепи переходим к определению коэффициента затухания.

Коэффициент затухания в коаксиальной цепи определяется по следующей формуле:

$$\alpha = \left[\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \right], \quad (3.5)$$

$$\alpha = \left[\frac{4036}{2} \sqrt{\frac{2,96 \cdot 10^{-8}}{0,644}} + \frac{7,43 \cdot 10^{-7}}{2} \sqrt{\frac{0,644}{2,96 \cdot 10^{-8}}} \right] = 0,43 \text{ (дБ/м)}$$

3.1.2 Расчет переходного затухания по мощности на ближнем и дальнем концах при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине коаксиальной цепи

Для определения переходного затухания по мощности на ближнем и дальнем концах при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине коаксиальной цепи нужно также определить необходимые для этого параметр, такие как, волновое сопротивление коаксиальной цепи, полное продольное сопротивление полной третьей цепи и др. [7]

Для начала определим волновое сопротивление коаксиальной цепи (Z_b).

Исходные данные для его определения:

- Индуктивность цепи: $L = 0,644$ (Гн/м);
- Емкость цепи: $C = 2,96 \cdot 10^{-8}$ (Ф/м).

Находим волновое сопротивление цепи по следующей формуле:

$$Z_b = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3.6)$$

$$Z_b = \sqrt{\frac{0,644}{2,96 \cdot 10^{-8}}} \approx 4664 \text{ (Ом)}$$

Далее находим сопротивление связи (Z_{12}).

Исходные данные для определения сопротивление связи:

- Внутренний радиус внешнего проводника: $r_b = 0,37 \cdot 10^{-3}$ (м);
- Внешний радиус внешнего проводника: $r_c = 3,65 \cdot 10^{-3}$ (м).

Сопротивление связи находится по формуле:

$$Z_{12} = \frac{10^6}{2\pi\sqrt{r_b \cdot r_c}}, \quad (3.7)$$

$$Z_{12} = \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \sqrt{0,37 \cdot 10^{-3} \cdot 3,65 \cdot 10^{-3}}} = 1,37 \cdot 10^8 \text{ (Ом)}$$

Следующим делом определяем переходное затухание по мощности на ближнем конце при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине. Структурная схема подключения к кабельной линии устройств

Определяется оно по формуле:

$$A_0 = 20 \log \left| \frac{4Z_3 Z_B}{Z_{12}^2 (1 - e^{-2\pi})} \right|, \quad (3.8)$$

где, $Z_3 = 2Z_{12}$

$$A_0 = 20 \log \left| \frac{4 \cdot 2,74 \cdot 10^8 \cdot 4664}{(1,37 \cdot 10^8)^2 \cdot (1 - e^{-2 \cdot 3,14})} \right| \approx 71,28 \text{ (дБ)}$$

Завершим все определением переходного затухания по мощности на дальнем конце при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине.

Формула для его определения:

$$A_t = 20 \log \left| \frac{2Z_3 Z_B}{Z_{12}^2} \right|, \quad (3.9)$$

$$A_t = 20 \log \left| \frac{2 \cdot 2,74 \cdot 10^8 \cdot 4664}{(1,37 \cdot 10^8)^2} \right| = 77,31 \text{ (дБ)}$$

3.1.3 Определить допустимую мощность помех симметричного кабеля

Исходные данные: [7]

– Уровень по мощности полезного сигнала: $L_{м.с.} = -6,1$ (дБ);

– Значение абсолютного уровня по мощности: $A_3 = -59$.

Произведем расчет параметров по следующим формулам.

Формула абсолютного уровня по мощности:

$$A_3 = L_{м.с.} + L_{м.п.}, \quad (3.10)$$

где, $L_{м.с.}$, $L_{м.п.}$ - абсолютные уровни по мощности соответственно сигнала и помех в точке приема, дБм.

Из формулы следует, что абсолютный уровень по мощности помех определяется:

$$L_{м.п.} = L_{м.с.} - A_3 = -6,1 + 59 = 52,9 \text{ (дБ)}$$

Таким образом, рассчитаем допустимую мощность помех по формуле:

$$P_{\Pi} = 10^{0,1 \cdot L_{м.с.}}, \quad (3.11)$$

$$P_{\Pi} = 10^{0,1 \cdot (-6,1)} = 0,25 \text{ (Вт)}$$

3.2 Расчет параметров оптических кабелей

3.2.1 Затухания в оптическом волокне

Затухание в оптическом волокне – это мера ослабления оптической мощности, распространяемой вдоль ОВ между двумя его поперечными сечениями на данной длине волны.

Затухание с одной стороны, обусловлено наличием в оптическом волокне неоднородностей, расстояние между которыми меньше длины волны, а с другой тепловыми флуктуациями показателя преломления.

Исходные данные к первой задаче:

- Показатель преломления (ПП) сердцевинки: $n_1 = 1,50$;
- Постоянная Больцмана: $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ (Дж/К);
- Температура затвердевания стекла при вытяжке: $T = 1500$ (К);
- Коэффициент сжимаемости стекла (для кварца): $\beta = 8,1 \cdot 10^{-11}$ (м²/Н);
- Центральная длина волны: $\lambda = 820$ (нм)

Составляющую коэффициента затухания ОВ, вызванную Рэлеевским рассеянием, можно определить из выражения:

$$\alpha_{\text{расс.}}(\lambda) = 4,34 \cdot \frac{8 \cdot \pi^3}{3 \cdot \lambda^4} \cdot (n_1^2 - 1) \cdot \beta \cdot k \cdot T \cdot 10^3, \quad (3.12)$$

$$\alpha_{\text{расс.}}(\lambda) = 4,34 \cdot \frac{8 \cdot 3,14^3}{3 \cdot (820 \cdot 10^{-9})^4} \cdot (1,5^2 - 1) \cdot 8,1 \cdot 10^{-11} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 1500 \cdot 10^3 = 1,1 \cdot 10^{-6}$$

$$C' = \frac{4,34 \cdot k \cdot \beta \cdot T \cdot 10^3}{3} \cdot 8 \cdot \pi^3, \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned} C' &= \frac{4,34 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 8,1 \cdot 10^{-11} \cdot 1500 \cdot 10^3}{3} \cdot 8 \cdot 3,14^3 \\ &= 0,6 \left(\frac{\text{дБмкм}^4}{\text{км}} \right) \end{aligned}$$

С учетом (3.13) получим итоговую формулу для расчета затухания в ОВ, вызванного Рэлеевским рассеянием:

$$\alpha_{\text{расс.}}(\lambda) = C' \cdot \frac{(n_1^2 - 1)}{\lambda^4}, \quad (3.14)$$

$$\alpha_{\text{расс.}}(\lambda) = 0,6 \cdot \frac{(1,5^2 - 1)}{820^4} = 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ (дБ/км)}$$

Далее рассчитаем потери за счет поглощения в ультрафиолетовой области частотного диапазона по формуле:

$$\alpha_{\text{уф.}} = \frac{10^{\frac{2}{\lambda}}}{2154}, \quad (3.15)$$

$$\alpha_{\text{уф}} = \frac{10^{\frac{2}{820}}}{2154} = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ (дБ/км)}$$

Потери в инфракрасной области спектра определяются по следующей формуле:

$$\alpha_{\text{ИК}} = 10^{\left(\frac{-21,9}{\lambda} + 12,4\right)}, \quad (3.16)$$

$$\alpha_{\text{ИК}} = 10^{\left(\frac{-21,9}{820} + 12,4\right)} = 2,36 \cdot 10^4$$

Теперь определим полное затухание в волокне, оно определяется в виде суммы собственных и кабельных потерь, величина кабельных потерь составляет 0,15-0,2 от собственных потерь:

$$\alpha = \alpha_{\text{расс.}} + \alpha_{\text{ИК.}} + \alpha_{\text{уф.}} + \alpha_{\text{каб}}, \quad (3.17)$$

$$\alpha = 1,65 \cdot 10^{-4} + 2,36 \cdot 10^4 + 0,4 \cdot 10^{-3} + 0,15 = 23,6 \cdot 10^3 \left(\frac{\text{дБ}}{\text{км}}\right)$$

3.2.2 Расчет потерь на макро- и микроизгибах оптоволокна

В ОВ кроме затухания, обусловленного потерями на рассеяние и поглощение в материале сердцевины, существуют потери, вызванные отклонениями структуры ОВ от оптимальной. И главной причиной этих потерь являются искривления оси ОВ и границы раздела сердцевина-оболочка.

Различают макроизгибы, обусловленные конструкторско-технологическими или эксплуатационными факторами и случайные, хаотически расположенные по длине ОВ, – микроизгибы.

Микроизгибы представляют собой мелкие локальные нарушения прямолинейности волокна, характеризуемые смещениями его оси в поперечных направлениях на участке микроизгиба. Основными причинами появления микроизгибов являются локальные поперечные механические усилия различного происхождения, приложенные к очень малым участкам волокна и появляющимися в процессе вытяжки волокна, перемотки и его хранения.

Определим значение потерь на микроизгибах.

Исходные данные:

- Высота микроизгиба: $h = 5$ (мкм);
- Число микроизгибов на 1 километр: $N = 8$;
- Диаметр сердцевины: $d = 50$ (мкм);
- Диаметр ОВ: $D = 125$ (мкм).

Найдем потери на микроизгибах с помощью формулы ниже:

$$\alpha_{\text{микро.}} = N \cdot \frac{32 \cdot h^2 \cdot d^4 \cdot n_1^2}{D^6 \cdot NA^6}, \quad (3,18)$$

$$\alpha_{\text{микро.}} = 8 \cdot \frac{32 \cdot 5^2 \cdot 50^4 \cdot 1,5^2}{125^6 \cdot 0,11^6} = 13317 \text{ (дБ/км)}$$

Потери на макроизгибах рассчитаем при помощи следующей формулы:

$$\alpha_{\text{макр.}} = -10 \log \left(\left| 1 - \frac{d \cdot n_1^2}{R_{\text{изг.}} \cdot NA^2} \right| \right), \quad (3,19)$$

где, $R_{\text{изг.}}$ – радиус изгиба равный 400 мм.

$$\alpha_{\text{макр.}} = -10 \log \left(\left| 1 - \frac{50 \cdot 1,5^2}{400 \cdot 0,11^2} \right| \right) = 13,47 \text{ (дБ/км)}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ методов определения мест повреждений в кабельных цепях соответствует проделанной работе.

Были анализированы три основных вида кабеля (симметричный, коаксиальный, волоконно-оптический), было произведено сравнение видов кабелей по разным характеристикам, в ходе сравнения был выявлен наиболее оптимальный, и практичный вариант кабеля подходящий под нынешние реалии – волоконно-оптический кабель.

Произведен анализ видов повреждений кабелей и кабельных линий на разных участках.

Проведен выбор специализированных приборов и оборудования используемых для обнаружения мест повреждений на различных кабелях.

Проведены расчеты основных параметров при повреждениях электрических (симметричного и коаксиального), а также волоконно-оптических кабелей связи. Был определен коэффициент затухания в коаксиальной цепи, а также определено значение допустимой мощности помех симметричного кабеля. Произведен расчет переходного затухания по мощности на ближнем и дальнем концах при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине коаксиальной цепи, затухания в оптическом волокне, а также расчет потерь на макро- и микроизгибах оптоволокна.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.geeksforgeeks.org/>
2. *Современные принципы построения систем эксплуатации. Издание компании Metrotek., Москва, стр.328.*
3. В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. *Направляющие системы электросвязи. М.: Горячая линия—Телеком, 2009. — 424 с:*
4. *Кабели СКС на сетях электросвязи. Теория, конструирование, применение./под ред. В.Е.Власов и др.-М., 2009*
5. *Физические основы работы оптических волокон. Учебно-методическое пособие Томск 2013.с.57*
6. *Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы / Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. М.: Техносфера, 2010. 608 с.*
7. Ксенофонтов С.Н., Портнов Э.Л. *Направляющие системы электросвязи. Сборник задач: Учебное пособие для вузов. – М., 2004, 268 с.*
8. Соколов С.А., Зубилевич А.Л. *Современное оптическое волокно: Учебное пособие. - М., 2002*
9. Портнов Э.Л. *Электрические кабели связи на сети России: Учебное пособие. – М., 2003*

Отзыв руководителя

Дипломной работы

Курманбаев Ержан Еркенұлы

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тема: Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

В дипломной работе был произведен анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях, а также специализированных приборов и оборудования предназначенных для этой работы.

В расчетном разделе были рассчитаны следующие параметры:

Расчет параметров симметричных, коаксиальных и волоконно-оптических кабелей, расчет коэффициента затухания в коаксиальной цепи, расчет переходного затухания по мощности на ближнем и дальнем концах при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине коаксиальной цепи, расчет допустимой мощности помех симметричного кабеля, расчет затухания в оптическом волокне, расчет потерь на макро- и микроизгибах оптоволокон.

В первой главе указана цель дипломной работы с теоретическими сведениями.

Во второй главе указан вид выбранной аппаратуры.

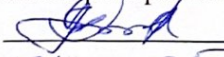
В третьей главе произведен расчет параметров при повреждениях кабелей связи.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ

Дипломная работа выполнена на оценку /А/«отлично», а дипломант, Курманбаев Ержан Еркенұлы достоин степени бакалавра специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Научный руководитель

Лектор-каф.ЭТиКТ

 Джунусов Н.А.
«24» 05 2022 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Курманбаева Ержана Еркенұлы
5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тема «Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях»

Внедрение технологии

Электрические и оптоволоконные кабели

В работе были представлены следующие расчеты:

1. Выбор приборов для определения мест повреждения
2. Определение коэффициента затухания в коаксиальной цепи
3. Расчет переходного затухания по мощности на ближнем и дальнем концах при соприкасающихся внешних оголенных проводниках по всей длине коаксиальной цепи
4. Определение допустимой мощности помех симметричного кабеля
5. Расчет параметров оптических кабелей

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ.

Дипломная работа выполнена на оценку /В/«хорошо», а дипломант, Курманбаев Ержан Еркенұлы достоин степени бакалавра специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Рецензент

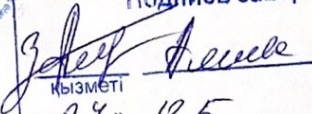
Профессор (АУЭС им. Г. Даукеева)

Байкенов А. С. «

«24» 05

2022 г.

Отдел по управлению персоналом

Қолтаңбаны растаймын	
Подпись заверяю	
	3. 10
ҚЫЗМЕТІ	аты-жөні
«24» 05	2022 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Курманбаев Ержан Еркенұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

Научный руководитель: Нуридин Джунусов

Коэффициент Подобия 1: 2.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

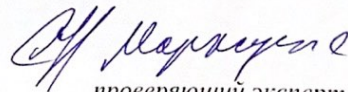
☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

25.05.2022
Дата


проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Курманбаев Ержан Еркенұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

Научный руководитель: Нуридин Джунусов

Коэффициент Подобия 1: 2.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

25.05.2021
Дата

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Курманбаев Ержан Еркенұлы

Тақырыбы: Анализ методов определения мест повреждения в кабельных цепях

Жетекшісі: Нуридин Джунусов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.5

Әріптерді ауыстыру: 7

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

25.05.2022
Күні

Кафедра меңгерушісі

