



ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**Л.А.Осташова, Л.А.Соболева,
Ш.М.Баймалдаев**

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК СВЯЗИ

Учебное пособие

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Л.А.Осташова, Л.А.Соболева, Ш.М.Баймолдаев

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК СВЯЗИ



Учебное пособие

*для системы технического и профессионального, послесреднего
образования по специальности «Эксплуатация устройств
оперативной технологической связи железнодорожного транспорта»*

Нур-Султан
Некоммерческое акционерное общество «Talar»
2020

УДК 656.2/.4 (075.32)

ББК 39.278 я 722

О-76

Рецензенты:

ГККП «Алматинский государственный колледж транспорта и коммуникаций» УМО по профилю «Железнодорожный транспорт»,
ТОО «STLC» (Shyngar Trans Logistics Company).

Рекомендовано Республиканским научно-практическим центром
«Учебник»

О-76

Специальность «Эксплуатация устройств оперативной технологической связи железнодорожного транспорта» Квалификация «Электромеханик связи». Учебное пособие/ Осташова Л.А., Соболева Л.А., Баймолдаев Ш.М. - Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Talar», 2020 г. 302 с.

ISBN 978-601-350-164-2

Данное учебное пособие разработано в качестве учебного пособия по актуализированным типовым учебным планам и программам для системы технического и профессионального, послесреднего образования по специальности 1311000 «Эксплуатация устройств оперативной технологической связи железнодорожного транспорта» с целью достижения результатов обучения по специальности, с опорой на профессиональные отраслевые стандарты. Разработанное пособие является комплексным учебным материалом, основанным на многолетнем опыте преподавания и на тесном сотрудничестве с работодателями.

В учебном издании подробно изложены теоретические основы электротехники и электроники, основных положений по технической эксплуатации оборудования связи железнодорожного транспорта, а также материал по основам монтажа и ремонта аппаратуры оперативно-технологической связи.

Учебное пособие предназначено для студентов технического и профессионального образования по специальности 1311000 «Эксплуатация устройств оперативной технологической связи железнодорожного транспорта».

УДК 656.2/.4 (075.32)

ББК 39.278 я 722

ISBN 978-601-350-164-2

©НАО «Talar», 2020 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
РАЗДЕЛ 1. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	9
1.1. Основные положения конструкторской и технологической документации. Основные правила построения и оформления чертежей	9
1.1.1. Основные положения конструкторской документации	9
1.1.2. Порядок разработки и оформления технических чертежей	10
1.1.3 Графические работы	24
1.2. Применение информационных технологий в профессиональной деятельности	25
1.3. Разработка и оформление конструкторской документации с использованием информационных технологий	28
1.3.1. Оформление текстовой информации	28
1.3.2. Оформление табличных данных и работа в Excel	29
1.3.3. Оформление чертежей и схем в графических редакторах	31
1.3.4 Практические работы	34
РАЗДЕЛ 2 ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ С РАСЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ	42
2.1. Основные законы и свойства электрических и магнитных цепей	42
2.2. Цепи постоянного и переменного тока	49
2.3. Линейные, нелинейные цепи	53
2.4. Устройство, принцип действия, основные технические параметры, маркировка, условные обозначения и область применения различных полупроводниковых приборов	55
2.5. Принцип построения схем усилительных каскадов, импульсных устройств, источников питания, преобразовательных устройств	67
2.6. Принцип работы основных цифровых устройств	71
2.7. Электронные устройства, применяемые в технике связи	85
2.8. Основы электроизмерений и стандартизации	87
2.8.1 Лабораторные работы	99
РАЗДЕЛ 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	104
3.1. Основные принципы технической эксплуатации железных дорог	104
3.1.1 .Общие сведения о железнодорожном транспорте	104
3.1.2 Основные правила и инструкции по технической эксплуатации железнодорожного транспорта	111
3.1.3 Общие сведения о сооружениях и устройствах. Железнодорожный путь и путевое хозяйство.	112
3.2. Охрана труда и техника безопасности на железнодорожном транспорте	137

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	140
4.1. Виды, свойства, характеристики и области применения основных электротехнических материалов, используемых в производстве	140
4.2. Структура построения сетей связи	146
4.3. Устройство и принцип действия устройств коммутации	153
4.4. Системы телекоммуникаций	156
4.5. Монтаж устройств связи. Подключение, проверка работоспособности систем электросвязи	163
4.5.1. Монтаж устройств связи	163
4.5.2. Монтаж оконечных кабельных устройств	172
4.5.3. Монтаж волоконно-оптических линий связи	177
4.5.4. Методы и приборы для тестирования линий связи	180
4.6. Аппаратура «МиниКом DX-500.ЖТ»	183
РАЗДЕЛ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ	186
5.1. Принцип построения систем передачи	186
5.1.1 Основы теории передачи сигналов электросвязи	186
5.1.2 Принцип построения систем передачи сигнала	188
5.2. Принципы организации и оборудование многоканальных систем связи	190
5.2.1. Принципы организации многоканальной связи	190
5.2.2. Системы многоканальной связи	192
5.3. Устройство, принцип действия оборудования оперативно-технологической связи	198
РАЗДЕЛ 6. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО АНАЛОГОВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ	213
6.1. Основы передачи дискретной информации	213
6.2. Обслуживание аппаратуры многоканальных систем передачи	220
6.3. Организация технической эксплуатации дистанции	225
6.3.1 Процесс технической эксплуатации технологической электросвязи	225
6.3.2 Технический персонал дистанции	230
6.3.3 Техническое обслуживание и ремонт устройств связи	232
РАЗДЕЛ 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЦИФРОВЫМ И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ СВЯЗИ	234
7.1. Обслуживание цифровых систем передачи железнодорожного транспорта	234
7.2. Обслуживание волоконно-оптических систем передачи железнодорожного транспорта	236

7.3. Основные виды обслуживания систем электропитания оперативно-технологических устройств связи	240
7.3.1 Структура электроустановки	240
7.3.2 Техническое обслуживание устройств электропитания на перегонах и станциях	242
7.4. Общие принципы IP-телефонии	244
РАЗДЕЛ 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	256
8.1. Основной принцип построения систем радиосвязи	256
8.1.1 Общие принципы построения систем радиосвязи	256
8.1.2 Системы поездной радиосвязи	266
8.1.3. Система ПРС на базе аппаратуры системы «Транспорт»	267
8.1.4. Система станционной радиосвязи	268
8.2 Описание радиостанций железнодорожной радиосвязи	270
8.3. Стандарт TETRA	272
8.4 Типы технического обслуживания систем радиосвязи	276
РАЗДЕЛ 9. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ	280
9.1. Основы транспортного законодательства	280
9.2. Основные фонды и показатели их использования. Анализ экономических показателей производства	281
9.3. Основные принципы управления производством и организации труда	288
9.3.1 Автоматизация технологических процессов	288
9.3.2 АСУЖТ на железнодорожном транспорте Казахстана	290
Заключение	294
Глоссарий	295
Список использованных источников	301

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном мире повышается значение транспортной отрасли в экономике каждого государства, так как уровень развития транспорта непосредственно влияет на конкурентоспособность экономики и безопасность страны.

Железнодорожный комплекс любой страны служит важнейшей составляющей ее транспортной системы. Не является исключением и Казахстан. Его транспортная система развивалась с учетом формирования важнейших отраслей экономики - топливно-энергетической, строительной, агропромышленная, горно-металлургическая и другие отрасли народного хозяйства. При этом она обеспечивала взаимосвязь между всеми этими видами производств. Сеть железных дорог достаточно разветвленная. Протяженность железнодорожных путей страны составляет более 16 тыс. км. Из них 6 тыс. км - двухпутные, а около 5 тыс. км - электрифицированные. Длина главных путей Казахской железной дороги более 20 тыс. км, а специальных и станционных – более 6 тыс. км.

Транспорт является важнейшим сектором внутренней экономики Казахстана, занимающим весомую долю в структуре ВВП. Значительная территория республики, низкая плотность населения, но при этом заметный рост экономического развития Казахстана, достигнутый в последние годы, формируют нарастающие потребности в перевозках. Это отражается на объемах перевозок в рамках межхозяйственных связей, экономического развития и взаимодействия регионов.

Казахстан формирует современную транспортную инфраструктуру, обеспечивающую транзит грузов между Востоком и Западом, отвечающую очень высокому уровню, Государству необходимо воспользоваться своими естественными географическими преимуществами, требуя от транспортной системы соответствия международным требованиям и стандартам, что предполагает необходимость проведения модернизации отрасли.

Значение хорошо отлаженного хозяйства автоматики и связи в структуре железнодорожного транспорта трудно переоценить.

Поэтому подготовка специалистов для обслуживания современного оборудования оперативно-технологической связи очень важная задача учебных заведений профессионального образования. Современные специалисты связи должны обладать не просто набором знаний и навыков, а быть готовыми учиться всю жизнь. Так как именно в этой области развитие техники и технологии идет огромными темпами. И задача учебной программы подготовки электромехаников связи для железнодорожного транспорта должна решать эту задачу.

В рамках компетентного подхода, одним из основных результатов деятельности колледжей становятся учебные программы, которые позволяют вести подготовку кадров для транспорта с учетом требований современного рынка труда.

РАЗДЕЛ 1. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков для разработки, оформления и чтения технических чертежей, схем и технологической документации с применением информационно-коммуникационных технологий.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для создания, редактирования технической конструкторской документации: Microsoft Office, Fine Reader Microsoft Access, AutoCAD, NanoCAD, Multisim, NetCracker и другие программы.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 1.1. Основные положения конструкторской и технологической документации. Основные правила построения и оформления чертежей
- 4.5.5. Основные положения конструкторской документации
- 1.1.2. Порядок разработки и оформления технических чертежей
- 1.1.3. Порядок оформления схем
- 1.2. Применение информационных технологий в профессиональной деятельности
- 1.2.1. Классификация и виды информационных технологий
- 1.2.2. Модели информационных процессов при накоплении, обработке и передачи информации
- 1.3. Разработка и оформление конструкторской документации с использованием информационных технологий
- 1.3.1. Оформление текстовой информации
- 1.3.2. Оформление табличных данных и работа в Excel
- 1.3.3. Оформление чертежей и схем в графических редакторах

1.1. Основные положения конструкторской и технологической документации. Основные правила построения и оформления чертежей

1.1.1. Основные положения конструкторской документации

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) - комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации *, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

Основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе (рис.1).

Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу стандартов в соответствии с п. 3.2; двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистра стандарта.

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению документации распространяются:

- 1) на все виды конструкторских документов;
- 2) на учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- 3) на нормативно-техническую и технологическую документацию, а также научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой они могут быть для них применены и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы, например форматов и шрифтов для печатных изданий и т. п.

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, приемки, эксплуатации и ремонта

1.1.2. Порядок разработки и оформления технических чертежей

Процесс разработки чертежа - это очень скрупулезный труд, требующий очень широких знаний и навыков. Чем сложнее изделие, тем больших знаний, навыков и опыта необходимо конструктору для разработки чертежа изделия. Над сложными изделиями, такими как двигатели, автомобили, самолеты, здания, космические корабли и т.д. работают множество команд конструкторов или множество конструкторских бюро.

Чертеж проходит много стадий, и каждая из которых имеет свое обозначение. В чертеже такое обозначение указывается в штампе, в графе Литера (Лит.) , и подразделяются на:

- П — техническое предложение;
- Э — эскизный проект;
- Т — технический проект;
- О — изготовление опытной партии;
- О1 — приемочные испытания опытного образца (опытной партии);
- О2 — для изделий по заказу Министерства обороны, повторное изготовление и испытание опытного образца (партии) по документации с литерой О1.

А — скорректированный документ по результатам изготовления установочной серии и оснащения технологического процесса изготовления изделия;

Б – для изделий, разрабатываемых по заказу Министерства обороны, документ, созданный по результатам изготовления и испытания головной серии изделия по чертежу с литерой А и соответствующей корректировкой.

Пройдя определенный этап, чертежу присваивают соответствующее обозначение литеры. Так, взяв в руки чертеж, каждый может понять, какую стадию или какой путь уже прошел чертеж.

Форматы

Чертежи выполняют на листах определенного формата (размера).

Форматы листов определяются размерами внешней рамки чертежа, выполненной тонкой линией, размеры основных форматов получаются последовательным делением формата А0, с размерами сторон 841x1189 мм, площадь которого равна 1 м², на две равные части параллельно меньшей стороне (рисунок 1.1). Число в обозначении показывает, сколько раз совершалось это действие.

Обозначения и размеры основных форматов должны соответствовать указанным в Таблице 1.

Таблица 1.1.1 - Основные форматы

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	420 x594	297 x420	210 x297

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. При этом коэффициент увеличения должен быть целым числом.

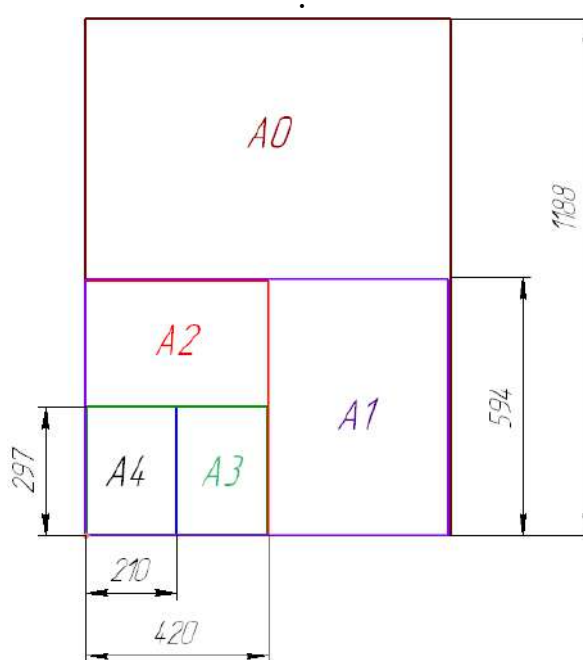


Рисунок 1.1.1 - Образование основных форматов

Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к действительным размерам этого предмета.

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1, 2:1 и т.д., а в остальных случаях — по типу (1:1), (1:2), (2:1) и т.д. (Таблица 1.1.2).

Согласно ГОСТ 2.302 – 68* масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда — Таблица 3.

Таблица 1.1.2- Масштабы

Масштабы уменьшения	1:21;2,51:41:51:101:151:25
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:12,5:14:15:110:115:125:1


Линии

Для изображения предметов на чертежах ГОСТ 2.303 – 68* устанавливает начертание, толщину и основные назначения линий на чертеже (Таблица 1.1.3).


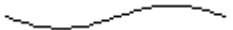
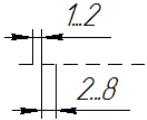
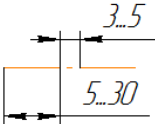
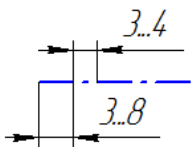

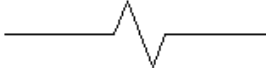
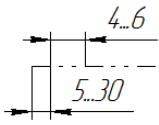
Толщина сплошной основной линии *S* должна быть в пределах от **0,5** до **1,4 мм** в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже.

Длина штрихов у штриховых линий должна быть примерно в 10 раз больше толщины штриха, а длина штрихов штрихпунктирной линии выбирается в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии должны быть примерно одинаковой длины. Промежутки между ними также должны быть примерно одинаковыми. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности менее 12 мм., на одном чертеже и в одинаковом масштабе.

Таблица 1.1. 3 - Линии

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная толстая основная		<i>S</i>	Линии видимого контура линии перехода видимые, линии контура сечения.

Продолжение таблицы 1.1.3

Сплошная тонкая		От $S/3$ до $S/2$	Линии контура наложенного сечения, линии размерные и выносные, линии штриховки, линии-выноски, полки линий-выносок
Сплошная волнистая		От $S/3$ до $S/2$	Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза
Штриховая		От $S/3$ до $S/2$	Линии невидимого контура, линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая		От $S/3$ до $S/2$	Линии осевые и центровые, линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.
Штрихпунктирная утолщенная		От $S/2$ до $2/3 * S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию
Разомкнутая		От S до $1,5 * S$	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		От $S/3$ до $S/2$	Длинные линии обрыва
Тонкая штрихпунктирная с двумя точками		От $S/3$ до $S/2$	Линии сгиба на развертках, линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях, линии для изображения развертки, совмещенной с видом.

Основная надпись

Чертеж оформляется рамкой, которая проводится сплошной основной линией на расстоянии 5 мм от правой, нижней и верхней сторон внешней рамки чертежа. С левой стороны оставляется поле шириной 20 мм, служащее для подшивки и брошюровки чертежей (рисунок 1.1.2).

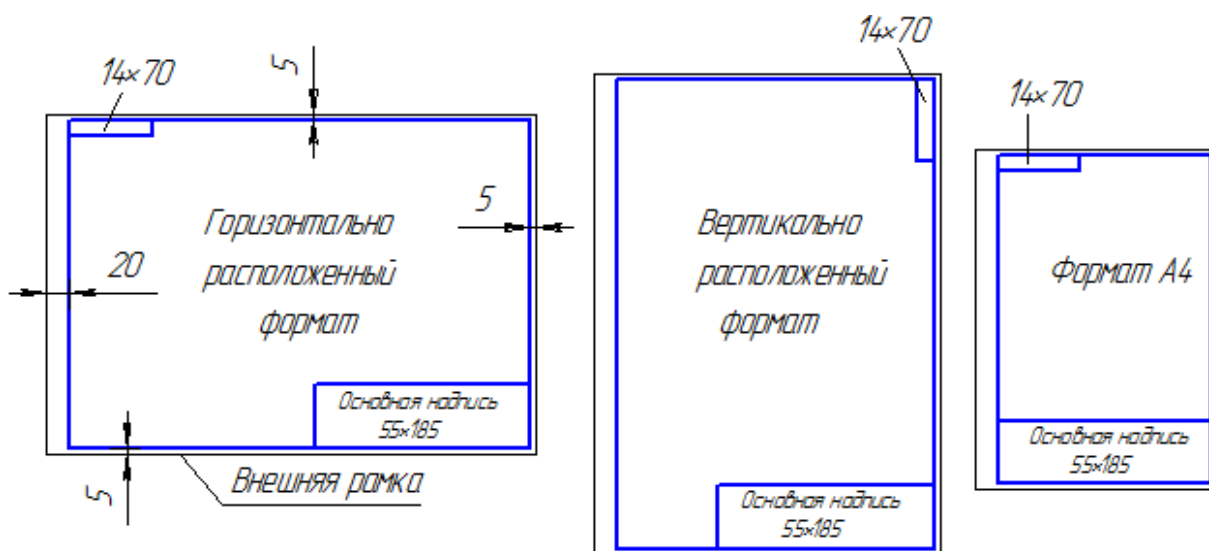


Рисунок 1.1.2 – Примеры оформления чертежа

Основная надпись помещается в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата А4 основную надпись располагают *вдоль короткой стороны листа*, на листах формата А3 и более допускается располагать основную надпись как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны листа. Основные надписи, дополнительные графы к ним выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303 – 81 (рисунок 1.1.3). Основная надпись по форме 1 используется в чертежах приборостроения и машиностроения.

Основная надпись по форме 2 используется в спецификации и других текстовых документах — первый лист, по форме 3 — последующие листы.

В графах основной надписи указывают:

- в графе 1 — наименование изделия;
- в графе 2 — обозначение документа;
- в графе 3 — обозначение материала детали;
- в графе 4 — литеру, присвоенную данному документу;
- в графе 5 — массу изделия;
- в графе 6 — масштаб;
- в графе 7 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- в графе 8 — общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 9 — наименование предприятия, выпускающего документ;
- в графе 10 — указываются функции исполнителей: «Разработал», «Проверил»;
- в графе 11 — фамилии лиц, подписавших документ;
- в графе 12 — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- в графе 13 — дата;

– графы 14-18 заполняются на производственных чертежах.

Form 1 is a technical drawing template with a total height of 11*5=55. The header section includes fields for 'Изм.', 'Лист', '№ докум.', 'Подп.', and 'Дата'. Below this is a table with rows for 'Разраб.', 'Проб.', 'Т.контр.', 'Н.контр.', and 'Утв.'. The form is divided into sections labeled 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9. Dimensions are indicated at the top and left.

форма 1

Form 2 is a technical drawing template with a total height of 8*5=40. The header section includes fields for 'Изм.', 'Лист', '№ докум.', 'Подп.', and 'Дата'. Below this is a table with rows for 'Разраб.', 'Проб.', 'Н.контр.', and 'Утв.'. The form is divided into sections labeled 1, 2, 4, 7, 8, and 9. Dimensions are indicated at the top and left.

форма 2

Form 2a is a technical drawing template with a total height of 3*5=15. The header section includes fields for 'Изм.', 'Лист', '№ докум.', 'Подп.', and 'Дата'. Below this is a table with rows for 'Разраб.', 'Проб.', 'Н.контр.', and 'Утв.'. The form is divided into sections labeled 1, 2, 7, and 8. Dimensions are indicated at the top and left.

форма 2а

Рисунок 1.1.3 – Примеры основных надписей графических и текстовых документов

Шрифты

ГОСТ 2.304-81* определяет начертание, размеры и правила выполнения надписей на чертежах и других конструкторских документах.

Наклон букв и цифр к основанию строки должен быть около 75°.

Размер шрифта (h) — величина, равная высоте прописных букв в мм.

Высота прописных букв h измеряется перпендикулярно основанию строки. Высота строчных букв c определяется из отношения их высоты (без отступков k) к размеру шрифта h , например, $c=7/10 \cdot h$.

Ширина буквы (q) — наибольшая ширина буквы определяется по отношению к размеру шрифта h , например, $q=6/10 \cdot h$, или по отношению к толщине линии шрифта d , например, $q=6d$.

Толщина линии шрифта (d) — толщина, определяемая в зависимости от типа и высоты шрифта.

Вспомогательная сетка — сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d (рисунок 1.1.4).

При оформлении чертежей и других конструкторских документов рекомендуется применять шрифт типа Б с наклоном 75° ($d=1/10h$) с параметрами, приведенными в Таблице 1.1.4. Устанавливаются следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Таблица 1.1.4 - Параметры шрифта

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры									
Размер шрифта — высота прописных букв	h	$(10/10)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0		
Высота строчных букв	c	$(7/10)h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0		
Расстояние между буквами	a	$(2/10)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0		
Минимальный шаг строк (высота, вспомогательной сетки)	b	$(17/10)h$	$17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0		
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0		
Толщина линий шрифта	d	$(1/10)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0		



Рисунок 1.1.4 – Шрифт типа Б с наклоном

Виды

Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах для всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.305 – 2008* «Изображения — виды, разрезы, сечения».

Изображения предметов должны выполняться с использованием метода прямоугольного (ортогонального) проецирования. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями. В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью (рисунок 1.1.5). В результате такого проецирования получают следующие изображения: вид спереди, вид сверху, вид слева, вид справа, вид сзади, вид снизу.

Изображение на фронтальной плоскости принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о конструктивных особенностях предмета и его функциональном назначении.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, сечения, разрезы.

Вид — изображение видимой части поверхности предмета, обращённой к наблюдателю.

Виды разделяются на *основные, местные и дополнительные*.

Основные виды — изображения получают путем проецирования предмета на плоскости проекций. Всего их шесть, но чаще других для получения информации о предмете используют основные три: горизонтальную, фронтальную и профильную (рисунок 1.1.5). При таком проецировании получают: вид спереди, вид сверху, вид слева.

Названия видов на чертежах не надписываются, если они расположены в проекционной связи (рисунок 1.1.5). Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу «А». Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

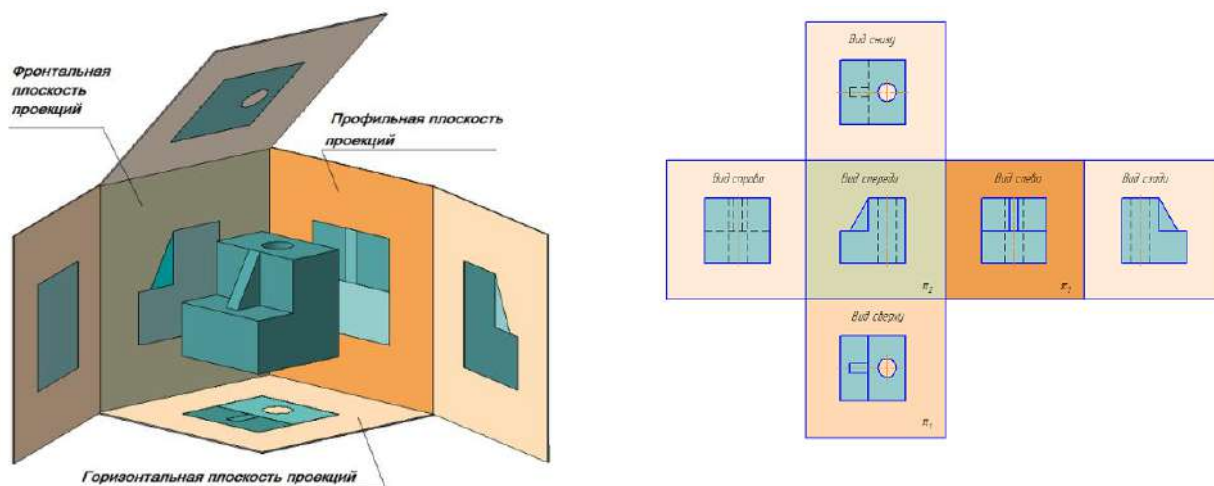


Рисунок 1.1.5 - Образование основных видов

Правила выполнения схем

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений.

ГОСТ 2.701—2008 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к их исполнению.

Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на следующие *виды*, которые обозначаются в конструкторских документах прописными буквами русского алфавита:

- электрические — Э;
- гидравлические — Г;
- пневматические — П;
- газовые — Х;
- кинематические — К;
- вакуумные — В;
- оптические — Л;
- энергетические — Р;
- деления — Е;
- комбинированные — С.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие *типы*, которые обозначают цифрами:

- структурные — 1;
- функциональные — 2;
- принципиальные — 3;
- соединений — 4;
- подключения — 5;
- общие — 6;
- расположения — 7;
- объединенные — 0.

Код обозначения схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы.

Например, схема электрическая, принципиальная — ЭЗ, схема гидравлическая соединений — Г4.

Функциональная схема — схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Схема принципиальная — схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Схема соединений (монтажная) — схема, показывающая соединения составных частей изделия и определяющая провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.).

Схема подключений — схема, показывающая внешние подключения изделия.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно. Графические обозначения элементов и

соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 1 мм. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 2 мм.

Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения. Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол кратный 45° . Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем. Обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. В него записывают все элементы, изображенные на схеме. Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз (рисунок 1.1.6).

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание

Рисунок 1.1.6 - Перечень элементов

В графах таблицы указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обозначение» — позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;
- в графе «Наименование» - для элемента (устройства) - наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия); — для функциональной группы - наименование;

– в графе «Примечание» - рекомендуется указывать технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень, например, код перечня элементов к гидравлической принципиальной схеме - ПГЗ. При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделия, а также наименования документа - «Перечень элементов». Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен. Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по форме 2 и 2а ГОСТ 2.104-2006 (рисунок 1.1.7).

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обознач.» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: R3, R4; C8-C12, а в графу «Кол.» - общее количество таких элементов.

На схеме около условных обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры, регуляторы и т.п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки.

На *структурной* схеме изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольника или условных графических обозначений. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей изделия. На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии. На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник.

На *функциональной* схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемой схемой, и связи между этими частями. Функциональные части между ними на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Отдельные функциональные части

допускается изображать в виде прямоугольников. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой. Для каждой функциональной группы, устройства и элемента на схеме должны быть указаны их наименования, обозначение документа, на основании которого они применены, позиционное обозначение, присвоенное им на принципиальной схеме.

На *принципиальной схеме* (например, на электрической, рисунок 1.18) изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД.

Элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие, должны иметь буквенные, буквенно-цифровые или цифровые обозначения. Типы условных буквенно-цифровых обозначений и правила их построения устанавливает ГОСТ 2.710-81.

Поз.	Наименование	Код	Примечание
A1	Стабилизатор УНЧ 105.027	1	
FU1	Предохранитель ПМ-0.15А 140.481017	1	
S1	Переключатель сети ПКи-4.1.1-2	1	
	143.600.000 160.360.00019	1	
T1	Трансформатор ТС 10-1 АГО4.70.30119	1	
VT1-VDT	Дiode КД105А 193.362.06019	4	
XP1	Шнур 50/6 860.004	1	
A2	Фильтр		
C1	Конденсатор К53-14-150-0.6мкФ±10%		
	ОКД.464.12919	1	
C2	Конденсатор К53-14-150-6.8мкФ±10%		
	ОКД.464.12919	1	
C3	Конденсатор К73-9-100В-0.075мкФ±10%		
	ОКД.461.08719	1	
C4	Конденсатор К73-9-100В-0.2мкФ±10%		
	ОКД.461.08719	1	
C5	Конденсатор К10-78-113-2.2мкФ±10%		
	ОКД.460.20819	1	
DA1	Микроплата К157402 ОКД.34.94.1219	1	
R1	Резистор С1-4-0.125-510 Ом ±10%-25		
	АЛРК.434.110.02119	1	
R2	Резистор С1-4-0.125-100 Ом ±10%		
	АЛРК.434.110.02119	1	
АББ.210097.097133			
Фильтр			
Перечень элементов			
Лист 1 из 1			

Рисунок 1.1.7 - Перечень элементов

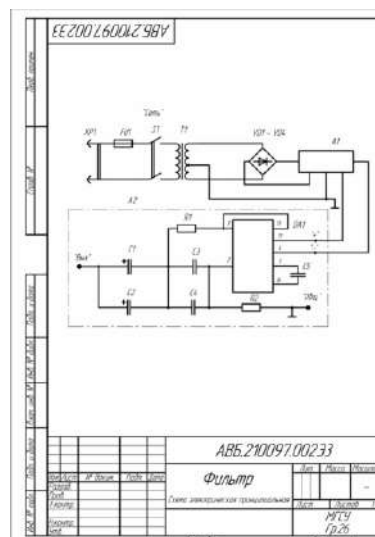


Рисунок 1.1.8 - Принципиальная схема

Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, R1, R2, R3 и т.д., C1, C2, C3 и т.д. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условным графическим обозначением элемента с правой стороны или над ним.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения.

Правила выполнения структурных схем

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений.

Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

Правила выполнения функциональных схем

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемой схемой, и связи между этими частями.

На схеме допускается вместо связей изображать конкретные соединения между элементами и устройствами (провода, кабели).

Функциональные части на схеме, как правило, изображают в виде условных графических обозначений (пример 2 приложения 2). Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.

Графическое представление схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

На схеме должны быть указаны:

для каждой функциональной группы – ее наименование;

для каждого устройства, изображаемого в виде прямоугольника, - его наименование, обозначение или тип;

для каждого устройства, изображаемого в виде условного графического обозначения, - его обозначение или тип;

для каждого элемента – позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, или тип.

Наименования, обозначения и типы рекомендуется вписывать в прямоугольники.

На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы).

Контрольные вопросы

1. Какие конструкторские документы называются схемами?
2. На какие виды и типы подразделяются схемы?
3. Что изображается на принципиальной схеме?
4. Что такое условное графическое обозначение элемента схемы?

5. В каких размерах вычерчивают на схемах стандартные условные обозначения элементов?

6. В каких размерах вычерчивают на схемах условные обозначения элементов, если в стандарте они изображены на модульной сетке?

7. Где размещается на схеме перечень элементов?

8. Как присваиваются порядковые номера элементам на принципиальных схемах?

9. Как оформляется перечень элементов, если он выполнен отдельным документом?

1.1.3 Графические работы

Графическая работа №1

«Работа с чертежными инструментами и принадлежностями.

Оформление внутренней рамки и основной надписи. Работа с чертежными шрифтами»

Цель работы:

Аккуратное и правильное проведение параллельных линий в соответствии с ГОСТами.

Задание 1

1. На формате А4 провести внутреннюю рамку в соответствии с ГОСТ 2.301-68 и оформить основную надпись учебного чертежа.

2. Заполнить основную надпись чертежным шрифтом по ГОСТ 2.104-68, подобрав размер шрифта самостоятельно.

3. Заполнить основную надпись:

- Наименование – *штриховка*
- Материал – *бумага*
- Масштаб – *1:1*

1. Поле № 19 основной надписи не заполнять.

2. Наметить контуры шести 50 с промежутками 20мм между ними, квадраты расположить в два ряда. ×квadrатов размером 50

3. Нанести во внутренней части квадратов штриховку:

- 1 квадрат – вертикальная через одну сплошная толстая линия
- по две линии чрез 1 мм с промежутком по 3 мм² квадрат – наклонная слева направо под углом 45
- 3 квадрат – горизонтальная сплошная толстая линия с промежутком 1 мм
- °4 квадрат наклонная справа налево сплошная тонкая линия с расстоянием между линиями 2 мм и углом наклона 45
- 5 и 6 квадраты – вертикальная и горизонтальная сплошная тонкая линия соответственно, расстояние между линиями 2 мм.

Задание 2

На формате А4 оформить надписи титульного листа, подобрав самостоятельно номер чертежного шрифта. (индивидуальное задание)

Контрольные вопросы:

1. Основные требования к чертежной бумаге
2. Требования к карандашам, виды карандашей
3. Как рассчитать размер чертежного шрифта № 14? (высота прописных и строчных букв, расстояние между буквами, расстояние между основаниями строк, расстояние между словами, толщина букв).

Графическая работа № 2

«Соблюдение стандартов толщины линий при построении изображений детали в графическом редакторе»

Цель работы:

Аккуратное и правильное проведение построений линий при построении видов детали с технического рисунка, рис.1.

Указания по выполнению работы:

Начинайте работу с определения места расположения изображения на поле чертежа. Затем нанесите штрихпунктирные осевые и центровые линии. От них ведите остальные построения. Работу выполняйте тонкими линиями с последующей обводкой сплошной толстой линией. Невидимые части изображения проводите пунктирной линией. Выносные и размерные линии – тонкие основные. Размеры наносят над стрелками и слева от них.

Ход работы:

1. Оформите внутреннюю рамку и основную надпись чертежа в графическом редакторе
2. Начертите 3 проекции следующей детали в редакторе
3. Вставить чертеж в рамку

Контрольные вопросы:

1. В каких единицах выражены линейные размеры на чертежах?
2. Что такое габаритные размеры?
3. Как обозначают размеры для справок?

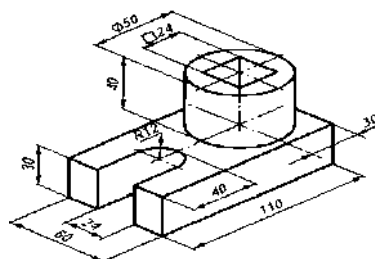


Рисунок 1.

1.2. Применение информационных технологий в профессиональной деятельности

Сегодня информацию рассматривают как один из основных ресурсов развития общества, а информационные системы и технологии как средство повышения производительности и эффективности работы людей. Человеку

любой сферы деятельности, в которой используются информационные ресурсы для эффективной работы нужно знать:

- что собой представляют информационные ресурсы по существу;
- как и из чего формируются информационные системы;
- как сопровождаются процессы развития информационных систем;
- как эффективно использовать информационные системы;
- как обеспечить защищенность информационных ресурсов.

Информационная культура – умение целенаправленно работать с информацией и использовать для ее получения, обработки и передачи компьютерную информационную технологию, современные технические средства и методы. Для свободной ориентации в информационном потоке человек должен обладать информационной культурой как одной из составляющих общей культуры.

В современных ИС компьютеры обеспечивают оборудование для хранения и изготовления информации, но компьютеры - только часть информационной системы.

Телекоммуникации – дистанционная передача данных на базе компьютерных сетей и современных технических средств связи.

Бурное развитие компьютерной техники и информационных технологий послужило толчком к развитию общества, построенного на использовании различной информации и получившего название информационного общества.

Технические средства - персональный компьютер: назначение, принципы работы основных устройств.

Программное обеспечение

Организация файловой структуры операционной системы. Организация дисков, каталогов и подкаталогов. Файл: понятие, назначение, полное имя, указание пути к файлу, работа с файлами.

Сервисные программы: архиваторы, антивирусные программы, их назначение.

Прикладное программное обеспечение, назначение, общая характеристика, виды (текстовый редактор, электронные таблицы, базы данных, профессиональные пакеты программ). Выбор программного обеспечения для профессиональной деятельности./

Операционная система - комплекс программ, находящихся в памяти компьютера, организующий управление устройствами компьютера и ее взаимодействие с пользователем (интерфейс). В ОС входят следующие программы: стартовая программа, диспетчер, редакторы, загрузчики (для ввода программ в ОЗУ), файловая система, административная система (учет ресурсов), а так же базовое программное обеспечение.

Операционная система (ОС) обеспечивает:

- загрузку в оперативную память и выполнение всех программ;
- управление ресурсами компьютера (оперативной памятью, процессорным временем, файловой системой, внешними устройствами);

– диалог пользователя с компьютером (*интерфейс*).

Интерфейс - это совокупность средств и правил, которые обеспечивают взаимодействие устройств, программ и человека.

В зависимости от объектов взаимодействия интерфейс определяют как *пользовательский, аппаратный, программный*.

Компьютерные вирусы. Антивирусные программы

Компьютер работает под управлением программ (программного обеспечения). Но программы пишут программисты и у некоторых из них появляется желание придумать что-то эдакое. Иногда это имеет зловещую направленность. Так появились программы, которые, не спрашивая ничего разрешения, запускались, копировались в разные места диска и "заражали" другие программы. С этого момента нужно начинать разговор о "компьютерных вирусах".

Компьютерным вирусом называется программа, которая способна создавать свои копии (не обязательно полностью совпадающие с оригиналом) и внедрять их в различные объекты, ресурсы компьютерных систем и сетей без ведома пользователя.

Компьютерные вирусы имеют три задачи - заразить, выполнить, размножиться. Заражается компьютер "снаружи", когда человек запускает на исполнение некую программу, которая либо заражена вирусом, либо сама является вирусом.

Поведение вирусов разнообразно. Некоторые вирусы просто "осыпали" буквы с экрана монитора или рисовали безобидные рисунки. Такие вирусы считаются безвредными. Другие могут переименовывать файлы на диске, стирать их. Эти гораздо опаснее. А вирус "Win95.CIH" может испортить микросхему BIOS компьютера. Вирус размножается, дописывая себя везде, где имеет шанс выполниться. Есть вирусы, которые достаточно один раз запустить, после чего они постоянно при загрузке компьютера активно включаются в работу и начинают заражать все файлы. Так как все больше людей использует Интернет, то последний все чаще становится рассадником заразы. В последнее время широко распространился вид почтовых вирусов.

Троянские программы отличаются от вирусов тем, что они вместо разрушительных действий собирают и отправляют по известным им адресам пароли и другую секретную информацию пользователя. Такая программа может давать злоумышленнику полный доступ к вашим программам и данным.

Широко используются *антивирусы* - программы, призванные обнаруживать и удалять известные им "нехорошие программы". Наиболее представительными являются DrWeb, Antiviral Toolkit Pro (AVP). При использовании таких программ самое главное - постоянное обновление антивирусных баз.

Архивация файлов. Архиватор - это программа, которая сжимает файл или группу файлов в один *архивный* файл с целью уменьшения их размера.

При этом не теряется ни бита информации, и любой файл можно из архива извлечь.

Наиболее известные архиваторы - это архиваторы ZIP, ARJ, RAR. Архив имеет такое же расширение, что и архиватора. Например, расширение файла archive.rar говорит о том, что он был создан с помощью архиватора RAR.

Прикладное программное обеспечение - это комплекс программ, предназначенный для разработки и выполнения *конкретных* задач (приложений) пользователя.

Различают следующие типы прикладного ПО:

- общего назначения;
- автоматизированного проектирования;
- офисные ППП;
- методо-ориентированное ПО;
- проблемно-ориентированное ПО;
- ПО для глобальных сетей;
- ПО для организации (администрирования) вычислительного процесса.

Контрольные вопросы

1. Что определяет понятие информационная культура?
2. Что такое интерфейс?
3. Что такое компьютерный вирус?
4. Определение телекоммуникации.
5. Что обеспечивает операционная система?

1.3. Разработка и оформление конструкторской документации с использованием информационных технологий

1.3.1. Оформление текстовой информации

Редактор Word: назначение, порядок работы, элементы окна, обзор меню, панели инструментов, сохранение файла на диске, открытие существующего документа. Выделение текста с помощью клавиатуры и мыши, прокрутка текста, перемещение и копирование фрагмента с помощью буфера обмена, копирование и встраивание объектов. Форматирование текста: обрамление и заполнение, разбивка текста на колонки, использование сносок, примечаний, автотекста, вставка колонтитула, создание списков и буквы. Проверка орфографии и лексики. Вывод текста на печать, управление диспетчером печати.

Использование возможностей редактора Word в профессиональной деятельности. Использование средств электронной цифровой подписи.

Редактор Word.

Общее название программных средств, предназначенных для создания, редактирования и форматирования простых и комплексных текстовых

документов – текстовые процессоры. В настоящее время наибольшее распространение имеет текстовый процессор Microsoft Word.

Возможности Word

Любой текст, набранный в Word, называется документом. Каждый документ получает свое имя. Все документы хранятся в папках (папки также имеют названия). Word позволяет создавать *таблицы* в тексте, которые можно всячески видоизменять, а также проводить все возможные операции с ячейками таблицы. Word поддерживает работу с *графикой*. Встроенный *редактор формул* позволяет создавать самые сложные математические и химические формулы.

Кроме всего перечисленного в Word имеется множество дополнительных функций, ускоряющих и облегчающих работу с текстами.

Создание и сохранение документов в MS Word

Для того чтобы создать документ, необходимо выполнить следующие операции:

1. Ввод текста.
2. Редактирование текста.
3. Форматирование символов.
4. Форматирование абзацев.
5. Вставка иллюстраций.
6. Вставка сносок.
7. Вставка колонтитулов.
8. Форматирование страниц.

Сохранение документа

Для сохранения документа надо дать имя файлу, а также определить, в какой папке и на каком диске он будет записан, есть возможность автоматически сохранять документы с определенным пользователем временным интервалом.

Редактирование документа

Под редактированием подразумевается внесение каких-либо изменений в существующий документ.

На заключительном этапе редактирования возможно выполнение переноса слов, позволяющего более компактно расположить текст в документе.

1.3.2. Оформление табличных данных и работа в Excel

Электронные таблицы Excel: назначение, использование в профессиональной деятельности, введение, элементы окна, обзор меню, панели инструментов, сохранение файла на диске, открытие существующего документа. Редактирование данных: копирование, перемещение, вставка строк и столбцов, работа с листами и книгами.

Табличные вычисления в Excel: назначение, порядок работы (ввод формул, автозаполнение, автосуммирование, использование логических

функций, относительные и абсолютные ссылки); использование для выполнения учетно-отчетных операций профессиональной направленности.

Автоматизация вычислений в калькуляционных картах.

Визуализация результатов табличных вычислений: создание и редактирование графиков и диаграмм.

Сканирование. Программа Adobe Photoshop

Программа Adobe Photoshop: функциональное назначение, возможности. Сканирование объектов. Процедуры по корректровке изображений (кадрирование, изменение масштаба, работа с палитрой и т.д.). Сохранение файлов.

Программа распознавания текста Fine Reader

Программа Fine Reader: назначение и возможности программы. Работа с блоками: автоматическое и ручное выделение блоков, сегментация части изображения.

Программа создания презентаций Power Point

Подготовка презентации (товара, услуги, фирмы и т.д.), с использованием данных профессиональной направленности и возможностей других программ.

Работа с базами данных

Базы данных: понятие, назначение, виды. Система управления базами данных. *Microsoft Access* – это пакет программного обеспечения для управления базами данных, который позволяет создавать сложные базы данных и управлять ими. Программа Microsoft Access устроена так, что каждый начинающий пользователь сумеет построить базу данных и управлять ею, т.е. выполнить следующее:

1. Быстро начать новую базу данных.
2. Создать таблицу «с нуля».
3. Добавить или отредактировать информацию в базе данных.
4. Управлять данными из нескольких таблиц.

Создание базы данных

Создание пустой базы данных

Для создания пустой базы данных необходимо выполнить следующее:

1. Откройте окно программы Access
2. Выберите в области задач пункт «Новая база данных».
3. Воспользуйтесь раскрывающимся списком «Папка
4. Для создания файла базы данных, щёлкните на кнопке «Создать».

Общая характеристика, особенности построения глобальной сети

Internet

Интернет представляет собой глобальную компьютерную сеть, соединяющую отдельные сети. Интернет обеспечивает обмен информацией между всеми компьютерами, которые входят в сети, подключенные к ней. Тип компьютера и используемая им операционная система значения не имеют.

В Интернете используются два основных протокола: межсетевой протокол IP и протокол управления передачей TCP, который отвечает за правильную доставку пакета. Так как эти протоколы взаимосвязаны, обычно говорят о протоколе TCP/IP.

Основные ячейки Интернет — локальные вычислительные сети. Существуют также компьютеры, самостоятельно подключенные к Интернету. Они называются хост-компьютерами.

Каждый подключенный к сети компьютер имеет свой адрес, по которому его может найти абонент из любой точки света. К адресам станций предъявляются специальные требования. Адрес должен иметь формат, позволяющий вести его обработку автоматически, и должен нести информацию о своем владельце. С этой целью для каждого компьютера устанавливаются два адреса: цифровой IP-адрес и доменный адрес. Первый из них более понятен компьютеру, второй — человеку. Оба эти адреса могут применяться равноправно.

Цифровой адрес имеет длину 32 бита. Он разделяется точками на 4 блока по 8 бит каждый, которые можно записать в виде десятичного числа, не превышающего значение 255. Адрес содержит полную информацию, необходимую для идентификации компьютера. Два блока определяют адрес сети, третий — адрес подсети и четвертый — адрес компьютера внутри заданной сети.

Доменный адрес определяет область, представляющую ряд хост-компьютеров. Этот адрес читается в обратном порядке: вначале указывается имя компьютера, а затем имя сети, в которой он находится. Для упрощения связи абонентов сети все ее адресное пространство разбито на отдельные области — домены. В системе адресов Интернета приняты домены, представленные географическими регионами. Они имеют имя, состоящее из двух букв. Существуют домены, разделенные по тематическим признакам. Такие домены имеют трехбуквенное сокращенное название.

Компьютерное имя включает как минимум два уровня доменов. Уровни отделяются друг от друга точкой. Слева указывается домен верхнего уровня. Все имена, находящиеся слева, — поддомены общего домена. Для адресации отдельных пользователей в сети их регистрационные имена указываются слева от имени компьютера. После имени пользователя ставится знак @. В Интернете могут использоваться не только имена отдельных людей, но и имена групп.

Для обработки пути поиска в доменах имеются специальные серверы имен. Они преобразуют доменное имя в специальный цифровой адрес.

1.3.3. Оформление чертежей и схем в графических редакторах

Среди программных решений в области черчения есть разница между различными приложениями. Какие-то из них обладают большим количеством функций, подходящих профессионалам. Другие программы

могут похвастаться простым внешним видом, который отлично подойдет новичкам в черчении. Самые распространенные программы:

- КОМПАС-3D
- AutoCAD
- NanoCAD
- FreeCAD
- ABViewer
- QCAD
- A9CAD
- Ashampoo 3D CAD Architecture
- TurboCAD
- VariCAD
- ProfiCAD.

КОМПАС-3D является аналогом AutoCAD от российских разработчиков. Приложение обладает обширным количеством инструментов и дополнительных функций и подойдет профессионалам, работающим с проектированием оборудования, зданий и т.п. Новичкам также не составит труда разобраться в работе с КОМПАС-3D.

Программа подойдет как для черчения электрических схем, так и для черчения домов и других сложных объектов. КОМПАС-3D поддерживает объемное 3D моделирование, что видно по самому названию программы. Это позволяет представить созданные проекты в более наглядном виде.

AutoCAD – это самая популярная программа для черчения схем, домов мебели и т.п. Именно она задает стандарты в области инженерного проектирования на компьютере. Современные версии приложения содержат просто впечатляющее количество инструментов и возможностей для работы с чертежами. Параметрическое моделирование ускоряет процесс создания сложных чертежей в несколько раз.

Программа способна работать с 3D проектированием. Кроме этого присутствует возможность задать освещение и текстуру объектам. Это позволяет создать реалистичную картинку для представления проекта. Минусом программы является отсутствие бесплатной версии. Пробный период составляет 30 дней, как и у КОМПАС-3D.

NanoCAD – это простая программа для черчения. Она во многом уступает предыдущим двум решениям, но отлично подойдет для новичков и обучения черчению на компьютере. Несмотря на простоту в ней все же есть возможности 3D моделирования и изменения объектов через параметры. К преимуществам относятся простой внешний вид приложения и интерфейс на русском языке.

FreeCAD - это бесплатная программа для черчения. Бесплатность в данном случае является главным преимуществом перед другим аналогичным программным обеспечением. В остальном программа уступает схожим приложениям: меньше инструментов для рисования, меньше

дополнительных функций. FreeCAD подойдет новичкам и студентам, которые ходят на занятия по черчению.

ABViewer – еще одно программное решение в области черчения. Отлично показывает себя в качестве программы для черчения мебели и разнообразных схем. С ее помощью вы без труда нарисуете чертеж, добавите выноски и спецификацию.

QCAD – это бесплатная программа для черчения. Она уступает платным решениям наподобие AutoCAD, но вполне сойдет в качестве бесплатной альтернативы. Программа способна преобразовывать чертеж в формат PDF и работать с форматами, поддерживаемыми другими приложениями для черчения. В целом QCAD является неплохой заменой платным программам типа AutoCAD, NanoCAD и КОМПАС-3D.

A9CAD - Если вы только начинаете работать с черчением на компьютере, то обратите внимание на программу A9CAD. Это очень простая и бесплатная программа для черчения. Простой интерфейс позволит вам без труда сделать первые шаги в черчении и создать свои первые чертежи. После этого можно перейти к более серьезным программам типа AutoCAD или КОМПАС-3D. Плюсы – простота использования и бесплатность. Минусы – сильно ограниченный набор функций.

Ashampoo 3D CAD Architecture – программа для рисования чертежей, предназначенная для архитекторов. В данной системе автоматизированного проектирования присутствуют все необходимые инструменты для создания двухмерных и трехмерных чертежей зданий и планов помещений. Благодаря удобному интерфейсу и широкому функционалу будет прекрасным выбором для людей, связанных с архитектурой.

Программа *TurboCAD* предназначена для создания чертежей различных объектов, как двухмерных, так и объемных. По своему функционалу весьма схожа с AutoCAD, хотя и обладает лучшими возможностями визуализации трехмерных объектов.

VariCAD - система автоматизированного проектирования, как и другие подобные программы, предназначена для создания чертежей и объемных моделей. Данная программа, ориентированная, в первую очередь, на людей, связанных с машиностроением, имеет некоторые крайне полезные возможности, такие как, например, вычисление момента инерции изображенного на чертеже объекта.

ProfiCAD – программа для рисования чертежей, предназначенная для специалистов в области электроснабжения.

В данной САПР присутствует огромная база заготовленных элементов электросхем, что существенно облегчит создание подобных чертежей. В ProfiCAD, как и в VariCAD существует возможность сохранить чертеж в виде изображения.

Вот вы и познакомились с основными программами для черчения на компьютере. Используя их, вы легко и быстро нарисуете чертеж для любых

целей, будь то курсовая, дипломная работа для или проектная документация для строящегося здания.

Программы схемотехнического моделирования Multisim

Программа схемотехнического моделирования Multisim предназначена для выполнения электрических, электронных, радиотехнических схем и выполнения исследований схем отдельных узлов электронной и цифровой аппаратуры связи.

NetCracker - это система, которая представляет собой CASE-средства автоматизированного проектирования, моделирования и анализа компьютерных сетей. Позволяет провести эксперименты, результаты которых могут быть использованы для обоснования выбора типа сети, сред передачи, сетевых компонент оборудования и программно-математического обеспечения. Программные средства NetCracker позволяют выполнить сбор соответствующих данных о существующей сети без останова ее работы, создать проект этой сети и выполнить необходимые эксперименты для определения предельных характеристик, возможности расширения, изменения топологии и модификации сетевого оборудования с целью дальнейшего ее совершенствования и развития.

Контрольные вопросы

1. Возможности редактора Word.
2. Назначение и использование в профессиональной деятельности таблиц Excel.
3. Порядок оформления табличных данных.
4. Основные правила сохранения данных.
5. Каковы отличительные особенности реляционной базы данных?
6. Как использовать окно конструктора таблиц для создания таблицы с нуля?
7. Для чего служат связи между таблицами? Как создать связи между таблицами?
8. Как осуществить сортировку и фильтрацию данных?
9. Основные правила оформления чертежей в графических редакторах.

1.3.4 Практические работы

Практическая работа №1

Работа в Microsoft Word

Цель работы: закрепление навыков работы с текстовыми документами

Основные инструменты форматирования размещены на ленте вкладки "Главная":

- ✓ Буфер обмена
- ✓ Шрифт
- ✓ Абзац

- ✓ Стили
- ✓ Редактирование

Задание №1.

Набрать в столбик 10-15 терминов, относящихся к информатике, применить к ним различные сочетания свойств окна Шрифт. Использовать:

- ☞ различные типы шрифтов,
- ☞ различный размер,
- ☞ цвет,
- ☞ заливку,
- ☞ начертание (жирный, курсив, подчеркнутый),
- ☞ видоизменение шрифта (в диалоговом окне «Шрифт», например зачеркнутый, с тенью и др.),
- ☞ различные виды подчеркивания.

Примечание: для того, чтобы применить сочетание свойств к слову (сочетанию слов, абзацу), необходимо предварительно выделить необходимый фрагмент текста.

Задание №2.

1. Скопируйте в свою папку файл «Текст». Откройте его.
2. Выделите первое четверостишие, откройте диалоговое окно «Абзац» - нажать на значок со стрелочкой в нижнем правом углу блока Абзац. На вкладке Отступы и интервалы установите выравнивание по центру. Первое четверостишие будет выровнено по центру.
3. Второе четверостишие выровнять по левому краю, третье – по правому краю, четвертое – по ширине.
4. Установить значение отступа слева для четверостиший следующим: Первое – отступ 1см;
Второе – отступ 2см;
Третье – отступ 3 см;
Четвертое – отступ 4 см.
5. Установить значение междустрочного интервала для четверостиший следующим:
Первое – полуторный;
Второе – двойной;
Третье – минимум, значение – 20 пт;
Четвертое – точно, значение – 5пт.

Оформление страниц

После создания нового документа рекомендуется сразу установить параметры страницы (если стандартные установки не подходят для решения задачи). Создать фон страницы.

Создать колонтитулы и вставить нумерацию страниц.

Задание №3.

Создайте 3 страницы со следующими характеристиками:

- Вторая страница имеет зеркальные поля, альбомную ориентацию, первая и третья страницы имеют книжную ориентацию;

– Вторая страница содержит текст (фрагмент из лабораторной работы), размещённый в трёх колонках;

– Существует нумерация страниц «Внизу страницы»;

– Вторая страница зелёного цвета содержит подложку с надписью «Копировать не разрешается».

– Только третья страница имеет колонтитул «Лабораторная работа».

Индивидуальное задание

1. Показать выполнение Задания 1, Задания 2, Задания 3 (см. выше).

2. Оформить титульную обложку для курсовой работы по образцу:

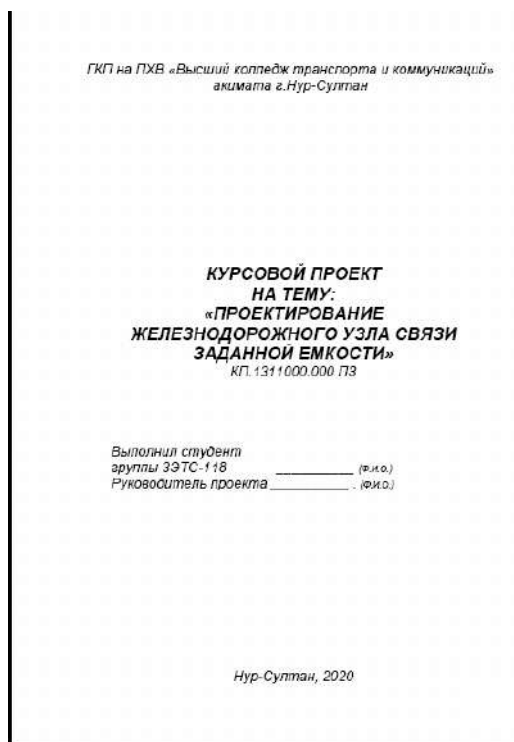


Рисунок1 Образец титульного листа

Практическая работа №2

Работа с графическими

элементами

Цель работы: закрепление навыков работы с графическими элементами

Инструменты для работы с графикой находятся на панели "Иллюстрации" ленты "Вставка".

Индивидуальное задание

Создать плакат «Практическая работы в MS Word» (использовать текст из документа *Практическая работ в MS Word .doc*), содержащий:

1. Графические примитивы
2. Надписи
3. Объекты SmartArt
4. Рисунки
5. Объекты WordArt
6. Клипы.

Практическая работа 3

Вставка и редактирование формул

Цель работы: Вызов формульного редактора Equation Editor. Ввод и редактирование математических формул.

Вставка формул.

Вставка формул в редакторе WORD осуществляется с помощью формульного редактора.

Вызов формульного редактора Equation Editor из Word можно осуществить следующей последовательностью действий:

- поместите курсор в то место, где должна быть вставлена формула;

- в меню "вставка" выберите команду "объект";

- выберите закладку "создание";

В окне "тип объекта" выберите "Microsoft Equation 3.0 (2.0)".

В результате вызова Редактора формул на экране появляется панель инструментов, состоящая из двух рядов пиктограмм. В первом ряду расположено 10 пиктограмм, за каждой из которых находится группа символов (математические операции, греческие символы и т. д.) Во втором ряду находятся пиктограммы для вызова шаблонов наиболее распространенных структурных формул (матрицы, суммы и т. д.). Кроме того главное меню Word заменяется на меню редактора математических формул.

Меню *Файл* содержит обычные для этого пункта команды работы с файлами, печати документа и т. п.

В формулу можно добавлять новые элементы, удалять их или изменять.

Задание 1.

С помощью формульного редактора Equation Editor наберите формулу:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \mu}{\sigma} \right)^2$$

Рисунок 1 Математическая формула

Сохраните формулу в файле.

Задание 2.

Наберите систему линейных уравнений в матричной записи в виде:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix}$$

Рисунок.2. Матричная запись системы уравнений

Практическая работа № 4

Создание и форматирование таблиц

Цель работы: выработка устойчивых навыков работы с таблицами

1. Запустите текстовый процессор
2. Создайте новый документ

3. Выполните команду: вкладка ленты *Вставка* ► панель инструментов *Таблицы* *Задайте число строк и число столбцов таблицы*. Заполните ячейки таблицы данными.

4. Установите параметры: подпись – *таблица*, положение – *над выделенным объектом*. Сопроводите таблицу заголовком: *Автобусные маршруты*.

5. Вставьте еще несколько строк в таблицу. Для этого поместите курсор в таблицу и выполните команду *Работа с таблицами* вкладка ленты *Макет* панель инструментов *Строки и столбцы* Заполните ячейки таблицы данными.

6. Вставьте в таблицу еще один столбец справа и назовите его *Цена билета*. Заполните ячейки.

7. Вставьте еще два столбца: *Количество проданных билетов* и *Общая стоимость*. Установите автоматическую расстановку переносов

8. Посчитайте *Общую стоимость* и сумму в ячейке *Адрес* ячейки содержит имя столбца и номер строки .

9. Постройте диаграмму, показывающую количество проданных билетов на различные маршруты. Вставьте базовую диаграмму .. Замените содержимое базовой таблицы содержимым своей таблицы.

10. Создайте таблицу «Заработная плата сотрудников». На основе данных таблицы создайте: диаграмму, показывающую заработную плату каждого сотрудника и - круговую диаграмму, отражающую зависимость заработной платы сотрудников от занимаемой должности. .

Практическая работа №5

Работа с формулами. Интерфейс Microsoft Excel

1. Изучить опции меню.

2. Просмотреть назначение кнопок на закладках «Главная», «Вставка», «Разметка страницы», «Формулы».

3. Найти строку формул.

4. Изучить элементы окна документа.

Перемещение указателя ячейки (активной ячейки):

1. в начало строки (HOME);

2. в начало таблицы (CTRL+HOME);

3. в последнюю заполненную ячейку (CTRL+END);

4. с помощью мыши.

Выделение различных диапазонов:

1. прямоугольного диапазона: выделить первую ячейку / перетаскивание мышью или выделить первую ячейку/ на последней ячейке SHIFT+ щелчок;

2. столбцов (строк): щелчок на имени столбца (строки) / перетаскивание (для нескольких столбцов (строк);

3. всей таблицы: щелчок на кнопке в верхнем левом углу таблицы;

4. несмежных диапазонов: выделить первый диапазон/ выделить следующий при нажатой *CTRL*

Обратить внимание на:

Элементы выделенного диапазона.

Ввод и редактирование данных.

Установка ширины столбцов.

Использование автозаполнения.

Ввод формул для ячеек смежного и несмежного диапазона.

Копирование формул на смежные и несмежные ячейки.

Копирование листов.

Индивидуальное задание

Задание 1

Подготовить электронный журнал, включающий сведения по одной дисциплине. Предусмотреть 15 оценок в семестр, средние баллы за год для 10 обучающихся, средний балл группы за семестр и за год, при этом расчет средних баллов за семестр и за год осуществлять строго по формулам!

Ввод оценок осуществлять различными способами.

Задание 2

Заполнить журнал по трем предметам, выполнив копирование таблицы на Лист2, Лист3. Изменить имена листов в соответствии с дисциплинами.

Задание 3

Для электронного журнала получить итоговую таблицу по дисциплинам для группы. Таблица должна содержать информацию о средних баллах класса за семестр, за год по всем дисциплинам. Таблицу разместить на Листе 5.

Практическая работа №6

Работа со списками в Excel

Цель работы: выработка устойчивых навыков по созданию и работе со списками в Excel

В Excel имеются средства для обработки данных, организованных по принципу баз данных – функции списка, основные операции которых – сортировка данных и поиск определенной информации.

Excel имеет даже некоторые преимущества по сравнению с другими программами, предназначенными для работы с БД. Например, найденные значения в списке можно включить в вычисления, построить на их основе диаграмму.

Excel распознает списки автоматически при правильной их организации: отдельные записи должны быть однородны по строкам и/или столбцам. При автоматическом определении признаком конца области является пустая строка. Обычно Excel принимает первую (верхнюю) строку в качестве строки названий. Данные этой строки исключены из обрабатываемой области списка.

Задание 1

На отдельном листе электронного журнала группы оформить таблицу, содержащую данные об обучающихся. Таблица должна содержать: номер, фамилию, имя, дату рождения, город рождения, домашний телефон (установите формат ячеек – текстовый), успеваемость.

Задание 2

Выполнить различные виды сортировок списка, открыв диалоговое окно, сортировка диапазона: Данные/ Сортировка и фильтр.

Задание 3

С помощью фильтра создать список отличников и скопировать его в отдельное место рабочего листа. В отдельном месте создать список всех, родившихся летом.

Создать список хорошистов и отличников, которые родились зимой (в один и тот же год).

Создать список всех учеников, родившихся в одном городе.

Создать список, содержащий сведения об обучающихся, родившихся в одном городе и имеющих телефон, начинающийся с первых двух одинаковых цифр.

Практическая работа 7

Правила создания презентаций

Цель работы: закрепление навыков в составлении презентации

Задание: оформить презентацию по заданию преподавателя.

1. Оформление титульного (первого) слайда.

- название учебного заведения.
- тема презентации;
- фамилия, имя и отчество докладчика, номер группы;
- фамилия, имя и отчество руководителя;
- дата создания презентации.

2. Второй слайд – план презентации.

Правильное планирование - залог успешной презентации. Структура и дизайн презентации состоит из набора сообщений, то каждый слайд представляет собой информационный блок. Выделим основные рекомендации по созданию информационных блоков:

1. Размер одного информационного блока должен составлять не более 1/2 размера всего слайда, на нем обязательно должно оставаться свободное пространство. Информационный блок должен быть представлен разнотипной информацией, например, текстом, графиком, таблицей, инфографикой, иллюстрацией, которые дополняют друг друга.

2. Важно сделать акцент на основных элементах, словосочетаниях, которые являются ключевыми в блоке.

3. Располагать информационные блоки необходимо горизонтально, если они связаны какими-то причинно-следственными связями, то можно использовать "пространственные", например, круговые, вертикальные или иные схемы.

4. Важнее то, как выделена информация, чем где она располагается.
5. Логика каждого информационного блока должна соответствовать плану презентации.
6. В презентациях Power Point не рекомендуется использовать шрифт менее 14. Нет заглавным буквам на слайдах! Одни из причин: во-первых, сложно воспринимается визуально, во вторых в интернете и не только воспринимается как крик или повышенный тон.
7. Меньше слов, больше графики и схем. Но избегать в презентации рисунков или образов, не несущих смысловой нагрузки.
8. Цветовое решение схем и графических изображений не должен резко контрастировать с общим стилевым оформлением слайда. Все имеющиеся в презентации Power Point иллюстрации или фото рекомендуется сопровождать пояснительным текстом.
9. В презентации используются один, максимум два шрифта.
10. Не делать слайды, «набитые» фотографиями. Каждый слайд должен, по-возможности, делать фокус только на одном элементе - будь то фотография, видео или график.
11. Тексты должны читаться!
3. Последний или предпоследний слайд: Заключение по теме.

Вывод: освоив основные положения по созданию, редактированию текстовых документов, обучающиеся смогут быстро и грамотно создавать разнообразные отчетные работы по ходу обучения, а главное, в условиях производственной деятельности грамотно оформлять любую техническую и отчетную документацию. Навыки работы в графических редакторах и с программами схмотехнического моделирования помогут в становлении их как технически грамотных специалистов в условиях современного технологического процесса на железнодорожном транспорте.

Дополнительная литература

1. Стасышин В.М., Стасышина Т.Л. Базы данных, технологии доступа,., 2019
2. . Антошин, М.К. Учимся рисовать на компьютере . - М.: йрис, 2016.
3. Михеева, Е.В. Информатика. учебник для студ.учреждений средн. проф. образования . М.: Издательский центр «Академия», 2016.
4. Михеева, Е.В. Практикум по информатике . учеб. пособие для студентов средн. професс. Образования.- М.: «Академия», 2013.
5. Антипенский, Р. В. Схмотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств .М.: Техносфера, 2007
6. Ханов Г.В., Безрукова Т.В., 3D моделирование в инженерной графике, 2015.
7. Конышева Г. В. "Техническое черчение. 2012.

РАЗДЕЛ 2 ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ С РАСЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков для понимания физических основ работы, устройства и применения электрических, электронных и цифровых приборов в технике связи. А также приобретение начальных навыков работы с аппаратурой связи.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для схемотехнического моделирования: AutoCAD, NanoCAD, Multisim, NetCracker и другие программы; лабораторное оборудование для проведения лабораторных работ по схемотехнике.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 2.1. Основные законы и свойства электрических и магнитных цепей
- 2.2. Цепи постоянного и переменного тока
- 2.3. Линейные, нелинейные цепи
- 2.4. Устройство, принцип действия, основные технические параметры, маркировка, условные обозначения и область применения различных полупроводниковых приборов
- 2.5. Принцип построения схем усилительных каскадов, импульсных устройств, источников питания, преобразовательных устройств
 - 2.5.1 Принцип построения усилителей, импульсных устройств
 - 2.5.2. Принцип построения источников питания
- 2.6. Принцип работы основных цифровых устройств
- 2.7. Электронные устройства, применяемые в технике связи
- 2.8. Основы электроизмерений и стандартизации
 - 2.8.1 Государственная система стандартизации РК. Ведомственная служба стандартизации в системе транспорта и коммуникации. Общетеchnические стандарты
 - 2.8.2 Понятие о метрологии и единицах измерения. Виды и методы измерений. Система единства измерений
 - 2.8.3. Измерительные приборы
 - 2.8.4. Измерения электрических параметров, измерения не электрических параметров электрическими методами

2.1. Основные законы и свойства электрических и магнитных цепей

Электрической цепью называется совокупность электротехнических устройств, образующих путь для прохождения электрического тока.

К электротехническим устройствам относятся:

- источники электромагнитной энергии (генераторы) или источники электрической энергии (гальванические элементы, аккумуляторы);
- приемники или потребители;
- устройства передачи и преобразования электрической энергии (кабели, провода и трансформаторы).

Обозначения элементов электрической цепи на рис.2.1.1

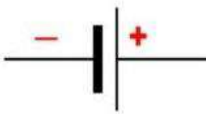

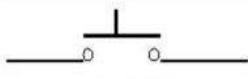

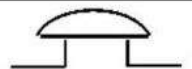
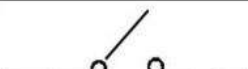



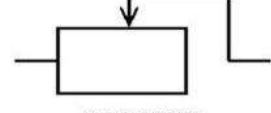
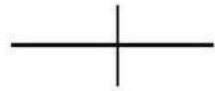
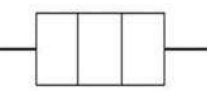

источники	потребители	управляющие элементы	провода
 гальванический элемент	 лампочка	 кнопка	 соединение проводов
	 звонок	 ключ	 клеммы
 батарея элементов	 резистор	 реостат	 пересечение проводов
	 нагревательный элемент	 предохранитель	

Рисунок 2.1.1. - Обозначения элементов электрической цепи

Поддерживать в проводниках постоянный электрический ток можно лишь в том случае, если создана замкнутая цепь из проводников и в этой цепи есть источник тока, называемый генератором, [25].

К химическим источникам тока относят гальванические элементы и аккумуляторы. В них заряды переносятся в результате химических реакций. При этом в гальваническом элементе реагенты расходуются необратимо, а в аккумуляторе они могут восстанавливаться путем пропускания через аккумулятор электрического тока противоположного направления от других источников.

Источники электрической энергии относятся к группе активных элементов электротехнических устройств. Если $R_0=0$ и электродвижущая сила (ЭДС) $E=\text{const}$, то источник называется идеальным. Аккумуляторная батарея по своим параметрам близка к идеальному источнику ЭДС. А к группе пассивных элементов относятся: активное сопротивление R , индуктивность L и емкость C , [25].

В электротехнических устройствах одновременно протекают следующие процессы.

В активном сопротивлении в соответствии с законом Джоуля - Ленца происходит преобразование электрической энергии в тепло, [21].

Мощность, по определению равна отношению работы к промежутку времени, за который эта работа совершается. Следовательно, активна мощность тока для участка цепи:

$$p = A/t = ui \quad (2.1.1)$$

Общая активная мощность, вырабатываемая генератором, равна:

$$P = I^2 R, \quad (2.1.2)$$

где R- полное сопротивление замкнутой цепи, называемое омическим или активным.

Это и есть закон Джоуля - Ленца.

Если нужно сравнить два резистора по характеру тепловых процессов, происходящих в них, то нужно предварительно выяснить: протекает ли по ним одинаковый ток или они находятся под одинаковым напряжением.

В этом случае зависимость напряжения на сопротивлении R от силы тока (вольт-амперная характеристика) будет называться линейной. Электрические цепи, в которые включены постоянные по величине сопротивления, также будут линейными, [21].

Энергия электромагнитного поля

Опыт показывает, что в контуре из двух электроламп, соленоида и реостата при отключении источника тока еще некоторое время течет электрический ток, причем сила тока со временем уменьшается от некоторого начального значения до нуля, [21].

Одновременно с током, как известно, исчезает и магнитное поле тока. Так как никаких других источников энергии, которые поддерживали бы электрический ток в контуре, нет, то остается предположить, что энергией обладает само магнитное поле.

Генри - это индуктивность соленоида, в котором при силе тока 1 А создается магнитный поток 1 Вб.

Зависимость потокосцепления от тока может быть постоянной (линейная зависимость) или нелинейной.

Накопление энергии происходит в электрическом поле конденсатора. Для количественного описания электрического тока используются две основные величины: сила тока и плотность тока. Единицей силы тока служит Ампер (А). Плотность тока измеряется в амперах на квадратный метр (А/м²).

Те или иные соединения элементов называются электрической цепью, а графическое изображение цепи - электрической схемой. Электрическая

схема показывает, как осуществляется соединение элементов рассматриваемой цепи. В электрической схеме соединения элементов образуют ветви, узлы, контуры.

Участок электрической цепи, по которому проходит ток одного и того же значения и направления, называется ветвью. Замкнутая электрическая цепь, образованная одной или несколькими ветвями, называется контуром, а место соединения трех или более ветвей - узлом. На схеме узел изображается точкой. Графическое изображение цепи называется электрической схемой.

Электрические цепи классифицируются: по роду тока (постоянный и переменный); по характеру элементов (линейные и нелинейные); по схемам соединения (простые и сложные).

Режимы работы электрических цепей

Электрические цепи и их элементы могут работать в различных режимах в отношении величин напряжений, токов и мощностей. Наиболее характерными являются номинальный и согласованный, а также режимы холостого хода (х.х) и короткого замыкания (к.з).

Номинальным режимом работы элемента электрической цепи считается режим, при котором он работает с номинальными параметрами.

Согласованным является режим, при котором мощность, отдаваемая источником или потребляемая приемником, имеет максимальное значение. Такое значение получается при определенном соотношении (согласовании) параметров электрической цепи.

Под режимом холостого хода понимается такой режим, при котором через источник или приемник не протекает электрический ток. При этом источник не отдает энергию во внешнюю часть цепи, а приемник не потребляет ее. Для двигателя это будет режим без механической нагрузки на валу.

Режимом короткого замыкания называется режим, возникающий при соединении между собой разноименных зажимов источника или пассивного элемента, а также участка электрической цепи, находящегося под напряжением, [21].

Структура электрических цепей

Электрические цепи - совокупность устройств и объектов, образующих путь электрическому току, электромагнитные процессы в которых можно описать с помощью понятий об электродвижущей силе, токе и напряжении.

Электрические цепи состоят из устройств для генерирования электрической энергии, передачи ее на расстояние и преобразования в другие виды энергии. Первые называют источниками электрической энергии, вторые - линиями электрической связи, а третьи - приемниками электрической энергии. Электрические цепи принято изображать электрическими схемами, в которых генерирующие и преобразующие устройства, а также соединяющие их линии электрической связи представлены условными графическими обозначениями.

Источники электрической энергии являются преобразователями энергии других видов в электрическую. К ним относятся: гальванические и аккумуляторные элементы, электромеханические генераторы, термопары, солнечные фотоэлементы, магнетогидродинамические генераторы, топливные элементы и другие преобразователи.

Эти источники осуществляют преобразование с к. п. д., меньшим единицы, и характеризуются электродвижущей силой, или э. д. с. E , внутренним сопротивлением $R_{вн}$, номинальным током $I_{ном}$. Э. д. с. является причиной, возбуждающей электрический ток в замкнутой электрической цепи. Единицей э. д. с. служит вольт (В). Э. д. с. можно измерить вольтметром при отключении от источника электрической энергии всех приемников, т. е. при отсутствии тока в нем.

Линии электрической связи, передающие электрическую энергию на расстояние, представляют собой линии электропередачи, электрические сети и другие устройства, которые при установившемся режиме характеризуются их сопротивлением, [21].

Приемники электрической энергии

Источники электрической энергии, а также приемники с присущей им э. д. с. (электрические двигатели, аккумуляторы в процессе заряда и др.) являются активными элементами, а линии электрической связи, соединительные провода и приемники без э. д. с. (резисторы, электрические печи, электроосветительные приборы и др.) - пассивными элементами. Резистор, являющийся пассивным элементом, предназначен для использования его электрического сопротивления в различных электрических цепях, рис.2.1.2.



Рисунок 2.1.2. - Простая электрическая цепь

Электрические цепи могут состоять из любого числа активных и пассивных элементов, которые входят в отдельные ветви, соединенные между собой узлами. В каждую ветвь, являющуюся участком цепи с одним и тем же током, входит один или несколько последовательно соединенных элементов, а в каждый узел - место соединения ветвей - сходятся не менее трех ветвей (рис. 2.1.3).

Любой замкнутый путь по нескольким ветвям электрической цепи называют **контуром**. В зависимости от числа контуров электрические цепи

относят к одноконтурным или многоконтурным, которые в свою очередь могут быть с одним или с несколькими источниками электрической энергии.

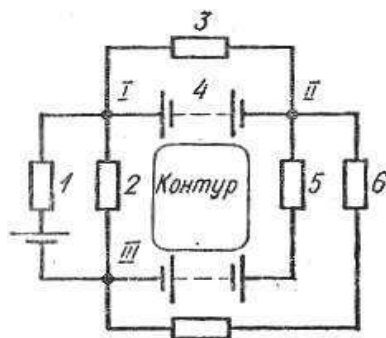
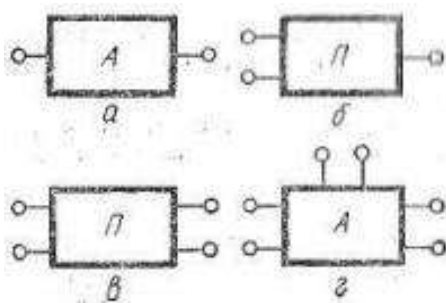


Рисунок 2.1.3. - Схема электрической цепи с шестью ветвями и тремя узлами

В многоконтурных электрических цепях можно выделить часть цепи с активными элементами - активную цепь, а также часть цепи с пассивными элементами - пассивную цепь, которые удобно изображать прямоугольником с буквой А или П посередине. В зависимости от числа выводов прямоугольника, внутри которого находятся выделенные элементы рассматриваемой части электрической цепи, соединенные между собой согласно принятой электрической схеме, его называют соответственно активным или пассивным двух-, трех-, четырех- или многополюсником (рис. 2.1.4., а, б, в, г).



а - активного двухполюсника, б - пассивного трехполюсника, в - пассивного четырехполюсника, г - активного шестиполюсника

Рисунок. 2.1.4. - Условные графические обозначения:

Топологические понятия электрических цепей

Те или иные соединения элементов R , L , C называются электрической цепью, а графическое изображение цепи - электрической схемой.

Электрическая схема показывает, как осуществляется соединение элементов рассматриваемой цепи. В электрической схеме соединения элементов образуют ветви, узлы, контуры. Участок электрической цепи, по которому проходит ток одного и того же значения и направления, называется

ветвью. Замкнутая электрическая цепь, образованная одной или несколькими ветвями, называется контуром, а место соединения трех или более ветвей - узлом. На схеме узел изображается точкой. Графическое изображение цепи называется электрической схемой, [21].

По топологическим особенностям электрические цепи подразделяют:

- на простые (одноконтурные), двухузловые и сложные (многоконтурные, многоузловые, планарные (плоскостные) и объемные);
- двухполюсные, имеющие два внешних вывода (двухполюсники и многополюсные, содержащие более двух внешних выводов (четырёхполюсники, многополюсники).

Источники и приемники (потребители) энергии с точки зрения теории цепей являются двухполюсниками, так как для их работы необходимо и достаточно двух полюсов, через которые они передают либо принимают энергию. Тот или иной двухполюсник называют активным, если он содержит источник, или пассивным - если он не содержит источник (соответственно, левая и правая части схемы).

Устройства, передающие энергию от источников к приемникам, являются четырехполюсниками, так как они должны обладать, по меньшей мере, четырьмя зажимами для передачи энергии от генератора к нагрузке. Простейшим устройством передачи энергии являются провода.

Элементы электрической цепи, обладающие электрическим сопротивлением и называемые резисторами, характеризуются так называемой вольт-амперной характеристикой - зависимостью напряжения на зажимах элемента от тока в нем или зависимостью тока в элементе от напряжения на его зажимах.

Если сопротивление элемента постоянно при любом значении тока в нем и любом значении приложенного к нему напряжения, то вольт-амперная характеристика прямая линия и такой элемент называется линейным элементом.

Электрическая цепь, электрическое сопротивление участков которой не зависит от значений и направлений токов и напряжений в цепи, называется линейной электрической цепью. Такая цепь состоит только из линейных элементов, а ее состояние описывается линейными алгебраическими уравнениями.



Рисунок 2.1.5 - Обобщенная эквивалентная схема электрической цепи

Если сопротивление элемента цепи существенно зависит от тока или напряжения, то вольт-амперная характеристика носит нелинейный характер, а такой элемент называется нелинейным элементом, [21].

Электрическая цепь, электрическое сопротивление хотя бы одного из участков которой зависит от значений или от направлений токов и напряжений в этом участке цепи, называется нелинейной электрической цепью. Такая цепь содержит хотя бы один нелинейный элемент.

При описании свойств электрических цепей устанавливается связь между величинами электродвижущей силы (ЭДС), напряжений и токов в цепи с величинами сопротивлений, индуктивностей, емкостей и способом построения цепи.

При анализе электрических схем пользуются следующими топологическими параметрами схем:

- ветвь - участок электрической цепи, вдоль которого протекает один и тот же электрический ток;
- узел - место соединения ветвей электрической цепи. Обычно место, где соединены две ветви, называют не узлом, а соединением (или устранимым узлом), а узел соединяет не менее трех ветвей;
- контур - последовательность ветвей электрической цепи, образующая замкнутый путь, в которой один из узлов одновременно является началом и концом пути, а остальные встречаются только один раз (рис.2.1.5).

Контрольные вопросы

1. Определение электрической цепи
2. Условные обозначения элементов электрической цепи
3. Закон Джоуля – Ленца
4. Многоконтурные электрические цепи
5. Топология электрических цепей
6. Принцип понятий: ветвь, узел, контур

2.2. Цепи постоянного и переменного тока

В одноконтурной *электрической цепи постоянного тока* ЭДС E , направленная внутри источника электрической энергии от отрицательного полюса к положительному, возбуждает ток I того же направления, который определяют по закону Ома для всей цепи:

$$I = E / (R + R_{вт}), \quad (2.2.1)$$

где R — сопротивление внешней цепи, состоящей из приемника и соединительных проводов, $R_{вт}$ — сопротивление внутренней цепи, в которую входит источник электрической энергии.

Если сопротивления всех элементов электрической цепи не зависят от значения и направления тока и ЭДС, то их, а также саму цепь, называют *линейными*.

В одноконтурной линейной электрической цепи постоянного тока с одним источником электрической энергии ток прямо пропорционален ЭДС и обратно пропорционален общему сопротивлению цепи (рис.2.2.6).

Из приведенной выше формулы следует, что $E - R_{вт}I = RI$, откуда $I = (E - R_{вт}I) / R$ или $I = U / R$, где $U = E - R_{вт}I$ является напряжением источника электрической энергии, которое направлено от положительного полюса к отрицательному.

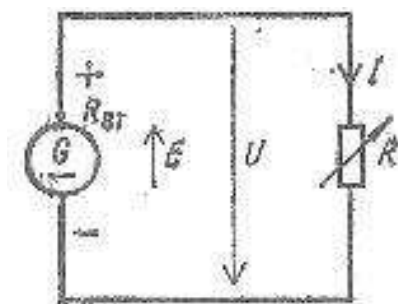


Рисунок 2.2.6 . - Схема одноконтурной электрической цепи постоянного тока

При неизменной ЭДС напряжение зависит только от тока, определяющего падение напряжения $R_{вт}I$ внутри источника электрической энергии, если сопротивление внутренней цепи $R_{вт} = \text{const}$.

Выражение $I = U / R$ является законом Ома для участка цепи, к зажимам которого приложено напряжение U , совпадающее по направлению с током I этого же участка.

Переменный ток, в отличие от тока постоянного, непрерывно изменяется как по величине, так и по направлению, причем изменения эти происходят периодически, т. е. точно повторяются через равные промежутки времени.

Чтобы вызвать в цепи такой ток, используются источники переменного тока, создающие переменную ЭДС, периодически изменяющуюся по величине и направлению. Такие источники называются генераторами переменного тока.

Используя явление электромагнитной индукции, можно получить переменную ЭДС и, следовательно, переменный ток.

Переменный ток для промышленных целей и для освещения вырабатывается мощными генераторами, приводимыми во вращение паровыми или водяными турбинами и двигателями внутреннего сгорания

Графическое изображение постоянного и переменного токов

Графический метод дает возможность наглядно представить процесс изменения той или иной переменной величины в зависимости от времени.

Построение графиков переменных величин, меняющихся с течением времени, начинают с построения двух взаимно перпендикулярных линий, называемых осями графика. Затем на горизонтальной оси в определенном масштабе откладывают отрезки времени, а на вертикальной, также в некотором масштабе, — значения той величины, график которой собираются построить (ЭДС, напряжения или тока).

На рис. 2.2.7 графически изображены постоянный и переменный токи. В данном случае мы откладываем значения тока, причем вверх по вертикали от точки пересечения осей O откладываются значения тока одного направления, которое принято называть положительным, а вниз от этой точки — противоположного направления, которое принято называть отрицательным.

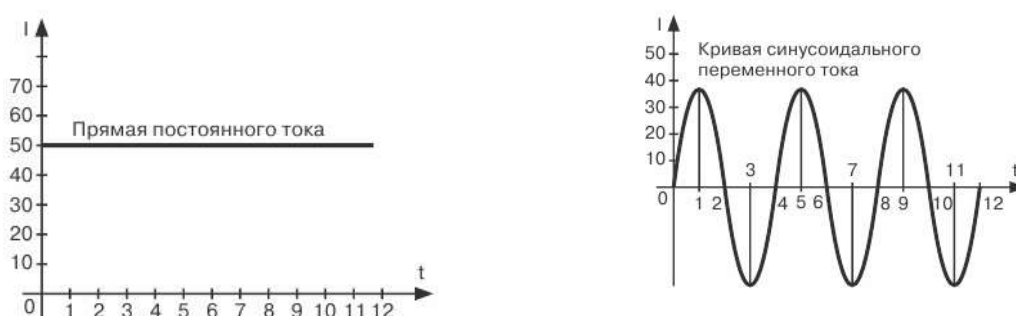


Рисунок 2.2.7 - Графическое изображение постоянного и переменного тока

Сама точка O служит одновременно началом отсчета значений тока (по вертикали вниз и вверх) и времени (по горизонтали вправо). Иначе говоря, этой точке соответствует нулевое значение тока и тот начальный момент времени, от которого мы намереваемся проследить, как в дальнейшем будет изменяться ток.

Период, амплитуда и частота — параметры переменного тока. Переменный ток характеризуется двумя параметрами — периодом и амплитудой, зная которые мы можем судить, какой это переменный ток, и построить график тока.

Промежуток времени, на протяжении которого совершается полный цикл изменения тока, называется периодом. Период обозначается буквой T и измеряется в секундах. Промежуток времени, на протяжении которого совершается половина полного цикла изменения тока, называется полупериодом. Следовательно, период изменения тока (ЭДС или напряжения) состоит из двух полупериодов. Совершенно очевидно, что все периоды одного и того же переменного тока равны между собой.

Как видно из графика, в течение одного периода своего изменения ток достигает дважды максимального значения. Максимальное значение переменного тока (ЭДС или напряжения) называется его амплитудой или амплитудным значением тока.

Итак, график показывает, как с течением времени меняется ток в цепи, и что каждому моменту времени соответствует только одно определенное значение как величины, так и направления тока. При этом значение тока в данный момент времени в одной точке цепи будет точно таким же в любой другой точке этой цепи, рис.2.2.8.

Число полных периодов, совершаемых током в 1 секунду, называется частотой переменного тока и обозначается латинской буквой f .

Чтобы определить частоту переменного тока, т. е. узнать, сколько периодов своего изменения ток совершил в течение 1 секунды, необходимо 1 секунду разделить на время одного периода $f = 1/T$. Зная частоту переменного тока, можно определить период: $T = 1/f$

Частота переменного тока измеряется единицей, называемой герцем.

Если мы имеем переменный ток, частота изменения которого равна 1 герцу, то период такого тока будет равен 1 секунде. И, наоборот, если период изменения тока равен 1 секунде, то частота такого тока равна 1 герцу.

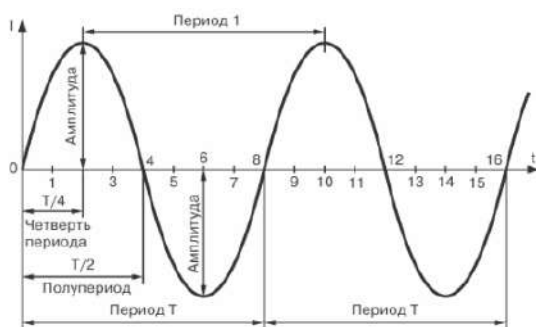


Рисунок 2.2.8. - Кривая синусоидального тока

Итак параметры переменного тока — период, амплитуда и частота, позволяют отличать друг от друга различные переменные токи, ЭДС и напряжения и строить, когда это необходимо, их графики.

При определении сопротивления различных цепей переменному току использовать еще одна вспомогательную величину, характеризующую переменный ток, так называемую угловую или круговую частоту.

Круговая частота обозначается связана с частотой f соотношением $2\pi f$

Поясним эту зависимость. При построении графика переменной ЭДС видно, что за время одного полного оборота рамки происходит полный цикл изменения ЭДС. Иначе говоря, для того чтобы рамке сделать один оборот, т. е. повернуться на 360° , необходимо время, равное одному периоду, т. е. T секунд. Тогда за 1 секунду рамка совершает $360^\circ/T$ оборота. Следовательно, $360^\circ/T$ есть угол, на который поворачивается рамка в 1 секунду, и выражает собой скорость вращения рамки, которую принято называть угловой или круговой скоростью.

Но так как период T связан с частотой f соотношением $f = 1/T$, то и круговая скорость может быть выражена через частоту и будет равна $360^\circ f$.

Итак, приходим к выводу, что 360° . Однако для удобства пользования круговой частотой при всевозможных расчетах угол 360° , соответствующий одному обороту, заменяют его радиальным выражением, равным 2π радиан, где $\pi = 3,14$. Таким образом, окончательно получим $2\pi f$. Следовательно, чтобы определить круговую частоту переменного тока (ЭДС или напряжения), надо частоту в герцах умножить на постоянное число 6,28.

Контрольные вопросы

1. Электрической цепи постоянного тока
2. Закон Ома
3. Понятия постоянного и переменного тока
4. Параметры переменного тока
5. Понятие угловой или круговой частоты

2.3. Линейные, нелинейные цепи

В электротехнике по одной из классификаций электрические цепи делятся на два вида – линейные и нелинейные. Для новичков эти понятия немного запутанны и не совсем ясно с первого взгляда, какую цепь относить к линейной, а какую к нелинейной.

Линейные цепи

Если говорить простыми словами, линейная схема представляет собой электрическую цепь, в которой параметры схемы (сопротивление, индуктивность, емкость, сигналы, частота и т. д.) являются постоянными. Другими словами, схема, параметры которой не изменяются относительно тока и напряжения, называется линейной цепью, рис.2.3.1.

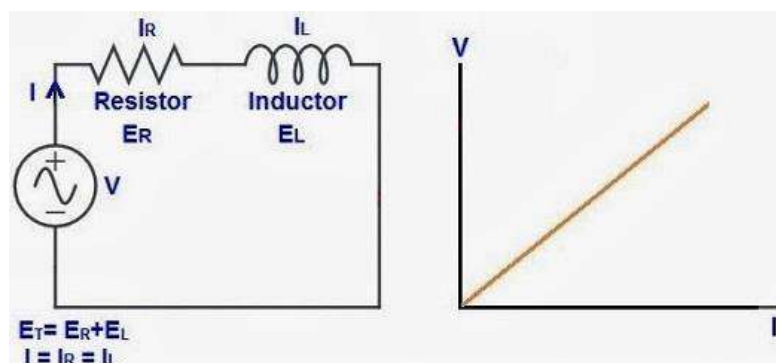


Рисунок 2.3.1 – Линейная цепь

По сути, слово «линейный» буквально означает «по прямой линии». Как следует из названия, линейная схема предусматривает линейные зависимости между током и напряжением, что означает, что ток, протекающий через цепь, прямо пропорционален приложенному напряжению. Если мы увеличим приложенное напряжение, то ток, протекающий по цепи, также увеличится, и наоборот. Если мы проведем

характеристическую кривую выходного сигнала зависимости тока от напряжения, она будет выглядеть как прямая линия, как показано на приведенном далее рисунке.

Если обратиться к Закону Ома, то можно сказать, что если приложенное напряжение повышается, то ток повышается таким же образом в случае, если сопротивление постоянно. Другими словами в линейной цепи выходной сигнал схемы прямо пропорционален входу. Например, в схеме, в которой применяется синусоидальное напряжение, имеющее частоту «f», выход (ток через компонент или напряжение между двумя точками) этой схемы также является синусоидальным с частотой «f». К классическим линейным цепям относят резистивные цепи, индуктивные цепи и емкостные цепи, [21].

Нелинейные цепи

Нелинейная цепь представляет собой электрическую схему, параметры которой изменяются относительно тока и напряжения, рис.2.3.2.

Другими словами, электрическая цепь, в которой параметры схемы (сопротивление, индуктивность, емкость, сигналы, частота и т. д.) не являются постоянными, называется нелинейной цепью.

В нелинейных цепях могут присутствовать такие активные компоненты как диод, транзистор, тиристор, трансформатор и т.п. Ниже показана вольт-амперная характеристика нелинейной цепи с использованием диода.

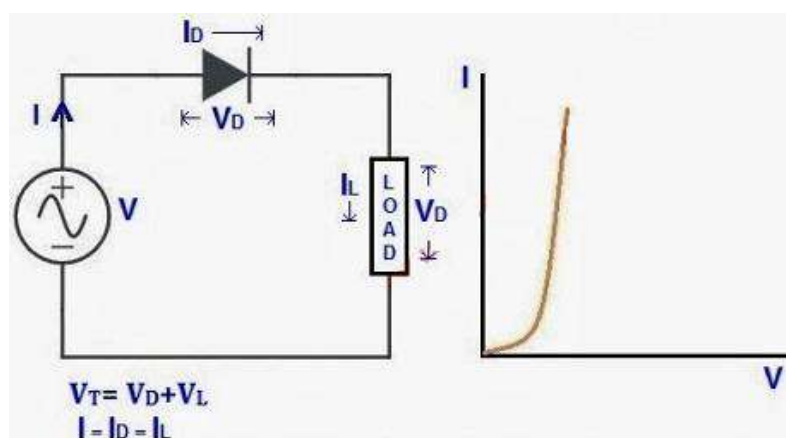


Рисунок 2.3.2 – Нелинейная цепь

Расчет нелинейной цепи немного сложнее, чем линейных схем. Линейная цепь может быть рассчитана с помощью простых методов и научного калькулятора. При решении нелинейных схем требуется много данных и информации. Но в наши дни благодаря технологическим изменениям и прогрессу мы можем легко имитировать и анализировать линейные и нелинейные схемы с помощью инструментов моделирования схем, таких как PSpice, MATLAB, Multisim и т. д.

Контрольные вопросы

1. Характеристика линейной цепи.
2. Характеристика нелинейной цепи.
3. Из каких элементов может состоять нелинейная цепь?

2.4. Устройство, принцип действия, основные технические параметры, маркировка, условные обозначения и область применения различных полупроводниковых приборов

Полупроводниковыми называются приборы, действие которых основано на использовании свойств веществ, занимающих по электропроводности промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. Удельная электропроводность полупроводников $s = 10^2 \dots 10^{-8}$ См/м (у проводников $s = 10^4 \dots 10^3$ См/м, у диэлектриков $s < 10^{-8}$ См/м). Согласно зонной теории, к полупроводникам относятся вещества, ширина запрещенной зоны DW которых не превосходит 3 эВ, [25].

Электрические свойства полупроводников зависят от внешних условий: температуры, освещенности, внешних полей и др. Характерной особенностью полупроводников является повышение их электропроводности с увеличением температуры и при введении примесей.

В качестве веществ, используемых для изготовления полупроводниковых приборов, широко используются германий Ge, кремний Si (элементы четвертой группы таблицы Менделеева) и арсенид галлия GaAs. Они имеют монокристаллическую структуру и кристаллическую решетку алмазного типа: каждый атом окружен четырьмя атомами, находящимися в вершинах правильного тетраэдра. Атомы удерживаются в узлах решетки за счет валентных электронов.

Электропроводность полупроводников, как и других твердых тел, определяется направленным движением электронов под действием внешнего электрического поля.

Электронно-дырочные переходы

Электронно-дырочным (p-n) называют такой переход, который образован двумя областями полупроводника с разными типами проводимости: электронной и дырочной. Электронно-дырочный переход нельзя создать простым соприкосновением полупроводниковых пластин n- и p-типа, так как в месте соединения невозможно обеспечить общую кристаллическую решетку без дефектов. На практике широко используется метод получения p-n перехода путем введения в примесный полупроводник примеси с противоположным типом проводимости, например с помощью диффузии, или эпитаксии.

Электронно-дырочные переходы используются в большинстве полупроводниковых приборов (в диодах и полевых транзисторах используются по одному p-n переходу, в биполярных транзисторах - два p-n

перехода, в тиристорах - три р-п перехода). Поэтому очень важным является понимание физических явлений и электрических свойств р-п перехода.

Формирование р-п-перехода

Предположим, что р-п переход образован электрическим контактом полупроводников п- и р-типа с одинаковой концентрацией донорных и акцепторных примесей (рис. 2.3.12, а). На границе областей возникают градиенты концентраций электронов и дырок. Вследствие того, что концентрация электронов в п-области выше, чем в р-области, возникает диффузионный ток электронов из р-области в п-область. А из-за того, что концентрация дырок в р-области выше, чем в п-области, возникает диффузионный ток дырок из р-области в п-область. В результате диффузии основных носителей заряда в граничном слое происходит рекомбинация. Приграничная р-область приобретает нескомпенсированный отрицательный заряд, обусловленный отрицательными ионами. Приграничная п-область приобретает нескомпенсированный положительный заряд, обусловленный положительными ионами, [25].

На рис. 2.4.12, б показано распределение концентраций дырок $p(x)$ и электронов $n(x)$ в полупроводнике. В граничном слое образуется электрическое поле, направленное от п-области к р-области, как показано на рис. 2.4.12, а.

Это поле является тормозящим для основных носителей заряда. Теперь любой электрон, проходящий из п-области в р-область, попадает в электрическое поле, стремящееся вернуть его обратно в электронную область. Аналогично любая дырка, проходящая из р-области в п-область, также попадает в электрическое поле, стремящееся вернуть ее обратно в дырочную область.

Внутреннее поле является ускоряющим для неосновных носителей. Если электроны р-области вследствие, например, хаотического теплового движения попадут в зону р-п перехода, то внутреннее поле обеспечит их быстрый переход через приграничную область. Аналогично будут преодолевать р-п переход дырки п-области. Для них внутреннее поле также является ускоряющим.

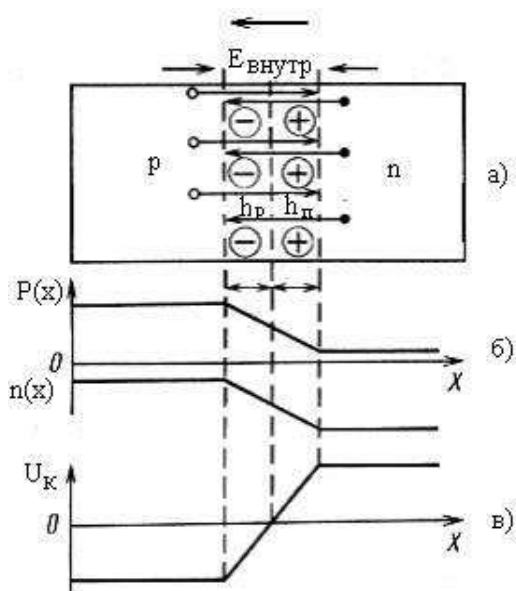


Рисунок 2.4.12 - Формирование p-n-перехода

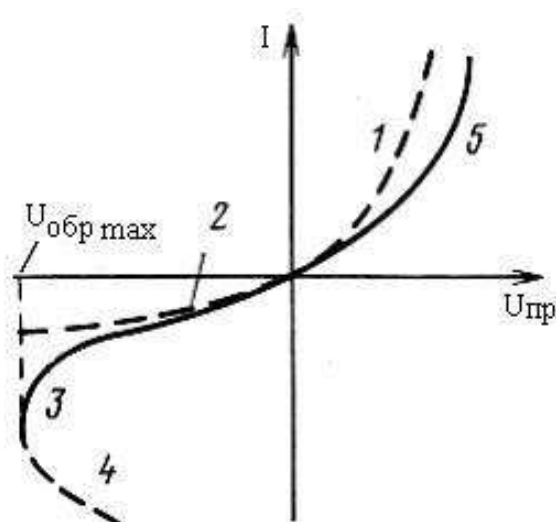


Рисунок 2.4.13 –ВАХ p-n-перехода

Очевидно, что увеличение концентрации доноров и акцепторов приводит к увеличению контактной разности потенциалов и уменьшению толщины p-n перехода.

Вольт-амперной характеристикой p-n перехода называется зависимость тока, протекающего через p-n переход, от величины и полярности приложенного напряжения, рис.2.1.12 [25].

Полупроводниковые приборы

Стремительное развитие и расширение областей применения электронных устройств обусловлено совершенствованием элементной базы, основу которой составляют *полупроводниковые приборы*. Поэтому, для понимания процессов функционирования электронных устройств необходимо знание устройства и принципа действия основных типов полупроводниковых приборов. Полупроводниковые материалы по своему удельному сопротивлению занимают промежуточное место между проводниками и диэлектриками. Электропроводность полупроводников зависит от наличия примесей и внешних энергетических воздействий (температуры, излучения, давления и т.д.). Протекание тока обуславливают два типа носителей заряда – электроны и дырки. В зависимости от химического состава различают чистые и примесные полупроводники, [25].

Для изготовления электронных приборов используют твердые полупроводники, имеющие кристаллическое строение.

Полупроводниковыми приборами называются приборы, действие которых основано на использовании свойств полупроводниковых материалов.

На основе беспереходных полупроводников изготавливаются полупроводниковые резисторы:

Линейный резистор - удельное сопротивление мало зависит от напряжения и тока, является «элементом» интегральных микросхемах.

Варистор - сопротивление зависит от приложенного напряжения.

Терморезистор - сопротивление зависит от температуры. Различают два типа: термистор (с увеличением температуры сопротивление падает) и позисторы (с увеличением температуры сопротивление возрастает).

Фоторезистор - сопротивление зависит от освещенности (излучения).

Тензорезистор - сопротивление зависит от механических деформаций.

Принцип работы большинства полупроводниковых приборов основывается на свойствах электронно-дырочного перехода p-n – перехода.

Полупроводниковые диоды

Полупроводниковым диодом называется прибор с двумя выводами (двухполюсный элемент), содержащий один p-n переход. На практике широко используются германиевые, кремниевые и арсенид-галлиевые полупроводниковые диоды. Полупроводниковые диоды имеют ряд преимуществ по сравнению с электронными лампами: небольшие габаритные размеры, малую массу, высокий коэффициент полезного действия, отсутствие накаливаемого источника электронов, большой срок службы, высокую надежность, [25].

Важное свойство полупроводниковых диодов — односторонняя проводимость — широко применяется в устройствах выпрямления, ограничения и преобразования электрических сигналов. Изменение барьерной емкости p-n перехода под действием обратного напряжения используется в приборах, получивших название варикапы. Явление обратимого электрического пробоя p-n перехода используется в приборах для стабилизации напряжения. Эти приборы называются стабилитронами.

Условно-графическое обозначение (УГО) диода имеет форму стрелки, которая и указывает направление протекания тока через прибор.

Конструктивно диод состоит из p-n-перехода, заключенного в корпус (за исключением микромодульных бескорпусных) и двух выводов: от p-области – анод, от n-области – катод.

Диод – это полупроводниковый прибор, пропускающий ток только в одном направлении – от анода к катоду.

Зависимость тока через прибор от приложенного напряжения называется *вольт-амперной характеристикой (ВАХ) прибора* $I=f(U)$. Односторонняя проводимость диода видна из его ВАХ (рис. 2.4.14). В зависимости от назначения полупроводниковые диоды подразделяют на выпрямительные, универсальные, импульсные, стабилитроны и стабисторы, туннельные и обращенные диоды, светодиоды и фотодиоды.

Односторонняя проводимость определяет выпрямительные свойства диода. При прямом включении («+» на анод и «-» на катод) диод открыт и через него протекает достаточно большой прямой ток. В обратном включении («-» на анод и «+» на катод) диод заперт, но протекает малый обратный ток.

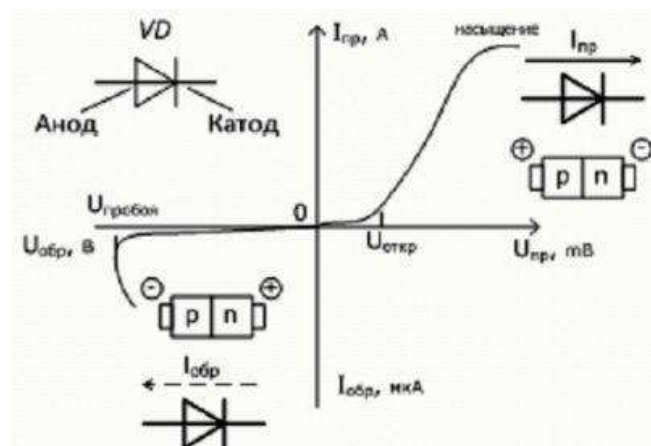


Рисунок 2 4.14 – Вольт-амперная характеристика диода

Выпрямительные диоды предназначены для преобразования переменного тока низкой частоты (обычно менее 50 кГц) в постоянный, т.е. для выпрямления. Их основными параметрами являются максимально допустимый прямой ток $I_{пр\ max}$ и максимально допустимое обратное напряжение $U_{обр\ max}$. Данные параметры называют предельными – их превышение может частично или полностью вывести прибор из строя.

С целью увеличения этих параметров изготавливают диодные столбы, сборки, матрицы, представляющие собой последовательно-параллельное, мостовое или другие соединения p-n-переходов.

Универсальные диоды служат для выпрямления токов в широком диапазоне частот (до нескольких сотен мегагерц). Параметры этих диодов те же, что и у выпрямительных, только вводятся еще дополнительные: максимальная рабочая частота (мГц) и емкость диода (пФ).

Импульсные диоды предназначены для преобразования импульсного сигнала, применяются в быстродействующих импульсных схемах. Требования, предъявляемые к этим диодам, связаны с обеспечением быстрой реакции прибора на импульсный характер подводимого напряжения - малым временем перехода диода из закрытого состояния в открытое и обратно.

Стабилитроны - это полупроводниковые диоды, падение напряжения на которых мало зависит от протекающего тока. Служат для стабилизации напряжения.

Варикапы - принцип действия основан на свойстве p-n-перехода изменять значение барьерной емкости при изменении на нем величины обратного напряжения. Применяются в качестве конденсаторов переменной емкости, управляемых напряжением. В схемах варикапы включаются в обратном направлении.

Светодиоды - это полупроводниковые диоды, принцип действия которых основан на излучении p-n-переходом света при прохождении через него прямого тока.

Фотодиоды – обратный ток зависит от освещенности p-n-перехода.

Диоды Шоттки – основаны на переходе металл-полупроводник, за счет чего обладают значительно более высоким быстродействием, нежели обычные диоды, [25].



Рисунок 2.4.15 – Условно-графическое обозначение диоды

Транзистор - это полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов, а также коммутации электрических цепей.

Отличительной особенностью транзистора является способность усиливать напряжение и ток - действующие на входе транзистора напряжения и токи приводят к появлению на его выходе напряжений и токов значительно большей величины.

Свое название транзистор получил от сокращения двух английских слов tran(sfer) (re)sistor - управляемый резистор. Это название неслучайно, так как под действием приложенного к транзистору входного напряжения сопротивление между его выходными зажимами может регулироваться в очень широких пределах.

Транзистор позволяет регулировать ток в цепи от нуля до максимального значения.

Классификация транзисторов:

- по принципу действия: полевые (униполярные), биполярные, комбинированные;
- по значению рассеиваемой мощности: малой, средней и большой;
- по значению предельной частоты: низко-, средне-, высоко- и сверхвысокочастотные;
- по значению рабочего напряжения: низко- и высоковольтные;
- по функциональному назначению: универсальные, усилительные, ключевые и др;
- по конструктивному исполнению: бескорпусные и в корпусном исполнении, с жесткими и гибкими выводами.

В зависимости от выполняемых функций транзисторы могут работать в трех режимах:

1) активный режим - используется для усиления электрических сигналов в аналоговых устройствах. Сопротивление транзистора изменяется от нуля до максимального значения - говорят транзистор «приоткрывается» или «подзакрывается»;

2) режим насыщения - сопротивление транзистора стремится к нулю. При этом транзистор эквивалентен замкнутому контакту реле;

3) режим отсечки - транзистор закрыт и обладает высоким сопротивлением, т.е. он эквивалентен разомкнутому контакту реле.

Режимы насыщения и отсечки используются в цифровых, импульсных и коммутационных схемах.

Биполярный транзистор - это полупроводниковый прибор с двумя p-n-переходами и тремя выводами, обеспечивающей усиление мощности электрических сигналов.

В биполярных транзисторах ток обусловлен движением носителей заряда двух типов: электронов и дырок, что и определяет их название.

На схемах транзисторы допускается изображать, как в окружности, так и без неё (рис. 2.4.16). Стрелка указывает направление протекания тока в транзисторе.

Основой транзистора является пластина полупроводника, в которой сформированы три участка с чередующимся типом проводимости - электронным и дырочным. В зависимости от чередования слоев различают два вида структуры транзисторов: n-p-n (рис. 2.4.16, а) и p-n-p (рис. 2.4.16, б).

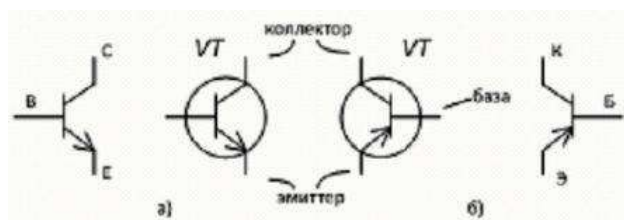


Рисунок 2.4.16 - Условно - графическое обозначения транзисторов n-p-n (а) и p-n-p (б)

Эмиттер (Э) - слой, являющийся источником носителей заряда (электронов или дырок) и создающий ток прибора;

Коллектор (К) – слой, принимающий носители заряда, поступающие от эмиттера;

База (Б) - средний слой, управляющий током транзистора.

При включении транзистора в электрическую цепь один из его электродов является входным (включается источник входного переменного сигнала), другой - выходным (включается нагрузка), третий электрод - общий относительно входа и выхода. В большинстве случаев используется схема с общим эмиттером (рис 2.4..17). На базу подается напряжение не более 1 В, на коллектор более 1 В, например +5 В, +12 В, +24 В и т.п.

Ток коллектора возникает только при протекании тока базы I_b (определяется $U_{бэ}$). Чем больше I_b , тем больше I_k . I_b измеряется в единицах мА, а ток коллектора - в десятках и сотнях мА, т.е. $I_b I_k$. Поэтому при подаче на базу переменного сигнала малой амплитуды, малый I_b будет изменяться, и пропорционально ему будет изменяться большой I_k . При включении в цепь коллектора сопротивления нагрузки, на нем будет выделяться сигнал,

повторяющий по форме входной, но большей амплитуды, т.е. усиленный сигнал.

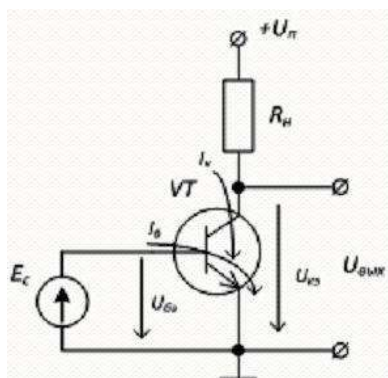


Рисунок 2.4.17 – Схемы включения биполярного транзистора с общим эмиттером

К числу предельно допустимых параметров транзисторов в первую очередь относятся: максимально допустимая мощность, рассеиваемая на коллекторе $P_{k.max}$, напряжение между коллектором и эмиттером $U_{кэ.max}$, ток коллектора $I_{k.max}$.

Для повышения предельных параметров выпускаются транзисторные сборки, которые могут насчитывать до нескольких сотен параллельно соединенных транзисторов, заключенных в один корпус.

Биполярные транзисторы используются все реже и реже, особенно в импульсной силовой технике. Их место занимают полевые транзисторы MOSFET и комбинированные транзисторы IGBT, имеющие в этой области электроники несомненные преимущества.

В полевых транзисторах ток определяется движением носителей только одного знака (электронами или дырками). В отличие от биполярных, ток транзистора управляется электрическим полем, которое изменяет сечение проводящего канала.

Так как нет протекания тока во входной цепи, то и потребляемая мощность из этой цепи практически равна нулю, что несомненно является достоинством полевого транзистора.

Конструктивно транзистор состоит из проводящего канала n- или p-типа, на концах которого находятся области: исток, испускающий носители заряда и сток, принимающий носители. Электрод, служащий для регулирования поперечного сечения канала, называют затвором, [25].

Полевой транзистор - это полупроводниковый прибор, регулирующий ток в цепи за счет изменения сечения проводящего канала.

Различают полевые транзисторы с затвором в виде p-n перехода и с изолированным затвором.

У полевых транзисторов с изолированным затвором между полупроводниковым каналом и металлическим затвором расположен изолирующий слой из диэлектрика - МДП-транзисторы (металл - диэлектрик - полупроводник), частный случай - окисел кремния - МОП-транзисторы.

Ключевые элементы на МДП-транзисторах имеют ряд преимуществ: цепь сигнала гальванически не связана с источником управляющего воздействия, цепь управления не потребляет тока, обладают двухсторонней проводимостью. Полевые транзисторы, в отличие от биполярных, не боятся перегрева, [25].

Свойства и применение транзисторов

Транзисторы характеризуются эксплуатационными параметрами, предельные значения которых указывают на возможности их практического применения. При работе в качестве усилительных приборов используются рабочие области характеристик биполярных и полевых транзисторов. К основным эксплуатационным параметрам относятся:

Максимально допустимый выходной ток;

Максимально допустимое напряжение ;

Максимально допустимая мощность;

Частотные свойства транзисторов.;

Шумовые свойства.

Тиристоры

Тиристор - это полупроводниковый прибор, работающие в двух устойчивых состояниях – низкой проводимости (тиристор закрыт) и высокой проводимости (тиристор открыт). Конструктивно тиристор имеет три или более р-п – переходов и три вывода.

Кроме анода и катода, в конструкции тиристора предусмотрен третий вывод (электрод), который называется управляющим.

Тиристор предназначен для бесконтактной коммутации (включения и выключения) электрических цепей. Характеризуются высоким быстродействием и способностью коммутировать токи весьма значительной величины (до 1000 А). Постепенно вытесняются коммутационными транзисторами.

Динисторы (двухэлектродные) - как и обычные выпрямительные диоды имеют анод и катод. С увеличением прямого напряжения при определенном значении $U_a = U_{вкл}$ динистор открывается.

Тиристоры (тринисторы - трехэлектродные) - имеют дополнительный управляющий электрод; $U_{вкл}$ изменяется током управления, протекающим через управляющий электрод.

Для перевода тиристора в закрытое состояние необходимо подать напряжение обратное (- на анод, + на катод) или уменьшить прямой ток ниже значения, называемого током удержания $I_{удер}$.

Запираемый тиристор – может быть переведен в закрытое состояние подачей управляющего импульса обратной полярности.

Тиристоры: принцип действия, конструкции, типы и способы включения

Симисторы (симметричные тиристоры) - проводят ток в обоих направлениях.

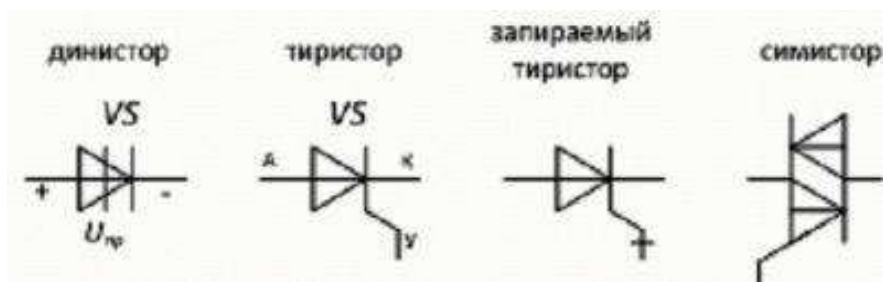


Рисунок 2.4.18 - Условно - графическое обозначение тиристоров

Тиристоры применяются в качестве бесконтактных переключателей и управляемых выпрямителей в устройствах автоматики и преобразователях электрического тока. В цепях переменного и импульсных токов можно изменять время открытого состояния тиристора, а значит и время протекания тока через нагрузку. Это позволяет регулировать мощность, выделяемую в нагрузке.

Тиристоры имеют широкий диапазон применений (управляемые выпрямители, генераторы импульсов и др.), выпускаются с рабочими токами от долей ампера до тысяч ампер и с напряжениями включения от единиц до тысяч вольт, [25].

Фотоэлектрические и излучающие приборы

Фотоэлектрическими называют приборы для преобразования лучистой энергии в электрическую энергию. Обратное преобразование энергии осуществляют излучающие приборы. Фотоэлектрические приборы широко используются в качестве приемников электромагнитных излучений оптического диапазона:

инфракрасного: $\lambda = 300...0,78$ мкм, $\nu = 10^{12}...4 \times 10^{14}$ Гц; видимого: $\lambda = 0,78...0,35$ мкм, $\nu = 4 \times 10^{14}...7,6 \times 10^{14}$ Гц; ультрафиолетового: $\lambda = 0,35...0,01$ мкм, $\nu = (7,6 \times 10^{14}...10^{16})$ Гц.

Принцип действия фотоэлектрических приборов основан на использовании явлений внутреннего или внешнего фотоэффектов, [25].

Внутренний фотоэффект наблюдается в полупроводниках и диэлектриках. В них под действием излучения происходит возбуждение электронов. Переход электронов на более высокий энергетический уровень приводит к изменению концентрации свободных носителей заряда и, следовательно, электрических свойств вещества. При воздействии лучистой энергии на полупроводник у части валентных электронов увеличивается энергия настолько, что они преодолевают запрещенную зону и переходят в зону проводимости.

Внутренний фотоэффект используется в фоторезисторах, фотодиодах, фототранзисторах.

Внешний фотоэффект может наблюдаться в любых веществах. Он основан на явлении фотоэлектронной эмиссии. Здесь используется выход электронов за пределы поверхности веществ под действием излучения. Например, у металлов внешний эффект проявляется, если энергия кванта

$W_{\text{КВ}}$ превысит работу выхода электрона из металла А. Для цезия $W_{\text{КВ}}$ должна быть не менее 1,2 эВ, для золота — 5 эВ.

Внешний эффект используется в электронных и ионных фотоэлементах, в фотоэлектронных умножителях.

Принцип действия излучающих полупроводниковых приборов основан на излучении квантов электромагнитной энергии при переходе частиц из высокого энергетического состояния в более низкое. Переходы, при которых излучаются кванты лучистой энергии, называются излучательными. Они обуславливают явления люминесценции и индуцированного излучения.

Люминесценцией называют избыточное по сравнению с тепловым излучение и характеризуемое длительностью, значительно превышающей период световых колебаний. При люминесценции эмиттируется некогерентное оптическое излучение с относительно широким спектром (около 10^{-2} мкм). Явление люминесценции широко используется в некогерентных излучающих полупроводниковых приборах.

Явление индуцированного излучения лежит в основе работы квантовых приборов. На практике широко используются методы возбуждения полупроводникового кристалла, содержащего электронно-дырочный переход: инжекцию неосновных носителей под действием внешнего источника напряжения, включенного в прямом направлении; лавинный пробой в р-п переходе при подключении обратного напряжения и др.

Обычно в полупроводниках наряду с излучательными переходами наблюдаются также переходы безызлучательные, поэтому энергия, затрачиваемая на возбуждение полупроводника, лишь частично превращается в энергию люминесцентного излучения.

Широко распространенным излучающим прибором является светодиод. В качестве материалов для изготовления светодиодов используются соединения карбида кремния SiC, фосфид галлия GaP, арсенид галлия GaAs, [25].

Объединение излучателя и приемника света в одном изделии позволяет реализовать прибор, получивший название оптрон. Простейший оптрон состоит из светодиода и фотодиода, размещенных в общем корпусе. Кроме диодных оптронов электронной промышленностью выпускаются резисторные, транзисторные и тиристорные оптроны. Однонаправленность светового луча от источника света к приемнику позволяет создавать управляемые электронные элементы, у которых цепь управления электрически развязана от входной цепи, так как связь между указанными цепями осуществляется оптически.

Особую группу индикаторных приборов составляют жидкокристаллические индикаторы. В этих приборах используются вещества, имеющие свойства, промежуточные между свойствами твердого кристалла и жидкости. Эти свойства проявляются в том, что в определенном диапазоне температур вещество может образовывать капли, не имеет формы для большого объема и, кроме этого, обладает анизотропией различных

свойств: характеризуется различными для разных направлений сопротивлениями, диэлектрическими постоянными показателями преломления и др.

Особенность жидкокристаллических веществ заключается в наличии стержневидных молекул, способных располагаться параллельными цепочками (в диапазоне температур $5...55^{\circ}\text{C}$), образуя упорядоченную кристаллическую структуру. Под действием электрического поля в жидких кристаллах нарушается ориентация молекул. При этом в веществе возникает эффект динамического рассеяния, сопровождающийся изменением прозрачности жидкости. Этот эффект используется для создания индикаторов.

Перспективной разновидностью жидкокристаллических индикаторов являются индикаторы, использующие эффект вращения плоскости поляризации света под действием электрического поля. Приложенное электрическое поле вызывает поворот осей молекул вокруг их центров параллельно вектору электрического поля. При этом участок, находящийся в скрещенных поляризаторах, становится темным, непрозрачным, а в параллельных поляризаторах — светлым, прозрачным.

Эффективность работы жидкокристаллических индикаторов оценивается контрастом. Этот показатель определяется отношением интенсивности света, проходящего через индикатор при отсутствии напряжения, к интенсивности света, прошедшего сквозь рассеивающий жидкий кристалл при подаче напряжения. С увеличением управляющего напряжения выше порогового наблюдается монотонное возрастание значения контраста, который может достигать 20...50 раз.

Жидкокристаллические индикаторы, использующие эффект вращения плоскости поляризации, обладают малым потреблением энергии, что обеспечивает хорошую согласованность с интегральными схемами, и имеют высокие значения контраста при меньших напряжениях по сравнению с индикаторами с динамическим рассеянием.

Жидкокристаллические индикаторы находят широкое применение в электронных часах, в системах контроля и управления и многое другое. Вследствие малого энергопотребления использование их особенно перспективно в устройствах с ограниченным запасом питания.

Контрольные вопросы

1. Что такое полупроводниковый прибор?
2. Материалы из которых изготавливаются полупроводниковые приборы?
3. Что показывает вольт-амперная характеристика диода?
4. Основные свойства транзисторов.
5. Принцип работы тиристора.
6. Применение фотоэлектрических приборов.

2.5. Принцип построения схем усилительных каскадов, импульсных устройств, источников питания, преобразовательных устройств

Электронный усилитель - это устройства, предназначенные для усиления напряжения, тока и мощности электрического сигнала.

Простейший усилитель представляет собой схему на основе транзистора. Использование усилителей вызвано тем, что обычно электрические сигналы (напряжения и токи), поступающие в электронные устройства малы по амплитуде и возникает необходимость увеличивать их до требуемой величины, достаточной для дальнейшего использования (преобразования, передачи, подачи на нагрузку).

На рисунке 2.5.1 представлены устройства, необходимые для работы усилителя. Мощность, выделяющаяся на нагрузке усилителя, является преобразованной мощностью его источника питания, а входной сигнал только управляет ею. Усилители питаются от источников напряжения, [25].



Рисунок 2.5.1 – Схема подключения усилителя

Обычно усилитель состоит из нескольких каскадов усиления (рис.2.5.2). Первые каскады усиления, предназначенные, главным образом для усиления напряжения сигнала, называют предварительными. Их схемное построение определяется типом источника входного сигнала.

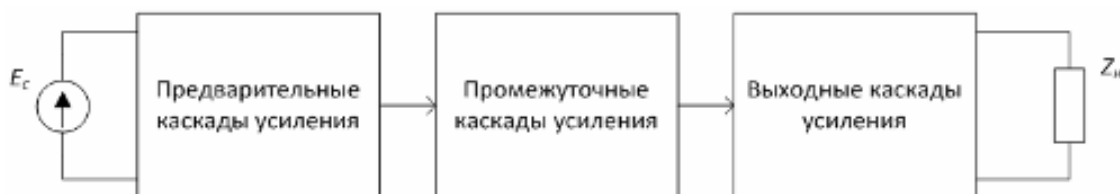


Рисунок 2.5.2 - Структура усилителя

Каскад, служащий для усиления мощности сигнала, называют конечным или выходным. Так же, в состав усилителя могут входить промежуточные каскады, предназначенные для получения необходимого коэффициента усиления и (или) формирования необходимых характеристик усиливаемого сигнала, [25].

Классификация усилителей:

1) в зависимости от усиливаемого параметра усилители напряжения, тока, мощности

2) по роду усиливаемых сигналов:

- усилители гармонических (непрерывных) сигналов;
- усилители импульсных сигналов (цифровые усилители).

3) по полосе усиливаемых частот:

- усилители постоянного тока;
- усилители переменного тока
- низкой частоты, высокой, сверхвысокой и т.д.

4) по характеру частотной характеристики:

- резонансные (усиливают сигналы в узкой полосе частот);
- полосовые (усиливают определенную полосу частот);
- широкополосные (усиливают весь диапазон частот).

5) по типу усилительных элементов:

- на электровакуумных лампах;
- на полупроводниковых приборах;
- на интегральных микросхемах.

При выборе усилителя исходят из параметров усилителя:

Выходная мощность, измеряется в Ваттах. Выходная мощность варьируется в широких пределах в зависимости от назначения усилителя, например в усилителях звука - от милливатт в наушниках до десятков и сотен ватт в аудиосистемах.

Диапазон частот, измеряется в Герцах. Например, тот же усилитель звука обычно должен обеспечивать усиление в диапазоне частот 20–20 000 Гц, усилитель телевизионного сигнала (изображение + звук) – 20 Гц – 10 МГц и выше.

Нелинейные искажения, измеряются в процентах %. Характеризуют искажение формы усиливаемого сигнала.

КПД (коэффициент полезного действия), измеряются в процентах %. Показывает, какая часть энергии источника питания расходуется на выделение мощности в нагрузке, [25].

На рисунке 2.5.3 представлена типовая схема предварительного каскада усиления на биполярном транзисторе. Входной сигнал поступает от источника напряжения $U_{вх}$. Разделительные конденсаторы $C_{р1}$ и $C_{р2}$ пропускают переменный, т.е. усиливаемый сигнал и не пропускают постоянный ток, что позволяет создавать независимые режимы работы по постоянному току в последовательно включенных каскадах усилителя

Резисторы $R_{б1}$ и $R_{б2}$ являются базовым делителем, обеспечивая начальный ток базы транзистора $I_{б0}$, резистор R_k обеспечивает начальный ток коллектора $I_{к0}$. Эти токи называют токами покоя. При отсутствии входного сигнала они постоянные. На рисунке 4 изображены временные диаграммы работы усилителя. Временная диаграмма – это изменение какого-либо параметра во времени.

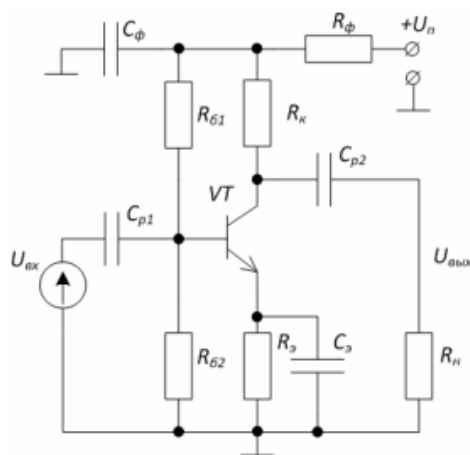


Рисунок 2.5.3 - Схема каскада усиления на биполярном транзисторе

Резистор $R_э$ обеспечивает отрицательную обратную связь (ООС) по току.

Обратная связь (ОС) - это передача части выходного сигнала во входную цепь усилителя. Если входной сигнал и сигнал обратной связи противоположны по фазе, обратная связь называется отрицательной. ООС уменьшает коэффициент усиления, но при этом уменьшает нелинейные искажения и увеличивает стабильность усилителя. Применяется практически во всех усилителях. *Усилители мощности* применяются в оконечных каскадах усиления и предназначены для создания необходимой мощности в нагрузке.

Их основная особенность - работа при больших уровнях входного сигнала и больших выходных токах, что вызывает необходимость использовать мощные усилительные приборы, [25].

Усилители могут работать в режимах А, АВ, В, С и D.

В режиме А выходной ток усилительный прибор (транзистора или радиоэлектронная лампа) открыт в течении всего периода усиливаемого сигнала (т.е. постоянно) и через него протекает выходной ток. Усилители мощности класса А вносят минимальные искажения в усиливаемый сигнал, но имеют очень низкий КПД.

В режиме В выходной ток делится на две части, один усилительный прибор усиливает положительную полуволну сигнала, второй отрицательную. Как следствие более высокий КПД, чем в режиме А, но и большие нелинейные искажения, возникающие в момент переключения транзисторов.

Режим АВ повторяет режим В, но в момент перехода с одной полуволны на другую открыты оба транзистора, что позволяет снизить искажения при сохрани высокого КПД. Режим АВ является наиболее распространенным для аналоговых усилителей.

Режим С применяют в тех случаях, когда искажение формы сигнала при усилении не имеет, т.к. выходной ток усилительного прибора протекает меньше чем половина периода, что ведет к большим искажениям.

В режиме D используется преобразование входных сигналов в импульсы, усиление этих импульсов, а затем обратное преобразование. При этом КПД усилителя к 100%. Усилители, работающие в режиме D, называют цифровыми усилителями.

В двухтактной схеме усиление (режим В и АВ) происходит за два такта. В течение первого полупериода входной сигнал усиливается одним транзистором, а другой в течение этого полупериода или его части закрыт. При втором полупериоде сигнал усиливается вторым транзистором, а первый при этом закрыт, [25].

Общие сведения об усилителях ИМС

Радиоэлектронная аппаратура выполнена на ИМС отличается высокой надёжностью, малым весом и габаритами, незначительным потреблением мощности. ИМС разрабатываются и выпускаются как универсальный прибор и может быть использован при разработке различных схем: генератора, усилителя преобразователя частоты и др. Современные ИМС классифицируют по различным признакам :

- технологии изготовления;
- по применению;
- по виду выполняемых функций;
- по числу содержащихся в её корпусе элементов.

Каждая ИМС имеет своё обозначение.

Особенности операционных усилителей

Большой класс выпускаемых ИМС составляют операционные усилители (ОУ). Структурная схема ОУ содержит несколько каскадов, обычно 2 или 3. На рис. 2.5.4 показанная структурная схема ОУ состоящая из трёх каскадов.



Рис. 2.5.4. - Структурная схема ОУ состоящая из трёх каскадов

ДК – дифференциальный каскад усиления; ПКУ – предварительный каскад усиления; ВКУ – выходной каскад усиления.

ДК – предназначен для согласования ОУ с источником сигнала и подавлением синфазных помех. ПКУ – обеспечивает основное усиление ИМС. ВКУ – согласование с нагрузкой ОУ. В качестве выходного каскада обычно используются схемы повторителей, рассмотренные выше.

В ОУ всегда применяется ООС, что позволяет существенно улучшить качественные показатели ИМС.

Импульсные усилители

Для усиления импульсных сигналов и сигналов широкого спектра частот используют импульсные (широкополосные) усилители — это

устройство, предназначенное для усиления импульсов напряжения или тока.. Различают следующие типы импульсных усилителей: усилители напряжения; усилители тока; усилители мощности; видеоусилители.

Усилители напряжения используются в первых каскадах усиления и реализуются на транзисторах с высоким коэффициентом усиления, в частности на полевых. Видеоусилители обеспечивают усиление сигналов в телевизионных приемниках. Они предназначены для усиления быстропротекающих процессов, имеющих частоты до 8 МГц.

Усилители тока используют для управления электрическими цепями с большими мощностями или токами, в импульсе либо для переключения больших токов. Они реализуются на сплавных силовых транзисторах, тиристорах, фототиристорах, оптронах и специальных силовых логических элементах.

Усилители мощности используют в схемах без дальнейшего увеличения по напряжению. Для этого применяются многокаскадные схемы включения транзисторов и схема катодного повторителя. Каскады импульсных усилителей похожи на повторительные ключевые каскады. В настоящее время большинство импульсных усилителей выполняют на основе интегральных микросхем (ИМС) и операционных усилителей. Разделительные конденсаторы используются лишь для связи с источником входного сигнала. В ИМС ОУ нижняя граничная частота усиления близка к нулю. Увеличение верхней граничной частоты достигается технологическими методами, обеспечивающими получение высокочастотных интегральных транзисторов и малых паразитных емкостей внутри каскадов усилителя. В интегральном исполнении усилителей можно обойтись без навесного монтажа элементов коррекции

Контрольные вопросы

1. Определение электронного усилителя.
2. Структура усилителя
3. Режимы работы усилителя.
4. Принцип работы операционного усилителя
5. Виды усилителей
6. Применение импульсных усилителей
7. В каком исполнении усилители применяются в современной электронной технике.

2.6. Принцип работы основных цифровых устройств

Логические функции, реализованные на ключевых элементах

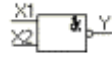
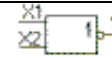

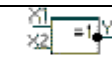
Логические операции, такие как конъюнкция, дизъюнкция, отрицание и сложение по модулю (И, ИЛИ, НЕ, исключающее ИЛИ) — являются основными операциями, выполняемыми на логических элементах основных типов, табл.2.6.1, [34].

Четыре класса логических схем:

1. Комбинационные схемы, в которых значение выходной переменной зависит только от значений входных переменных в данный момент времени.
2. Последовательностные схемы, в которых значение выходной переменной зависит не только от значений входных переменных в данный момент, но и от состояния элементов памяти.
3. Параллельные - называется устройство, в котором все разряды входных переменных подаются на вход, и все разряды выходных переменных снимаются с выхода одновременно.
4. Последовательные – называется устройство, в котором входные переменные подаются на вход, а выходные снимаются с выхода не одновременно, а в последовательно, разряд за разрядом.
5. *Нагрузочная способность логических элементов:*
6. *коэффициент объединения по входу* $K_{об}$ численно равен максимальному числу выходов однотипных логических элементов, которые могут быть подключены к входу данного логического элемента, не вызывая при этом искажение формы и амплитуды его сигнала.;
7. *коэффициент разветвления по выходу* $K_{раз}$ численно равен максимальному числу выходов однотипных логических элементов, которые могут быть подключены к выходу данного логического элемента, не вызывая при этом искажения формы и амплитуды его сигнала.
8. *степень интеграции* N характеризует число элементарных логических элементов (обычно двухвходовых), расположенных на одном кристалле интегральной схемы $N = \log K$, где K -количество элементов в интегральной схеме, [34].

Таблица 2.6.1 –Основные логические функции

№	Наименование основной логической функции	Наименование логического элемента	Символическое графическое изображение	Формула логической функции	Таблица истинности		
					Входы		Выход
					X1	X2	Y
1.	Инверсия (отрицание)	НЕ (инвертор)		$Y = \bar{X}$	0 1		1 0
2.	Конъюнкция	И (схема совпадения)		$Y = X1 \cdot X2$	0 0 1 1	0 1 0 1	0 0 0 1
3.	Дизъюнкция	ИЛИ (сложение)		$Y = X1 + X2$	0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 1

4.	Штрих Шеффера	И-НЕ		$Y = \overline{X1 \cdot X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 1 1 0
5.	Стрелка Пирса	ИЛИ-НЕ		$Y = \overline{X1 + X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 0
6.	Исключающее ИЛИ	Ипликатор		$Y = X1 + \overline{X2}$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 1 1
7.	Неравнозначность Исключающее ИЛИ-НЕ	Неэквивалентность		$Y = \overline{X1 \cdot X2} + X1 \cdot X2$	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 1

Правила старшинства логических операций:

- 1 Отрицание – логическое действие первой ступени.
- 2 Конъюнкция – логическое действие второй ступени.
- 3 Дизъюнкция – логическое действие третьей ступени.

Если в логическом выражении встречаются действия различных ступеней, то сначала выполняются первой ступени, затем второй и только после этого третьей ступени. Всякое отклонение от этого порядка должно быть обозначено скобками, [41].

Практические комбинационные схемы на логических элементах семейства ТТЛ ($t_3=29$ нс), например микросхема К155ЛА3, рис.2.6.1:

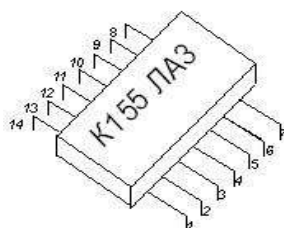


Рис 2.6.1. - Схема К155ЛА3

2.6.2 Основы синтеза цифровых устройств

Последовательность операций при синтезе цифровых устройств комбинационного типа

1 Составление таблицы истинности комбинационного цифрового устройства (КЦУ) согласно его определения, назначения, словесного описания принципа работы.

2 Составление логической формулы согласно таблицы истинности.

3 Анализ полученной формулы с целью построения различных вариантов и нахождения наилучшего из них по тем или иным критериям.

4 Составление функциональной схемы КЦУ из элементов И, ИЛИ, НЕ.

Аналитическая запись логической формулы КЦУ

Запись в форме СДНФ (Совершенная дизъюнктивная нормальная форма).

В СДНФ логическая формула представляет собой логическую сумму нескольких логических произведений, в каждое из которых входят все независимые переменные с отрицанием или без него.

Формула получается в два этапа:

а) Записывается логическая сумма произведений, в каждое из которых входят все независимые переменные. Количество слагаемых равно числу наборов таблицы истинности, на которых логическая функция равна «1»;

б) ставится знак инверсии над теми независимыми переменными, которые равны «0» в рассматриваемом наборе.

Запись в форме СКНФ (Совершенная конъюнктивная нормальная форма).

В СКНФ формула представляет собой логическое произведение нескольких логических сумм, в каждую из которых все независимые переменные с отрицанием или без него.

Как и в предыдущем случае, формула получается в два этапа:

а) Записывается логическое произведение всех сомножителей; количество сомножителей равно числу наборов таблицы истинности, на которых логическая функция равна «0»;

б) ставится знак инверсии над теми независимыми переменными, которые равны «1» в рассматриваемом наборе.

Структурные формулы в виде СДНФ и СКНФ эквивалентны и, с помощью законов алгебры, логики могут быть преобразованы одна в другую, [34].

Пример: Синтезировать мажоритарный логический элемент на три входа.

Мажоритарным называется логический элемент, выходное состояние которого совпадает с большинством входных сигналов.

На основании данного словесного описания мажоритарного элемента составлена его таблица истинности (Таблица 2.6.2).

Таблица 2.62 - Таблица истинности мажоритарного элемента

X1	X2	X3	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

На основе таблицы истинности записывается СДНФ или СКНФ функции, а затем составляется функциональная схема элемента.

СДНФ: $Y = \overline{X_1}X_2X_3 \vee X_1\overline{X_2}X_3 \vee X_1X_2\overline{X_3} \vee X_1X_2X_3.$

СКНФ: $Y = (X_1 \vee X_2 \vee X_3) \cdot (X_1 \vee X_2 \vee \overline{X_3}) \cdot (X_1 \vee \overline{X_2} \vee X_3) \cdot (\overline{X_1} \vee X_2 \vee X_3).$

Функциональная схема элемента, составленная на основе функции СДНФ мажоритарного элемента, приведена на рисунке 2.6.2. Схема состоит из 8 элементов, имеющих общее количество входов 19. Количество входов характеризует сложность схемы и называется «Число по Квайну». Схема составленная на основе функции СКНФ, также будет иметь 19 входов.

Типовые функциональные узлы комбинационных логических устройств

Мультиплексором называется комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от нескольких источников информации в один выходной канал.

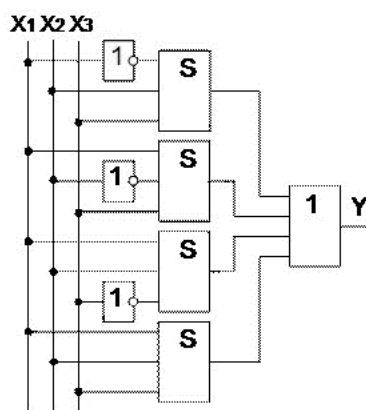


Рисунок 2.6.2 - Функциональная схема мажоритарного элемента

Код подаваемый на адресные входы определяет, какой из информационных входов в данный момент подключен к выходному выводу.

Поскольку n-разрядный двоичный код может принимать 2^n значений, то, если число адресных входов мультиплексора равно n, число его информационных входов должно равняться 2^n , [34].

Демультимплексоры

Демультимплексором называется комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от одного источника информации в несколько выходных каналов.

Согласно данному определению, демультимплексор в общем случае имеет один информационный вход, n адресных входов и 2^n выходов.

Дешифратор

Дешифратором называется комбинационное логическое устройство для преобразования чисел из двоичной системы исчисления в десятичную.

Преобразователем кода называется комбинационное логическое устройство, предназначенное для преобразования вида кодированной информации.

Триггеры.

Триггером называется электронное последовательностное устройство, с помощью которого, записывается, хранится и считывается двоичная информация. Триггер имеет два устойчивых состояния: 1 или 0.

Классификация информационных входов:

R-раздельный вход сброса триггера($Q=0$);

S- раздельный вход установки триггера($Q=1$);

K-вход сброса универсального триггера($Q=0$);

J- вход установки универсального триггера($Q=1$);

T-счетный вход триггера;

D-информационный вход триггера;

C-синхронизирующий вход триггера;

V-блокирующий вход триггера.

Различают триггеры: RS, D, T, JK, VD, и VT, [41].

По моменту реакции на входной сигнал триггеры подразделяют на асинхронные и синхронные.

Асинхронный триггер изменяет свое состояние непосредственно в момент изменения сигнала на его информационных выходах.

Синхронный триггер изменяет свое состояние лишь в строго определенные тактовые моменты времени при наличии сигнала C.

По виду активного логического сигнала различают статические - управляемые уровнем, и динамические – управляемые переходом входного сигнала.

Счетчики

Основные параметры и классификация счетчиков.

Счетчиком называют устройство, которое производит подсчет поступающих на его вход импульсов.

Основным параметром счетчика является модуль счета M , который характеризует максимальное число импульсов, после прихода которого, счетчик устанавливается в исходное положение.

Основным динамическим параметром, определяющим быстродействие счетчика, является время установления выходного кода t_k , характеризующее временной интервал между моментом подачи входного сигнала и моментом установления нового кода на выходе.

По значению модуля счетчики делятся на:

Двоичные, модуль счета которых равен целой степени числа 2 ($M=2^n$)

Двоично-кодированные, в которых модуль счета может принимать любое, не равное целой степени числа 2, значение

По направлению счета делятся на:

суммирующие, выполняющие микрооперацию инкремента над хранящимся кодовым словом;

вычитающие, выполняющие микрооперацию декремента над хранящимся кодовым словом;

реверсивные, выполняющие в зависимости от значения управляющего сигнала над хранящимся кодовым словом либо микрооперацию декремента или инкремента.

По способу организации межразрядных связей счетчика делятся на:

Счетчики с последовательным переносом, в котором переключение триггеров разрядных схем осуществляется последовательно один за другим;

Счетчики с параллельным переносом, в котором переключение всех триггеров разрядных схем осуществляется одновременно по сигналу синхронизации; Счетчики с комбинированным последовательно-параллельным переносом, при котором используется различные комбинации способов переноса, [25].

Регистры

Регистром называется последовательностное устройство, предназначенное для записи, хранения и сдвига информации, представленной в виде многоразрядного двоичного кода.

Регистр может выполнять следующие операции:

1. Установка в исходное состояние;
2. Запись входной информации в последовательной форме;
3. Запись входной информации в параллельной форме;
4. Хранение информации;
5. Сдвиг хранимой информации вправо или влево;
6. Выдача хранимой информации в последовательной форме;
7. Выдача информации в параллельной форме.

По способу приема информации регистры подразделяются на:

Параллельные, в которых информация записывается и считывается только в параллельной форме;

Последовательные (сдвигающие), в которых информация записывается и считывается только в последовательной форме;

Последовательно – параллельные, в которых информация записывается или считывается как в параллельной, так и в последовательной формах.

По числу каналов передачи информации регистры подразделяются на:

Парафазные, в которых информация записывается и считывается в прямом (Q) и обратном (\bar{Q}) кодах;

Однофазные, в которых информация записывается и считывается либо в прямом (Q) и обратном (\bar{Q}) кодах;

По способу тактирования регистры подразделяются на:

Однотактные, управляемые одной последовательностью импульсов;

Многотактные, управляемые несколькими последовательностями импульсов.

Арифметико-логические устройства (АЛУ) – это функционально законченный узел, предназначенный для реализации логических и арифметических операций по обработке информации.

Для выполнения арифметических и логических операций над входными переменными они должны быть введены в АЛУ, поэтому его дополняют вспомогательными устройствами, предназначенными для промежуточного хранения, как исходных данных, так и результатов выполнения той или иной операции. Функции этих устройств возлагают на дополнительные регистры. Основным элементом АЛУ являются сумматоры

По числу выводов различают: полусумматоры, одноразрядные сумматоры, многоразрядные сумматоры, [25].

Полусумматором называется устройств, предназначенное для сложения двух одноразрядных кодов имеющие два входа и два выхода и формирующие из сигналов входных слагаемых и сигналы суммы и переноса в старший разряд.

Одноразрядным сумматором называется устройство, предназначенное для сложения двух одноразрядных кодов, имеющее три входа и два выхода и формирующие из сигналов входных слагаемых и сигнала переноса из младших разрядов сигналы суммы и переноса в старший разряд.

Многоразрядным сумматором называется устройство, предназначенное для сложения двух многоразрядных кодов, формирующее на выходе код суммы и сигнал переноса в случае, если результат сложения не может быть представлен кодом, разрядность которого совпадает с разрядностью кодов слагаемых.

В свою очередь многоразрядные сумматоры подразделяются на *последовательные и параллельные*. В последовательных сумматорах операция сложения выполняется последовательно разряд за разрядом, начиная с младшего. В параллельных - все разряды входных кодов суммируются одновременно, [25].

Полупроводниковые запоминающие устройства (ЗУ)

Емкость ЗУ – определяет максимально возможный объем хранимой в нем информации.

Единицей измерения количества информации является один *бит*. Это количество информации, соответствующее одному разряду двоичного кодового слова или одной логической константе. Численно бит может принимать значения лог. 0 или лог.1. Обычно информация, равная 1 биту, хранится в одном элементарном запоминающем элементе (ЭЭЭ).

8-ми разрядное кодовое слово называют байтом.

1 Кбайт= 10^3 байт

1 Мбайт= 10^6 байт

1 Гбайт= 10^9 байт

Для более детального определения структуры ЗУ используют понятие организация $ЗУ(N * L)$, под которым понимают число кодовых слов(N), хранимых в ЗУ с указанием их длины (разрядности)(L).

Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ).

Таблица 2.6.2 - Обозначение ЗУ.

Международное обозначение	Русский перевод	Обозначение на микросхемах
Random Access Memory (RAM)	Запоминающие устройства произвольной выборкой (ОЗУ)	РУ
Read Only Memory (ROM)	Память только со считыванием (ПЗУ)	РЕ
Programable Read Only Memory (PROM)	Программируемые постоянные запоминающие устройства (ППЗУ)	РТ
Errasable Programable Read Only Memory (EPROM)	Стираемая программируемая память только со считыванием (ЭРПЗУ)	РР
	ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием и электрической записью информации	РФ

Оперативные запоминающие устройства используются для хранения информации, получаемой в процессе работы устройства и обеспечивающие соизмеримые времена ее считывания и записи.

ОЗУ делятся на:

Статические записанная информация постоянно хранится в выделенном для нее месте и не разрушается при ее считывании. Разрушение информации возможно только при принудительном стирании или отклонении электропитания.

Динамические - записанная информация постоянно циркулирует в массиве, отведенном для ее хранения. При этом считывание информации сопровождается ее разрушением. Для сохранения информации ее необходимо перезаписать заново.

Постоянные ЗУ предназначены для хранения информации, остающейся неизменной в течении всего времени эксплуатации устройства.

ПЗУ подразделяются на 3 класса:

масочные ПЗУ

программируемые ПЗУ

ре-программируемые ПЗУ

Сопрежение цифровых и аналоговых устройств

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)-устройство, предназначенное для преобразования непрерывно изменяющейся во времени аналоговой физической величины в эквивалентные ей значения числовых кодов, [34].

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)-устройство предназначенное для преобразования входной величины, представленной последовательностью числовых кодов, в эквивалентные или значения заданной физической величины.

Все АЦП делятся на устройства:

- последовательного счета;
- поразрядного кодирования;
- метода считывания.

Аналого-цифровые преобразователи, работающие по методу последовательного счета, осуществляют уравнивание входной аналоговой величины суммой одинаковых эталонов. Момент равенства этих величин фиксируется сравнивающим устройством. На выходе, таких АЦП формируется последовательный единичный код. Далее этот код может быть преобразован к любому требуемому виду.

Аналого-цифровые преобразователи, работающие по методу поразрядного кодирования, используют несколько эталонов.

Аналого-цифровые преобразователи, работающие по методу считывания, используют N эталонов (N — число уровней квантования). При этом младший эталон равен h (шагу квантования), следующий $2h$ и т. д. Входная величина сравнивается с каждым эталоном своим устройством сравнения, в результате чего на выходе устройства формируется параллельный единичный код, в котором число единиц соответствует числу эталонов, выходной сигнал которых меньше входного, [34].

Общие сведения о микропроцессорах и микропроцессорных системах

Применение микропроцессорных систем практически во всех электрических устройствах - важная черта технической инфраструктуры современного общества. Электроэнергетика, промышленность, транспорт, системы связи существенно зависят от компьютерных систем управления. Микропроцессорные системы встраиваются в измерительные приборы, электрические аппараты, осветительные установки и многое другое, [34].

Основные типы микропроцессорных систем: микроконтроллеры представляют собой наиболее простой тип, в котором все или большинство узлов системы представлены в виде одной микросхемы; контроллеры являются управляющими МПС, выполненными в виде отдельных модулей; микрокомпьютеры — более мощные МПС, имеющие развитые средства сопряжения с внешними устройствами; компьютеры любого типа представляют собой самые мощные и наиболее универсальные МПС.

Микроконтроллеры представляют собой наиболее простой тип, в котором все или большинство узлов системы представлены в виде одной микросхемы

Микропроцессорные системы предназначены для автоматизации обработки информации и управления различными процессами.

Понятие «Микропроцессорная система» очень широко и объединяет такие понятия как «Электронно-вычислительная машина (ЭВМ)», «управляющая ЭВМ», «Компьютер» и тому подобное.

Микропроцессорная система включает в себя аппаратное обеспечение или по-английски — hardware и программное обеспечение (ПО) - software.

Основу микропроцессорной системы составляет микропроцессор (процессор), который выполняет функции обработки информации и управления. Остальные устройства, входящие в состав микропроцессорной системы, обслуживают процессор, помогая ему в работе.

Обязательными устройствами для создания микропроцессорной системы являются порты ввода/вывода и память. Порты ввода/вывода связывают процессор с внешним миром, обеспечивая ввод информации для обработки и вывод результатов обработки, либо управляющих воздействий. К портам ввода подключают кнопки (клавиатуру), различные датчики; к портам вывода - устройства, которые допускают электрическое управление: индикаторы, дисплеи, контакторы, электроклапаны, электродвигатели и т.д.

Память необходима в первую очередь для хранения программы (либо набора программ), необходимой для работы процессора.

Программа - это последовательность команд, понятных процессору, написанная человеком (чаще программистом).

Структура микропроцессорной системы представлена на рисунке 2.6 3. В упрощённом виде процессор состоит из арифметически-логического устройства (АЛУ), осуществляющего обработку цифровой информации и устройства управления (УУ).

Память обычно включает постоянно-запоминающее устройство (ПЗУ), являющееся энергонезависимым и предназначенное для долговременного хранения информации (например, программ), и оперативно-запоминающее устройство (ОЗУ), предназначенное для временного хранения данных.

Процессор, порты и память взаимодействуют между собой посредством шин. Шина – это набор проводников, объединённых по функциональному признаку. Единый набор системных шин называют внутрисистемная магистраль, в которой выделяют:

- шину данных DB (Data Bus), по которой производится обмен данными между ЦП, памятью и портами;
- шину адреса AB (Address Bus), используемой для адресации процессором ячеек памяти и портов;
- шину управления CB (Control Bus), набор линий, передающих различные управляющие сигналы от процессора на внешние устройства и обратно.



Рисунок 2.6.3 – Структура микропроцессорной системы

Микропроцессор - программно-управляемое устройство, предназначенное для обработки цифровой информации и управления процессом этой обработки, выполненное в виде одной (или нескольких)

интегральной схемы с высокой степенью интеграции электронных элементов, [34].

Микропроцессор характеризуется большим числом параметров, поскольку он одновременно является сложным программно-управляемым устройством и электронным прибором (микросхемой). Поэтому для микропроцессора важны, как тип корпуса, так и система команд процессора. Возможности микропроцессора определяются понятием архитектуры микропроцессора.

Приставка «микро» в названии процессора означает, что выполняется он по микронной технологии.

В ходе работы микропроцессор считывает команды программы из памяти или порта ввода и исполняет их. Что означает каждая команда, определяется системой команд процессора. Система команд заложена в архитектуре микропроцессора и выполнение кода команды выражается в проведении внутренними элементами процессора определённых микроопераций.

Архитектура микропроцессора - это его логическая организация; она определяет возможности микропроцессора по аппаратной и программной реализации функций, необходимых для построения микропроцессорной системы.

Основные характеристики микропроцессоров:

1) Тактовая частота (единица измерения МГц или ГГц) – количество тактовых импульсов за 1 секунду. Тактовые импульсы вырабатывает тактовый генератор, который чаще всего находится внутри процессора. Т.к. все операции (инструкции) выполняются по тактам, то от значения тактовой частоты зависит производительность работы (количество выполняемых операций в единицу времени). Частотой процессора можно варьировать в определённых пределах.

2) Разрядность процессора (8, 16, 32, 64 бит и т.д.) – определяет число байтов данных, обрабатываемых за один такт. Разрядность процессора определяется разрядностью его внутренних регистров. Процессор может быть 8-разрядным, 16-разрядным, 32-разрядным, 64-разрядным и т.д., т.е. данные обрабатываются порциями по 1, 2, 4, 8 байт. Понятно, что чем больше разрядность, тем выше производительность работы.

Внутренняя архитектура микропроцессора

Упрощенная внутренняя архитектура типового 8-разрядного микропроцессора показана на рисунке 2.6.4. В структуре микропроцессора можно выделить три основных части:

- 1) Регистры для временного хранения команд, данных и адресов;
- 2) Арифметико-логическое устройство (АЛУ), которое реализует арифметические и логические операции;
- 3) Схема управления и синхронизации - обеспечивает выборку команд, организует функционирование АЛУ, обеспечивает доступ ко всем регистрам

микропроцессора, воспринимает и генерирует внешние управляющие сигналы.

Основу процессора составляют регистры, которые делятся на специальные (имеющие определенное назначение) и регистры общего назначения.

Программный счетчик (PC) - регистр, содержащий адрес следующего командного байта. Процессор должен знать, какая команда будет выполняться следующей.

Аккумулятор – регистр, используемый в подавляющем большинстве команд логической и арифметической обработки; он одновременно является и источником одного из байт данных, которые требуются для операции АЛУ, и местом, куда помещается результат операции АЛУ.

Регистр признаков (или регистр флагов) содержит информацию о внутреннем состоянии микропроцессора, в частности о результате последней операции АЛУ. Регистр флагов не является регистром в обычном смысле, а представляет собой просто набор триггер-защелок (флаг поднят или опущен. Обычно имеются флажки нуля, переполнения, отрицательного результата и переноса.

Указатель стека (SP) - следит за положением стека, т. е. содержит адрес последней его использованной ячейки. Стек – способ организации хранения данных.

Регистр команды содержит текущий командный байт, который декодируется дешифратором команды.

Линии внешних шин изолированы от линий внутренней шины с помощью буферов, а основные внутренние элементы связаны быстродействующей внутренней шиной данных.

Для повышения производительности многопроцессорной системы функции центрального процессора могут распределяться между несколькими процессорами. В помощь центральному процессору в компьютер часто вводят сопроцессоры, ориентированные на эффективное исполнение каких-либо специфических функций. Широко распространены математические и графические, сопроцессоры ввода-вывода, разгружающие центральный процессор от несложных, но многочисленных операций взаимодействия с внешними устройствами.

На современном этапе основным направлением повышения производительности является разработка многоядерных процессоров, т.е. объединение в одном корпусе двух и более процессоров, с целью выполнения нескольких операций параллельно (одновременно).

Алгоритм работы микропроцессора - точное предписание, однозначно задающее процесс преобразования исходной информации в последовательность операций, позволяющих решать совокупность задач определённого класса и получать искомый результат.

Главным управляющим элементом всей микропроцессорной системы является процессор. Именно он, за исключением нескольких особых случаев,

управляет всеми остальными устройствами. Остальные же устройства, такие, как ОЗУ, ПЗУ и порты ввода/вывода являются ведомыми.

Сразу после включения процессор начинает читать цифровые коды из той области памяти, которая отведена для хранения программ. Чтение происходит последовательно ячейка за ячейкой, начиная с самой первой. В ячейке записаны данные, адреса и команды. Команда - это одно из элементарных действий, которое способен выполнить микропроцессор. Вся работа микропроцессора сводится к последовательному чтению и выполнению команд.

К внешним, относятся все устройства, находящиеся вне процессора (кроме оперативной памяти) и подключаемые через порты ввода/вывода. Внешние устройства можно подразделить на три группы:

- 1) устройства для связи человек-ЭВМ (клавиатура, монитор, принтер и т.д.);
- 2) устройства для связи с объектами управления (датчики, исполнительные механизмы, АЦП и ЦАП);
- 3) внешние запоминающие устройства большой ёмкости (жёсткий диск, дисководы).

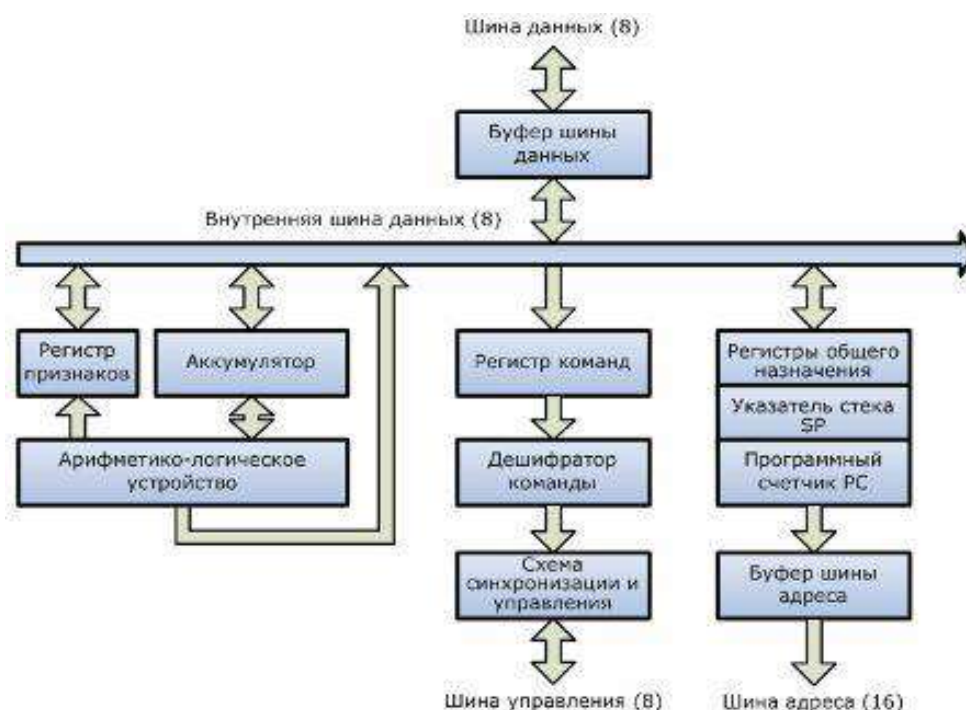


Рисунок 2.6.4 - Упрощенная внутренняя архитектура 8-разрядного микропроцессора

Внешние устройства подключаются к микропроцессорной системе физически - с помощью разъёмов, и логически - с помощью портов (контроллеров).

Для взаимодействия процессора и внешних устройств применяется система (механизм) прерываний.

Система прерываний

Это специальный механизм, который позволяет в любой момент, по внешнему сигналу заставить процессор приостановить выполнение основной программы, выполнить операции, связанные с вызывающим прерывание событием, а затем вернуться к выполнению основной программы.

У любого микропроцессора имеется хотя бы один вход запроса на прерывание INT (от слова Interrupt - прерывание).

Контрольные вопросы

1. Основные логические функции
2. Логические элементы, УГО, таблицы истинности
3. Формы записи логической функции
4. Классы логических схем
5. Последовательность операций при синтезе цифровых устройств комбинационного типа
6. Типовые функциональные узлы комбинационных логических устройств
7. Устройства сопряжения цифровых и аналоговых устройств
8. Типы микропроцессорных систем
9. Архитектура микропроцессора

2.7. Электронные устройства, применяемые в технике связи

Для целей передачи, преобразования, и хранения информации применяются электронные устройства. Их работа основана на взаимодействиях заряженных частиц с электромагнитными полями, посредством которых и происходит то или иное преобразование электроэнергии, служащее конкретным целям.

Эти устройства могут, например, генерировать или усиливать электромагнитные колебания, служить средством вычисления, или быть средством хранения информации (память), [25].

Область применения электронных устройств в современном мире поистине безгранична, и почти каждый современный электрический прибор имеет их в своей конструкции.

Электронные устройства делятся на два класса: аналоговые и цифровые. Аналоговые устройства работают с непрерывно изменяющимися сигналами, а цифровые устройства – с сигналами в цифровой форме, т.е. в форме дискретных импульсов, по сути, с информацией, представленной посредством двоичного кода.

Для аналоговых устройств характерно непрерывное изменение сигнала в соответствии с физическим процессом, который он описывает. По сути, такой сигнал является непрерывной функцией с неограниченным числом значений в различные моменты времени.

Например: температура воздуха меняется, и соответствующим образом меняется аналоговый сигнал в виде перепадов напряжения, или маятник меняет свое положение, совершая гармонические колебания, и снимаемый аналоговый сигнал будет иметь форму синусоиды. Здесь электрический сигнал несет полную информацию о процессе.

Аналоговые устройства просты, надежны и обладают высоким быстродействием, что и обеспечило им весьма широкое применение, невзирая на не самую высокую точность обработки сигналов. Тем не менее, к недостаткам аналоговых устройств относятся: низкая помехоустойчивость, сильная зависимость от внешних факторов (температура, старение элементов, внешние поля), а также искажения при передаче и низкая энергоэффективность, [31].

К аналоговым устройствам относятся:

- источник питания,
- выпрямитель,
- усилитель,
- компаратор,
- фазоинвертор,
- генератор,
- смеситель,
- мультивибратор,
- магнитный усилитель,
- фильтр,
- аналоговый умножитель,
- аналоговый компьютер,
- согласователь импеданса и т.д.

Цифровые электронные устройства работают с дискретными сигналами. Как правило, такой цифровой сигнал состоит из последовательности импульсов, значений в которой всего два – «Ложь» или «Истина» (0 или 1). В целом цифровые устройства могут быть реализованы на различных элементных базах: на электромагнитных реле, на транзисторах, на оптоэлектронных элементах, или на микросхемах, [37].

Главным образом, современные цифровые схемы строятся из логических элементов, и могут быть связаны между собой посредством триггеров и счетчиков. Они нашли широкое применение в системах автоматизации и робототехнике, измерительных приборах, а также в системах радио и телекоммуникации.

Цифровой сигнал устойчив к помехам, его легко обрабатывать и записывать, а также передавать без искажений, что и дает электронным устройствам на этой основе неоспоримое преимущество перед аналоговыми устройствами.

К цифровым устройствам относятся:

- триггер,
- логический элемент,

- счетчик,
- компаратор,
- генератор тактовых импульсов,
- дешифратор,
- шифратор,
- мультиплексор,
- демультиплексор,
- сумматор,
- полусумматор,
- регистр,
- арифметическо-логическое устройство,
- микропроцессор,
- микроконтроллер,
- память и т.д.

Различные виды электронных цифровых устройств, применяемых в технике связи: триггеры, компараторы и регистры, счетчики импульсов, шифраторы, мультиплексоры

Однако у цифровых устройств есть недостатки: иногда цифровое устройство имеет более высокое энергопотребление, чем аналоговое устройство соответствующего функционала, например, в сотовых телефонах зачастую используют аналоговый интерфейс малой мощности для усиления и настройки радио-сигналов базовой станции.

Некоторые цифровые устройства дороже аналоговых. Бывает, что порча лишь одного фрагмента данных, записанных цифровым способом, приводит к искажению всего блока информации, [37].

Контрольные вопросы

1. Два класса электронных устройств, применяемых в технике связи.
2. Основные типы аналоговых устройств.
3. Основные типы цифровых устройств.
4. Достоинства и недостатки электронных устройств, применяемых в технике связи.
5. С какими сигналами работают цифровые устройства?

2.8. Основы электроизмерений и стандартизации

Слово «стандарт» в переводе с английского (standard) означает норму, образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Стандартизация неразрывно связана с развитием человеческого общества и стремлением людей фиксировать наиболее удачные результаты трудовой деятельности с целью их повторного использования.

Государственное управление работами по стандартизации в РК осуществляет уполномоченный орган по стандартизации, метрологии и сертификации – Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан(далее – Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации).

Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации является государственным органом исполнительной власти, осуществляющим межотраслевую координацию, а также функциональное регулирование в области стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации. В соответствии с Законом Республики Казахстан «О стандартизации»

Службы по стандартизации на предприятиях и в организациях осуществляют организационно-методическое и научно-техническое руководство в области стандартизации в пределах своей компетенции, выполняя научно-исследовательские, опытно-конструкторские и другие работы по стандартизации и унификации продукции, услуг, производственных процессов.

Объектами (предметами) стандартизации обычно являются продукция, процессы (работы), услуги, которые имеют перспективу многократного воспроизведения и (или) использования и для которых разрабатывают те или иные нормы, требования, характеристики, параметры, правила и т.п. Стандартизация может касаться либо объекта в целом, либо его отдельных составляющих (характеристик). Например, применительно к станкам конструктивные характеристики и требования безопасности могут быть изложены в двух стандартах. Областью стандартизации называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Государственный надзор за соблюдением обязательных требований нормативных документов по стандартизации осуществляют на основании Закона РК «О стандартизации» Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации и его территориальные подразделения.

С принятием Закона РК «О стандартизации» от 5 октября 2018 года № 183-VI Институт определен Национальным органом по стандартизации, координирующим все процессы по стандартизации и способствующим созданию условий для принятия стандартов на основе консенсуса всех заинтересованных сторон. Вопросами стандартизации в сфере железнодорожного транспорта занимается Технический комитет (ТК 40) - по стандартизации «Железнодорожный транспорт» на базе АО «НК «ҚТЖ».

Основная цель Закона РК «О стандартизации» – установление мер государственной защиты интересов потребителей и государства в вопросах качества и безопасности продукции, процессов (работ) и услуг посредством разработки и применения нормативных документов по стандартизации, устанавливающих требования, правила, нормы, и государственного контроля за выполнением обязательных требований стандартов при их применении.

Положения закона являются обязательными для выполнения всеми государственными органами управления, субъектами хозяйственной или

иной деятельности независимо от формы собственности и общественными объединениями.

Определение термина «стандартизация» в Законе Республики Казахстан «О стандартизации» и в Государственной системе стандартизации Республики Казахстан следующее: «Стандартизация – это деятельность, направленная на обеспечение безопасности и качества объектов стандартизации и достижение оптимальной степени упорядочения требований к объектам стандартизации посредством установления положений для всеобщего, многократного использования в отношении реально существующих и потенциальных задач».

В зависимости от масштабов работы по стандартизации она может быть международной, межгосударственной, региональной и национальной.

Международная стандартизация – это работа по стандартизации, участие в которой открыто для соответствующих органов любой страны.

Результатом работы по международной стандартизации являются международные стандарты, используемые странами-участниками или прямо, или при разработке или пересмотре национальных стандартов.

Межгосударственная стандартизация – это деятельность по стандартизации объектов, представляющих межгосударственный интерес.

Региональная стандартизация – это стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического, политического или экономического региона мира.

Региональная и международная стандартизация осуществляется специалистами стран, представленных в соответствующих регионах и международных организациях.

Национальная стандартизация – стандартизация в одном конкретном государстве. При этом национальная стандартизация также может осуществляться на разных уровнях: на государственном, отраслевом уровнях на уровне ассоциаций, производственных фирм, предприятий и учреждений.

Международная организация по стандартизации приняла следующее определение: «Стандарт – это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области» (определение термина дано согласно Руководству 2 ИСО / МЭК, 1991).

Стандарт – документ, разработанный на основе согласия заинтересованных сторон, в котором устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Стандарт должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта, тогда его использование принесет оптимальную выгоду для общества.

Документ по стандартизации – это документ, устанавливающий нормы, правила, характеристики, документ, устанавливающий нормы, правила,

характеристики, принципы, касающиеся различных видов деятельности в сфере стандартизации или ее результатов.

Система стандартизации – это совокупность участников стандартизации, нормативных документов, устанавливающих требования к продукции, процессам, работам, услугам.

Основной целью стандартизации является достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Первостепенными результатами деятельности по стандартизации должны быть повышение степени соответствия продукции, услуг, процессов, работ их функциональному назначению, устранение технических барьеров в международном товарообмене, содействие научно-техническому прогрессу и сотрудничеству в различных областях.

Цели стандартизации можно подразделить на общие и более узкие, конкретные, касающиеся обеспечения соответствия.

Общие цели вытекают, прежде всего, из содержания понятия «стандартизация». Конкретизация общих целей для стандартизации связана с выполнением тех требований стандартов, которые являются обязательными.

Конкретные цели стандартизации относятся к определенной области деятельности, отрасли производства товаров и услуг, предприятию, тому или иному виду продукции, процессов (работ), услуг и т.п.

Обеспечение единства измерений и его цели

Единство измерений – это состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах величин и погрешность измерений находится в установленных границах с заданной вероятностью. Это значит, что все результаты множества выполняемых измерений необходимо приводить к воспроизводимым единицам измеряемых величин, сопровождать указанием их точности и гарантировать требуемую точность.

Обеспечение единства измерений (ОЕИ) – это деятельность метрологических служб, направленная на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с законодательными актами, а также правилами и нормами, установленными государственными стандартами и другими нормативными документами по обеспечению единства измерений.

Основная цель обеспечения единства измерений – это защита интересов граждан и экономики Республики Казахстан от последствий недостоверных результатов измерений.

Закон РК «О единстве измерений»

Обеспечение единства измерений в стране и на международном уровне является одной из главных задач государства.

Для реализации вышеуказанных задач 18 января 1993 года был принят Закон Республики Казахстан «О единстве измерений», позволивший

перевести управление метрологической инфраструктуры республики на законодательные принципы и устанавливающий следующие формы государственного надзора:

- государственные испытания и утверждение типа средств измерений;
- государственную метрологическую аттестацию средств измерений;
- государственную поверку средств измерений;
- лицензирование деятельности по изготовлению, поверке, ремонту, продаже и прокату средств измерений;
- государственный надзор за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их продаже и расфасовке;
- государственный надзор за выпуском в обращение, состоянием и применением средств измерений, методиками выполнения измерений, соблюдением метрологических правил и норм.

Настоящий Закон устанавливает правовые, экономические и организационные основы обеспечения единства измерений в Республике Казахстан, регулирует отношения между органами государственного управления, физическими и юридическими лицами в сфере метрологической деятельности и направлен на защиту прав и законных интересов граждан и экономики Республики Казахстан от последствий недостоверных результатов измерений.

Сфера действия закона распространяется на органы государственного управления, а также на физические и юридические лица, осуществляющие деятельность, связанную с обеспечением единства измерений на территории Республики Казахстан.

Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» включает 7 глав и 31 статью.

Законодательство об обеспечении единства измерений основывается на Конституции Республики Казахстан и состоит из Закона «Об обеспечении единства измерений» и иных нормативных правовых актов, определяющих организацию и порядок проведения различных видов работ, обеспечивающих единство измерений.

Виды и методы электрических измерений

В технике связи приходится иметь дело с электрическим, магнитными и механическими величинами и измерять эти величины. Измерить электрическую, магнитную или какую-либо иную величину - это значит сравнить ее с другой однородной величиной, принятой за единицу.

Виды электрических измерений

В зависимости от общих приемов получения результата измерения делятся на следующие виды: прямые, косвенные и совместные.

К *прямым измерениям* относятся те, результат которых получается непосредственно из опытных данных. Прямое измерение условно можно выразить формулой $Y = X$, где Y - искомое значение измеряемой величины; X — значение, непосредственно получаемое из опытных данных. К этому

виду измерений относятся измерения различных физических величин при помощи приборов, градуированных в установленных единицах.

Косвенным называется такое измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. В качестве примера косвенных измерений можно указать на измерение мощности в цепях постоянного тока амперметром и вольтметром.

Совместными измерениями называются такие, при которых искомые значения разноименных величин определяются путем решения системы уравнений, связывающих значения искомых величин с непосредственно измеренными величинами.

Методы электрических измерений

В зависимости от совокупности приемов использования принципов и средств измерений все методы делятся на метод непосредственной оценки и методы сравнения.

Сущность *метода непосредственной оценки* заключается в том, что о значении измеряемой величины судят по показанию одного (прямые измерения) или нескольких (косвенные измерения) приборов, заранее проградуированных в единицах измеряемой величины или в единицах других величин, от которых зависит измеряемая величина.

Простейшим примером метода непосредственной оценки может служить измерение какой-либо величины одним прибором, шкала которого проградуирована в соответствующих единицах.

Вторая большая группа методов электрических измерений объединена под общим названием *методов сравнения*. К ним относятся все те методы электрических измерений, при которых измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой мерой. Таким образом, отличительной чертой методов сравнения является непосредственное участие мер в процессе измерения.

Методы сравнения делятся на следующие: нулевой, дифференциальный, замещения и совпадения.

Средства измерений

Средства измерения - технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства.

По назначению средства измерения делят на образцовые и рабочие, причем по конструкции и метрологическим характеристикам они могут быть аналогичны. Образцовые средства измерения запрещается применять для практических измерений, они предназначены для поверки по ним других средств измерений - как рабочих, так и образцовых более низкой точности.

Рабочие средства измерения есть средства, применяемые для измерений, не связанных с передачей размеров единиц физически величин.

Быть уверенным в правильности показания рабочего средства измерений можно, только поверив его при помощи более точного образцового средства измерений. Поверку средства измерений, то есть

определение погрешностей средства измерений и установление его пригодности к применению, проводят только органы метрологической службы, имеющие соответствующее разрешение.

К средствам измерений относятся меры, измерительные приборы, преобразователи, установки и системы, измерительные принадлежности.

Мера есть средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Мера, воспроизводящая физическую величину одного размера, называется однозначной, а воспроизводящая ряд одноименных величин различного размера - многозначной. Примеры однозначной меры - нормальный элемент (мера ЭДС), образцовая катушка (мера сопротивления), а многозначной - миллиметровая линейка, вариометр индуктивности, конденсатор переменной емкости, магазин сопротивлений.

Измерительный преобразователь - это средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Измерительный преобразователь - техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации и передачи. Измерительный преобразователь или входит в состав какого-либо измерительного устройства (измерительного прибора, датчика) или применяется вместе с каким-либо средством измерения.

Преобразователи по месту, занимаемому в измерительной цепи, делятся на первичные, передающие и промежуточные. На вход первичного преобразователя воздействует непосредственно измеряемая величина, а промежуточный занимает в измерительной цепи место после первичного. Передающий преобразователь служит для дистанционной передачи измерительной информации и может быть в то же время первичным.

Для того чтобы изменить в определенное число раз значение одной из величин, действующих в измерительной цепи, без изменения ее физической природы, используют масштабные преобразователи (измерительные трансформаторы тока, усилители и т. п.).

Для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем, предназначен измерительный прибор.

Показывающий измерительный прибор допускает только отсчитывание показаний. Отсчитывают показания визуально по шкале средства измерений, относительно которой перемещается указатель отсчетного устройства, или по светящимся цифрам, возникающим на отсчетном устройстве в цифровых показывающих приборах.

Регистрирующий измерительный прибор содержит механизм регистрации показаний. Если в приборе предусмотрена запись показаний в форме диаграмм, то его называют самопишущим.

Измерительная установка представляет собой совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателя, и расположенных в одном месте. В качестве примера можно привести измерительные установки для поверки нормальных элементов.



Рисунок 2.8. 1. - Электрические средства измерений (средства измерений электрических величин)

Классификация электроизмерительных приборов, условные обозначения на шкалах приборов

Для контроля за правильностью работы электротехнических установок, испытания их, определения параметров электрических цепей, учета расходуемой электрической энергии и т. д. производят различные электрические измерения. В технике связи, как и в технике сильных токов, электрические измерения имеют важное значение. Приборы, с помощью которых измеряются различные электрические величины: ток, напряжение, сопротивление, мощность и т. д., — называются электрическими измерительными приборами.

Существуют большое количество различных электроизмерительных приборов. Наиболее часто при производстве электрических измерений используются: амперметры, вольтметры, гальванометры, ваттметры, электросчетчики, фазометры, фазоуказатели, синхроноскопы, частотомеры, омметры, мегомметры, измерители сопротивления заземления, измерители емкости и индуктивности, осциллографы, измерительные мосты, комбинированные приборы и измерительные комплекты.

По принципу действия электроизмерительные приборы подразделяются на следующие основные типы:

1. Приборы магнитоэлектрической системы, основанные на принципе взаимодействия катушки с током и внешнего магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом.

2. Приборы электродинамической системы, основанные на принципе электродинамического взаимодействия двух катушек с токами, из которых одна неподвижна, а другая подвижна.

3. Приборы электромагнитной системы, в которых используется принцип взаимодействия магнитного поля неподвижной катушки с током и подвижной железной пластинки, намагниченной этим полем.

4. Тепловые измерительные приборы, использующие тепловое действие электрического тока. Нагретая током проволока удлиняется, провисает, и вследствие этого подвижная часть прибора получает возможность повернуться под действием пружины, выбирающей образовавшуюся слабину проволоки.

5. Приборы индукционной системы, основанные на принципе взаимодействия вращающегося магнитного поля с токами, индуцированными этим полем в подвижном металлическом цилиндре.

6. Приборы электростатической системы, основанные на принципе взаимодействия подвижных и неподвижных металлических пластин, заряженных разноименными электрическими зарядами.

7. Приборы термоэлектрической системы, представляющие собой совокупность термопары с каким-либо чувствительным прибором, например магнитоэлектрической системы. Измеряемый ток, проходя через термопару, способствует возникновению термотока, воздействующего на магнитоэлектрический прибор.

8. Приборы вибрационной системы, основанные на принципе механического резонанса вибрирующих тел. При заданной частоте тока наиболее интенсивно вибрирует тот из якорьков электромагнита, период собственных колебаний которого совпадает с периодом навязанных колебаний.

9. Электронные измерительные приборы - приборы, измерительные цепи которых содержат электронные элементы. Они используются для измерений практически всех электрических величин, а также неэлектрических величин, предварительно преобразованных в электрические.

По типу отсчетного устройства различают аналоговые и цифровые приборы. В аналоговых приборах измеряемая или пропорциональная ей величина непосредственно воздействует на положение подвижной части, на которой расположено отсчетное устройство. В цифровых приборах подвижная часть отсутствует, а измеряемая или пропорциональная ей величина преобразуется в числовой эквивалент, регистрируемый цифровым индикатором.

Отклонение подвижной части у большинства электроизмерительных механизмов зависит от значений токов в их катушках. Поэтому необходимо

сделать результирующий вращающий момент зависящим от измеряемой величины и не зависящим от напряжения источника питания.

Для таких измерений применяют механизм, отклонение подвижной части которого определяется только отношением токов в двух его катушках и не зависит от их значений. Приборы, построенные по этому общему принципу, называются логометрами. Возможно построение логометрического механизма любой электроизмерительной системы с характерной особенностью - отсутствием механического противодействующего момента, создаваемого закручиванием пружин или растяжек.

Электроизмерительные приборы классифицируются и по роду измеряемой ими величины, так как приборы одного и того же принципа действия, но предназначенные для измерения разных величин могут значительно отличаться друг от друга по своей конструкции, не говоря уже о шкале прибора.

Абсолютной погрешностью прибора называют разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины.

Приведенной погрешностью прибора называется отношение абсолютной погрешности к наибольшему возможному отклонению показателя прибора (номинальному показанию прибора).

Чувствительностью прибора называют отношение углового или линейного перемещения указателя прибора, приходящееся на единицу измеряемой величины. Если шкала прибора равномерна, то чувствительность его по всей шкале одинакова.

Если шкала прибора неравномерна, то чувствительность прибора в различных областях шкалы различна, так как одному и тому же приращению (например, тока) будут соответствовать разные приращения углового или линейного перемещения показателя прибора.

Величина, обратная чувствительности прибора, называется постоянной прибора. Следовательно, постоянная прибора — это цена деления прибора, или, иначе, величина, на которую должен быть помножен отсчет по шкале в делениях, чтобы получить измеряемую величину.

Калибровка измерительных приборов — определение погрешностей или поправок для совокупности значений шкалы прибора путем сравнения в различных сочетаниях отдельных значений шкалы друг с другом. За основу сравнения берется одно из значений шкалы. Калибровка широко применяется в практике точной метрологической работы.

Электроизмерительные приборы потребляют при работе энергию, которая в них преобразуется обычно в тепловую энергию. Мощность потерь зависит от режима в цепи, а также от системы и конструкции прибора.

Если измеряемая мощность относительно мала, а следовательно, относительно малы ток или напряжение в цепи, то мощность потерь энергии в самих приборах может заметно влиять на режим исследуемой цепи и показания приборов могут иметь довольно большую погрешность.

При точных измерениях в цепях, где развиваемые мощности сравнительно малы, необходимо знать мощность потерь энергии в приборах.

В табл. 2.8.1 приведены средние величины мощности потерь энергии в различных системах электроизмерительных приборов.

Класс точности измерительного прибора — это обобщенная характеристика, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами, влияющими на точность, значения которых установлены в стандартах на отдельные виды средств измерений. Класс точности средств измерений характеризует их свойства в отношении точности, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых при помощи этих средств.

Таблица 2.8.1. - Примеры обозначения единиц измерения, их кратных и дольных значений

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Килоампер	kA	Коэффициент мощности	cos φ
Ампер	A	Коэффициент реактивной мощности	sin φ
Миллиампер	mA	Тераом	TΩ
Микроампер	μA	Мегаом	MΩ
Киловольт	kV	Килоом	kΩ
Вольт	V	Ом	Ω
Милливольт	mV	Миллиом	mΩ
Мегаватт	MW	Микром	μΩ
Киловатт	kW	Милливебер	mWb
Ватт	W	Микрофарада	mF
Мегавар	MVAR	Пикофарада	pF
Киловар	kVAR	Генри	H
Вар	VAR	Миллигенри	mH
Мегагерц	MHz	Микрогенри	μH
Килогерц	kHz	Градус стоградусной температурной шкалы	°C
Герц	Hz		
Градусы угла сдвига фаз	φ°		

Для того чтобы заранее оценить погрешность, которую внесет данное средство измерений в результат, пользуются нормированными значениями погрешности. Под ними понимают предельные для данного типа средства измерений погрешности.

Погрешности отдельных измерительных приборов данного типа могут быть различными, иметь отличающиеся друг от друга систематические и случайные составляющие, но в целом погрешность данного измерительного прибора не должна превосходить нормированного значения. Границы основной погрешности и коэффициентов влияния заносят в паспорт каждого измерительного прибора. Стрелочные измерительные приборы: вольтметры, амперметры, омметры и т. д., - обладают шкалами.

Шкала - плоская или цилиндрическая поверхность, относительно которой движется стрелка, на которой нанесены деления.

Иногда шкала у прибора всего одна, а иногда их несколько, при этом индикатором измерений служит всего одна стрелка. Давайте же разберемся, что это за шкалы, и как ими пользоваться, чтобы ничего не напутать.

Таблица 2.8.2 - Средние величины мощности потерь энергии

Система прибора	Вольтметры на 100 В, Вт	Амперметры на 5 А, Вт
Магнитоэлектрическая	0,1 - 1,0	0,2 - 0,4
Электромагнитная	2,0 - 5,0	2,0 - 8,0
Индукционная	2,0 - 5,0	1,0 - 4,0
Электродинамическая	3,0 - 6,0	3,5 - 10
Тепловая	8,0 - 20,0	2,0 - 3,0

Для начала отметим, что шкалы эти бывают разными. Более распространенными являются именованные шкалы, то есть шкалы, на которых деления проградуированы соответствующими единицами измеряемых величин, это градуированные шкалы.

Встречаются *условные шкалы*, рис.2.8.3. Если прибор имеет несколько переключаемых пределов измерений, то шкала будет наверняка условной, и одни и те же деления будут иметь разные значения в каждом из установленных пользователем пределов.



Рисунок 2.8.2 - Шкала амперметра



Рисунок 2.8.3- Условные шкалы

Для того, чтобы по условной шкале прибора определить точно значение измеряемой в данный момент величины, необходимо, зная цену

деления, количество делений до того места, куда отклонилась, и где остановилась в данный момент стрелка, умножить на цену деления.

Если на шкале есть отметка ноль, то шкала называется *нулевой*. Если нуля нет, то шкала называется *безнулевой*.

2.8.1 Лабораторные работы

Лабораторная работа №1

Изучение зависимости сопротивления реальных проводников от их геометрических параметров и удельных сопротивлений материалов.

Цель: определить удельное сопротивление проводника и сравнить его с табличным значением.

Порядок выполнения работы

1.Соберите на монтажном столе электрическую схему, показанную на рисунке 2.8.4

2.Выберите материал проводника, согласно Вашего варианта по журналу:

$L = 100 \text{ м}; S = 0.1 \text{ мм}^2;$

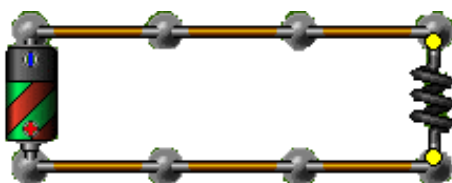


Рисунок .2.8.4.

Таблица 1. Варианты задания

№ варианта	Материал	№ варианта	Материал
1	Алюминий	9	Молибден
2	Висмут	10	Никель
3	Вольфрам	11	Нихром
4	Железо	12	Олово
5	Константан	13	Платина
6	Латунь	14	Свинец
7	Манганин	15	Серебро
8	Медь	16	Цинк

3. Определите экспериментально с помощью мультиметра напряжение на проводнике.

4. Для этого необходимо подключить параллельно проводнику мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения, соблюдая полярность. Запишите показания мультиметра.

5. Определите экспериментально с помощью мультиметра силу тока в цепи. Включите мультиметр в режиме измерения постоянного тока последовательно в цепь, соблюдая полярность. Запишите показания мультиметра.

6. Рассчитайте сопротивление проводника .

7. Определите удельное сопротивление материала .

8. Далее,. изменяя длину, но, не меняя площадь поперечного сечения и материал проводника.

9. Результаты измерений занесите в таблицу:

10. Найдите среднее значение удельного сопротивления и сравните его с табличным значением

№ опыта	Длина, м	Напряжение, В	Сила тока, А	Сопротивление, Ом	Удельное сопротивление, Ом · мм ² /м
1					
2					

2.10. Измерьте сопротивление проводника непосредственно с помощью омметра. Сравните полученные результаты.

Сформулируйте выводы по проделанной работе.

Лабораторная работа №2

Исследование сопротивлений резисторов при последовательном и параллельном соединениях.

Цель работы: Опытом проверить закономерности электрической цепи при последовательном и параллельном соединениях резисторов.

Задание:

1.Собрать электрическую цепь последовательного соединения резисторов (рисунок 2.8.5)

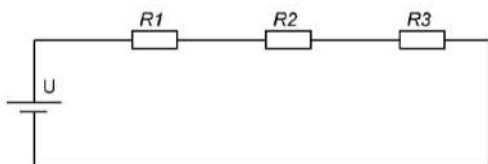


Рисунок 2.8.5

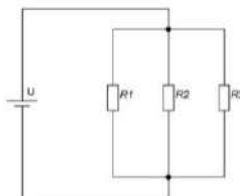


Рисунок 2.8.6

2.Собрать электрическую цепь параллельного соединения резисторов (рисунок 2.8.6) .

3.Снять показания приборов и записать их в таблицу

Лабораторная работа №3

Исследование сопротивлений проводников при смешанном соединении.

Цель работы:

Получение навыков сборки электрических цепей, измерений токов и напряжений на отдельных участках электрической цепи; убедиться в соблюдении законов Кирхгофа в разветвленной линейной электрической цепи, научиться применять законы Кирхгофа в графическом виде.

Задание: исследовать особенности смешанного соединения элементов в электрических цепях постоянного тока.

Собрать цепь со смешанным соединением резисторов (рис. 2.8.7). Собрать цепь со смешанным соединением резисторов, выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 1). После проверки схемы преподавателем - включить источник питания E_2 , и установить заданное значение величины напряжения питания и измерить напряжения на входе цепи U и на всех участках цепи. Результаты занести в табл. 2. С помощью соответствующего тумблера установить новое значение резистора R_2 и снова измерить напряжения и токи в цепи. Выключить источник питания E_2 . По результатам измерений вычислить мощность каждого участка цепи. Результаты вычислений занести в табл. 2. Выключить электропитание.

Таблица 1

Варианты	1	2	3	4	5	6
E_2, B	12	10	8	12	10	8
R_1	R_2	R_3	R_2	R_3	R_2	R_3
R_2	R_4-1	R_4-1	R_4-1	R_4-2	R_4-2	R_4-3
R_3	R_7	R_7	R_7	R_9	R_9	R_9

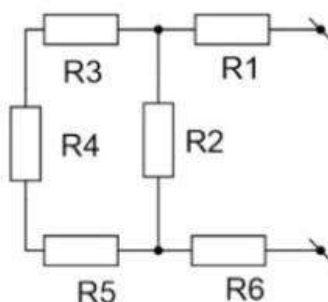


Рисунок 2.8.7

Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R_2 на режим работы всей цепи и отдельных потребителей.

Объяснить, почему это имеет место. Проверить выполнение баланса мощностей.

Таблица 2.

№ опыта	Измерено						Вычислено				
	U	U1	U2.3	I1	I2	I3	P1	P2	P3	P	Rэк
	B	B	B	A	A	A	Вт	Вт	Вт	Вт	Ом
1											

Проверить выполнение баланса мощностей.

Включить электропитание. Плавно изменяя величину входного напряжения с помощью потенциометра, измерить значения напряжения и токов на всех участках цепи при трех различных значениях входного напряжения. Результаты измерений занести в таблицу. Выключить электропитание. По результатам измерений построить в одной координатной системе вольтамперные характеристики резисторов R1, R2, R3. Пользуясь ими, построить вольтамперную характеристику всей цепи. Здесь же построить экспериментальную вольтамперную характеристику цепи, сравнить её с расчетной вольтамперной характеристикой всей цепи.

Лабораторная работа №4

Исследование законов Кирхгофа

Цель работы: опытным путем проверить справедливость законов Кирхгофа.

Задание:

Собрать схему исследования (рисунок 1). Снять показания и занести их в отчёт. Произвести расчёты. Сделать вывод о проделанной работе.

Сборка принципиальная схемы

Собрать схему, рис.1 .

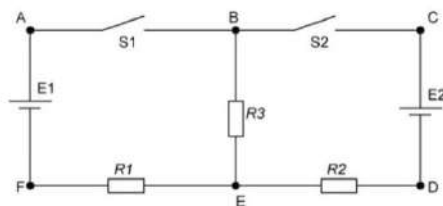


Рисунок 1 - Схема электрическая принципиальная

Установить ЭДС батареек по 5В. Установить сопротивления резисторов $R1 = 30 \text{ Ом} + N$, $R2 = 50 \text{ Ом} + N$, $R3 = 100 \text{ Ом} + N$, где N - номер студента по журналу. При выключенном ключе S2 замкнуть ключ S1 и измерить токи I1 и I3. Записать их в таблицу. При выключенном ключе S1 и замкнутом S2 измерить токи I2 и I3. Записать их в таблицу. Замкнуть оба ключа S1 и S2. Записать показания всех амперметров I1, I2, I3 в таблицу. Для

контура ABEFA составить уравнение по второму закону Кирхгофа и определить R_{o1} . Для контура BCDEB составить уравнение по второму закону Кирхгофа и определить R_{o2} .
 3.9. Составить уравнение для контура ABCDEFA и проверить справедливость первого закона.

Таблица 1 - Измеренные параметры

№	E1	E2	I1	I2	I3	R _{o1}	R _{o2}	R1	R2	R3
п/п	В	В	А	А	А	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1				-						

Контрольные вопросы

1. Основные логические элементы
2. Цифровые устройства, применяемые в технике связи
3. Элементы электрической цепи
4. Что такое «нелинейный элемент» в электрической цепи?
5. Привести примеры нелинейных элементов электрических цепей.
6. Что относится к источникам тока?
7. Схемы последовательного и параллельного соединения.
8. Закон Ома.
9. Что характеризует вольт-амперная характеристика

Вывод: для освоения материала данного раздела необходимо более подробно изучить материал по предлагаемым учебникам, выполнение схемотехнического монтажа необходимо закрепить на учебной электромонтажной практике. Особое внимание уделить на приобретение устойчивых навыков работы с измерительными приборами, используемыми в производственной деятельности. Материал данного раздела является теоретической основой для изучения профессиональных модулей учебной программы и фундаментом будущего специалиста электросвязи.

Дополнительная литература

1. Кучумов А.И. «Электротехника и схемотехника», 2005
2. Попов В.П. «Основы теории цепей» - М.: Высш.шк., 2005
3. Карлащук В.И. «Электронная лаборатория на IBM PC», М., 2004
4. Прянишников В.А. Электроника. Полный курс лекций, 2004
5. Ракк М. М. Измерения в технике связи: учебник . М.: 2012
6. Основы стандартизации, метрологии, сертификации и менеджмента качества. Учебное пособие. – Алматы: Казахстанская ассоциация маркетинга, 2003.

РАЗДЕЛ 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Целью данного раздела является получение основных знаний о железнодорожной отрасли, выполнения требований охраны труда и техники безопасности при прохождении учебно-ознакомительной практики, а так же для освоения профессиональных модулей учебной программы, .

Необходимые учебные материалы: ПК, «Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта», «Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте», Правил безопасности на железнодорожном транспорте.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 3.1. Основные принципы технической эксплуатации железных дорог
 - 3.1.1 .Общие сведения о железнодорожном транспорте
 - 3.1.2 Основные правила и инструкции по технической эксплуатации железнодорожного транспорта
 - 3.1.3 Общие сведения о сооружениях и устройствах. Железнодорожный путь и путевое хозяйство.
- 3.2. Охрана труда и техника безопасности на железнодорожном транспорте
 - 3.2.1. Основы охраны труда
 - 3.2.2. Основы техники безопасности на железнодорожном транспорте

3.1. Основные принципы технической эксплуатации железных дорог

3.1.1. Общие сведения о железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт - важнейшая отрасль Казахстана обладает разветвленной сетью железнодорожных путей, протяженность которых составляет более 16 тыс. км. Из них 6 тыс. двухпутные, а около 5 тыс. – электрифицированные, протяженность главных путей более 20 тыс. км, а специальных и станционных – более 6 тыс. км. Причем это большое путевое хозяйство постоянно совершенствуется.

Продукцией транспорта является *перевозка*, то есть само перемещение пассажиров и грузов. Транспорт является связующим звеном между производителями и потребителями товаров и услуг. Для оценки перевозочной работы используется ряд показателей. В качестве основного установлен показатель - *объем перевозок* (отправления) грузов, измеряемый в тоннах (т), обычно за год. Этот показатель обеспечивает лучшую сбалансированность (увязку) планов производства с планами перевозок единым измерением - тоннами - по сравнению с показателем грузооборота.

Грузооборот - в тонно-километрах (т-км), представляет собой сумму произведений массы перевезенных грузов на расстояние (дальность) / перевозки.

К числу важнейших показателей относится и *количество перевезенных пассажиров*, обычно за год.

Пассажирооборот - (пассажиро-км) представляет собой сумму произведений числа перевезенных пассажиров на расстояние перевозки.

Так же к числу важнейших показателей работы железных дорог относится *грузонапряженность*, характеризуемая средним количеством выполненных тонно-километров или приведенных тонно-километров, приходящихся на 1 км эксплуатационной длины $L_{ЗКС}$.

Оборотом вагона называют время от окончания погрузки вагона до окончания следующей его погрузки.

К основным экономическим показателям работы транспорта относятся производительность труда, себестоимость перевозок, а также доходность и прибыль.

Производительность труда определяется объемом выполненной продукции в приведенных тонно-километрах, пассажиро-километрах или тонно-километрах, приходящимся на одного работника эксплуатационного штата, а себестоимость перевозок — *отношением* эксплуатационных расходов по перевозке к объему выполненной продукции.

Прибыль представляет собой разность между суммарными доходами дороги, отделения и эксплуатационными расходами на выполнение перевозок.

За последние годы скорость движения грузовых и пассажирских поездов значительно увеличилась. Активно начали работать на магистралях высокоскоростные поезда «Тұлпар - Тальго».

Железные дороги являются универсальным видом транспорта для перевозок всех видов грузов в межрайонных и во внутрирайонных сообщениях но постройка железных дорог требует больших капитальных вложений, зависящих от топографических, климатических и экологических условий.

История железных дорог Казахстана

Впервые железная дорога прошла по территории современного Казахстана в 1893-1894 году. Это была узкоколейная (1000 мм) железнодорожная линия Покровская Слобода - Уральск, протяженностью 369 км, из которых 113 км пролегали в Казахстане. Кроме того, 190 км Транссиба также прошли через Казахстан в районе города Петропавловск.

Годом основания железнодорожного транспорта в Казахстане считается 1904 год, когда началось строительство Оренбург-Ташкентской железной дороги протяженностью 1668 км. Эта магистраль была введена в эксплуатацию в 1905—1906 годах, соединив европейскую Россию со Средней Азией. Вдоль железнодорожной линии выросли города и

промышленные центры: Актюбинск, Новоказалинск, Туркестан, Кызыл-Орда, Аральск и другие.

В 1914—1924 годах сооружена Семиреченская дорога Арысь - Пишпек - часть будущего Турксиба, в 1915 году - магистраль Челябинск - Троицк - Кустанай. По казахстанской земле пролегали 122 км построенной в 1915-1917 годах Алтайской железной дороги (Новосибирск-Семипалатинск). Кроме этого, на северо-востоке Казахстана до 1918 г. функционировала 117-километровая Воскресенская дорога нормальной ширины Экибастуз-Воскресенская пристань (Ермак, ныне Аксу), а в центральном Казахстане 40-километровая узкоколейная дорога Караганда - Спасский завод и 120 километровая Байконурские угольные копи -Карсакпай.

Общая протяженность железных дорог на территории Казахстана к 1918 году достигла 2 575 км.

Первой железнодорожной стройкой в советский период стал построенный в 1920—1922 годах участок Петропавловск-Кокчетав. Который затем в 1926—1931 годах был продолжен через станции Курорт-Боровое и Акмолинск до Караганды, его общая длина превысила 700 км. В 1924 году была создана железнодорожная линия Кулунда — Павлодар. Для развития нефтепромыслов Эмбы в 1926 году была построена узкоколейная дорога Гурьев — Доссор.

Эпохальным событием стало продолжавшееся в 1927-1930 годах строительство Туркестано-Сибирской магистрали протяженностью 1444 км. Она связала Казахстан с Сибирью и способствовала экономическому развития республики и освоению многих пустынных земель.

В 1930-е годы были также построены участки: Караганда -Балхаш (490 км) (центральный Казахстан), Чимкент — Ленгер (юг Казахстана), Локоть-Защита (235 км) (казахстанский Алтай), затем продолженная до Лениногорска и Зыряновска.

В 1936—1939 годы проложен участок, посредством которого Казахстан стал связан с Центральной Россией, - Уральск - Илецк с выходом на Саратов.

В годы Великой Отечественной войны продолжалось строительство стратегически важных железнодорожных магистралей, таких как: магистраль Гурьев - Кандагач-Орск (1936-1944), связавшая нефтепромыслы Эмбы с Уралом и улучшившая сообщение между рядом регионов России; линия Акмолинск-Карталы (1939-1943), обеспечившая, в частности, эффективную доставку угля Караганды на Южный Урал; участки Коксу-Текели-Талдыкорган и Атасу-Каражал. Протяженность казахстанских стальных магистралей достигла 10 тысяч км. Период Великой Отечественной войны отмечен и созданием на железных дорогах Казахстана производственной базы по ремонту подвижного состава и путевого хозяйства.

Трансказахстанская магистраль соединяется с Турксибом у станции Чу (Шу). К 1950 году был построен участок Моинты-Чу (440 км). Таким образом. Транссибирская магистраль соединилась с Туркестано-Сибирской и образовалась первая меридианная линия, прошедшая через всю территорию

республики – Трансказахстанская железнодорожная магистраль (Петропавловск - Кокчетав - Акмолинск - Караганда - Чу).

В 1950-х годах происходило интенсивное строительство железных дорог в северных и центральных регионах Казахстана. В 1955-1961 годах создана линия Есиль - Аркалык (224 км), к 1959 году - Кустанай - Тобол, к 1960 году - Тобол - Джетыгара. За 1950-е годы плотность железнодорожной сети Казахстана увеличилась вдвое. Таким образом, в первой половине XX века сеть железных дорог Казахстана сложилась в современном виде.

В 1960-х годах проложены участки Макат - Мангышлак и Мангышлак - Узень, (общая длина почти 900 км).

В 1964 году был электрифицирован первый в Казахстане участок пути (Целиноград - Караганда). С этого началась активная электрификация казахстанских железных дорог.

В Степногорске была запущена городская электричка.

В 1969-1970 гг. переведен на электрическую тягу весь участок Караганда – Магнитогорск (1180 км).

В апреле 1977 г. на базе Казахской железной дороги были образованы три дороги: Целинная, Алма-Атинская и Западно-Казахстанская.

С 1980-х гг. электрификация затронула южные магистрали: Мойнты – Шу, Ченгельды – Арысь, Арысь – Тюлькубас. Общая протяженность электрифицированных линий приблизилась к 4 тысячам км.

В сентябре 1990 г. Произошла стыковка железных дорог Казахстана и Китая на пограничном переходе, соединившем казахстанскую станцию Дружба с китайской станцией Алашанькоу.

1991 г. - открыто движение грузовых составов по Северному коридору Трансазиатской железнодорожной магистрали

В 1997 году начат первый этап преобразований в отрасли с созданием республиканского государственного предприятия «Қазақстан темір жолы».

В 2001 году приняты Закон Республики Казахстан «О железнодорожном транспорте» и Программа реструктуризации железнодорожного транспорта Республики Казахстан на 2001-2005 годы.

В 2002 году на базе РГП «Қазақстан темір жолы» было создано закрытое акционерное общество «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» со 100%-ным государственным пакетом акций.

С 2002 по 2004 годы созданы акционерные общества «Военизированная железнодорожная охрана», «Жолжөндеуші», «Ремпуть», «Казтранссервис», «Кедентранссервис», «Транстелеком», «Центр транспортного сервиса» и др.

В 2004 году ЗАО «НК «КТЖ» было преобразовано в акционерное общество «Национальная компания «Қазақстан темір жолы»

В 2001 году запуск новой железнодорожной линии «Аксу-Дегелен» протяженностью 187 км. Новая дорога открыла кратчайший путь из Семейского региона в Павлодарский.

В 2004 году завершено строительство железнодорожной линии «Хромтау-Алтынсарино» протяженностью 404 км, соединившей Костанайскую и Актюбинскую область.

В 2008 году железнодорожной линии «Шар-Усть-Каменогорск» протяженностью 150 км завершилось соединение национальной железнодорожной сети в пределах границ Казахстана.

В 2010 году Правительством РК была принята новая программа по развитию транспортной инфраструктуры до 2014 года.

С 2011 года, в соответствии с поручениями Главы государства бизнес АО «НК «КТЖ» динамично трансформируется.

АО «НК «КТЖ» из железнодорожной компании преобразовано в транспортно-логистический холдинг с задачей развития транзитного потенциала Казахстана и глобальной инфраструктурной интеграции.

В 2012 году запуск железнодорожной линии «Жетыген-Алтынколь» (Хоргос) обеспечил второй железнодорожный переход на границе с Китаем.

В 2014 году главы Казахстана, Туркменистана и Ирана открыли движение по международному транспортному коридору «Узень - Берекет - Горган».

В 2016 году построена новая линия Боржакты - Ерсай протяженностью 14 километров, которая создает благоприятные условия по увеличению грузовых перевозок в направлении Ирана, Китая, России, стран ЕС. Это служит повышению экспортного потенциала в западном направлении через порты на Каспии.

В 2017-2018 годы построены вторые пути на участке Алматы-1 – Шу протяженностью 113,7 километра, что позволило сократить время следования поездов, увеличить пропускную и провозную способность участка. Сейчас железнодорожная инфраструктура, состоящая из хозяйств пути, сигнализации и связи, электроснабжения, обслуживает 21 тысячу километров развернутого пути, из них электрифицированных – более 4 тысяч километров (26%).

Компания реализует инфраструктурные проекты в рамках гос. программы «Нурлы жол», участвует в реализации Плана нации «100 конкретных шагов», продолжает модернизировать транспортные активы, наращивает сухогрузный и паромный флот, участвует в институциональном развитии международных транспортных коридоров и устранении нефизических барьеров при осуществлении перевозок

Согласно данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики РК по итогам 2019 года, общий грузооборот в стране составил 609341 миллион тонно-километров, из них железнодорожным транспортом – 289174 миллиона тонно-километров, или 47,5%. Эта цифра подтверждает, что железнодорожные сети выполняют значительную роль в экономике страны

Компания «Қазақстан темір жолы» активно реализует программу «Цифровая трансформация». Цифровизация – это веление времени, и у нас в

рамках программы реализуются три проекта. Один из них – «Внедрение мобильных диагностических средств в рамках АСУ «Магистраль». С мая 2019 года в целях минимизации человеческого фактора при выявлении рисков образования отступлений и дефектов, развивается диагностический блок путевого хозяйства. Мобильные диагностические комплексы предназначены для комплексной диагностики железнодорожного пути, мониторинга состояния геометрии рельсовой колеи, такая диагностика позволяет увидеть и понять причину происходящих в пути изменений, а также оценить эти изменения качественно и количественно, принимать решения о том, когда и в каком объеме необходимы работы по содержанию и ремонту пути. Это, в свою очередь, напрямую влияет на улучшение обеспечения безопасности движения поездов.

Также в рамках проекта «Центр управления движением поездов» внедрена микропроцессорная диспетчерская централизация (МП АСДЦ) на участках Уральского отделения дороги и Илецкого железнодорожного узла (38 отдельных пунктов).

На смену физически и морально устаревшим системам пришли современные микропроцессорные устройства собственной разработки. Это позволит осуществлять централизованный контроль состояния подвижного состава, производить сбор, обработку информации значительно быстрее.

Помимо того, в 2019 году введена в опытную эксплуатацию АСУ «ТОиР» в пределах границы Павлодарского отделения магистральной сети. Уже в данную систему введены и выполнены порядка 52 тысяч заказов на техническое обслуживание и ремонт объектов МЖС с автоматическим списанием в системе SAP использованных материалов.

В декабре 2019 года Правительством РК утверждена Государственная программа инфраструктурного развития на 2020-2025 годы. В данную государственную программу включена модернизация участка Достык - Актогай - Мойынты с началом реализации в 2023 году. Этот участок является частью основного транзитного коридора Китай – Европа по территории Казахстана. Поэтому уровень развития его инфраструктуры является стратегическим фактором в привлечении транзитного грузопотока Китай – Европа.

Как отмечают специалисты, с 2019-го по 2024 годы объем перевозок между Казахстаном и Китаем по станции Достык увеличивается от 2,5 до 4,5% ежегодно. Кроме того, в рамках данной госпрограммы предусмотрена электрификация железнодорожного участка Мойынты - Актогай протяженностью 526,7 километра с началом реализации в 2022 году.

Структура управления

Совет директоров определяет стратегические цели, приоритетные направления развития и устанавливает основные ориентиры деятельности Компании на долгосрочную перспективу, обеспечивает наличие необходимых финансовых и человеческих ресурсов для осуществления

поставленных целей. Совет директоров осуществляет контроль над деятельностью исполнительного органа АО «НК «КТЖ».

Структура состава Совета директоров обеспечивает справедливое и объективное представление интересов Единственного акционера.

Количественный состав Совета директоров определяется Единственным акционером.

Совет директоров АО «НК «КТЖ» состоит из 9-ти членов, 4-ро из которых являются независимыми.

Совет директоров несет ответственность перед Единственным акционером за эффективное управление и надлежащий контроль над деятельностью Компании.

Совет директоров определяет стратегические цели, приоритетные направления развития и устанавливает основные ориентиры деятельности Компании на долгосрочную перспективу, обеспечивает наличие необходимых финансовых и человеческих ресурсов для осуществления поставленных целей. Совет директоров осуществляет контроль над деятельностью исполнительного органа АО «НК «КТЖ».

Структура состава Совета директоров обеспечивает справедливое и объективное представление интересов Единственного акционера.

Количественный состав Совета директоров определяется Единственным акционером.

Совет директоров АО «НК «КТЖ» состоит из 9-ти членов, 4-ро из которых являются независимыми. Совет директоров несет ответственность перед Единственным акционером за эффективное управление и надлежащий контроль над деятельностью Компании.



Рисунок .3.1.1 - Структура управления

3.1.2 Основные правила и инструкции по технической эксплуатации железнодорожного транспорта

«Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта», далее ПТЭ, разработаны в соответствии Законом Республики Казахстан "О железнодорожном транспорте" и определяют порядок технической эксплуатации железнодорожного транспорта.

Безопасная работа железнодорожного транспорта, может быть обеспечена и обеспечивается в тех случаях, когда все требования ПТЭ и инструкций строго соблюдаются каждым работником на всех стадиях работы железнодорожного транспорта, в течение всего периода эксплуатации во всех звеньях перевозочного процесса.

«Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте»

Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте устанавливает систему видимых и звуковых сигналов для передачи приказов и указаний, относящихся к движению поездов и маневровой работе и типы сигнальных приборов, при помощи которых эти сигналы подаются, а так же условия выдачи сигнальных приборов, при котором работники, связанные с движением поездов при нахождении на службе в зависимости от светлого или темного времени суток, должны иметь при себе сигнальные приборы.

Выполнение требований сигналов, установленных настоящей Инструкцией, обеспечивает бесперебойность и безопасность движения поездов и маневровой работы.

«Правил безопасности на железнодорожном транспорте»

Настоящие Правила безопасности на железнодорожном транспорте разработаны в соответствии с Законом Республики Казахстан "О железнодорожном транспорте". Правила распространяются на участников перевозочного процесса, вспомогательные службы железнодорожного транспорта, осуществляющих деятельность в сфере железнодорожного транспорта, независимо от формы собственности.

Система управления безопасностью – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов управления перевозчика, охватывающих процессы планирования, подготовки и выполнения операций, мониторинга, контроля, анализа и направленных на обеспечение выполнения установленных требований по безопасности перевозочного процесса и снижение рисков причинения вреда жизни или здоровью человека, окружающей среде, нанесения ущерба имуществу участников перевозочного процесса и третьих лиц.

Контрольные вопросы

1. Значение Правил технической эксплуатации железных дорог.
2. В соответствии с каким Законом РК разработаны Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта?
3. Порядок эксплуатации технических средств автоматики, телемеханики и телекоммуникаций.

4. Какие сигналы описывает Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте?
5. Что включают сигналы ограждения?
6. Основные сигнальные указатели и знаки.
7. Виды звуковых сигналов.
8. Сигналы тревоги и специальные указатели.
9. Общие требования к участникам перевозочного процесса
10. Что включает система управления безопасностью на железнодорожном транспорте?
11. Порядок выдачи сертификата безопасности перевозчика на железнодорожном транспорте.
12. Как осуществляется учет нарушений безопасности движения?

3.1.3 Общие сведения о сооружениях и устройствах. Железнодорожный путь и путевое хозяйство

Понятие о комплексе устройств и сооружений и структуре управления на железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт представляет собой сложное многоотраслевое хозяйство, в состав которого входят железные дороги и предприятия, а также административно-хозяйственные, культурно-бытовые и медицинские учреждения, научные вузы, институты, техникумы, школы.

Для выполнения перевозочного процесса железные дороги имеют технические средства, состоящие из подвижного состава и инфраструктуры - железнодорожных сооружений и устройств, в которые входят:

- железнодорожный путь с необходимым путевым развитием на отдельных пунктах для приема, скрещения, обгона, расформирования, формирования и отправления поездов и выполнения других операций;
- сооружения для посадки, высадки и обслуживания пассажиров;
- устройства для хранения, погрузки и выгрузки грузов;
- устройства автоматики, телемеханики, связи и вычислительной техники для обеспечения безопасности движения поездов и ускорения производственных процессов;
- сооружения для экипировки и ремонта локомотивов и вагонов;
- устройства электроснабжения, включая тяговые подстанции и контактную сеть на электрифицированных линиях;
- устройства водоснабжения;
- устройства материально-технического обеспечения.

В Правилах технической эксплуатации (ПТЭ) введено понятие «специальный подвижной состав». К нему относятся несъемные подвижные единицы на железнодорожном ходу:

- специальный самоходный подвижной состав — мотовозы, дрезины, специальные автомотриссы для перевозки материалов или доставки работников предприятий к месту производства работ, железнодорожные

строительные машины, имеющие автономный двигатель с тяговым приводом в транспортном режиме;

- специальный несамоходный подвижной состав железнодорожно-строительные машины без тягового привода в транспортном режиме, прицепы и другой специальный подвижной состав, предназначенный для производства работ по содержанию, обслуживанию и ремонту сооружений и устройств железных дорог, включаемый в хозяйственные поезда.

Для безопасности движения поездов требуется, чтобы локомотивы и вагоны, а также грузы на открытом подвижном составе могли свободно проходить мимо устройств и сооружений у пути, не задевая их, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава. Это требование обеспечивается соблюдением установленных государственным стандартом габаритов приближения строений и габаритов подвижного состава.

Габаритом приближения строений называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия их с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем состоянии, контактные провода с деталями крепления, поворачивающаяся часть колонки при наборе воды и др.).

Габаритом подвижного состава называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

На железнодорожном транспорте габариты приближения строений и подвижного состава для линий со скоростями движения не более 160 км/ч (для линий и участков со скоростями движения поездов свыше 160 км/ч габаритные нормы устанавливаются специальными указаниями). ГОСТ распространяется на железные дороги общей сети колеи 1520 мм (1524 мм), а также на подъездные пути железных дорог и промышленных предприятий.

Габарит приближения строений С (рис. 3.1.2) применяется при строительстве новых линий, постройке вторых путей, электрификации железных дорог и осуществлении других реконструктивных мероприятий на общей сети и подъездных путях (от станции их примыкания до территории предприятия). Габаритные расстояния по высоте принимаются от уровня верха головки рельса, горизонтальные расстояния — от оси пути. Очертание I—II—III установлено для перегонов, а также для путей на станциях (в пределах искусственных сооружений), на которых не предусматривается стоянка подвижного состава. Очертание *1a-a-a-TYa* - для остальных путей станций. Высота габарита указана на рис. 3.1.2 дробью: числитель - для контактной подвески с несущим тросом, знаменатель — для контактной подвески без несущего троса. Ширина габарита приближения строений С составляет 4900 мм. Размер 1100 мм означает расстояние от головки рельса.

В габарите на перегонах на расстоянии от оси пути 1745 мм предусмотрен уступ высотой 1070 мм от головки рельса для перил на мостах, эстакадах и других искусственных сооружениях.

Расстояние от оси пути до линии приближения строений (вновь строящихся зданий, заборов, опор контактной сети и линий связи) установлено 3100 мм. Не допускается укладывать фундаменты, трубопроводы, кабели и другие не относящиеся к пути сооружения в пределах 1000 мм от уровня головки рельсов по вертикали и на расстоянии 2900 мм от оси пути по горизонтали.

Государственным стандартом установлен также габарит приближения строений Сп, отличающийся от габарита С отдельными размерами (например, по высоте, составляющей для габарита Сп 5500 мм). Требованиям этого габарита должны удовлетворять сооружения и устройства депо, мастерских, грузовых районов, складов, портов, промышленных предприятий, в местах, где скорости движения сравнительно невысоки.

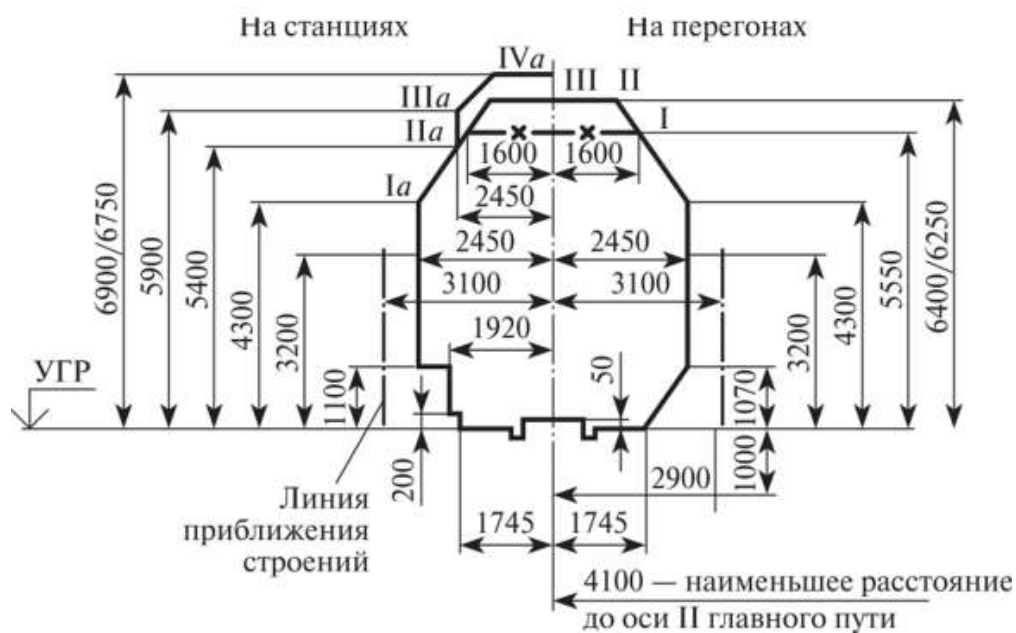
Для проверки соблюдения габарита приближения строений применяется устанавливаемая на платформе специальная габаритная рама, представляющая собой деревянную конструкцию, внешний контур которой соответствует очертанию габарита С. Свободный проход рамы около сооружений и устройств свидетельствует о соблюдении габарита С.

Установлены *габариты подвижного состава* 1-Т и Т и габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ. Подвижной состав габарита 1-Т допускается к обращению по всем путям общей сети железных дорог, подъездным путям и путям промышленных предприятий, а габарит Т — по путям общей сети железных дорог, подъездным путям промышленных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габарита С (с очертанием поверху для неэлектрифицированных линий) и габарита Сп.

Габариты 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ установлены для подвижного состава, допускаемого к обращению как по железным дорогам колеи 1520 (1524) мм, так и по колее 1435 мм.

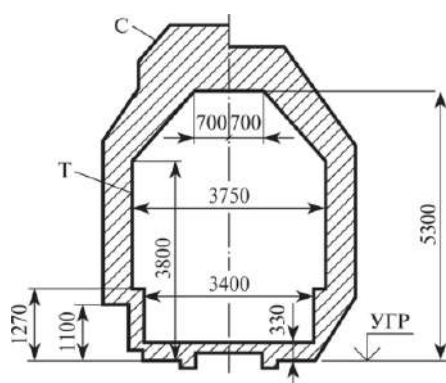
Пространство между габаритами подвижного состава Т и приближения строений С (рис. 3.1.2), а также между подвижным составом, находящимся на смежных путях, необходимо для того, чтобы подвижной состав при поперечном смещении или наклоне его не мог задеть за какие-либо части сооружений и устройств. Смещение и наклон подвижного состава могут быть вызваны отклонениями в содержании пути, боковыми колебаниями подвижного состава на рессорах. Железные дороги принимают к перевозке и негабаритные грузы, которые, будучи погруженными на открытый подвижной состав, выходят за пределы габарита погрузки (рис. 3.1.4).

Габаритом погрузки называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен размещаться груз (с учетом упаковки, и крепления) на открытом подвижном составе при нахождении его на прямом горизонтальном пути.



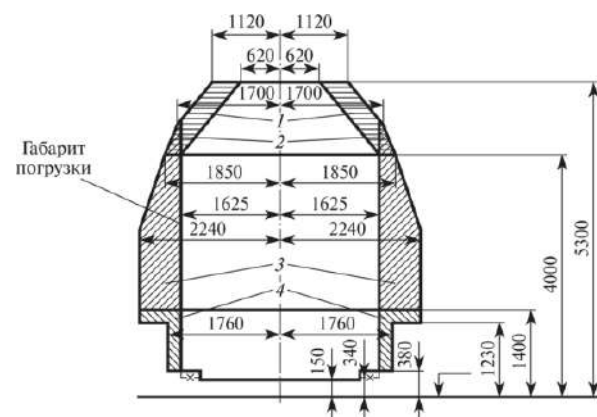
УГР - уровень верха головки рельса; х - для сооружений и устройств на путях, где электрификация исключена

Рис. 3.1.2. - Габарит приближения строений С



Т — очертание габарита подвижного состава; С — очертание габарита приближения строения; УГР — уровень верха головки рельса

Рисунок 3.1.3.- Совмещенные габариты приближения строений и подвижного состава



Негабаритное 1, 2, 3, 4 — соответственно верхняя, совместная боковая и верхняя, боковая, нижняя

Рисунок 3.1.4. - Зоны груза

Негабаритные грузы могут быть перевезены при соблюдении специальных условий предосторожности.

В зависимости от высоты, на которую груз выходит за габарит погрузки, установлены зоны нижней, боковой и верхней негабаритности (см. рис. 3.1.4). Кроме того, для более точного определения условий пропуска

грузов верхней негабаритности на двухпутных линиях введена дополнительно зона совместной боковой и верхней негабаритности.

Порядок определения негабаритности грузов, приема их к перевозке и погрузки, отправления и следования поездов изложены в Инструкции по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов по железным дорогам колеи 1520 мм.

Расстояния между осями смежных путей определяются условиями обеспечения безопасности движения поездов, личной безопасности людей, находящихся на междупутьях (рис. 3.1.5). При этом учитываются соответствующие размеры габаритов подвижного состава и приближения строений.

Согласно ПТЭ *расстояния между осями путей (междупутья)* на прямых участках должны быть не менее указанных: на перегонах двухпутных линий — 4100 мм; на трехпутных и четырехпутных линиях между осями второго и третьего путей — 5000 мм; на станциях между осями смежных путей — 4800 мм; на путях второстепенных и грузовых районов — 4500 мм.

Расстояние между осями второго и третьего путей 5000 мм позволяет оставить в междупутье инвентарь и инструмент для ремонта пути при следовании поездов по второму и третьему путям. Расстояние между осями путей, предназначенных для непосредственной перегрузки грузов из вагонов в вагон, может быть допущено 3600 мм.

В кривых участках размеры междупутья, а также расстояния между осью пути и габаритом приближения строений зависят от радиуса кривой, скорости движения, месторасположения кривой (перегон или станция) и других факторов и устанавливаются по нормам, приведенным в специальных указаниях по применению габаритов приближения строений.

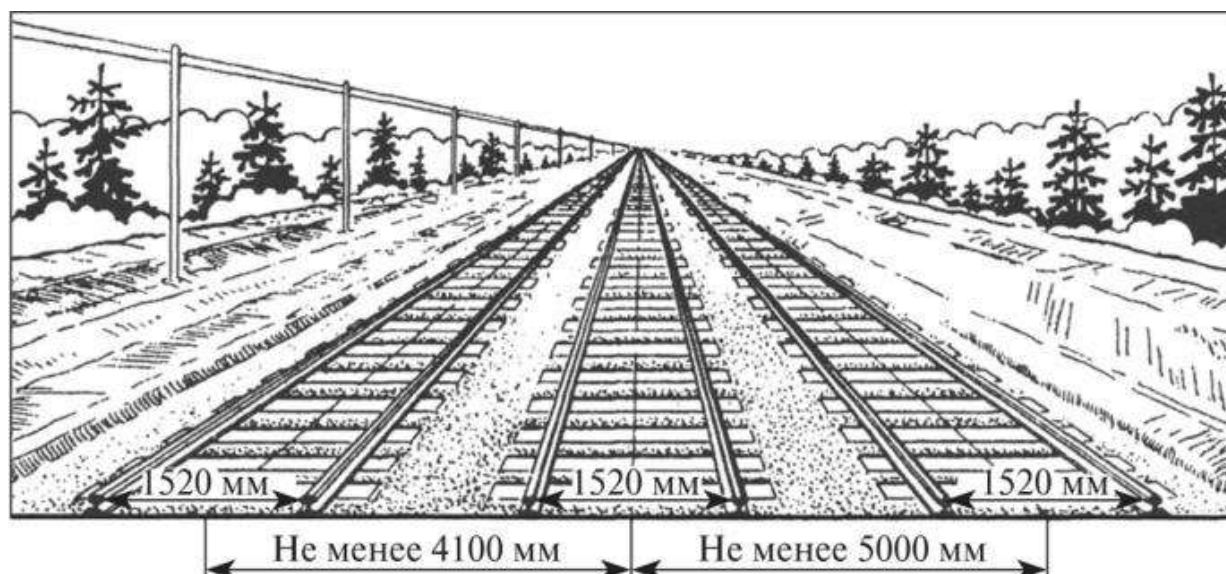


Рисунок 3.1.5. - Расстояния между осями путей на прямых участках перегона

Железнодорожный путь и путевое хозяйство

Железнодорожный путь - это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска по нему поездов с установленной скоростью. Он является самой важной составляющей инфраструктуры железнодорожного транспорта. От состояния пути зависят непрерывность и безопасность движения поездов, а также эффективное использование технических средств железных дорог.

К путевому хозяйству железнодорожного транспорта относятся собственно путь со всеми его сооружениями и устройствами, а также комплекс производственных подразделений и хозяйственных предприятий, предназначенных для обеспечения бесперебойной работы железнодорожного пути и проведения его планово-предупредительных ремонтов. Путевое хозяйство составляет одну из важнейших отраслей железнодорожного транспорта, от которой в значительной мере зависит выполнение перевозочного процесса. Удельный вес путевого хозяйства в системе железнодорожного транспорта характеризуется тем, что на его долю приходится более 50 % всех основных средств железных дорог и свыше 20 % общей численности работников.

Железнодорожный путь (рис. 3.1.6) работает в условиях постоянного воздействия атмосферных и климатических факторов, воспринимая большие нагрузки от проходящих поездов. При этих условиях все элементы железнодорожного пути (земляное полотно, верхнее строение и искусственные сооружения) по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение пассажирских и грузовых поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка, а также иметь достаточные резервы для дальнейшего повышения скоростей движения и грузонапряженности линии.



Рисунок 3.1.6 - Общий вид железнодорожного пути

Для обеспечения указанных требований постоянно ведутся работы по усилению несущей способности и надежности всех элементов пути: широко применяются термически упрочненные рельсы тяжелых типов, новые

конструкции рельсовых креплений, бесстыковой путь, железобетонные шпалы, новые конструкции стрелочных переводов и др.

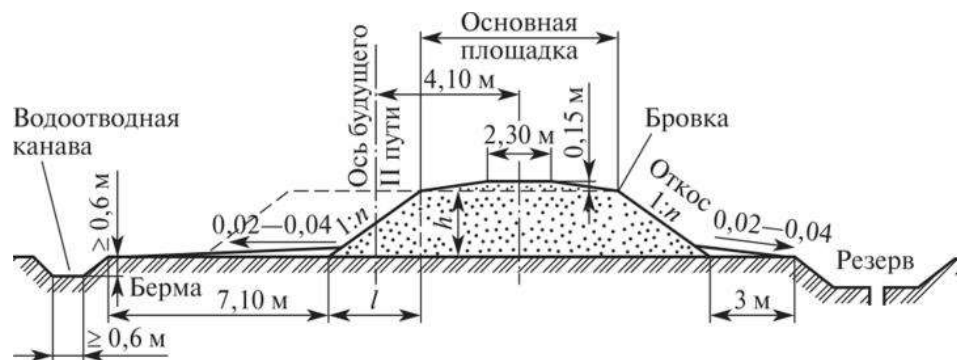
Железнодорожный путь состоит из *нижнего* и *верхнего* строений. Нижнее строение пути включает земляное полотно (насыпи, выемки, полунасыпи, полувыемки, полунасыпи-полувыемки) и искусственные сооружения (мосты, тоннели, трубы, подпорные стены и др.). К верхнему строению пути относятся балластный слой, шпалы, мостовые и переводные брусья, рельсы, рельсовые крепления, противоугоны и стрелочные переводы.

Рельсовые крепления необходимы для соединения рельсов между собой и со шпалами. Противоугоны применяются для удержания рельсов и шпал от продольного смещения под воздействием движущихся поездов. Стрелочные переводы служат для перехода подвижного состава с одного пути на другой. Все элементы железнодорожного пути работают как единая динамическая конструкция.

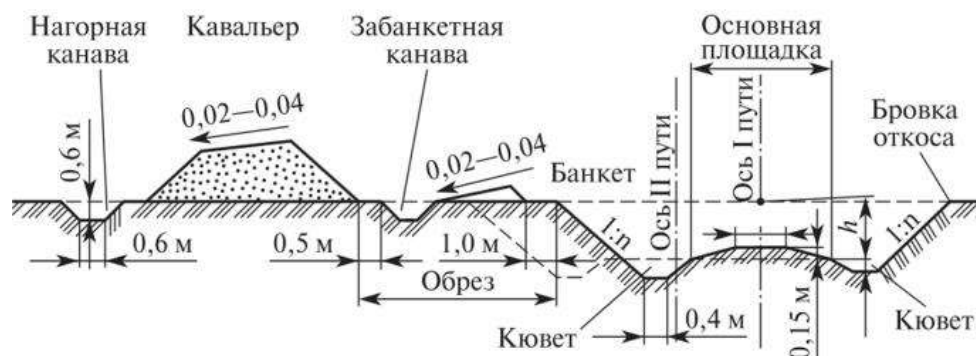
Нижнее строение пути

Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Непосредственно на земную поверхность путь не укладывают вследствие ее неровностей.

а)



б)



а) насыпи; б) выемки

Рисунок 3.1.7- Поперечный профиль

Верхняя часть, на которую укладываются балласт, шпалы, рельсы, называется основной площадкой. На однопутных линиях основная площадка имеет форму трапеции шириной поверху 2,3 м и высотой 0,15 м, а на двухпутных — форму равнобедренного треугольника высотой 0,2 м. Такое очертание основной площадки способствует стоку воды, проникающей через балластный слой во время дождя и таяния снега. На двух- и многопутных линиях ширина основной площадки увеличивается на расстояние между осями крайних путей (на двухпутных линиях — на 4,1 м, а на трехпутных — на 9,1 м).

На двух- и многопутных линиях ширина основной площадки увеличивается на расстояние между осями крайних путей (на двухпутных линиях — на 4,1 м, а на трехпутных — на 9,1 м).

Полоса земли, на которую опирается насыпь, является ее основанием. Линия пересечения основной площадки с откосом называется *бровкой* земляного полотна, а откоса с основанием — *подошвой* откоса. Высотой насыпи считается расстояние от уровня бровок до ее основания по оси (см. рис. 3.1.7а). Горизонтальная проекция линии откоса / называется его *заложением*, а отношение высоты откоса h к заложению, которое обозначается $1:n$, — *крутизной* откоса. Крутизна откосов должна обеспечивать надежную их устойчивость и устанавливается в зависимости от высоты насыпи, свойств грунтов, геологических, гидрологических и климатических условий местности. Большое распространение имеют откосы крутизной 1:1,5, называемые полуторными.

Отвод поверхностных вод от насыпей, сооружаемых из привозного грунта, осуществляется продольными водоотводными канавами шириной по дну и глубиной не менее 0,6 м, которые при поперечном уклоне местности до 0,04 сооружаются с обеих сторон, а при большем уклоне — только с нагорной стороны. Если насыпь возводится из местного грунта, взятого рядом с насыпью, то для отвода воды от полотна используются образующиеся при этом спланированные углубления, называемые *резервами*.

Дну резервов и водоотводных канав придают продольный уклон не менее 0,002.

Полоса земли от подошвы откоса до водоотводной канавы или резерва называется *бермой*.

Со стороны будущего второго пути на однопутных линиях ширина бермы принимается не менее 7,1 м, а с противоположной стороны — не менее 3 м. Для отвода воды от насыпи берма имеет уклон 0,02-0,04.

Типовой поперечный профиль выемки приведен на рис. 3.1.7б. Основная площадка при этом имеет те же размеры, что и при насыпи. С каждой стороны основной площадки земляного полотна в выемках устраиваются продольные канавы для отвода воды, называемые *кюветами*.

Они имеют глубину не менее 0,6 м, ширину по дну не менее 0,4 м и продольный уклон дна не менее 0,002. Вынутый при сооружении выемки грунт, не используемый для сооружения насыпи в другом месте,

укладывается за откосом выемки с нагорной стороны в правильные призмы, называемые *кавалерами*.

Дефекты и деформации земляного полотна и борьба с ними

Земляное полотно — инженерное сооружение, рассчитанное на длительный срок службы. В нем могут возникать и накапливаться дефекты и деформации. Дефекты являются следствием недоработок при проектировании земляного полотна, нарушения технологии строительства и временной эксплуатации линии, неудовлетворительного текущего содержания и ремонтов железнодорожного пути.

Следствием дефектов и деформаций являются повреждения и разрушения земляного полотна. *Дефекты и деформации основной площадки* земляного полотна бывают в виде углублений на основной площадке и пучин.

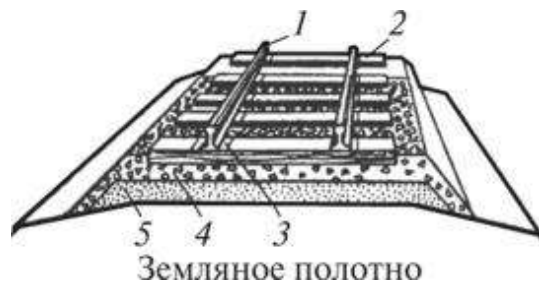
Пучинами называются поднятия грунта вследствие замерзания задерживающейся в нем или поступающей из нижних более теплых слоев воды.

Повреждение откосов бывает в виде смывов грунта атмосферными водами, сплывов, т.е. местных смещений части грунта откоса при сохранении общей его устойчивости, оползаний, при которых происходит отслоение откосной части с захватом основной площадки. Порядок ликвидации указанных и других дефектов и деформаций земляного полотна определяется Инструкцией по содержанию земляного полотна железнодорожного пути.

Верхнее строение пути

Верхнее строение пути служит для направления движения подвижного состава, восприятия силовых воздействий от его колес и передачи их на нижнее строение.

Верхнее строение пути (рис. 3.1.8) представляет собой комплексную конструкцию, включающую балластный слой, шпалы, рельсы и рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы, мостовые и переводные брусья. Рельсы, соединенные со шпалами, образуют рельсошпальную (путевую) решетку. При этом шпалы во избежание продольных и поперечных смещений заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна.



1 - рельсы; 2 - шпалы; 3 - промежуточные рельсовые скрепления; 4 - щебеночный балласт; 5 - песчаная подушка

Рисунок 3.1.8 - Элементы верхнего строения пути

Балластный слой

Основным назначением балластного слоя является восприятие давления от шпал и равномерное распределение его на основную площадку земляного полотна, обеспечение устойчивости шпал под воздействием вертикальных и горизонтальных сил, обеспечение упругости подрельсового основания и возможности выправки рельсошпальной решетки в плане и профиле, отвод от нее поверхностных вод. Балластный слой не должен задерживать на своей поверхности воду, предохранять основную площадку от переувлажнения. В процессе эксплуатации балласт загрязняется, что ухудшает его дренирующие свойства. В связи с этим щебеночный балласт периодически очищают, а гравийный и песчаный заменяют и пополняют.

Шпалы

Шпалы являются основным видом подрельсовых оснований и служат для восприятия давления от рельсов и передачи его на балластный слой. Кроме того, шпалы предназначены также для крепления к ним рельсов и обеспечения постоянства ширины колеи. Помимо шпал, к подрельсовым основаниям относятся мостовые и переводные брусья, отдельные опоры в виде полушпал, а также сплошные опоры в виде плит и рам. Шпалы должны быть прочными, упругими, дешевыми и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Материалом для шпал служат дерево, железобетон, металл.

Стандартная длина деревянных шпал 2750 мм, а для особо грузонапряженных участков изготавливают шпалы длиной 2800 мм. До 1967 г. деревянные шпалы изготавливали длиной 2700 мм.

Железобетонные шпалы с предварительно напряженной арматурой. Достоинством их является долговечность (40-50 лет), обеспечение высокий устойчивости пути, плавность движения поездов.

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена называют эпюрой шпал. На железных дорогах применяют три эпюры, соответствующие укладке 1600, 1840 и 2000 шпал на 1 км пути.

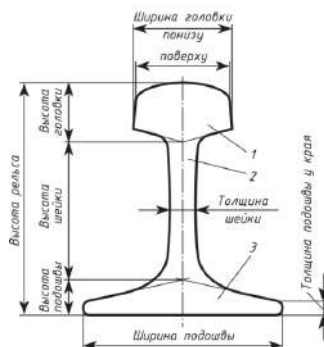
Рельсы

Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы. Кроме того, рельсы используются на участках с автоблокировкой как проводники сигнального тока, а при электротяге - обратного тягового тока.

Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износоустойчивыми, твердыми и в то же время нехрупкими, так как они воспринимают ударнодинамическую нагрузку. Материалом для рельсов служит высокопрочная углеродистая сталь. В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяются на типы Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает «рельс», а цифра — округленную массу одного погонного метра в килограммах. До 1962 г. в путь укладывали также рельсы типа Р43.

Поскольку наибольшее воздействие на рельс оказывает вертикальная нагрузка, стремящаяся изогнуть его, наиболее рациональной формой рельса

считается двутавровая (рис. Рисунок 3.1.9), обеспечивающая одновременно и меньший расход металла.



7 — головка рельса; 2 — шейка; 3 — подошва

Рисунок 3.1.9 - Профиль рельса

Сроки службы рельсов измеряются количеством проследовавшего по ним тоннажа и в среднем до их перекладки составляют для термически упрочненных рельсов Р65 около 500 млн т брутто, а для Р50 — 350 млн т. Срок службы рельсов Р75 примерно на 30 % выше, чем для Р65.

Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Это обеспечивается за счет крепления рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев между собой. Рельсы к шпалам крепят с помощью *промежуточных* скреплений, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, сохранять постоянство ширины колеи. Промежуточные скрепления бывают трех основных видов: нераздельные, смешанные и раздельные.

Соединение рельсовых звеньев между собой осуществляется с помощью *стыковых* скреплений, основными элементами которых являются накладки, болты с гайками и пружинные шайбы. Стыковые накладки предназначены для соединения рельсов и восприятия в стыке изгибающих и поперечных сил. В последнее время в основном применяют шестидырные накладки.

При бесстыковом пути происходит резкое сокращение числа стыковых скреплений за счет сварки отдельных звеньев в плети дает экономию металла до 1,8 т на каждый километр пути, позволяет снизить расходы на содержание и ремонт пути. Срок службы рельсов бесстыкового пути возрастает примерно на 20 % по сравнению со стыковым, деревянных шпал - на 8-13 %, балласта (до очистки) - на 25 %, а затраты труда на текущее содержание пути снижаются на 10-30 %.

Соединения и пересечения путей

Для перехода подвижного состава с одного пути на другой служат устройства по соединению и пересечению путей, относящиеся к верхнему

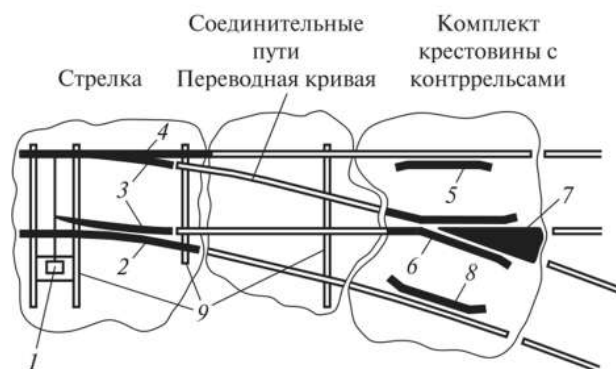
строению. Соединение путей между собой осуществляется *стрелочными переводами*, а пересечение путей — *глухими пересечениями*. С применением стрелочных переводов и глухих пересечений устраивают соединения путей, называемые стрелочными улицами и съездами.

В зависимости от назначения и условий соединения путей между собой стрелочные переводы подразделяют на одиночные, двойные и перекрестные. Одиночные переводы делятся на обыкновенные, симметричные и несимметричные.

Обыкновенный стрелочный перевод (рис. 3.1.10) служит для соединения двух путей. Он может быть право или левосторонним и применяется при отклонении бокового пути от прямого в ту или другую сторону. Этот вид переводов имеет наибольшее распространение. В состав стрелочного перевода входят собственно стрелка, крестовина с контррельсами, соединительная часть между ними и переводные брусья.

Стрелка состоит из двух рамных рельсов, двух остряков, предназначенных для направления подвижного состава на прямой или боковой путь, и переводного механизма.

Остряки соединяются между собой поперечными стрелочными тягами, с помощью которых один из остряков плотно подводится к рамному рельсу, а другой отходит от другого рамного рельса на величину, необходимую для свободного прохода гребней колес. Величина отхода этого остряка от оси первой тяги называется шагом остряка.



1 - переводной механизм; 2, 4 - рамные рельсы; 3 - остряки; 5, 8 - контррельсы; 6 - усовик; 7 - сердечник крестовины; 9 - переводные брусья

Рисунок. 3.1.10 - Схема обыкновенного стрелочного перевода

Съезды, глухие пересечения, стрелочные улицы

Другим распространенным устройством для соединения путей являются съезды. В зависимости от расположения соединяемых путей съезды бывают обыкновенные, перекрестные и сокращенные. *Обыкновенный* съезд состоит из двух одиночных стрелочных переводов и соединительного пути, укладываемого между корнями их крестовин.

Перекрестный, или двойной съезд представляет собой пересечение двух одиночных съездов. Он имеет четыре стрелочных перевода и глухое

пересечение, помещаемое между корнями крестовин. Такие съезды укладывают в стесненных условиях, когда для последовательного расположения двух одиночных съездов нет участка достаточной длины.

Сокращенные съезды применяют при соединении двух далеко отстоящих друг от друга путей для уменьшения общей длины соединения.

Путь, на котором последовательно расположены стрелочные переводы, ведущие на параллельные пути, называется стрелочной улицей

Сплетение путей устраивается при необходимости расположения двух путей на некотором протяжении на земляном полотне, имеющем ширину лишь для одного пути, например в случае ремонта моста или другого сооружения.

Путевое хозяйство

Основным предназначением путевого хозяйства является содержание пути и путевых устройств в постоянной исправности, с целью обеспечения безопасного и плавного движения поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка.

Искусственные сооружения, их виды и назначение - предназначены для пересечения железной дорогой водных преград, других железных и автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий..

К искусственным сооружениям относятся мосты, тоннели, водопропускные трубы, подпорные стены, регулиционные сооружения, дюкеры, галереи, селеспуски и др. При пересечении железной дорогой рек, каналов, ручьев, оврагов сооружаются мосты или трубы (рис. 3.1.11 и 3.1.12).

Разновидностями мостов являются путепроводы, виадуки, эстакады.

Путепроводы (рис. 3.1.13) строят в местах пересечения железных и автомобильных дорог или двух железнодорожных линий. Они обеспечивают независимый и безопасный пропуск транспорта на пересечении дорог в разных уровнях.

Виадуки (рис. 3.1.14) сооружают вместо высокой обычной насыпи при пересечении железной дорогой глубоких долин, оврагов и ущелий.



Рисунок. 3.1.11 - Мост через реку



Рисунок 3.1.12 - Труба



Рисунок 3.1.13 - Путепровод



Рисунок 3.1.14 - Виадук

Эстакады устраивают взамен больших насыпей в городах, где они меньше стесняют улицы и не препятствуют проезду и проходу под ними, а также на подходах к большим мостам через реки с широкими поймами разлива воды

При пересечении горных хребтов вместо глубоких выемок сооружают *тоннели* (рис. 3.1.15). Для безопасного перехода людей через железнодорожные пути на станциях и остановочных пунктах пригородных поездов предусматриваются пешеходные мосты или тоннели.

Для обеспечения устойчивости откосов земляного полотна на крутых косогорах, берегах рек и морей служат подпорные стены, а при подходах к большим мостам для защиты их опор от подмыва при паводках и повреждения льдом - регуляционные сооружения.

В горах в местах возможных обвалов сооружают специальные *галереи* - в местах возможных грязекаменных (селевых) потоков - *селеспуски*. При необходимости пропуска через путь потока воды (водовода) устраивают *дюкеры* (рис. 3.1.16), представляющие собой два колодца, расположенных с обеих сторон железнодорожного пути, соединенных трубой.



Рисунок 3.1.15 - Тоннель

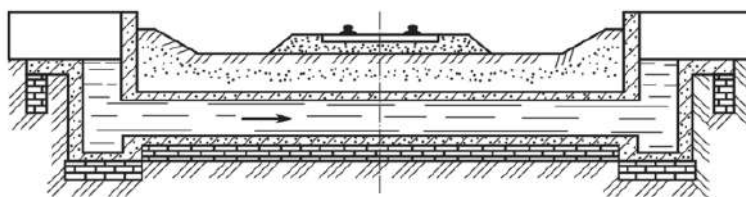


Рисунок. 3.1.16 - Продольный разрез дюкера

Наиболее распространенными видами искусственных сооружений являются мосты и трубы (более 92 %). Искусственные сооружения по протяженности составляют в среднем менее 1,5 % общей длины пути, однако доля их в стоимости железной дороги равна почти 10 %, поэтому их рассчитывают на длительный срок службы. Они должны быть простыми и

дешевыми в эксплуатации и вместе с тем обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов с наибольшими скоростями, установленными для данного участка.

В зависимости от длины, числа пролетов, конструкции и материала пролетного строения, числа путей и способа передачи давления на опоры мосты классифицируются следующим образом: *по числу пролетов* — одно-, двух-, трехпролетные и т.д.; *по числу главных путей* — одно-, двух- и многопутные; *по конструкции пролетного строения* — с ездой понизу, поверху и посередине;

по материал - каменные, металлические, железобетонные, деревянные;

по длине — малые (до 25 м), средние (25—100 м), большие (100— 500 м) и внеклассные (более 500 м);

по способу передачи давления на опоры (статическая схема) - балочные; арочные, рамные, висячие, вантовые, комбинированные.

Подвижной состав. локомотивное и вагонное хозяйства

Движение поездов на железнодорожном транспорте осуществляется с помощью тягового подвижного состава. К нему относятся локомотивы и моторвагонный подвижной состав. В настоящее время в качестве локомотивов в основном применяются *тепловозы*, оборудованные двигателями внутреннего сгорания (дизелями), и *электровозы*.

Классификация тягового подвижного состава

По роду работы локомотивы подразделяются на *грузовые*, *пассажирские* и *маневровые*. Моторвагонный подвижной состав, применяемый в пригородном движении, в отличие от локомотивов, служит не только для тяги прицепных вагонов, но и используется для перевозки пассажиров.

Электрический подвижной состав

К электрическому подвижному составу относятся электровозы и электропоезда. В зависимости от рода применяемого тока различают электроподвижной состав постоянного, переменного тока и двойного питания.

Электрический подвижной состав (ЭПС) состоит из механической части, пневматического и электрического оборудования. К механической части относятся кузов и экипаж (ходовые устройства).

Электрическое оборудование состоит из тяговых электродвигателей, вспомогательных электрических машин, аккумуляторной батареи, аппаратов управления, защиты, а на ЭПС переменного тока и двойного питания, кроме того — из тягового трансформатора и преобразователей тока.

Электропоезда

Для пригородного и междугородного пассажирского сообщения на электрифицированных линиях используются электропоезда, состоящие из моторных и прицепных вагонов. В зависимости от размера пассажиропотоков поезда формируются из 4, 6, 8, 10 или 12 вагонов.

Тепловозы

По роду службы тепловозы подразделяются на грузовые, пассажирские и маневровые. Тепловоз состоит из следующих основных частей: первичного двигателя, системы передачи, кузова, экипажной части и вспомогательного оборудования. Первичным двигателем на тепловозе является *дизель*. Чтобы привести во вращение колесные пары тепловоза от вала дизеля, требуется специальная передача.

Дизель-поезд состоит из головного вагона с дизель-генераторной установкой, моторного (для питания от контактной сети) и прицепных вагонов. Изменяемая составность поезда (от трех до восьми вагонов) позволяет гибко приспособлять его к пассажиропотокам конкретных маршрутов. Наличие двойного питания позволяет использовать его на участках со смешанной тягой, отказавшись от полной их электрификации.

Рельсовые автобусы предназначены для перевозки пассажиров на малодейственных линиях с небольшим пассажиропотоком. В основном в составе - два головных вагона и один прицепной.

Автомотриса представляет собой самодвижущийся вагон с двигателем внутреннего сгорания дизельного или карбюраторного типа, предназначенный для пассажирских или почтовых перевозок. *Мотовозом* называется локомотив небольшой мощности, предназначенный для маневровой работы на железнодорожных станциях и подъездных путях промышленных предприятий.

Локомотивное хозяйство обеспечивает перевозочную работу железных дорог тяговыми средствами и содержание этих средств в соответствии с техническими требованиями. К сооружениям и устройствам этого хозяйства относятся: эксплуатационные и ремонтные локомотивные депо, специализированные мастерские по ремонту отдельных узлов локомотивов, пункты технического обслуживания, экипировки локомотивов и смены бригад, базы запаса локомотивов. Под экипировкой понимают комплекс операций, связанных с подготовкой локомотивов к работе (снабжение их топливом, водой, песком, смазкой, обтирочными материалами).

Локомотивные депо — это основные производственные единицы локомотивного хозяйства. Их сооружают на участковых, сортировочных и пассажирских станциях, выбираемых на основе техникоэкономического сравнения различных вариантов.

По виду тяги различают тепловозные, электровозные, моторвагонные, дизельные, паровозные и смешанные депо. В крупных железнодорожных узлах со специализированными станциями - пассажирскими и сортировочными - предусматривают отдельные локомотивные депо для грузовых и пассажирских локомотивов.

В пунктах оборота локомотивы находятся в ожидании поездов для обратного следования с ними. За это время, как правило, производится их техническое обслуживание, совмещаемое с экипировкой. Пункты смены бригад предусматривают преимущественно на участковых станциях и

размещают исходя из условия обеспечения нормальной продолжительности работы бригад.

Пункты экипировки располагают на деповской территории. Иногда экипировочные устройства размещают непосредственно на приемоотправочных путях для производства операций без отцепки локомотива от поезда.

Пункты технического обслуживания локомотивов размещают как в локомотивных депо, так и в пунктах оборота и экипировки локомотивов.

Все локомотивы, приписанные к дороге или депо и состоящие на их балансе, составляют так называемый инвентарный парк, который подразделяется на эксплуатируемый и неэксплуатируемый. Эксплуатируемый парк состоит из локомотивов, находящихся в работе, в процессе экипировки, технического обслуживания, приемки и сдачи, а также в ожидании работы. Неэксплуатируемый парк составляют локомотивы, находящиеся в ремонте и резерве, в процессе пересылки в холодном состоянии и др.

Обслуживание локомотивов и организация их работы

Электровозы и тепловозы обслуживаются бригадами в составе машиниста и его помощника. Моторвагонные поезда, поездные и маневровые электровозы и тепловозы могут обслуживаться одним машинистом при наличии устройств автоматической остановки в случае внезапной потери машинистом способности вести поезд. При электрической и тепловозной тяге одна локомотивная бригада может обслуживать несколько локомотивов или постоянно соединенных секций, управляемых из одной кабины.

Тепловозная и особенно электрическая тяга в сочетании с обслуживанием локомотивов сменными бригадами позволила применить наиболее эффективную езду на удлинённых участках обращения локомотивов. В этом случае локомотивы следуют без отцепки от поезда по большому кольцу, охватывающему несколько участков работы бригад своей и других дорог.

Экипировка локомотивов

Экипировка электровозов заключается в снабжении их песком, смазочными и обтирочными материалами, наружной обмывке и обтирке. В экипировку тепловозов, кроме того, входит снабжение дизельным топливом и водой для охлаждения дизеля. Эта вода готовится из химически обработанного конденсата пара.

Вагоны

Вагонный парк состоит из пассажирских и грузовых вагонов. В зависимости от технических характеристик вагоны различают следующим образом: по числу осей (четырехосные, шестиосные, восьмиосные и многоосные); по материалу и технологии изготовления кузова (цельнометаллические, с деревянной или металлической обшивкой, с кузовом из легких сплавов, в основном сварные); по грузоподъемности,

массе тары вагона, нагрузке на 1 погонный м пути, габариту подвижного состава и другим параметрам.

Парк пассажирских вагонов состоит из вагонов для перевозки пассажиров, вагонов-ресторанов, почтовых, багажных, почтово-багажных вагонов и вагонов специального назначения (вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, служебные, санитарные и др.).

В зависимости от дальности следования вагоны для перевозки пассажиров отличаются своим устройством. По назначению эти вагоны бывают *дальнего, межобластного и пригородного* сообщения. Вагоны дальнего следования (рис. 3.1.17) подразделяют на мягкие и жесткие, а по планировке — на купейные (два или четыре места в купе) и некупейные. В вагонах межобластного сообщения мягкие кресла расположены в общем пассажирском салоне.

Пассажирские вагоны оборудованы устройствами отопления (водяное или электрическое), вентиляции (приточной принудительной) и освещения. Освещение в пассажирских вагонах электрическое. Электричество для каждого вагона вырабатывается генераторами, приводимыми в действие от оси колесной пары вагона или от специального вагона-электростанции, включаемого в поезд. В электропоездах вагоны освещаются от контактной сети через специальные установки, имеющиеся в моторных вагонах. На станциях и при малых скоростях следования питание вагонов электроэнергией происходит от аккумуляторных батарей, заряжаемых во время движения.

Парк грузовых вагонов состоит из крытых вагонов, платформ, полувагонов, цистерн, вагонов изотермических и специального назначения.

Крытые вагоны предназначены для перевозки разнообразных грузов, их сохранности и защиты от атмосферных воздействий.

На *платформах* перевозят длинномерные, громоздкие и тяжеловесные грузы. Платформы строят с невысокими откидными металлическими бортами, приспособлениями для установки стоек, необходимых при перевозке бревен, столбов, досок и т.п.

Полувагоны — наиболее распространенный вид вагонов грузового парка. Они служат в основном для перевозки массовых навалочных, сыпучих грузов, таких как уголь, руда, кокс, щебень, гравий и др.

Жидкие грузы (нефть, керосин, бензин, масло, кислоты и т.п.) перевозят в *цистернах*.

Изотермические вагоны соединяются в рефрижераторные секции по 5 единиц. При этом в одном вагоне размещается обслуживающая бригада механиков, дизель-электростанция и холодильное оборудование.

Для перевозки скоропортящихся грузов используются также автономные рефрижераторные вагоны, оборудованные холодильными агрегатами и дизель-генераторными установками с автоматическим (без обслуживающего персонала) управлением.

Вагоны специального назначения предназначаются для грузов, требующих особых условий перевозки.

Основные элементы вагонов

В каждом вагоне независимо от назначения и конструкции есть следующие общие элементы:

ходовые части, воспринимающие нагрузку от вагона и обеспечивающие безопасное и плавное его движение (ходовые части вагона включают колесные пары, буксы с подшипниками и рессорное подвешивание, эти части объединены в тележки);

рама вагона, воспринимающая нагрузку от кузова и находящегося в нем груза и передающая на ходовые части вертикальные и горизонтальные усилия, действующие на вагон;

кузов, предназначенный для размещения в нем пассажиров или грузов;

ударно-тяговые приборы, служащие для сцепления вагонов между собой и с локомотивом и смягчения растягивающих и сжимающих усилий, передаваемых от локомотива и от одного вагона другому;

тормозное оборудование, обеспечивающее уменьшение скорости движения или остановку поезда.

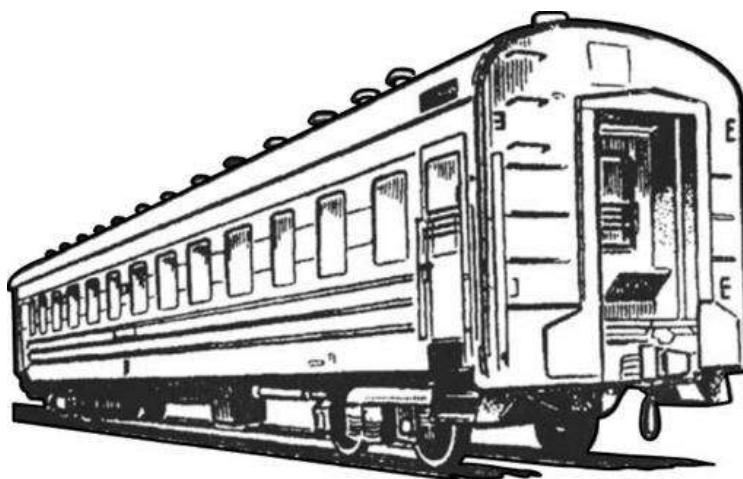


Рисунок. 3.1.17 - Цельнометаллический пассажирский четырехосный вагон

Помимо автоматических, вагоны и локомотивы оборудуются ручными тормозами. В ручных тормозах сила нажатия тормозных колодок на колеса передается от тормозной рукоятки, помещаемой в тамбуре вагонов.

Вагонное хозяйство - назначение - обеспечение перевозок пассажиров и грузов исправными вагонами, удовлетворяющими требованиям безопасности движения и обеспечивающими необходимые удобства для пассажиров и сохранность перевозимых грузов. Для бесперебойной эксплуатации вагонного парка и содержания его в исправном состоянии на железных дорогах установлена четкая система технического обслуживания и ремонта вагонов.

Системы и устройства автоматики, телемеханики и связи

Средства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) - обеспечивают автоматизацию процессов, связанных с управлением движением поездов, безопасностью движения поездов и маневровой работы, увеличение пропускной и провозной способности железных дорог, увеличение скорости доставки грузов и пассажиров, увеличение производительности труда, а также улучшение экономических показателей работы.

На железнодорожном транспорте устройства СЦБ в зависимости от их назначения делятся на две группы: устройства СЦБ на перегонах и устройства СЦБ на станциях. Необходимая надежность устройств СЦБ обеспечивается резервированием устройств и линий связи.

К станционным устройствам относятся также диспетчерская централизация и комплекс устройств горочной автоматики.

Централизация предназначена для управления всеми стрелками и сигналами, расположенными на станции или в отдельном ее районе, из одного пункта - поста централизации.

Диспетчерская централизация

Оперативное руководство перевозочным процессом на железной дороге выполняет и контролирует диспетчерский аппарат со сменным дежурством. Участки железных дорог, которыми руководят поездные диспетчеры (ДНЦ), называются *диспетчерскими кругами*, их протяженность ранее составляла 100-150 км при числе станций до 15, а в настоящее время достигает 400 км и более с числом станций на малодеятельных участках до 40. Границами диспетчерских кругов обычно служат сортировочные или участковые станции. Крупные железнодорожные узлы могут выделяться в самостоятельные круги.

Связь на железнодорожном транспорте

Для нормальной и четкой работы железнодорожный транспорт оснащается необходимыми устройствами связи, при помощи которых производится передача любой информации. В системе железнодорожной связи имеются различные виды, которые делятся: по назначению — на общетехнологическую и оперативно-технологическую; по району действия - на магистральную, дорожную, отделенческую, местную и станционную; по типу используемых линий на проводную, радио, радиорелейную, спутниковую и другие системы.

Обслуживание линий сигнализации и связи

Для управления устройствами сигнализации и связи применяют различные линии передачи информации и команд. В зависимости от физической среды распространения сигналов линии передач делят на проводные (образованные по воздушным и кабельным сетям), волоконно-оптические, радиорелейные и коротковолновые и спутниковые радиолнии.

Работники дистанции, сигнализации и связи обязаны обеспечивать постоянную нормальную видимость сигналов светофоров и маршрутных

указателей. При повреждении линии СЦБ и связи восстановление их должно производиться строго в следующей очередности: провода поездной диспетчерской связи; провода путевой блокировки, энергодиспетчерской связи, электрожелезнодорожной системы, поездной межстанционной и стрелочной связи; провода телеуправления устройствами электроснабжения; провода магистральной связи; остальные провода СЦБ и связи.

Классификация железнодорожных станций

Раздельным называется пункт, разделяющий железнодорожную линию на перегоны. Раздельный пункт регулирует пропуск поездов, обеспечивает безопасность движения и необходимую пропускную способность. Раздельные пункты делятся на: пункты без дополнительного путевого развития (блок-посты, проходные светофоры при автоблокировке); пункты с дополнительным путевым развитием (станции, обгонные пункты и разъезды).

Железнодорожная станция – это раздельный пункт, имеющий путевое развитие и предназначенный для приема, отправления, сквозного пропуска, обгона и скрещения поездов, а также маневровой работы, прицепки, отцепки вагонов, подачи-уборки вагонов на грузовые пункты. Железнодорожные станции классифицируются в зависимости от различных признаков.

По назначению и характеру работы станции классифицируются на:

- промежуточные (в том числе обгонные пункты и разъезды);
- участковые;
- сортировочные;
- пассажирские;
- грузовые.

Характерной особенностью станции является наличие маневровой работы. Станции к которым примыкают три и более железнодорожных направлений называются узловыми.

По расположению приемоотправочных путей и парков станции делятся на:

- продольные;
- полупродольные;
- поперечные.

По количеству главных путей станции классифицируются:

- однопутные; двухпутные; многопутные.

По принадлежности различают магистральные и немагистральные станции.

Железнодорожным станциям в зависимости от объема выполняемой работы присваивается классность, ее устанавливают, оценивая показатели годового плана или достигнутый уровень работы в условных единицах (баллах). По этой оценке станции делятся на внеклассные и станции I, II, III, IV и V классов. В зависимости от схемы различают станции сквозного и тупикового типов.

Железнодорожный разъезд – это отдельный пункт с дополнительным путевым развитием, располагающийся на однопутной линии и предназначенный для скрещения, обгона и пропуска поездов (рис. 3.2.2). Кроме скрещения и обгона, разъезды предназначены для посадки и высадки пассажиров, в некоторых случаях на них осуществляется погрузка и выгрузка грузов в небольшом объеме. Для выполнения этих операций на разъездах имеется главный путь, который используется в основном для безостановочного пропуска поездов, один или два приемоотправочных пути - используются для обгона или скрещения, пассажирское здание и пассажирские платформы, устройства СЦБ и связи, освещения, стрелочные посты. На электрифицированных линиях, кроме того, имеется контактная сеть.

По характеру работы различают разъезды для:

- скрещения встречных одиночных поездов;
- скрещения соединенных поездов.

Также они подразделяются на:

- разъезды для безостановочного скрещения;
- разъезды для скрещения с остановкой.

По расположению приемоотправочных или обгонных путей разъезды бывают: продольные; полупродольные; поперечные.

Тип разъезда зависит от категории железнодорожной линии. В пределах одного тягового участка устраиваются разъезды одного типа.

В зависимости от расположения приемоотправочных путей различают следующие схемы обгонных пунктов:

- с продольным расположением ПОП путей;
- с полупродольным;
- с поперечным.

Железнодорожные пути делятся на *станционные* и *пути специального назначения*. Станционные – это пути в пределах станции, к ним относятся: главные; приемоотправочные; погрузо-выгрузочные; сортировочные; вытяжные; пути локомотивного и вагонного хозяйства (деповские); соединительные; пути отстоя вагонов; весовые; выставочные и др.

К путям специального назначения относятся улавливающие и предохранительные тупики, а также железнодорожные пути необщего пользования различных предприятий.

Главные – продолжение путей перегона, предназначены для пропуска и остановки составов, чаще всего не имеют отклонений по стрелочным переводам.

Приемоотправочные пути – предназначены для приема, стоянки и отправления поездов со станции на перегон.

Сортировочные пути – предназначены для сортировки вагонов, накопления и формирования поездов по назначениям.

Вытяжные – эти пути используются для перестановки составов или вагонов с одного пути на другой.

Улавливающий тупик предназначен для остановки потерявшего способность торможения поезда при движении по затяжному спуску.

Предохранительный тупик исключает выход подвижного состава на маршруты следования поездов и имеет полезную длину (от предельного столбика до упора) не менее 50 м.

Нумерация железнодорожных путей производится по специальной схеме. Каждый путь на станции должен иметь свой (присвоенный ему) номер. Не допускается присваивать одинаковые номера железнодорожным путям, которые находятся в пределах одной станции, а на крупных станциях, на которых есть отдельные парки, в пределах одного парка.

Нумерация главных путей производится римскими цифрами (I, II, III, IV), причем на двухпутных и многопутных линиях путям следования нечетных поездов присваивают нечетные номера I, III, а путям следования четных поездов – четные II, IV. Если к двухпутной линии примыкают однопутные, то главным путям однопутных линий присваивают номера III, IV и т.д.

Приемоотправочные пути нумеруются арабскими цифрами, начиная со следующего номера за номером главного пути от пассажирского здания в полевую сторону.

Специализация парков и путей

На участковой станции выделяют отдельные пути для пассажирских поездов, грузовых поездов (отдельно по направлениям), пропуска локомотивов в депо и из депо под поезда (используются ходовые пути) и маневров по расформированию и формированию составов (сортировочные и вытяжные пути).

На сортировочной станции парки путей специализируют для приема поездов, поступающих в переработку (парк приема), накопления вагонов (сортировочный парк) и отправления сформированных составов (парк отправления). Для транзитных поездов выделяют отдельный парк или специальные пути в парке отправления.

Раздельные пункты, железнодорожные узлы

Для пропуска необходимого числа поездов по участку и обеспечения безопасности движения поездов железнодорожные линии делятся на перегоны или блок-участки раздельными пунктами. Различают раздельные пункты без путевого развития и с путевым развитием. К раздельным пунктам с путевым развитием относятся разъезды, обгонные пункты и станции.

Разъезды — это раздельные пункты на однопутных линиях, имеющие путевое развитие, предназначенное для скрещения и обгона поездов.

Обгонные пункты - это раздельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие, допускающее обгон поездов и в необходимых случаях — перевод поезда с одного главного пути на другой.

Станциями называются раздельные пункты, имеющие путевое развитие, позволяющее выполнять операции по приему, отправлению, скрещению и обгону поездов, операции по приему и выдаче грузов и

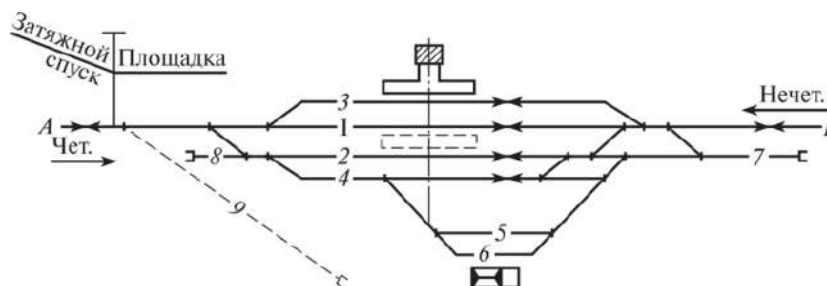
обслуживанию пассажиров, а при развитых путевых устройствах - маневровую работу по расформированию и формированию поездов и технические операции с ними. По характеру работы станции делятся на промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые. Станции, к которым примыкает не менее трех магистральных направлений, называются узловыми. В зависимости от объема и сложности работы станции подразделяются на классы. Станции, выполняющие большой объем работы и имеющие высокий уровень технического оснащения, относятся к внеклассным, затем следуют станции I, II, III, IV и V классов.

Станции являются основными производственно-хозяйственными единицами (предприятиями) транспорта, через которые осуществляется непосредственная связь железных дорог с клиентурой.

Железнодорожные пути на отдельных пунктах (рис. 3.1.18) подразделяются на станционные и специального назначения.

К *станционным* относятся пути в границах станций - главные, приемо-отправочные, сортировочные, вытяжные, погрузочно-выгрузочные, деповские (локомотивного и вагонного хозяйств); соединительные, а также прочие пути. К *путям специального назначения* относят предохранительные и улавливающие тупики и подъездные пути. Предохранительные тупики - это тупиковые пути, предназначенные для предупреждения выхода подвижного состава на маршруты следования поездов.

Улавливающие тупики - это тупиковые пути, предназначенные для остановки потерявшего управление поезда или части поезда при движении по затяжному спуску, расположенному на примыкающем к станции перегоне.



пути: 1 - главный; 2-4 - приемо-отправочные; 5 - выставочный; 6 - погрузочно-выгрузочный; 7- вытяжной; 8 - предохранительный тупик; 9 - улавливающий тупик

Рисунок 3.1.18 - Схема отдельного пункта

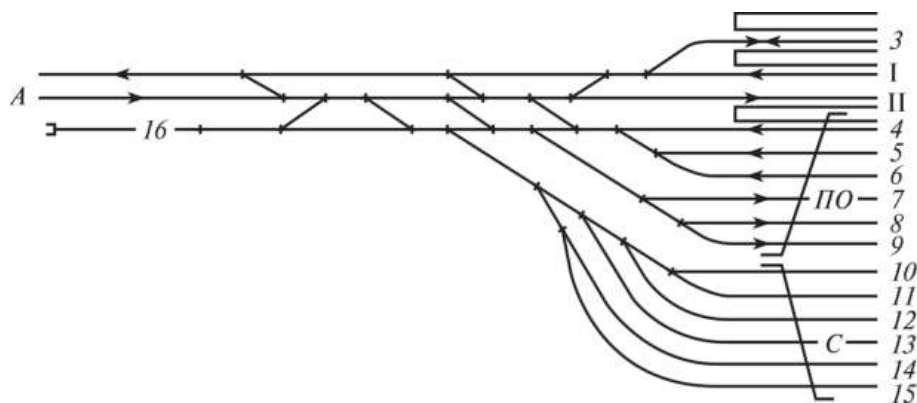
Пути, предназначенные для выполнения одних и тех же операций, объединяют в отдельные группы, называемые *парками*. В зависимости от своего назначения различают парки приема и отправления поездов, сортировочные и др. Зону, в которой уложены стрелочные переводы, соединяющие пути и парки между собой, а также с главными, вытяжными и ходовыми путями называют *горловиной станции* (рис. 3.1.19). Конструкция

горловин должна обеспечивать необходимую пропускную способность и безопасность движения. Схема горловины, позволяющая одновременно выполнить три передвижения: пропуск поездов по I и II главным путям и маневры на вытяжном пути 7(5; или отправление поездов из приемо-отправочного парка в сторону *A* прием поездов в приемо-отправочный парк со стороны *A* и маневровое передвижение по вытяжному пути 16.

Полной длиной сквозного пути называется расстояние между стыками рамных рельсов стрелочных переводов, ограничивающих путь, а тупикового пути — расстояние от стыка рамного рельса стрелочного перевода, ограничивающего путь, до упора.. *Полезной* считается часть полной длины, в пределах которой может находиться подвижной состав, не нарушая безопасности движения по соседним путям.

Ходовые части вагона включают колесные пары, буксы с подшипниками и рессорное подвешивание. Все эти части объединены в тележки. Пути на станциях магистральных железных дорог проектируются стандартной полезной длиной 1050 и 850 м, а для длинносоставных поездов при технико-экономическом обосновании - 2100 и 1700 м.

При этом, для новых станций сквозного типа (на линиях с большим пассажирским движением), следует предусматривать возможность увеличения длины приемо-отправочных путей для размещения пассажирских платформ длиной до 1000 м, если это обосновывается технико-экономическими расчетами на ближайшую перспективу.



ПО — приемоотправочный парк; *С* — сортировочный парк

Рисунок. 3.1.19 - Схема стрелочной горловины станции

Маневровая работа на станциях

Маневровой называется работа, связанная с передвижением вагонов с локомотивами, а также одиночных локомотивов по путям станции для расформирования и формирования составов, обработки поездов и вагонов, подачи вагонов к местам погрузки, выгрузки, подачи поездных локомотивов под составы и уборки их из-под составов в депо. Важнейшее требование - это безусловное обеспечение безопасности передвижений и сохранности грузов и подвижного состава.

График движения поездов

На железнодорожном транспорте движение поездов осуществляется по графику - основному нормативно-технологическому документу, регламентирующему работу всех подразделений по обеспечению движения поездов. График движения выражает план всей эксплуатационной работы железных дорог и является основой организации перевозок. При разработке графика обеспечивается безопасность движения поездов за счет строгого соблюдения требований ПТЭ к порядку приема, отправления и следования поездов. В графике предусматривается приоритетная прокладка международных поездов, согласованный подвод и четкое соблюдение технологии обработки поездов на пограничных станциях.

На основе графика составляется расписание движения поездов для служебного и общего пользования, в котором указывается время прибытия, отправления и проследования поездов по каждому отдельному пункту.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается государственное, народнохозяйственное и оборонное значение железных дорог?
2. Что входит в комплекс основных устройств и хозяйств железнодорожного транспорта?
3. Каковы основные показатели работы железных дорог.
4. Габарит приближения строений и габарит подвижного состава?
5. Что устанавливают Правила технической эксплуатации железных дорог ?
8. Что такое план и профиль железнодорожной линии?
9. Для чего предназначен график движения поездов?
10. Каковы основные элементы железнодорожного пути и их назначение?
11. Назовите виды искусственных сооружений и укажите их назначение.
12. Типы рельсов. Как классифицируются вагоны?
13. В чем заключаются принципы устройства и работы автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации?
14. Укажите виды связи на железнодорожном транспорте и область их применения.
15. Как классифицируются отдельные пункты?
16. Что такое железнодорожный узел?
17. Каковы значения графика движения поездов?

3.2. Охрана труда и техника безопасности на железнодорожном транспорте

Основным направлением государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья

работников. Никакие производственные показатели не должны ставиться выше, чем обеспечение безопасности человека.

Человек, попадая в зону работы железнодорожного транспорта, подвергается повышенной опасности механического травматизма, электротравматизма, вредного воздействия шума, вибраций, электромагнитных полей, негативных микроклиматических факторов, загрязненного атмосферного воздуха и др.

Безопасность работника в условиях любого современного производства обеспечивается Охраной труда - системой сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Условия труда - совокупность факторов среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Вредный производственный фактор - фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Опасный производственный фактор - фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Рабочее место - место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя. Средства индивидуальной и коллективной защиты работников — технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных факторов, а также для защиты от загрязнения.

Производственная безопасность обеспечивается знаниями о грозящих человеку на транспорте опасностях и вредных факторах. Рабочему необходимо знать влияние этих факторов на организм человека, средства защиты, уметь предвидеть и предупреждать опасности.

Каждый работник должен хорошо представлять, что абсолютно безопасных производств не существует. В обеспечении безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности значительная роль принадлежит нормативным и правовым документам по охране. На железных дорогах безопасность производственной среды обеспечиваются комплексом правовых документов обязательного характера.

Сведение к минимуму возможности травмирования и профзаболевания зависит от соблюдения человеком норм и правил, регламентированных этими документами.

Существуют также комплексы экономических, организационных, технических и санитарно-гигиенических мер. Экономические мероприятия -

упреждающие затраты на охрану жизни и здоровья человека за счет нормализации параметров вредных производственных факторов.

Организационные мероприятия основаны на действии административных мер по предотвращению вредного воздействия на человека опасных факторов. К организационным мерам, например, относятся: профотбор; проведение инструктажей, технической учебы; рационализация режима труда в условиях действия негативного фактора; организация, разработка и внедрение технических мер безопасности; аттестация рабочих мест.

Правовые меры устанавливаются законами, нормами, гигиеническими нормативами, правилами, регламентами, сертификатами и другими.

Контрольные вопросы

1. Обязанности работников и работодателей в сфере охраны труда
2. Ответственность за нарушение законодательства об охране труда
3. Особенности режима рабочего времени.
4. Виды инструктажа на транспорте.
5. Анализ причин производственного травматизма, порядок расследования несчастных случаев

Вывод: после изучения данного раздела и получения основных знаний о железнодорожной отрасли, требований охраны труда и техники безопасности, прохождении учебно-ознакомительной практики, усвоения всех положений: «Правил технической эксплуатации железнодорожного транспорта», «Инструкции по сигнализации на железнодорожном транспорте», Правил безопасности на железнодорожном транспорте, обучающиеся будут осознанно воспринимать материал профессиональных модулей учебной программы. Особое внимание следует обратить на более подробное самостоятельное изучение вопросов охраны труда и техники безопасности на транспорте.

Дополнительная литература

1. Шубко В.Г., Правдин Н.В., Архангельский Е.В. Железнодорожные станции и узлы: / М., 2002.
2. Яковлева Т.Г и др. Железнодорожный путь: М.: Транспорт, 2001.
3. Ефименко Ю.И. Железные дороги. Общий курс
4. Инструкция по сигнализации на железных дорогах.
5. Правила технической эксплуатации железных дорог
6. Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников В.Л. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики: .М., 2008.
7. Закон РК "О безопасности и охране труда", 2006. – 25 с.
8. Ключкова Е.А . Охрана труда на железнодорожном транспорте... Издательство: М. : Маршрут, 2004. – 412 с

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков для выполнения основных работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств телекоммуникаций и электросвязи на железнодорожном транспорте.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для схемотехнического моделирования, AutoCAD, NanoCAD, Multisim, NetCracker и другие программы.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения профессиональных модулей учебной программы, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 4.1. Виды, свойства, характеристики и области применения основных электротехнических материалов, используемых в производстве
 - 4.1.1. Классификация электротехнических материалов
 - 4.1.2. Проводниковые материалы. Полупроводниковые материалы. Диэлектрические материалы . Магнитные материалы
- 4.2. Структура построения сетей связи
- 4.3. Устройство и принцип действия устройств коммутации
- 4.5. Системы телекоммуникаций
- 4.6. Подключение, проверка работоспособности систем электросвязи
 - 4.6.1.Монтаж устройств связи
 - 4.6.2.Монтаж оконечных кабельных устройств
 - 4.6.3.Монтаж волоконно-оптических линий связи
 - 4.6.4.Методы и приборы для тестирования линий связи
- 4.7. Аппаратура «МиниКом DX-500.ЖТ»

4.1. Виды, свойства, характеристики и области применения основных электротехнических материалов, используемых в производстве

Материал - это объект, обладающий определенным составом, структурой и свойствами, предназначенный для выполнения определенных функций. Материалы могут иметь различное агрегатное состояние: твердое, жидкое, газообразное или плазменное.

Функции, которые выполняют материалы, разнообразны: обеспечение протекания тока (в проводниковых материалах), сохранение определенной формы при механических нагрузках (в конструкционных материалах), обеспечение изоляции (в диэлектрических материалах), превращение электрической энергии в тепловую (в резистивных материалах). Обычно материал выполняет несколько функций. Например, диэлектрик обязательно

испытывает какие-то механические нагрузки, то есть является конструкционным материалом.

Основные материалы, можно разделить на несколько классов - это проводниковые материалы, магнитные материалы и диэлектрические материалы. Общим для них является то, что они эксплуатируются в условиях действия напряжения, а значит и электрического поля [30].

Проводниковые материалы

Проводниковыми называют материалы, основным электрическим свойством которых является сильно выраженная по сравнению с другими электротехническими материалами электропроводность. Их применение в технике обусловлено в основном этим свойством, определяющим высокую удельную электрическую проводимость при нормальной температуре.

Важнейшими для электротехники свойствами проводниковых материалов являются их электро- и теплопроводность, а также способность генерации термо-ЭДС. Электропроводность характеризует способность вещества проводить электрический ток.

В качестве токопроводящих частей применяют проводники из меди, алюминия, их сплавов и железа (стали).

Медь является одним из лучших токопроводящих материалов. Плотность меди при 20°С 8,95 г/см³, температура плавления 1083° С. Медь химически мало активна, но легко растворяется в азотной кислоте, а в разбавленной соляной и серной кислотах растворяется только в присутствии окислителей (кислорода). На воздухе медь быстро покрывается тонким слоем окиси темного цвета, но это окисление не проникает в глубь металла и служит защитой от дальнейшей коррозии. Медь хорошо поддается ковке и прокатке без нагрева. Для изготовления электрических проводников применяется электролитическая медь в слитках, содержащих 99,93% чистой меди. Удельное сопротивление меди при 20° С составляет 0,0172—0,018 ом х мм²/м. Для изготовления проводников применяют мягкую, полутвердую или твердую медь с удельным весом соответственно 8,9, 8,95 и 8,96 г/см³, [30]

Для изготовления деталей токоведущих частей широко используется медь в сплавах с другими металлами. Наибольшее применение получили следующие сплавы: латуни - сплав меди с цинком, с содержанием в сплаве не менее 50% меди, с присадкой других металлов. Удельное сопротивление латуни 0,031 - 0,079 ом х мм²/м; бронзы - сплав меди с оловом с присадкой различных металлов, удельное сопротивление бронзы 0,021 - 0,052 ом х мм²/м; алюминий - по своим качествам второй после меди токопроводящий материал, температура плавления 659,8° С, удельное сопротивление при 20° С 0,026 - 0,029 ом х мм²/м, [30].

При замене меди алюминием сечение проводника должно быть увеличено в отношении проводимостей, т. е. в 1,63 раза.

Для изготовления деталей токоведущих частей используют алюминиевые сплавы с другими металлами, например: дюралюмины - сплав

алюминия с медью и марганцем; силумин - легкий литейный сплав из алюминия с примесью кремния, магния, марганца [30].

В качестве добавок в сплавы, а также для изготовления припоев и осуществления защитных покрытий токопроводящих металлов широко применяют: кадмий, никель, олово, свинец, серебро, сурьма, хром, цинк [30].

Для контактных соединений применяются следующие материалы:

Медь - удовлетворяет почти всем перечисленным выше требованиям, за исключением коррозионной стойкости. Оксиды меди имеют низкую проводимость.

Серебро - очень хороший контактный материал, удовлетворяющий всем требованиям, за исключением дугостойкости при значительных токах. При малых токах обладает хорошей износостойкостью. Оксиды серебра имеют почти такую же проводимость, как и чистое серебро. Серебро используется для главных контактов в аппаратах на большие токи, для всех контактов продолжительного режима работы.

Алюминий - по сравнению с медью обладает значительно меньшими проводимостью и механической прочностью.

Платина, золото, молибден - применяются для коммутирующих контактов на очень малые токи при малых нажатиях. Платина и золото не образуют оксидных пленок. Контакты из этих металлов имеют малое переходное сопротивление.

Вольфрам и сплавы из вольфрама - при большой твердости и высокой температуре плавления обладают высокой электрической износостойкостью. Вольфрам и сплавы вольфрам - молибден, вольфрам - платина, и другие применяются при малых токах для контактов с большой частотой размыкания. При средних и больших токах они используются в качестве дугогасительных контактов на отключаемые токи до 100 кА и более.

Металлокерамика механическая смесь двух практически не сплавляющихся металлов, получаемая методом спекания смеси их порошков или пропиткой одного расплавом другого. При этом один из металлов имеет хорошую проводимость, а другой обладает большой механической прочностью, является тугоплавким и дугостойким [30].

Полупроводниковые материалы

Полупроводниковыми называют материалы, которые являются по своей удельной проводимости промежуточными между проводниковыми и диэлектрическими материалами и отличительным свойством которых является исключительно сильная зависимость удельной проводимости от концентрации и вида примесей или других дефектов, а также в большинстве случаев от внешних энергетических воздействий (температуры, освещенности и т. п.). К полупроводникам относится большая группа веществ с электронной электропроводностью, удельное сопротивление которых при нормальной температуре больше, чем у проводников, но меньше, чем у диэлектриков.

Диэлектрические материалы

Диэлектрическими называют материалы, основным электрическим свойством которых является способность к поляризации и в которых возможно существование электростатического поля. Реальный (технический) диэлектрик тем более приближается к идеальному, чем меньше его удельная проводимость и чем слабее у него выражены замедленные механизмы поляризации, связанные с рассеиванием электрической энергии и выделением тепла. По агрегатному состоянию выделяют три типа диэлектрических материалов - твердые, жидкие и газообразные. Неорганические диэлектрики - материалы неорганического типа, бывают естественные и искусственными.

Магнитные материалы - материалы, предназначенные для работы в магнитном поле при непосредственном взаимодействии с этим полем. Магнитные материалы делят на слабомагнитные и сильномагнитные. К слабомагнитным относят диамагнетики и парамагнетики. К сильномагнитным – ферромагнетики, которые, в свою очередь, могут быть магнитомягкими и магнитотвердыми.

Композиционные материалы – это материалы, состоящие из нескольких компонент, выполняющих разные функции, причем между компонентами существуют границы раздела.

Электроизоляционными материалами называют материалы, с помощью которых осуществляют изоляцию токопроводящих частей. Они обладают: высоким удельным сопротивлением, электрической прочностью - способностью материала противостоять разрушению его электрическим напряжением и электрическими потерями, характеризующимися тангенсом угла потерь, нагревостойкостью, характеризующейся температурой, предельно допустимой для данного диэлектрика при его длительном использовании в электрооборудовании.

Электроизоляционные материалы - диэлектрики могут быть твердыми, жидкими и газообразными.

Назначение электроизоляционных материалов в электрических заключается в создании между частями, имеющими разные электрические потенциалы, такой среды, которая препятствовала бы прохождению тока между этими частями.

Различают характеристики диэлектриков.

Объемное сопротивление - сопротивление диэлектрика при прохождении через него постоянного тока.

Поверхностное сопротивление - сопротивление диэлектрика при прохождении тока по его поверхности

Диэлектрическая проницаемость. Как известно, емкость конденсатора - диэлектрика, заключенного между двумя параллельно расположенными и находящимися друг против друга металлическими обкладками (электродами).

Угол диэлектрических потерь - периодическое измерение угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) и его сравнение с результатами предыдущих замеров характеризуют состояние изоляции, степень и интенсивность ее старения.

Напряжение, при котором происходит пробой, называется пробивным напряжением, а соответствующая ему напряженность поля - электрической прочностью диэлектрика, [30].

Помимо электрических, различают следующие физико-химические характеристики диэлектриков: кислотное число - определяет количество (мг) гидроксида калия (KOH); нагревостойкость - способность материала выполнять свои функции при воздействии рабочей температуры в течение времени, сравнимого с расчетным сроком нормальной эксплуатации электрооборудования; влагостойкость, химстойкость, морозостойкость и тропикостойкость.

Термопластичными электроизоляционными материалами являются такие, которые, будучи твердыми в исходном, холодном состоянии, размягчаются при нагреве и растворяются в соответствующих растворителях. После охлаждения эти материалы вновь отвердевают. При повторном нагреве сохраняется их способность к размягчению и растворению в растворителях.

В противоположность этому так называемые термореактивные материалы после тепловой обработки при соответствующем режиме отвердевают (запекаются). При повторном нагреве не размягчаются и не растворяются в растворителях, что свидетельствует о прошедших при нагреве необратимых изменениях в их молекулярном строении.

Полимерные электроизоляционные материалы и их использование

Слово «полимер» происходит от «мономер», заменой приставки «моно» на приставку «поли», означающую «много». Дело в том, что в процессе химического синтеза полимеры получают из мономеров: полиэтилен — из этилена, полистирол — из стирола, поливинилхлорид (ПВХ, полихлорвинил) — из винилхлорида (хлорвинила) и т. д.

Термопласты («термо» - тепло, «пласт» - вылепленный) - яркие представители термопластов: поливинилхлорид, полиэтилен, полистирол, полипропилен, полиформальдегид, полиамиды, полиакрилаты, фторопласты и другие. Кстати, все представители термопластов кроме фторопластов легко склеиваются и свариваются.

Реактопласты, в отличие от чистых термопластов, реактопласты представляют собой такие полимеры, которые от термического воздействия сначала переходят в вязкое пластическое состояние, а затем в твердое неплавкое и нерастворимое состояние.

К реактопластам относятся: аминопласты, силиконопласты, фенопласты, эпоксидопласты, уретано-пласты, анилинопласты и прочие. Полиэфирные и эпоксидные, карбидные и фенолформальдегидные смолы - лежат в основе наиболее распространенных реактопластов. Как правило,

реактопласты тверже термопластов, а изделия из них зачастую содержат наполнители, такие как сажа, мел, стекловолокно и т. д.

Пример особого изделия из реактопласта - термоусаживаемая трубка или термоусаживаемый рукав. Обработанный радиацией полимер при нагревании сожмется, но обратно разжать его вам уже не удастся. Такие трубки применяются для изоляции электротехнических изделий и проводов.

Слоистые пластики - множество материалов, включающих листовые волокнистые наполнители и полимеры, пропитанные наполнителями и склеивающими составами, превращающими отдельные листы - в плотные многослойные пластики. Яркие представители слоистых пластиков - текстолит, гетинакс, древеснослоистые пластики, асбестотекстолит и т. д. Из гетинакса делают детали различных электротехнических изделий, которым необходима надежная изоляция, например изоляционные стойки и шайбы. Заменяв бумагу на ткань, получим уже не гетинакс, а текстолит - более прочный, износостойкий слоистый пластик.

Текстолит по устойчивости на трение превосходит некоторые металлы, не даром из него иногда делают шестерни механизмов. Стеклотекстолит - еще более стойкий материал - стеклянная ткань делает его нагревостойким.

Фольгированный стеклотекстолит и фольгированный гетинакс традиционно применяют для изготовления печатных плат различных электронных устройств: с одной или с двух сторон на такой стеклотекстолит нанесена медная оксидированная. Для особых применений фольга может быть никелевая или хромированная.

Следующий тип электроизоляционных полимеров - *пластические массы* (пластики, пластмассы). Они производятся из натуральных и синтетических полимеров, которые и определяют их свойства. Кроме основного полимера, в пластмассу добавляется пластификатор, наполнитель, краситель, стабилизатор.

На диэлектрические свойства пластмассы, на ее теплостойкость и влагопоглощение очень влияет наполнитель, который может быть минеральным или органическим, порошкообразным или волокнистым, листовым или слоистым. Для придания пластику эластичности, к нему добавляют пластификатор. Пластификатор повышает относительное удлинение, уменьшает сопротивление разрыву. Для получения нужного цвета, правильного декоративного эффекта - добавляют краситель. Стабилизатор необходим для того, чтобы пластмасса на протяжении всего срока эксплуатации изделия сохранила свои свойства, и не разложилась бы от действия тепла или солнечных лучей.

Нередко пластики производят только из полимера, не добавляя ничего: оргстекло, винилпласт (пластмасса из хлорвинила), полистирол, полиэтилен и т. д. Зачастую пластики прессуют в формы под давлением в условиях высокой температуры, и получают таким образом полностью готовые изделия, [30].

Электротехнические пластмассы

Пластические массы (пластмассы) объединяют группу твердых или упругих материалов, которые состоят полностью или частично из полимерных соединений и формуются в изделия методами, основанными на использовании их пластических деформаций.

Пластмассы получают на основе различных натуральных и искусственных смол, они успешно заменяют металлы, фарфор, каучук, стекло, шелк, кожу и другие материалы..

Основное исходное сырье для производства пластмасс недорого и доступно (продукты переработки нефти, природного газа, поваренной соли, известь, песок и др.). Переработка пластмасс в изделия - относительно несложный и дешевый процесс.

В состав пластмасс входят наполнитель, связующее вещество, пластификаторы, стабилизаторы и красители.

Электротехнические пластмассы можно классифицировать по различным свойствам: применению, нагревостойкости, химическим свойствам, способу переработки, используемым связующим смолам.

Термопластичные пластмассы (термопласты) обладают способностью под действием температуры и давления плавиться и при охлаждении затвердевать, принимая требуемую форму. Изделия из термопластов могут перерабатываться многократно.

Термореактивные пластмассы размягчаются под действием температуры и давления и при дальнейшем нагревании необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние, сохраняя приобретенную форму. Термореактивные пластмассы не поддаются вторичной переработке, [30].

Контрольные вопросы

1. Классы основных материалов.
2. Характеристики проводниковых материалов.
3. Виды электроизоляционных материалов.
4. Основные электрические характеристики диэлектриков.
5. Применение реактопластов.

4.2. Структура построения сетей связи

Линия связи – это совокупность устройств, образующих направляющую систему для передачи сигналов.

Классификация:

1. Радио (среда распространения – открытое пространство).
2. Проводные (воздушные и кабельные линии связи).
3. Волоконно – оптические, [19].

Радио:

– радиолинии (ДВ, СВ, КВ, УКВ)

- радиорелейные линии (РРЛ) –УКВ;
- спутниковые линии (СЛ) –УКВ.

Частота сигналов ДВ (10^3 – 10^5 Гц)

СВ (10^5 – 10^6 Гц)

КВ (10^6 – 10^7 Гц)

УКВ (10^8 – 10^{12} Гц)

На железнодорожном. транспорте все современные средства радиосвязи можно отнести к трем группам:

- низовая технологическая радиосвязь (поездная, станционная, ремонтно–оперативная);КВ и УКВ диапазон
- дорожная и отделенческая радиосвязь (радиорелейные линии);
- магистральная радиосвязь, осуществляемая по коротковолновым радиолиниям.

Для организации спутниковых линий связи используют искусственные спутники земли (ИСЗ).

Проводные

Для передачи электрических сигналов применяют металлические проводники:

1.Воздушные линии связи (ВЛС) (стальные, медные, биметаллические неизолированные провода), подвешиваются на деревянных или железобетонных опорах при помощи арматура (изоляторы, крюки, траверсы)

2.Кабельные линии связи (КЛС) (медь, алюминий, жилы изолированы друг от друга и от земли и заключены в общую защитную оболочку) прокладываются при помощи кабельной арматуры и кабельных сооружений.

3.Волоконно- оптические – для передачи светового сигнала. Среда распространения – оптическое волокно (кварц). Позволяют организовать большое количество линий связи.

Воздушные линии связи

По назначению три класса:

1. I – магистральная сеть
2. II – дорожная и отделенческая сеть
3. III – местная (станционная) связь

На работу ВЛС значительное влияние оказывают метеорологические и климатические условия района, интенсивность грозовой деятельности, линии электропередач и тяговая сеть электрофицированных дорог. Из метеорологических факторов наибольшее влияние оказываю гололедные осадки и ветер. В зависимости от интенсивности гололедных отложений на проводах различают четыре типа прочности:

1. О –облегченный (толщина стенки льда на проводе ≤ 5 мм)
2. Н– нормальный (толщина стенки льда на проводе ≤ 10 мм)
3. У – усиленный (толщина стенки льда на проводе = 15 мм)
4. ОУ – особо усиленный (толщина стенки льда на проводе =20 мм)

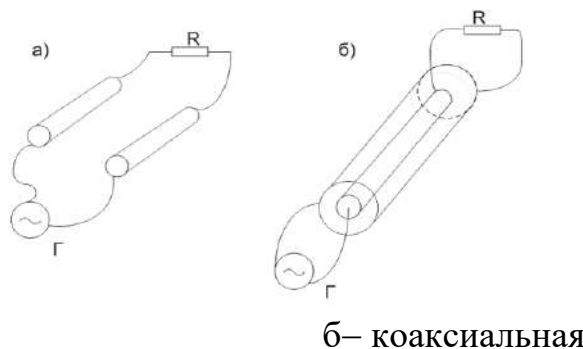
Таблица 4.2.1

Тип линии	О	Н	У	ОУ
Число опор на 1 км	20	20	20	25
Длина пролетов	50	50	40	35,7

Кабельные линии связи

По назначению: магистральные и местной связи.

В зависимости от способа прокладки подразделяются на: подземные, подводные, воздушные.



а– симметричная

б– коаксиальная

Рисунок 4.2.1 – Конструкция цепи связи

В симметричных кабелях двухпроводная цепь состоит из двух одинаковых жил.

В коаксиальных кабелях такую цепь образуют полая цилиндрическая гибкая трубка из медной ленты и сплошной цилиндрический проводник, расположенный в центре этой трубки, из медной или биметаллической проволоки, [19].

Конструкция кабеля:

1. Проводники (жилы) – медная проволока
 $d=0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ мм – для местных сетей,
 $d=0,8 \div 1,2$ мм – для магистральных сетей.

Токопроводящие жилы кабелей должны обладать хорошей электропроводимостью, гибкостью и достаточной механической прочностью.

2. Изоляция жил кабеля (в зависимости от типа и назначения кабеля для изоляции применяют кабельную бумагу, пластмассовую изоляцию, пористую бумажную массу и т.п.): трубчатая (накладывается в виде спиральной трубки; кордельная (жила обвивается спиралью из корделя (жгута); сплошная.

Кабели многоканальной связи с полиэтиленовой и полистирольной изоляцией жил отличаются от кабелей с кордельно–бумажной изоляцией, т.к. двухпроводные цепи этих кабелей имеют меньшую электрическую емкость и меньшие потери в диэлектрике, не зависящие от частоты тока, передаваемого по этим цепям. Применяются при передаче по кабельным цепям токов высокой частоты в полосе до 252 кГц и более.

Отдельные изолированные кабельные жилы скручивают в повивы. Различают простую и сложную скрутку жил. В простой кабельной скрутке, применяемой в сигнально–блокировочных кабелях, повивы кабеля состоят из изолированных жил, предварительно скрученных в группы. Существует несколько способов свивания (скручивания) жил кабеля в группы, самым распространенным из которых являются парная скрутка и четверочная (звездная) скрутка

Общую скрутку кабеля заключают в защитную герметическую оболочку, предохраняющую кабель от проникновения в него влаги и защищающую скрутку кабеля от механических воздействий, при транспортировке, прокладке и эксплуатации. В качестве защитных оболочек применяют оболочки из алюминия, свинца, гофрированной стали, а также оболочки из пластмассы и металлопластмассы. По сравнению с пластмассовыми оболочками оболочки из свинца, и особенно из алюминия, защищают кабельные цепи от внешних электромагнитных влияний, т.е. являются экранами, [19]. Общий вид кабеля приведен на рис. 4.2.2

Типы кабелей магистральной связи МКАПАБ (МК–магистральный кабель, П–кордельно–трубчатая полиэтиленовая изоляция жил, А–с алюминиевой оболочкой, Б–бронированный двумя стальными лентами.

МКАБАБ (Б–изоляция жил в кордельно–бумажной изоляции, остальные то же что в МКАПАБ). Кабели марки МКАПАБ изготавливают емкостью 4;7 и 14 четверок; сигнальные пары и контрольную жилу. Контрольная жила не со сплошной, а с прерывистой (прореженной) изоляцией. При нарушении герметичности кабеля и проникновении в него влаги, сигнал о повреждении поступает быстрее, что облегчает поиск неисправности.

Кабели местной связи ТГ, ТБ, ТБГ, ТК, ТПП

Т–телефонный, Г–в свинцовой оболочке, Б–в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами с наружной обмоткой из кабельной пряжи, БГ – свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами с наружной обмоткой из вязкого компаунда или лака, К–бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками с наружным слоем из кабельной пряжи, ПП–с полиэтиленовой изоляцией в полиэтиленовой оболочке. Кабели марки ТГ и ТПП прокладывают в телефонной канализации и в шахтах, ТБ–в земле, ТБГ – внутри помещений в каналах и туннелях, ТК – в земле и под водой.

Волоконно-оптические линии связи

Оптическим кабелем называется кабельное изделие, содержащее ряд оптических волокон, заключенных в общую оболочку, поверх которой в зависимости от условий эксплуатации может быть наложен защитный покров. Основным элементом оптического кабеля является оптический волновод – круглый стержень из оптически прозрачного диэлектрика, структура которого обеспечивает распространение вдоль него световых

сигналов. Оптические кабели по своему назначению могут быть разделены на четыре группы: междугородные; городские; объектовые; подводные.

В отдельную группу выделяют монтажные оптические кабели.

Технические особенности оптических кабелей:

1. Волокно изготавливается из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространенного, а поэтому недорогого материала, в отличие от меди, [19].

2. Оптические волокна имеют диаметр около 100 мкм, т.е. очень компактны и легки, что делает их перспективными для использования в кабельной технике.

3. Стекловолокна не являются металлом, поэтому при строительстве систем связи автоматически достигается гальваническая развязка сегментов. Применяя особо прочный пластик, на кабельных заводах изготавливают самонесущие подвесные кабели, не содержащие металла и тем самым безопасные в электрическом отношении. Такие кабели можно монтировать, например, на опорах контактной сети, экономя значительные средства на прокладку кабеля и организацию переходов через реки и другие преграды.

4. Системы связи на основе оптических волокон устойчивы к электромагнитным полям, а передаваемая по световодам информация защищена от несанкционированного доступа.

5. Важным свойством оптического волокна является долговечность. Время жизни волокна превышает 25 лет, что позволяет проложить оптиковолоконный кабель один раз и, по мере необходимости, наращивать пропускную способность канала путем замены передатчиков и приемников на более быстродействующие.

Самой дешевой является связь по световоду и волноводу, затем идет коаксиальный кабель, и наконец, самой дорогой является связь по воздушным линиям. Оптические кабели целесообразно применять при потребности в 1000 и более каналов. Оптические волокна можно разделить на следующие типы: кварцевые, кварц-полимерные и полимерные. Кварцевые оптические волокна изготавливаются из высокочистого кварцевого стекла (сердечник и светоотражающая оболочка) и применяются для систем дальней, внутри- и межобъектовой связи.

Полимерные оптические волокна изготавливаются из полимерных материалов, имеющих высокие оптические свойства, и используются для некоторых систем внутриобъектовой связи, подсветки, декоративного оформления и в медицине.

В широко используемых в настоящее время симметричных и коаксиальных кабелях энергия передается токами проводимости по двухпроводной схеме с применением прямого и обратного проводников цепи. В световодах, волноводах, оптических волокнах нет двух проводников. И передача энергии происходит волноводным методом по закону многократного отражения волны от границы раздела сред (на основе токов смещения $I_{см}$, а не $I_{пр}$), рис. 4.2.3.

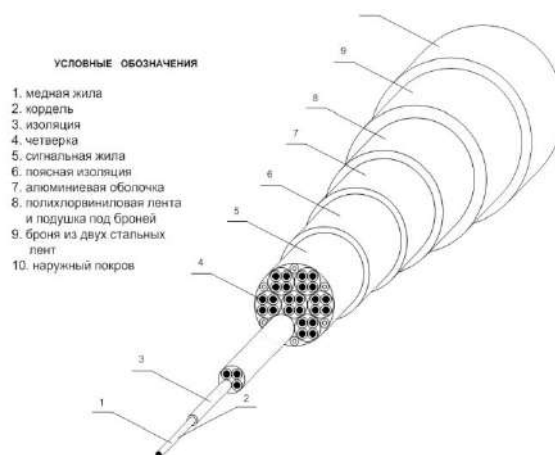


Рисунок 4.2.2 – Конструкция кабеля

Для передачи по световоду используется явление полного внутреннего отражения на границе раздела двух диэлектрических сред, поэтому необходимо $n_1 > n_2$. (n_1 – показатель преломления оболочки, n_2 – сердцевины), [19].



Рисунок 4.2.3 - Передача энергии по волокну

Конструкция волоконно-оптического кабеля приведена на рис.4.2.4

Для связи по световодам используются видимые лучи (0,4...0,75 мкм) и ближний диапазон инфракрасных лучей (0,85;1,3;1,55...6 мкм). При этом возможна передача большого числа различных типов волн-мод (m). Исходя из двойственной природы света (лучевой и волновой) различным типам волн – модам соответствует различное число лучей. Одномодовой передаче соответствует один луч (рис.4.2.5 а), а многомодовой, например, три (рис.4.2.5б).

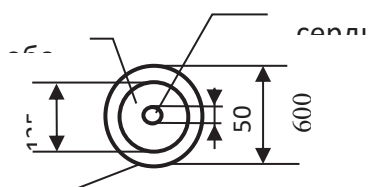


Рисунок 4.2.4 - Конструкция волоконно-оптического кабеля

Одномодовый режим возможен при $\lambda \approx d$, $\lambda < d$.

Достоинства одномодовых систем:

- малая дисперсия (искажение сигналов);
- большая пропускная способность;
- большая дальность передачи;
- *нет модовых искажений (в многомодовых – различные лучи (моды) идут в световоде под различными углами, проходит различный путь и к концу приходят в различные отрезки времени).*

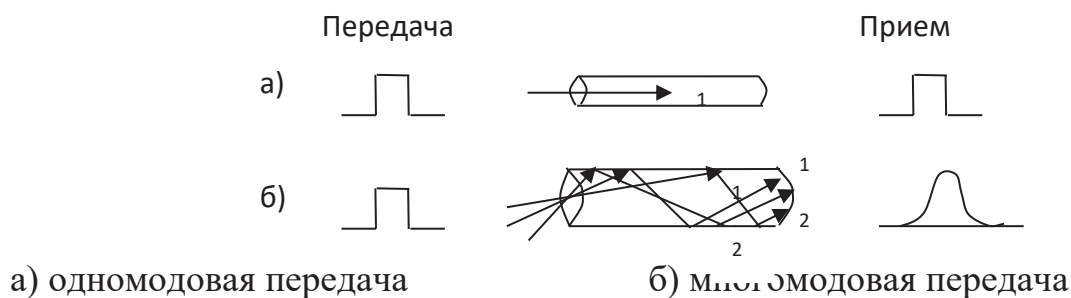


Рисунок 4.2.5 - Типы мод

Принципиальная схема ВОЛС приведена на рис.4.2.6.

Электрический сигнал (ЭС) после преобразователя кода (ПК) модулирует оптическую несущую в электро-оптическом преобразователе (ЭОП), т.е. от амплитуды электрического сигнала зависит от мощности излучения. Далее оптический сигнал (ОС) через согласующее устройство (СУ), позволяющее эффективно ввести оптическое излучение в волокно, передается по оптическому кабелю. В процессе передачи сигнал претерпевает затухание и влияние помех, для восстановления сигнала используются линейные регенераторы (ЛР). На приемной стороне осуществляются обратные преобразования оптического сигнала в электрический с помощью опто-электронного преобразователя (ОЭП), [12].

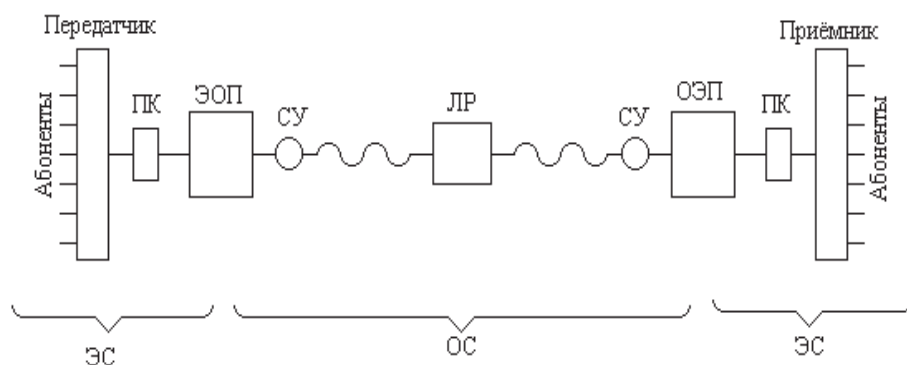


Рисунок 4.2.6 - Принципиальная схема ВОЛС

Оптические системы передачи являются цифровыми, т.к. передача аналоговых сигналов требует высокой степени линейности промежуточных

усилителей, которую трудно обеспечить в оптических системах. Особенностью оптических цифровых систем является то, что передача ведется только однополярными импульсами электрического сигнала, модулирующего оптическую несущую. Это объясняется тем, что модулируется не амплитуда, а мощность оптического излучения.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются линии связи?
2. Как влияют метеоусловия на работу ВЛС?
3. Чем отличается симметричный кабель от коаксиального?
4. Какая изоляция жил используется в кабеле связи?
5. Назовите преимущества ВОЛС.

4.3 Устройство и принцип действия устройств коммутации

Термин «коммутационные устройства» (КУ) не имеет пока общепризнанного определения. В общем случае под ним понимаются устройства, обладающие свойством скачкообразно изменять значение своих выходных параметров при определенном (пороговом) значении входного параметра (управляющего сигнала) независимо от закона его предшествующего изменения. В устройствах, предназначенных для коммутации электрических цепей, это свойство реализуется практически мгновенным изменением электрического сопротивления или проводимости их исполнительных систем (коммутирующих элементов), [10].

Принцип действия исполнительных систем и виды энергии, используемой для управления коммутационными устройствами, могут быть различны по своей физической природе, что предопределяет их широкие функциональные возможности.

Коммутационные устройства, различающихся по функциональному назначению, принципу действия, конструктивному исполнению, схмотехническим параметрам и другим признакам, определяющим их технические возможности и области применения.

Коммутационные устройства - это устройства, предназначенные для периодического замыкания/размыкания цепей под током, [6].

Коммутационные устройства могут быть с ручным или электрическим управлением. Коммутационные устройства делятся на:

- контактные - используют механическое соприкосновение двух контактных деталей;
- бесконтактные - осуществляют коммутацию без механического соединения/разъединения.

Коммутационным устройством можно считать устройство, которое может скачкообразно изменять свои выходные характеристики при пороговом значении входного параметра, независимо от закона его предшествующего изменения.

Классификация

Коммутационные устройства можно классифицировать.

По типу управляющего сигнала:

- 1 - электрическое управление;
- 2 - механическое (ручное) управление.

По принципу коммутации:

- 1 - контактные;
- 2 - бесконтактные.

По принципу действия:

- 1 - контактного типа;
- 2 - механические;
- 3 - электромагнитные;
- 4 - магнитоуправляемые;
- 5 - магнитогидродинамические;
- 6 - электростатические;
- 7 - электротепловые;
- 8 - электромагнитострикционные;
- 9 - бесконтактного типа;
- 10 - электронные;
- 11 - магнитные;
- 12 - гальваноманитные;
- 13 - оптоэлектронные;
- 14 - электретные;
- 15 - пьезоэлектрические;
- 16 - криотронные;
- 17 - халькогенидные;
- 18 - оптические.

По способу управления приводом все механические переключатели делятся на:

- 1 - нажимные (кнопочные);
- 2 - перекидные (тумблер);
- 3 - поворотные (галетные);
- 4 - движковые;
- 5 - сенсорные.

По способу управления приводом все механические переключатели делятся на:

- 1 - нажимные (кнопочные);
- 2 - перекидные (тумблер);
- 3 - поворотные (галетные);
- 4 - движковые;
- 5 - сенсорные.

Коммутационные устройства с электрическим управлением (реле):

- 1 - электромагнитные;

- 2 - магнитоуправляемые (герконовые);
- 3 - магнитодинамические;
- 4 - электростатические;
- 5 - электромагнитострикционные;
- 6 - электротепловые;
- 7 - электронные;
- 8 - гальваномагнитные;
- 9 - электретные;
- 10 - магнитные;
- 11 - пьезоэлектрические;
- 12 - криотронные;
- 13 - халькогенидные;
- 14 - оптические.

По типу исполнительной системы оптические реле – оптроны, делятся на: резисторные; диодные; транзисторные; однопереходные транзисторы; тиристорные.

Разнообразие требований, которые предъявляются к коммутационным устройствам и соединителям, привело к созданию большого числа их разновидностей, различающихся по функциональному назначению, принципу действия, конструкции, параметрам, техническим возможностям и областям применения, [6].

Основные параметры:

- 1. Контактное сопротивление - R_k .
- 2. Статическая нестабильность контактного сопротивления - $R_{ст}$.
- 3. Динамическая нестабильность контактного сопротивления - $R_{дин}$.
- 4. Максимальное рабочее напряжение - U_{max}
- 5. Сопротивление изоляции - $R_{из}$.
- 6. Коммутируемая мощность - P_k .
- 7. Коммутируемое напряжение - U_k .
- 8. Коммутируемые токи - I_k .
- 9. Износостойкость.

На высоких частотах работы переключателя появляются паразитные параметры. Коммутационное устройство может находиться в двух состояниях: исходном и рабочем.

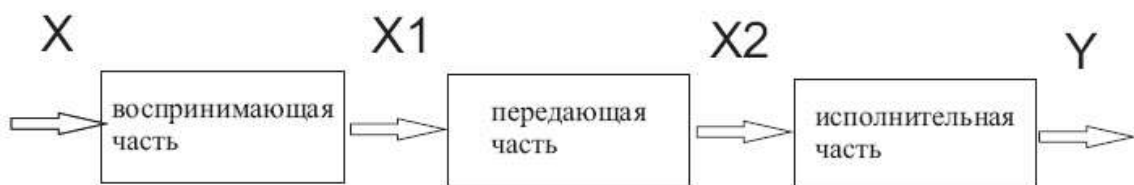


Рисунок 4.3.1 - Состав коммутационного устройства

В коммутационных устройствах происходит преобразование одного вида энергии в другой.

Характерной особенностью коммутационных устройств является многократное переключение в процессе функционирования аппаратуры, т. е. при наличии токов и напряжений, что предъявляет высокие требования к износоустойчивости. При многократном замыкании и размыкании в электрических контактах происходит изменение состояния контактирующих поверхностей контакт-деталей и их разрушение. Срок службы коммутационных устройств равен примерно 15-25 лет. Все параметры коммутационных устройств и соединителей имеют случайные отклонения и должны рассматриваться как случайные величины. Кроме того, их параметры также случайно изменяются под действием температуры, механических воздействий, влажности и т. п., [6]

Контрольные вопросы

1. Определение коммутационного устройства
2. Классификация коммутационных устройств
3. Основные параметры и требования, предъявляемые к коммутационным устройствам

4.4. Системы телекоммуникаций

Классификация телефонных станций

Телефонная станция представляет собой комплекс устройств, которые обеспечивают временные (существуют между абонентами только на время разговора) соединения между абонентскими телефонными аппаратами.

Телефонные станции можно классифицировать по следующим признакам:

1. По области применения – местные и междугородные. Местные телефонные станции обеспечивают соединения между телефонными аппаратами, располагаемыми в пределах территории населенного пункта, железнодорожного узла, станции, а междугородными – между абонентами, удаленными друг от друга на большие расстояния (в разных городах), [10].

2. По типу применяемых искателей и соединителей: (рис.4.4.1).
электромеханические, в которых применяются электромеханические искатели и соединители;

квазиэлектронные, в которых соединители построены на герконовых реле, а управляющие устройства – на электронных элементах

электронные, в которых соединители и управляющие устройства построены на электронных элементах.

3. По методу управления процессом соединения:

непосредственное управление искателями (декадно–шаговые АТС)

косвенное управление искателями (координатные, квазиэлектронные, электронные).

АТС с непосредственным управлением искателями характеризуется тем, что импульсы набора номера, посылаемые абонентом, воздействуют на

управляющее устройство искателя (рис.4.4.2), которое непосредственно управляет движением щеток по контактному полю.

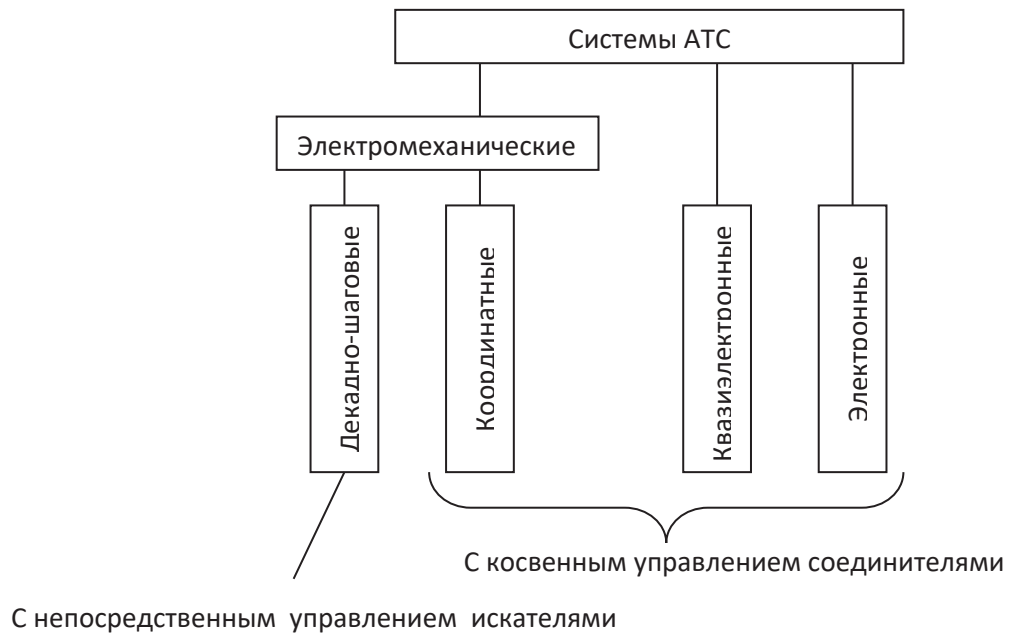


Рисунок.4.4.1



Рисунок.4.4.2 - АТС с непосредственным управлением

Благодаря этому процесс коммутации осуществляется одновременно с набором номера. Непосредственное управление искателями применяется в АТС декадно-шаговой системы, где для каждого искателя имеется индивидуальное управляющее устройство, состоящее из релейного комплекта и движущихся электромагнитов.



Рисунок.4.4.3 - АТС с косвенным набором

В АТС с косвенным набором (рис.4.4.3) импульсы набора номера сначала воспринимаются специальными устройствами, называемыми

регистрами, которые затем передают информацию о принятом номере в управляющее устройство УУ, а последнее управляет работой соединителя. Таким образом, при косвенном управлении процессы приема информации о номере вызываемого абонента и установления соединителя разделены во времени.

Для ускорения процесса соединения обмен информацией между регистром и управляющим устройством осуществляется быстродействующим кодом.

АТС декадно-шаговой системы

Для построения АТС декадно-шаговой системы существуют следующие ступени искания: предварительного искания (ПИ), группового искания (ГИ) и линейного искания (ЛИ). В качестве ПИ применяются шаговые искатели типа ШИ-11, а в качестве ГИ и ЛИ – декадно-шаговые искатели типа ДШИ. Данный тип станций уже не используется при построении сетей, как морально устаревшие.

АТС координатной системы

Рассмотренные выше АТС декадно-шаговой системы обладают рядом недостатков, обусловленных техническими характеристиками коммутационных приборов (сложность конструкции, большое число повреждений, значительные импульсные шумы), на данный момент времени морально устарели. У координатных АТС в качестве коммутационного прибора применяют многократные координатные соединители (МКС), где вместо ненадежного скользящего контакта "щетка-ламель" используют контакты давления, приводимые в действие электромагнитами. МКС управляют по системе прямоугольных координат. Основным конструктивным узлом МКС является вертикальный блок или вертикаль.

К коммутационным параметрам МКС относятся: число, емкость вертикалей и проводимость коммутируемых линий. С увеличением емкости вертикали повышается доступность искания, т.е. входу коммутационной схемы будет доступно большее число выходов.

Коммутационные возможности МКС отображаются в его обозначении, которое содержит три числа – число вертикалей, их емкость и проводность. Так, МКС 20х10х6 имеет 20 вертикалей, каждая из которых позволяет включить десять шестипроводных линий. Первое число в обозначении показывает количество вертикалей (входов), второе количество контактных групп (выходов) в каждой вертикали, третье – количество контактных пружин в группе, соответствующее числу коммутируемых проводов. Общее число точек коммутации равно $20 \times 10 = 200$.

Для выбора исходящей линии необходимо включить один выбирающий электромагнит ВЭ (для определения горизонтали) и один удерживающий электромагнит УЭ (для определения вертикали).

Процесс установления соединения длится 150 мс.

Основными особенностями координатных АТС являются: звеньевой принцип построения коммутационных систем искания; косвенное

управление установлением соединения, при котором информация о номере, вызываемого абонента поступает не прямо в устройства, управляющие работой коммутационных приборов, а в специальные приборы–регистры координатных станций.

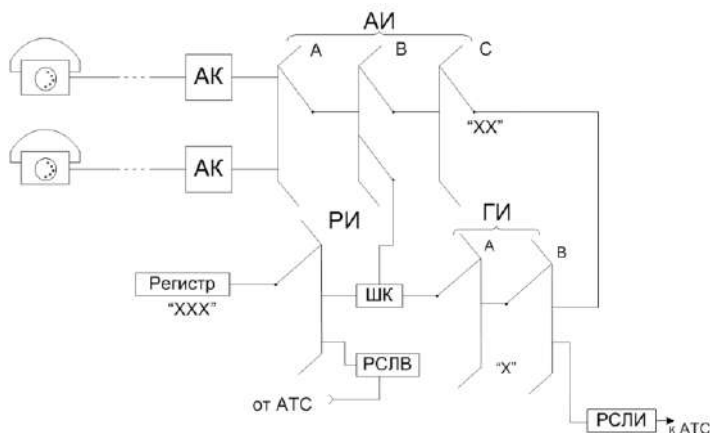


Рисунок.4.5.4 - АТС координатного типа

Управление работой АТС–к осуществляется специальными приборами – маркерами. Маркер связан с МКС и работает под действием управляющих сигналов, посылаемых регистром. Значительная часть координатных АТС относится к АТС с управлением по ступеням искания. В состав таких станций (рис.4.5.4) входят ступени абонентского искания АИ, группового искания ГИ и регистрационного искания РИ. Оборудование каждой ступени состоит из отдельных коммутационных блоков.

Блоки ступеней АИ имеют три звена искания: А, В, С. Соединения, входящие к абонентам производятся через все три каскада, соединения исходящие от абонентов – только через каскады А и В. Блоки ступени ГИ имеют два звена А и В и позволяют включать от 10 до 20 пучков выходов с количеством линий в пучке от 20 до 10.

Вызов от абонента принимает абонентский комплект АК. Маркер абонентского искания МАИ определяет абонентскую линию вызывавшего абонента, свободный шнуровой комплект ШК и соединяет с ним линию вызываемого абонента, после выполнения всех этих функций МАИ освобождается. ШК передает вызов маркеру регистрационного искания МРИ, который находит свободный регистр и через РИ соединяет с ним ШК и линию вызывающего абонента. Регистр передает абоненту сигнал Ответ станции и принимает от абонента информацию о набираемом номере и запоминает ее. Затем регистр через ШК подключается к маркеру ступени группового искания МГИ и передает ему информацию о первых знаках номера, определяющих направление соединения на этой станции. МГИ находит свободную линию требуемого направления и соединяет с ней ШК, затем освобождается. Через ГИ шнуровой комплект соединяется со ступенями абонентского искания (входящей связи).

Регистр передает информацию о последних двух знаках номера маркеру МАИ. Маркер находит вызываемую линию, если она свободна, соединяет вызываемую аб. линию соединяет ее через ШК с вызывающей и освобождается; вместе с ним освобождается регистр. ШК посылает сигнал вызова вызываемому абоненту и сигнал Контроль посылки вызова вызывающему. После ответа вызываемого абонента ШК прекращает посылку сигналов и устанавливает разговорный тракт между абонентскими линиями. После получения отбоя ШК осуществляет разъединение.

Типы АТС –К

АТСК–100/2 000 емкость до 3 000 номеров (на ж.д.)

АТСК–У емкость до 10 000 номеров (на ГТС)

КРЖ–102,202 емкость 50 номеров или 100 номеров (АТС малой емкости).

Квазиэлектронные АТС (АТСКЭ)

Приставка "квази" означает "почти". В АТСКЭ коммутацию разговорных цепей производят реле с магнитоуправляемыми контактами (герконовые, ферридовые), а управление ими – электронные приборы. АТСКЭ по сравнению с АТС электромеханической системы обладают рядом преимуществ:

- большой надежностью в работе;
- высоким качеством контактных соединений;
- возможностью предоставления дополнительных видов обслуживания;
- меньшими размерами помещения для размещения оборудования.

Для удобства управления коммутационные системы монтируются в виде коммутационных матриц, имеющих горизонтальные и вертикальные ряды с соединенными друг с другом контактами и обмотками. На рис.4.6 приведен соединитель на основе феррида. Структурная схема квазиэлектронной АТС приведена на рис.4.7 и представляет собой функционально связанные блоки:

Телефонной периферии:

- АК – абонентские комплекты;
- ШК – шнуровые комплекты;
- Регистр;
- КП – коммутационного поля
- ИКСЛ – исходящие комплекты соединительных линий;
- ВКСЛ – входящие комплекты соединительных линий;

Электронной управляющей машины ЭУМ:

- Периферийного управляющего устройства ПУУ;
- Центрального управляющего устройства ЦУУ.

Например, "КВАНТ" до 4 000 номеров, "ЕСК" до 3 000 номеров.

Электронные (цифровые) АТС (АТСЦ)

В качестве коммутационных приборов в АТСЦ применяют электронные устройства: диоды и транзисторы.

Для передачи речевого сигнала в цифровом виде используется цифровая обработка речевого сигнала. Речевой сигнал с помощью импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) преобразуется в цифровой код.

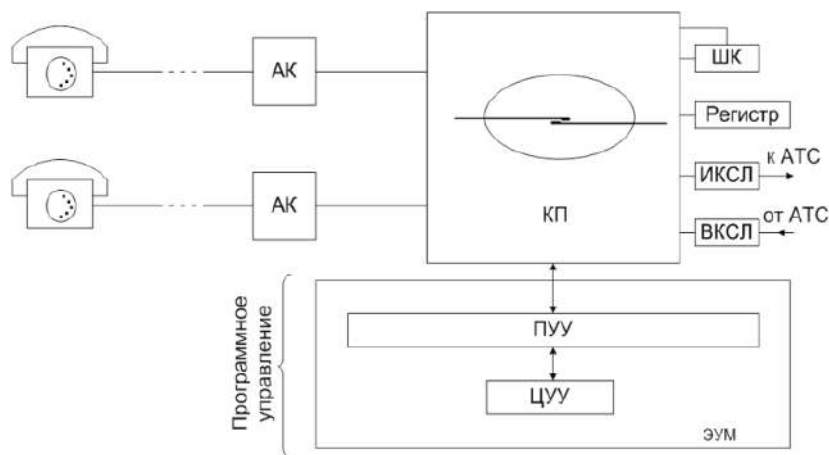


Рисунок.4.5.4 - АТС квазиэлектронного типа

Структурная схема АТСЦ приведена на рис. 4.5.5

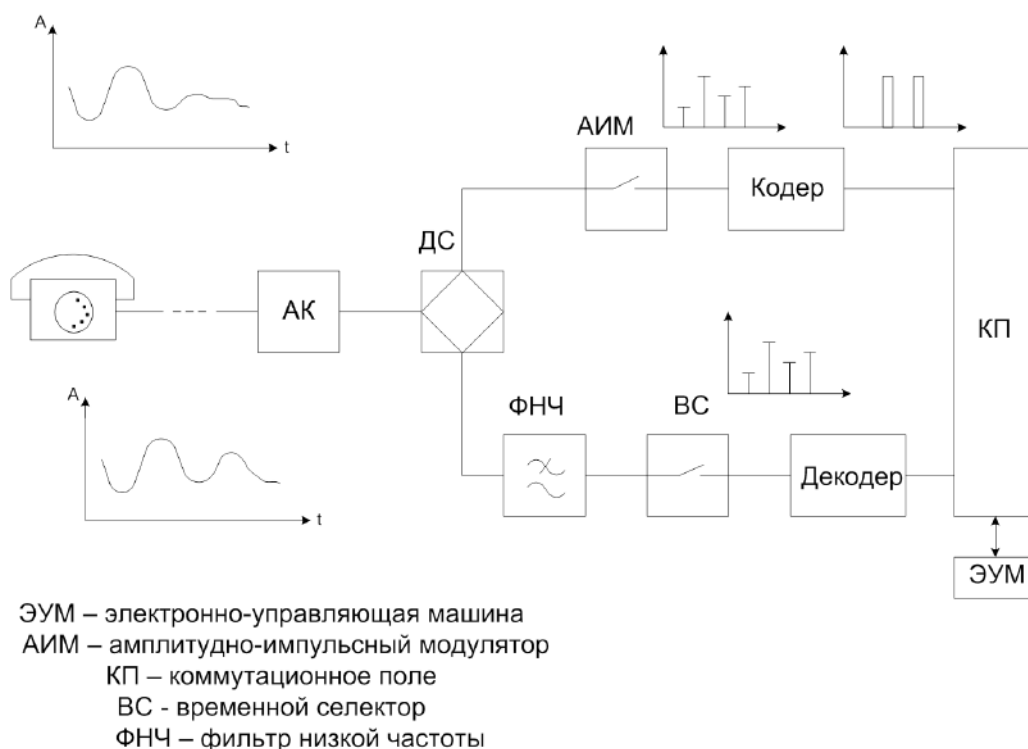


Рисунок 4.5.5 - Структурная схема АТСЦ

Типы цифровых АТС: М–20/25 (21/22; 71/72) до 20 000 номеров

"КВАНТ – СИС" емкость до 4 000 номеров.

Понятие о телефонной нагрузке

Телефонная нагрузка – время занятия абонентами соединительных устройств за определенный промежуток времени, например за час или сутки, (часо-занятие).

Интенсивность телефонной нагрузки – величина Y , указывающая на то, какой объем телефонной нагрузки поступает в единицу времени (часо-занятие в час) – Эрланг.

Вызовы от абонентов в течении суток поступают неравномерно. Распределение по часам суток нагрузки на станцию характеризуется суточным графиком (рис.4.9). Час суток, в течении которого поступает наибольшая нагрузка, называется часом наибольшей нагрузки (ЧНН). Расчет числа коммутационных устройств производится исходя из нагрузки в ЧНН.

Для оценки емкости АТС необходимо иметь следующие исходные данные:

- телефонная нагрузка;
- система обслуживания;
- показатель качества обслуживания.

Системы обслуживания:

1. Система с явными потерями (при отсутствии в данный момент свободного соединительного пути абонент получает отказ в соединении. Качество обслуживания абонентов оценивается коэффициентом потерь:

$$p = (C_{\text{п}} - C_{\text{и}}) / C_{\text{п}}, \%, \quad (4.5.1)$$

где $C_{\text{п}}$ – количество поступивших вызовов в ЧНН,

$C_{\text{и}}$ – число исполненных вызовов.

Удовлетворительное качество обслуживания на местных сетях, если $p=2\%$, на междугородних $p=10\%$.

2. Система с ожиданием (абонент при занятости соединительного устройства должен ожидать его освобождения, т.е. обслуживание происходит с задержкой. Критерий – вероятность ожидания обслуживания свыше определенного времени $p(>t)$).

Междугородняя телефонная связь

Способы установления соединения:

1. Ручной - соединение устанавливается телефонистками с помощью междугородних коммутаторов

2. Полуавтоматический - соединение устанавливается телефонисткой с помощью междугороднего коммутатора и комплекта дальнего набора (КДН),.

3. Автоматический - междугороднее соединение устанавливается непосредственно абонентами с помощью комплекта дальнего набора.

Контрольные вопросы

1. 1.Как классифицируются телефонные аппараты?
- 2.Что значит переменная схема подключения разговорных приборов?
- 3.Из каких блоков состоит телефонный аппарат?
- 4.Как осуществляется тональный набор?
- 5.Как классифицируются телефонные станции?
- 6.Что значит непосредственное управление искателями?
- 7.Что значит косвенное управление соединителями?
- 8.Для чего вводится ступень ПИ в АТС-ДШ?
- 9.На какой ступени искания используются искатели типа ДШИ-100?
- 10.Что такое многократный координатный соединитель?
- 11.Поясните принцип работы АТС-К?
- 12.Какие приборы осуществляют коммутацию в квазиэлектронных АТС?
- 13.Назовите преимущества цифровых АТС?
- 14.Что такое телефонная нагрузка?
- 15.Перечислите способы установления соединения в междугородней связи.

4.5. Монтаж устройств связи. Подключение, проверка работоспособности систем электросвязи

4.5.1. Монтаж устройств связи

1. *Электромонтажные работы*

.Организация рабочего места

Стол радиомонтажника состоит из:

- столешницы покрытой пластиком,
- блока питания с напряжениями 36, 27 и 3 вольта (с правой стороны под столешницей),
- ящика для личных вещей (слева под столешницей),
- ящика для отходов производства (по центру под столешницей),
- специальной подставки с изоляционным покрытием, или резиновый коврик,
- лампы индивидуального освещения (над столешницей)
- раструба вытяжной вентиляции.

Освещение в помещениях, связанных с радиомонтажом, должно быть комбинированным (естественное + общее + местное).

Вентиляция в помещениях, связанных с пайкой и лужением должна быть приточной и вытяжной.

При подготовке рабочего места необходимо руководствоваться основным правилом: инструмент и приспособления, которые берутся правой рукой, кладут справа, которые берут левой рукой, кладут слева.

2. *Монтажный инструмент*

Бокорезы (кусачки боковые 30°) предназначены для перекусывания провода или вывода радиоэлементов, в том числе и в труднодоступных местах.

Утконосы (плоскогубцы с удлиненными губками) – для захвата и изгибания провода и выводов РЭ, в том числе и в труднодоступных местах.

Круглогубцы – для захвата и выгибания конца провода и вывода РЭ по различным радиусам петель.

Пинцет прямой – для поддержания концов провода и выводов РЭ при монтаже и пайке.

Ножницы прямые – для резки различных материалов, трубок, ниток.

Скальпель – для резки различных материалов.

Электронож – для снятия изоляции с монтажных проводов.

Инструмент для снятия изоляции - для снятия изоляции с монтажных проводов.

Паяльник – для выполнения операции пайка.

3. *Техника безопасности*

Виды инструктажа

Вводный – проводится инженером по технике безопасности при приеме на работу, включает в себя общие вопросы безопасного поведения на предприятии.

Первичный – проводится мастером участка на рабочем месте, включает в себя безопасные методы и приемы выполнения работ.

Повторный – (по образцу первичного) проводится не реже одного раза в три месяца на рабочем месте, может проводиться в форме собеседования.

Внеплановый – (по образцу первичного) проводится при перерыве в работе более двух недель.

2.2. *Электробезопасность*

Опасным для человека является:

ток больше 10 мА, при котором человек все же может освободиться от токоведущих частей;

ток 50 мА вызывает тяжелое поражение;

ток 100 мА, действующий более 1-2 секунд, является смертельным.

Переменный ток с частотой 50-1000 Гц для человека опаснее, чем постоянный ток, но при напряжении свыше 300 В опасность поражения постоянным током резко возрастает.

Для оказания своевременной и эффективной помощи пострадавшему каждый студент должен знать:

где находится аптечка;

как выключается напряжение централизованного источника питания рабочих мест;

как проводятся мероприятия по оживлению пострадавшего;

порядок вызова медицинского персонала.

2.3. *Первая помощь пострадавшим от действия электрического тока*

Освободить пострадавшего от действия электрического тока.

Обесточить участок поражения электрическим током: отключить рабочее место или общий рубильник.

Освободить пострадавшего от токонесущих проводов при помощи сухой одежды, сухой веревки, сухой доски, резиновых перчаток и т. д. Рекомендуются действовать только одной рукой.

Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать медицинскую помощь, или доставить пострадавшего в медпункт:

При наличии у пострадавшего дыхания и пульса его следует тепло укрыть и ждать прибытия врача.

При отсутствии у пострадавшего дыхания и пульса необходимо поочередно проводить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца до появления самостоятельного дыхания или до прибытия медицинской помощи.

Искусственное дыхание «изо рта в рот» и непрямой массаж сердца:

Для обеспечения проходимости дыхательных путей оказывающий помощь максимально запрокидывает голову пострадавшего назад, подложив под шею ладонь одной руки, а второй рукой надавливает на лоб пострадавшего (под шею можно подложить валик - из одежды).

Оказывающий помощь делает глубокий ВДОХ и с силой выдыхает воздух в рот пострадавшего (через марлю или платок), зажав нос пострадавшего своей щекой или пальцами руки, находящейся на лбу. (В одну минуту производится около 12 вдуваний).

Оказывающий помощь кладет руку ладонью вниз на место надавливания (оно находится примерно на два пальца выше мягкого конца грудины), а ладонь другой руки накладывается на первую руку под прямым углом.

Надавливание производится двумя резкими, быстрыми толчками. Освободить грудную клетку от давления, расслабив руки, но, не снимая их с грудины. Одновременно грудная клетка пострадавшего опускается и происходит пассивный ВЫДОХ.

Повторить процедуру ВДОХ – ВЫДОХ, соизмеряя со своим дыханием.

Первая помощь при механических травмах:

Остановить кровотечение.

Наложить дезинфицирующую повязку.

Первая помощь при термических ожогах

Первая степень ожога - легкое покраснение, кожный покров цел: сделать примочку из раствора пищевой соды (2 ч-е ложки на стакан воды) или из спирта.

Вторая степень – появление пузырей:

сделать примочку из 5%-го раствора марганцовокислого калия и дезинфицирующую повязку.

пузыри не вскрывать. Приставшие вещества или кусочки материи не оттирать.

Третья степень - разрушение кожи (обугливание).

осторожно наложить повязку, смоченную в слабом растворе марганцовокислого калия.

обратиться в медпункт.

Инструкция по технике безопасности

Общие требования

К самостоятельному выполнению монтажных работ допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности, медицинское освидетельствование и усвоившие безопасные методы, и приёмы выполнения работ. Работу производить на исправном оборудовании, пользуясь исправными инструментами и приспособлениями и только по их прямому назначению.

Соблюдайте правила личной гигиены: перед приемом пищи, курением и по окончании работы, связанной с применением припоев, содержащих свинец, ополосните руки 1% раствором уксусной кислоты, вымойте их с мылом, прополощите полость рта. Во избежание попадания паров свинца в организм в помещениях, где производится пайка припоем, содержащим свинец, не хранить личные вещи. Рабочие места монтажников должны быть оборудованы специальными столами, обеспечивающими хранение инструмента и материалов, а также сбора отходов производства, не курить.

Специальные требования

Перед началом работы.

– Наденьте спецодежду и подготовьте необходимые для выполнения данной работы средства индивидуальной защиты. Надеть спецодежду так, чтобы она не имела развевающихся и свисающих концов, на голову надеть облегающий головной убор, подобрать под него волосы.

– Подготовьте рабочее место. Проверьте исправность инструмента. Инструменты, чертежи, приспособления расположите в удобном порядке.

– Убедитесь в том, что местная вытяжная вентиляция от мест лужения, пайки или зачистки проводов методом обжига изоляции, включена.

– При осмотре электропаяльника убедитесь в том, что соединительный провод без изломов и прожогов жил, надежно изолирован по всей длине, имеет исправную штепсельную вилку; стержень паяльника не качается; рукоятка не имеет трещин.

– Подготовьте специальную тару с четкими надписями о её содержимом для хранения спирта, флюса и т.п. Все жидкости, содержащие ЛВЖ, разрешается хранить на рабочем месте в количестве, не превышающем сменной потребности. Тара с ЛВЖ должна быть не проливающейся с плотно закрывающимися крышками и устанавливайте её в стороне от паяльника.

Во время работы

– При откусывании концов проводов бокорезами не допускайте попадания отлетающих частиц на себя и окружающих.

– Зачистку концов провода производить с помощью спец инструмента или путём электрообжига при включенной местной вытяжной вентиляции.

– При зачистке концов проводов электрообжигом держите руки на безопасном расстоянии от раскалённой нити.

– Лужение концов проводов производить при включенной вытяжной вентиляции. Во избежание выплесков припоя не допускайте попадания влаги в тигель с расплавом, перед облуживанием концы проводов должны быть хорошо просушены. Переносить тигель с расплавленным припоем запрещено.

– Облуживаемый провод погружать в ванну плавным движением, не допуская брызг.

– Периодически очищайте поверхность расплавленной среды от нагара при помощи спец инструмента с ручками из нетеплопроводного материала, не допускайте образования брызг, не используйте для этих целей случайных предметов (картон, бумага и т.д.).

– При работе с паяльником:

– не определяйте степень нагрева паяльника на ощупь;

– во избежание образования брызг флюс наносите тонким слоем;

– припаиваемый или облуживаемый провод (вывод) придерживайте пинцетом;

– лишний припой с жала паяльника удаляйте специальными салфетками, не допускайте стряхивания лишнего припоя с паяльника;

– паяльник, находящийся в рабочем состоянии, держите в зоне действия вытяжной вентиляции;

– не оставляйте включенный электропаяльник без присмотра, во время перерывов в работе отключайте паяльник от электросети и кладите его на металлическую или теплостойкую подставку.

По окончании работ.

Отключить от электросети оборудование, на котором вы работали.

Убрать рабочее место, инструмент.

Снять средства индивидуальной защиты. Вымыть руки с мылом и ополоснуть 1% раствором уксуса.

Монтажные провода

Монтажные провода могут быть многожильные или одножильные, изолированные или неизолированные:.

Правила обработки провода

Отрезать провод на заданную длину (ножницы, бокорезы, скальпель, специальное приспособление для нарезки провода).

Снять изоляцию с обеих концов провода на заданную длину (величину) (электронож, механическое приспособление для снятия изоляции).

Запрещено снимать изоляцию бокорезами, ножом, зубами и т.п..

Величина потемнения и оплавления изоляции после электрообжига не должна превышать 1 мм.

Скрутить металлическую жилу по часовой стрелке без перевивов и перехлестов.

Облудить металлическую часть жилы. Луженая поверхность должна быть блестящей, гладкой; без пор, сосулков, посторонних вкраплений и других дефектов.

Крепление проводов на лепестки и контакты

Присоединение жил монтажных проводов к контактными лепесткам осуществлять таким образом, чтобы длина оголенной части жилы монтажного провода от торца изоляции до места пайки была не более 2 мм и не менее 0,5 мм (общие требования). Если расстояние между контактными лепестками меньше 5 мм, то оголение проводов не должно превышать 1,5 мм. Все закрепленные на лепестках концы монтажных проводов должны быть плотно обжаты. При креплении проводов к контактными лепесткам надо ввести жилу в отверстие лепестка и загнуть ее по радиусу так, чтобы образовался крючок. На штырьковом лепестке каждый провод должен быть закреплен самостоятельно.

При монтаже необходимо соблюдать следующие *правила*:

Соединение проводов и элементов осуществлять при помощи лепестков, стоек, планок с механическим креплением. Пайка встык и в нахлест - запрещена.

Монтажные провода с контактными лепестками соединять без натяжения с учетом запаса длины 20-25мм для 1-2 перепаек.

Монтажные провода должны быть сплошными. Сращивание не допустимо.

Провода для электромонтажных соединений не должны иметь повреждений, прожогов, надрезов и других дефектов снижающих их механическую и электрическую прочность.

Электромонтажные провода не должны иметь натяжения после монтажа.

На один опорный вывод допускается крепить не более трёх проводов, включая выводы навесных элементов, а для высокочастотных схем - не более четырёх проводов. При формовке проводов или выводов радиоэлементов допускается наличие следов от инструмента, без нарушения металлического покрытия. Механическое повреждение запрещено.

Обработка паек режущим инструментом запрещена.

Для паек применять только безкислотные флюсы.

Пайка монтажных соединений

Пайка – это процесс получения межсоединения при котором соединяемые детали нагреваются, но ниже температуры их плавления, а зазор между ними заполняется расплавленным припоем, после кристаллизации образуется прочный шов.

Качественная пайка должна быть: блестящей или светломатовой, гладкой без пор, загрязнений, наплывов, выпуклостей, инородных вкраплений, «скелетной», то есть под припоем должен быть виден контур

подпаянных проводов или выводов. Припой должен заливать место соединения со всех сторон, заполняя щели и зазоры между проводами (выводами) и контактами, количество припоя, необходимого для пайки, должно быть минимальным. Количество флюса, наносимого на место пайки, должно быть минимальным. Обильное смачивание флюсом недопустимо.

Условия получения качественной пайки

Для получения качественной пайки необходимо обеспечить:

- Хорошую смачиваемость соединяемых поверхностей:
- Все детали должны быть облужены (к чему припаиваем, что припаиваем, чем припаиваем);
- Правильно подобрать флюс и припой.
- Соблюдение заданных режимов пайки:
- Температурный (температура нагрева паяльника должна превышать температуру плавления припоя на 30°-40°).;
- Временной (время пайки не более 5 секунд, чаще всего 2-3 секунды).
- Надежная фиксация соединяемых поверхностей на этапе кристаллизации.

Подготовка паяльника к работе

Внешний осмотр – при осмотре электропаяльника убедитесь в том, что соединительный провод без изломов и прожогов жил, надёжно изолирован по всей длине, имеет исправную штепсельную вилку; стержень паяльника не качается. Рукоятка не имеет трещин.

Зачистка или заправка рабочей части жала паяльника.

Форма и геометрическая заточки жал паяльников:

Короткий клин под углом 60°

Длинный клин под углом 45°

Цилиндр с косым срезом под углом 60°

Облуживание рабочей части паяльника.

Сделать несколько пробных паек.

Припой и флюсы

Припой – сплав, выполняющий роль связки в паяемом соединении.

Флюс служит для обезжиривания поверхности и способствует лучшему проникновению припоя в трудно доступные места. Для работы с твердыми припоями применяют кислотные флюсы, для работы с мягкими припоями безкислотные,

Таблица 4.6.1.-Чаще всего применяющиеся сплавы

Марка	Название	% содержание	t°плавл
ПОС-61	припой оловянно-свинцовый	61% содержания олова	190°
ПОС-40	припой оловянно-свинцовый	40% - олова	235°
ПОСК-50	припой олово, свинец, кадмий	50% - олова	145°
ПОСВ-33	припой олово, свинец, висмут	33% - олова	130°
ФКСп	Флюс канифолеспиртовый	10-40% канифоль; 90-60% спирт этиловый	

Разъёмные соединения

Разъёмные соединения – это соединения, которые позволяют многократно без повреждения соединять и разъединять элементы конструкции и предназначены для механической связи между отдельными её элементами. К ним относятся резьбовые, штифтовые и байонетные (легкоразъёмные).

Резьбовые соединения

При выполнении резьбового соединения необходимо правильно выбрать инструмент: отвертки, торцевые гаечные ключи соответствующего размера. Кроме этого применяют тарированный инструмент с регулируемой силой затяжки (тарированные ключи и отвертки), пневматический или электрический механизированный инструмент.

Для предохранения от самоотвинчивания в процессе эксплуатации крепежные детали необходимо стопорить. Способы стопорения: контрочной краской, двумя гайками (контргайка), разрезной гайкой, резиновой шайбой, разрезной шайбой (гровер шайба), стопорной шайбой.

Штифтовые соединения

Штифтовые соединения используют для точного взаимного фиксирования деталей, для ограничения перемещения одной детали по отношению к другой, в качестве упоров, при передаче небольших нагрузок.

По форме штифты делятся на цилиндрические и конические. Предохранение штифтов от выпадения осуществляют кернением или специальными пружинящими кольцами, изготовленными из проволоки диаметром 0,5 - 0,8мм. Инструмент ручной молоток, выколотки. Станок сверлильный (сверло, развертки).

Байонетные соединения

Байонетное (легкоразъёмное) соединение двух деталей цилиндрической формы получают введением одной в другую с последующим их поворачиванием, при котором выступы одной детали входят в пазы другой. Применяют - в часто соединяемых и разъединяемых узлах: патроны ламп, экраны ламп, муфты кабелей (разъёмы), предохранители. Для предохранения узла от саморазъединения при тряске и ударах используют специальные конструкции с замками.

Т.Б. – при выполнении операций пользоваться только исправным инструментом и по его прямому назначению. Размер инструмента должен соответствовать размеру соединяемых деталей.

Бандаж

Для предохранения шёлковой оплетки от сползания и разлохмачивания накладывают бандаж:

Бандаж накладывают на участке длиной 5-7 мм, отступив от края изоляции не менее 1 мм. Выполняют бандаж хлопчатобумажными или льняными нитками пропитанными специальным составом (церезин).

Применяя цветные нитки, одновременно с заделкой концов монтажные провода маркируют.

Разделка экранированных проводов

Монтаж приборов или блоков следует производить экранированными проводами в тех случаях, когда эти провода подвержены воздействию помех или создают их сами.

Экранирующие оплетки монтажных проводов должны быть заземлены.

Вывод заземляющих концов должен быть выполнен пустой плетёнкой или гибким проводом и подсоединён согласно монтажной схеме к контакту разъёма, шине, лепестку и т.п. Если экранирующая оплётка провода не должна касаться корпуса прибора, на неё следует надеть изоляционную трубку.

Заделка концов экранирующей оплётки провода и её заземление должны исключать случаи повреждения изоляционного слоя провода:

прожог, разлохмачивание изоляции и нарушение лакового покрытия изоляции провода не допускаются, при этом также не должно быть проколов изоляции провода (или соседних проводов) отдельными проволочками экранирующей оплетки.

обрыв проволочек экрана в месте выхода из него провода недопустим.

При разделке экранированных проводов, изоляция которых под экраном имеет хлопчатобумажную или лавсановую оплетку (и т.п.), допускается не подкладывать изоляционный материал под экраном.

Разделку экранированных проводов, при необходимости заземления экранов, производить следующим образом:

перегнуть экранированный провод отступив от края 25-30мм;

в экранирующей оплётке в нужном месте пинцетом (на месте перегиба) сделать отверстие диаметром 3-4 мм, раздвинув, не повреждая металлическую оплётку;

аккуратно в образовавшееся отверстие вытянуть конец жилы в изоляции;

расплести оплётку экрана примерно на 8 мм от края;

прочесать бокорезами металлическую оплётку, таким образом, чтобы убрать до 40% объёма;

скрутить экран по часовой стрелке относительно собственной оси (примерно на 10мм);

облудить скрученную часть металлической оплётки.

Склеивание

Склеивание – это процесс получения неразъёмного соединения при котором в результате взаимодействия специальных веществ с поверхностью материала (изделия) и изменения своего физического состояния, в определённых условиях, материалы (изделия) прочно скрепляются.

Соединения, получаемые при склеивании, особенно целесообразны в элементах конструкции, выполняемых из стекла керамики, гетинакса или текстолита в которых применение металлических соединительных элементов нежелательно. Клеи делятся на конструкционные БФ-2;БФ-4 (применяют

для получения прочных соединений) и неконструкционные №88; АК-20 (для соединения ненагруженных деталей).

Технологический процесс:

Подготовить поверхности соединяемых деталей: механическая зачистка; обезжиривание растворителями.

Нанесение клея: клей наносят двумя тонкими равномерными слоями с короткой промежуточной выдержкой (сушкой) после нанесения каждого слоя. Склеивание деталей под давлением: при комнатной температуре; при повышенной температуре. Недостатком клеевых соединений является низкая прочность, незначительная теплостойкость, большая длительность технологического процесса.

4.5.2 Монтаж оконечных кабельных устройств

В качестве оконечных кабельных устройств на сетях связи используют: распределительные коробки, боксы, защитные полосы, рамки соединительных линий, кабельные ящики. Кабели двухпроводных соединительных линий тональной частоты включают в рамки соединительных линий(СЛ), емкостью 40х2, трехпроводные линии – в рамки соединительных станций(АТС), емкостью 10х3, которые устанавливаются на кроссах автоматических соединительных станций(АТС). Кабели уплотненных соединительных линий высокой частоты(ВЧ) включают в междугородные боксы(БМ), которые устанавливаются в линейно-аппаратных залах (ЛАЗ), АТС . Кабели местной телефонной сети оконечиваются в распределительных шкафах, рис.4.6.1. Местная телефонная сеть содержит в себе три участка: магистральный, распределительный, абонентский. Кабели местной сети прокладываются от кроссового оборудования АТС до телефонного аппарата абонента. Абонентский участок прокладывается от телефонного аппарата абонента до телефонной распределительной коробки, которая устанавливается внутри помещения проводом марки ТРВ, ТРП, внешний вид которой представлен на рис. 4.6.2.

Магистральная и распределительная сеть строятся на медножильном кабеле, разновидности которого представлены на рисунке 4.6.3.



Рисунок 4.6.1 - Внешний вид распределительного шкафа

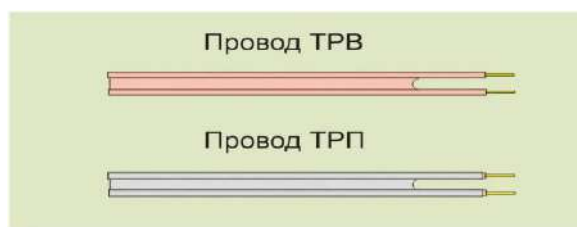


Рисунок 4.6.2 - Внешний вид абонентской проводки

Магистральные кабели абонентских линий включают на одном конце в защитные полосы кросса, а на другом – в стопарные боксы кабельные телефонные БКТ-100 распределительных шкафов. Защитные полосы, емкостью 25х2, устанавливают на кроссах АТС. Свое название они получили от расположенных на них элементов защиты – плавких предохранителей и угольных разрядников. Магистральные боксы устанавливают в распределительном шкафу. Пары в защитные полосы и боксы включают соответственно нумерации.

Распределительные кабели абонентских линий включают на одном конце в распределительные боксы емкостью 100, 50, 30 пар, а на другом конце – в распределительные коробки КРТ-10 емкостью 10 пар. При наличии воздушных вставок в абонентские линии распределительный кабель включают в кабельный ящик ЯКГ емкостью 10 или 20 пар. В ЯКГ смонтированы плавкие предохранители и угольные разрядники.



Рисунок 4.6.3 - Медножильный кабель различных конструкций

Распределительные боксы БКТ устанавливают в распределительном шкафу ШРП, который является также местом установки магистральных боксов. Пары распределительного и магистрального боксов в шкафу соединяют кроссировочным проводом ПКСВ-2. Для лучшего использования проектируемого запаса магистральных пар и переключений на случай повреждения магистрального кабеля между отдельными шкафами прокладывают кабель небольшой емкости (20 -50 пар). Кабели межшкафной связи включают в боксы БКТ соответствующей емкости, внешний вид которых представлен на рисунке 4.6.3.

Кабельные боксы различаются друг от друга емкостью токопроводящих жил, которые в них монтируются

Наиболее широко применяются боксы с десятью плинтами на 100 пар. Магистральные и распределительные боксы имеют одинаковую конструкцию и отличаются назначением и местом установки в шкафу. Одинаковую конструкцию имеют распределительные боксы и боксы межшкафной связи, емкостью 20,30, и 50 пар (два, три и пять плинтов). Они занимают нижнее правое место в распределительном шкафу. Марки шкафов соответствуют их емкости: ШРП -1200, ШРП – 600, ШРП -300.

Кабельные ящики служат для размещения в стыке воздушной линии и кабельной вставки на сетях местной телефонной связи. До разработки шкафа типа ШМС их устанавливали на воздушных линиях междугородной связи.

На сетях местной телефонной связи применяют кабельные ящики типов ЯКГ-10х2 и ЯКГ-20х2 (ящик кабельный городской емкостью 10 или 20 пар кабеля).

Кабельный ящик состоит из корпуса с откидной крышкой. Внутри корпуса размещены скобы для крепления бокса, для ввода разделяемого в боксе кабеля. На наружной части бокса винтами закреплены фарфоровые или пластмассовые плинты. Плинт имеет винты для подключения изолированных проводов, идущих от проводов воздушных линий связи, перья, на которых распаивают введенные в бокс жилы кабеля, а также приборы защиты – плавкие предохранители и угольные разрядники. В дне корпуса предусмотрены отверстия для ввода кабеля в бокс и ввода изолированных проводников от проводов воздушных линий. Для крепления на кабельной опоре кабельный ящик снабжен скобами. В кабельном ящике ЯКГ-10х2 установлен один десятипарный плинт, а в ЯКГ-20х2 установлено два десятипарных плинта.

На кабельных вводах и вставках существующих воздушных линий многоканальной связи применяются кабельные ящики типа ЯКМ – междугородные. Они предназначены для разделки в них кабелей емкостью 4, 6 четверок и более. Он состоит из стального корпуса с двойными стенками с двумя дверцами, открывающимися в противоположные стороны. На дне ящика имеются воронка, через которую вводят кабель и разделяют в оконечной кабельной муфте ящика. Внутренний монтаж в кабельном ящике выполняют проводом типа ПР площадью поперечного сечения 1.0-1.5 мм. Для соединения с проводами воздушной линии эти провода выводят через верхнее отверстие кабельного ящика при помощи деревянного желоба.

Шкафы магистральной связи типа ШМС устанавливаются у кабельных опор. В них расположены кабельные боксы или оконечные кабельные муфты для разделки в них кабельной вставки. Кроме того, в шкафу имеются приборы защиты от атмосферных перенапряжений и влияния линий сильного тока (предохранители, разрядники, дренажные катушки), а при наличии на воздушной линии передачи цепей, уплотненных токами высокой частоты, – согласующие устройства (СУЛ, пупиновские ящики) и запирающие катушки.

Корпус шкафов изготавливают из листовой и уголковой стали. Внутри шкаф разделен вертикальной перегородкой на два отделения – большое и малое. Оба отделения закрываются дверцами, дверца малого отделения запирается изнутри, а большого – снаружи. Внутренние стенки корпуса облицованы теплоизоляционным материалом. В шкафу предусмотрены вентиляционные отверстия.

Кабель вводят в шкаф через отверстия внизу шкафа. По числу вводимых кабелей в отверстиях укрепляют стальные защитные трубы, концы которых зарывают в землю на глубину 300мм. Стальные провода воздушных

линий связи вводят в шкаф гибким проводом типа ПРГ, а провода уплотненных цепей – экранированным проводом через верхнюю горловину шкафа, на которой укреплен металлический желоб. Кабельные боксы размещают в большом отделении шкафа, а при применении вместо боксов кабельных муфт, их располагают в малом отделении, укрепляя на раме.

Распределительный шкаф представляет собой металлический корпус с чугунным цоколем, который имеет две двери (последних выпусков) или одну дверь (старых выпусков). Внутри шкафа имеется каркас из полосовой стали для крепления боксов. В распределительных шкафах устанавливают боксы емкостью до 100 пар., рис.4.6.4

От распределительного шкафа отходят распределительные кабели, жилы которых подключены к перьям плинтов распределительных боксов.



Рисунок 4.6.4 - Внешний вид кабельных боксов

Каждому распределительному шкафу присвоен номер, состоящий из порядкового номера и индекса АТС. Номера магистральных боксов в каждом шкафу данной АТС будут разные, а номера распределительных боксов – одинаковые в зависимости от занимаемого им места в распределительном шкафу. Линейные данные состоят из номера распределительного шкафа, номера магистрали и номер распределения.

Пример: 28103 – 17 – 34- 216. 28103 – первые три цифры – индекс АТС, последние две цифры – порядковый номер распределительного шкафа, 17 – номер магистрального бокса, 34 – номер пары на магистральном боксе, 2 – номер распределительного бокса, 1 – номер плинта на этом боксе, 6 – номер пары на плинте.

Телефонные боксы представляют собой чугунную коробку со съемной задней крышкой. На лицевой стенке бокса прорезаны окна, в которых закрепляются пластмассовые колодки, называемые плинтами, со сквозными зажимами. С наружной стороны плинта сквозной зажим имеет винт для присоединения проводника, а с другой стороны, обращенной внутрь бокса, – металлическую луженую пластинку с отверстием, к которой припаивают жилу кабеля. В нижней части бокса имеется отверстие с закрепленной луженой втулкой, через которую конец кабеля вводят внутрь бокса и пайкой

закрепляют его во втулке. Кабели с пластмассовой изоляцией уплотняют во втулке и закрепляют изоляционной лентой

Каждый плинт имеет два ряда зажимов для подключения 10 пар жил. Боксы выпускают емкостью 10,20,30,50 и 100 пар. Соответственно на них закреплено 1,2,3,5 или 10 плинтов. Нумерация плинтов на боксе и пар на плинтах начинаются с нуля, слева на право и сверху вниз. Боксы устанавливают в распределительных шкафах.

Распределительные коробки предназначены для подключения к ним абонентской проводки. Распределительная коробка состоит из пластмассового корпуса с крышкой, внутри которого закреплен пластмассовый плинт. На поверхности плинта размещены десять пар контактных зажимов, соединенных внутри плинта с перьями. К перьям припаиваются жилы распределительного кабеля, а к клеммам присоединяют жилы однопарных кабелей, идущих к телефонным аппаратам абонентов.

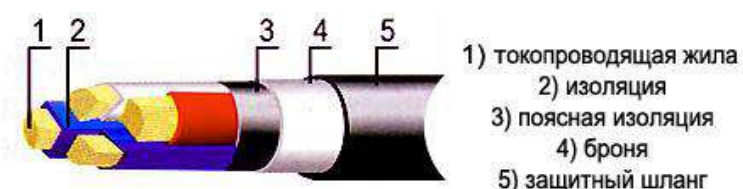


Рисунок 4.6.5 - Конструкция медножильного кабеля

Технология зарядки кабельного бокса.

1. Подготовить бокс и плинт к зарядке. В плинте проверить надежность крепления пружин (перьев) к клеммам, выровнять и закрепить их.

2. Внутреннюю поверхность плинта покрыть асфальтовым лаком для защиты от коррозии. Осмотреть плинт, он не должен иметь трещин и повреждения глазури.

3. Освободить конец кабеля от оболочки на длину 180 – 200мм. и ввести его в бокс через втулку так, чтобы срез оболочки оказался на уровне с внутренним краем втулки. При использовании кабеля со свинцовой оболочкой припаять оболочку к втулке снаружи. Место пайки не должно иметь непропаев, повреждений, раковин и др. При использовании кабеля с пластмассовой оболочкой оболочку уплотнить во втулке и закрепить изоляционной лентой ПВХ.

4 Пучок жил вместе с полиэтиленовой лентой перевязать ниткой (зажгутовать) на длину 50-60мм. от обреза оболочки. Остальную часть ленты удалить.

5 Расшить пары жил, перевязав их суровой ниткой через 6-8мм. в соответствии с расположением пружин-клемм, т.е. нулевая пара – влево, пятая – вправо, первая – влево, шестая – вправо, и т.д.

6 Расшивку жил начать с четвертой и девятой пары. При расшивке жил кабеля следует придерживаться порядка, при котором против первых клемм каждой пары пришлись бы жилы с расцвеченной изоляцией.

7 Тщательно зачистить концы жил кабеля на 15мм. Включить жилы в соответствующие пружины (перья) плинта, а излишек зачищенной части жил откусить.

8 Припаять жилы к перьям, уложить на дно плинта плетешок, выровнять его и надеть на перья гильзы. Перья немного пригнуть к оси плетешка.(если для монтажа используются плинты нового типа, то монтаж токопроводящих жил в них необходимо выполнять с использованием *технологии врезной контакт*)

9 Закрывать бокс крышкой, закрепив ее винтами. Между корпусом бокса и крышкой должна быть помещена прокладка из пропарафиненной бумаги. Крышка коробки должна плотно прилегать к корпусу.

По окончании зарядки кабельного бокса или распределительной коробки проверить жилы на обрыв, парность и сообщение между собой.

Аналогично производится зарядка 20, 30, 50, и 100 парного боксов.

4.5.3. Монтаж волоконно-оптических линий связи

Наиболее ответственной операцией в процессе строительства ВОЛС, предопределяющей качество и дальность связи, является монтаж оптических волокон. Такое соединение волокон и монтаж кабелей производятся как в процессе производства, так и при строительстве и эксплуатации кабельных линий.

Монтаж подразделяется на постоянный (сварка волокна) и временный (разъемные соединители). Соединители оптических волокон, как правило, представляют собой арматуру, предназначенную для юстировки и фиксации соединяемых волокон, а также для механической защиты сростка.

Основными требованиями к соединителям являются:

- простота конструкции;
- малые переходные потери;
- устойчивость к внешним механическим и климатическим воздействиям;
- надежность;

Дополнительно к разъемным соединителям предъявляется требование неизменности параметров при повторной стыковке. Потери, вносимые соединением оптических волокон в тракт передачи кабеля, делятся на внешние и внутренние.

Внешними называются потери, связанные с особенностями метода соединения, в том числе с подготовкой концов волоконных световодов, и включающие в себя поперечное смещение сердцевины, разнесение торцов, наклон осей, угол наклона торца волокна, френелевские отражения.

Внутренними называются потери, связанные со свойствами самого оптического волокна и обусловленные, например, вариациями диаметра

сердцевины, числовой апертуры, профиля показателя преломления, нециркулярностью сердцевины, неконцентричностью сердцевины и оболочки.

Внутренние потери, обусловленные неравенством диаметров оболочек
Внешние потери обуславливаются четырьмя основными причинами:

- радиальным смещением оптических волокон;
- угловым смещением;
- осевым смещением;
- качеством торцов.

Оптическое волокно в соединителе должно размещаться вдоль его центральной оси. Если центральная ось одного волокна не совпадает с такой осью другого, то неизбежно появляются потери за счет радиального смещения. Также, если соединение двух оптических волокон разделено небольшим зазором (осевое смещение), то оптическое волокно становится подверженным дополнительному виду потерь. Который обусловлен действием френелевского отражения, которое связано с разницей показателей преломления волокон и среды в зазоре (обычно воздуха).

Монтаж оптических волокон

В процессе монтажа оптической магистрали осуществляется стационарное (неразъемное) соединение отдельных строительных длин кабеля. При вводе ВОК в здание или регенераторные для многократного соединения-разъединения с оптоэлектронным оборудованием применяются разъемные соединители — коннекторы. Соединение оптических волокон осуществляется в определенной последовательности. Вначале осуществляется подготовка торцов оптических волокон, а потом производится сращивание. До начала соединения двух волоконных световодов требуется некоторая подготовка торцов волокон, которая заключается в удалении первичного защитного покрытия волокон с последующей заготовкой гладкого торца путем скалывания или шлифовки. Для удаления первичного покрытия с оптического волокна можно использовать как химические способы зачистки, так и механические.

Скалыванием называют подготовку торца оптического волокна с нанесением царапины и последующим разломом. В идеале скол оптического волокна должен быть перпендикулярен. Любое отклонение не должно превышать $1\text{—}2^\circ$. В одномодовом соединении с плоскими отшлифованными торцами и при наличии воздушного зазора между сопрягаемыми волокнами часть энергии отражается назад к источнику и создает возвратные потери. Одним из способов уменьшения возвратных потерь является закругление концов оптических волокон при шлифовке.

Сращивание осуществляется методом сварки или с помощью механического сроска. В качестве инструмента используется электрическая дуга, возникающая между электродами, пламя газовой горелки или лазер. По принципу действия сварочные аппараты подразделяются на аппараты с ручным управлением,

полуавтоматические и автоматические. Механическое сращивание подразделяется на активное или пассивное в зависимости от того, производится ли выравнивание оптического волокна для оптимизации потерь или нет. Основным способом соединения активного сетевого оборудования с оптоволоконной линией является применения оптических коннекторов, соединяемых посредством оптического адаптера, который устанавливается в оптическом кроссе. Внутри оптического кросса развариваются оптические волокно, которые оконцовываются пигтейлами с оптическими коннекторами.

Оптический коннектор - это механическое устройство, предназначенное для многократных соединений. Он обеспечивает быстрый способ переконфигурации оборудования, проверки волокон, подсоединения к источникам и приемникам света. Коннектор для соединения одиночных оптических волокон состоит из двух основных частей: штекера и соединителя. На практике в подавляющем большинстве случаев работают с типами FC, LC, SC, рис.4.6.6.

На более редких видах коннекторов мы пока останавливаться не будем. FC Старый, зарекомендовавший себя стандарт. Отличное качество соединения, особенно FC/UPC, FC/APC:

- подпружиненное соединение, за счет чего достигается "вдавливание" и плотный контакт;
- металлической колпачок - прочная защита;
- коннектор вкручивается в розетку, а значит, не может выскочить, даже если случайно дернуть;
- шевеление кабеля не влияет на соединение.

Однако плохо подходит для плотного расположения разъемов - необходимо пространство для вкручивания/выкручивания. SC - более дешевый и удобный, но менее надежный аналог FC.

Легко соединяется (защелка), разъемы могут располагаться плотно.

LC Уменьшенный аналог SC. За счет малого размера применяется для кроссовых соединений в офисах, серверных и т.п. - внутри помещений, там где требуется высокая плотность расположения разъемов.

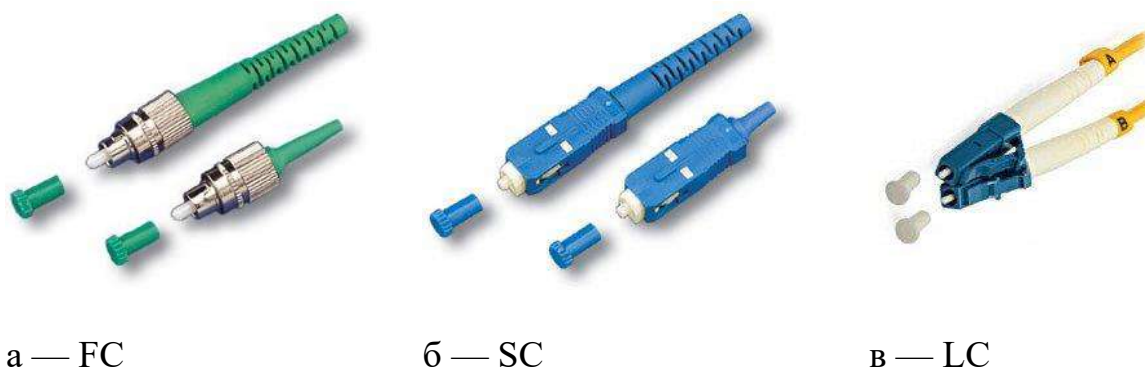


Рисунок 4.6.6 - Оптические коннекторы

4.5.4 Методы и приборы для тестирования линий связи

Тестирование линий связи (ЛС) подразумевает применение соответствующих методов и приборов. Два основных подхода - тестирование на постоянном и переменном токе. В свою очередь, тестирование на переменном токе выполняется двумя способами - путем измерения падающей волны или измерения отраженной волны (метод рефлектометрии).

Измерения на постоянном токе и измерения падающей волны используются для определения первичных и вторичных параметров линии. Оба метода могут быть реализованы как путем непосредственного измерения волны, так и с применением метода сравнения, частным случаем которого является мостовой метод. Основное достоинство метода сравнения — его высокая точность в широком диапазоне измеряемых значений.

Помимо названной существуют и другие классификации методов тестирования. Так, всю их совокупность можно представить в виде больших групп, одна из которых требует обязательного закрытия действующей системы связи на время измерения, а другая может выполняться в работающей системе. Более коротко: способ с закрытием связи и способ без закрытия связи.

Современная концепция тестирования сетей связи опирается на модель взаимодействия открытых систем OSI, в соответствии с которой все измерительные приборы для тестирования сетей связи подразделяются на две категории: анализаторы физического уровня; анализаторы более высоких уровней. К анализаторам физического уровня относятся мультиметры, кабельные тестеры, рефлектометры для металлических и оптических кабелей, осциллографы, измерители уровня сигнала и анализаторы спектра. Другая группа анализаторов измеряет параметры циклов и пакетов, проверяет целостность данных, сеансы связи, преобразование данных и приложения.

Тестирование кабельных линий связи осуществляется только посредством анализаторов физического уровня.

Мультиметры служат для измерения параметров линии по постоянному и переменному току (напряжение стационарной батареи, сопротивление шлейфа абонентской линии и др.), рис.4.6.7.

Мосты постоянного и переменного тока дополняют мультиметры, позволяя более точно оценивать первичные параметры линии связи.

Измерители уровня сигнала представляют большую группу приборов, используемых при настройке, эксплуатации и устранении повреждений в системах передачи по металлическим кабелям.

С их помощью можно измерять затухание линии, переходное затухание, гармонические помехи и шумы. Измерители уровня работают в селективном или широкополосном режиме. Селективные измерители уровня позволяют оценивать уровни сигнала или шума только в определенной, достаточно узкой (100 Гц, 1 кГц, 3,1 кГц и т. д.) полосе частот.

Тестеры коэффициентов битовых ошибок BER — основной инструмент для оценки линии цифровой связи как при ее первоначальной настройке, так и в процессе эксплуатации. В последнем случае работу системы связи требуется приостановить, рис.4.6.8. Принцип действия прибора основан на использовании псевдослучайных последовательностей. Алгоритмы функционирования тестеров BER опираются на рекомендации ITU-T — G.821, G.826, V.53 и M.2100. Тестеры ошибок позволяют оценивать битовые и блочные ошибки, а также ошибки в секундных интервалах, включая долю таких интервалов без ошибок EFS, с ошибками ES и с многочисленными ошибками SES.

Результаты тестирования ошибок обычно представляют в виде числовых значений или гистограммы. Некоторые анализаторы протоколов высокого уровня имеют встроенные функции тестирования ошибок. *Рефлектометры во временной области, TDR*, позволяют оценить характерные точки линии связи, включая неоднородности, повреждения и т. д., рис.4.6.9.

Кроме того, тестирование в частотной области имеет существенно больший набор функций, включая измерение первичных параметров Z сопротивления, утечки и емкости, а также параметров передачи, влияния, шумов, асимметрии и др.

Поэтому разработчики измерительных приборов все чаще задумываются о необходимости объединения в одном устройстве функций тестирования во временной и частотной области. Сегодня подобные комплексные приборы уже существуют и позволяют добиться более высокой точности диагностики при одновременном сокращении временных затрат.



Рисунок 4.6.7 -
Мультиметр



Рисунок 4.6.8 -Тестеры
коэффициентов
битовых ошибок



Рисунок 4.6.9 -
Рефлектометр

Осциллографы и анализаторы спектра обычно используются при идентификации сложных повреждений, когда требуется точное определение формы сигнала или его частотного состава. Осциллограф предоставляет единственную возможность для исчерпывающей детализации параметров сигнала, включая его форму, частоту, время нарастания и спада.

Логические анализаторы используются для записи сигналов синхронизации. Они похожи на осциллографы с дополнительными

функциями тестирования цифровых сигналов, контролируют одновременно несколько синхросигналов и снабжены возможностью автоматического запуска при определенном состоянии контролируемых сигналов.

Правила монтажа телекоммуникационного оборудования

Активное и пассивное может устанавливаться на полу, фундаменте, аппаратном столе, полке, а также укрепляться на стене или в стенной нише.

Оборудование в рабочем положении должно устанавливаться горизонтально, вертикально и соосно. Отклонения от горизонтали, вертикали, параллельности и соосности не должны превышать допустимых значений, указанных в технической документации завода-изготовителя и руководствах по монтажу. Крепление оборудования и монтажных конструктивов к конструкциям здания должно осуществляться анкерными или стяжными болтами, дюбелями, а также шурупами. Использование анкерных болтов в качестве крепежных элементов допускается при толщине стены не менее 12 см.

В случае размещения сетевого оборудования и коммутационных панелей в 19-дюймовом конструктиве предпочтительно планировать установку отдельных 19-дюймовых шкафов и стоек таким образом, чтобы обеспечить доступ не только к их передней, но и к задней частям.

Устанавливаемые в одном ряду шкафы должны быть скреплены в единую конструкцию, соединяемые между собой с боковой стороны каркаса болтами. Для стоек такое крепление осуществляется по верхней части каркаса в тех случаях, если это предусмотрено проектом..

Оборудование настольного типа устанавливается на столах или полках без крепления, если этого не требуют ТУ или проектная документация. Установка полок осуществляется на крепежных кронштейнах.

При креплении оборудования к каменным, кирпичным и железобетонным вертикальным стенам, колоннам и перегородкам дюбелями и функционально аналогичными им элементами нагрузка на каждый верхний дюбель не должна превышать значений, приведенных в табл. 3.3.

Крепление оборудования к съемным элементам и обшивкам не допускается. Запрещается также крепить к деревянным стенам оборудование массой свыше 20 кг. Обслуживаемое настенное оборудование должно располагаться таким образом, чтобы органы управления и индикаторы находились на высоте $1,6 \pm 0,1$ м от уровня чистого пола. Максимальная высота расположения необслуживаемого настенного оборудования установлена в $2,4 \pm 0,1$ м от пола. При этом величина зазора между верхней поверхностью корпуса монтируемого оборудования и потолком должна быть не менее 150 мм.

В случае настенного монтажа оборудования в соответствии с рекомендациями BICSI значение минимальной величины свободного пространства рядом с боковой поверхностью корпуса любого устройства должно составлять не менее 300 мм.

Контрольные вопросы

1. Что такое стол монтажника, из чего он состоит?
2. Монтажные инструменты.
3. Виды инструктажа по технике безопасности
4. Требования перед началом работ, и, по окончании работ
5. Правила обработки монтажного провода
6. Правила проведения пайки монтажных соединений.
7. Виды разъемных соединений.
8. Виды оконечных устройств.
9. Порядок зарядки кабельного бокса.
10. Как крепятся распределительные коробки на деревянных и кирпичных поверхностях?

4.6. Аппаратура «МиниКом DX-500.ЖТ»

Станция «МиниКом DX-500.ЖТ» разработана в 1998 г. специально для железных дорог, в соответствии с основными техническими требованиями. Конструкторы системы создавали её как единую цифровую платформу для сетей общетехнологической (ОбТС) и оперативно-технологической (ОТС) связи железных дорог. Особое внимание при её разработке было обращено на её совместимость с действующими на железных дорогах каналами и аппаратурой, алгоритмами и процедурами диспетчерского управления; на возможность поэтапной модернизации сети связи; на ремонтпригодность и резервирование; на качество связи, [27].

«МиниКом DX-500.ЖТ» - это полностью цифровая коммутационная система емкостью от 32 до 4096 портов и 48 ИКМ-трактов (по 2048 кбит/с). Каждый её модуль – 128 портов или 4 ИКМ-тракта – обслуживаются независимым процессором. При наличии цифровых трактов или ВОЛС имеется возможность пространственного разнесения модулей станции на значительное расстояние.

В аппаратуре «МиниКом DX.500.ЖТ» отсутствует явно выраженное разделение на устройства формирования групповых каналов и коммутационные устройства. В зависимости от групповой скорости в цифровом тракте к нему может быть подключено до 30-ти станций «МиниКом DX.500.ЖТ».

Система может использоваться на отделенческом и магистральном уровнях в качестве распорядительной, исполнительно-распорядительной и исполнительной станции отделенческой проводной ОТС и поездной радиосвязи. Одновременно она может выполнять функции коммутатора станционной оперативной и двухсторонней парковой связи. Между собой станции объединяются цифровыми потоками Е1.

«МиниКом DX.500.ЖТ» может использоваться:

- в цифровых сетях с интеграцией служб (ISDN);

- для сопряжения с оборудованием абонентского радиодоступа в стандарте DECT;
- для сопряжения с транкинговыми радиосистемами;
- для мультиплексирования цифровых потоков 2048 кбит/с (34 Мбит/с);
- для коммутации отдельных ОЦК;
- для передачи данных.

Система технического обслуживания построена на общепризнанных международных стандартах (технология TMN).

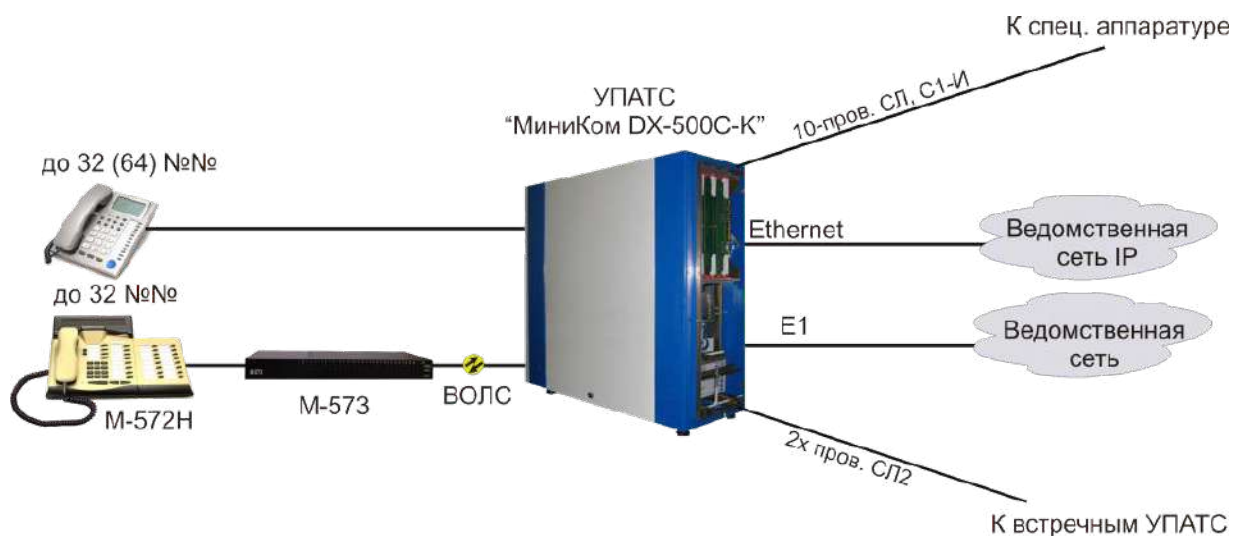


Рисунок 4.7.1 - Схема вариантов подключения к МиниКом DX-500

Станция обеспечивает следующие виды связи:

- связь совещаний;
- передачу данных систем телемеханики и телесигнализации;
- дорожную распорядительную;
- станционную распорядительную и парковую;
- перегонную;
- межстанционную;
- отделенческие (ПДС, ЭДС, ПС, ЛПС, ВГС, ОПС, БДС и т.д.).

Перечень модулей УПАТ с миником DX-500»:

- модуль управляющего устройства с двумя ИКМ потоками - 1;
- модуль (с субмодулем) на 32 абонентские линии - до 3-х;
- шлюз MSG-4 - до 1;
- модуль для подключения изделия М-573, ПАК РМК-Э -1;
- модуль 10-ти проводных СЛ - до 3-х;
- модуль СЛ со стыком С1-И - до 3-х;
- модуль с 2-х проводными СЛ - до 3-х.

Широкий спектр цифровых и аналоговых интерфейсов обеспечивает подключение цифровых и аналоговых линий, межстанционный обмен с

большинством отечественных и зарубежных АТС, взаимодействие с телефонными сетями общего пользования и всеми ведомственными (корпоративными) сетями связи.

Базовыми являются два интерфейса: оптический – 34 Мбит/с; электрический G.703 – 2 Мбит/с.

В «МиниКом DX.500.ЖТ» реализован ряд иных интерфейсов и протоколов, обеспечивающих её сопряжение с цифровыми АТС оперативно-технологической связи других производителей, [27].

Контрольные вопросы

1. Какие цифровые системы передачи используют на дорожном уровне, с какой скоростью они работают.
2. Какие возможности обеспечивает современная аппаратура ОТС?
3. Где используется аппаратура «МиниКом DX-500 ЖТ»?
4. Основные модули станции «МиниКом DX-500 ЖТ».
5. Интерфейсы подключение цифровых и аналоговых линий.

Вывод: после освоения данного раздела обучающиеся будут обладать необходимыми знаниями, умениями и навыками для выполнения работ по обслуживанию систем телекоммуникаций. Особое внимание необходимо уделить изучению оборудования находящегося на вооружении подразделений оперативно-технологической связи железнодорожного транспорта, а именно, системе коммутации «МиниКом DX-500 ЖТ». Так же необходимо уделить внимание приобретению навыков монтажа элементов оборудования систем связи, навыкам проведения измерений цепях и линиях связи, выполнению монтажа оконечного оборудования линий связи. Более подробно изучить современные материалы, приборы измерений для цифровых и волоконно-оптический линий связи.

Дополнительная литература

1. Бондаренко И.Б., Гатчин Ю.А.,. Соединители и коммутационные устройства. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. 151 с.
2. Гольдштейн Б. С. Системы коммутации : / Санкт-Петербург, 2004
3. Кудряшов В. А. И др. Сети электросвязи.-М.:УМЦ ЖДТ, 2008г.
4. Лебединский А. К., Павловский А. А., Юркин Ю. В. - Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. М. 2008.
5. Руководство по эксплуатации. УПАТС «МиниКом DX-500»..
6. Справочник по электротехническим материалов (Под. ред. Ю.В. Корицкого и др. изд. 3-е перераб. - Л.: энергоатомиздат.,1988-728 с)
7. Таныгин Ю. И. Справочник. Электромеханика ж/д радиосвязи.-М.:УМЦ ЖДТ, 2009г.
8. Петров В. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники

РАЗДЕЛ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков для выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту многоканальных систем оперативно-технологической связи.

Необходимые учебные материалы: ПК, лабораторное оборудование многоканальных систем оперативно-технологической связи.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же для успешного прохождения производственной технологической практики и дальнейшей адаптации в условиях производственной деятельности.

Раздел состоит из тем:

5.1. Принцип построения систем передачи

5.1.1 Основы теории передачи сигналов электросвязи

5.1.2 Принцип построения систем передачи сигнала

5.2. Принципы организации и оборудование многоканальных систем связи

5.2.1. Принципы организации многоканальной связи

5.2.2. Системы многоканальной связи

5.3. Устройство, принцип действия оборудования оперативно-технологической связи

5.3.1. Назначение, устройство и принцип действия оперативно-технологической связи

5.3.2. Принцип организации цифровой оперативно-технологической связи

5.1. Принцип построения систем передачи

5.1.1 Основы теории передачи сигналов электросвязи

5.1. Основы теории передачи сигналов электросвязи

5.1.1. Основы теории передачи сигналов электросвязи

Основу теории и техники электросвязи составляет передача на расстояние различного рода сообщений (информации). Под *информацией* понимают совокупность сведений о каких-либо предметах, событиях, процессах чьей-либо деятельности и т.д. Форма представления информации называется *сообщением*. Это может быть речь или музыка, рукописный или машинописный текст, чертежи, рисунки, телевизионное изображение, [12].

Для передачи по каналам связи каждое сообщение преобразуется в электрический сигнал. *Сигнал* – физический процесс, отображающий передаваемое сообщение (физический носитель сообщения). Физическая величина изменением, которой обеспечивается отображение

сообщений, называется *информационным* или *представляющим параметром сигнала*.

Перенос сообщений из одной точки пространства в другую осуществляет система электросвязи. Система электросвязи (телекоммуникационная система) – комплекс технических средств, обеспечивающий передачу сообщений от источника к получателю на расстояние (рисунок 5.1.1).

Система электросвязи в целом решает две задачи:

- 1) доставка сообщений – функции системы электросвязи;
- 2) формирование и распознавание сообщений – функции оконечного оборудования.

Трактом передачи называют совокупность приборов и линий, обеспечивающих передачу сообщений между пользователями.

Канал передачи (связи) – часть тракта передачи между двумя любыми точками. В канал передачи не входят оконечные устройства.



Рисунок 5.1.1 – Структурная схема системы электросвязи (телекоммуникационной системы)

Принцип передачи сигналов электросвязи показан на рисунке 5.1.2.

На входе и на выходе тракта передачи сообщений включаются оконечные устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы и обратное преобразование. Данные устройства называются *первичными преобразователями* и сформированные ими сигналы также называются *первичными*., [12].

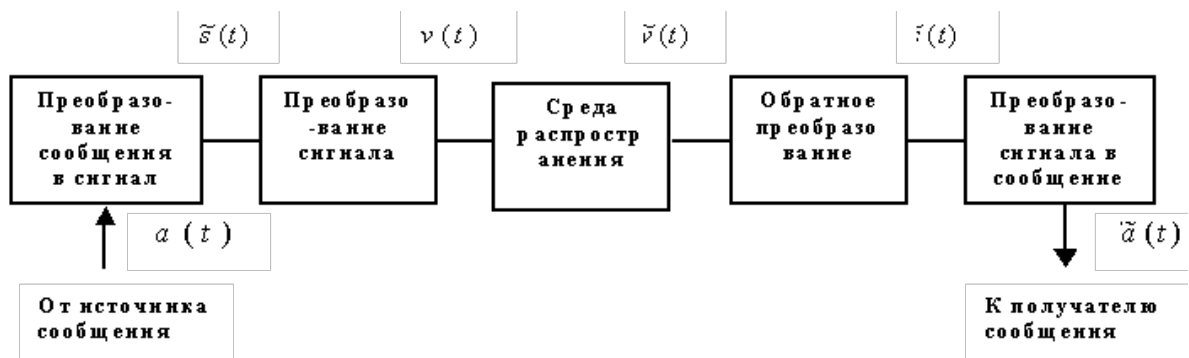


Рисунок 5.1.2 – Принцип передачи сигналов электросвязи

Источник сообщения формирует сообщение $a(t)$, которое преобразуется в электрический сигнал $s(t)$. В системе электросвязи происходят вторичные преобразования сигналов и они транспортируются в форме, отличной от первоначальной.

Сеть электросвязи (телекоммуникационная сеть) - совокупность линий (каналов) связи коммутационных станций, оконечных устройств, на определенной территории, обеспечивающая передачу и распределение сообщений (рисунок 5.1.3).

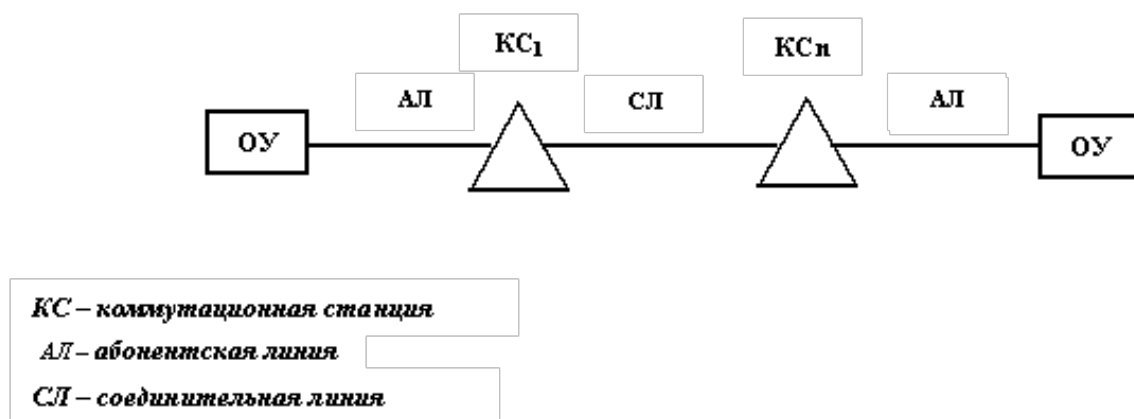


Рисунок 5.1.3 – Обобщенная структурная схема сети электросвязи (телекоммуникационной сети)

На входе и на выходе сети связи включаются оконечные устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы и обратное преобразование. Оконечные устройства соединяются с коммутационной станцией абонентскими линиями. Коммутационные станции между собой связаны соединительными линиями. Коммутационные станции осуществляют соединение входящих линий с исходящими линиями по соответствующему адресу.

В общем виде, сообщение, передаваемое от источника к получателю состоит из двух частей: адресной и информационной. По содержанию адресной части коммутационная станция определяет направление связи и осуществляет выбор конкретного получателя сообщения. Информационная часть содержит само сообщение.

Сеанс связи – это совокупность процедур и процессов, в результате выполнения которых обеспечивается передача сообщений, а набор правил в соответствии, с которыми организуется сеанс связи, называется *протоколом*.

5.1. 2 Принцип построения систем передачи сигнала

Многоканальные системы передачи с частотным и временным разделением каналов – это сложный комплекс технических средств, включающий в себя оконечную аппаратуру, устанавливаемую на оконечных пунктах (ОП), промежуточную аппаратуру, размещаемую в обслуживаемых

(ОУП) или необслуживаемых (НУП) усилительных пунктах, а также линий связи (рисунок 5.1.4) [5].

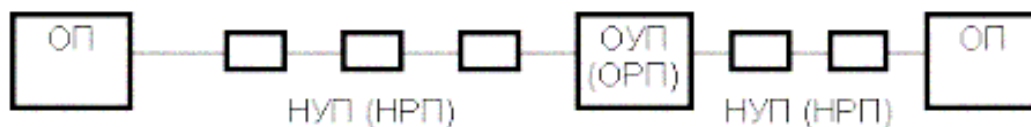


Рисунок 5.1.4 - Структурная схема построения систем передачи

В отличие от аналоговых систем во временных (цифровых) системах на обслуживаемых и необслуживаемых пунктах устанавливается аппаратура для восстановления (регенерации) импульсных сигналов линейного тракта. Отсюда обслуживаемые и необслуживаемые пункты в этих системах принято называть регенерационными (ОРП, НРП), [20].

В системах передачи применяется способ компенсации затухания сигналов повышением мощности сигнала в нескольких равномерно расположенных точках тракта. Часть канала связи между соседними промежуточными усилителями называется усилительным участком. Изменение уровней сигнала вдоль магистрали описывается диаграммой уровней, приведенной на рисунке 5.1.5., где $P_{\text{пер}}$, $P_{\text{пр}}$ – уровни сигнала на передаче и приеме, $P_{\text{пом}}$ – уровень помехи.

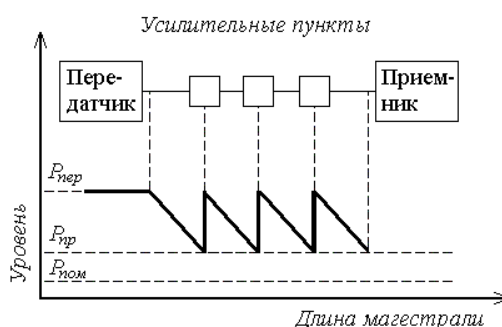


Рисунок 5.1.5 -. Диаграмма уровней

Аппаратура ОУП и НУП служит не только для усиления аналогового сигнала, но и для коррекции (выравнивания) амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик линейного тракта. Аппаратура НРП и ОРП предназначена для восстановления амплитуды, длительности и временного интервала между импульсами сигнала цифровых систем.

Остаточное затухание канала – рабочее затухание (усиление) канала, определяемое в условиях замыкания входа и выхода канала на активные сопротивления нагрузок, равные номинальным значениям входного и выходного сопротивлений канала как четырёхполюсника. При согласовании всех элементов, образующих канал передачи, по входным сопротивлениям остаточное затухание можно определить как разность суммы затуханий и суммы усилений в канале:

$$a_{\text{ост}} = \sum a - \sum S, \text{ дБ}, \quad (5.1.1)$$

Остаточное затухание канала ТЧ составляет 7 дБ. Максимальное отклонение во времени на одном транзитном участке не должно превышать 2.2 дБ с вероятностью 0,95.

5.2. Принципы организации и оборудование многоканальных систем связи

5.2.1. Принципы организации многоканальной связи

Многоканальная связь представляет отрасль связи, которая занимается организацией по общей линии передачи нескольких каналов, действующих одновременно и независимо друг от друга. Использование пары проводов или жил кабеля для получения только одного канала связи является неэкономичным (канал НЧ). Поэтому с использованием систем передачи МКС организуются каналы ТЧ. Каналы ТЧ на входе и выходе систем передачи имеют диапазон 0,3–3,4 кГц, [12].

Приняты два основных метода образования каналов ТЧ:

– с частотным разделением каналов (ЧРК), рис.5.2.1.



Рисунок 5.2.1 - Образование каналов ТЧ с частотным разделением каналов

Каналы различаются частотой передаваемых сигналов (каждый канал передается только на определенной своей частоте);

–с временным разделением каналов. Каналы различаются интервалом времени (каждый канал передается в строго определенный момент времени).



Рисунок 5.2.2 - Образование каналов ТЧ с временным разделением каналов

Методы модуляции (преобразования)

При ЧРК используется два метода модуляции:

- амплитудная модуляция (АМ, АМ–англ.), используется в системах проводной связи;
- частотная модуляция (ЧМ, FM), используется при работе по радиолиниям.

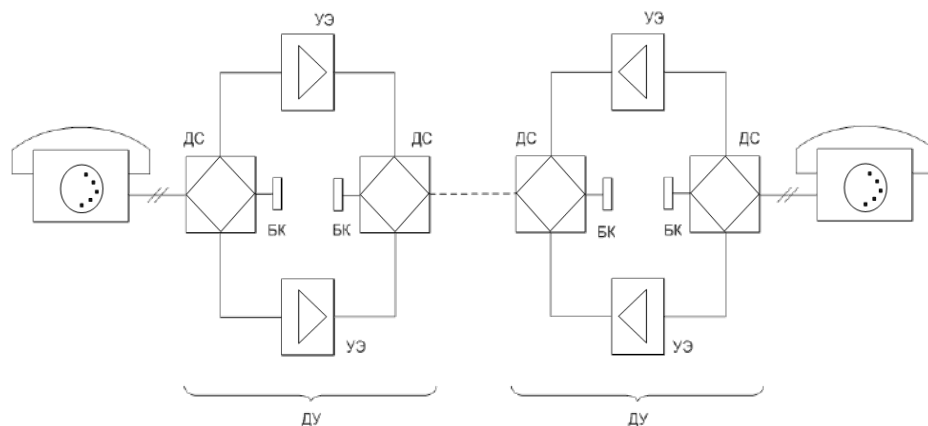
Импульсно–кодовая модуляция (ИКМ), для преобразования непрерывного сигнала в цифровой код, применяется в цифровых системах передачи.

Организация канала низкой частоты

Каналы низкой частоты работают в диапазоне частот 0,3–3,4 кГц. Каналы НЧ можно организовать по двум схемам:

Однополосная двухпроводная, рис.5.2.3 (связь организуется по двухпроводным цепям с двухсторонними усилителями, и по таким цепям в обоих направлениях передаются токи одной и той же полосы частот).

При такой системе включения в каждом усилительном пункте устанавливают две дифференциальных системы (ДС) и два двухсторонних дуплексных усилителя (ДУ).



ДС – дифференциальная система; БК – балансный контур;

УЭ – усилительный элемент; ДУ – дуплексный усилитель

Рисунок 5.2.3 - Однополосная двухпроводная схема

Дифференциальная система подавляет токи обратной связи в ДУ благодаря равенству сопротивлений балансных контуров (БК) и входных сопротивлений соответствующих участков цепи. Данная схема пригодна для связи на сравнительно небольшие расстояния (примерно до 2000 км по воздушным медным цепям).

Однополосная четырехпроводная (рис.5.2.4) организуется по четырехпроводным цепям с односторонними усилителями. Каждая двухпроводная цепь (из которых образуется четырехпроводная) используется для передачи речевых сигналов только в одном направлении; в

конечных пунктах таких цепей устанавливают устройства для перехода на двухпроводные абонентские линии.

Недостаток таких каналов состоит в использовании четырех проводов вместо двух. Но, позволяет организовать каналы на большие расстояния

В данной схеме ДС служит для перехода с двухпроводной абонентской линии на четырехпроводную линию канала.

Каналы НЧ используются для организации технологической связи. Кроме того, в канале НЧ сигналы не преобразуются по частоте.

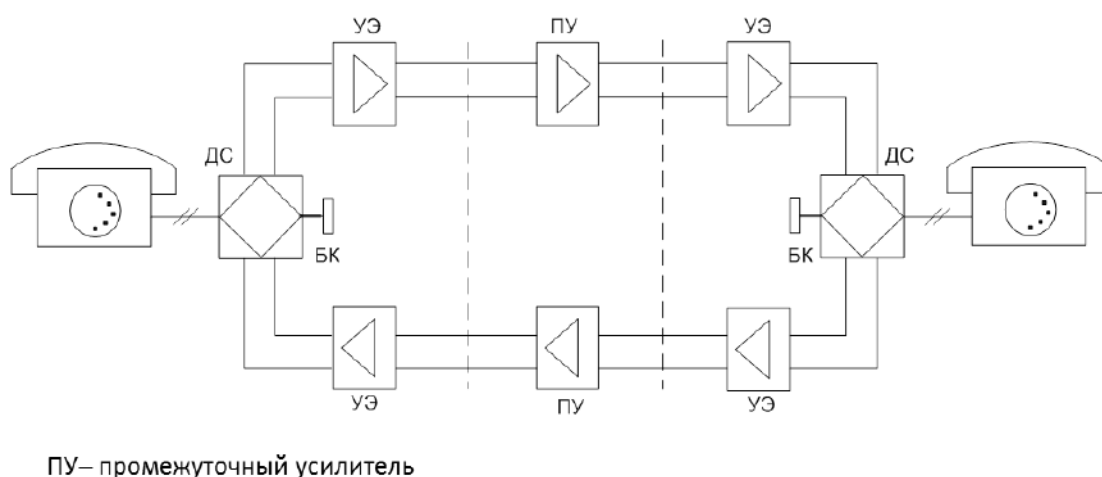


Рисунок 5.2.4 - Однополосная четырехпроводная схема

5.2.2 Системы многоканальной связи

При частотном разделении каналы связи образуются преобразованием спектров сигналов так, чтобы получаемые диапазоны частот этих каналов не совпали.

В процессе модуляции около несущей частоты появляются две боковые полосы частот, каждая из которых полностью несет информацию о сигнале, сохраняя соотношения амплитуд, частот и фаз составляющих сигнала. Изображение спектра несущей частоты и боковых полос частот приведено на рис. 5.2.5, [42]

Для передачи в линию достаточно одной боковой полосы частот. Принцип частотного разделения приведен на рис.5.2.6

Разговорный сигнал от абонента, через дифференциальную систему (ДС), проходит через фильтр низких частот (ФНЧ), который обеспечивает поступление в канал связи полосы частот от 0,3 кГц до 3,4 кГц. В модуляторе (Мод) происходит преобразование разговорной частоты в высокую с помощью несущей частоты, которая в десятки раз больше разговорной, в результате преобразования получается спектр сигнала приведенный на рис.6.5. Далее полосовой фильтр (ПФ) пропускает только одну из боковых полос частот. В тракт передается сигнал, объединяющий в себе полосы частот всех каналов. На приемной стороне групповой сигнал с помощью ПФ разъединяет каналы, демодулятор убирая из полученного сигнала несущую

частоту подает на ФНЧ разговорную составляющую сигнала. Фильтр сглаживает преобразованный сигнал и через ДС подает его абоненту.

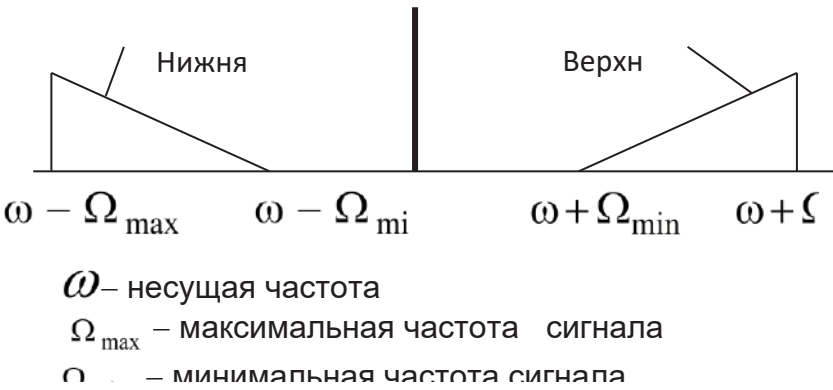


Рисунок 5.2.5 - Спектр несущей частоты и боковых полос частот

Таблица 5.2.1 Группообразование в системах передачи с ЧРК

Название группы	Количество каналов	Полоса передаваемых частот, кГц
Субпервичная	3	12–24
Первичная	12	60–108
Вторичная	60	312–552
Третичная	300	812–2044

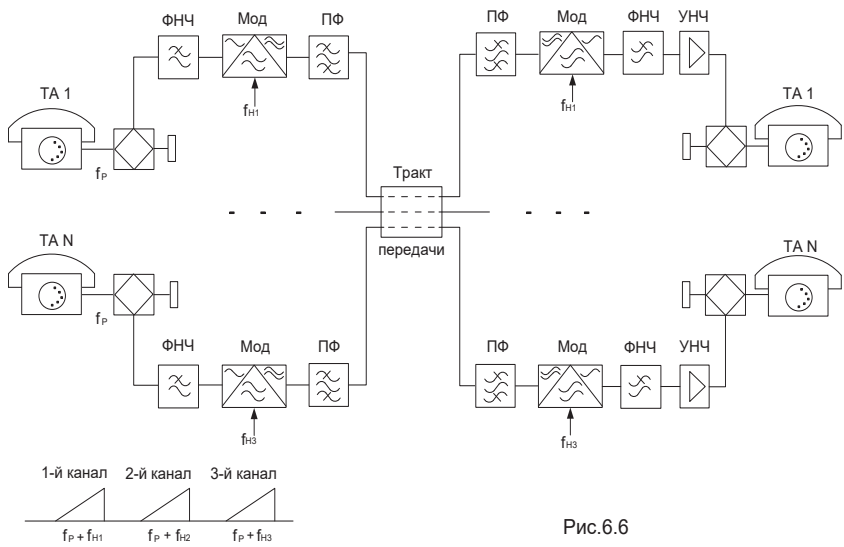


Рис.6.6

Рисунок 5.2.6 - Принцип частотного разделения

Типы систем передачи ЧРК
 Для ВЛС В–3–3, В–12–3
 Для КЛС К–24, К–60 – симметричный кабель,
 К–300 – коаксиальный кабель, [42].

Системы с временным разделением каналов

При разделении каналов во времени общая линия поочередно, в течении короткого времени предоставляется для передачи электрических(или оптических) сигналов различных источников.(рис.5.2.7) Чем большее число каналов организуется по линии передачи, тем короче интервалы времени отводимые для каждого сигнала. В каналах с временным разделением используется импульсно-кодовая модуляция ИКМ (дискретизация по времени, квантование по уровню, кодирование).

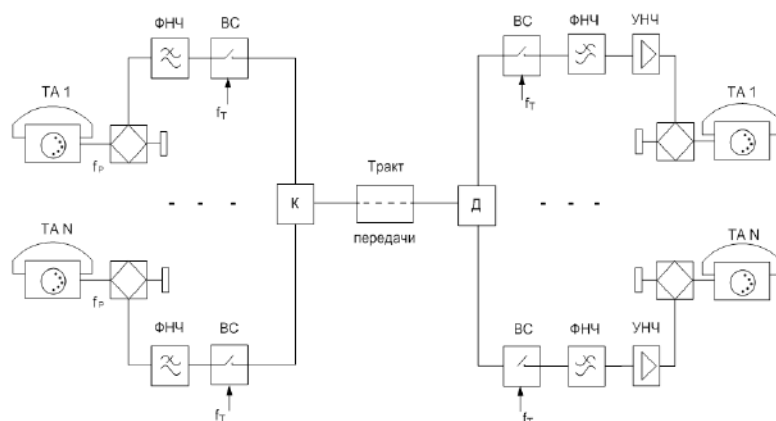


Рисунок 5.2.7 - Принцип временного разделения каналов

Разговорный сигнал пройдя дифференциальную систему и фильтр низких частот поступает амплитудно-импульсный модулятор (АИМ), который осуществляет преобразование амплитуды сигнала в импульсные отсчеты, амплитуда отсчета равна амплитуде сигнала в конкретный момент времени (квантование по уровню), частота отсчетов соответствует тактовой частоте f_T (дискретизация по времени). Затем полученные отсчеты поступают в кодер (К), где формируется кодовая комбинация, соответствующая амплитуде отсчета. В тракт передачи поступает групповой сигнал, объединяющий в себе все передаваемые каналы, каждый из которых передается в строго отведенные ему промежутки времени. Для обеспечения нормальной работы системы и повышения достоверности передачи в групповой сигнал добавляются синхросигналы, [42].

На приемной стороне декодер преобразует кодовую комбинацию отсчета в импульс с определенной амплитудой, а временной селектор объединяет отсчеты в непрерывный сигнал, ФНЧ отделяет разговорную частоту от побочных продуктов преобразования. Усилитель низкой частоты обеспечивает уровень сигнала необходимый для качественного приема. Преобразованный таким образом сигнал поступает к абоненту.

Типы ЦСП: ИКМ–30, ИКМ–120 – симметричный кабель;

ИКМ–480, ИКМ–1920 – коаксиальный кабель.

"Сопка", ОГМ-30, МиниКОМ ДХ-500.ЖТ и др. – оптический кабель

Таблица 5.2.2- Группообразование в ЦСП

Название группы	Число каналов	Скорость передачи, кбит/с
Первичная	30	2 048
Вторичная	120	8 448
Третичная	480	34 368
Четверичная	1920	139 264

Характеристики канала ТЧ

International Telecommunication Unit (ITU) нормирует характеристики каналов, причем требования к качеству каналов постоянно растут. Каналы МПС должны соответствовать нормам ITU. Нормы задаются на условный (гипотетический) канал длиной 2500 км.

Электрические характеристики нормируются:

- а) для канала ТЧ (0,3–3,4 кГц),
- б) для групповых каналов.

Нормированные электрические характеристики можно разделить на две группы:

- 1) основные, которые определяют качество передачи телефонных, телеграфных, фототелеграфных сигналов,
- 2) дополнительные, которые определяют качество каналов передачи дискретных сигналов ПДИ и контролируют качество дискретных каналов.

К основным электрическим характеристикам относятся:

1. Уровни передачи и динамический диапазон.
2. Остаточное затухание и его среднеквадратическое отклонение от среднего значения на частоте 800 Гц.
3. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ)
4. Фазо-частотная характеристика (ФЧХ)
5. Амплитудная характеристика (АХ)
6. Нелинейные искажения в канале связи
7. Устойчивость канала
8. Помехи в КС и уровни помех
9. Переходные влияния между каналами
10. Допустимые изменения частоты сигнала в КС

Практическое значение имеет рабочее затухание канала, группового тракта или какого-либо элемента аппаратуры :

$$a = P_{вх} - P_{вых}, \quad (5.2.1)$$

Остаточное затухание канала – это:

$$a_0 = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{i=1}^m S_i, \quad (5.2.2)$$

Амплитудно–частотной характеристикой (АЧХ) канала или тракта называют зависимость остаточного затухания (усиления) от частоты синусоидального сигнала (рис.5.2.8а). В связи с этим устанавливается полоса эффективно передаваемых частот. Для канала ТЧ –это 0,3–3,4 кГц. Если в полосе эффективно передаваемых частот остаточное затухание значительно зависит от частоты, то будут наблюдаться амплитудно-частотные искажения передаваемых речевых сигналов, [42].

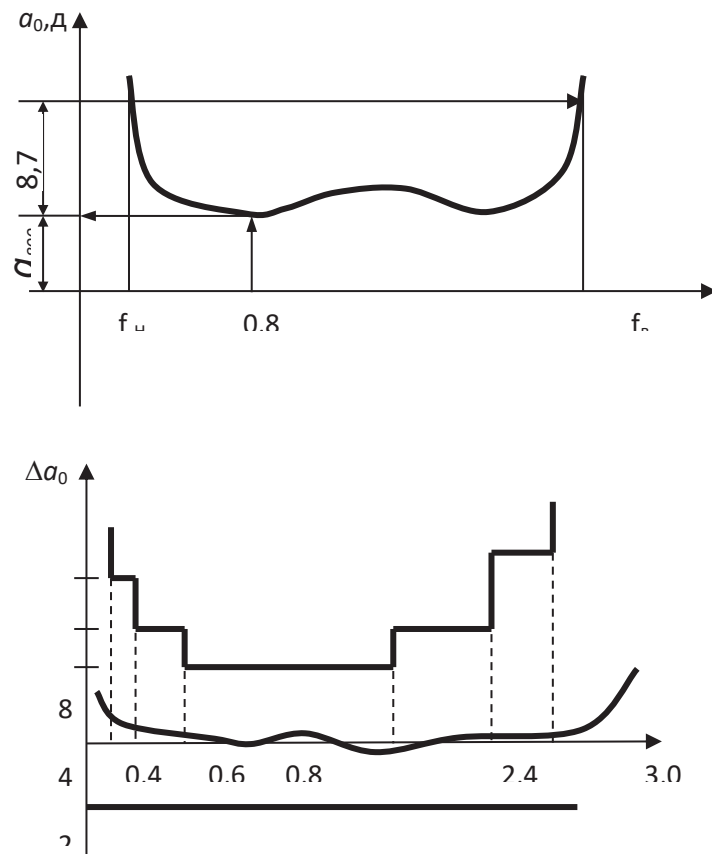
АЧХ нормируют используя ступенчатые кривые – шаблоны, ограничивающие допустимые изменения ее в сторону увеличения затухания. Уменьшение затухания ограничивается соответствующей прямой линией, т.к. оно одинаково опасно на любой частоте из-за возможности возникновения генерации канала (рис.5.2.8б).

АЧХ позволяет оценить линейные амплитудно-частотные искажения, влияющие на разборчивость речи в телефонной передаче. *Амплитудная характеристика (АХ)* представляет собой зависимость остаточного затухания (усиления) канала (тракта) от уровня на его входе (рис.5.2.9). При больших уровнях на входе устройств, содержащих усилители или элементы с катушками индуктивности с магнитным сердечником (фильтры, выравниватели) может появиться насыщение сердечников или перегрузка усилителей. Затухание элемента измениться, и нарушится пропорциональная зависимость уровня на выходе от уровня на входе канала. Это приводит к появлению нелинейных искажений, проявляющихся в виде гармонических и комбинационных составляющих, что провоцирует возникновение переходных помех между каналами.

В многоканальных системах передачи для предотвращения перегрузки групповых трактов на входе канала ТЧ включают ограничители амплитуд, которые вносят дополнительное затухание в канал при появлении сигнала от абонента с недопустимо большими уровнями. АХ канала ТЧ с ограничителем амплитуд должна быть прямолинейна с точностью 0,5 дБ при изменении уровня на входе канала в точке с относительным нулевым уровнем от –18 до +3,5 дБ.

При повышении уровня в той же точке до 9 дБ остаточное затухание должно увеличиться не менее чем на 1,7 дБ на каждом переприемном участке. В многоканальных системах передачи для предотвращения перегрузки групповых трактов на входе канала ТЧ включают ограничители амплитуд, которые вносят дополнительное затухание в канал при появлении сигнала от абонента с недопустимо большими уровнями. АХ канала ТЧ с ограничителем амплитуд должна быть прямолинейна с точностью 0,5 дБ при изменении уровня на входе канала в точке с относительным нулевым уровнем от –18 до +3,5 дБ. При повышении уровня в той же точке до 9 дБ остаточное затухание должно увеличиться не менее чем на 1,7 дБ на каждом переприемном участке, [42].

а)



б)

а) зависимость от частоты; б) с использованием ступенчатых кривых
Рисунок 5.2.8 - Амплитудно–частотная характеристика

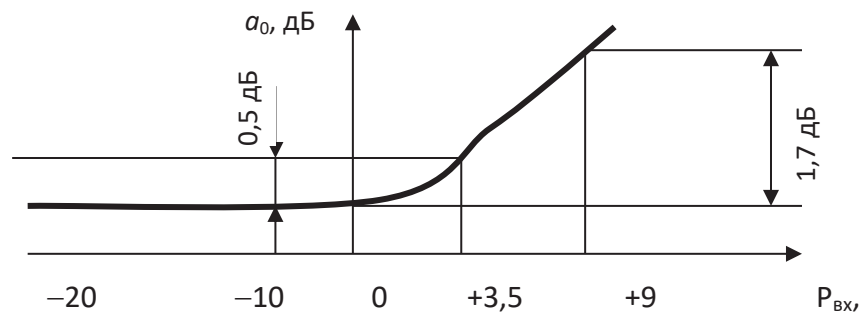


Рисунок 5.2.9 - Амплитудная характеристика

Контрольные вопросы

1. Какие методы приняты для образования каналов ТЧ?
2. В каком частотном диапазоне работают каналы НЧ?
3. Как образуется верхняя боковая полоса частот?
4. Поясните назначение полосового фильтра в канале ТЧ.?
5. Какая модуляция используется в системах с ВРК?

6. Как определить рабочее затухание канала?
7. Что такое АЧХ?
8. Для чего на входе канала ТЧ включают ограничители амплитуд?

5.3. Устройство, принцип действия оборудования оперативно-технологической связи

Для организации перевозочного процесса и управление работой железнодорожного транспорта организуют технологическую связь. Особенно высока роль этой связи в непосредственном управлении движением поездов, регулировании грузопотоков и в наиболее эффективном использовании подвижного состава. Связь, предназначенную для решения задач оперативного характера, называют оперативно-технологической (ОТС). Ее делят на несколько видов, имеющих различное оперативное назначение. Каждый из них находится обычно в ведении одной из технических служб, ответственной за определенный участок работы, например за организацию движения поездов, грузовую и коммерческую работу, техническую эксплуатацию пути, подвижного состава, устройств связи, энергоснабжения и т.п.

Аналогично транспортной связи общего назначения, ОТС по районам своего действия делят на магистральную, дорожную, отделенческую и станционную. В каждой из указанных районов действуют различные виды ОТС, [44].

Магистральная ОТС включает в свой состав связь совещаний (МСС) и распорядительную связь (МРС). МСС дает возможность руководству проводить совещания со всеми работниками железнодорожного транспорта, находящимся на местах их работы. МРС служит для регулирования вагонопотоков и грузов, а также для распределения локомотивного и вагонного парков по направлениям железных дорог. Ее организуют между распорядительным отделом управления движения дороги распорядительным отделом служб движения дорог. Кроме того, этой связью могут пользоваться дежурные по станциям.

В дорожную ОТС входят дорожная связь совещаний (ДСС) и дорожная распорядительная связь (ДРС). Первая из них выполняет в пределах одной дороги те же функции, что и МСС на всей сети дорог. ДРС предназначена для регулирования вагонопотоков и распределения подвижного состава между отделениями дороги. Ее организуют между ДПП и дежурными по отделениям, а также ДСП сортировочных, участковых и важнейших крупных грузовых станций.

Отделенческая ОТС охватывает большинство видов связи оперативного назначения, так как именно на участках дорог в пределах отделений осуществляют непосредственное регулирование движения поездов и эксплуатацию всех технических устройств железнодорожного транспорта. Для выполнения этих задач организуют следующие виды ОТС:

поездную диспетчерскую связь (ПДС) – для переговоров поездного диспетчера со всеми отдельными пунктами, входящими в обслуживаемый им участок, по вопросам руководства движением поездов;

энергодиспетчерскую связь (ЭДС) – для оперативного руководства энергоснабжением электрифицированных участков железных дорог;

вагонную диспетчерскую связь (ВДС) – для служебных переговоров работников отделения со станциями по вопросам распределения и использования вагонного парка;

служебную диспетчерскую связь (СДС) – для служебных переговоров технического персонала дистанций СЦБ и связи линейными электромеханиками по вопросам обеспечения действия устройств автоматики, телемеханики и связи на станциях и перегонах;

линейно-путевую связь (ЛПС) – для оперативного руководства работой технического персонала дистанций пути, занятого обслуживанием путевых устройств и искусственных сооружений;

билетную диспетчерскую связь (БДС) – для централизованного распределения мест на пассажирские поезда;

информационную связь (ИС) – для передачи сведений о подходе поездов и составе грузов на сортировочную станцию;

постанционную связь (ПС) – для переговоров работников промежуточных станций, платформ, разъездов и остановочных пунктов между собой и с работниками прилегающих участков и отделенческих станций;

поездную межстанционную связь (МЖС) – для переговоров дежурных смежных станций по вопросам движения поездов;

перегонную связь (ПГС) – для переговоров линейных работников, находящихся на перегоне, энергодиспетчером, диспетчерами дистанций пути, сигнализации связи;

отделенческую связь совещаний (ОСС) – для проведения оперативных совещаний руководящих работников с подчиненными им работниками, является частью общей сети связи совещаний дороги;

связь охраняемого переезда – для переговоров дежурного по охраняемому переезду с дежурными ближайшей станции и поездным диспетчером по вопросам обеспечения безопасного движения по железной дороге и переезду, а также для контроля внешнего состояния поездов;

связь транспортной военизированной охраны – для оперативного управления подразделениями военизированной охраны ;

связь транспортной полиции – для оперативного управления подразделениями транспортной полиции МВД РК, [44].

Станционная ОТС предназначена для оперативного руководства технологическим процессом работы железнодорожных станций. На станциях организуют станционную распорядительную, стрелочную и директорскую связи.

Первой оперативно-технологической связью была поездная диспетчерская связь, появившаяся на железной дороге в 1921 году. В настоящее время поездной диспетчерской связью оборудована вся сеть железных дорог.

Особенностью ОТС является их самостоятельная область применения, оперативно–служебный характер переговоров, подчиненность одному командиру.

Магистральные, дорожные и отделенческие связи характеризуются линейным расположением абонентских пунктов вдоль железных дорог и относительно малой телефонной нагрузкой, возникающей в этих пунктах. Поэтому эти виды связи организуют по групповому принципу, при котором аппараты абонентов промежуточных пунктов включаются параллельно в общий групповой канал (рис. 5.3.1 а) .

Сеть станционной оперативно–технологической связи строится по лучевому принципу (рис. 5.3.1 б). При этом у руководителей станции устанавливают коммутатор технологической связи (КТС), а у абонентов – телефонные аппараты ЦБ. В КТС, кроме того, включаются каналы отделенческой технологической связи.

По принципу построения и применяемой аппаратуре групповые виды связи можно объединить в три группы: – диспетчерские (ПДС, ВДС, ЭДС, СДС и т.п.); – общеслужебные (ПС, ЛПС и т.п.); – связь совещаний.

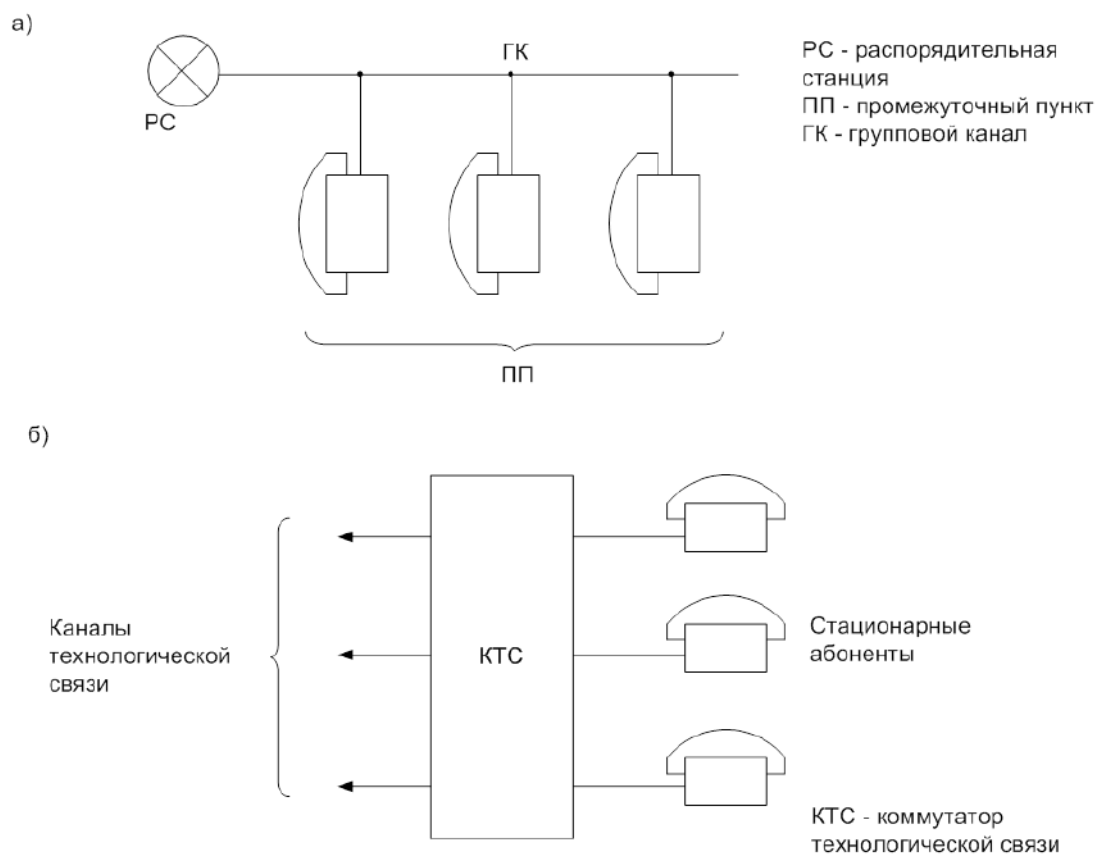
Диспетчерские связи организуются в соответствии с рис.5.3.2. На распорядительной станции устанавливают кнопочное вызывное устройство и переговорные приборы. В каждом ПП имеется ПИВ и звонок постоянного тока. Вызов РС со стороны ПП осуществляется голосом, [20].

Общеслужебные (ПС) организуют по схеме представленной на рис.5.3.3. В отличие от ПДС вызов распорядительной станции РС со стороны ПП здесь осуществляется не голосом, а посылкой вызывного тока.

Для этого в каждом ПП предусмотрен генератор вызывного тока ГВ (1600 Гц) и вызывная кнопка ВК, а в РС приемник вызова ПВ и генератор контроля вызова ГКВ. Канал ПС в распорядительном пункте включается в гнездо Гн международного коммутатора МК и оборудуется вызывной лампой ВЛ и кнопочным пультом КП, который управляет работой вызывного устройства.

Для переговоров между ПП сначала вызывается телефонистка МК распорядительного пункта. Для этого на телефонном аппарате ПП нажимается вызывная кнопка ВК , к линии подключается генератор вызывного сигнала (ГВ), вследствие чего на РС срабатывает ПВ, включается ВЛ и ДКВ.

Телефонистка опрашивает абонента и посылает избирательный вызов на требуемый пункт с помощью КП и ДИВ или по его просьбе соединяет групповой канал с линией абонента РС. В один канал ПС может быть включено не более 15 телефонных аппаратов. При большем количестве ПП канал ПС делится на два участка, [44].



а) включаются абонентов в общий групповой канал б) сеть стационарной оперативно–технологической связи

Рисунок 5.3.1 – Схема организации оперативной связи

Система тонального избирательного вызова

Сигнал избирательного вызова (вызывная комбинация) представляет собой сочетание 2–х посылок тональной частоты, поступающих в линию последовательно друг за другом (рис. 5.3.4). Продолжительность первого импульса 0,8 с, а второго 1,6 с.

Для передачи избирательного вызова используется семь тональных частот, приведенных в таблице 5.3.1. Значения частот выбраны так, чтобы их третьи гармоники не совпадали с какой–либо вызывной частотой. При этом можно организовать 42 комбинации.

Таблица 5.3.1

Номер	1	2	3	4	5	6	7
Значение, Гц	316	430	585	795	1080	1470	2000

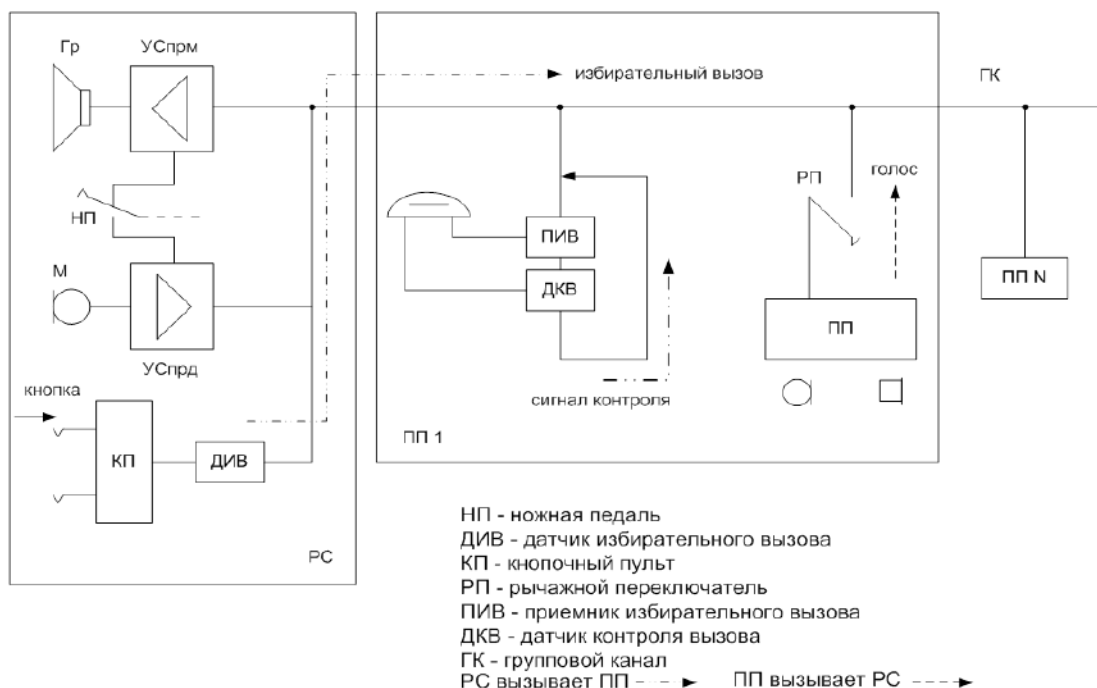


Рисунок 5.3.2 – Схема организации диспетчерские связи

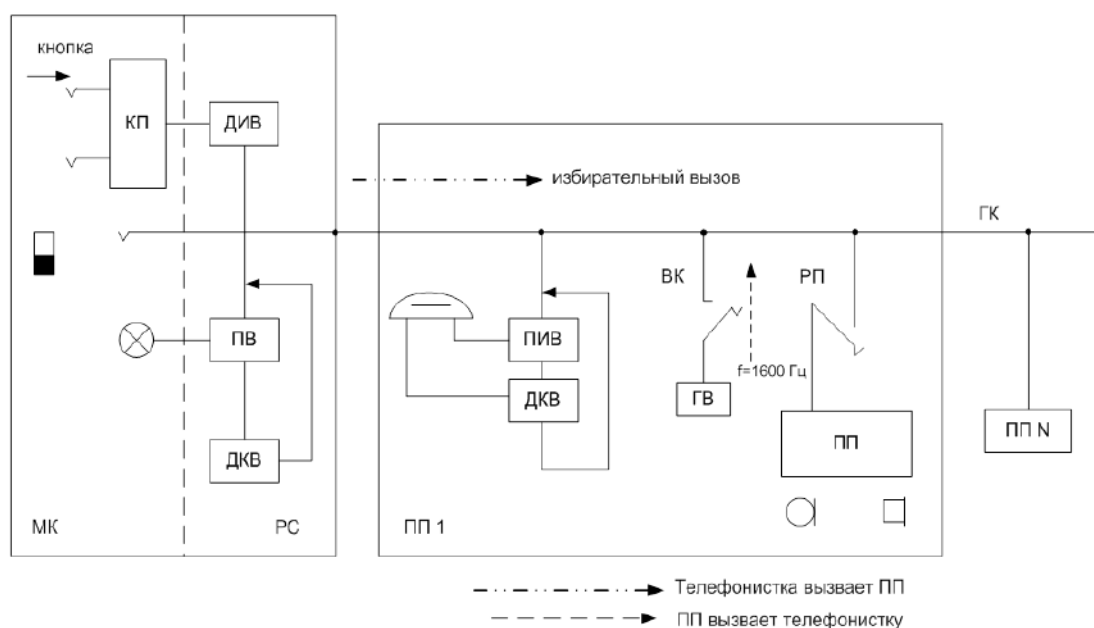


Рисунок 5.3.3 – Схем организации общеслужебной связи

Комбинации частот 2-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, используются для посылки групповых вызовов, комбинация 2-4 для дистанционного соединения и разъединения двух смежных диспетчерских кругов, а остальные комбинации – для индивидуальных вызовов. Циркулярный вызывной сигнал состоит из восьми импульсов вызывных частот, посылаемых в последовательности 2-1-2-3-4-5-6-7. Каждая пара соседних

импульсов циркулярного вызова представляет собой одну из групповых комбинаций. Вызывные комбинации приведены в таблице 5.3.2.

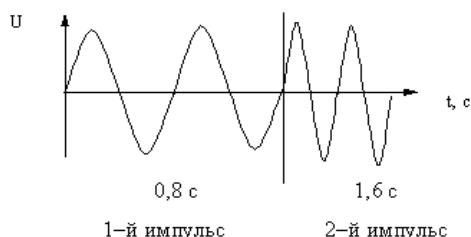


Рисунок 5.3.4 - Сигнал избирательного вызова

В состав аппаратуры распорядительного пункта входят переговорное устройство, кнопочный пульт и датчик тонального избирательного вызова (ДТИВ). Аппаратура промежуточного пункта содержит телефонный аппарат, усилитель передачи, усилитель приема и приемник тонального избирательного вызова (ПТИВ), [44].

Таблица 5.3.2- Вызывные комбинации

№	Вызывные комбинации						
1		21	31	41	51	61	71
2	12		32	42	52	62	72
3	13	23		43	53	63	73
4	14	24	34		54	64	74
5	15	25	35	45		65	75
6	16	26	36	46	56		76
7	17	27	37	47	57	67	

Датчик тонального избирательного вызова

В состав ДТИВ входят (рис.5.3.5): генератор вызывных частот Г, усилитель вызывных частот, кодирующее устройство КУ для формирования посылки нужной комбинации частот. Кнопочный пульт КП содержит 40 вызывных кнопок, причем кнопка Кн40 служит для посылки циркулярного вызова. Генератор вызывных частот позволяет получить семь фиксированных частот.

Приемник тонального избирательного вызова

В состав приемника избирательного вызова (рис.5.3.6) входят: ПУ – предварительный усилитель, колебательные контуры КК1, КК2, КК3, настроенные на определенные вызывные частоты (КК1 на частоту первого импульса индивидуальной комбинации, КК2 на частоту второго импульса индивидуальной и групповой комбинации, КК3 на частоту первого импульса групповой комбинации).

Рассмотрим работу приемника при приеме индивидуальной вызывной комбинации.

Вызывной сигнал с линии поступает в предварительный усилитель ПУ. Если первый импульс вызывной комбинации совпадает с резонансной частотой контура КК1, то в нем появляется ток резонансной частоты.

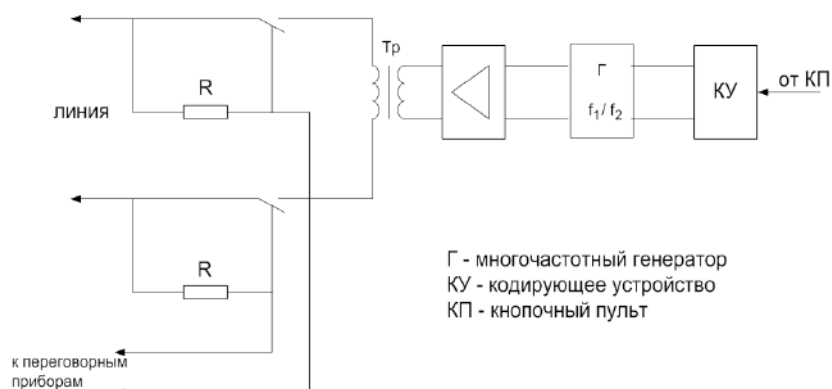


Рисунок 5.3.5 - Датчик тонального избирательного вызова

В обмотке II трансформатора Tr1 возникает переменное напряжение, которое выпрямляется диодом Д1, сглаживается конденсатором С1 и подается на обмотку реле Р1. Оно срабатывает (замыкается контакт реле Р1) и подготавливает цепь приема второго импульса.

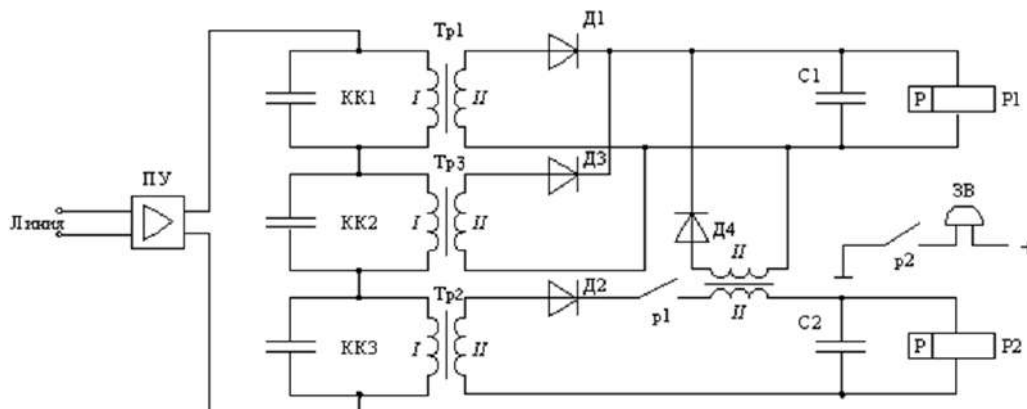


Рисунок 5.3.6 - Приемник тонального избирательного вызова

Если вслед за первым в приемник поступает второй импульс вызывной комбинации, частота которого равна резонансной частоте контура КК2, то в цепи обмотки II Tr2 срабатывает реле Р2 и замыкает цепь питания звонка.

Для того чтобы реле Р1 осталось в работе до конца посылки вызывной комбинации, в схему введена цепь блокировки, которая включает в себя трансформатор Tr4 и диод Д4. Во время приема второго вызывного импульса проходящий через диод Д2 пульсирующий ток создает в обмотке II трансформатора Tr4 переменное напряжение, которое через диод Д4

воздействует на реле Р1, удерживая его в рабочем положении до конца посылки вызывной комбинации.

При приеме групповой вызывной комбинации сначала срабатывает контур КК3, затем - КК2. Схема работает аналогично рассмотренному выше.

Таким образом, вызов будет получен, если импульсы вызывных частот следуют друг за другом без паузы и имеют заданную длительность. Поэтому приемник не сработает от разговорных токов, т.к. появление последовательности и продолжительности частот аналогичных вызывным в разговорном сигнале маловероятно, [44].

Организация групповых каналов технологической связи

Групповые каналы технологической связи можно организовать двумя способами:

1. С использованием канала низкой частоты (рис.5.3.7). При таком включении разговорные приборы на распорядительной станции включают по переменной схеме

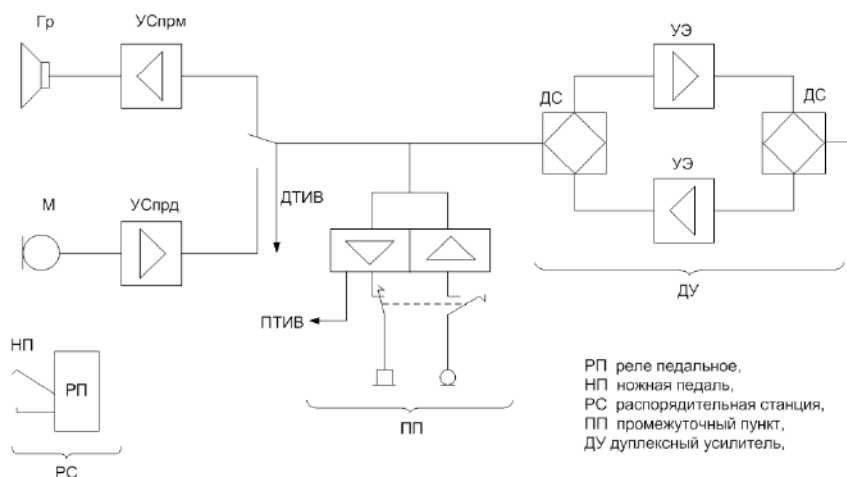


Рисунок 5.3.7 - Организация групповых каналов технологической связи с использованием канала НЧ

Телефонные аппараты избирательной связи, предназначенные для включения в групповой канал, строятся по переменной схеме. Нормально в линию включен телефон, а микрофон отключен. Если по условиям работы оператору неудобно пользоваться микрофонным, то вместо телефонного аппарата используется громкоговорящая установка. Большое значение имеет выбор входного сопротивления ПП при приеме и передаче речи. Величину Z_a выбирают 20 кОм.

Организация групповой связи по каналам НЧ имеет существенные недостатки: необходимость применения для каждого вида связи отдельной двухпроводной линии передачи, значительный уровень шумов в каналах НЧ, ограниченная дальность связи, [44]

2. С использованием каналов тональной частоты (ТЧ), рис.5.3.8

Для организации групповой технологической связи с применением каналов ТЧ используют обычные системы передачи, но с переприемом на каждом пункте каналов ТЧ и подключение к ним в низкочастотном тракте переговорных устройств.

С использованием специальных систем передачи типов К-24Т и К-3Т, (рис.5.3.9) позволяющих организовать групповые каналы. При использовании данных систем дальность действия не ограничена, значительно повышается качество передачи

ОК-24Т – оконечный комплект стоек аппаратуры К-24Т, располагается на крупных станциях;

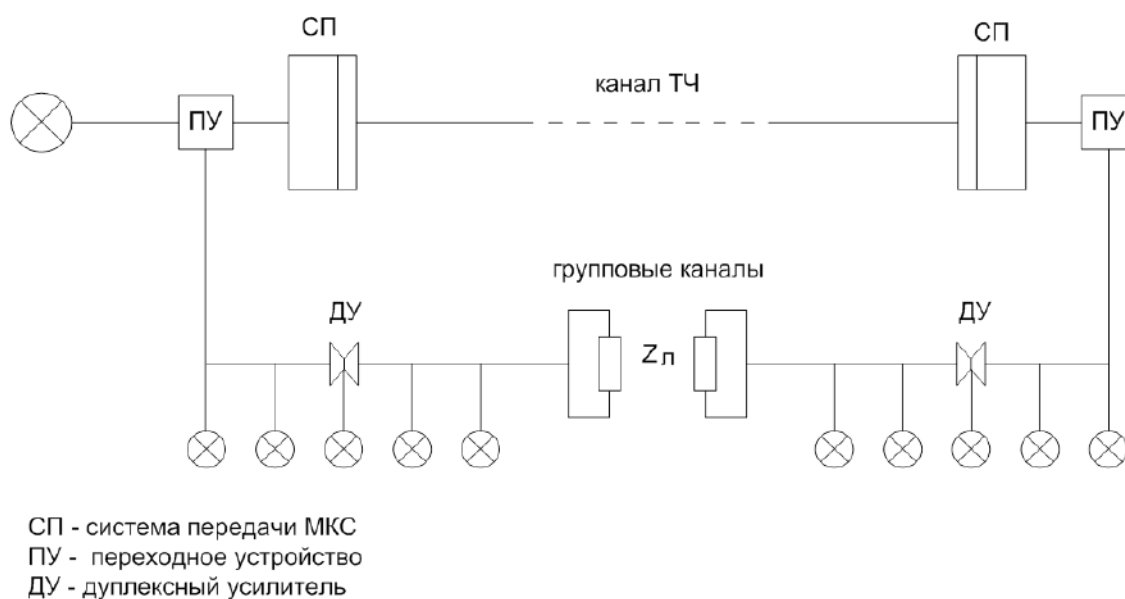


Рисунок 5.3.8 - Организация групповых каналов технологической связи с использованием канала ТЧ

Эти способы предполагают использование 2-х проводной физической линии.

ПК-24Т – промежуточный комплект стоек аппаратуры К-24Т, располагается на промежуточных станциях;

ОК-3Т - оконечный комплект аппаратуры К-3Т, позволяет выделить три канала на промежуточной станции

ПК-3Т - промежуточный комплект аппаратуры К-3Т, позволяет выделить три канала на маленьких станциях и разъездах

5.3.2. Принцип организация цифровой оперативно-технологической связи

В основу организации цифровой ОТС положены сложившиеся в процессе многолетней эксплуатации принципы организации диспетчерской связи (посылки группового, циркулярного вызовов, отсутствие потерь вызовов, установление соединения с приоритетом диспетчера и т. д.).

абонентов данного круга, а также правом перебоя речи абонентов данного круга;

диспетчерский круг – участок железной дороги, в котором исполнители технологического процесса (абоненты) объединены средствами речевой связи под управлением диспетчера соответствующей службы;

звено первичного цифрового канала (ПЦК) – сегмент кольца ПЦК между двумя сопряженными (взаимодействующими) станциями;

кольцо ПЦК – элемент структуры (топологии) цифровой сети ОТС, организованный на базе ПЦК в форме замкнутой линии;

мостовая станция – станция, обеспечивающая дополнительно интерфейс между кольцами ПЦК (нижнего и верхнего уровней) сети ОТС и структурно входящая в составы этих колец;

полупостоянное соединение – соединение между объектами сети ОТС по выделенным каналам, коммутация которых выполняется при инсталляциях системы (включая групповой канал абонентов АТС, каналы передачи данных, маршрут передачи сообщения и пр.);

станция – компонент, структурно входящий в состав кольца ПЦК и обеспечивающий абонентские окончания цифровой сети ОТС.

Цифровая сеть ОТС должна строиться на основании рекомендаций отраслевого стандарта ОТС с учетом организации единого диспетчерского центра управления (ЕДЦУ). Основой построения цифровой сети ОТС является кольцевая двухуровневая модель.

Каждое направление сети строится на основе колец нижнего уровня (НУ), охватывающих участки железной дороги, содержащие не более 30 исполнительных станций, и кольца верхнего уровня (ВУ), объединяющего кольца нижнего уровня с помощью мостовых станций и соединяющего их с распорядительной станцией ЕДЦУ соответствующего направления. Количество колец ПЦК НУ, объединенных в единую сеть ОТС отделения (дороги) одним кольцом ВУ, должно быть не более 20.

Порядок разбиения цифровой сети на кольца нижнего уровня (НУ) устанавливается с учетом конфигурации первичной цифровой сети МПС. При этом полученные в результате разбиения кольца могут не совпадать с диспетчерскими кругами соответствующих служб.

Если технологические потребности диспетчерского круга меньше, чем предоставляемые ему технические возможности одного кольца ПЦК НУ, то групповой канал организуется во всех звеньях этого кольца. При этом коммутация группового канала на абонентские окончания осуществляется только в тех станциях кольца, где это необходимо. В противном случае в станциях организуется транзит группового канала.

Если технологические потребности диспетчерского круга шире, чем предоставляемые ему технические возможности одного кольца ПЦК НУ, то осуществляется ретрансляция группового канала между кольцами НУ через кольцо ВУ.

В состав колец НУ кроме мостовых станций входят станции промежуточных пунктов.

Количество абонентов одного группового канала (одного диспетчерского круга) по сети ОТС в целом должно быть не более 210, при этом в пределах одной станции сети – не более 7. Допускается разбиение абонентов на группы. Количество групп абонентов в пределах одного группового канала (одного диспетчерского круга) – не более 10, при этом число абонентов в группе – не более 25. Допускается включение абонента одновременно в состав нескольких групп и (или) нескольких групповых каналов (диспетчерских кругов).

Фрагмент рекомендуемой структуры дорожной сети ОТС приведен на рис. 5.3.10. Кольцо верхнего уровня обеспечивает организацию диспетчерских кругов, абоненты которых расположены в нескольких участках (кольцах нижнего уровня) (на рис. 5.3.10 ЭЧЦ-1), и «подтягивание» диспетчерских кругов к аппаратуре распорядительных станций ЕДЦУ (круги ДНЦ). Кольцо верхнего уровня может содержать несколько потоков E_1 (интерфейсы колец нижнего уровня обозначены $E_{1Н}$, кольцо верхнего уровня – $E_{1В}$). Поток E_1 , в котором выделен общий канал сигнализации (ОКС), должен проходить через все мостовые станции и распорядительную станцию данного направления.

Для организации связи диспетчеров, круги которых охватывают несколько направлений (ШЧД направлений 2 и 3, см. рис. 5.3.10), аппаратура распорядительных станций каждого направления объединяется внутренним кольцом E_1 . В аппаратуре мостовых и распорядительных станций производится полупостоянное соединение канальных интервалов колец нижнего и верхнего уровней в соответствии со схемой диспетчерских связей каждого направления.

Для организации междиспетчерских связей распорядительные станции ЕДЦУ объединяются дополнительно каналами E_1 (интерфейсы для организации внутренней сети обозначены $E_{1С}$). В кольцевых структурах каждого уровня для обеспечения надежности (живучести) сети ОТС не рекомендуется использовать, так называемые, «плоские» кольца, организованные в одном кабеле ВОЛС. При отсутствии возможности организации колец в разных кабелях ВОЛС или с помощью каналов E_1 обходных направлений в дорожной сети ОТС должны использоваться для построения колец кабеля с металлическими жилами, по которым могут быть организованы каналы E_1 с применением технологии XDSL или аналоговые системы передачи с трансмультиплексорами.

Для организации «пространственного» кольца верхнего уровня рекомендуется также использовать потоки E_1 . Для организации колец необходимо использовать существующие прямые каналы ТЧ. Построение кольцевых структур с использованием прямых каналов ТЧ рекомендуется производить для колец нижнего уровня по схеме, приведенной на рис. 5.3.11.

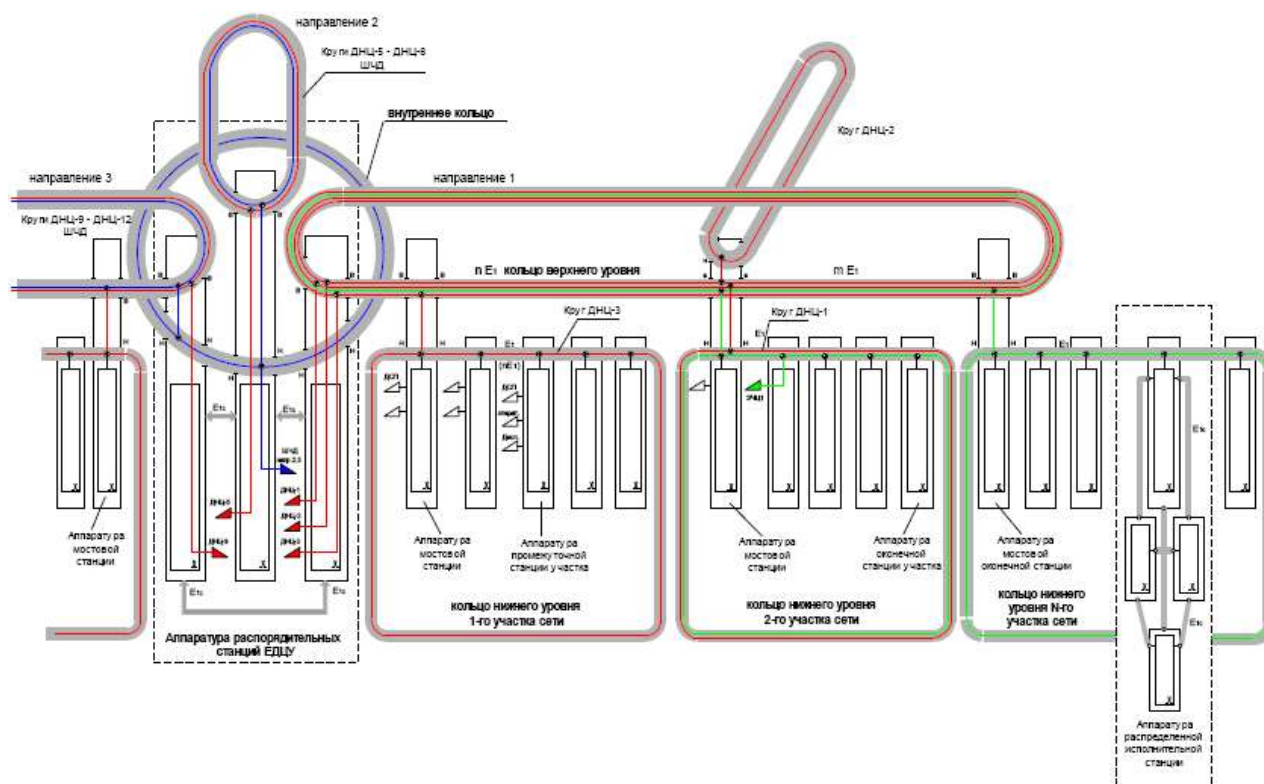


Рисунок. 5.3.10 - Фрагмент дорожной сети ОТС

Количество каналов ТЧ, используемых для резервирования, должно быть равно количеству диспетчерских связей, сохраняемых при повреждении основного направления. Дополнительно должны быть задействованы четыре канала для резервирования общего канала сигнализации (ОКС). Каналы ТЧ, используемые для резервирования диспетчерских связей, подключаются через линейные комплекты ЛК-ТЧ-рез. Подключение ОКС к резервным каналам ТЧ осуществляется через линейный комплект ЛК-ТЧ.

Абоненты стыковочных железнодорожных станций двух соседних железных дорог могут входить одновременно в диспетчерские круги, организованные на смежных дорогах. Указанное положение реализуется одним из двух вариантов, с помощью сетевых интерфейсов E_{1C} (каналов ТЧ) или с помощью мультиплексоров $Mn E_1$, входящих в состав оборудования одной станции, [44].

Резервирование диспетчерских связей с использованием существующих аналоговых сетей ОТС

Возможен вариант резервирования диспетчерских связей с использованием существующей аналоговой сети и пульта диспетчерского резервного (ПДР), устанавливаемого на рабочем месте диспетчера, обеспечивающего возможность работы по каналу диспетчерской телефонной связи и поездной радиосвязи. Пульт ПДР подключается непосредственно к четырехпроводным каналам ТЧ аналоговой системы передачи.

Рекомендации по построению распорядительной станции единого диспетчерского центра управления (ЕДЦУ)

С целью повышения живучести распорядительную станцию рекомендуется строить децентрализованно, используя отдельные установки для групп диспетчеров каждого направления.

Аппаратура каждого направления должна иметь дублированные коммутационные и управляющие устройства.

Рекомендуется также полное дублирование распорядительных станций.

На рабочем месте поездного диспетчера должны быть установлены отдельные пульта для телефонной диспетчерской связи (ПДС) и поездной радиосвязи (ПРС).

Учитывая технологию эксплуатационной работы и наличие соответствующей кабельной станционной сети, оперативно-технологическую связь на крупных (главным образом на сортировочных) станциях организуют с использованием нескольких комплектов аппаратуры, объединенных между собой в пределах станции. Соединение между собой отдельных комплектов аппаратуры осуществляется каналами E_1 , подключенными к сетевым интерфейсам E_{1C} . При этом обеспечивается доступность к диспетчерским линиям в соответствии с регламентом работы станции, абонентов, подключенных к любому комплекту аппаратуры. Соединение комплектов аппаратуры между собой каналами E_1 в пределах станции рекомендуется производить с использованием кабельных линий, оборудованных в случае необходимости модемами по технологии XDSL.

Организация оперативно-технологической связи на крупных железнодорожных станциях

Учитывая технологию эксплуатационной работы и наличие соответствующей кабельной станционной сети, оперативно-технологическая связь на крупных (главным образом на сортировочных) станциях организуется с использованием нескольких комплектов аппаратуры, объединенных между собой в пределах станции. Соединение между собой отдельных комплектов аппаратуры осуществляется каналами E_1 , подключенными к сетевым интерфейсам E_{1C} .

При этом обеспечивается доступность к диспетчерским линиям, в соответствии с регламентом работы станции, абонентов, подключенных к любому комплекту аппаратуры. Соединение комплектов аппаратуры между собой каналами E_1 в пределах станции рекомендуется производить с использованием кабельных линий, оборудованных, в случае необходимости, модемами по технологии xDSL.

Организация межстанционной связи

Основной канал межстанционной связи (МЖС), объединяющий дежурных соседних станций, должен быть организован по паре проводов в кабеле с металлическими жилами.

Допускается организация МЖС по системе ЦБ с использованием на одной из станций активного, а на другой пассивного линейного комплекта.

Резерв МЖС должен быть организован в цифровой сети, [44].

Контрольные вопросы

1. Виды ОТС
2. Поясните назначение технологической телефонной связи.
3. Поясните принцип организации постанционной связи (ПС).
4. Принцип организации поездной диспетчерской связи (ПДС).
5. Как вызывная комбинация?
6. Виды и назначение ОТС.
7. Расшифровать и дать назначения ОСС.
8. Характерная особенность ОТС.
9. Принцип подключения промежуточных пунктов к цепям ОТС.
10. Структура цифровой сети ОТС
11. Система организация оперативно-технологической связи на крупных железнодорожных станциях.
12. Особенности технологии XDSL.

Вывод: изучив основы теории передачи сигнала по линиям связи и принципы построения систем передачи, можно уже выстроить стройную систему построения электросвязи. Необходимо обратить внимание на принцип организации многоканальной связи, принципам построения сетей оперативно-технологической связи. Особенно уделить внимание принципам организации современных цифровых систем оперативно-технологической связи, принципам настройки и обслуживания современных видов цифрового оборудования. Важно знать порядок эксплуатации волоконно-оптических линий и принципы технологии XDSL.

Дополнительная литература

1. Юркин Ю.В., Лебединский А.К, Оперативно-технологическая связь на железнодорожном транспорте, Москва, 2007 г
2. Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте. Под ред. д.т.н. Горелова Г.В. М.:, 1999
3. Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта, утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 апреля 2015 года № 544
4. Шмытинский В.В., Глушко В.П. Многоканальные системы передачи – М.,2002.
5. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.Д. Моченова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.

РАЗДЕЛ 6. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО АНАЛОГОВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков при выполнении работ по техническому обслуживанию систем передачи дискретной информации и организации технической эксплуатации устройств связи на железнодорожном транспорте.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для создания, редактирования технической конструкторской документации: Microsoft Office, лабораторное оборудование.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам, работников дистанции сигнализации и связи

Раздел состоит из тем:

- 6.1. Основы передачи дискретной информации
- 6.2. Обслуживание аппаратуры многоканальных систем передачи
- 6.3. Организация технической эксплуатации дистанции
 - 6.3.1 Процесс технической эксплуатации технологической электросвязи
 - 6.3.2 Технический персонал дистанции
 - 6.3.3 Техническое обслуживание и ремонт устройств связи

6.1. Основы передачи дискретной информации

Телеграфная связь и передача данных, являясь документальными видами электрической связи, используют для передачи информации дискретные сигналы. Как телеграф, так и передача данных входят в комплекс средств дискретной технологической связи МГТС, обеспечивая аппарат управления полной, точной и своевременной информацией о ходе технологических операций. В совокупности со средствами вычислительной техники они позволяют автоматизировать управление перевозочным процессом, являясь составной частью технических средств автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ). С технической точки зрения дискретные виды связи отличаются от аналоговых методом преобразования сообщения в электрический сигнал и обратно, [20].

Структура системы ПДИ не отличается от структуры других систем связи и содержит те же элементы: передатчик, канал связи, приемник. Однако прямое преобразование (сообщение в сигнал) и обратное преобразование (сигнал в сообщение) происходят в два этапа .

От источника информации оригинал передаваемого сообщения поэлементно вводится в передатчик, где после операции кодирования превращается в кодовую комбинацию, а затем после дискретной модуляции – в электрический сигнал.

В линии связи на него действуют посторонние электромагнитные процессы – помехи. На приемной стороне электрический сигнал с помехой вновь подвергается двойному преобразованию. Сначала производится последовательная регистрация каждого элемента сигнала и превращение его в кодовую комбинацию (двоичное число). Затем выполняется декодирование и выбранный элемент сообщения (буква, знак) выводится на техническом носителе. Копия принятого сообщения поступает получателю информации (ПИ).

Телеграфная связь и передача данных, используя общие импульсно-кодовые методы передачи, имеют различие в видах передаваемых сообщений и требованиях к скорости и точности передачи. Телеграф служит средством обмена смысловыми, буквенно-цифровыми документами между людьми. Отсюда невысокие требования к скорости (до 200 импульсов/с) и верности приема (вероятность ошибки $3 \cdot 10^{-5}$). Передача данных предназначена для обмена формализованной цифровой информацией между автоматическими устройствами (датчики, ЭВМ). Это позволяет увеличить скорость передачи (до 10000 импульсов/с и выше) и требует высокой верности приема (вероятность ошибки $1 \cdot 10^{-6}$ и ниже).

Кодирование является первой операцией в процессе преобразования дискретного сообщения в электрический сигнал. Оно выполняется заменой множества графических и функциональных символов передаваемого сообщения множеством чисел (обычно двоичных), [20].

Кодирование – форма представления элементов сообщения двоичными числами для удобной, быстрой и практически безошибочной передачи их на расстояние средствами электрической связи. При кодировании каждому графическому или функциональному символу сообщения (например, буква, цифра, перевод строки, пробел и др.) ставится в соответствие определенное сочетание двоичных цифр – *кодовая комбинация*. Совокупность правил и условий, в соответствии с которыми производятся формирование, передача и обработка кодовых комбинаций, называется кодом. Каждый код в компактной форме представляется *кодовой таблицей* (или алфавитом кода), в которой символу сообщения ставится в соответствие двоичное число.

Из простых кодов получил распространение код Международный телеграфный код МТК–2. Это равномерный двоичный пятиразрядный код, содержит $2^5=32$ комбинации. 31 буква, 10 цифр, 11 знаков препинания. В нашей стране применяют трехрегистровый вариант кода (русский, латинский и цифровой регистры), [20].

Для передачи дискретных сообщений на расстояние средствами электрической связи используется некоторый переносчик: постоянный или переменный ток, периодическая последовательность импульсов и др.

В изменении (модуляции) какого либо параметра переносчика и заключается передаваемая информация.

Если переносчиком является постоянный ток (рис.2), то значащей позиции единица в однополюсном режиме соответствует токовый элемент

(рис.2а), а в двухполюсном режиме – положительный импульс (рис. 2 б), а значащей позиции нуль – бестоковый или отрицательный импульс соответственно.

Модуляция на переменном токе может быть амплитудной (рис.6.2.1 в), частотной (рис. 6.2.1 г) и фазовой (рис. 6.2.1 д).

Для количественной оценки процесса передачи вводят понятие скорость дискретной модуляции, часто называемую также скоростью телеграфирования. За единицу скорости принят 1 Бод=1 элементарный импульс/сек. Стандартные скорости телеграфирования 50, 100, 200 Бод, [20].

Количество информации, передаваемой по линии связи в единицу времени, называют *скоростью передачи полезной информации*. Она обозначается буквой v , измеряется единицами бит/с, зависит от свойств источника информации, применяемого метода модуляции и кода, свойств линий и каналов связи в отношении действия на них помех.

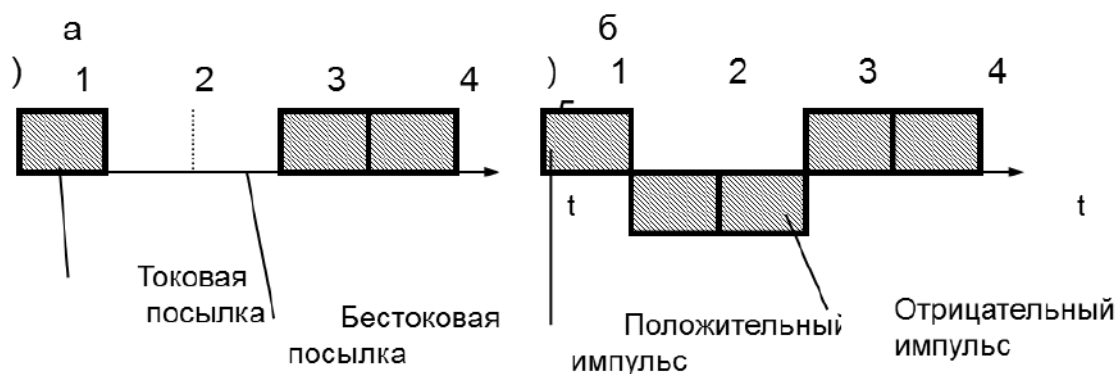


Рисунок 6.2.1 - Модуляция на переменном токе

При прохождении электрических импульсов по линиям на них действуют посторонние электромагнитные влияния – помехи искусственного (промышленные электроустановки, ЛЭП и др.) и естественного (грозовые разряды, магнитные бури и др.) характера. Они приводят к изменению формы элементарных импульсов, в том числе и к изменению их длительности по сравнению с идеальной для данной скорости модуляции $t_0=1/V$.

Сравнивая принятые импульсы (рис.6.2.2) с переданными можно заметить, что их границы сдвинуты на время запаздывания t_3 . Постоянные смещения границ не приводят к искажениям длительности элементов, а случайные, значение и знак которых различны, делают эти смещения неодинаковыми, что и вызывает появление краевых искажений. Под действием интенсивных импульсных помех и при кратковременных обрывах тракта передачи может возникнуть специфическое изменение длительности в виде кратковременной смены значащей позиции внутри элементарного импульса, [20].

Такое искажение получило название дробления

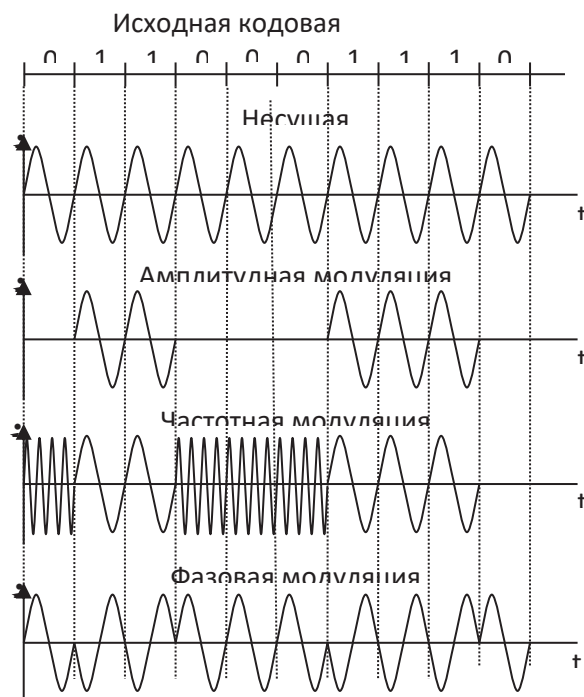


Рисунок 6.2.2-. Электрические импульсы

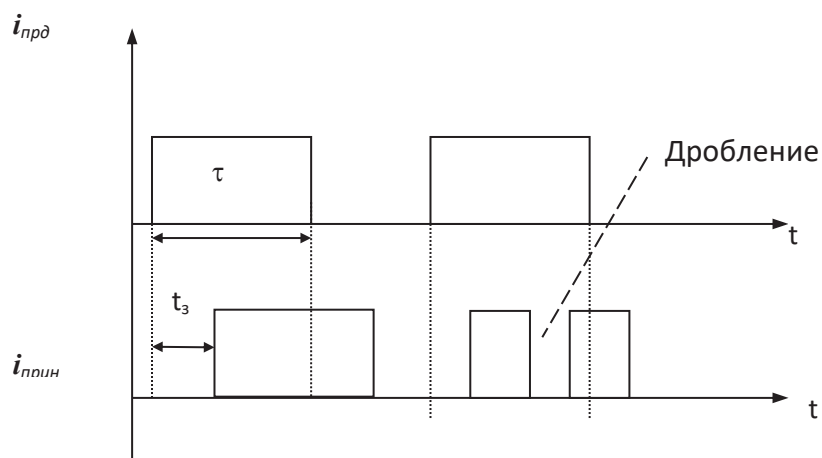


Рисунок 6.2.3 - Дробление сигнала

Искажения затрудняют работу приемного устройства и если их значение превысит некоторый предел, то возникает ошибка – неверное определение значащей позиции принимаемого импульса. В результате принятая кодовая комбинация отличается от переданной и на носителе воспроизводится неверный символ.

Классификация телеграфных аппаратов

Телеграфные аппараты, можно классифицировать по режиму работы распределителей:

- синхронные

- стартстопные;

по используемой элементной базе:

- электромеханические,

- электронно-механические,

- электронные;

по виду используемого носителя информации:

- ленточные

- рулонные;

по способу записи сообщения на носитель в пункте приема:

- пишущие и буквопечатающие.

Выполнение отдельных функций передающей и приемной частями любого оконечного устройства, в том числе и телеграфного аппарата, можно рассмотреть на примере обобщенных структурных схем при взаимодействии их между собой через канал связи, [20] .

Передачик телеграфного аппарата в общем случае служит для преобразования передаваемого символа в двоичные электрические сигналы в виде импульсов тока, сгруппированных в кодовые комбинации. В процессе преобразования выполняются следующие операции:

- ввод информации с клавиатуры или автоматического считывающего устройства (трансмисмиттер, фотосчитывающее устройство). Устройство ввода вырабатывает на одном из своих выходов сигнал, соответствующий тому или иному передаваемому символу. Этот сигнал поступает на вход кодера;

- кодирование в соответствии выбранным первичным кодом. Кодер в ответ на полученный от устройства ввода сигнал вырабатывает информационные элементы кодовой комбинации, которые одновременно (параллельно) поступают в накопитель передачи;

- хранение (накопление) кодовой комбинации в накопителе передачи до окончания полного цикла ее передачи в канал;

- последовательное считывание элементов комбинации и включение в ее состав служебных разрядов. Эту операцию выполняет распределитель, считывая информационные элементы из накопителя и в нужный момент управляя датчиком служебных разрядов ДСР. Энергию для работы он получает от привода, а режим работы (непрерывный или прерывистый) обеспечивается управляющим устройством;

- модуляция и передача электрических импульсов в канал. Модулятором определяется вид переносчика и его изменяемый параметр, а выходное устройство обеспечивает гальваническую развязку передатчика от линии и формирует нужную амплитуду сигнала.

Сигнал пуска распределителя от устройства ввода информации выдается лишь в аппаратах с прерывистым режимом работы распределителя

(стартстопные аппараты). В синхронных аппаратах распределитель работает непрерывно и независимо от наличия или отсутствия работы. В любом случае устройство ввода блокируется на время передачи комбинации. В процессе передачи комбинации накопителем и распределителем передачи происходит преобразование параллельной работы в последовательную.

Приемник телеграфного аппарата выполняет функции, обратные передатчику. Принятый электрический сигнал преобразуется в символ сообщения с последующим нанесением его на технический носитель.

Принцип работы стартстопного телеграфного аппарата заключается в том, что с началом работы в линию посылается стартовый (бестоковый) импульс, далее со станции А на станцию Б передается кодовая комбинация токовых и бестоковых посылок. По окончании передачи в линию посылается стоповый (токовый) импульс, [20].

Сеть телеграфной связи

При использовании в качестве переносчика переменного тока тональной частоты появляется возможность передавать дискретные сигналы по телефонным каналам. Это позволяет снизить затраты на предоставляемую полосу частот, увеличить коэффициент полезного использования канала. Телефонный канал может быть занят под один среднескоростной канал (для передачи данных) или по нему может быть организовано несколько низкоскоростных каналов (для телеграфной передачи). В последнем случае разделение подканалов осуществляется по частоте, времени или по частоте и времени.

При частотном телеграфировании пользуются способами амплитудной, частотной и фазовой модуляций, [20].

Структурная схема системы тонального телеграфирования (ТТ) с амплитудной модуляцией показана на рис 6.2.4.

Получили распространение два варианта сети телеграфной связи:

1. Сеть абонентского телеграфирования (АТ), рис.6.2.5.

При АТ телеграфные аппараты устанавливают в организациях, имеющих потребность в телеграфной связи. Сообщения передаются непосредственно от подателя к адресату. Аппараты абонентов соединяются через узлы коммутации.

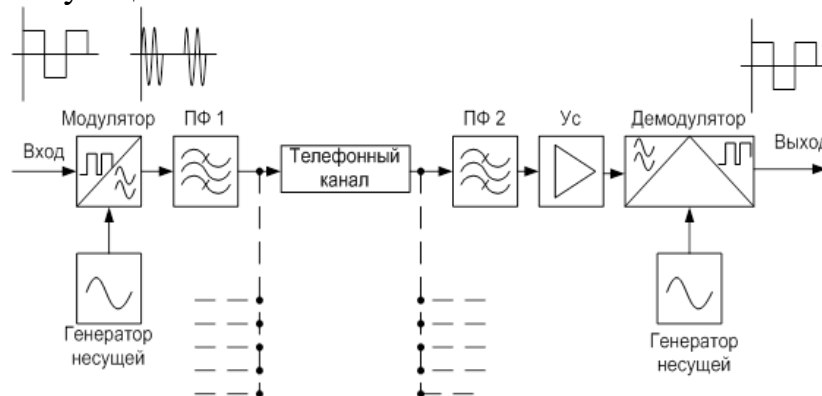


Рисунок 6.2.4 - Структурная схема системы тонального телеграфирования

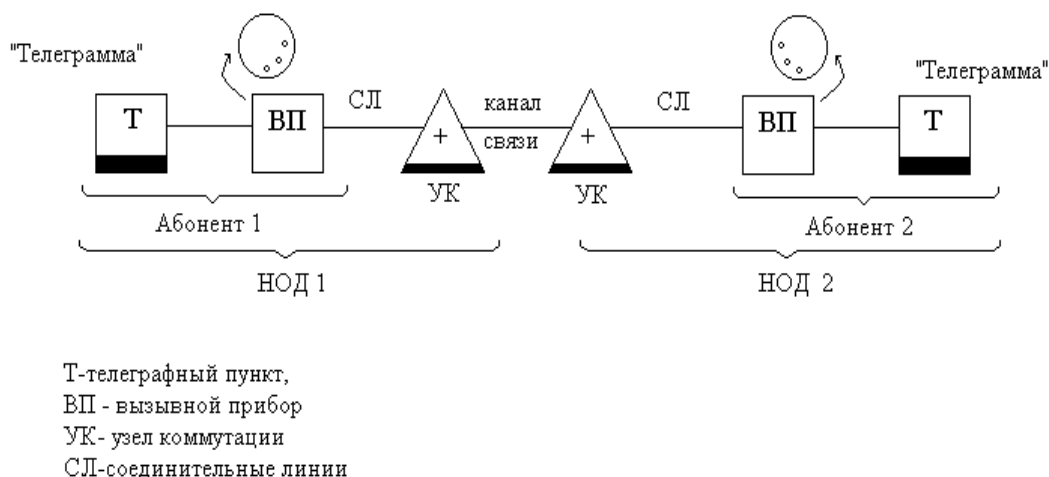


Рисунок 6.2.5 - Сеть абонентского телеграфирования

Дорогостоящее оборудование каналов связи при системе АТ используется неэффективно, поэтому на транспорте в основном применяют систему прямых соединений.

2. Сеть прямых соединений (ПС)

В этом случае абоненты сдают телеграммы на телеграфную станцию, которая передает их и обеспечивает получение телеграмм адресатом при эффективном использовании каналов связи.

Сеть передачи данных

Сеть передачи данных (ПД) обеспечивает доставку информации от пунктов ее получения (грузовые и сортировочные станции, депо, товарные конторы и т.д.) в ВЦ и обратно. Структурная схема сети ПД приведена на рис. 6.2.6., она включает в себя АП- абонентские пункты, УК- узлы коммутации, КС – каналы связи, [20].

На железнодорожном транспорте в качестве каналов передачи данных используют сети магистральной, дорожной, отделенческой и местной связи с применением аппаратуры передачи данных (АПД). АПД и устройства управления и ввода-вывода информации образуют *абонентский пункт* (АП), который определяется как комплекс аппаратуры обработки и передачи данных для обмена информацией между удаленным абонентом и ЭВМ или между двумя удаленными абонентами по каналу связи. АП различаются скоростью работы устройств ввода-вывода (УВВ) и АПД, способом взаимодействия с ЭВМ, методом передачи данных (синхронный, стартстопный), типом УВВ и другими характеристиками. Наиболее распространенные современные АП - это персональные ЭВМ (ПЭВМ) с модемами, которые позволяют подготавливать информацию, запоминать ее в ЗУ, корректировать, передавать по каналу связи с максимально допустимой скоростью передачи, [20].

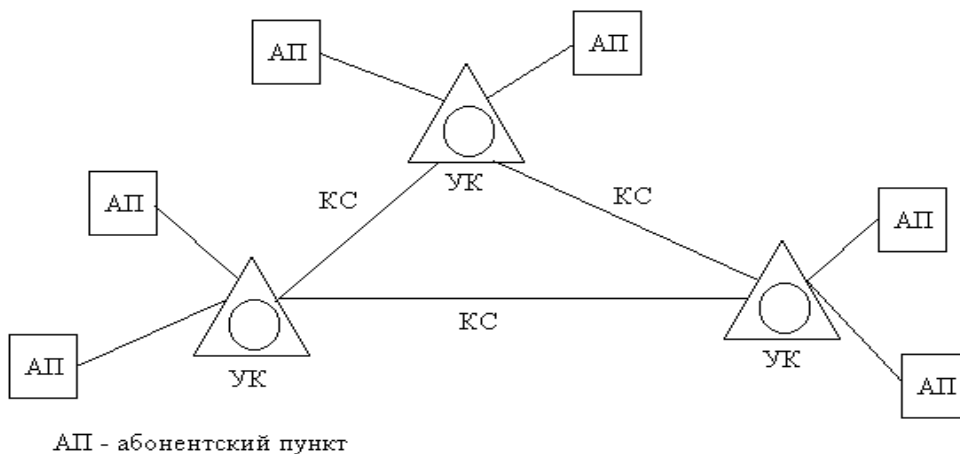


Рисунок 6.2.6 - Структурная схема сети передачи данных

В сетях ПД различают три метода коммутации:

- коммутация каналов (КК);
- коммутация пакетов (КП);
- коммутация сообщений.

На базе современной цифровой аппаратуры строят сети передачи различной информации. В этих сетях понятия ПДИ постепенно теряется, т.к. все цифровые сети дискретные, и по ним передается любая информация: данные для ЭВМ, телевидение, телефония и прочие. Естественно, аналоговый сигнал для передачи преобразуется в дискретный.

Системы электронной коммутации, построенные на базе аппаратуры STM и применяемые в узлах сети, позволяют соединять различные каналы и потоки и проводить с ними различные манипуляции.

Контрольные вопросы

1. Сколько этапов преобразования сообщения в сигнал используется в системе ПДИ?
2. В чем заключается процесс кодирования?
3. Как определяется исправляющая способность приемника?
4. Как классифицируются телеграфные аппараты?
5. как организуется сеть абонентского телеграфирования?

6.2. Обслуживание аппаратуры многоканальных систем передачи

Работы по техническому обслуживанию аппаратуры и оборудования включают в себя:

- измерения и проверки;
- ремонтно - настроечные работы;
- ремонтно - восстановительные работы;

- текущий и средний ремонты;
- учет и анализ отказов аппаратуры;
- ведение документации.

Исправное состояние аппаратуры и оборудования определяется:

- соответствием параметров аппаратуры и оборудования техническим нормам паспорта;
- комплектностью;
- работоспособностью устройств сигнализации и элементов переключения;
- отсутствием механических повреждений и опрятным внешним видом.

Аппаратура и оборудование закрепляются за техническим персоналом ЛАЦ, который несет ответственность за содержание закрепленной аппаратуры и оборудования в соответствии с установленными нормами.

На аппаратуру и оборудование заводятся карточки технического состояния (КТС) установленной формы.

На вновь вводимую в эксплуатацию аппаратуру заполняются заводские формуляры представителями настроечных организаций. После окончания проверки аппаратуры формуляры предъявляются представителям эксплуатации. Все неисправности аппаратуры, обнаруженные в процессе проверки, настройки аппаратуры, фиксируются в КТС представителями настроечных организаций или лицами, производящими проверку и настройку аппаратуры, [3].

При отсутствии заводских формуляров представителями настроечных организаций или лицами, производящими проверку и настройку аппаратуры и оборудования, составляются протоколы измерений основных параметров аппаратуры и оборудования с указанием числового значения параметра и соответствия его нормам.

Технический персонал обязан вести учет и анализ отказов аппаратуры и оборудования. Проведение измерений, ремонтно - настроечных и ремонтно - восстановительных работ на аппаратуре и оборудовании осуществляется техническим персоналом по утвержденным технологическим картам, а при их отсутствии - на основании технической документации на данный тип аппаратуры и оборудования.

Техническое обслуживание аппаратуры и оборудования, включая аппаратуру и оборудование промежуточных станций и передвижных средств, производится в соответствии:

- с действующими объемами и периодичностью проверки аппаратуры и оборудования, по графикам, составляемым ежегодно;
- с технологическими картами на аппаратуру и оборудование.

Результаты работ по техническому обслуживанию заносятся в КТС и оперативно - техническую документацию.

Техническое руководство сетевых узлов и станций проводит выборочные проверки состояния и содержания аппаратуры и оборудования с периодичностью, установленной руководителем предприятия.

Проверка аппаратуры и оборудования на наличие плохих контактов производится при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации (при необходимости), [23].

Замена компонентов в аппаратуре производится с периодичностью, установленной графиками замен.

Аппаратура передвижных средств подвергается технической проверке после каждого выезда или не реже одного раза в год.

Устранение неисправностей аппаратуры и оборудования осуществляется переключением поврежденного комплекта аппаратуры и оборудования на резервный автоматически или вручную либо заменой неисправного блока подменным. Неисправности, не устранимые путем замены блока или переключением резервных комплектов, устраняются по технологическим картам, разрабатываемым с учетом местных условий. Подменный блок, установленный взамен неисправного, при необходимости становится принадлежностью аппаратуры, а неисправный блок после ремонта используется в качестве подменного. Однако следует стремиться к тому, чтобы вернуть замененный блок на свое место. Оснащение узлов и станций резервными комплектами и подменными блоками предусматривается при проектировании и в планах развития, [23].

Резервные комплекты для наиболее важных узлов аппаратуры и оборудования содержатся в состоянии постоянной готовности (находятся под током) для немедленной (автоматической или ручной) замены основных блоков. Резервные комплекты являются неотъемлемой частью аппаратуры и оборудования и проверяются в соответствии с указаниями по обслуживанию аппаратуры и оборудования.

Подменные блоки должны находиться в постоянной готовности к использованию и регулярно проверяться с периодичностью, определяемой надежностью блоков, но не реже одного раза в год по графикам, утвержденным главным инженером предприятия. Подменные блоки размещаются на рабочем месте (в шкафах, на стеллажах) или хранятся отдельно в специально отведенных местах, доступных сменному персоналу, и должны иметь бирки с указанием даты проверки и подписи проверяющего.

В случае ручного подключения резервных комплектов должны быть специальные шнуры. Шнуры должны иметь отличительную маркировку (разъемы, вилки шнуров окрашиваются в красный цвет) и бирки с датой последней проверки и подписью проверяющего.

Перед установкой подменного блока, а также перед включением резервного комплекта на них должны быть установлены регулировочные данные неисправного блока или комплекта.

О снятии неисправного блока или переключении неисправного комплекта производится запись в оперативно - технической документации и КТС.

Для быстрой замены неисправных предохранителей и компонентов аппаратуры в узлах, станциях и пунктах устанавливаются специальные стенды для хранения и проверки этих компонентов и предохранителей.

Неисправности на аппаратуре и оборудовании, устраненные в нормативные сроки, не являются упущением в работе и не влияют на оценку работы технического персонала.

Длительный простой трактов или каналов передачи, вызванный отсутствием или неисправностью подменных блоков или резервных комплектов, является нарушением правил технической эксплуатации первичных сетей, [3].

Восстановление узлов, линий передачи, трактов и каналов передачи

Состояние линий передачи, линейных и сетевых трактов и каналов передачи определяет сменный персонал ЛАЦ на основании сигналов аппаратуры, системы телесигнализации и телеуправления, заявок вторичных сетей и других потребителей.

Восстановление линий передачи, трактов и каналов передачи при неисправностях первичной сети осуществляется:

- перестройкой сети операциями СУЭ или в соответствии с графиками обходов и замен (ГОЗ) и оперативными указаниями СОТУ с использованием резервных, подменных и временно не задействованных трактов и каналов передачи;
- автоматическим переключением на резерв по схеме 1 + 1 или R + M;
- применением подвижных средств и гибких кабельных вставок;
- устранением неисправностей аппаратуры систем передачи и оборудования линейно - кабельных сооружений.

Для современных ЦСП при восстановлении узлов линий передачи, трактов и каналов передачи порядок и организация ввода ГОЗ определяются алгоритмами СУЭ по управлению конфигурацией и устранением неисправностей, а также возможностями применяемого оборудования, и для ЦСП СЦИ осуществляется в соответствии с "Инструкцией по эксплуатации».

Об изменении состояния, перестройке сети сменный персонал ЛАЦ немедленно сообщает в СУЭ (СОТУ), руководителю подразделения и руководящей станции.

Для современных ЦСП сообщения об изменении состояния, о перестройке сети и ее восстановлении должны автоматически регистрироваться в журнале базы данных оборудования и на носителях ПТК руководящих станций и оформляться, в том числе, по форме ПС-1.

Для АСП и старого поколения ЦСП сообщения о состоянии и восстановлении сети, а также действия технического персонала по устранению неисправностей и взаимодействие с СОТУ отражаются в оперативном журнале (ПС-1).

Задержка или неточность сообщений в СОТУ является нарушением Правил технической эксплуатации.

Сменный персонал структурных подразделений и предприятий первичной сети должен быть обеспечен схемами, устанавливающими порядок оповещения руководства и работников РВБ. Схемы оповещения утверждаются руководителями предприятий, [23].

Паспорта составляются на:

- узел (станцию);
- кабельную, радиорелейную, воздушную, спутниковую линии передачи;
- линейный тракт системы передачи, вводимой при увеличении пропускной способности линии передачи;
- комбинированный линейный тракт;
- комплекс аппаратуры оконечной станции;
- совокупность простых сетевых трактов (общий паспорт), настраиваемых одновременно с линейным трактом при вводе в эксплуатацию системы передачи, согласно утвержденной проектной схеме организации связи;
- отдельный простой сетевой тракт или совокупность простых сетевых трактов, вводимых при увеличении пропускной способности системы передачи при условии наличия на данный тракт распоряжения по формированию СМП, где указана схема организации связи для этого тракта;
- составной сетевой тракт;
- участок составного сетевого тракта, используемый в качестве подменного тракта для резервирования сетевых трактов;
- канал передачи, передаваемый во вторичные сети системы телеграфной связи (ТгОП), системы передачи данных (СПД), системы факсимильной связи (СФС) или потребителю для передачи перечисленных видов сообщений;
- канал звукового вещания;
- широкополосный канал передачи, формируемый на базе сетевого тракта с фазовой коррекцией;
- канал служебной связи (кроме каналов служебной связи, данные которых входят в паспорт линии передачи).

Паспорта составляются при вводе в эксплуатацию, реконструкции и при организации составных трактов и каналов передачи.

Паспорта подлежат коррекции в процессе эксплуатации при организации или ликвидации отдельных усилительных пунктов (регенерационных пунктов, радиорелейных станций), переносе или частичной замене аппаратуры, изменении схемы организации трактов и каналов.

При введении новых норм на электрические параметры паспорт корректируется.

Паспортизация ВОЛП на базе цифровых систем передачи (ЦСП) синхронной цифровой иерархии (СЦИ или SDH) должна проводиться в

соответствии с "Инструкцией по паспортизации волоконно - оптических линий связи с использованием ЦСП СЦИ"

Паспорт на первый линейный тракт, который включает в себя данные о ТК-ТУ и каналах служебной связи, считается паспортом на ЛП.

Паспорт должен содержать основные данные об объекте паспортизации: - тип линии передачи; - тип кабеля; - тип системы передачи; - количество вводимых трактов и каналов передачи; - оценку соответствия их параметров нормам; - результаты измерений электрических параметров; - данные о служебных каналах.

Паспорта составляются по утвержденным формам. Эксплуатация трактов и каналов передачи без паспортов не допускается.

Паспорта составляются предприятиями, производившими настройку трактов и каналов передачи. Паспорта предъявляются приемочным комиссиям в соответствии с действующими правилами приемки, рассматриваются и рекомендуются ими для утверждения. Председатель комиссии в паспорте записывает решение комиссии о принятии в эксплуатацию объектов паспортизации и рекомендацию об утверждении паспорта постоянно или временно с указанием срока действия паспорта.

6.3. Организация технической эксплуатации дистанции

6.3.1 Процесс технической эксплуатации технологической электросвязи

На всех участках железнодорожного пути должна быть обеспечена поездная диспетчерская и поездная межстанционная технологическая электросвязь.

На участках, оборудованных автоблокировкой, диспетчерской централизацией и на всех электрифицированных участках, кроме того, должна быть перегонная связь и энергодиспетчерская связь. Наряду с перечисленными видами технологической электросвязи на участках инфраструктуры должны использоваться в соответствии с перечнем, устанавливаемым владельцем инфраструктуры, и другие виды электросвязи для руководства движением поездов, содержания инфраструктуры, технического обслуживания железнодорожного подвижного состава и взаимодействия организаций железнодорожного транспорта.

Все участки железнодорожного транспорта, на которых обращаются поезда, должны быть оборудованы поездной радиосвязью. Поездная радиосвязь должна обеспечивать устойчивую двустороннюю связь машинистов поездных локомотивов, моторвагонных поездов, специального самоходного подвижного состава, [3]:

- с диспетчером поездным в пределах всего диспетчерского участка; с дежурными по железнодорожным станциям, ограничивающим перегон;
- с машинистами встречных и вслед идущих локомотивов, моторвагонных поездов, специального самоходного подвижного состава,

находящихся на одном перегоне в пределах зоны действия локомотивных радиостанций;

- с дежурными по железнодорожным переездам на расстоянии не менее длины участков приближения к ним;

- с начальником (механиком-бригадиром) пассажирского поезда и помощником машиниста при выходе его из кабины на расстояние, необходимое для ограждения поезда и при удалении его от оси пути следования поезда в пределах действия носимой радиостанции, [17].

Использование поездной радиосвязи, в том числе при неисправности поездной радиосвязи, осуществляется в соответствии требованиями, устанавливаемыми соответственно владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования.

На железнодорожных станциях в зависимости от технологического оснащения и вида проводимых работ должны применяться станционная радиосвязь, устройства двусторонней парковой связи, связь для оповещения (информации) пассажиров, ремонтно-оперативная радиосвязь и другие виды технологической электросвязи в соответствии с перечнем, определяемым, соответственно, владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования, [17].

Станционная радиосвязь должна обеспечивать двустороннюю связь в границах железнодорожной станции, дежурных по железнодорожной станции, операторов сортировочных горок, диспетчеров маневровых железнодорожной станции, машинистов маневровых локомотивов и других работников, участвующих в приеме, отправлении, формировании и расформировании поездов и во всех маневровых передвижениях на железнодорожной станции. Порядок пользования станционной радиосвязью и ведения переговоров по ней устанавливается соответственно владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования.

Не допускается применение одинаковых радиочастот в симплексных аналоговых системах станционной радиосвязи для разных маневровых районов в пределах одной железнодорожной станции. В каждом маневровом районе железнодорожной станции и на обслуживающих его локомотивах используется отдельная радиочастота.

Ремонтно-оперативная радиосвязь должна обеспечивать двустороннюю связь внутри ремонтных подразделений с руководителем работ, руководителя работ с машинистами локомотивов хозяйственных поездов, машинистами специального самоходного подвижного состава, участвующими в ремонтных работах, и дежурным аппаратом соответствующих подразделений (служб). Перечень участков, оборудуемых этой радиосвязью, определяется, соответственно, владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования.

Владелец инфраструктуры, владелец железнодорожных путей необщего пользования формируют перечень участков железных дорог, которые должны оборудоваться системой документированной регистрации переговоров.

Не допускается использование поездной диспетчерской, поездной межстанционной связи, поездной и станционной радиосвязи, стрелочной связи и двусторонней парковой связи технологической электросвязи для переговоров по вопросам, не связанным с движением поездов, за исключением экстренных случаев.

Не допускается включение в сеть стрелочной связи других телефонов, кроме станционных постов централизации, стрелочных постов и дежурного по железнодорожной станции. В поездную диспетчерскую связь допускается включение только телефонов дежурных по железнодорожным станциям, диспетчеров маневровых железнодорожных станций, операторов железнодорожных станций, дежурных по эксплуатационным локомотивным депо, подменным пунктам, энергодиспетчеров и диспетчеров локомотивных (далее — локомотивных диспетчеров), диспетчеров хозяйства сигнализации, централизации и блокировки, старших сменных инженеров хозяйства связи. На участках с диспетчерской централизацией в поездную диспетчерскую связь допускается по решению, соответственно, владельца инфраструктуры, владельца железнодорожных путей необщего пользования включение телефонов дежурных по переездам.

На железнодорожных станциях, где нет в штате дежурных работников хозяйства перевозок или они имеются в штате, но не предусмотрено круглосуточное дежурство, допускается включение в поездную диспетчерскую связь телефонов (переговорных устройств), устанавливаемых по месту жительства начальников железнодорожных станций, специалистов сигнализации, централизации и блокировки, связи, с включением таких телефонов (переговорных устройств) диспетчером поездным только на время переговоров.

При наличии технической возможности допускается временно включать в провода и каналы поездной диспетчерской связи на перегонах переносные телефоны машинистов поездов и водителей дрезин (при вынужденной остановке), начальников восстановительных и пожарных поездов (караулов), электромехаников сигнализации, централизации и блокировки, связи и руководителей восстановительных, путевых работ и работ по устройствам электроснабжения.

В поездную межстанционную связь допускается включение только телефонов дежурных по железнодорожным станциям, а на участках с автоблокировкой, кроме того, телефонов перегонной связи и дежурных по переездам. Кабельные линии связи на перегонах должны прокладываться в границах железнодорожной полосы отвода вне пределов земляного полотна. Допускается прокладка кабельных линий в земляном полотне в соответствии с проектной документацией, утвержденной в установленном порядке. Линии

связи на основе волоконно-оптических кабелей могут быть выполнены методом подвески на опорах контактной сети или линий автоблокировки. *Кабельные линии связи*, выполненные методом подвески, при максимальной стреле провеса должны находиться на высоте не менее:

- 5,0 м — от земли в ненаселенной местности;
- 6,0 м — от земли в населенной местности;
- 4,5 м — от поверхности пассажирских платформ;
- 7,0 м — от полотна автомобильных дорог на железнодорожных

переездах.

Воздушные линии связи при максимальной стреле провеса должны находиться на высоте не менее:

- 2,5 м — от земли в ненаселенной местности;
- 3,0 м — от земли в населенной местности;
- 5,5 м — от полотна пересекаемых автомобильных дорог;
- 7,5 м — от верха головки рельса пересекаемых

неэлектрифицированных железнодорожных путей.

Линии технологической электросвязи при пересечении электрифицированных железнодорожных путей допускаются только в кабельном исполнении.

При повреждении воздушных и кабельных (с металлическими жилами) линий связи их восстановление должно производиться в следующей очередности:

- каналы и тракты, обеспечивающие действие поездной диспетчерской связи;
- каналы и тракты систем железнодорожной сигнализации, централизации и блокировки, в том числе электрожелезной системы;
- каналы и тракты энергодиспетчерской связи, поездной межстанционной связи и телеуправления устройствами электроснабжения;
- каналы и тракты магистральной связи;
- остальные каналы связи и сигнализации, централизации и блокировки.

При повреждении волоконно-оптических линий связи восстановление сетей должно производиться в следующей очередности: магистральные линейные тракты и системы передачи; каналы и тракты оперативно-технологической связи; остальные каналы связи.

В случае повреждения одновременно двух и более действующих на участке линий связи приоритетность восстановления определяется мощностью линий и должна быть следующей: волоконно-оптические линии связи; линии связи на основе металлических кабелей; воздушные линии связи и сигнализации, централизации и блокировки.

Сооружения и устройства связи должны быть максимально защищены от помех и опасного влияния тягового тока, линий электропередачи, перенапряжений и грозовых разрядов.

Корпуса аппаратов технологической электросвязи должны быть закрыты и опломбированы. Перечень пломбируемых устройств технологической электросвязи определяется, соответственно, владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования. Вскрытие таких аппаратов допускается производить только уполномоченным лицом, соответственно, владельца инфраструктуры, владельца железнодорожного пути необщего пользования с обязательной предварительной записью в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств сигнализации, централизации и блокировки, связи и контактной сети. Контроль за сохранностью целостности пломб на аппаратах технологической электросвязи осуществляют дежурные работники, пользующиеся этими аппаратами.

Плановые работы по переоборудованию, переносу, ремонту, испытанию и замене устройств и приборов технологической электросвязи, связанных с обеспечением безопасности движения поездов, должны производиться с назначением ответственных руководителей за обеспечение безопасности движения поездов и производство работ в порядке, устанавливаемом, соответственно, владельцем инфраструктуры, владельцем железнодорожных путей необщего пользования, предусматривающим минимальные сроки их выполнения.

Такие работы на железнодорожных станциях должны производиться с согласия дежурного по железнодорожной станции и с предварительным оформлением записи руководителем этих работ в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств сигнализации, централизации и блокировки, связи и контактной сети. На участках с диспетчерской централизацией аналогичные работы должны производиться только с согласия диспетчера поездного, [23].

При расположении устройств на значительном расстоянии от помещения дежурного по железнодорожной станции запись о вводе этих устройств в действие, а также запись о временном выключении этих устройств для производства непредвиденных работ по устранению неисправностей может заменяться регистрируемой в том же журнале телефонограммой, передаваемой дежурному по железнодорожной станции с последующей личной подписью руководителя работ в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств сигнализации, централизации и блокировки, связи и контактной сети.

Работа поездной радиосвязи на участках инфраструктуры до внедрения систем удаленного мониторинга проверяется не реже одного раза в квартал в порядке, установленном владельцем инфраструктуры, и в соответствии с технической документацией производителя. Действие поездной радиосвязи на участках инфраструктуры периодически проверяется с использованием вагона-лаборатории с документированной регистрацией результатов в порядке, установленном владельцем инфраструктуры.

Работники, пользующиеся устройствами технологической электросвязи, должны быть обучены порядку пользования ими.

6.3.2 Технический персонал дистанции

Основной объем работ, связанный с технической эксплуатацией систем, сосредоточен в линейных производственных участках (ЛПУ) дистанции сигнализации и связи. Работы по технической эксплуатации систем на ЛПУ выполняются начальником ЛПУ, старшими электромеханиками, электромеханиками и электромонтерами. Этот контингент работников дистанции сигнализации и связи образует так называемый технический (производственный) персонал, численность которого рассчитывается по соответствующим нормативам численности. Отдельные виды работ выполняют руководители дистанции (ШЧ), [23].

Начальник ЛПУ в целом отвечает за надежность работы систем устройство связи, обеспечение безопасности движения поездов при техническом обслуживании и ремонте этих систем, соблюдение правил техники безопасности, состояние производственной и технологической дисциплины на вверенном ему участке. В соответствии с действующими положениями и инструкциями он выполняет следующие виды работ: разрабатывает организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности движения поездов, планы по повышению надежности ремонту, замене и модернизации устройств связи, подготовке участка к работе в зимних условиях; анализирует соответствие устройств участка требованиям поступающих указаний и новым инструкциям, планирует работы по внесению необходимых изменений в схемы действующих устройств и производству работ по переключению в связи с изменениями схем устройств; контролирует работу старших электромехаников и руководителей бригад участка; проводит технические занятия с работниками своего участка и проверяет знания ими знания своих должностных обязанностей, инструкций и других нормативных документов; лично проверяет состояние устройств связи и правильность содержания технической документации на участке.

Старший электромеханик обеспечивает надежную работу систем устройств связи на своем участке и обеспечивает безопасность движения поездов при их обслуживании и ремонте, выполняя следующие виды работ: составление планов-графиков и оперативных планов производства регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств связи, планов подготовки устройств к работе в зимних условиях, принимая личное участие в их реализации; ежедневный инструктаж электромехаников и электромонтеров участка о мерах по обеспечению безопасности движения поездов, организует их практическое обучение методам поиска и устранения отказов, а также изучение действующих инструкций и технологий обслуживания устройств; контролирует работу электромехаников и электромонтеров на своем участке, проверяет знания ими правил производства работ при техническом обслуживании и ремонте устройств

связи, а также выполнение приказов и указаний, приказов железной дороги, отделения железной дороги и дистанции сигнализации и связи.

Проверяет техническое состояние устройств, правильность ведения технической документации, в том числе оформление проводимых работ, разрабатывает предложения для плана ремонта и мероприятия по повышению надежности устройств на линейном производственном участке, следит за наличием, хранением и исправностью приборов и запасных частей для систем, а также материалов и средств измерения необходимых для производства работ, принимает меры для своевременного их пополнения и замены, [23].

Электромеханик выполняет основной объем работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств связи, в том числе: проводит регламентное обслуживание устройств по соответствующим планам-графикам; устраняет отказы устройств; готовит устройства к работе в зимних условиях; представляет старшему электромеханику предложения по повышению надежности, ремонту и замене устройств связи, подготовке устройств к работе в зимний период; содержит в установленном порядке техническую документацию на обслуживаемые устройства и обеспечивает соответствие устройств утвержденной технической документации; контролирует работу подчиненных ему электромонтеров и качество работ, выполняемых специализированными бригадами и сторонними организациями. Участвует в месячных и комиссионных осмотрах и работах, проводимых совместно с другими хозяйствами железной дороги.

Электромеханик имеет персональные пломбировочные тиски, что дает ему право вскрывать опломбированные устройства связи при их обслуживании и устранении в них неисправностей. После получения согласия от дежурного по станции или поездного диспетчера электромеханик может выключать устройство из зависимостей для производства необходимых работ [23].

Электромонтер выполняет предусмотренные планами-графиками регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту устройств систем связи, принимает участие в устранении их отказов. Кроме того, он контролирует соблюдение технологии производства ремонтных или строительно-монтажных работ и качества их выполнения специализированными бригадами и строительными организациями. Электромонтер по указанию электромеханика проводит внеочередной осмотр устройств после каждого стихийного явления, которое может негативно отразиться на их работе, и устраняет возникшие неисправности. Самостоятельно, без привлечения электромеханика, электромонтер может устранять, только те отказы, которые не требуют вскрытия опломбированных устройств связи и их выключения. В отдельных случаях начальник дистанции сигнализации и связи может выдавать пломбировочные тиски электромонтерам 7—8 разрядов, что снимает указанное выше ограничение.

На должности электромонтера, электромеханика, старшего

электромеханика, начальника ЛПУ, диспетчера дистанции сигнализации и связи назначаются лица, соответствующие требованиям и выдержавшие испытания в знании правил, инструкций и других нормативных документов, [23].

6.3.3 Техническое обслуживание и ремонт устройств связи

Все устройства автоматики и телемеханики в процессе их эксплуатации постепенно изнашиваются и, следовательно, их необходимо ремонтировать. Различают следующие виды ремонта: текущий, средний, капитальный и восстановительный. Капитальному и текущему ремонтам подвергаются все устройства, а среднему - только воздушные линии связи и сигнальные линии автоблокировки, [23].

Текущий ремонт предусматривает профилактические работы, обеспечивающие поддержание устройств в работоспособном состоянии, которые выполняются, как правило, по графику технологического процесса или по плану повышения надежности устройств, а также немедленное устранение неисправностей, состоящее в замене или восстановлении отдельных элементов техники.

Средний ремонт имеет целью восстановление ресурса и эксплуатационных характеристик аппаратуры путем ремонта или замены изношенных и поврежденных частей и деталей. В процессе этого ремонта обязательно проверяется техническое состояние остальных составных частей аппаратуры, устраняются обнаруженные неисправности, производятся необходимые регулировочные и слесарно-механические работы, а также восстанавливаются лакокрасочные покрытия. По окончании ремонта проводят комплексную проверку и регулировку средств связи с доведением основных технических характеристик до норм, указанных в формулярах. Средний ремонт в полевых условиях может производиться отделом КИП.

Средний ремонт воздушных линий связи и сигнальных линий автоблокировки включает в себя обычно тот же состав работ, что и капитальный, за исключением изменения линии трассы и профиля опор. Предусматривается в целях приведения в нормальное состояние элементов линейных устройств на оставшийся срок службы, заменяются только те элементы устройств, которые не могут служить до очередного капитального ремонта, [32]. Основным методом технического обслуживания и ремонта (текущего ремонта) систем в ЛПУ, является планово-предупредительный метод, направленный на предотвращение возможных отказов устройств, [23]. С этой целью на ЛПУ выполняются следующие основные работы:

периодическая проверка взаимозависимостей между стрелками, сигналами и другими объектами управления и контроля систем электрической централизации на соответствие требованиям ПТЭ и другой, вновь утвержденной, технической документации;

технический контроль, использованием в необходимых случаях технических средств, например осмотр, чистка, покраска устройств;

проверка правильности функционирования и регулировки устройств; измерение контролируемых электрических и механических параметров объектов технического обслуживания и приведение их к нормативным значениям;

замена съемного оборудования на прошедшие ремонт и регулировку приборы и элементы;

текущий ремонт устройств, включающий в себя разборку, восстановление или замену износившихся деталей, последующую сборку, проверку и регулировку отремонтированного устройства.

При капитальном ремонте аппаратуры телефонной связи и сигнализации проводят все работы текущего ремонта и, кроме того на автоматических телефонных станциях - разборку и контроль состояния приборов узлов и деталей, восстановление или замену около 30 % всех изношенных приборов, узлов и деталей (приборы и узлы с большой степенью износа восстановлению не подлежат). Так же проводят полную проверку проводов, шнуров, станционных кабелей; очистку каркаса и стативов, кроссов и их окраску, [32].

Контрольные вопросы

1. Виды технического обслуживания устройств связи
2. Обязанности работников дистанции.
3. Перечислить все виды ремонта устройств связи.
4. Описать способы организации капитального, текущего и среднего ремонта.
5. Дать определение технического обслуживания устройств связи для крупных станций, промежуточных станций.

Вывод: полученные знания, умения и навыки, необходимы при выполнении работ по техническому обслуживанию систем передачи дискретной информации и организации технической эксплуатации устройств связи на железнодорожном транспорте. Необходимо знать обязанности персонала для организации обслуживания и ремонта устройств связи.

Дополнительная литература

1. Таныгин Ю. И. Справочник электромеханика ж/д радиосвязи. М. 2009г.
2. Горелов Г.В., Фомин А.Ф., Волков А.А., Котов В.К. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте М. Транспорт: 2001.
3. Кудряшов В.А. «Системы передачи дискретной информации», М.: 2014
4. Мизерная З.А. Введение в специальность Эксплуатация средств связи. 2005

РАЗДЕЛ 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЦИФРОВЫМ И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков при выполнении работ по техническому обслуживанию систем оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для создания, редактирования технической конструкторской документации: Microsoft Office программы схемотехнического моделирования, AutoCAD, NanoCAD, Multisim, NetCracker и другие программы., лабораторное оборудование.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 7.1. Обслуживание цифровых систем передачи железнодорожного транспорта
- 7.2. Обслуживание волоконно-оптических систем передачи железнодорожного транспорта
- 7.3. Основные виды обслуживания систем электропитания оперативно-технологических устройств связи
- 7.4. Общие принципы IP-телефонии

7.1. Обслуживание цифровых систем передачи железнодорожного транспорта

Оборудование связи – это целый комплекс технически сложной аппаратуры, которая обеспечивает возможность регулярного обмена различными данными между основными пользователями на определенных расстояниях. Примеров и разновидностей такого оборудования очень много – начиная от портативных любительских радиостанций и заканчивая сложной системой спутниковой связи, [20].

Вне зависимости от типа оборудования, при его регулярном использовании происходят различные процессы: естественная выработка ресурса (износ); выход из строя отдельных компонентов или всего устройства в целом; поломки, возникающие по причине неправильной эксплуатации.

Чтобы избежать преждевременного выхода из строя аппаратуры, необходимо проводить регулярное техническое обслуживание оборудования связи. Это комплекс мероприятий, который имеет циклическую периодичность и включает в себя целый ряд работ, которые гарантирует стабильное функционирование комплекта аппаратуры.

Обслуживание оборудования связи предусматривает проведения целого ряда операций:

- контрольно-проверочные мероприятия;
- регулировка и настройка;
- профилактика и ремонт.

Стадии технического обслуживания

Регулярная профилактика гарантирует отсутствие серьезных поломок оборудования и существенно увеличивает его работоспособность и продолжительность эксплуатации. Техническое обслуживание производится исходя из периодичности и в зависимости от типа аппаратуры, [32].

Все мероприятия разделяются на четыре основные группы:

- ежедневная профилактика. Обязательное условие для оборудования, которое работает в круглосуточном режиме или с перерывом не более 24 часов. В комплекс работ входит внешний осмотр, удаление загрязнений с аппаратуры без вскрытия защитного кожуха, общий мониторинг оборудования связи (проверка фактической работоспособности в заданном диапазоне настроек);

- еженедельный осмотр. Действия проводятся над аппаратурой, которая работает в непрерывном режиме или с прерыванием более 24 часов. В комплекс работ не только входят все действия из предыдущего пункта, но и целый ряд дополнительных процедур – осмотр и чистка контактов, проверка аппаратуры на работоспособность во всех режимах при помощи специальной контрольно-измерительной аппаратуры;

- квартальное обслуживание. Обязательная процедура для всех устройств связи вне зависимости от режима их функционирования и длительности непрерывной работы. Кроме проведения регламентного еженедельного ТО проводится полная проверка оборудования связи на работоспособность во всех диапазонах, проверка антенн, контактов и соединительных узлов. Дополнительно производится чистка аппаратуры и замена вышедших из строя элементов, которые обнаружены в ходе проверки;

- сезонные мероприятия. Выполнение регламентных работ касается всего оборудования, включая резервные системы и аппаратуру, которая хранится на складе. В комплекс мероприятий входят не только работы, описанные в предыдущем пункте, но и дополнительные процедуры – замена неисправных элементов, проверка резервных цепей связи, доукомплектация складского оборудования, контроль над ведением отчетной документации.

Все регламентные работы обязательно заносятся в специальный журнал (бланк) с указанием вида ТО и данных лиц, ответственных за проведение регулярных профилактических работ, [32].

В случае обнаружения неисправности, уполномоченные специалисты производят ремонтные или восстановительные работы.

Оборудование для ремонта аппаратов связи – это специальный инструмент и контрольно-проверочная аппаратура, которая позволяет производить полный комплекс профильных работ любого уровня сложности.

Правильный монтаж и обслуживание оборудования связи – гарантия безопасной и стабильной работы

Чтобы свести к минимуму возникновение поломок в оборудовании связи, необходимо учесть несколько критериев:

- сертификация оборудования связи. Перед покупкой аппаратуры убедитесь, что она соответствует всем указанным требованиям и прошла обязательную проверку согласно нормативным документам;
- эксплуатация в соответствии с регламентом;
- регулярное проведение технического обслуживания;
- правильная установка аппаратуры.

Монтаж оборудования связи является технически сложным процессом, который выполняют специалисты. Вне зависимости от объема работ, необходимо не только правильно расположить и соединить все блоки, произвести заземление оборудования связи и подготовить всю систему к пробному запуску.

7.2. Обслуживание волоконно-оптических систем передачи железнодорожного транспорта

Эксплуатационно-техническое обслуживание ВОЛС предусматривает выполнение эксплуатационным персоналом следующих основных функций: охранная работа; техническое обслуживание и профилактика; контроль за техническим состоянием; ремонт; аварийно-восстановительные работы; реконструкция; измерение параметров; защита ОК с металлическими покровами от внешних влияний; контроль герметичности ОК, содержащихся под избыточным давлением, [19].

Техническое обслуживание ВОЛС обеспечивает:

- бесперебойное действие всех обслуживаемых сооружений, а также подготовку их к работе в особо сложных условиях;
- содержание всех сооружений в пределах действующих норм и технических условий, а также всемерное улучшение их технического состояния;
- четкое выполнение действующих правил, руководств и инструкций по вопросам технической эксплуатации;
- повышение рентабельности предприятий, систематическое снижение трудовых и материальных затрат на содержание обслуживаемых сооружений;
- внедрение новой техники, передовых методов и научной организации труда;
- ведение эксплуатационно-технического учета;

– проведение разъяснительной работы по обеспечению сохранности линейных сооружений.

В зависимости от характеристики трассы кабельной линии, наличия и состояния дорог в разное время года, технической оснащенности участка и т. п. применяются следующие методы организации обслуживания линейных сооружений ВОЛС: централизованный, децентрализованный (участковый) и комбинированный.

Централизованный метод предполагает сосредоточение всего персонала кабельщиков-спайщиков в месте дислокации КУ, моторизованный осмотр трассы, ремонт и профилактику специализированными бригадами, использование радиостанций для связи бригад с КУ.

Децентрализованный метод применяется в случае, когда невозможно организовать моторизованный осмотр трассы. При этом подлежащая обслуживанию трасса разбивается на участки, на каждом из которых, т.е. в непосредственной близости, дислоцируется персонал.

Комбинированный метод предполагает организацию обслуживания одной части трассы централизованно, а другой — участковыми монтерами.

Содержание кабельных линий связи включает в себя техническое обслуживание и ремонт.

Техническое обслуживание подразделяется на текущее (повседневное и периодическое) и планово-предупредительное.

При текущем и планово-предупредительном обслуживании осуществляется:

- технический надзор за состоянием трассы и выполнение правил охраны средств связи;
- технический надзор за всеми сооружениями и действием устройств автоматики, сигнализации и телемеханики;
- проведение профилактических работ;
- контроль за электрическими и оптическими характеристиками кабеля;
- устранение выявленных неисправностей;
- обеспечение аварийного запаса кабеля, арматуры и материалов (в том числе кабеля облегченной конструкции) для быстрого устранения повреждений на линии;
- содержание в исправном и работоспособном состоянии механизмов, транспорта, приборов, приспособлений, инструментов и спецодежды, необходимых для проведения планово-профилактических и аварийно-восстановительных работ;
- устранение аварий и повреждений;
- проведение охранно-разъяснительных работ;
- установка предупредительных знаков;
- подготовка линейных сооружений к работе в зимних условиях и в период паводков;
- ведение технического учета и паспортизации;

- предотвращение повреждений, связанных с выполнением работ по подрыву льда, раскопке грунта, очистке дна водоемов, строительству сооружений в зоне кабельной линии.

При осуществлении технического надзора в процессе эксплуатации необходимо:

- оповещать местные органы власти, организации, предприятия и стройки, на территории или вблизи которых проходит трасса, о месте прокладки кабеля и о необходимости выполнения ими правил сохранности средств связи;

- проводить разъяснительную работу среди населения, работников строительных и других организаций и предприятий, расположенных по трассе кабельной линии, о соблюдении мер предосторожности при работах в охранной зоне кабеля;

- вручать уведомления этим организациям и частным лицам о прохождении подземных кабелей с предупреждением об ответственности за сохранность кабеля при выполнении работ;

- устанавливать предупредительные знаки в местах сближения кабеля с другими наземными и подземными сооружениями и в зонах ожидаемых строительных работ;

- осуществлять непрерывный надзор в местах производства земляных и других работ в охранной зоне кабеля и принимать меры его защиты от повреждений;

- предотвращать размывы и обвалы грунта по трассе кабеля;

- следить за состоянием замерных столбиков, сигнальных и предупредительных знаков, КИП и других устройств и устранять замеченные недостатки, [23].

Для обозначения на местности кабельной трассы и муфт, а также запрещения в охранной зоне ОК несогласованных с эксплуатационными организациями раскопок и других работ на трассе устанавливаются железобетонные замерные столбики, предупредительные указательные знаки, плакаты и шлагбаумы. Замерные столбики (рис. 7.2.1) размещаются на междугородных линиях на расстоянии 0,1 м от кабеля с полевой стороны в местах монтажа муфт, на поворотах трассы, на прямолинейных участках трассы на расстоянии один от другого не более 250—300 м, на переходах через водные преграды вблизи выхода кабеля из воды, а также на пересечениях с автомобильными и железными дорогами, подземными коммуникациями разного назначения, с воздушными и кабельными линиями. Установка замерных столбиков на пахотной земле недопустима. В таких случаях они выносятся в направлении дороги за пределы пахотной или окультуренной земли и устанавливаются в местах, где обеспечивается их целостность. Расстояние от замерного столбика к муфте обозначается на лицевой стороне столбика и регистрируется в паспорте трассы кабельной магистрали.

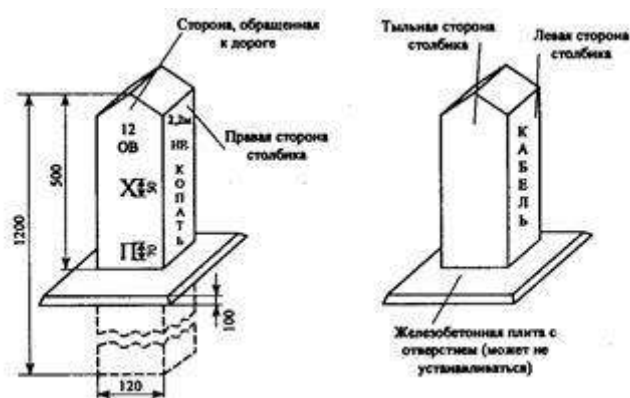


Рисунок 7.2.1. - Замерные столбики (надписи и условные обозначения выполняются черной (красной) краской на светлом фоне, головка столбика красится в красный цвет)

В населенных пунктах, где по местным условиям установка замерных столбиков невозможна, для обозначения мест расположения муфт на стенах домов, оград или других постоянных сооружений крепятся указательные знаки с обозначением номера муфты и расстояния к ней. Для обозначения пересечений и сближении трасс ВОЛС с воздушными ЛЭП, связи и проводного вещания, расположенных от кабеля на расстоянии меньше половины высоты опоры, на опорах устанавливают плакат с обозначением расстояния к кабелю. Плакат прикрепляется к опоре со стороны проложенного кабеля.

В местах проведения земляных работ, а также в других опасных местах устанавливаются типовые предупредительные знаки.

Для запрещения постоянных и временных несогласованных проездов и пересечений трасс ВОЛС транспортными средствами устанавливаются шлагбаумы.

Для предупреждения судоводителей о пересечении судового хода подводным кабелем (в этом месте запрещается пользоваться якорями, лотами, цепями-волокушами, проводить землечерпальные работы без согласования с эксплуатационными предприятиями связи) на берегах устанавливаются запрещающие информационные знаки: «Якорь не бросать!». Запрещающий знак состоит из сигнального щита и опоры для его крепления. Сигнальный щит изготовлен в форме диска диаметром 150, 200 или 300 см. Диск имеет белый цвет и красную окантовку, символ якоря черного цвета перечеркнут диагональю красного цвета. Ночью или при плохой видимости этот знак освещается часто мигающим желтым сигнальным светом.

Как отмечалось выше, для обозначения на местности трассы ВОЛС с кабелем без металлических элементов используются кроме указательных маркерных знаков также мерные ленты или кабель, пассивные маркеры и др.

7.3. Основные виды обслуживания систем электропитания оперативно-технологических устройств связи

7.3.1 Структура электроустановки

Электрическая установка – это комплекс сооружений на территории предприятия связи и в производственных помещениях, обеспечивающий функционирование предприятия связи, как в нормальных так и в аварийных режимах его работы. Электроустановка включает в себя следующее оборудование:

- дизель-генераторные установки (ДГУ);
- трансформаторные подстанции (ТП);
- электропитающие установки (ЭПУ);
- система вентиляции и кондиционирования воздуха;
- электросети освещения.

ЭПУ – это комплекс оборудования, предназначенного для распределения и резервирования электрической энергии, а также ее регулирование и преобразование для удовлетворения требований по качеству питающих напряжений. ЭПУ включает в себя конверторы напряжения, аккумуляторные батареи, инверторы и токораспределительную сеть (ТРС).

Система питания должна предусматривать два ввода (фидера) от двух независимых трансформаторных подстанций, [28].

Трансформаторная подстанция бывает открытого и закрытого типа. Она обеспечивает понижение напряжения от (5...10) кВ до 220/380В.

АВР - автоматический ввод резерва, осуществляет переключение на резервный фидер в случае пропадания напряжения на основном фидере. При выходе из строя обоих фидеров осуществляется подключение *дизель-генераторной установки* автоматически или ручным способом при помощи размыкателя. Существуют два способа запуска ДГУ: сжатым воздухом или с помощью электрического стартера.

Запуск дизеля должен произойти за (1...3) минуты. Разрешается запускать его с помощью стартера до 3-х раз (по 5...6 с). Это обусловлено возможностью выхода из строя стартерных аккумуляторов. Мощность ДГУ лежит в пределах от 8кВт до 1500кВт. В системах электропитания чаще всего используется два ДГУ, один – основной, другой резервный.

ЩПТА – щит переменного тока автоматизированный, обеспечивает ввод и распределение по потребителям токоведущих шин.

Блок выпрямительного устройства - преобразует напряжение переменного тока в напряжение постоянного тока и допускает параллельную работу для увеличения тока нагрузки. Существует два режима работы выпрямительного устройства:

- режим стабилизации напряжения для питания аппаратуры связи и подзарядки аккумуляторных батарей;
- режим стабилизации тока для заряда аккумуляторных батарей после аварии.

Инвертор напряжения - преобразует напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока прямоугольной или синусоидальной формы и обеспечивает его стабилизацию.

Конвертор напряжения (или преобразователь постоянного напряжения) - это преобразователь постоянного напряжения одного уровня в постоянное напряжение другого уровня. Конвертор напряжения включает в себя инвертор напряжения и выпрямитель. Промежуточным звеном является - высокочастотный трансформатор. Конвертор напряжения может выполнять одну из двух функций в системе электропитания: формировать дополнительные градации напряжения или обеспечивать вольтодобавку к напряжению аккумуляторной батареи при ее саморазряде в аварийном режиме работы системы электропитания.

Аккумуляторная батарея (АБ) – химический источник постоянного тока. Используется в качестве резервного источника энергии в аварийном режиме работы системы электропитания до момента запуска ДГУ.

Контроллер следит за скоростью вращения генератора ДГУ, уровнем напряжения, наличием воздуха, топлива и воды, масла, за давлением масла, которое используется для смазки ДГУ, за повышением температуры воды и т.д. Контроллер также обеспечивает выравнивание токов на выходе выпрямителей для повышения надежности системы, и переход из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения по информации поступающей от устройств контроля состояния АБ.

Система вентиляции и кондиционирования воздуха (СВ и К) обеспечивает нормальное функционирование (что также повышает надежность системы) преобразователей напряжения, ДГУ, аккумуляторных батарей. СВ и К регулирует процессом охлаждения или подогрева отдельных устройств. При зарядке аккумуляторной батареи происходит выделение газов в окружающую среду, поэтому необходимо производить очистку воздуха для обеспечения нормальной жизнедеятельности персонала. СВ и К обеспечивает циркуляцию воздуха и очистку от вредных примесей. *Модем* предназначен для передачи на обработку, информации о состоянии системы электропитания в сервисный центр обслуживания по телефонным каналам, [28].

Режимы работы системы электропитания

Нормальный режим: электропитание аппаратура связи получает по цепи: основной фидер, замкнутый контакт (K1), АВР, ЩПТА, выпрямители и ответвления на конвертор напряжения, инвертор напряжения и аккумуляторную батарею. Если нестабильность сети выходит за нормы допустимые для питающего оборудования или аппаратура связи предъявляет высокие требования к питающим напряжениям переменного тока, то инвертор напряжения включается и в нормальном режиме работы. В этом режиме происходит подзаряд АБ от выпрямителя.

Аварийный режим: до момента запуска ДГУ питание основного оборудования осуществляется от АБ постоянным током. Аппаратура,

питающаяся переменным током подключается к инвертору напряжения. При пропадании питания от одного из фидеров сразу же происходит запуск ДГУ. После окончания его запуска питание аппаратуры связи протекает по тому же пути, как и в нормальном режиме (только вместо К1 или К2 замыкается К3). После запуска ДГУ происходит отключение АБ.

После аварийный режим: происходит восстановление элементов АБ в режиме стабилизации тока при подключении одного из фидеров.

Модификации системы электропитания в цепи постоянного тока

На предприятиях связи используются три модификации системы электропитания на стороне постоянного тока:

1. Буферная система электропитания.
2. С отделенной от нагрузки АБ.
3. Безаккумуляторная система электропитания.

Модификации систем питания в цепи переменного тока

(АБП – агрегаты бесперебойного питания)

Существуют следующие модификации систем электропитания в цепи переменного тока:

1. С переключателем (off line).
 2. Линейно – интерактивная (line interactive).
 3. С гальванической развязкой цепей (on line).
- С дельта – преобразованием (on line).

7.3.2 Техническое обслуживание устройств электропитания на перегонах и станциях

Техническое обслуживание - это комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности устройств

Основными видами работ по техническому обслуживанию являются осмотр, проверка действия, измерение характеристик, регулировка, чистка, смазка, покраска, замена износившихся деталей и узлов, восстановление исправного действия устройств при возникновении отказов. Как правило, техническое обслуживание осуществляют без выключения устройств из эксплуатации.

Техническое обслуживание устройств выполняют старшие электромеханики, электромеханики и электромонтеры. Порядок обслуживания и ремонта устройств устанавливает начальник дистанции сигнализации и связи, [28].

Во время эксплуатации устройств электропитания перегонных устройств автоматики и телемеханики возникают различные неисправности, наиболее характерные из которых следующие: перегорание предохранителей; повреждение разрядников и выравнивателей в цепях грозозащиты; нарушение норм сопротивлений рабочих и защитных заземлений; снижение выпрямленного напряжения у выпрямителей; сульфитация и изломы пластин аккумуляторов; выкрашивание активной

массы и коробление пластин аккумуляторов; короткое замыкание между пластинами аккумуляторов; неисправность резервного питания.

Для предотвращения повреждений устройств электропитания следует строго соблюдать порядок технического обслуживания устройств в соответствии с действующими инструкциями.

Проверку состояния предохранителей, проверку и регулировку приборов грозозащиты, измерение сопротивления рабочих и защитных заземлений необходимо проводить один раз в год. Замену всех типов предохранителей (независимо от их состояния) на новые, заранее проверенные, осуществляют в следующие сроки: предохранители с номиналом тока до 5 А включительно - один раз в год; автоматические выключатели типа ЛВМ и предохранители с номиналом более 5 А - один раз в 3 года. Один раз в год электромеханик меняет разрядники и выравниватели напряжения на проверенные.

Наиболее характерные неисправности станционных устройств электропитания следующие: отклонение номинального напряжения в цепях электропитания устройств электрической централизации на щитовой установке; неисправность предохранителей, переключателей, блоков автоматической регулировки напряжения, пакетных переключателей и контакторов, кнопок, контактов реле, пластин выпрямителей, схем сигнализации перегорания предохранителей щитовых установок, резервных электростанций ДГА, преобразователей резервного питания; повреждение разрядников и выравнивателей в цепях грозозащиты; нарушение работы вентиляции в аккумуляторном помещении, различные повреждения аккумуляторов; неисправность резервного питания по переменному току на станциях.

Для профилактики и предотвращения повреждений электропитания станционных устройств необходимо строго соблюдать порядок технического обслуживания устройств в соответствии с действующими инструкциями. Напряжения всех цепей питания устройств электрической централизации нужно проверять один раз в 4 недели; проверку напряжения всех цепей питания устройств ЭЦ на щитовой установке, четкость работы переключателей и правильность работы блоков автоматической регулировки напряжения должен выполнять электромеханик один раз в неделю.

Внешний осмотр щитовой установки с проверкой исправного состояния и надежности крепления монтажа на зажимах, состояния контактов реле, кнопок, открытых переключателей и контакторов, чистоты их контактной поверхности, состояния пластин выпрямителей осуществляют один раз в 3 месяца.

Состояние и пробный запуск резервных электростанций ДГА и преобразователей резервного питания с подключением нагрузки проверяют 2 раза в год. Проверку и регулировку приборов грозозащиты, измерение сопротивления рабочих и защитных заземлений, замену разрядников и выравнивателей напряжения выполняют один раз в год.

Работу вентиляции в аккумуляторном помещении проверяют один раз в 4 недели. Проверку состояния аккумуляторов с измерением напряжения и плотности электролита для систем с автоматической регулировкой напряжения осуществляют один раз в 4 недели, проверку наличия и исправности резервного питания по переменному току на станциях и перегонах - один раз в 3 месяца.

Проверку состояния выпрямителей с измерением выпрямленного напряжения проводят один раз в 3 месяца. Выпрямленное напряжение выпрямителя типа (ВАК) регулируют без отключения нагрузки перемещением магнитного шунта или переключением секций вторичной обмотки трансформатора. У выпрямителей, работающих в буферном режиме, прямой ток нужно измерять один раз в год. Проверку состояния аккумуляторов с измерением напряжения и плотности электролита необходимо выполнять также один раз в год.

Наличие и исправность резервного питания на станциях и перегонах следует проверять один раз в 3 месяца, что выполняют при измерении напряжения и переключении питания с основного источника на резервный. При отсутствии устройств переключения на перегонах такую проверку можно выполнять при измерении напряжения резервного источника питания.

Электрические параметры устройств автоматики и телемеханики измеряют приборами, имеющими класс точности не ниже 2,5 для переменного тока и 1,5 для постоянного тока. Механические параметры устройств автоматики и телемеханики измеряют приборами или приспособлениями, имеющими класс точности или допуски, которые определяются паспортными данными на эти средства измерения.

7.4. Общие принципы IP-телефонии

В технической литературе используются три основных термина для обозначения технологии передачи речи по сетям с пакетной коммутацией на базе протокола IP (Internet Protocol):

- IP-телефония (IP Telephony);
- голос по IP-сетям (Voice over IP - VoIP);
- Интернет-телефония (Internet Telephony).

Под IP-телефонией будем понимать технологию, позволяющую использовать любую сеть с пакетной коммутацией на базе протокола IP (например, сеть Интернет) в качестве средства организации и ведения международных, междугородных и местных телефонных разговоров и передачи факсов в режиме реального времени, [11].

Во многих странах технология передачи голосовой информации с использованием протокола IP имеет устоявшееся название Voice over IP (VoIP). В отношении сервисов и технологий между IP-телефонией и VoIP нет никакой разницы. Интернет-телефония - это частный случай IP-телефонии, когда в качестве каналов передачи пакетов телефонного трафика либо от

абонента к оператору, либо на магистрали (либо на обоих названных участках) используются обычные каналы сети Интернет.

Принципы пакетной передачи речи

«Классические» телефонные сети основаны на технологии коммутации каналов (рис. 7/4.1), которая для каждого телефонного разговора требует выделенного физического соединения (один телефонный разговор представляет собой одно физическое соединение телефонных каналов). В этом случае аналоговый сигнал шириной 3,1 кГц передается на ближайшую АТС, где он мультиплексируется по технологии временного разделения с сигналами, которые поступают от других абонентов, подключенных к этой АТС. Далее групповой сигнал передается по сети межстанционных каналов. Достигнув АТС назначения, сигнал демультиплексируется и доходит до адресата.

Основным недостатком телефонных сетей с коммутацией каналов является неэффективное использование полосы канала - во время пауз в речи канал не несет никакой полезной нагрузки.

Переход от аналоговых к цифровым технологиям стал важным шагом для возникновения современных цифровых телекоммуникационных сетей. Одним из таких шагов в развитии цифровой телефонии стал переход к пакетной коммутации. В сетях пакетной коммутации по каналам связи передаются единицы информации, которые не зависят от физического носителя. Такими единицами могут быть пакеты, кадры или ячейки (в зависимости от протокола), но в любом случае они передаются по разделяемой сети (рис. 7.4.2), более того - по отдельным виртуальным каналам, не зависящим от физической среды. Каждый пакет идентифицируется заголовком, который может содержать информацию об используемом им канале, его происхождении (т.е. об источнике или отправителе) и пункте назначения (о получателе или приемнике).

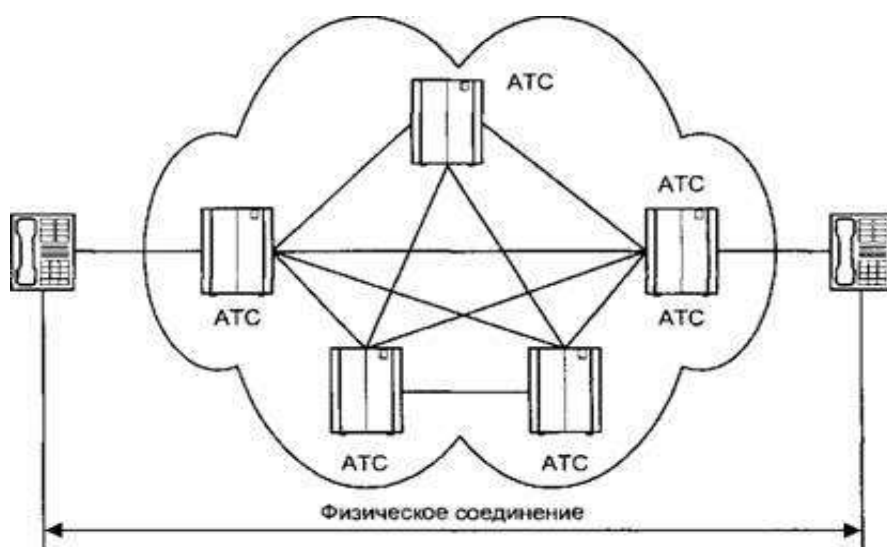


Рисунок 7.4.1.- Соединение в «классической» телефонной сети

В сетях на основе протокола IP все данные - голос, текст, видео, компьютерные программы или информация в любой другой форме - передаются в виде пакетов. Любой компьютер и терминал такой сети имеет свой уникальный IP-адрес, и передаваемые пакеты маршрутизируются к получателю в соответствии с этим адресом, указываемом в заголовке. Данные могут передаваться одновременно между многими пользователями и процессами по одной и той же линии. При возникновении проблем IP-сети могут изменять маршрут для обхода неисправных участков. При этом протокол IP не требует выделенного канала для сигнализации, [11].

Процесс передачи голоса по IP-сети состоит из нескольких этапов.

На первом этапе осуществляется оцифровка голоса. Затем оцифрованные данные анализируются и обрабатываются с целью уменьшения физического объема данных, передаваемых получателю. Как правило, на этом этапе происходит подавление ненужных пауз и фонового шума, а также компрессирование.

На следующем этапе полученная последовательность данных разбивается на пакеты и к ней добавляется протокольная информация - адрес получателя, порядковый номер пакета на случай, если они будут доставлены не последовательно, и дополнительные данные для коррекции ошибок. При этом происходит временное накопление необходимого количества данных для образования пакета до его непосредственной отправки в сеть.

Извлечение переданной голосовой информации из полученных пакетов также происходит в несколько этапов. Когда голосовые пакеты приходят на терминал получателя, то сначала проверяется их порядковая последовательность. Поскольку IP-сети не гарантируют время доставки, то пакеты со старшими порядковыми номерами могут прийти раньше, более того, интервал времени получения также может колебаться. Для восстановления исходной последовательности и синхронизации происходит временное накопление пакетов.

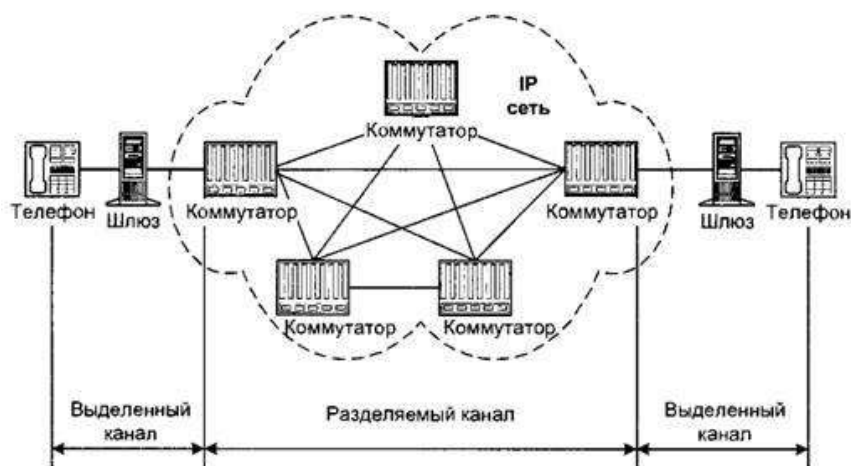


Рисунок 7.4.2. - Соединение в сети с коммутацией пакетов

Однако некоторые пакеты могут быть вообще потеряны при доставке, либо задержка их доставки превышает допустимый разброс. В обычных условиях приемный терминал запрашивает повторную передачу ошибочных или потерянных данных. Но передача голоса слишком критична ко времени доставки, поэтому в этом случае либо включается алгоритм аппроксимации, позволяющий на основе полученных пакетов приблизительно восстановить потерянные, либо эти потери просто игнорируются, а пропуски заполняются данными случайным образом.

Полученная (не восстановленная!) последовательность данных декомпрессируется и преобразуется непосредственно в аудио-сигнал, несущий голосовую информацию получателю.

Таким образом, с большой степенью вероятности, полученная информация не соответствует исходной (искажена) и задержана (обработка на передающей и приемной сторонах требует промежуточного накопления). Однако в некоторых пределах избыточность голосовой информации позволяет мириться с такими потерями.

Операторы сетей с пакетной коммутацией получают преимущества, присущие разделяемой инфраструктуре электросвязи по самой её природе. Абонент, оплативший полосу 64 кбит/с, использует канал в среднем лишь на 25%. Следовательно, оператор способен продать имеющийся у него ресурс в четыре раза большему числу пользователей, не перегружая свою сеть. Такой сценарий выгоден обеим сторонам - и клиенту, и продавцу, - поскольку оператор увеличивает свои доходы и уменьшает абонентскую плату за счет снижения издержек.

В настоящее время в IP-телефонии существует два основных способа передачи голосовых пакетов по IP-сети:

- через глобальную сеть Интернет (Интернет-телефония);
- используя сети передачи данных на базе выделенных каналов (IP-телефония).

В первом случае полоса пропускания напрямую зависит от загруженности сети Интернет пакетами, содержащими данные, голос, графику и т.д., а значит, задержки при прохождении пакетов могут быть самыми разными. При использовании выделенных каналов исключительно для голосовых пакетов можно гарантировать фиксированную (или почти фиксированную) скорость передачи. Ввиду широкого распространения сети Интернет особый интерес вызывает реализация системы Интернет-телефонии, хотя следует признать, что в этом случае качество телефонной связи оператором не гарантируется.

Для того, чтобы осуществить междугородную (международную) связь с помощью телефонных серверов, организация или оператор услуги должны иметь по серверу в тех местах, куда и откуда планируются звонки. Стоимость такой связи на порядок меньше стоимости телефонного звонка по обычным телефонным линиям. Особенно велика эта разница для международных переговоров.

Общий принцип действия телефонных серверов Интернет-телефонии таков: с одной стороны, сервер связан с телефонными линиями и может соединиться с любым телефоном мира. С другой стороны, сервер связан с Интернетом и может связаться с любым компьютером в мире, [11].

Сервер принимает стандартный телефонный сигнал, оцифровывает его (если он исходно не цифровой), значительно сжимает, разбивает на пакеты и отправляет через Интернет по назначению с использованием протокола IP. Для пакетов, приходящих из сети на телефонный сервер и уходящих в телефонную линию, операция происходит в обратном порядке.

Обе составляющие операции (вход сигнала в телефонную сеть и его выход из телефонной сети) происходят практически одновременно, что позволяет обеспечить полнодуплексный разговор. На основе этих базовых операций можно построить много различных конфигураций. Например, звонок «телефон-компьютер» или «компьютер-телефон» может обеспечивать один телефонный сервер. Для организации связи телефон (факс)-телефон (факс) нужно два сервера.

Основным сдерживающим фактором на пути масштабного внедрения IP-телефонии является отсутствие в протоколе IP механизмов обеспечения гарантированного качества услуг, что делает его пока не самым надежным транспортом для передачи голосового трафика.

Сам протокол IP не гарантирует доставку пакетов, а также время их доставки, что вызывает такие проблемы, как «рваный голос» и просто провалы в разговоре. Сегодня эти проблемы решаются: организации по стандартизации разрабатывают новые протоколы, производители выпускают новое оборудование, но на этом уровне дела с совместимостью и стандартизацией обстоят уже не так хорошо, как с «упаковкой» речи в пакеты. Заметим, что если в рамках частной корпоративной сети некоторая потеря качества голосовой связи при сильной загруженности ресурсов вполне терпима при условии, что средний показатель будет вполне удовлетворительным, то в случае сети общего пользования все намного серьезнее.

С точки зрения масштабируемости IP-телефония представляется вполне законченным решением. Во-первых, поскольку соединение на базе протокола IP может начинаться (и заканчиваться) в любой точке сети от абонента до магистрали. Соответственно, IP-телефонию в сети можно вводить участок за участком, что, кстати, на руку и с точки зрения миграции. Ее можно проводить «сверху вниз», «снизу вверх» или по любой другой схеме. Для решений IP-телефонии характерна определенная модульность: количество и мощность различных узлов - шлюзов, gatekeeper («привратников» - так в терминологии VoIP именуются серверы обработки номерных планов) - можно наращивать практически независимо, в соответствии с текущими потребностями. Естественно, проблемы наращивания ресурсов собственно сетевой инфраструктуры мы сейчас не учитываем, поскольку узлы самой сети могут быть независимы от системы IP-телефонии, а могут и совмещать в себе их функции.

Виды соединений в сети IP-телефонии

Сети IP-телефонии предоставляют возможности для вызовов четырех основных типов:

- «От телефона к телефону» (рис. 7.4.3). Вызов идет с обычного телефонного аппарата к АТС, на один из выходов которой подключен шлюз IP-телефонии, и через IP-сеть доходит до другого шлюза, который осуществляет обратные преобразования.

- «От компьютера к телефону» (рис. 7.4.4). Мультимедийный компьютер, имеющий программное обеспечение IP-телефонии, звуковую плату (адаптер), микрофон и акустические системы, подключается к IP-сети или к сети Интернет, и с другой стороны шлюз IP-телефонии имеет соединение через АТС с обычным телефонным аппаратом.

Следует отметить, что в соединениях 1 и 2 типов вместо телефонных аппаратов могут быть включены факсимильные аппараты, и в этом случае сеть IP-телефонии должна обеспечивать передачу факсимильных сообщений.

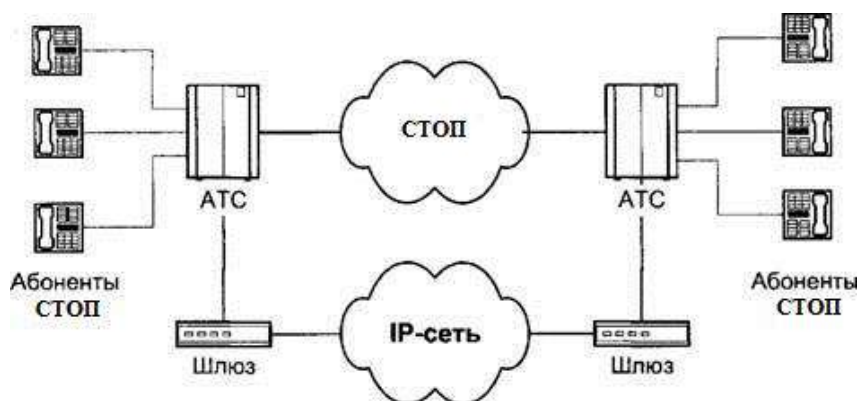


Рисунок 7.4.3 - Схема связи «телефон-телефон»

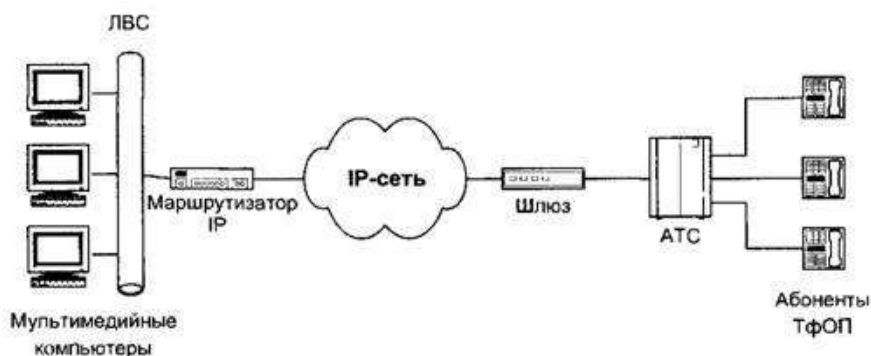


Рисунок 7.4.4 - Схема связи «компьютер-телефон»

«От компьютера к компьютеру» (рис. 7.4.5). В этом случае соединение устанавливается через IP-сеть между двумя мультимедийными

компьютерами, оборудованными аппаратными и программными средствами для работы с IP-телефонией.

От WEB браузера к телефону» (рис. 7.4.6). С развитием сети Интернет стал возможен доступ и к речевым услугам. Например, на WEB-странице некоторой компании в разделе «Контакты» размещается кнопка «Вызов», нажав на которую можно осуществить речевое соединение с представителем данной компании без набора телефонного номера. Стоимость такого звонка для вызывающего пользователя входит в стоимость работы в сети Интернет.

Преимущества использования IP-телефонии

Конечный пользователь IP-телефонии не только сохранит имеющиеся преимущества телефонной сети общего пользования, которые включают широкий диапазон услуг, простоту использования, надежность и качество голоса, но и получит следующие дополнительные преимущества:

- более низкие цены на традиционные услуги телефонной связи;
- IP-телефония одновременно поддерживает голос и данные, удовлетворяя требованиям конвергенции.
- Это означает, что клиенты получают дополнительные преимущества от экономии в развитии, возможные за счет использования единой сети, а также за счет того, что объемы трафика и шаблоны быстро сменяются от данных к голосу и наоборот и это защищает клиента;

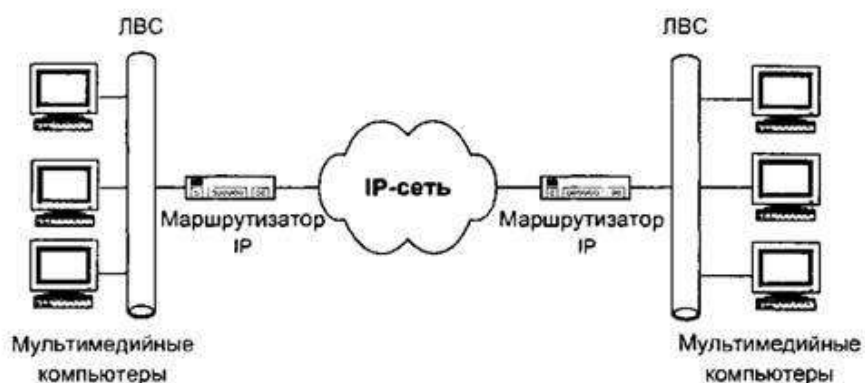


Рисунок 7.4.5 - Схема связи «компьютер-компьютер»

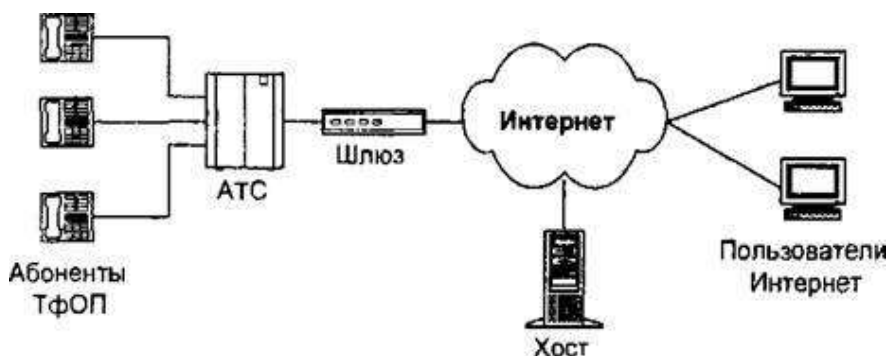


Рисунок 7.4.6 - Схема связи «WEB-браузер - телефон»

- феноменальная мобильность пользователя, которую обеспечивает сеть IP-телефонии: звонки и факсы автоматически перенаправляются в любую точку мира, пользователи будут иметь доступ к одному и тому же набору услуг вне зависимости от того, где и как они подключаются к сети. Эта распределенная архитектура обеспечивает прекрасную гибкость и делает возможным отсутствие привязки к месту предоставления услуги;

- новый набор устройств доступа, от традиционных телефонов и факсов до компьютеров;

- доступ к новым услугам (голосовая почта, конференцсвязь, передача факса и др.) через открытый интерфейс архитектуры на базе IP, что обеспечивает совместимость для широкого спектра разработчиков приложений;

- возможность настройки набора услуг;

- простота оплаты услуг IP-телефонии (обычно с помощью prepaid телефонных карточек);

- простота контроля пользователем состояния его расчетного счета (через сеть Интернет).

IP-телефония сегодня - это способ более эффективно использовать существующий сетевой ресурс и возможность предоставления своим клиентам современного спектра дополнительных услуг (голосовая почта, конференцсвязь, поиск номеров, контроль за расчетами и многое другое), которые не реализуемы в традиционной телефонной сети, и за счет которых оператор может получить дополнительную прибыль.

Для реализации функций IP-телефонии при установлении связи используется разнородное оборудование и программное обеспечение. Клиентское оборудование или программное обеспечение используется конечным пользователем для подключения к другому клиентскому устройству (программе), либо к серверу IP-телефонии, IP-АТС через какую-либо компьютерную сеть. В случае использования открытых стандартов и протоколов, возможно взаимодействие приложений и устройств разных производителей, [26].

Клиентское оборудование

VoIP-шлюз - устройство, позволяющее подключить аналоговый телефонный аппарат к VoIP-серверу или непосредственно к другому клиентскому устройству IP-телефонии. Каждый аналоговый порт шлюза (FXS), представляется в компьютерной сети, как VoIP-терминал. Различают VoIP-шлюзы на 1-2 порта (иногда называемые также «VoIP-адаптерами»), или многопортовые устройства, которые называют шлюзами «средней» или «высокой плотности», [26]. IP-телефон - устройство, которое внешне выглядит как обычный современный телефонный аппарат. В действительности является сетевым устройством, похожим на мини-ПК с собственной сетевой операционной системой. Видео-телефон - вариант настольного VoIP-телефона с цветным ЖК-дисплеем и встроенной видеокамерой. SIP-DECT-телефон - цифровой беспроводной радиотелефон,

работающий по стандарту DECT, базовая радиостанция которого подключается к серверу IP-телефонии посредством компьютерной сети

Программный телефон (софтфон) - программа на настольном ПК или мобильном устройстве, выполняющая роль пользовательского терминала. Звуковая система устройства - звуковая карта и встроенные или внешние динамики или наушники и микрофон или гарнитура служат в качестве инструмента обеспечения звука. Программный телефон лишь использует драйвер звуковой карты в используемой операционной системе. Функции сетевой связи реализуются также в операционной системе.

Технология WebRTC позволила использовать в качестве программного телефона любой современный веб-браузер на любом ПК. Использование софтфонов на мобильных устройствах с доступом в Интернет, стало причиной появления термина мобильная IP-телефония (mobile VoIP, mVoIP).

USB-телефон - пользовательское устройство, по внешнему виду, как правило, имитирующее трубку телефонного аппарата или телефонный аппарат. USB-телефон подключается к USB-порту компьютера (отсюда и название). Такое устройство, как правило требует установки дополнительного ПО в операционную систему (или устанавливает его самостоятельно при первом подключении). В этом случае по сути является вариантом софтфона с внешней гарнитурой или акустической системой для компьютера, с дополнительным управлением из программы, [26].

В последнее время наблюдается тенденция использования функций VoIP в системах типа «Умный дом» - для удалённого аудио и видео контроля. В результате появились IP-домофоны и различные видео-камеры для видео-наблюдения с функциями VoIP, позволяющие владельцу в автоматическом режиме получать входящий вызов на заранее определённый номер при наступлении важного события или наоборот предоставить возможность владельцу совершать звонок на специальный номер и управлять системой посредством тонального набора, как в голосовом меню, [11]

Серверное оборудование (IP-АТС) и оборудование доступа

Для работы в сложной сети с большим числом пользователей необходим централизованный коммутатор - устройство или программа реализующие функционал автоматической телефонной станции в IP-сети, VoIP-сервер. К серверам IP-телефонии относят:

- сервер многоточечной конференции (англ. Multipoint Control Unit, *MCU*) - аппаратно-программное устройство, предназначенное для объединения аудио- и видеоконференции в многоточечный режим.;

- аппаратный VoIP-шлюз с возможностью подключения нескольких аналоговых телефонных аппаратов. Нередко обладает встроенными функциями мини-АТС и в этом случае, может выполнять функции VoIP-сервера. VoIP-шлюз может быть подключён к другой аналоговой или цифровой телефонной станции на FXS-порт посредством стандартного телефонного FXO-интерфейса;

- VoIP-GSM-шлюз - разновидность VoIP-шлюза. Устройство, предназначенное для прямой трансляции телефонного сигнала из IP-сетей в сотовую телефонную сеть и обратно;

- потоковые шлюзы - устройства, позволяющие подсоединить аналоговую или цифровую телефонную станцию к другой IP-АТС посредством компьютерной сети и реализуют функцию преобразования;

- цифровая АТС с возможностью подключения VoIP-терминалов пользователей посредством компьютерной сети, благодаря наличию специальной сетевой карты или дополнительной платы расширения с поддержкой подключения к компьютерной сети и реализующей функции VoIP;

- программный коммутатор (софтсвитч) - программа работающий на любом аппаратном сервере или виртуальной машине под управлением сетевой операционной системы. Благодаря тому, что программное обеспечение легко может быть доработано в софтверных реализациях реализуются самая различная логика работы и инструменты интеграции с другими системами. Некоторые софтверные коммутаторы интегрированы в специальное отдельное аппаратное устройство и не могут быть установлены ни какое другое устройство;

- виртуальная АТС - разновидность софтверного коммутатора, предлагаемая как услуга какой-либо телекоммуникационной компанией.

Протоколы

Протоколы обеспечивают регистрацию клиентского устройства (шлюз, терминал или IP-телефон, или *привратнике* провайдера, вызов и/или переадресацию вызова, установление голосового или видеосоединения, передачу имени и/или номера абонента. В настоящее время широкое распространение получили следующие протоколы, [26]:

- SIP - протокол сеансового установления связи, обеспечивающий передачу голоса, видео, сообщений систем мгновенного обмена сообщений и произвольной нагрузки, для сигнализации обычно использует порт 5060 UDP. Поддерживает контроль присутствия.

- H.323 - рекомендация ITU-T, стек протоколов, более привязанный к системам традиционной телефонии, чем SIP, сигнализация по порту 1720 TCP, и 1719 TCP для регистрации терминалов на гейткипере.

- MGCP — протокол управления медиашлюзами (заменил SGCP).

- Megaco/H.248 - протокол управления медиашлюзами, развитие MGCP.

- SIGTRAN - набор протоколов туннелирования PSTN - сигнализации OKC-7 через IP на программный коммутатор (Softswitch).

- SCTP - протокол для организации гарантированной доставки пакетов в IP-сетях.

- SCCP - закрытый протокол управления терминалами (IP-телефонами и медиашлюзами) в продуктах компании Cisco.

- Jingle (дополнение к XMPP / Jabber).

– IAX2 — протокол для обмена данными между IP-PBX Asterisk. Через 4569 UDP-порт и сигнализация, и медиатрафик.

– Unistim - закрытый протокол передачи сигнального трафика в продуктах компании Nortel.

– WebRTC - веб-технология установления VoIP-соединения внутри протокола HTTP. Применяется в современных веб-браузерах.

Кодирование речи

Для передачи голоса по IP-сети человеческий голос оцифровывается при помощи импульсно-кодовой модуляции, сжимается (кодируется) и разбивается на пакеты. На принимающей стороне происходит обратная процедура — данные извлекаются из пакетов, декодируются и преобразуются обратно в аналоговый сигнал.

Кодирование вносит дополнительную задержку порядка 15—45 мс, возникающую по следующим причинам:

– использование буфера для накопления сигнала и учёта статистики последующих отсчётов (алгоритмическая задержка);

– математические преобразования, выполняемые над речевым сигналом, требуют процессорного времени (вычислительная задержка), [26].

Кодеки

Применяемые алгоритмы сжатия голоса при передаче по IP-сети довольно разнообразны. Некоторые практически не сжимают голос, оставляя его на уровне импульсно-кодовой модуляции (то есть 64 килобит/с), другие кодеки позволяют сжимать цифровой голосовой поток в 8 и более раз за счёт эффективных алгоритмов кодирования. Открытые:

- CELT (англ.)
- GSM
- G.711 μ -law
- G.711 a-Law
- G.722
- G.726
- Opus
- Speex
- iLBC

Безопасность соединения

Многие потребительские реализации IP-телефонии не поддерживают криптографическое шифрование, несмотря на то, что наличие безопасного телефонного соединения намного проще внедрить в рамках IP-технологии, чем в традиционных телефонных линиях. В результате, при помощи анализатора трафика относительно несложно установить прослушивание IP-звонков, а при некоторых ухищрениях даже изменить их содержание.

Тот, кто вторгается с использованием анализатора сетевых пакетов, имеет возможность перехватить IP-звонки, если пользователь не находится в рамках защищённой виртуальной сети VPN. Эта уязвимость в безопасности

может привести к атакам со сбоями (отказами в обслуживании) у пользователя или у кого-то, чей номер принадлежит той же сети. Эти отказы в обслуживании могут полностью уничтожить телефонную сеть, нагрузив её мусорным трафиком и создав постоянный сигнал «занято» и увеличив количество разъединений абонентов, [26].

Потребители могут обезопасить свою сеть, ограничив доступ в виртуальную локальную сеть данных, спрятав свою сеть с голосовыми данными от пользователей. Если потребитель поддерживает безопасный и правильно конфигурируемый межсетевой интерфейс-шлюз с контролируемым доступом, это позволит обезопасить себя от большинства хакерских атак. Существует свободное ПО, такое как Wireshark, облегчающее анализ трафика IP-разговоров.[11]. По некоторым параметрам IP-телефония выигрывает у традиционной в плане безопасности.[15]

Возможно произвести многоуровневое шифрование и анонимизацию всего VoIP-трафика (голоса, видео, служебной информации и т. д.) с помощью сети I2P, [5].

Контрольные вопросы

1. Перечислить термины для обозначения технологии передачи речи по сетям IP.
2. Что такое IP телефония?
3. Что такое интернет телефония?
4. Перечислите виды соединений в IP телефонии.
5. Схема связи IP телефонии «телефон-телефон».
6. Схема связи IP телефонии «компьютер-телефон».
7. Схема связи IP телефонии «компьютер-компьютер».
8. Схема связи IP телефонии «WEB-браузер - телефон».
9. Перечислить клиентское оборудование.
10. Протоколы IP.
11. Принцип кодирования речи.

Вывод: материал необходим для выполнения всех работ на цифровых сетях, но более подробно изучить принцип построения мультисервисных сетей, так как современная аппаратура технологической связи поддерживает эту технологию.

Дополнительная литература

1. Берндт Бютнер. Безопасность VoIP: новые проблемы, 2007.
2. Гольдштейн Б.С. и др. IP-телефония. М., Радио и Связь.
3. Дэвидсон Д. и др. Основы передачи голосовых данных по сетям IP., М., 2007.
4. Росляков А. В., и др. IP-телефония. М., Эко-Трендз, 2003.
5. Филимонов А. Построение мультисервисных сетей Ethernet. БХВ-Петербург, 2007

РАЗДЕЛ 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков при выполнении работ по техническому обслуживанию радиосистем оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для создания, редактирования технической конструкторской документации: Microsoft Office программы схемотехнического моделирования, AutoCAD, NanoCAD, Multisim, NetCracker и другие программы., лабораторное радиооборудование.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 8.1. Основной принцип построения систем радиосвязи
- 8.2 Описание радиостанций железнодорожной радиосвязи
- 8.3. Стандарт TETRA
- 8.5. Техническое обслуживание систем радиосвязи

8.1. Основные понятия радиосвязи

8.1.1 Общие принципы построения систем радиосвязи

Радиосвязь - вид электросвязи, осуществляемый с помощью *радиоволн*. Под *радиоволнами* принято понимать *электромагнитные волны, частота которых выше 30 кГц и ниже 3000 ГГц*, распространяющиеся в среде без искусственных направляющих сред (линий). С понятием радиоволны тесно связано понятие *радиочастоты*, т.е. частоты радиоволн.

Скорость распространения электромагнитных волн в какой-либо среде равна:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\mu\epsilon}}, \quad (8.1.1)$$

где c - скорость распространения света в вакууме; ϵ - диэлектрическая, μ - магнитная проницаемость среды.

Для воздуха $\epsilon \approx \mu \approx 1$, а скорость распространения электромагнитных волн близка к скорости света в вакууме, т.е. $v \approx 3 \cdot 10^8$ м/с.

Электромагнитные волны создаются источником периодически изменяющейся ЭДС с периодом T . Если в некоторый момент электромагнитное поле (ЭМП) имело максимальное значение, то такое же значение оно будет иметь спустя время T . За это время ЭМП переместится на расстояние:

$$\lambda = v T. \quad (8.1.2)$$

Минимальное расстояние между двумя точками пространства, поле в котором имеет одинаковое значение, называется *длиной волны*. Длина волны зависит от скорости ее распространения и периода ТЭДС, передающей это поле. Так как частота тока равна $f = 1/T$, то длина волны:

$$\lambda = \frac{v}{f}. \quad (8.1.3)$$

Длина волны λ связана с частотой колебания f соотношением:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f}. \quad (8.1.4)$$

Радиочастотный спектр - область частот, занимаемая радиоволнами. *Полоса частот* - область частот, ограниченная нижним и верхним пределами. *Диапазон частот* - полоса частот, которой присвоено условное наименование.

В соответствии с Регламентом радиосвязи весь радиочастотный спектр разделен на 12 диапазонов, которые определены как области радиочастот, равные $(0,3...3) \cdot 10^N$ Гц, где N - номер диапазона. Для целей радиосвязи используется девять диапазонов и, следовательно, $N = 4... 12$.

Диапазон радиоволн - определенный непрерывный участок длин радиоволн, которому присвоено условное метрическое наименование. Каждому диапазону радиоволн соответствует определенный диапазон радиочастот.

Классификация диапазонов радиочастот или радиоволн приведена в табл.1. Такая классификация в первую очередь связана с особенностями распространения радиоволн и их использования.

Кроме того, в технике радиосвязи широкое применение находят следующие понятия: *диапазон рабочих радиочастот* - полоса частот, в пределах которой обеспечивается работа радиостанции; *сетка рабочих радиочастот (сетка частот)* - множество следующих через заданные интервалы рабочих радиочастот; *шаг сетки рабочих радиочастот (шаг сетки частот)* - разность между соседними дискретными значениями рабочих частот, входящих в их сетку; *радиостанция* - один или несколько передатчиков и приемников или их комбинация, включая вспомогательное оборудование, необходимые для осуществления радиосвязи; *присвоенная полоса радиочастот* - полоса частот, в пределах которой радиостанции разрешено излучение; *рабочий канал* - полоса частот, которая используется для передачи информации (сообщения); *присвоенная радиочастота* - частота, соответствующая середине присвоенной радиостанции полосы

частот; *рабочая радиочастота* - частота, предназначенная для ведения радиосвязи радиостанцией.

Таблица 8.1.1 - Диапазоны радиоволн

Название частот	Название волн	Частоты	Длины волн	Применение
Очень низкие (ОНЧ)	Мириаметровые, сверхдлинные (СВД)	3–30 кГц	100 – 10 км	Служебная связь, связь с подводными лодками, радионавигация, передача метеоданных
Низкие (НЧ)	Километровые, длинные (ДВ)	30 – 300 кГц	10-1 км	Радиовещание в диапазоне 1500-1600 м
Средние (СЧ)	Гектометровые, средние (СВ)	300 кГц – 3 МГц	1 км – 100 м	Радиовещание в диапазоне 600 – 200 м
Высокие (ВЧ)	Декаметровые, короткие (КВ)	3 МГц – 30 МГц	100 м – 10 м	Радиовещание в диапазоне 75 – 16 м
Очень высокие (ОВЧ)	Метровые, ультракороткие (УКВ)	30 МГц – 300 МГц	10 м – 1 м	УКВ вещание, телевидение, радиолокация
Ультравысокие (УВЧ)	Дециметровые (ДМВ)	300 МГц – 3 ГГц	1 м – 10 см	Радиорелейная связь, телевидение, радиолокация
Сверхвысокие (СВЧ)	Сантиметровые (СМВ)	3 ГГц – 30 ГГц	10 см – 1 см	СВЧ-техника, радиолокация, космическая связь с помощью спутников, радиоастрономия
Крайне высокие (КВЧ)	Миллиметровые (МВ)	30 ГГц – 300 ГГц	1 см – 1 мм	Радиоспектроскопия
Гипервысокие (ГВЧ)	Децимиллиметровые, субмиллиметровые	300 ГГц – 3 ТГц	1 мм – 0,1 мм	Космическая связь

Для введения других понятий и определений следует рассмотреть обобщенную структурную схему радиосистемы передачи (РСП). Под *радиосистемой передачи* понимается совокупность технических средств, обеспечивающих образование типовых каналов и трактов, а также линейных трактов, по которым сигналы электросвязи передаются посредством радиоволн в открытом пространстве. Поскольку подавляющее большинство РСП являются *многоканальными*, то приведем обобщенную

структурную схему многоканальной РСП (рис. 8.1.1), где приняты следующие обозначения:

КГО – каналообразующее и групповое оборудование, обеспечивающее формирование сигналов типовых каналов и трактов из множества подлежащих передаче первичных сигналов электросвязи на передающем конце и обратное преобразование сигналов типовых каналов и трактов в множество первичных сигналов на приемном конце.

СЛ – проводные соединительные линии, обеспечивающие подключение каналообразующего и группового оборудования к РСП в случае их территориальной удаленности.

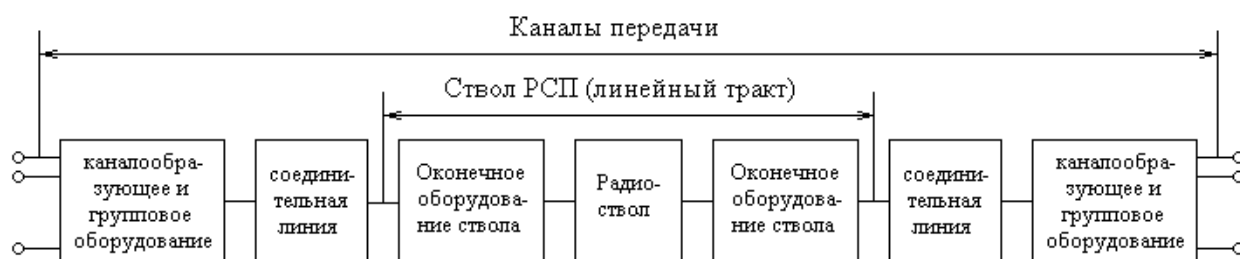


Рисунок 8.1.1 – Обобщенная структурная схема многоканальной радиосистемы связи

Для формирования радиосигнала и передачи его на расстояния посредством радиоволн используются различные радиосистемы связи. *Радиосистема связи* представляет собой комплекс радиотехнического оборудования и других технических средств, предназначенных для организации радиосвязи в заданном диапазоне частот с использованием определенного механизма распространения радиоволн. Вместе со средой (трактом) распространения радиоволн радиосистема связи образует *линейный тракт* или *ствол*, состоящий из оконечного оборудования ствола (ООС) и радиоствола.

ООСпер – оконечное оборудование ствола передающего конца, где формируется *линейный сигнал*, состоящий из информационного группового сигнала и вспомогательных сигналов (сигналов служебной связи, сигналов контроля работоспособности оборудования РСП и др.), которыми модулируются высокочастотные колебания.

РСТ – радиоствол, назначением которого является передача модулированных радиосигналов на расстояния с помощью радиоволн. Радиоствол называется *простым*, если в его состав входят лишь две оконечные станции и один тракт распространения радиоволн, и *составным*, если помимо двух оконечных радиостанций он содержит одну или несколько *ретрансляционных станций*, обеспечивающих прием, преобразование, усиление или регенерацию и повторную передачу радиосигналов. Необходимость использования составных радиостволов обусловлена рядом факторов, основными из которых являются

протяженность радиолинии, ее пропускная способность и механизм распространения радиоволн.

ООС_{пр} – оконечное оборудование ствола приемного конца, где проводятся обратные преобразования: демодуляция высокочастотного радиосигнала, выделение группового (многоканального) сигнала и вспомогательных служебных сигналов.

Совокупность технических средств и среды распространения А-диоволн, обеспечивающих передачу сигналов от источника к приемнику информации, называется *радиоканалом* (*каналом радиосвязи*). Радиоканал, обеспечивающий радиосвязь в одном *азимутальном* направлении, называется *радиолинией*.

Упрощенная структурная схема одноканальной радиолинии приведена на рис.8.1.2.

Функционирование радиолинии осуществляется следующим образом. Передаваемое сообщение поступает в преобразователь (микрофон, телевизионная передающая камера, телеграфный или факсимильный аппарат и др.), который преобразует его в первичный электрический сигнал. Последний поступает на радиопередающее устройство радиостанции, которое состоит из модулятора (М), синтезатора несущих частот (СЧ) и усилителя модулированных колебаний (УМК). С помощью модулятора один из параметров несущей частоты (высокочастотного колебания) изменяется по закону первичного сигнала. С помощью антенны (А) энергия радиочастот передатчика излучается в тракт распространения радиоволн.

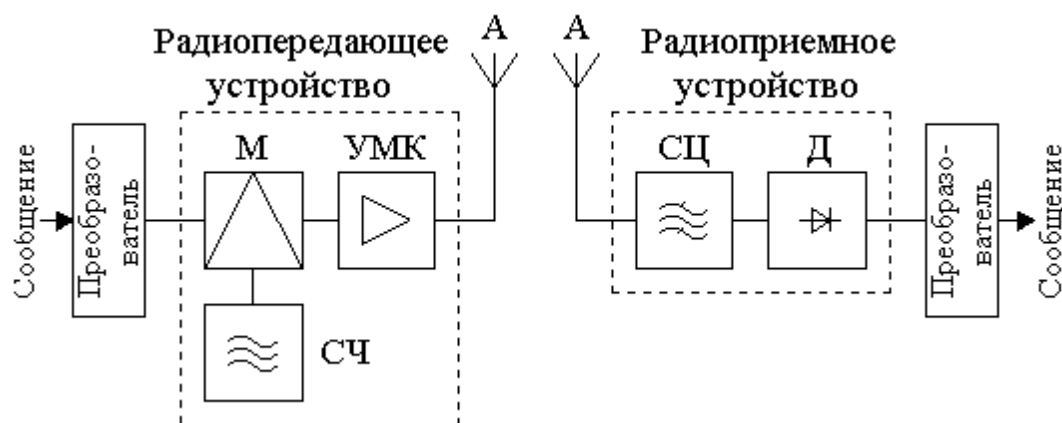


Рисунок 8.1.2 – Структурная схема радиолинии

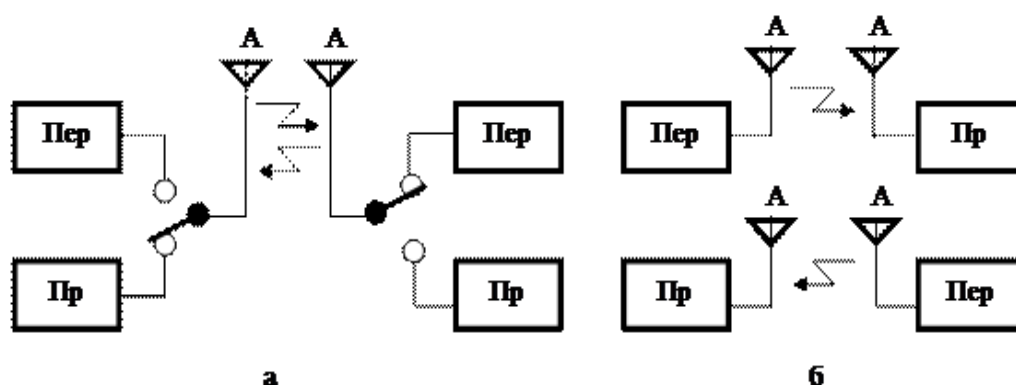
На приемном конце радиоволны наводят ЭДС в приемной антенне (А). Радиоприемное устройство радиостанции с помощью селективных (избирательных) цепей (СЦ) отфильтровывает сигналы от помех и других радиостанций. В детекторе (Д) происходит процесс, обратный модуляции, - выделение из модулированных колебаний исходного электрического сигнала. Далее в преобразователе этот сигнал преобразуется в сообщение, которое и поступает к абоненту.

Рассмотренная схема радиолинии обеспечивает *одностороннюю радиосвязь*, при которой передачу сообщений осуществляет одна из радиостанций, а другая или другие только прием. Для организации *двусторонней радиосвязи*, при которой радиостанции осуществляют прием и передачу, в каждом пункте необходимо иметь и передатчик (Пер) и приемник (Пр). Если при этом передача и прием на каждой радиостанции осуществляются поочередно, то такая радиосвязь называется *симплексной* (рис.8.1.3, а). Симплексная радиосвязь используется, как правило, при наличии относительно небольших информационных потоков. Такая радиосвязь может быть одночастотной (прием и передача на одной частоте) и двухчастотной (прием и передача на разных частотах).

Двусторонняя радиосвязь, при которой связь между радиостанциями реализуется одновременно, называется *дуплексной* (рис.8.1.3, б).

При дуплексной радиосвязи передача в одном и другом направлениях ведется обычно на разных несущих частотах. Это делается для того, чтобы радиоприемник принимал сигналы только от радиопередатчика противоположного пункта и не принимал сигналы собственного радиопередатчика.

Если необходимо иметь радиосвязь с большим числом пунктов, то организуется *радиосеть*, представляющая совокупность радиолиний, работающих на одной *общей* для всех абонентов, частоте или группе частот.



а – симплексной; б – дуплексной

Рисунок 8.1.3 – Структурная схема организации радиосвязи

Структурные схемы радиосетей различной сложности приведены на рис.8.1.4 для симплексной радиосвязи и на рис.5 для дуплексной радиосвязи.

Сущность функционирования радиосети заключается в следующем. Одна радиостанция, называемая *главной (ГР)*, может передавать сообщения как для одного, так и для нескольких подчиненных радиостанций. Радиист-оператор ГР следит за порядком в радиосети и устанавливает очередность работы на передачу подчиненным радиостанциям (ПР). Последние при

соответствующем разрешении могут обмениваться сообщениями (информацией) не только с ГР, но и между собой.

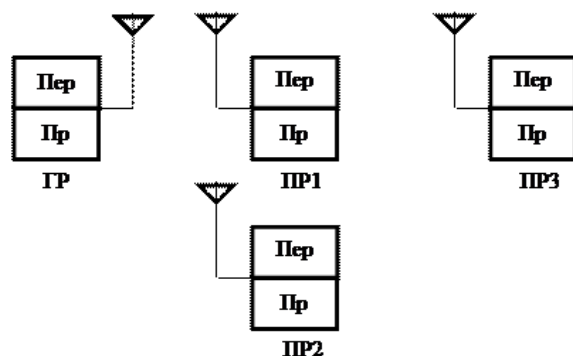


Рисунок 8.1.4 – Радиосеть на основе сложной симплексной радиосвязи

Такая организация связи может быть реализована как на основе сложного симплекса (рис.8.1.4), так и сложного дуплекса (рис. 8.1.5). В первом случае возможно использование совмещенных приемопередающих радиоустройств и общей рабочей радиоволны (частоты). Во втором случае ГР ведет передачу на одной частоте, а принимает на нескольких (по числу подчиненных радиостанций). Отметим, что радиосеть может быть организована на основе *полудуплексной радиосвязи*, при которой на одной радиостанции (как правило, главной) передача и прием осуществляются одновременно, а на других радиостанциях – попеременно.

Центры крупных промышленных регионов соединяются линиями радиосвязи со многими пунктами, для чего радиопередатчики и передающие антенны располагают в так называемом *передающем радиоцентре*, а радиоприемник и приемные антенны – в *приемном радиоцентре*. Для соединения источников сообщения с радиопередатчиками и радиоприемниками и контроля качества радиосвязи в городах оборудуют *радиобюро*.

На радиосетях большой протяженности для увеличения дальности связи включаются *ретрансляционные станции (ретрансляторы)*. Обобщенная структурная схема ретранслятора приведена на рис.8.1.6.

К уже известным обозначениям и понятиям здесь добавляется новое – *фидерный тракт*, представляющий совокупность устройств передачи электромагнитной энергии от антенны к приемнику (Пр) и от передатчика (Пер) к антенне, содержащий фидер и ряд вспомогательных элементов.

К фидерному тракту предъявляются следующие требования: передача энергии должна осуществляться с малыми потерями; передающий фидер не должен излучать, а приемный – принимать посторонние электромагнитные колебания; отражения в трактах, создающие попутные потоки, должны быть минимальными; не должны распространяться волны других (высших) типов.

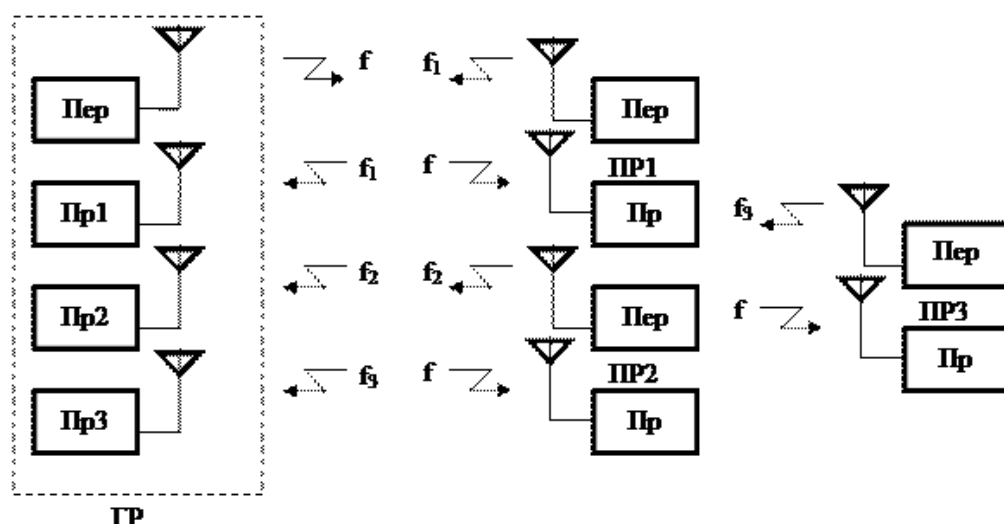


Рисунок 8.1.5 – Радиосеть на основе сложной дуплексной радиосвязи

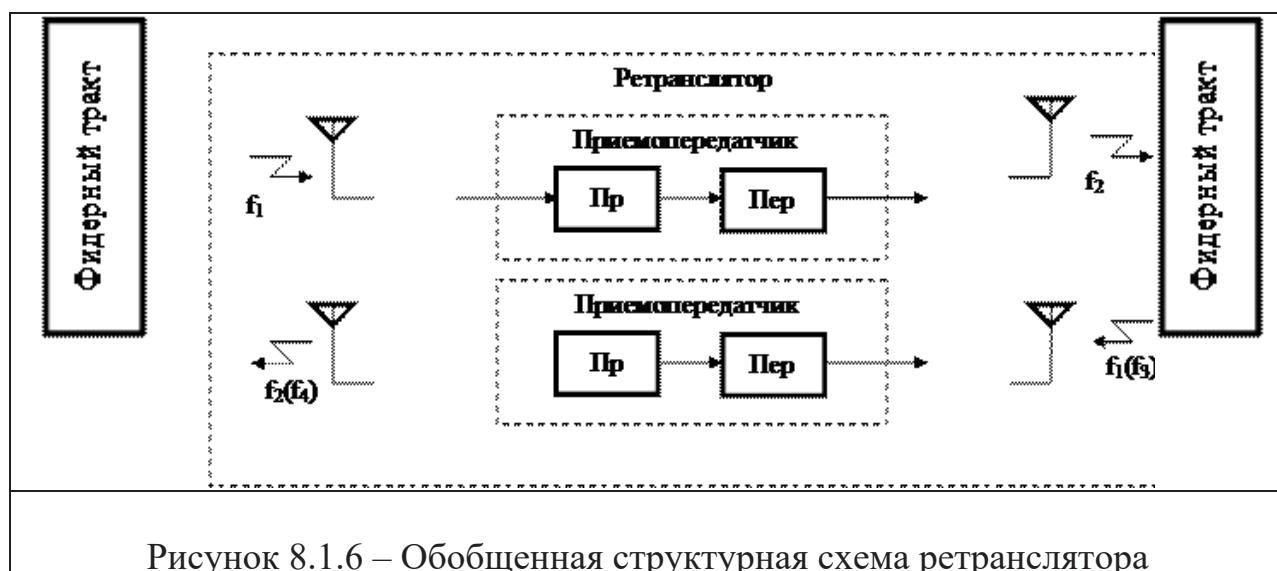


Рисунок 8.1.6 – Обобщенная структурная схема ретранслятора

В современных радиосистемах передачи разница уровней излучаемых и принимаемых антеннами радиосигналов весьма велика (150 дБ и более).

Для исключения возможности возникновения паразитных связей между передающими и приемными трактами ретранслятора необходимо использовать две несущие частоты для каждого направления передачи. При этом для передачи радиосигналов в противоположных направлениях может быть использована либо одна и та же пара частот (f_1, f_2), либо две разные пары (f_1, f_2 и f_3, f_4). В зависимости от этого различают два способа (плана) распределения частот приема и передачи в дуплексном режиме: двухчастотный (f_1, f_2) и четырехчастотный (f_1, f_2 и f_3, f_4) планы. Двухчастотный план экономичнее с точки зрения использования занимаемой полосы частот, однако требует специальных мер для защиты от сигналов противоположного направления. Четырехчастотный план не требует указанных мер защиты, однако он неэкономичен с точки зрения

использования полосы частот. Число радиоканалов (радиостволов), которое может быть организовано в выделенном диапазоне частот, при четырехчастотном плане вдвое меньше, чем при двухчастотном.

Схема комплекса средств радиосвязи, обслуживающего административный или хозяйственный центр, изображена на рис.8.1.7.

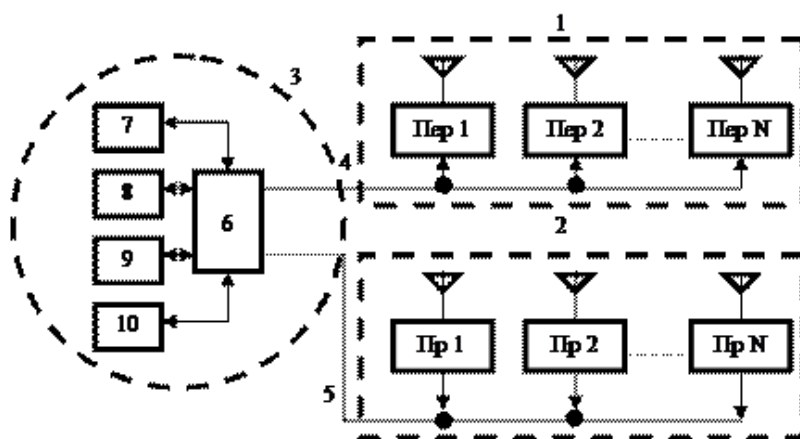


Рисунок 8.1.7 – Схема комплекса средств радиосвязи

Здесь: 1 – передающий радиоцентр с радиопередатчиками Пер 1, Пер 2, ..., Пер N; 2- приемный радиоцентр с радиоприемниками Пр 1, Пр2,..., Пр N; 3 – город, который связан с радиоцентрами соединительными (проводными) линиями связи 4 и 5. По линиям 4 на радиоцентр 1 поступают передаваемые сигналы, а по линиям 5 в город передаются сигналы, принятые радиоцентром 2, по этим же линиям передаются сигналы дистанционного контроля работы радиоцентров и сигналы дистанционного контроля работы радиоцентров сигналы дистанционного управления оборудованием.

Радиобюро 6 соединено линиями связи с телеграфной и фототелеграфной (факсимильной) аппаратурой центрального телеграфа 7 и 8 междугородной телефонной станцией 9, а также радиовещательной аппаратурой 10. Радиовещательная аппаратура служит для обмена радиовещательными программами с другими городами или странами. Аппаратные связаны с источниками передаваемых сообщений, такими как сети абонентского телеграфа, телефонные и др.

Существует множество различных классификаций радиосистем передачи (РСП) в зависимости от признаков, положенных в их основу. Приведем классификацию РСП по наиболее важным признакам:

по принадлежности к различным службам в соответствии с Регламентом радиосвязи различают РСП *фиксированной службы* (радиосвязь между фиксированными пунктами), *радиовещательной службы* (передача сигналов для непосредственного приема населением), РСП *подвижной службы* (радиосвязь между движущимися друг относительно друга объектами);

по назначению различают международные, магистральные, внутризоновые, местные РСП, военные РСП, технологические РСП (для обслуживания объектов железнодорожного транспорта, линий электропередачи, нефте- и газопроводов и т. д.), космические РСП (обеспечивающие радиосвязь между космическими аппаратами или между земными пунктами и космическими аппаратами);

по диапазону используемых радиочастот или радиоволн (см. табл.8.1.1);

по виду передаваемых сигналов различают РСП аналоговых сигналов (телефонных, радиовещательных, факсимильных, телевизионных, сигналов телеметрии и телеуправления), РСП цифровых сигналов (телеграфных, сигналов от ЭВМ) и комбинированные РСП;

по способу разделения каналов (канальных сигналов) различают многоканальные РСП с частотным разделением, временным, фазовым и комбинированным разделением каналов; существуют также специальные РСП с разделением канальных сигналов по форме (например, асинхронно-адресные системы с кодово-адресным разделением сигналов);

по виду линейного сигнала различают аналоговые, цифровые и смешанные (гибридные) РСП. В аналоговых РСП на вход радиоканала (ствола) поступает аналоговый сигнал, соответственно аналоговым является и радиосигнал; к аналоговым РСП относятся и импульсные РСП, т.е. системы с импульсной модуляцией (и временным разделением каналов); в цифровых РСП на вход радиоствола и тракт распространения (см. рис.8.1) поступает цифровой сигнал; в смешанных РСП линейный сигнал состоит из аналогового линейного сигнала и поднесущей, модулированной цифровым сигналом;

по виду модуляции несущей аналоговые РСП подразделяются на системы с частотной, однополосной и амплитудной модуляциями, а цифровые РСП – на системы с амплитудной, частотной, фазовой и амплитудно-фазовой манипуляциями;

по пропускной способности различают РСП с малой, средней и высокой пропускной способностью

По характеру используемого физического процесса в тракте распространения радиоволн различают: системы радиосвязи и радиовещания на длинных, средних и коротких радиоволнах без ретрансляторов; радиорелейные системы передачи прямой видимости (РРСП), где происходит распространение радиоволн в пределах прямой видимости; тропосферные радиорелейные системы передачи (ТРСП), где используется дальнейшее тропосферное распространение радиоволн за счет их рассеяния и отражения в нижней области тропосферы при взаимном расположении радиорелейных станций за пределами прямой видимости; спутниковые системы передачи (ССП), использующие прямолинейное распространение радиоволн с ретрансляцией их бортовым ретранслятором искусственного спутника Земли (ИСЗ), находящимся в пределах радиовидимости земных станций, между которыми осуществляется

радиосвязь; *ионосферные РСП на декаметровых волнах* (дальнее распространение декаметровых волн за счет отражения от слоев ионосферы); *космические РСП* (прямолинейное распространение радиоволн в космическом пространстве и атмосфере Земли); *ионосферные РСП на метровых волнах* (дальнее распространение метровых волн благодаря рассеянию их на неоднородностях ионосферы) и др.

Для построения многоканальных телекоммуникационных систем самое широкое распространение получили радиорелейные и спутниковые системы передачи, использующие дециметровый, сантиметровый и миллиметровый диапазоны радиоволн. В этом же диапазоне строятся и современные системы подвижной (мобильной) радиосвязи самого различного назначения. Более ранние системы подвижной радиосвязи использовали отдельные участки метровых волн.

8.1.2 Системы поездной радиосвязи

В системе ПРС применяют радиостанции с ведомственным шифрами ЖР-УК-СП, ЖР-УК-ЛП имеющими следующий смысл:

третья и четвертая буквы обозначают диапазон используемых волн: У – ультракоротковолновый (метровый), К – коротковолновый (гектометровый);

пятая буква – место установки радиостанций С – стационарная, Л – локомотивная; шестая буква П свидетельствует о принадлежности к системе ПРС.

Аналогичный смысл имеют шифры радиостанций ЖР-У-СС, ЖР-У-ЛС, за исключением последней буквы, которая свидетельствует об их принадлежности к системе СРС.

Современные радиостанции имеют другие шифры: стационарные – СР, возимые (локомотивные) – ВР, носимые – НР.

Общие сведения об организации поездной радиосвязи

Поездная радиосвязь (ПРС) предназначена для обмена информацией поездного диспетчера (ДНЦ) и дежурных по станциям (ДСП) с машинистами поездных локомотивов, а также машинистов встречных и вслед идущих поездов между собой и с другими работниками, связанными с поездной работой (рис.8.1.8).

Связь ДСП→машинист осуществляется по радиоканалу, образованному с помощью стационарных радиостанций (СР), установленных на промежуточных станциях, и возимых (локомотивных) радиостанций (ВР), которыми оборудованы локомотивы.

Для организации связи ДНЦ→машинист, кроме радиоканала, используется линейный проводной канал, который вместе с аппаратурой распорядительной станции РС, установленной у ДНЦ, и коммутационным оборудованием промежуточного пункта позволяет диспетчеру подключиться к любой СР участка и провести переговоры с машинистом поезда, находящимся в зоне ее действия.

- автоматическую передачу из заранее установленных зон и отображение номера поезда на пульте СР-1;
- автоматический обмен данными между ЭВМ диспетчерского пункта и локомотива;
- передачу на поезд команды экстренной остановки поезда с автоматическим включением тормозов;
- аварийный вызов диспетчера со стороны машиниста при занятом канале;
- документированную регистрацию всех переговоров с помощью магнитофона и дискретной информации с помощью телетайпа;
- автоматический и ручной диагностический контроль работоспособности аппаратуры со световой индикацией результатов, [32].

Диспетчеры соответствующие служб получают доступ к СР-1 а через нее к РС-1 посредством пультов управления ПУ-ДНЦ ПУ-ТНЦ, ПУ-ЭЧЦ с приоритетом поездного диспетчера. Пульты обеспечивают возможность тастатурного набора номера поезда при его индивидуальном избирательном вызове, формирования команд, а также отображение информации на дисплее.

Радиостанции сети работают в дуплексном режиме, что исключает необходимость дистанционного управления ими. Используются радиоволны дециметрового диапазона (средняя частота 330 МГц), интенсивность промышленных помех в котором значительно ниже, а помехоустойчивость приема сообщений значительно выше, чем в диапазонах метровых и особенно гектометровых волн.

8.1.4. Система станционной радиосвязи

Станционная радиосвязь (СРС) предназначена для обмена информацией руководителей маневровой и горочной работы (маневрового диспетчера – ДСЦ, станционного диспетчера – ДСЦС, дежурных по паркам приема – ДСПП, формирования – ДСПФ, отправления – ДСПО, составителей поездов, дежурного по горке – ДСПГ) с машинистами маневровых, горочных и хозяйственных локомотивов, [32].

Особенности построения сетей СРС рассмотрим на примере крупной сортировочной станции с последовательным расположением парков приема ПП, формирования ПФ и отправления (рис.8.1.9). В первом маневровом районе, включающем ПП подвижную часть горки и подгорочную горловину ПГ, происходят расформирование поездов и операции по частичному формированию составов. Руководит работой дежурный по сортировочной горке ДСПГ, в помещении которого устанавливается стационарная радиостанция (СР), с двумя пультами, управления. Один – у ДСПГ, другой (выносной) у дежурного по парку приема ДСПП, [32].

Горочные локомотивы оборудованы возимыми радиостанциями (ВР), которые вместе с радиостанцией ДСПГ образуют сеть горочной радиосвязи с рабочей частотой f_1 . Вызов абонентов осуществляется голосом без предварительной посылки вызывных сигналов.

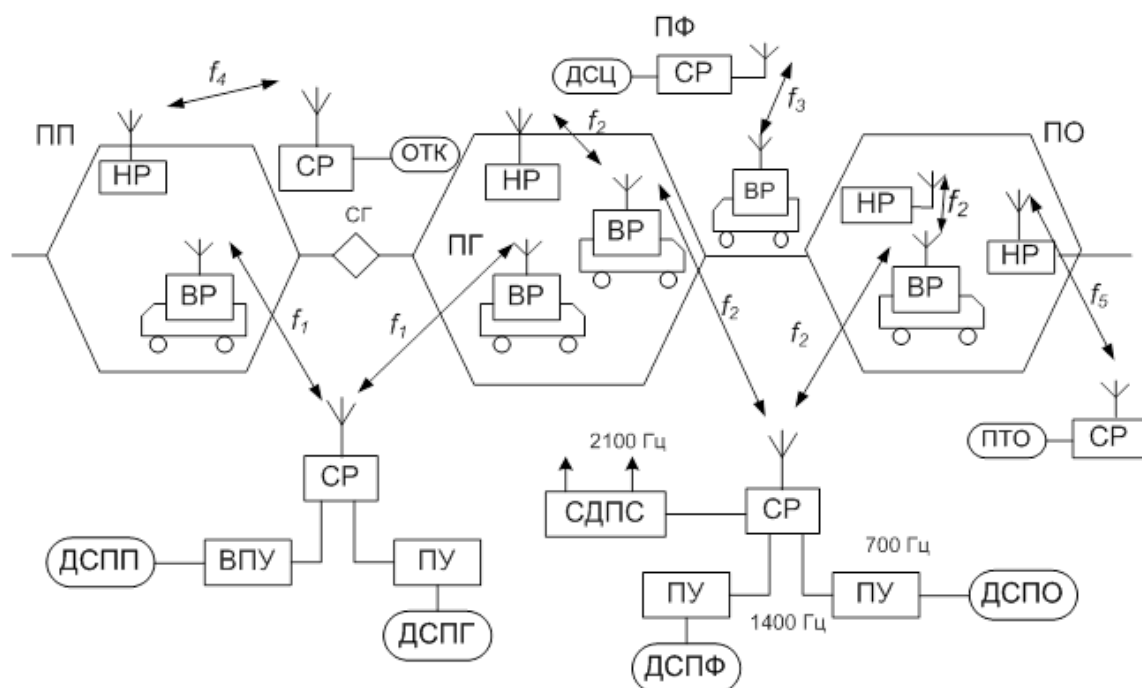


Рисунок 8.1.9 - Схема станционной радиосвязи

Во втором маневровом районе, включающем ПФ и ПО, происходит окончательное формирование составов. Общее руководство маневровой работой осуществляет дежурный по парку формирования ДСПФ, в помещении которого установлена СР. Перемещением маневровых локомотивов, оборудованных ВР, непосредственно руководят составители поездов, имеющие носимую радиостанцию (НР). Дежурный по парку отправления ДСПО подключается с СР с помощью выносного пульта управления. Часто в распоряжении руководителя маневров, кроме СР, имеется система громкоговорящей связи.

Все радиостанции рассматриваемого маневрового района работают на одной частоте f_2 и образуют сеть *маневровой радиосвязи*. В сети используется, как правило, групповой избирательный вызов. Сигнал с частотой 1000 Гц служит для вызова машиниста, сигналы с частотой 700 и 1400 Гц – для вызова руководителей маневровой работы, а 2100 Гц – для вхождения по радиоканалу в систему двусторонней парковой связи CLGC/

В третьем маневровом районе, включающем всю территорию станции, выполняются работы с местными вагонопотоками, например операции по доставке вагонов под погрузку и выгрузку. Руководит работами дежурный по станции, в распоряжении которого имеется СР для передачи информации машинистам хозяйственных локомотивов. При этом образуется вторая сеть маневровой радиосвязи с рабочей частотой f_3 .

Применение системы СРС позволяет ускорить обработку составов на сортировочных горках, сократить непроизводительный простой вагонов и локомотивов, а, следовательно, увеличить пропускную способность станции, [32].

8.2 Описание радиостанций железнодорожной радиосвязи

Радиостанция 1РТМ-А2-ЧМ - предназначена для использования в различных отраслях народного хозяйства и служит для организации бесперерывной и бесподстроечной телефонной радиосвязи с радиостанцией ЗРТС-Ц2-ЧМ и с радиостанциями 26РТС-А2-ЧМ, а также между собой в условиях среднелересечен-пой местности в любое время года и суток. Радиостанция 1 РТМ-А2-ЧМ изготавливается одноканальная и трехканальная (с разносом частот между каналами 50кГц), [14].

В одной сети связи с радиостанцией 1РТМ-А2-ЧМ могут работать другие типы радиостанций, как, например, 20РТП-2-ЧМ, 21РТН-2-ЧМ.

Дальность связи радиостанций 1РТМ-А2-ЧМ с радиостанцией ЗРТС-Ц2-ЧМ ориентировочно составляет 15—30 км. Дальность связи радиостанций 1РТМ-А2-ЧМ с радиостанциями 26РТС-А2-ЧМ — 15—30 км. Дальность связи радиостанций 1РТМ-А2-ЧМ между собой — 8—15 км.

Радиостанция 1РТМ-А2-ЧМ предназначена работать в подвижных объектах при температуре -30 - +50°С, а также при наличии больших механических нагрузок в условиях бездорожья.

Радиостанция предназначена для длительной работы при соотношении прием-передача 3/1, причем время непрерывной работы на передачу 15 минут.

Радиостанция 1РТМ-А2-ЧМ работает в симплексном режиме па одной частоте.

При помощи радиостанции осуществляется:

- а) прямая радиосвязь с центральной радиостанцией;
- б) непосредственная радиосвязь абонентских радиостанций между собой;
- в) групповой вызов всех радиостанций данной сети (как абонентских радиостанций, так и центральных);
- г) прием сигналов группового вызова от любого абонента радиосети.

Состав радиостанции

В состав радиостанции входят:

- л) приемопередатчик - 1 шт.;
 - б) пульт управления - 1 шт.;
 - в) блок питания аккумуляторный - 1 шт.;
 - г) антенное устройство с фидером - 1 шт.;
 - д) соединительные кабели - 3 шт.;
 - е) коробка с запасными частями и инструментом;
 - ж) техническое описание и инструкция по эксплуатации радиостанции - 1 шт.;
 - з) паспорт радиостанции - 1 шт.;
 - и) монтажный комплект — 1 шт. (по отдельному заказу).
35. В приемопередатчике (приложения 7, 9) радиостанции размещены следующие блоки:
- а) плата приемника;

- б) плата передатчика;
- в) усилитель мощности;
- г) плата шумоподавителя;
- д) антенный фильтр.

36. Пульт управления (приложения 7, 9) состоит из следующих блоков:

- а) усилителя низкой частоты;
- б) приемника тонального вызова;
- в) микротелефона;
- г) органов коммутации и управления.

37. Антенное устройство (приложения 7, 9) радиостанции состоит из:

- а) антенны (штырь);
- б) согласующего устройства;
- в) фидера.

Радиостанция 42РТМ-А2-ЧМ - приемопередающая, симплексная, телефонная, с частотно-фазовой модуляцией и частотно-избирательным вызовом — предназначена для организации поездной радиосвязи на железнодорожном транспорте. Предназначена для установки на подвижных объектах железнодорожного транспорта и эксплуатации в следующих климатических и механических условиях, [14]:

температура окружающего воздуха, °С -25 +50 С...

относительная влажность при 30°С, %95

вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 10 до 70 Гц, g..... 3,8

многократные удары, g 25

Питание радиостанции осуществляется от источника постоянного тока с номинальным напряжением 50 или 75 В с допускаемым отклонением напряжения в пределах $\pm 20\%$ от-номинала или от источника с напряжением 24 В при допускаемом изменении напряжения питания в пределах от 23 до 31 В. Напряжение пульсаций, измеренное в точках подключения радиостанции к источнику питания на частоте 100 Гц, не должно превышать 2% от номинального напряжения питания.

Радиостанция обеспечивает:

- а) работу с одного или двух пультов управления;
- б) переключение в режимы ДЕЖУРНЫЙ ПРИЕМ, ПРИЕМ, ПЕРЕДАЧА;
- в) посылку вызова с самоконтролем и прием вызова со световой индикацией;
- г) переключение каналов;
- д) ступенчатое изменение громкости;
- е) световую индикацию включения питания;
- ж) возможность подключения аппаратуры ТУ—ТС.

Радиостанция имеет два основных варианта исполнения: КВ, включая вариант КВ-М (предназначенный для метрополитена) и КВ/УКВ.

Радиостанция РС-46МЦВ - стационарная радиостанция предназначена для работы в радиопроводных сетях поездной и ремонтно-оперативной радиосвязи. Радиостанция обеспечивает:

- работу в сетях поездной (ПРС) и ремонтно-оперативной радиосвязи (РОРС);
- совместную работу с эксплуатируемой на сети железных дорог аппаратурой радиосвязи системы «Транспорт» и комплекса ЖРУ;
- дистанционное управление радиостанцией как по аналоговым каналам диспетчерской связи, так и при работе в сетях ОТС-Ц по потоку Е1;
- автоматическое установление связи и передачу аналоговой и дискретной информации на подвижную радиостанцию и обратно при наличии аппаратуры ТУ-ТС;
- связь с абонентами линейных радиосетей при управлении с двух пультов управления ПУС радиостанции по линиям с затуханием не более 10 дБ;
- работу в режиме малой распорядительной станции;
- работу автоматического выбора «лучшей» радиостанции при динамическом диапазоне входных сигналов до 90 дБ;
- мониторинг станции с идентификацией неисправных функциональных узлов в аналоговом и в цифровом режимах, локомотивных радиостанций;
- автоматическую регистрацию параметров радиосвязи из вагона-лаборатории;
- выход для регистрации переговоров;
- возможность работы в режиме передачи данных;
- прием номера поезда;
- регулировку выходной мощности радиостанции в диапазоне МВ;
- оперативное изменение конфигурации радиостанции, другие сервисные возможности, [32].

8.3 Стандарт TETRA

TETRA означает наземную систему транкинговой радиосвязи и представляет собой общий стандарт для цифровой транкинговой связи. В качестве цифрового способа мобильной радиосвязи TETRA отличается высоким качеством передачи голоса и улучшенной экономией частот. Европейский институт стандартов связи (ETSI) разработал этот стандарт вместе с ведущими производителями, эксплуатационниками и потребителями. Безопасная передача речи и данных, превосходная функциональность, а также разнообразные характеристики производительности обеспечивают приспособляемость к высоким требованиям в профессиональной мобильной радиосвязи и ее важных видах применения, [32].

TETRA в качестве системной платформы способна объединить прежде предлагаемые на отдельных инфраструктурах службы транкинговой связи и мобильную передачу данных. Это повышает гибкость и улучшает финансовые общие условия для эксплуатационников сети и пользователей. ACCESSNET-T IP, система радиосвязи TETRA компании Rohde & Schwarz Professional Mobile Radio GmbH, является высоко масштабируемой, цифровой системой мобильной радиосвязи TETRA. Можно применять от односотовой системы до сети в пределах всей страны. ACCESSNET-T IP имеет неиерархическую, многоконтурную сетевую структуру и тем самым не подвержена каким-либо топологическим ограничениям. ACCESSNET-T IP может тем самым оптимально выполнять все требования пользователей.

Архитектура системы была адаптирована к видам применения профессионального рынка мобильной радиосвязи (PMR). Она предлагает максимальную эксплуатационную готовность системы при помощи свойств избыточности, а также отличную надежность против внешних воздействий. Гибкая сетевая структура, а также разработка системы позволяют добиваться решений масштабируемости, которые точно выполняют самые различные требования относительно эксплуатационной готовности и мощности в пределах одной общей системы.

ACCESSNET-T IP была разработана в соответствии с заданными значениями Европейского института стандартов связи (ETSI) и выполняет все требования международных признанных стандартов ETSI.

Основные параметры и характеристики системы TETRA

Подвижная радиосвязь создает как прямую связь между двумя или более движущимися объектами, так и связь стационарных абонентов с абонентами, находящимися в транспортных средствах (поездах, самолетах). На сегодняшний день массово применяются такие виды связи, как:

- а) профессиональные (частные) системы подвижной радиосвязи;
- б) системы персонального радиовызова;
- в) системы сотовой подвижной радиосвязи;
- г) системы беспроводных телефонов.

Система которая обеспечивает взаимодействие с телефонными сетями общего пользования называется частной (PAMR), система которая не обеспечивает взаимодействие с телефонными сетями общего пользования называется профессиональной (PMR). Профессиональная система обеспечивает связь между замкнутой группой радиоабонентов. Профессиональные системы подвижной радиосвязи показаны на рисунке 8.3.101.

Отдельный канал закреплен за небольшой группой абонентов, которые использовали его как общедоступную линию связи (Рис. 8.3.10, а). В системе с общедоступным пучком каналов (транкинговые системы) (Рис.8.3.10, б) всем абонентам сети доступна целая группа каналов. Во время вызова за парой абонентов закреплен один из свободных в этот момент каналов. По окончании вызова канал освобождается и может быть присвоен любой

другой паре абонентов. Между абонентами идет автоматическое распределение каналов.

Протокол TETRA состоит из двух версий исполнения: TETRA Voice + Data (TETRA V+D) и TETRA Packet Data Optimized (TETRA PDO). TETRA V+D выполняет объединенную схему передачи голоса и данных, а спецификация TETRA PDO рассчитана только на передачу данных. В варианте TETRA V+D, используется уплотнение каналов по технологии TDMA (временное разнесение каналов). Во временном разнесении каналов на одной несущей частоте производится четыре голосовых канала связи (рисунок 8.2). Каждый кадр имеет продолжительность 56,67 мс и содержит четыре временных интервала (time slots). Последовательность из 18 кадров образует мультикадр длительность которого составляет 1,02 с. В последовательности так же присутствует контрольный кадр. Один кадр содержит 512 бит информации, в которых 432 являются информационными. Применение схем сжатия позволяет транспортировать общий трафик голоса и данных в 17 кадрах и один восемнадцатый для сигналов управления. Мультикадр является структурным элементом гиперкадра, который формируется для редко повторяющихся кадров (кадра синхронизации шифра).

В первую очередь передается пакет из 36 бит, который управляет мощностью. Далее передается первый информационный блок который представляет из себя пакет из 216 бит. За первым информационным блоком следует синхропоследовательность состоящая из 36 бит и второй информационный блок такого же размера. Временные интервалы разделяются защитными периодами которые составляют 6 бит или 0,167 мс.

Работа системы, созданной на основе технологии TDMA, построена на организации четырех логических каналов, разнесенных на 25 кГц. Общая пропускная способность составляет 36 кбит/с, но в то же время для передачи некоторых сигналов в связи с коррекцией ошибок и синхронизацией снижается реальная скорость сети до 28,8 кбит/с, то есть пропускная способность отдельного радиоканала составляет 7,2 кбит/с, [32].

Данный стандарт предусматривает два режима работы абонентского оборудования:

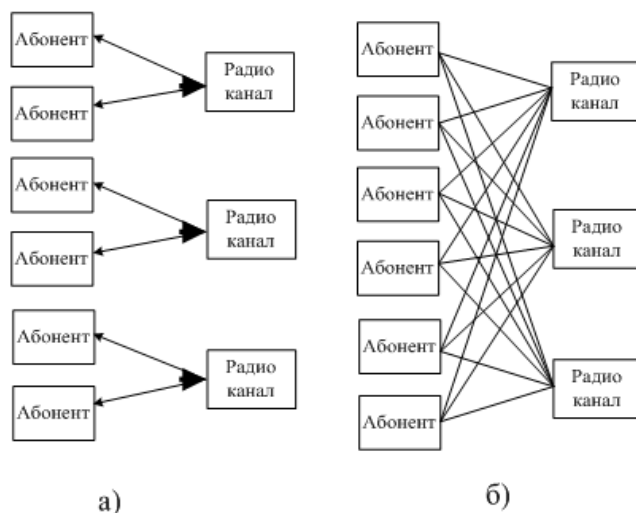
- а) режим транкинговой радиосвязи (ТМО);
- б) режим прямой передачи (ДМО).

На рисунке 8.3.10 показана структура радиointерфейса стандарта TETRA в режиме ТМО.

Режим работы ТМО выполняет свои функции, когда абонент находится в зоне действия базовой станции (БС). Данный режим может давать абонентам все возможности системы, предполагает как одновременную передачу голоса и данных, так и пакетную передачу данных.

Режим работы ДМО предназначен для групповой связи между абонентами за пределами зоны обслуживания БС. Связь между абонентами осуществляется в полудуплексном режиме, но при этом имеется возможность

совершить индивидуальный или групповой вызов. В отсутствие БС синхронизация между физическими каналами невозможна.



а) с общедоступной линией связи; б) общедоступным пучком каналов;

Рисунок 8.3.10 – Профессиональные системы подвижной радиосвязи

Радиус зоны обслуживания БС зависит от высоты установки антенны базовой станции, рельефа местности, тропосферного отражения, различных помех и шумов.

В условиях правильно подобранного антенно-фидерного оборудования, хорошего рельефа местности и отсутствия электромагнитных помех дальность связи может достигать до 60 км от базовой станции. В отличие от аналоговых систем связи в цифровой системе связи стандарта TETRA с увеличением расстояния между базовой станцией и носимым терминалом качество передачи голоса и данных не ухудшается.

В свою очередь имеется определенный порог расстояния, при котором уровень ошибок превышает исправляющую способность. В данном случае связь между абонентами становится невозможной. Тем самым, цифровая система связи стандарта TETRA имеет заметное преимущество перед аналоговыми по покрытию сети и качеству передаваемой речи. Основные параметры радиосвязи стандарта TETRA приведены в таблице 8.3.1

Компьютеры или приложения с радиосвязью организации-пользователя могут при помощи абонентских радиостанций TETRA обмениваться полезными IP-данными через ACCESSNET-T IP и широкополосную сеть с другими компьютерами той же организации-пользователя. В данной сети могут передаваться сообщения длиной от 16 до 2047 битов. Емкость одной TETRA-системы зависит, в основном, от функциональной способности используемых коммутаторов. Система имеет множество характеристик, за них отвечают различные службы

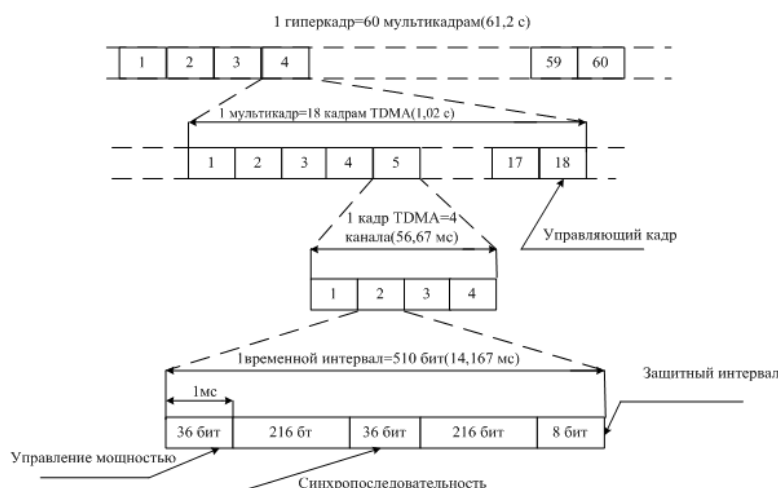


Рисунок 8.3.11 – Временное представление принципа работы радиоканала в протоколе TETRA

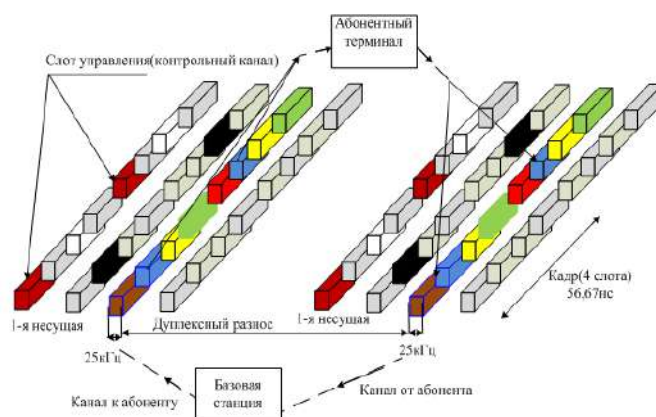


Рисунок 8.3.12 – Структура радиоинтерфейса стандарта TETRA в режиме ТМО

8.4 Типы технического обслуживания систем радиосвязи

Системы радиосвязи функционируют в довольно разнообразных средах - с нестабильными температурными режимами, на открытых пространствах, в условиях производства и тому подобное, что может привести к раннему износу некоторых радиоузлов.

Техническое обслуживание радиосвязи – трудный процесс, так как от специалистов требуется постоянный контроль над радиоаппаратурой и ее частотной зависимостью.. Техническое обслуживание систем радиосвязи подразумевает предварительную диагностику неисправностей, оценку и согласование стоимости работ с клиентом, а также непосредственно устранение неполадок путем профессионального ремонта и дальнейшее поддержание функциональности радиостанций и систем радиосвязи. Обеспечение бесперебойной и правильной работы радиостанций -

трудоемкий процесс, требующий специализированных знаний. Он включает в себя постоянный контроль над аппаратурой, ее частотной зависимостью, [32].

Типы технического обслуживания радиостанций:

- выполнение установки, настройки, демонтажа или ремонта стационарных и мобильных систем радиосвязи;
- прошивка ретрансляторов и радиостанций на требующиеся клиенту частоты;
- настройка, замена и ремонта кабелей, антенн, мачт и прочего сопутствующего оборудования;
- восстановление работоспособности блоков питания радиоаппаратуры, замены аккумуляторных батарей;
- обслуживания радиорелейных линий связи (ретрансляторов);
- программирование и перепрошивка радиостанций с настройкой необходимых параметров, при необходимости - восстановление заводских установок.

Разовые работы, включающие в себя плановый или срочный ремонт, либо замена вышедшего из строя оборудования.

«Прошивка» радиоустройств производится на базовом уровне - программируются тональные коды, частоты, и производится «заводская» настройка всех основных функций устройства. Также, на этом уровне производится «тонкая» настройка устройств, организовываются сложные иерархии устройств, создаются группы связи на базе возможностей радиосистем и т.п.

Разного рода поломки могут произойти по причине механических воздействий, связанных с неосторожным использованием приборов, нарушением инструкции по эксплуатации. Самым «легким» последствием являются погнутые антенны, вдавленные кнопки, сколы и трещины на корпусах устройств.

Среди более серьезных поломок, встречающихся в процессе обслуживания систем радиосвязи, чаще всего возникают следующие:

- нарушение работы передатчика;
- низкая чувствительность приемника;
- нарушения в цепи питания;
- потеря функциональности динамика;
- отсутствие ответа на включение;
- не попадание в нужную частоту;
- иные виды поломок.

Виды ремонтных работ:

- удаление пыли с ведущих узлов, деталей и корпуса радиоаппаратуры;
- замена вышедших из строя и сломанных деталей;
- перепайка электронных элементов к плате;
- восстановление систем после механических воздействий;
- ремонт цепей питания и печатных плат.

Техническое обслуживание радиостанций

Техническое обслуживание (ТО) радиостанций проводится с целью поддержания их технических и эксплуатационных характеристик.

Объем и периодичность выполнения мероприятий по техническому обслуживанию определяются специальными инструкциями по ТО.

Общий уход за радиостанцией

Предостережение! Использование таких химикатов как моющие средства, спирт, аэрозольные составы и/или нефтепродукты, может оказать вредное воздействие и повредить корпус радиостанции.

Разъем для аксессуаров снабжен заглушкой, которая должна закрывать разъем, когда он не используется.

Очищайте наружные поверхности радиостанции при помощи ткани, смоченной чистой водой и мягкой жидкостью для мытья посуды.

Использование не разрешенных аксессуаров и принадлежностей может привести к повреждению радиостанции и аннулированию гарантии.

Техническое обслуживание

Радиостанциям рекомендуется периодический визуальный осмотр и очистка. Осмотр: проверить, что внешние поверхности радиостанции являются чистыми и что внешние управляющие клавиши и переключатели работают нормально, не рекомендуется проводить осмотр внутренних компонентов радиостанции. Процедура очистки: рекомендуемыми чистящими средствами и методами, которые следует использовать при очистке внешних и внутренних поверхностей радиостанции.

Внешние поверхности включают фронтальную крышку радиостанции, корпус радиостанции и корпус микрофона - данные поверхности должны очищаться, когда периодический визуальный осмотр показывает загрязненность или запыленность (*примечание: внутренние поверхности радиостанции могут очищаться только тогда, когда радиостанция разобрана для сервисного обслуживания или ремонта*).

Единственным рекомендуемым чистящим средством для внешних поверхностей радиостанции является 0,5% раствор средства для мытья посуды. Единственным рекомендуемым средством для чистки интегральных схем или их компонентов является изопропиленовый спирт (70%).

Предупреждение: воздействие некоторых химических веществ и их испарений может иметь отрицательное действие на некоторые виды пластика. Избегайте использования аэрозольных спреев и других химических веществ.

Очистка внешних пластиковых поверхностей: применяйте 0,5% раствор порошка с водой с неметаллической короткошерстной щеткой для удаления грязи с радиостанции. Используйте мягкую, абсорбирующую ткань или салфетку для сушки поверхности радиостанции. Очистка внутренних интегральных схем и их компонентов: изопропиленовый спирт (70%) может применяться с неметаллической короткошерстной щеткой для удаления прилипших веществ в труднодоступных местах. С помощью щетки возможно

удалить проникнувший материал с внутренних поверхностей радиостанции. Убедитесь, что управляющие или настраиваемые компоненты не заливаются спиртовым раствором. Не используйте воздух под высоким давлением для ускорения процесса высыхания, так как это может привести к концентрации раствора в нежелательных местах. По завершении процесса очистки используйте мягкую абсорбирующую не ворсистую ткань для сушки поверхности. Не применяйте изопропиловый спирт для чистки корпуса радиостанции.

Примечание: всегда используйте новый раствор спирта и чистый контейнер для предотвращения загрязнения растворившимся веществом (от предыдущего использования).

Контрольные вопросы

1. Поясните работу радиостанции.
2. Расшифруйте обозначение ЖР-УК-СП, поясните назначение.
3. Поясните назначение поездной радиосвязи.
4. Назовите преимущества системы "Транспорт"
5. Поясните назначение станционной радиосвязи.
6. Как организуется сеть маневровой радиосвязи?
7. Основные положения стандарта TETRA.
8. Пример использования системы TETRA.
9. Основные параметры радиосвязи стандарта TETRA
10. Типы технического обслуживания радиостанций
11. Основные неисправности радиосистем.

Выводы: для более глубокого изучения систем радиосвязи необходимо обращаться к учебникам, технической документации на радиоэлектронную аппаратуру. Особое внимание уделить изучению радиостанций, находящихся на вооружении транспорта, освоив методы наладки и эксплуатации радиосистем. Более подробно изучить положения стандарта TETRA, как того требует профессиональный стандарт. Особое внимание уделить изучению IP-телефонии, так как современные устройства связи используют этот принцип.

Дополнительная литература

1. Горелов Г.В., Таныгин Ю.И. Радиосвязь с подвижными объектами железнодорожного транспорта, Маршрут, 2006, 275с
2. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи. /К. Весоловский; пер. с польск. И. Д. Рудинского; М.: 2006.
3. Григоров В.А., Климов Н.Н. Системы железнодорожной радиосвязи.: - Иркутск: ИрГУПС, 2003.
4. Догадин Н.Б. Основы радиотехники. СПб.: Издательство «Лань», 2007. — 272 с

РАЗДЕЛ 9. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Целью данного раздела является получение основных знаний, умений и навыков при выполнении работ по организации и управления производственно-технологическими процессами на железнодорожном транспорте.

Необходимые учебные материалы: ПК, программное обеспечение для создания, редактирования технической конструкторской документации.

Знания, полученные при освоении данного раздела необходимы для успешного изучения всех последующих разделов, а так же необходимы всем современным специалистам в области телекоммуникаций в производственных условиях.

Раздел состоит из тем:

- 9.1. Основы транспортного законодательства
- 9.2. Основные фонды и показатели их использования. Анализ экономических показателей производства
- 9.3. Основные принципы управления производством и организации труда

9.1. Основы транспортного законодательства

Основополагающим законодательным документом является Закон Республики Казахстан «О железнодорожном транспорте» от 8 декабря 2001 года № 266-ІІ, (с изменениями и дополнениями *по состоянию на 29.06.2020 г.*), который регулирует общественные отношения между перевозчиками, участниками перевозочного процесса, государственными органами, пассажирами, отправителями, получателями, грузоотправителями, грузополучателями, другими физическими и юридическими лицами при осуществлении перевозки пассажиров, багажа, грузов, грузобагажа и почтовых отправлений железнодорожным транспортом. Закон состоит из 12 глав и 97 статей.

Закон Республики Казахстан «О железнодорожном транспорте» рекомендуется изучить более детально на занятиях и для самостоятельного анализа основных положений Закона[1].

Контрольные вопросы

1. Какую область регулирует Закон Республики Казахстан «О железнодорожном транспорте»?
2. На каком основном документе основывается Закон «О железнодорожном транспорте»?
3. Основные понятия, используемые в Законе.
4. Общие положения, права и обязанности перевозчиков.
5. Объекты железнодорожного транспорта.
6. Виды железнодорожных сообщений.
7. Управление перевозочным процессом.

9.2. Основные фонды и показатели их использования. Анализ экономических показателей производства

Финансы предприятий железнодорожного транспорта выражают определенную систему денежных отношений, которые объективно возникают при образовании и расходовании фондов денежных средств, используемых для обслуживания процесса перевозок, производства и реализации продукции других предприятий, транспорта, для распределения доходов и прибыли, осуществления контроля за их хозяйственной деятельностью.

Таковыми фондами являются основные и оборотные фонды, фонды обращения, фонды заработной платы, экономического стимулирования и др. Задача предприятий заключается не только в правильном определении размеров этих фондов, что очень важно для нормального их функционирования, но и в обеспечении рационального и экономного их расходования, [33].

Расширенное воспроизводство как основных, так и оборотных средств в настоящее время осуществляется за счет собственных источников, таких, как амортизация, прибыль, выручка от реализации вышедшего и ненужного оборудования.

Финансовая деятельность предприятий железной дороги направлена на создание финансовых ресурсов для производственного и социального его развития, обеспечение роста прибыли за счет увеличения производительности труда, снижения себестоимости, улучшения использования производственных фондов, повышения качества перевозок, работ, услуг.

Сущность и роль финансов предприятий железнодорожного транспорта проявляются в осуществлении ими трех основных функций: обслуживания денежными ресурсами кругооборота средств, распределения и контроля.

Экономическое содержание функции обслуживания денежными ресурсами состоит в обеспечении полного соответствия между движением материальных и денежных ресурсов на всех стадиях кругооборота средств. Это достигается точным и качественным планированием на предприятиях транспорта доходных и расходных статей их финансовых планов. При сопоставлении планируемых доходов и расходов определяется, в какой мере различные потребности в средствах могут быть покрыты за счет собственных накоплений предприятия или кредитов банка.

В ходе выполнения планов перевозок, производства и реализации других видов продукции, осуществления строительства в предприятиях транспорта под влиянием различных причин возникают временные отклонения в движении материальных ценностей и денежных ресурсов. Преодоление этих отклонений, т.е. ежедневное обеспечение необходимой платежеспособности каждого предприятия, составляет важную задачу использования финансов в данной функции.

Экономическое содержание распределительной функции финансов заключается в установлении научно обоснованных стоимостных пропорций распределения доходов и прибыли, полученных в процессе производственной деятельности предприятий транспорта, [33].

В основе хозяйственной деятельности предприятий лежит прибыль. Она выполняет важные финансовые функции. С одной стороны, это конечный финансовый результат деятельности предприятий, размер их денежных накоплений, в ней как в фокусе отражаются практически все стороны и результаты многоплановой производственно-хозяйственной деятельности предприятия. С другой стороны, прибыль, полученная предприятием, является главным источником финансирования его затрат на производственное и социальное развитие, а платежи из прибыли в бюджет – важнейшим элементом доходов государства.

Объективной основой финансового контроля являются товарно-денежные отношения, при наличии которых все вещественные факторы производства изменяются в натуральном и денежном выражении. Поэтому нормы расходования или использования каждого элемента производственных фондов на всех стадиях кругооборота средств предприятия планируются и учитываются в денежном выражении. Тем самым в стоимостной форме контролируется расходование материальных ресурсов.

Основные фонды железных дорог

Для осуществления перевозок грузов и пассажиров и обеспечения нормальной работы многочисленных предприятий железные дороги должны располагать необходимыми основными фондами и оборотными средствами, рационально их использовать, своевременно дополнять и заменять.

Основные фонды – это совокупность материально-вещественных ценностей, действующих в неизменяющейся натуральной форме в течение длительного периода.

Стоимость основных фондов возмещается по мере их износа в виде амортизационных отчислений, включаемых в стоимость продукции или услуг, [33].

Основные фонды делятся на производственные и непроизводственные.

Средства труда, которые участвуют в производственном процессе, создают условия для его осуществления, служат для хранения и перемещения предметов труда, относятся к основным производственным фондам. Непроизводственные основные фонды – жилищные, культурно-бытовые здания и другие.

Структура основных производственных фондов определяется долями различных групп этих фондов в общей их стоимости. Для эффективного управления основными средствами необходимо проводить оценку технического уровня развития производства и его анализа, для чего используются показатели отраслевой, технологической, возрастной, производственной структуры основных фондов.

Отраслевая структура показывает распределение основных производственных фондов по их видам и важнейшим отраслевым линейным предприятиям. Возрастная структура основных фондов определяется сопоставлением долей различных возрастных групп в общей стоимости основных производственных фондов с их изменением по одинаковым возрастным группам за анализируемый период, [33].

Технологическая структура основных фондов характеризуется долей различных видов основных фондов внутри определенной их группы. Например, внутри такой группы, как транспортные средства, можно рассчитать долю локомотивного и вагонного парков в общей стоимости подвижного состава, в том числе по сериям локомотивов, видам тяги, роду вагонов и т.д.

Соотношение различных групп основных фондов в их общей стоимости дает представление о производственной структуре. Производственная структура основных фондов – один из показателей технического уровня развития производства, влияющих на эффективность капитальных вложений. В основные фонды железной дороги входят:

- 1) здания,
- 2) сооружения,
- 3) земляное полотно,
- 4) верхнее строение пути,
- 5) передаточные устройства,
- 6) машины и оборудование,
- 7) транспортные средства,
- 8) прочие основные фонды.

Подвижной состав, путевые и строительные машины, оборудование, производственный инвентарь и инструмент составляют активную часть основных производственных фондов. От того, насколько полно они используются, зависит объем транспортной продукции, степень использования всех видов основных фондов. Увеличение доли активной части в составе основных фондов – это положительная тенденция.

В процессе анализа основных фондов изучается степень их использования и выявляются резервы более полной загрузки.

При изучении движения основных фондов определяется наличие основных фондов на начало и конец периода с учетом их поступления и выбытия.

Для характеристики роли различных видов поступления (или выбытия) основных фондов в формировании их наличия на конец года определяют долю:

- поступивших основных фондов (по видам поступления) в общем их наличии на конец года (исчисляют коэффициенты общего, нового и безвозмездного поступления основных фондов);

– выбывших основных фондов (по видам выбытия) в общем их наличии на начало года (исчисляют коэффициенты общего выбытия, ликвидации и безвозмездной передачи основных фондов).

Состояние основных фондов зависит от продолжительности и интенсивности их эксплуатации. Участвующие в процессе производства основные фонды постепенно утрачивают полезные свойства, так как подвергаются физическому и моральному износу. Физический износ основных фондов связан, прежде всего, с их производственным потреблением (эксплуатационный износ). Однако неиспользуемые основные фонды также подвергаются физическому износу под воздействием различных внешних природных факторов, например, под влиянием атмосферных осадков, температуры, влажности и т.п. (естественный износ), [33].

Моральный износ производственных фондов происходит под воздействием, во-первых, научно-технического прогресса, который ведет к удешевлению воспроизводства средств труда по сравнению с действующими в данный момент. Во-вторых, моральный износ фондов имеет место в связи с созданием и внедрением в производство новых, более экономичных видов техники. Морально устаревшими элементами основных фондов следует считать те, замена которых на новые, более прогрессивные, экономические целесообразна.

Для характеристики физического состояния основных фондов рассчитываются коэффициенты годности, износа, средний возраст оборудования или срок службы.

При наличии состояния основных фондов необходимо установить причины изменения коэффициентов износа и годности.

Для возмещения физического и морального износа основных производственных фондов и обеспечения их воспроизводства используются амортизационные отчисления. Для оценки использования основных фондов применяется система показателей, характеризующих использование основных фондов в целом или по их группам. Это показатели использования подвижного состава: средняя статическая и динамическая нагрузки вагона, среднее время его оборота, среднесуточная производительность вагона и локомотива, масса поезда и т.д. Для сооружений пути такими показателями будут: густота перевозок, фактически реализуемая пропускная и провозная способность перегонов. Для оценки качества использования ремонтной базы в локомотивных и вагонных депо служит показатель съем продукции (число отремонтированных приведенных вагонов, локомотивов) с одного ремонтного стойла (с 1000 тг. основных фондов, занятых на ремонте, или 1000 м² производственной площади). Использование всех основных производственных фондов дороги (отделения дороги) оценивается с помощью показателя фондоотдачи, [33].

Эти показатели характеризуют съем с 1 тг. основных производственных фондов приведенных тонно-километров (условно-

натуральный показатель), доходов или прибыли (стоимостные показатели фондоотдачи). Условно натуральный показатель фондоотдачи зависит от большого числа факторов: объема перевозок, структуры, разрыва между тарифными и эксплуатационными тонно-километрами.

К основным производственным фондам, зависящим от объема перевозок, можно отнести стоимость рабочего парка грузовых вагонов и контейнеров, размер которой доводится железной дороге финансовым управлением. Среднегодовую стоимость остальных основных фондов определяют по данным бухгалтерского учета и принимают условно-постоянной, т.е. не зависящей от объема перевозок.

Анализу могут быть подвергнуты не только натуральный, но и стоимостный показатель фондоотдачи. Кроме того, анализ может быть детализирован по видам деятельности: основная деятельность грузовые перевозки, пассажирские перевозки, подсобно-вспомогательная деятельность.

Качество использования основных фондов оказывает влияние на уровень производительности труда.

Важной характеристикой потенциальных возможностей основных производственных фондов дороги является их производственная мощность. Производственная мощность – это максимально возможный выпуск продукции в единицу времени. Для разных подразделений железнодорожного транспорта производственная мощность измеряется в разных единицах. Для транспортных линий в целом – это пропускная (провозная) способность, сортировочных горок – число распускаемых составов. Для депо: локомотивных – это число одновременно ремонтируемых секций локомотивов; эксплуатационных – число обслуживаемых поездов; вагонных – число ремонтируемых вагонов. Для пунктов технического осмотра – число осматриваемых составов; пунктов подготовки вагонов под погрузку – число вагонов; вокзалов – число отправляемых пассажиров в сутки; механизированных грузовых дворов – переработка тыс. т в сутки и т.д.

На железной дороге деятельность всех подразделений весьма многообразна и каждой будет соответствовать свое измерение производственной мощности.

Уровень использования производственной мощности – показатель, с помощью которого выявляются производственные резервы, планируется перевозочная работа, оценивается эффективность основных фондов. Зная производственные возможности основных фондов, необходимо установить степень их использования, рассчитать плановый и фактический коэффициенты заполнения мощности, выявить диспропорции в развитии основных фондов, резервы роста объема производства.

Оборотные средства

Оборотные средства – это денежные средства, сложенные в переходящие производственные запасы материальных ресурсов (материалов,

топлива, запасных частей, спецодежды, инструментов), и товарно-материальные ценности, а также средства, находящиеся в расчетах, на счетах в банках и в кассах предприятий. В отличие от основных, оборотные средства участвуют, как правило, только в одном цикле производства, их стоимость полностью переносится на вновь создаваемый продукт.

Размер оборотных средств предприятия должен быть достаточным для обеспечения процесса производства и реализации продукции. Минимальную потребность в оборотных средствах – норматив собственных оборотных средств определяют исходя из производственной программы, условий снабжения и реализации продукции.

Основная информация для анализа оборотных средств содержится в бухгалтерском балансе предприятия. Собственные оборотные средства формируются за счет трех источников: уставного фонда в оборотной части, устойчивых пассивов и свободного остатка прибыли. При анализе необходимо выявить причины изменения каждого источника собственных оборотных средств по сравнению с наличием на начало года.

Недостаток или избыток источников собственных оборотных средств свидетельствует о нарушении финансовой дисциплины. Задержка расчетов нарушает платежеспособность предприятия, затрудняет его материально-техническое снабжение, что отрицательно сказывается на производственной деятельности. Излишек источников собственных оборотных средств приводит к образованию неоправданных запасов материальных ценностей, отвлечению средств в дебиторскую задолженность и на другие виды затрат.

Оборотные средства подразделяются на нормируемые и ненормируемые. Наличие нормируемых оборотных средств должно соответствовать их плановой сумме (нормативу запасов). При анализе использования нормируемых оборотных средств устанавливают степень отклонения фактических запасов нормируемых оборотных средств от норматива, причины образования, выявляют источники покрытия сверхнормативных запасов и намечают мероприятия по доведению фактических запасов до уровня нормативных.

Анализ использования ненормируемых оборотных средств позволяет установить их размер, динамику, выяснить причины возникновения и наметить мероприятия по сокращению этих средств.

Эффективность использования оборотных средств характеризуется следующими показателями: коэффициентом оборачиваемости оборотных средств $k_{об}$ (число оборотов).

Показатели использования определяются как по всем оборотным средствам в совокупности, так и отдельно по каждому их виду – нормируемым и ненормируемым. Показатели оборачиваемости всех средств рассчитываются только на основании плановых и отчетных. При расчете необходимо обеспечить сопоставимость данных. Чтобы исключить влияние цен на показатели использования оборотных средств, значения цен за прошлый год надо пересчитать по ценам и тарифам отчетного периода. При

изменении цен на готовую продукцию необходимо пересчитать в соответствии с новыми ценами оборот по реализации, при изменении цен на материалы, приобретаемые предприятием, – средние остатки нормируемых оборотных средств, [33].

Оборачиваемость оборотных средств зависит от уровня применяемой техники, технологии, организации производства и труда. Ускорение оборачиваемости оборотных средств – важный фактор повышения эффективности производства. Пути ускорения оборачиваемости оборотных средств различны. В сфере производства среди таких путей можно выделить следующие: механизацию и автоматизацию процессов; внедрение новой техники; сокращение доли ручного труда, длительности производственного цикла; снижение материалоемкости продукции.

В сфере расчетов ускорение оборачиваемости оборотных средств можно осуществить за счет строгого соблюдения сроков сдачи платежных документов в банк и оформления расчетных кредитов, предупреждения случаев отказа покупателей от акцепта и оплаты платежных требований, своевременной ликвидации дебиторской задолженности за отгруженную продукцию, оказанные услуги и выполненные работы, предупреждения иммобилизации оборотных средств и затрат сверх установленных источников финансирования.

Анализ фонда заработной платы

При управлении финансами предприятия особое внимание на дороге следует уделять анализу использования фонда заработной платы. Отчетные данные за ряд лет позволяют установить изменение фонда заработной платы.

Полученный результат (экономия, перерасход) увязывается методом разниц с изменениями численности работающих и среднемесячной заработной платы.

Затем производится сопоставление темпов роста производительности труда и среднемесячной заработной платы на дороге. При расчете темпов роста среднемесячной заработной платы за основу принимаются ее значения без учета и с учетом выплат из фонда материального поощрения.

После анализа среднемесячной зарплаты по основным группам и категориям работников следует сопоставить темпы ее роста и производительности труда, [33].

Контрольные вопросы

1. Фонды предприятия
2. Что входит в понятие «основные фонды железной дороги»?
3. Виды поступления на транспорте.
4. Как определяется прирост производительности труда?
5. Определение оборотных средств.
6. Принцип анализа фонда заработной платы

9.3. Основные принципы управления производством и организации труда

9.3.1 Автоматизация технологических процессов

Автоматизация производственных процессов – основное направление, по которому в настоящее время продвигается производство во всем мире. Все, что раньше выполнялось самим человеком, его функции, не только физические, но и интеллектуальные, постепенно переходят к технике, которая сама выполняет технологические циклы и осуществляет контроль за ними. Вот такое теперь генеральное русло современных технологий. Роль человека во многих отраслях уже сводится лишь к контролеру за автоматическим контролером, [29].

В общем случае под понятием «управление технологическим процессом» понимают совокупность операций, необходимых для пуска, остановки процесса, а также поддержания или изменения в требуемом направлении физических величин (показателей процесса). Осуществляющие технологические процессы отдельные машины, агрегаты, аппараты, устройства, комплексы машин и аппаратов, которыми необходимо управлять, в автоматике называют объектами управления или управляемыми объектами. Управляемые объекты весьма разнообразны по своему назначению, [36].

Автоматизация технологических процессов – замена физического труда человека, затрачиваемого на управление механизмами и машинами, работой специальных устройств, обеспечивающих это управление (регулирование различных параметров, получение заданной производительности и качества продукта без вмешательства человека).

Автоматизация производственных процессов позволяет во много раз увеличивать производительность труда, повышать его безопасность, экологичность, улучшать качество продукции и более рационально использовать производственные ресурсы, в том числе, и человеческий потенциал.

Любой технологический процесс создается и осуществляется для получения конкретной цели. Изготовления конечной продукции, или же для получения промежуточного результата. Так целью автоматизированного производства может быть сортировка, транспортировка, упаковка изделия. Автоматизация производства может быть полной, комплексной и частичной.

Частичная автоматизация имеет место, когда в автоматическом режиме осуществляется одна операция или отдельный цикл производства. При этом допускается ограниченное участие в нем человека. Чаще всего частичная автоматизация имеет место, когда процесс протекает слишком быстро для того, чтобы сам человек мог в нем полноценно участвовать, при этом достаточно примитивные механические устройства, приводящиеся в движение при помощи электрического оборудования, отлично с ним справляются. Применяется на уже действующем оборудовании, является дополнением к нему.

Комплексная автоматизация должна охватывать отдельный крупный участок производства, это может быть отдельный цех, электростанция. В этом случае все производство действует в режиме единого взаимосвязанного автоматизированного комплекса. Комплексная автоматизация производственных процессов целесообразна не всегда. Ее область применения – современное высокоразвитое производство, на котором используется чрезвычайно надежное оборудование, [29].

Поломка одного из станков или агрегата тут же останавливает весь производственный цикл. Такое производство должно обладать саморегуляцией и самоорганизацией, которая осуществляется по предварительно созданной программе.

Наивысшая ступень автоматизации производственных процессов – *полная автоматизация*. При ней сама система осуществляет не только процесс производства, но и полный контроль над ним, который проводят автоматические системы управления. Полная автоматизация целесообразна на рентабельном, устойчивом производстве с устоявшимися технологическими процессами с неизменным режимом работы.

Все возможные отклонения от нормы должны быть предварительно предусмотрены, и разработаны системы защиты от них. Также полная автоматизация необходима для работ, которые могут угрожать жизни человека, его здоровью или же проводятся в недоступных для него местах – под водой, в агрессивной среде, в космосе.

Каждая система состоит из компонентов, которые выполняют определенные функции. В автоматизированной системе датчики снимают показания и передают для принятия решения по управлению системой, команду выполняет уже привод. Чаще всего это электрическое оборудование, так как именно при помощи электрического тока целесообразнее выполнять команды.

Следует разделять автоматизированную систему управления и автоматические. При автоматизированной системе управления датчики передают показания на пульт оператору, а он уже, приняв решение, передает команду исполнительному оборудованию. При автоматической системе – сигнал анализируется уже электронными устройствами, они же, приняв решение, дают команду устройствам-исполнителям.

Участие человека в автоматических системах все же необходимо, пусть и в качестве контролера. Он имеет возможность вмешаться в технологический процесс в любой момент, откорректировать его или же остановить, [29].

Так, может выйти из строя датчик температуры и подавать неправильные показания. Электроника в таком случае, будет воспринимать его данные, как достоверные, не подвергая их сомнению.

В настоящее время автоматические системы управления не только ведут производственный процесс, но также контролируют его, отслеживают возникновение внештатных и аварийных ситуаций. Они запускают и

останавливают технологическое оборудование, отслеживают перегрузки, отрабатывают действия в случае аварий.

В последнее время автоматические системы управления позволяют достаточно легко перестраивать оборудование на производство новой продукции. Это уже целая система, состоящая из отдельных автоматических многорежимных систем, соединенных с центральным компьютером, который увязывает их в единую сеть, и выдает задания для исполнения, [29].

Каждая подсистема является отдельным компьютером со своим программным обеспечением, предназначенным для выполнения собственных задач. Это уже гибкие производственные модули. Гибкими их называют потому, что их можно перенастроить на другие технологические процессы и тем самым расширять производство, версифицировать его.

Вершиной автоматизированного производства являются промышленные роботы. Автоматизация пронизало производство сверху донизу. Автоматически работают транспортная линия по доставке сырья для производства. Автоматизировано управление и проектирование. Человеческий опыт и интеллект используется лишь там, где его не может заменить электроника.

9.3.2 АСУЖТ на железнодорожном транспорте Казахстана

После обретения Казахстаном суверенитета, мы столкнулись с серьезными трудностями: за всё надо платить за сопровождение купленных программ, любое изменение при изменении технологического процесса, причем, платить большие деньги. Региональный информационный вычислительный центр принял решение, в рамках импортозамещения, создать ряд программ, заменяющих иностранные аналоги, но с учетом новых условий и на новой основе, и технологических изменений. Уже получены положительные результаты, создано более 100 программ и модулей для станций АО «Национальная компания «Казакстан темір жолы», постановщиками выступили движенцы и работники других служб (локомотивное хозяйство, дистанция сигнализации и связи, путевое хозяйство, вагонная служба и др.), [29]

В 1999 году была создана первая версия АСУ сортировочной станции (АСУ СС) Кандыагаш, которая содержала 262 программы и около 63 таблиц в базе. После испытания на ст. Кандыагаш, система была внедрена на станциях Арысь, Алматы 1, Чу, Астана, Караганда-Сортировочная, Жана-аул. По результатам первых месяцев эксплуатации добавились новые функции, что привело к созданию второй версии АСУСС. В начале 2002 года внедрена третья версия, включающая все виды станционной отчетности, увеличено количество выходных форм. В настоящее время создано и работает в рамках АСУ СС более 820 программ и порядком 250 таблиц. В рамках АСУ СС разработан 21 базовый АРМ и технологических программ в том числе: АРМ маневрового диспетчера; АРМ дежурного по станции; АРМ дежурного по парку; АРМ дежурного по горке; АРМ

станционного технологического центра (АРМ ТК - технической конторы); АРМ накопителя; АРМ Списчиков - работы по списыванию вагонов на путях. (Возможен переход на САИПС), АРМ ВОХР (получение справок об охране грузов). АРМ ПТО - работы по выполнению всех видов ремонтов в ПТО и выдача отчетов по вагонному хозяйству; АРМ МВРП - работы по выполнению всех видов ремонтов на механизированных путях и выдача отчетов по вагонному хозяйству, и другие. Все они распространены на указанные станции, [49].

Опыт промышленной эксплуатации АСУ СС на базе ПЭВМ показал эффективность новой системы. Это значительное снижение энергозатрат, числа обслуживающего персонала, облегчение условий и, следовательно, повышение производительности труда.

Основной принцип построения комплекса технических средств - гибкость конфигурации в зависимости от мощности станции. Комплекс технологического и программного обеспечения не зависит от структуры комплекса технических средств. Основным преимуществом и отличием данной системы от ранее разрабатываемых и ныне существующих является то, что она реализует различные принципы взаимодействия АРМ и сервера: это и запросы, принятые в настоящее время в системах АСУ СС и технология клиент-сервер, [3].

Система позволяет: получить отображение на мониторе ПЭВМ положение станции по паркам, путям, подъездным путям, формировать справки в режиме запроса для диспетчерского аппарата НОД и для других участников перевозочного процесса, выдавать отчетность о работе станции; формировать сообщение для АСОУП в автоматизированном режиме (сообщения по прибытии поезда на станцию, проследованию, отправлению, сообщения о формировании ТГНЛ, сообщения о грузовой работе пунктов технического осмотра); осуществлять логический и форматный контроль вводимой поездной и грузовой информации; вести системный журнал работы комплекса.

Учет вводимой и получаемой информации абонентом; подготовить и выдать предупреждение для машиниста; вводить, формировать и выдавать акта общей формы ГУ- 23; формировать и выдавать отчетные формы станции для оператора по учету вагонов (ситуатор). И многое другое. Поскольку система разработана, как типовая, то уже сегодня она работает более чем на 60 станциях Казахстана (Актобе, Шалкар, Женишке, Сарыагаш, Кокшетау, Сороковая, Семей, Атырау, Макат, Кульсары, Кызылорда, Казалинск, Уральск, Илецк и многих других). Для пограничной станции Достык разработаны программно-технологические средства для управления работой. Автоматизированная система управления пограничной станции (АСУ ПС) состоит так же из 21 базовых АРМ со своими программами и 18 технологических программ. Разработан ряд специфичных АРМов для ст. Достык. Система может работать с использованием WEB-технологии. Требование сегодняшнего дня - открытые системы, позволяющие видеть

работу станции и предприятий на текущий момент в режиме «Онлайн» и позволяющие руководить процессом, Все наши разработки ведутся в таком ключе. Уже сегодня можно видеть работу станций, оснащенных нашими программами, в реальном режиме времени, [49].

В настоящее время ведутся работы в рамках АСУ линейного региона. Сегодня необходимо видеть? как работают другие службы – ВЧД, ВЖДО, ТЧ и другие, обеспечивающие перевозочный процесс. Важным фактором повышения эффективности эксплуатационной работы железной дороги АО «НК «КТЖ» является широкое внедрение новых методов управления перевозочным процессом на базе информационных и управляющих технологий, Стержневую основу автоматизации оперативного управления перевозками в реальном времени составляет автоматизированная система управления диспетчерским контролем. Длительное время работа поездного диспетчерского круга осуществлялась с помощью телефонных средств связи.

Разработана АСУДК (автоматизированная система управления диспетчерского контроля), учтя минусы названных систем и возможности казахстанских производителей технических средств. В результате создан микропроцессорный программно-технический комплекс автоматизированной системы управления диспетчерского контроля над движением поездов (МП АСУДК). Система МП АСУДК предназначена для управления ходом перевозочного процесса с автоматизированных рабочих мест диспетчерского аппарата. Кроме того, информационные возможности системы используются работниками других служб и ведомств, Она включает в себя функции управления станционными устройствами СЦБ, прогнозирования, планирования, контроля, регулирования, учета и анализа, [29].

Пользователю предоставлен удобный интерфейс, обеспечивающий максимально быстрый доступ к необходимой ему информации на основе современных компьютерных технологий. В МП АСУДК работает семь основных подсистем: диалоговая, управления и контроля состояния систем железнодорожной автоматики, моделирования и отображения хода технологического процесса, нормативно-справочной информации, самоконтроля и диагностики систем, протоколирования работы и анализа исполненного графика движения поездов. Подсистема моделирования прогноза и отображения хода технологического процесса обеспечивает перемещение номера поезда на экране монитора, предоставляет информацию о подходах и вступлении поездов в зону полигона управления, о дислокации поездов, локомотивов и вагонов на полигоне, готовности и резерва времени локомотивных бригад, исполненном графике движения поездов. Динамические модели (вагонная, локомотивная и поездная) ведутся на основе объективных данных, полученных техническими средствами в режиме реального времени.

Результаты моделирования являются основой для отображения прогнозного графика и своевременного информирования оперативного персонала о предстоящих технологических операциях. При этом не требуется

вмешательства человека. Диспетчеру только предстоит согласиться или отказаться от предложенного прогнозного графика, [29].

Прогнозный график можно использовать при планировании пропуска поездов с учетом реально действующих факторов, одновременно передавая уточненный прогноз прибытия на конечную станцию. Поездной диспетчер имеет полную информацию о поездном положении контролируемого участка, отображаемую на экране ПЭВМ. Даже если диспетчер отвлечется по какой-то причине, машина предупредит «голосом» обо всех событиях в поездной работе, в том числе и о возникших неисправностях. Диспетчер имеет полную аналитическую информацию о поезде, машинисте, перевозимых грузах в вагонах поезда, принадлежности вагонов, об охране, необходимые сведения из технико-распорядительного акта станции и многое другое.

Контрольные вопросы

1. Определение понятия «автоматизация производственных процессов»
2. Виды автоматизации.
3. Принципы построения АСУ.
4. Основные виды АСУЖТ на железных дорогах Казахстана
5. Что такое АСУ СС?

Вывод: для подробного изучения всех разделов учебной программы необходимо использовать специальную литературу, где приведены все необходимые расчеты экономических показателей, системы построения автоматизации на железнодорожном транспорте. Основные положения законодательных документов транспорта необходимо изучать более подробно, а не в изложении.

Дополнительная литература

1. Сидорова Е.Н. Автоматизированные системы управления в эксплуатационной работе. М.: - Маршрут, 2005 - 560с
2. Лавренюк, И.В. Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте : учеб. Пособие. Москва : ФГБУ, 2017. – 242 с
3. Терешина Н.П. « Экономика железнодорожного транспорта». М. 2006, 801с

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии отражен материал для подготовки специалистов по специальности 1311000 «Эксплуатация устройств оперативной технологической связи железнодорожного транспорта» квалификации «электромеханик связи», по актуализированному Типовому учебному плану, который составлен в соответствии с Профессиональными стандартами.

Пособие не является всеобъемлющим учебником, а лишь помогает выстроить целостную систему подготовки специалистов, которым предстоит на практике выполнять все задачи по техническому обслуживанию и устройств оперативно-технологической связи.

Материал дан в сжатой форме по ключевым аспектам модулей учебного плана. Доступные формы изложения, достаточно сложного материала, позволяют познакомить с сущностью конкретных тем.

В пособие включен материал полезный при организации учебной и производственной практики, в котором описаны методы электромонтажных, эксплуатационных и ремонтных работ на оборудовании оперативно-технологической связи аналоговых и цифровых сетей.

В каждом разделе в доступной форме кратко представлен конкретный теоретический материал, даются контрольные вопросы для проверки знаний. Это призвано развивать творческие способности студентов к самостоятельному анализу изучаемого материала, потому что должны быть готовы к постоянному самообразованию на протяжении всех трудовой производственной деятельности, так как техника связи развивается очень стремительно.

Также даны рекомендации для более глубокой самостоятельной подготовки обучающихся по отдельным темам, для этого приведены в каждом разделе списки дополнительной литературы.

Учебное пособие написано и построено таким образом, что обучающийся самостоятельно может разобраться в терминах, понятиях, теории вопроса, а главное, сможет увидеть целостную структуру по вопросу организации производственного цикла дистанции сигнализации и связи.

Последовательность тем пособия выстроена логично – от описания общей структуры железнодорожного транспорта и основ электротехники и электроники, до описания принципов построения систем оперативно-технологической связи и принципов эксплуатации, в соответствии с принципом построения модульным учебным планом.

Учебное пособие предназначено главным образом для обучающихся колледжей. Оно может оказаться полезным для преподавателей, в качестве дополнительного материала при подготовке к занятиям.

ГЛОССАРИЙ

IP-телефония	технология позволяющая использовать любую сеть с пакетной коммутацией на базе протокола ip (например, сеть интернет) в качестве средства организации и ведения международных, междугородных и местных телефонных разговоров и передачи факсов в режиме реального времени
TETRA	наземная система транкинговой радиосвязи и представляет собой общий стандарт для цифровой транкинговой связи
Абонентская линия местной телефонной сети	линия местной телефонной сети, соединяющая оконечное абонентское телефонное устройство с телефонной станцией
Абонентское окончание	интерфейс станции цифровой сети отс, обеспечивающий протокол сопряжения с техническими средствами абонента
Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)	устройство, предназначенное для преобразования непрерывно изменяющейся во времени аналоговой физической величины в эквивалентные ей значения числовых кодов
Вагонная диспетчерская связь (вдс)	для служебных переговоров работников отделения со станциями по вопросам распределения и использования вагонного парка
Волоконно-оптическая линия воздушной электропередачи	оптический кабель, подвешенный и связи на смонтированный на воздушной линии электропередачи для передачи сигналов (ВОЛС-ВЛ) волп
Волоконно-оптическая линия передачи	совокупность линейных трактов волоконно-оптических систем передачи (ВОЛП), имеющих общий оптический кабель, линейные сооружения и устройства их обслуживания
Габарит приближения строений	предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств
Групповой канал	полупостоянное соединение «многоточка» в в-канале цифровой сети отс, обеспечивающее передачу речи между абонентами одного диспетчерского круга
Демультимплексор	комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от одного источника информации в несколько выходных каналов
Дешифратор	комбинационное логическое устройство для

	преобразования чисел из двоичной системы исчисления в десятичную
Диапазон частот	полоса частот, которой присвоено условное наименование
Диод	это полупроводниковый прибор, пропускающий ток только в одном направлении – от анода к катоду
Диспетчер	абонент диспетчерского круга, наделенный дополнительно правом избирательного, группового и циркулярного вызова прочих абонентов данного круга, а также правом перебоя речи абонентов данного круга;
Диспетчерский круг	участок железной дороги, в котором исполнители технологического процесса (абоненты) объединены средствами речевой связи под управлением диспетчера соответствующей службы
Железнодорожный путь	комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска по нему поездов с установленной скоростью
Кабельная линия местной телефонной сети	последовательно соединенные кабели местной связи определенной длины, оконечные кабельные устройства и арматура, обеспечивающие передачу сигналов электросвязи местной телефонной сети.
Кабельный распределительный участок местной телефонной сети	участок абонентской линии местной телефонной сети от распределительного абонентской линии кабельного шкафа до абонентской распределительной коробки или телефонного кабельного ящика
Канал передачи	комплекс технических средств и среды распространения, обеспечивающий передачу сигнала электросвязи в определенной полосе частот или с определенной скоростью передачи между сетевыми станциями, сетевыми узлами или сетевой станцией и сетевым узлом, а также между сетевой станцией или сетевым узлом и оконечным устройством первичной сети
Линейно-кабельные сооружения местной телефонной сети	комплекс технических средств, состоящих из кабелей, муфт кабелей, линейного телефонной сети оборудования и кабельной канализации, предназначенных для организации линий местной телефонной сети
Линейно-путевая связь (ЛПС)	для оперативного руководства работой технического персонала дистанций пути, занятого обслуживанием путевых устройств и искусственных сооружений
Линейный участок линии	участок абонентской линии местной абонентской телефонной сети от кроссового оборудования до розетки

местной телефонной сети	телефонного аппарата
Линия местной сети	конструктивно законченная совокупность телефонной линейных сооружений местной телефонной сети, образующих физические цепи, предназначенные для передачи сигналов электросвязи
Линия передачи	совокупность линейных трактов систем передачи и (или) типовых физических цепей, имеющие общие линейные сооружения, устройства их обслуживания и одну и ту же среду распространения в пределах действия устройств обслуживания. примечания
Линия передачи абонентская	линия передачи, соединяющая между собой сетевую станцию или сетевой узел и оконечное устройство
Линия передачи соединительная	линия передачи, соединяющая между собой сетевую станцию и сетевой узел или две сетевые станции
Линия связи	совокупность устройств, образующих направляющую систему для передачи сигналов
Лицензия	документ, устанавливающий полномочия физических и юридических лиц в соответствии с законом "о связи" и иными правовыми актами для осуществления деятельности в области связи
Магистральный участок абонентской линии телефонной сети	участок абонентской линии местной телефонной сети от кроссового местной оборудования до распределительного кабельного шкафа, включая участки межшкафной связи, или до абонентского пункта, расположенного в зоне, примыкающей к телефонной станции, телефонной подстанции или концентратору в радиусе до 500 м
Мультиметр	прибор для измерения параметров линии по постоянному и переменному току (напряжение станционной батареи, сопротивление шлейфа абонентской линии и др.)
Мультиплексор	комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от нескольких источников информации в один выходной канал
Обратная связь (ОС)	это передача части выходного сигнала во входную цепь усилителя
Оптический кабель (ок)	кабельное изделие, содержащее оптические волокна, объединенные в единую конструкцию, обеспечивающую передачу световых сигналов в заданных условиях эксплуатации
Оптический	ок с армирующими элементами, выполненными из

кабель самонесущий неметаллический ОКСН	стеклопластиковых прутков или синтетических нитей
Оптический коннектор	механическое устройство, предназначенное для многократных соединений
Остаточное затухание канала	рабочее затухание (усиление) канала, определяемое в условиях замыкания входа и выхода канала на активные сопротивления нагрузок, равные номинальным значениям входного и выходного сопротивлений канала как четырёхполюсника
Отделенческая связь совещаний (осс) –	для проведения оперативных совещаний руководящих работников с подчиненными им работниками, является частью общей сети связи совещаний
Пайка	это процесс получения межсоединения при котором соединяемые детали нагреваются, но ниже температуры их плавления, а зазор между ними заполняется расплавленным припоем, после кристаллизации образуется прочный шов
Перегонная связь (пгс) –	для переговоров линейных работников, находящихся на перегоне, энергодиспетчером, диспетчерами дистанций пути, сигнализации связи
Поездная диспетчерская связь (пдс)	для переговоров поездного диспетчера со всеми раздельными пунктами, входящими в обслуживаемый им участок, по вопросам руководства движением поездов
Полоса частот	область частот, ограниченная нижним и верхним пределами
Постанционная связь (пс)	– для переговоров работников промежуточных станций, платформ, разъездов и остановочных пунктов между собой и с работниками прилегающих участков и отделенческих станций
Прикладное программное обеспечение	комплекс программ, предназначенный для разработки и выполнения конкретных задач (приложений) пользователя
Рабочая радиочастота	частота, предназначенная для ведения радиосвязи радиостанцией
Радиосвязь	вид электросвязи, осуществляемый с помощью ра- диоволн
Радиочастотный спектр.	область частот, занимаемая радиоволнами
Распределительн ый участок местной	участок абонентской линии местной абонентской линии от распределительного шкафа телефонной сети до абонентского пункта

телефонной сети	
Регистр	последовательностное устройство, предназначенное для записи, хранения и сдвига информации, представленной в виде многоразрядного двоичного кода
Редактирование документа	внесение каких-либо изменений в существующий документ.
Сертификат соответствия	документ, подтверждающий, что надлежащим образом идентифицированное оборудование (или услуга связи) соответствует требованиям нормативных документов
Сеть первичная	совокупность типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов, образованная на базе сетевых узлов, сетевых станций, оконечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи
Сеть связи вторичная	совокупность линий и каналов вторичной сети, образованных на базе первичной сети, станций и узлов коммутации или станций и узлов переключений, предназначенная для организации связи между двумя и ли более определенными точками. границами вторичной сети являются стыки этой сети с абонентскими оконечными устройствами
Сеть телефонная местная	часть телефонной сети, представляющая собой совокупность коммутационных узлов, телефонных станций, линий и каналов телефонной сети. сеть предназначена для обеспечения телефонной связью абонентов города и сельского района
Сеть телефонная общего пользования (СТОП)	совокупность автоматических телефонных станций, коммутационных узлов, линий, каналов телефонной сети, оконечных абонентских устройств и обеспечивающая потребность населения, учреждений, организаций и предприятий в услугах телефонной сети
Сигнал избирательного вызова (вызывная комбинация)	сочетание 2-х посылок тональной частоты, поступающих в линию последовательно друг за другом
Служебная диспетчерская связь	– для служебных переговоров технического персонала дистанций сцб и связи линейными электромеханиками по вопросам обеспечения действия устройств автоматики, телемеханики и связи на станциях и перегонах
Соединительная линия городской телефонной сети	линия городской телефонной сети, соединяющая районные автоматические и узловые телефонные станции между собой и телефонную подстанцию или

	концентратор с опорной станцией городской телефонной сети
Станционный участок абонентской линии местной телефонной сети	участок абонентской линии местной телефонной сети от абонентского комплекта телефонной станции, телефонной подстанции или концентратора до кроссового оборудования
Структурная схема	схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
Схема	конструкторский документ, на котором составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений
Счетчик	устройство, которое производит подсчет поступающих на его вход импульсов
Техническое обслуживание	комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности устройств
Транзистор	транзистор - это полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов, а также коммутации электрических цепей
Триггер	электронное последовательностное устройство, с помощью которого, записывается, хранится и считывается двоичная информация
Файл	– единая область информации на диске, имеющая тип, имя, размер и некоторые другие характеристики
Функциональная схема	схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом
Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)-	устройство предназначенное для преобразования входной величины, представленной последовательностью числовых кодов, в эквивалентные или значения заданной физической величины
Шифратор	комбинационное логическое устройство для преобразования чисел из десятичной в двоичную системы исчисления
Электрические цепи	электрические цепи - совокупность устройств и объектов, образующих путь электрическому току, электромагнитные процессы в которых можно описать с помощью понятий об электродвижущей силе, токе и напряжении
Электронный усилитель	это устройства, предназначенные для усиления напряжения, тока и мощности электрического сигнала
Энергодиспетчерская связь (эдс)	для оперативного руководства энергоснабжением электрифицированных участков железных дорог

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон РК «О железнодорожном транспорте», утвержден приказом № 266-П от 8 декабря 2001 года (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.06.2020 г.)
2. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте, утверждена приказом Министра транспорта и коммуникаций Республики Казахстан от 18 апреля 2011 года № 209.
3. Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта, утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 апреля 2015 года № 544
4. Правила безопасности на железнодорожном транспорте, утверждены приказом и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 марта 2015 года № 334 (Правила в редакции приказа Министра индустрии и инфраструктурного развития РК от 05.08.2019 № 615)
5. Берндт Бютнер. Безопасность VoIP: новые проблемы, 2007.
6. Бондаренко И.Б., Гатчин Ю.А., Иванова Н.Ю., Шилкин Д.А. Соединители и коммутационные устройства.: СПбГУ ИТМО, 2007. 151 с.
7. Ваванов Ю. В. Радиотехнические системы железнодорожного транспорта/Ю. В. Ваванов и др. М.:Транспорт,1991
8. Величко В. В. Телекоммуникационные системы и сети : учеб, пособие : в 3 т. Том 3: Мультисервисные сетию М. : Горячая линия - Телеком, 2005.
9. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи. М.: Телеком,2006.
10. Гольдштейн Б. С. Системы коммутации : учебник для вузов. - 2-е изд. / Б. С. Гольдштейн. - СПб. : БХВ - Санкт-Петербург, 2004
11. Гольдштейн Б.С. и др. IP-телефония.М., Радио и Связь.
12. Горелов Г.В. и др. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте М.. Транспорт, 2001.
13. Горелов Г.В. Радиосвязь с подвижными объектами железнодорожного транспорта/Г.В. Горелов, Ю.И. Таныгин.-М.:Маршрут,2006.
14. Григоров В.А., Климов Н.Н. Системы железнодорожной радиосвязи: Методическое пособие. - Иркутск: ИрГУПС, 2003.
15. Догадин Н.Б. Основы радиотехники. СПб.: Издательство «Лань», 2007.
16. Дэвидсон Д. и др. Основы передачи голосовых данных по сетям IP., 2007.
17. Ефименко Ю.И. Общий курс железных дорог/ М. «Академия»,2007.
18. Крук Б.И. Телекоммуникационные системы и сети : учеб, пособие : в 3 т. Т. 1: Современные технологии / под ред. проф. В.П. Шувалова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2004
19. Кудряшов В. А. И др. Сети электросвязи.-М.:УМЦ ЖДТ, 2008г.
20. Кудряшов В.А. «Системы передачи дискретной информации»,М.:2014
21. Кучумов А.И. «Электротехника и схемотехника», «Гелиос АРВ», 2005
22. Лавренюк И.В. Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте: учеб. пособие. Москва : ФГБУ, 2017. – 242 с

- 23.Мизерная З.А. Введение в специальность Эксплуатация средств связи. 2005
- 24.Паринов А.В. Сети связи и системы коммутации
- 25.Прянишников В.А. Электроника. Полный курс лекций, 2004
- 26.Росляков А. В., и др. IP-телефония.М., Эко-Трендз, 2003.
- 27.Руководство по эксплуатации. УПАТС «МиниКом DX-500».
- 28.Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников Вл.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики: учебник 2008.
- 29.Сидорова Е.Н. Автоматизированные системы управления в эксплуатационной работе. .М: - Маршрут, 2005 - 560с
- 30.Справочник по электротехническим материалов (Под. ред. Ю.В. Корицкого и др. изд. 3-е перераб. - Л.: энергоатомиздат.,1988-728 с)
- 31.Сугано Т. Дж., Уидмер Н. С. Цифровые системы. Теория и практика: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004
- 32.Таныгин Ю. И. Справочник. Электромеханика ж/д радиосвязи.-М.:УМЦ ЖДТ, 2009г.
- 33.Терешина Н.П. « Экономика железнодорожного транспорта». 2006,
- 34.Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
- 35.Уздин М.М., и др. Железные дороги. Общий курс: Учебник для вузов железнодорожного транспорта - СПб.: Выборг, 2002
- 36.Уралов В.Л., Михайловский Г.И., Воробьев Э.В. и др. Комплексная механизация путевых работ. М.: Маршрут, 2004..
- 37.Уэйкерли Дж. Ф. Проектирование цифровых устройств: Пер. с англ. – М.: Постмаркет, 2002.
- 38.Филимонов А. Построение мультисервисных сетей Ethernet. БХВ-Петербург, 2007
- 39.Хамахер К. И др. Организация ЭВМ. Пер. с англ. – СПб, Питер, 2003.
- 40.Шанаев О.Т. Система моделирования Electronic Workbench / на казахском и русском языках. – Алматы: АИЭС, 2003.
- 41.Шанаев О.Т. Цифровые устройства и микропроцессоры. Методические указания к выполнению курсовой работы. – Алматы: АИЭС, 2008.
- 42.Шмытинский В.В., Глушко В.П. Многоканальные системы передачи.М.,2002
- 43.Шубко В.Г., Правдин Н.В., Архангельский Е.В. и др. Железнодорожные станции и узлы: Учебник для вузов железнодорожного транспорта, 2002.
- 44.Юркин Ю.В., Лебединский А.К, Прокофьев В.А., Оперативно-технологическая связь на железнодорожном транспорте., Москва, 2007
- 45.Яковлева Т.Г., Корпущенко Н.И., Клинов С. И. и др. Железнодорожный путь: М.: Транспорт, 2001.
- 46.<https://lantorg.com/article/montazh-vols-opticheskie-razemy> © LanTorg.com
- 47.Internet <http://www.promelec.ru>
- 48.<https://lantorg.com/article/montazh-vols-opticheskie-razemy> © LanTorg.com
- 49.<https://www.railways.kz>