

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ Чобану Л.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ
по междисциплинарному курсу

**МДК 02.03 «ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И ОБСЛУЖИВАНИЯ МУЛЬТИ-
СЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**

по специальности
11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение (углубленной подготовки)

Квалификация – Специалист по телекоммуникациям

Разработчик:
Преподаватель
Белгородский индустриальный
колледж
Недоступенко Д.А.

Белгород 2020 г.

Содержание

	Стр.
1. Пояснительная записка	3
1.1. Краткая характеристика междисциплинарного курса, его цели и задачи. Место практических работ в междисциплинарном курсе	3
1.2. Организация и порядок проведения практических работ	3
1.3. Общие указания по выполнению практических работ	3
1.4. Критерии оценки результатов выполнения практических работ	3
2. Тематическое планирование практических работ	5
3. Содержание практических работ	6
Практическая работа №1 Правила оказания услуг кабельного телевидения	6
Практическая работа № 2 Дальность приема и выбор антенны	11
Практическая работа № 3 Структура системы DVB-C	14
Практическая работа № 4 Синхронная цифровая иерархия	17
Практическая работа № 5 Структурное построение цифровой системы коммутации	23
Практическая работа № 6 Состав коммерческих кабельных сетей	27
Практическая работа № 7 Исследование принципов построения телевизионных растров	29
Практическая работа № 8 Исследование коаксиальных кабелей	31
Практическая работа № 9 Расчёт уровня шума в жилой застройке	34
Практическая работа № 10 Виды усилителей и их практическое назначение	38
Практическая работа № 11 Расчет коэффициента усиления	40
Практическая работа № 12 Расчет защитного заземления	42
Практическая работа № 13-14 Исследование полного телевизионного сигнала	47
Практическая работа № 15-16 Изучение влияния шумов и помех на качество телевизионного изображения	49
Практическая работа № 17-18 Принципы формирования сигналов цветного телевидения	50
Практическая работа № 19-20 Изучение методов цифровой обработки изображений	53
4. Информационное обеспечение обучения	54

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика междисциплинарного курса, его цели и задачи. Место практических работ в междисциплинарном курсе

Междисциплинарный курс МДК 02.03 Технология монтажа и обслуживания мультисервисных сетей кабельного телевидения является частью рабочей основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение (углубленной подготовки).

Междисциплинарный курс МДК 02.03 Технология монтажа и обслуживания мультисервисных сетей кабельного телевидения изучается в VII семестре. В целом рабочей программой предусмотрено 40 часов на выполнение практических работ, что составляет 33,3 % от обязательной аудиторной нагрузки, при этом максимальная нагрузка составляет 210 часов, из них 57 часов приходится на самостоятельную работу обучающихся.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по междисциплинарному курсу МДК 02.03 Технология монтажа и обслуживания мультисервисных сетей кабельного телевидения, качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания дисциплины и подготовиться к промежуточной аттестации в форме комплексного экзамена.

1.2. Организация и порядок проведения практических работ

Практические работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение практических работ в учебный процесс служит связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, а также для получения практических навыков и умений. При проведении практических работ задания, выполняются студентом самостоятельно, с применением знаний и умений, усвоенных на предыдущих занятиях, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя. Обучающиеся должны иметь методические рекомендации по выполнению практических работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3. Общие указания по выполнению практических работ

Курс практических работ по междисциплинарному курсу МДК 02.03 Технология монтажа и обслуживания мультисервисных сетей кабельного телевидения предусматривает проведение 20 работ, посвященных изучению:

- теоретических основ построения систем цифрового радиовещания в форматах DAB, DRM и HD-Radio,
- особенностей организации радиовещания для мобильных абонентов,
- основ проектирования систем ЦРВ.

При подготовке к проведению практической работы необходимо:

- ознакомиться с целями проведения практической работы;
- ознакомиться с порядком выполнения работы.

После выполнения практической работы обучающийся к следующему занятию оформляет отчет, который должен содержать:

- название практической работы, ее цель;
- краткие, теоретические сведения об изучаемой теме;
- все необходимые, предусмотренные практической работой, расчеты;
- выводы по итогам работы;
- ответы на контрольные вопросы.

1.4. Критерии оценки результатов выполнения практических работ

Критериями оценки результатов работы обучающихся являются:

- уровень усвоения обучающимся учебного материала;
 - умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общих и профессиональных компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

ПК 2.1. Выполнять монтаж и первичную инсталляцию компьютерных сетей.

ПК 2.2. Инсталлировать и настраивать компьютерные платформы для организации услуг связи.

ПК 2.3. Производить администрирование сетевого оборудования.

ПК 2.4. Выполнять монтаж и производить настройку сетей проводного и беспроводного абонентского доступа.

ПК 2.5. Работать с сетевыми протоколами.

ПК 2.6. Обеспечивать работоспособность оборудования мультисервисных сетей.

– обоснованность и четкость изложения материала;

– уровень оформления работы.

– анализ результатов.

Критерии оценивания практической работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена в полном объеме, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2. Тематическое планирование практических работ

	Наименование тем	Вид и название работы студента	Количество часов на выполнение работы
Раздел 3			
Технология монтажа и обслуживания мультисервисных сетей кабельного телевидения			40
3.1	Особенности обслуживания и монтажа мультисервисных сетей кабельного телевидения	Практическая работа №1 «Правила оказания услуг кабельного телевидения»	2
		Практическая работа №2 «Дальность приема и выбор антенны»	2
		Практическая работа №3 «Структура системы DVB-C»	2
		Практическая работа №4 «Синхронная цифровая иерархия»	2
		Практическая работа №5 «Структурное построение цифровой системы коммутации»	2
		Практическая работа №6 «Состав коммерческих кабельных сетей»	2
		Практическая работа №7 «Исследование принципов построения телевизионных растров»	2
		Практическая работа №8 «Исследование коаксиальных кабелей»	2
		Практическая работа №9 «Расчёт уровня шума в жилой застройке»	2
		Практическая работа №10 «Виды усилителей и их практическое назначение»	2
		Практическая работа №11 «Расчет коэффициента усиления»	2
		Практическая работа №12 «Расчет защитного заземления»	2
		Практическая работа №13-14 «Исследование полного телевизионного сигнала»	4
		Практическая работа №15-16 «Изучение влияния шумов и помех на качество телевизионного изображения»	4
		Практическая работа №17-18 «Принципы формирования сигналов цветного телевидения»	4
		Практическая работа №19-20 «Изучение методов цифровой обработки изображений»	4
		Итого:	40

3. Содержание практических работ

Практическая работа №1

Правила оказания услуг кабельного телевидения

Цели: ознакомление с правилами оказания услуг кабельного телевидения, необходимые для дальнейшей работы по специальности

1. Общие положения

1.1. Правила оказания услуг кабельного телевидения (далее – Правила), разработанные в соответствии с Федеральными законами "О связи" и «О защите прав потребителей», регламентируют взаимоотношения абонентов, пользователей и операторов кабельного телевидения при заключении и исполнении Договора об оказании услуг кабельного телевидения а также порядок и основания приостановления оказания услуг по Договору и расторжения такого Договора, особенности оказания услуг кабельного телевидения, права и обязанности абонентов, пользователей и операторов кабельного телевидения, форму и порядок расчетов за оказанные услуги, порядок предъявления и рассмотрения претензий и ответственность сторон.

1.2. Правила являются обязательными для абонентов, пользователей кабельного телевидения (далее – абоненты и пользователи) и операторов кабельного телевидения (далее – оператор КТВ), оказывающих возмездные услуги с использованием сетей кабельного телевидения (далее – сети КТВ) независимо от формы их собственности и ведомственной принадлежности.

1.3. Действие Правил не распространяется на деятельность юридических, физических лиц и индивидуальных предпринимателей:

- обеспечивающих эксплуатацию сетей КТВ в целях управления государственными структурами, обороны, безопасности и охраны правопорядка в Российской Федерации.
- использующих сети КТВ для внутрипроизводственных (технологических) целей, не связанных с извлечением прибыли;
- использующих системы индивидуального приема сигналов телевизионного вещания, радиовещания или иной продукции средств массовой информации для личных нужд, не связанных с извлечением прибыли.

1.4. В настоящих Правилах используются следующие основные термины и понятия:

Абонент кабельного телевидения (абонент) - пользователь услугами кабельного телевидения, заключивший Договор об оказании таких услуг с оператором кабельного телевидения.

Абонентский кабель – коаксиальный кабель между выходом абонентской розетки и входом абонентского оборудования.

Абонентская линия - кабельная линия в составе сети КТВ между отводом абонентского ответвителя (выходом абонентского распределителя) и входом абонентской сети или абонентской розетки.

Абонентское оборудование - окончное оборудование абонента (пользователя), подключаемое к сети КТВ и предназначенное для приема и воспроизведения телевизионных программ (радиопрограмм) или для приема и (или) передачи иных сигналов электросвязи через сеть КТВ. К абонентскому оборудованию относятся: телевизионные приемники, видеомагнитофоны, кабельные модемы, компьютеры и другие устройства, являющиеся собственностью абонента (пользователя) или предоставляемые ему во временное пользование.

Абонентский ответвитель (распределитель) - устройство в составе сети КТВ, обеспечивающее ответвление части энергии радиосигнала (оптического сигнала) на несколько направлений и используемое для подключения абонентских линий или абонентских сетей.

Абонентская розетка - устройство на выходе сети КТВ, обеспечивающее подключение абонентского оборудования к абонентской сети или абонентской линии.

Абонентская сеть – совокупность технических средств, устройств и кабельных линий, подключенных к одной абонентской линии и обслуживающих одного абонента в пределах занимаемой им площади жилого или общественного здания.

Абонентская система оплаты услуг кабельного телевидения (абонентская система оплаты) - система оплаты услуг кабельного телевидения, при которой стоимость полученных пользователем услуг за расчетный период времени (месяц, декаду и др.) является постоянной величиной, не зависящей от объема фактически полученных услуг.

Авария сети кабельного телевидения (авария) - повреждение оборудования сети КТВ при чрезвычайных ситуациях (стихийных бедствиях, грозовых повреждениях, пожарах, катастрофах, разрушении зданий, сооружений или коммуникаций, прекращении работы электросетей, хищениях оборудования, умышленных и не умышленных действиях третьих лиц и т.п.), для устранения которых требуются значительные затраты времени и средств.

Акцепт (согласие заключить договор) - ответ лица, которому адресовано предложение заключить договор (оферта), подтверждающий, что оно согласно заключить договор (принимает оферту). Акцепт должен быть полным и безоговорочным.

Государственная телевизионная программа (радиопрограмма) - телевизионная программа (радиопрограмма), вещание которой осуществляется вещательной организацией, учрежденной государственным органом (организацией) или имеющей имущество, находящееся в собственности Российской Федерации или субъекта Российской Федерации.

Дополнительная информация – визуальная, аудиовизуальная или звуковая информация любого вида (буквенная, цифровая, графическая или иная), передаваемая в составе сигналов телевизионных программ, радиопрограмм или других сообщений связи, содержание которой не связано с их содержанием.

Закрытая (закодированная) телевизионная программа (радиопрограмма) - телевизионная программа (радиопрограмма), просмотр (прослушивание) которой осуществляется пользователем с использованием дополнительных преобразователей (декодеров, дешифраторов или иных устройств).

Зона действия (обслуживания) сети кабельного телевидения - территория, в пределах которой сеть КТВ обеспечивает оказание услуг кабельного телевидения пользователям.

Интерактивные услуги - услуги кабельного телевидения, оказываемые оператором кабельного телевидения по запросу (команде) пользователя.

Кабельное телевидение (КТВ) – вид (область) электросвязи, представляющий собой совокупность систем кабельного телевидения и организационно - технической деятельности операторов КТВ с использованием этих систем, обеспечивающий оказание пользователям услуг кабельного телевидения.

Общероссийская телевизионная программа (радиопрограмма) -телевизионная программа (радиопрограмма), за которой статус «общероссийской» закреплен нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти.

Оператор кабельного телевидения (оператор КТВ, оператор) - оператор связи, оказывающий пользователям услуги кабельного телевидения на основании лицензии, выдаваемой федеральным органом исполнительной власти в области связи.

Организация телевизионного (радио-) вещания (вещательная организация, вещатель) - юридическое лицо, осуществляющее на основании лицензии производство, монтаж, расстановку во времени и выпуск массовой информации (визуальной и аудиовизуальной – телевещание, звуковой – радиовещание или иной информации) для распространения по эфирным, кабельным, проводным и иным электромагнитным системам.

Открытая (незакодированная) телевизионная программа (радиопрограмма) - телевизионная программа (радиопрограмма), просмотр (прослушивание) которой осуществляется пользователем на стандартной аппаратуре без использования дополнительных преобразователей (декодеров, дешифраторов и других устройств).

Оферта (предложение заключить договор) - офертой признается адресованное одному или нескольким конкретным лицам предложение, которое определено и выражает намерение лица, сделавшего предложение, заключить договор с пользователем, которым будет принято предложение. Оферта должна содержать существенные условия договора.

Оферта публичная (публичная оферта) – адресованное многим лицам, не указанным конкретно, предложение (оферта), которое содержит все существенные условия договора и из которого усматривается воля лица о заключении договора на указанных условиях с любым, кто отзовется (ответит) на предложение.

Повременная система оплаты услуг кабельного телевидения (повременная система оплаты) - система оплаты услуг кабельного телевидения, при которой стоимость полученных пользователем услуг за расчетный период времени (месяц, декаду и др.) зависит от времени, в течение которого пользователь получал эти услуги.

Пользователь услугами кабельного телевидения (пользователь)- лицо, заказывающее и (или) использующее услуги кабельного телевидения.

Публичный договор - договор, заключенный коммерческой организацией, и устанавливающий ее обязанности по выполнению работ или оказанию услуг, которые такая организация по характеру своей деятельности должна осуществлять в отношении каждого, кто к ней обратится.

Региональная государственная телевизионная программа (радиопрограмма) – телевизионная программа (радиопрограмма), за которой статус «региональной государственной» закреплен нормативными правовыми актами органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

Ретрансляция в сети кабельного телевидения (ретрансляция) –основной режим работы сети КТВ, который обеспечивает приём сигналов телевизионных программ, радиопрограмм и других сообщений электросвязи, распространяемых наземными, спутниковыми или другими средствами связи, а также их последующее преобразование и передачу пользователям в полном объеме без изменения содержания программ.

Сеть кабельного телевидения (сеть КТВ) – сеть электросвязи (в том числе - кабельная распределительная сеть), состоящая из технических средств и кабельных линий связи, которая предназначена для ретрансляции (трансляции) пользователям сигналов телевизионных программ, радиопрограмм и других сообщений электросвязи. Сеть КТВ является частью системы кабельного телевидения любого класса.

Система индивидуального приема программ - совокупность приемных антенн, технических средств и кабельных линий, принадлежащая одному или нескольким физическим лицам и предназначенная для приема сигналов телевизионного вещания, радиовещания или иной продукции средств массовой информации исключительно для личных нужд, не связанных с извлечением прибыли.

Система кабельного телевидения (СКТ) – система, состоящая из сети кабельного телевидения, устройств сопряжения с другими сетями электросвязи (включая приемные антенны), абонентских сетей и абонентского оборудования и предназначенная для оказания пользователям услуг кабельного телевидения. Системы кабельного телевидения подразделяются на классы в соответствии с действующими национальными стандартами. К числу СКТ относятся также системы коллективного приема телевидения (СКП, СКПТ) и крупные системы коллективного приема телевидения (КСКП, КСКПТ).

Система оплаты, учитывающая объём оказываемых услуг кабельного телевидения - система оплаты услуг кабельного телевидения, при которой стоимость полученных пользователем услуг за расчетный период времени (месяц, декаду и др.) зависит от объема полученных услуг.

Трансляция в сети кабельного телевидения (трансляция) – режим работы сети кабельного телевидения, который обеспечивает прием сигналов телевизионных программ, радиопрограмм и других сообщений электросвязи непосредственно от оборудования, принадлежащего вещательной организации, их последующее преобразование и распределение (передачу) пользователям в полном объёме без изменения содержания программ.

Услуга кабельного телевидения (услуга) – возмездная услуга связи по ретрансляции (трансляции) сигналов телевизионных программ (радиопрограмм), передаче других сигналов электросвязи или иная услуга связи, оказываемая оператором кабельного телевидения пользователям с использованием сети КТВ.

1.5. Сети КТВ относятся к выделенным сетям связи или к сетям связи общего пользования.

Выделенная сеть КТВ может быть присоединена к сети связи общего пользования с переводом в категорию сети связи общего пользования, если сеть КТВ соответствует требованиям, установленным для сети связи общего пользования. Данное присоединение и взаимодействие сетей осуществляются на основании договора о присоединении, заключаемого оператором КТВ и оператором сети связи общего пользования в соответствии с правилами присоединения сетей электросвязи и их взаимодействия, утвержденными Правительством Российской Федерации.

1.6. Во время чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, определенных законодательством Российской Федерации, уполномоченные государственные органы в порядке, определенном Правительством Российской Федерации, имеют право на приоритетное использование сетей КТВ, а также приостановление или ограничение использования этих сетей.

1.7. В сети КТВ без ограничений может производиться ретрансляция (трансляция) сигналов открытых телевизионных программ, радиопрограмм и других сообщений электросвязи, которые в соответствии с законодательством и международными договорами Российской Федерации на основании соответствующей лицензии распространяются средствами наземного эфирного, спутникового или кабельного вещания в зоне действия сети КТВ и которые устойчиво принимаются системой кабельного телевидения.

1.8. Порядок ретрансляции (трансляции) в сетях КТВ сигналов закрытых телевизионных программ (радиопрограмм) должен устанавливаться договорами оператора КТВ с вещательными организациями или другими операторами связи, обеспечивающими вещание таких программ в зоне действия сети КТВ.

1.9. Для ретрансляции в сети КТВ сигналов телевизионных программ, радиопрограмм и других сообщений электросвязи, вещатели которых, не имеют лицензию на вещание в зоне действия сети КТВ, оператор КТВ или организация, им на это уполномоченная, должна получить лицензию на вещание в данной сети.

1.10. За технические параметры сигналов телевизионных программ (радиопрограмм) и иных сообщений электросвязи, поступающих на вход сети КТВ, несут ответственность вещательные организации и другие операторы связи, распространяющие эти программы средствами наземного эфирного, спутникового или кабельного вещания.

1.11. За содержание телевизионных программ (радиопрограмм), ретранслируемых (транслируемых) в сети КТВ, несут ответственность организации, осуществляющие их подготовку, выпуск и вещание, за содержание других сообщений электросвязи отвечают авторы этих сообщений.

1.12. Служебное делопроизводство и взаимоотношения оператора КТВ с пользователями, возникающие при оказании услуг кабельного телевидения, осуществляются на русском языке.

2. Услуги кабельного телевидения, вспомогательные услуги и условия их оказания

2.1. Деятельность оператора КТВ по оказанию услуг кабельного телевидения осуществляется только на основании лицензии на оказание услуг связи, выдаваемой федеральным органом исполнительной власти в области связи (далее – лицензия). В лицензию вносятся наименования услуг связи, которые оператор КТВ имеет право оказывать пользователям, и перечень лицензионных условий, которые определяются нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации.

Услуги кабельного телевидения, которые оператор КТВ имеет право оказывать пользователям, могут быть разделены на основные (обязательные) и дополнительные. Виды услуг, которые оператор КТВ оказывает пользователям, определяются техническими возможностями сети КТВ и условиями приема сигналов программ наземного эфирного, спутникового или кабельного вещания.

2.2. Основной услугой кабельного телевидения является ретрансляция сигналов общероссийских телевизионных программ и региональных государственных телевизионных программ, наземное эфирное вещание которых осуществляется в зоне действия сети КТВ. Ретрансляция сетью КТВ данных телевизионных программ осуществляется в случае, если приемное оборудование системы кабельного телевидения расположено в зоне уверенного приема эфирных сигналов этих программ.

Оператор КТВ имеет право дополнительно включить в перечень основных услуг иные услуги кабельного телевидения, разрешенные лицензией.

2.3. Дополнительными услугами кабельного телевидения, которые оказываются при наличии соответствующих технических возможностей в сети КТВ, являются:

- ретрансляция (трансляция) сигналов открытых телевизионных программ, не отнесенных к числу общероссийских и региональных государственных программ, закрытых (заказных) телевизионных программ, программ спутникового вещания и программ радиовещания, в том числе интерактивных программ;
- передача данных и доступ к сети «Интернет»;
- доступ к телематическим службам (службе электронных сообщений, факсимильной службе, службе голосовых сообщений, службе баз данных и телеметрических данных, службам видеонаблюдения и видеоконтроля и т.п.);
- телефонная связь с выходом (без выхода) на сети связи общего пользования, на междугородные (международные) сети связи и т.п.

2.4. Оказание услуг кабельного ТВ может приостанавливаться:

- при возникновении неисправностей электросети, питающей сеть КТВ, а также при плановом ограничении или прекращении подачи электроэнергии электроснабжающей организацией;
- при прекращении подачи сигналов телевизионных программ (радиопрограмм) на вход сети КТВ от внешних сетей электросвязи или возникновении неисправностей во внешних сетях электросвязи, к которым присоединена сеть КТВ;
- в результате хищений или повреждений оборудования сети кабельного телевидения;
- при авариях и повреждениях оборудования сети КТВ в результате стихийных бедствий и других непредвиденных или чрезвычайных ситуаций.

Срок устранения указанных неисправностей определяется, условиями Договора между абонентом и оператором КТВ.

2.5. При проведении профилактических (регламентных) и ремонтных работ на оборудовании сети КТВ допускаются технологические перерывы в виде полного или частичного прерывания оказания услуг кабельного телевидения без предупреждения пользователя не чаще одного раза в месяц в будничные дни на срок не более шести часов.

2.6. Вспомогательными услугами, которые оператор КТВ может оказывать пользователям и которые не относятся к услугам кабельного телевидения, являются:

- замена, монтаж, ремонт и настройка абонентских линий (абонентской сети), абонентских розеток и абонентских кабелей, а также их временное отключение от сети КТВ и обратное подключение;
- ремонт, настройка и техническое обслуживание абонентских устройств;
- предоставление справочно-информационных услуг;
- другая аналогичная деятельность.

Форма договорных отношений оператора КТВ с пользователем и порядок оплаты вспомогательных услуг определяются оператором КТВ и должны соответствовать требованиям действующего законодательства.

2.7. Абонентские линии, абонентская сеть, абонентские розетки, абонентские кабели и абонентское оборудование, как правило, приобретаются и устанавливаются пользователем за свой счет и являются его собственностью.

Ремонт и техническое обслуживание этих средств производится за счёт пользователя силами оператора КТВ или иных лиц в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

2.8. Оператор КТВ не имеет права отказать пользователю в подключении к сети КТВ при наличии технической возможности в сети КТВ и наличии в помещении пользователя исправно работающих абонентской

линии, абонентской сети, абонентских розеток, абонентских кабелей и сертифицированного исправного абонентского оборудования, параметры которого соответствуют требованиям нормативно - технических документов и условиям Договора об оказании услуг кабельного телевидения.

2.9. При наличии технической возможности и в соответствии с Договором об оказании услуг кабельного телевидения абонентские линии одного пользователя могут быть подключены к нескольким отводам абонентского ответвителя (распределителя) с помощью нескольких абонентских линий.

2.10. При отсутствии в помещении, занимаемом пользователем, абонентской линии, абонентской сети, абонентских розеток и абонентских кабелей монтаж недостающего оборудования и кабельных линий может проводиться оператором КТВ за счет пользователя по договору подряда или иным способом.

После выполнения этих работ оператор КТВ заключает с пользователем Договор об оказании услуг кабельного телевидения и присоединяет за счет пользователя его абонентскую линию к сети КТВ.

Контрольные вопросы:

1. Порядок и условия заключения договора об оказании услуг кабельного телевидения
2. Права и обязанности оператора кабельного телевидения
3. Права и обязанности абонента кабельного телевидения
4. Ответственность оператора кабельного телевидения и абонента

Практическая работа №2

Дальность приема и выбор антенны

Цель работы: расчет дальности приема и выбора антенны.

Краткие теоретические сведения:

Провести расчет дальности приема цифровых DVB-T2 пакетов процедура достаточно сложная и зависит она от десятка разнообразных факторов, начиная из время суток и заканчивая временем года. Однако, это не значит, что определить дальность приема невозможно.

В первую очередь следует знать, что существует три вида приемных антенн с разными коэффициентами усиления:

- Класс дальнобойных антенн с приемным коэффициентом усиления 16-18 дБ – дальний прием;
- Класс балконных антенн с приемным коэффициентом усиления 10-12 дБ – средний прием;
- Комнатные антенны с приемным коэффициентом усиления 6 дБ (типа «Дельта») – ближний прием.

Во всех этих случаях применяют активную антенны со встроенными малошумящими мачтовыми усилителями. Естественно, при использовании антенн класса дальнобойных, которые и стоят намного дороже, обеспечивается качественно лучший прием, способный надежно поддерживать сигнал при любых погодных условиях, к тому же срок эксплуатации намного выше, чем у обычных. Именно в случаи с антеннами и действует эта золотая формула «чем выше стоимость, тем выше качество» – более дорогостоящие варианты также имеют более привлекательный внешний вид, что немало важно.

Важно знать, что от длины кабеля снижения (если в комплекте у вас имеется какой-либо мачтовый усилитель) абсолютно никак не зависит ни качество приема, ни, тем более, его «дальнобойность». Но, вот если вы не используете мачтовый усилитель, то длина кабеля снижения имеет непосредственную и очень важную роль. Особенно это касается работы на 2 и более телевизора.

Также, не следует забывать, что использование антенн ближнего приема (комнатных) всегда чревато частыми помехами и перерывами приема. Дело в том, что для радиоволны ослабевают из-за эффекта экранировки стен. Именно поэтому дальность приема в реальном пространстве снижается примерно в 2-3 раза.

Есть несколько практических советов, направленных на улучшение работы DVB-T2 и усиление приема. Во-первых, более выгодной сегодня является покупка одной качественной антенны ДМБ с любым мачтовым усилителем, чем установка громоздких антенн МВ диапазонов. Во-вторых, лучше выбирать бесшумные мачтовые усилители, имеющие коэффициент усиления 12-20 дБ. Также важно, чтобы усилитель был с максимальным током потребления (не меньше 40-70 мА), в этом случаи ему будет соответствовать большой динамический диапазон, а значит достигается минимизация искажений. В-третьих, позаботьтесь о заземлении мачты крепежа антенны. Кроме того, дабы абсолютно обезопасить себя, желательно между антенной и мачтовым усилителем также установить и устройство для защиты от грозы. Хотя, если в доме уже предусмотрены какие-либо устройства грозозащиты, то дополнительно об этом не стоит волноваться. В-четвертых, чем больше коэффициент усиления у антенны, тем качественнее прием цифровых DVB-T2 сигналов. Также, выбирайте антенну с минимальными ветровыми нагрузками и массой. В-пятых, для соединения антенны и первого усилителя стоит выбирать длину кабеля с минимально допустимой длиной. Наиболее подходящим вариантом для практического применения будет длина в 5-10 метров. Шестой совет – вместо традиционных мачтовых усилителей в 12 В или 24 В, удобнее будет использовать усилитель напряжением питания, которого равно 5 В. Такой источник дистанционного питания предусмотрен практически для каждого DVB-T2 ресивера, что снимает необходимость для лишних затрат.

Также, следует знать, что для обеспечения нормальной читаемости цифровых DVB-T2 пакетов, уровень сигнала на выходе антенны будет достаточным с показателем 36 дБмкВ. При этом, мачтовый усилитель обеспечит защиту от потери качества подачи приема при разветвителе на 2 и больше телевизоров.

Задание 1

1.1 Рассчитать оптимальную рабочую частоту на радиолинии заданной длины днем и ночью при заданной концентрации электронов и высоте отражающего слоя ионосферы. В ночное время концентрация N уменьшается в 10 раз.

1.2 Вычислить ширину зоны молчания для найденных частот $f_{OPЧ}$.

Порядок выполнения работы

В диапазоне коротких волн и частично в диапазоне средних волн (СВ) широкое применение находят пространственные радиоволны, которые отражаются от слоев ионосферы F_2 , F_1 , E и обеспечивают дальнейшее распространение радиосигналов в системах передачи радиосвязи и радиовещания.

Выбор оптимальных рабочих частот на радиолиниях зависит от расстояния длины радиолинии ℓ , а также от концентрации электронов в отражающем слое N . Значения h_0 , ℓ , N и $r_{ВНУТР}$ взять из приложения 1, по варианту, заданному преподавателем.

Для определения $f_{OPЧ}$ вначале находят $f_{МПЧ}$, пользуясь законом косинуса, формула 1.

$$f_{МПЧ} = \frac{f_{КР}}{\cos \theta_{кр}},$$

где $f_{КР}$ – критическая частота слоя, МГц;

$\theta_{кр}$ – критический угол падения, град.

Критическая частота слоя ионосферы определяется по формуле:

$$f_{КР} = \sqrt{80,8N},$$

где N – концентрация электронов в слое ионосферы, $1/м^3$.

Критический угол падения, рисунок 1, определяют, исходя из высоты отражающего слоя h_0 и расстояния ℓ от точки излучения (А) до точки падения отраженного луча (В).

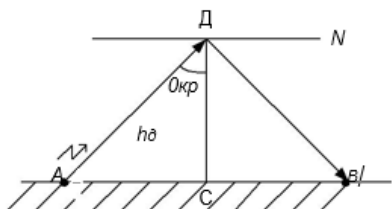


Рисунок 1 Определение МПЧ

Определив $f_{МПЧ}$, находят $f_{ОРЧ}$, которая меньше $f_{МПЧ}$ на 15%.

1.2 При работе радиосистем передачи пространственными лучами возможно образование вокруг точки излучения радиоволн кольцевой зоны, в которой не возможен прием радиосигнала. Её называют зоной молчания.

Внешний радиус R зависит от критического угла падения луча на отражающий слой ионосферы, рисунок 2.

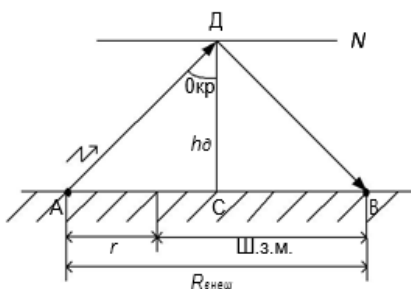


Рисунок 2 Определение ширины зоны молчания

Ширина зоны молчания определяется по формуле:

$$Ш.з.м. = R - r, \quad (3)$$

где R – внешний радиус зоны, км;

r – внутренний радиус, км.

Внешний радиус R можно определить, пользуясь формулой 1 и определив из треугольника АДС катет АС. $f_{МПЧ}$ взять равной $f_{ОРЧ}$ для дневного и ночного времени.

Результаты расчетов записать в таблицу 1.

Таблица 1

	Концентрация электронов N , $1/м^3$	Оптимальная рабочая частота, МГц	Ширина зоны молчания, км
День			
Ночь			

Контрольные вопросы:

1. Перечислите все виды антенн?
2. Из-за чего ослабевают радиоволны?
3. Как получается дальнейшее распространение коротких волн?
4. От чего зависит радиус действия поверхностных волн КВ диапазона и чему он может быть равен?
5. Почему образуется зона молчания на КВ?
6. Как определяют практически критические частоты слоев?
7. Как получают замирания на КВ и как с ними борются в системах радиосвязи?
8. Как устраняют прямое кругосветное эхо на КВ?

Приложение 1 Исходные данные

№ варианта	Длина радиолинии	Действующая высота	Концентрация электронов (днем)	Внутренний радиус	Слои ионосферы

	ℓ , км	$h\partial$, км	N , 1/см ³	r , км	
1	4000	380	$1,5 \cdot 10^6$	30	F2
2	3800	350	10^6	35	
3	3500	300	$1,5 \cdot 10^5$	40	
4	3200	250	$4 \cdot 10^5$	43	
5	3100	220	$8 \cdot 10^5$	45	
6	4100	400	$2 \cdot 10^6$	25	
7	3600	340	$1,8 \cdot 10^6$	37	
8	3300	270	$5 \cdot 10^5$	42	
9	3000	230	$4 \cdot 10^5$	48	F1
10	2500	210	$3 \cdot 10^5$	50	
11	2000	180	$2 \cdot 10^5$	53	
12	1500	170	$1,8 \cdot 10^5$	55	
13	1000	160	10^5	60	
14	2800	220	$3,5 \cdot 10^5$	48	
15	2200	190	$2,5 \cdot 10^5$	49	
16	1200	165	$1,5 \cdot 10^5$	57	
17	2000	125	$25 \cdot 10^3$	70	E
18	1700	120	$23 \cdot 10^3$	73	
19	1500	115	$20 \cdot 10^3$	75	
20	1300	110	$19 \cdot 10^3$	80	
21	1100	105	$15 \cdot 10^3$	85	
22	1000	100	$12 \cdot 10^3$	90	
23	800	95	$10 \cdot 10^3$	95	
24	600	90	$8 \cdot 10^3$	100	

Практическая работа №3 Структура системы DVB-C

Цель работы: исследование и разбор системы DVB-C.

Краткие теоретические сведения:

Структура системы DVB-C (Стандарт DVB-C) максимально гармонизирована со структурой спутниковой системы DVB-S, но в качестве типа модуляции в ней используется не QPSK, а M-QAM с числом позиций M от 16 до 256 (т.е. от 16 QAM до 256 QAM). На рисунке показана структура как оборудования головной станции кабельной линии, так и абонентского приемника-декодера для такой линии.

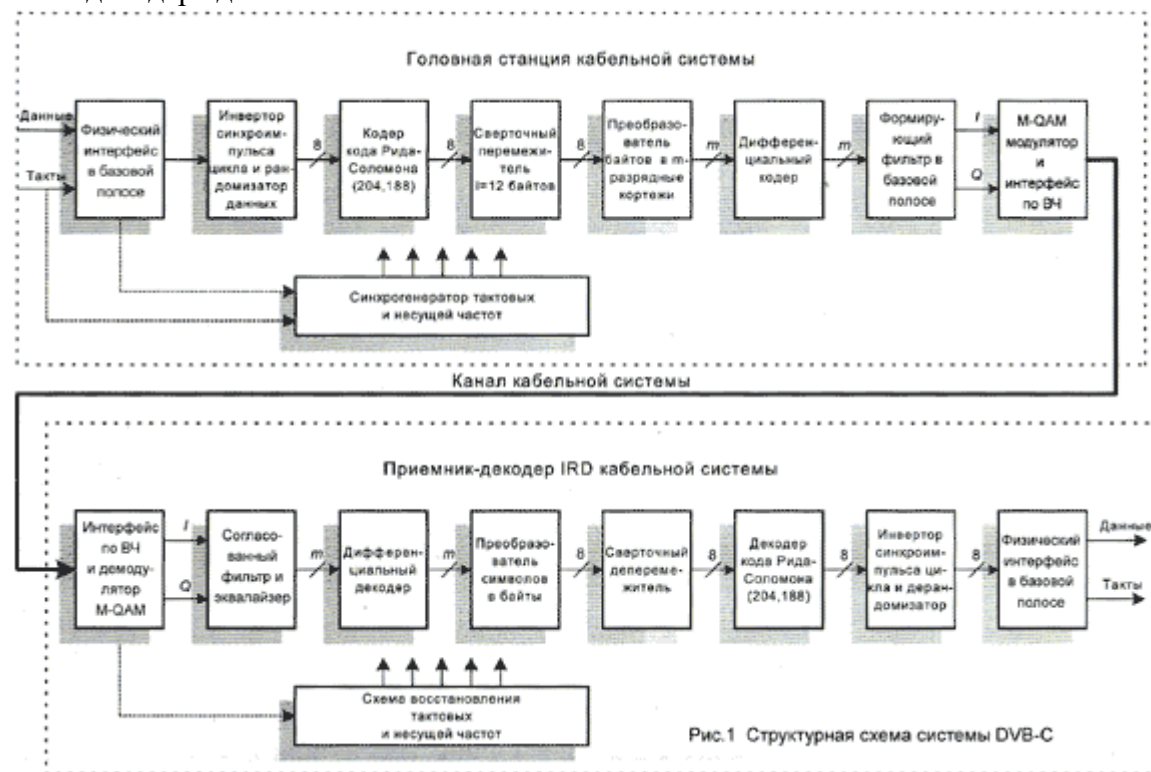


Рис.1 Структурная схема системы DVB-C

Рисунок 1 Структура системы DVB-C

Входными сигналами на головной станции являются транспортные пакеты MPEG-2 и такты, получаемые через интерфейс в основной полосе от: спутниковой линии, технологических линий, локальных программных источников и т.п. Методы инверсии каждого восьмого байта для цикловой синхронизации, рандомизации, перемежения и кодирования RS-кодом не имеют отличий от аналогичных методов и устройств в системах DVB-S и DVB-T. Преобразователь байтов и *кортежи* (короткие последовательности битов, равные значности моделирующего кода) осуществляет формирование битовых структур, удовлетворяющих условию последующего получения символов QAM.

С целью получения созвездия, не зависящего от вращения несущей, к двум старшим разрядам каждого символа QAM применяется дифференциальное кодирование. На этом формирование кортежей заканчивается и осуществляется найквистовская согласованная фильтрация для формирования спектра в квадратурных каналах I и O. Затем сигналами I и O моделируются квадратурные несущие, и сигнал QAM переносится по спектру в полосу рабочего кабельного канала, для сопряжения с которым служит физический интерфейс. На приеме в соответствующем порядке выполняются обратные операции по демодуляции и декодированию сигнала в цифровой приставке Set - Top - Box (STB).

Характерной особенностью рассмотренного тракта адаптации является отсутствие внутреннего сверточного кодера и наличие формирования спектра в основной полосе. Защита от пакетированных ошибок производится исключительно за счет перемежения на выходе кодера Рида-Соломона.

После сверточного перемежения непрерывную последовательность байтов необходимо разделить на короткие последовательности битов, каждая из которых соответствует символу QAM, т.е. определенной точке на квадратурной диаграмме модулированного сигнала. Такие

последовательности двоичных символов называются кортежами. Длина кортежа $m = \log_2(M)$, где M – число позиций сигнала M - QAM (т.е. $2^{m \times \text{QAM}}$).

Циклическая задача отображения байтов в кортежи для одного цикла может быть выражена формулой:

$$8k = n \times m,$$

где: k – число преобразуемых байтов по 8 бит;

n – число кортежей длиной m бит.

Различным вариантам модуляции M - QAM соответствуют значения коэффициентов, показанные в таблице 1.

Таблица 1 Различные варианты модуляции M - QAM

Модуляция	m	n	k	$8k = n \cdot m$
16QAM	4	2	1	8
32QAM	5	8	5	40
64QAM	6	4	3	24
128QAM	7	8	7	56
256QAM	8	11	1	8

Минимальный цикл преобразования в 1 байт соответствует видам модуляции 16QAM и 256 QAM. При 256 QAM байты и кортежи совпадают.

В таблице 2 приведены примеры расчетных значений символьной и информационной скоростей при разных кратностях модуляции в канале с полосой 8 МГц. Максимальная скорость достигает 38,1 Мбит/с, что соответствует пропускной способности ствола спутникового ретранслятора с полосой 33 МГц в типовом режиме $F_{\text{симв}} = 27,5$ Мсимв/с, $CR = 3/4$.

Таблица 2 Примеры расчетных значений символьной и информационной скоростей при разных кратностях модуляции в канале с полосой 8 МГц

Полезная информационная скорость (транспортный уровень MPEG-2), Мбит/с	Общая скорость, включая RS (204, 188), Мбит/с	Кабельная символьная скорость, Мбод/с	Занимаемая полоса частот, МГц	Вид модуляции
38,1	41,34	6,89	7,92	64QAM
31,9	34,61	6,92	7,96	32QAM
25,3	27,34	6,84	7,86	16QAM
18,9	20,52	3,42	3,93	64QAM
16	17,4	3,48	4	32QAM
12,8	13,92	3,48	4	16QAM
9,6	10,44	1,74	2	64QAM
8	8,7	1,74	2	32QAM
6,4	6,96	1,74	2	16QAM

Что несет с собой стандарт DVB-C?

При внедрении стандарта DVB-C реализуются следующие преимущества:

- *Существенная экономия частотного ресурса.* Действительно, если в одном физическом канале размещаются 4-8 ТВ программ, то это означает, что для передачи 60-ти программ (где взять такой контент?) потребуется всего около 10-ти каналов. Такой частотный выигрыш особенно ощутим при внедрении стандарта DVB-C на устаревших сетях с пропускной способностью до 240...300 МГц. В таких сетях легко размещаются свыше 100 цифровых каналов, а при активизации реверсного канала – и услуги интерактивного сервиса.

- Существенно повышается качество транслируемых программ. Действительно, трансляция аналоговых сигналов неизбежно влечет за собой снижение их качества в части неизбежного накопления искажений (шумы, интермодуляционные искажения, фоновая помеха, наводимые сигналы, кросс-модуляция и т.д.). Цифровые же сигналы (DVB-C) сохраняют свое качество вне зависимости от протяженности магистрали. Для них достаточно превышения требуемого уровня сигнала (что всегда выполняется на практике в силу более высокой чувствительности STB в сравнении с телевизором) и порогового значения C/N, которое много ниже регламентированных 43 dB согласно ГОСТ Р 52023-2003.

- При использовании стандарта DVB-C появляется возможность значительно увеличить зону обслуживания СКТ за счет более низкого шумового порога (не более 36 dB). Расчеты показывают, что при использовании стандарта DVB-C возможно увеличение зоны обслуживания в 10 и более раз. Причем, такое увеличение зоны охвата наиболее эффективно именно на устаревших сетях с верхней частотой 240...300 МГц. На таких частотах погонные потери коаксиального кабеля почти в 2 раза меньше, чем на частоте 862 МГц, с которой проектируются современные СКТ. При меньших погонных потерях требуется меньшее число усилителей, что и гарантирует поддержание высокого значения S/N.

Более того, снижение числа физических каналов снижает энергетическую нагрузку самой СКТ, что эквивалентно значительному улучшению S/N, СТВ и CSO.

- Появляется возможность эффективного кодирования пакетов программ формируемым по тем или иным экономическим соображениям, что позволяет операторам СКТ получать дополнительные прибыли за счет формирования платных каналов. При использовании DVB-C так же облегчается и возможность использования фильтров пакетирования за счет снижения физических каналов и появления частотных пробелов, которые и необходимы при использовании фильтров пакетирования.

Примеры DVB-C модуляторов

Примером DVB-C модулятора может служить модуль DVQ 90 × с DVB - ASI входом (Teleste, Финляндия). Такой модуль устанавливается в составе головной станции DVX. Этот DVB-C модуль работает в полном диапазоне входных/выходных ASI скоростей (0...213,7 Мбит/с) со стандартными размерами пакетов (188/204 байт). Собственно DVB-C модулятор обладает следующими основными параметрами:

Таблица 3 Модуль DVQ 90 × с DVB - ASI входом

	Конstellляция	16,32,64,128,256 QAM
	Символьная скорость	2...7 Мсимв/с (шаг 0,001 Мсимв/с)
	Модуляционная ошибка (MER)	≥ 40 dB
	Фактор свертки (Roll-off)	12%, 15%, 18%
	Амплитудная разбалансировка	0%
	Фазовая ошибка	0°
	Фазовый джиттер	≤ 0,5°
	Подавление несущей	≥ 55 dB
	Отношение несущая/шум (SNR)	≥ 43 dB
	Уровень любых ложных несущих (включая синусоидальную волну)	-65 dBc
	Диапазон выходных частот	47...862 МГц
	Стабильность выходного уровня	≤ 1 dB
	Точность установки выходного уровня	±1 dB

Пульсации АЧХ	$\leq 0,4 \text{ dB}$
---------------	-----------------------

Другим примером могут служить модули DVQ91х, для которых входным сигналом являются спутниковые каналы с цифровой QPSK модуляцией согласно стандарта DVB-S в диапазоне частот 950 – 2150 МГц и уровнями 44...84 dB μ V (75 Ом). Модуль также содержит и DVB - ASI вход и выход, т.е. является идентичным к выше рассмотренным модулям DVQ90х.

Контрольные вопросы:

1. Описать систему DVB-C?
2. Перспектива развития DVB-C?
3. Преимущества и недостатки системы?

Практическая работа №4

Синхронная цифровая иерархия

Цель работы: изучение стандарта для высокоскоростных оптических сетей.

Теория.

SDH - это стандарт для высокоскоростных высокопроизводительных оптических сетей связи более известный, как синхронная цифровая иерархия. Это синхронная цифровая система предназначена для обеспечения простой, экономичной и гибкой инфраструктуры сети связи. По мере роста скоростей передачи и развития структуры традиционных плезиохронных систем передач все больше стали проявляться присущие им недостатки.

Достоинства SDH.

- Возможность разработки эффективных и гибких сетей связи, основанных на прямом синхронном мультиплексировании.
- Позволяет выделить сигнал любого уровня иерархии без демultipлексирования основного сигнала.
- Обеспечение встроенной емкости сигнала для целей управления и эксплуатации сети.
- Обеспечиваются гибкие возможности транспортирования сигнала, предназначенные для существующих и будущих сигналов.
- Позволяет иметь единую инфраструктуру сети, допускает установку сетевого оборудования от различных производителей.

Только инфраструктура сети SDH обеспечивает эффективное прямое взаимодействие между тремя главными видами сетей:

Локальная сеть, Сеть кольцевой структуры, Магистральная сеть.

Скорости SDH

Наиболее распространенные линейные скорости SDH, используемые сегодня: Синхронный Транспортный Модуль первого уровня или STM-1. Сигналы более высокого уровня получают путем мультиплексирования с "чередованием байтов" сигналов низшего уровня. Они обозначаются как STM-N. Линейная скорость более высокого уровня STM-N сигнала равна ПРОИЗВЕДЕНИЮ N на 155.52 Мбит/с, т.е. линейную скорость сигнала самого низкого уровня. Наиболее часто используемые скорости передачи:

STM-1 155.52 Мбит/с

STM-4 622.08 Мбит/с

STM-16 2488.32 Мбит/с

SDH - структура разработанная для будущего развития, гарантирующая в случае необходимости добавление более высоких скоростей передачи.

SONET - североамериканский эквивалент SDH.

Концепции и структура сигнала очень близки. Главное различие - в терминологии и в сигнале самого низкого уровня.

Измерения на сетях SDH

В настоящее время технология SDH получает все большее применение для построения современных цифровых первичных сетей и, будучи сравнительно новой в практике российской связи, требует особого подхода к проведению измерений не только на этапе ввода сетей в строй, но и при их эксплуатации. Это происходит по ряду причин.

Во-первых, в настоящий момент стандарты SDH находятся в состоянии развития, многие из них еще дорабатываются и детализируются. Поэтому предлагаемое производителями оборудование может соответствовать лишь основным требованиям уже готовых стандартов, а для проверки их полного соответствия последним потребуется большая работа на этапах сертификации и внедрения.

Во-вторых, программное обеспечение систем управления сетями SDH (Telecommunications Management Network - TMN), которое предназначено для автоматического контроля и тестирования системы "изнутри", как правило, представляет собой новую фирменную разработку и, следовательно, может содержать ошибки.

В-третьих, технология SDH намного сложнее технологии PDH и требует от обслуживающего персонала более глубоких знаний. Изучить механизмы работы SDH и их взаимодействие практически невозможно без использования тестового оборудования.

В-четвертых, только "внешнее" тестирование системы SDH позволит осуществить контроль таких важных параметров взаимодействия сетей SDH и PDH, как уровень фазового дрожания сигнала (джиттер), возникающего, как правило, из-за погрешностей в цепях синхронизации.

Таким образом, на этапах создания, пуска и эксплуатации сетей SDH приоритетной задачей является их анализ с помощью измерительных приборов. В настоящий момент это единственный способ достижения высокой эффективности работы SDH.

Наиболее важны измерения на следующих участках:

- сопряжение сетей SDH разных производителей,
- сопряжение сетей SDH разных операторов,
- сопряжение сетей SDH с сетями PDH,
- соединение сетей SDH через сеть PDH (задача типичная для России).

Тестирование мультиплексорного оборудования

Основным элементом сети SDH является мультиплексор ввода/вывода (MBB). Он выполняет следующие основные функции:

- создание виртуальных контейнеров, включая помещение в них полезной нагрузки PDH (mapping) и заголовка;
- выгрузка сигнала PDH из виртуального контейнера, включая удаление из него заголовка и компенсацию образовавшегося джиттера;
- мультиплексирование/демультиплексирование потоков STM-M в поток STM-N ($N > M$) - компенсация возможной рассинхронизации входящих потоков за счет использования указателей (pointers).

Тестирование процессов создания виртуальных контейнеров необходимо для определения ряда параметров работы MBB (джиттера и битовой ошибки - BER (Bit Error Rate)). Искусственно вводя джиттер в тракт передачи, можно определить степень его компенсации. MBB должен компенсировать нестабильность частоты передаваемого сигнала (допускаемой нормами PDH на нестабильность частоты). Опять же, искусственное введение нестабильности частоты передаваемого сигнала позволяет определить ее влияние на BER и джиттер.

Особенно важно тестирование процессов восстановления нагрузки PDH, так как именно оно порождает джиттер, существенно влияющий на качество цифровых каналов связи (в частности, на величину BER). В простейших тестах анализатор измеряет полученные на выходе MBB джиттер и BER. Внося в канал SDH намеренную ошибку, анализируют реакцию систем контроля SDH и индикации MBB на полученную ошибку передачи. Существенным тестом является и имитация в сети процессов рассинхронизации. Для этого в тракт вносят дополнительные указатели (pointers) и измеряют джиттер и BER на выходе MBB. С помощью этого теста определяют эффективность механизма компенсации джиттера при смещении указателей (pointers movement).

Тестирование сети SDH в целом

После испытания мультиплексоров, как правило, производится тестирование сети SDH в целом. Оно включает в себя:

- мониторинг и сбор статистики на участках сети и сопоставление этой статистики со статистикой системы контроля;
- исследование различных механизмов работы сети, в первую очередь механизмов компенсации джиттера при прохождении нескольких мультиплексоров.

Мониторинг сети осуществляется комплексно с мониторингом системы PDH и состоит из сбора основных параметров цифровой передачи, которые рекомендуются стандартами МСЭ-Т G.821 и M.2100. При этом на заданном участке джиттер можно измерить дополнительно. В режиме мониторинга с помощью оптических разветвителей анализатор подключается к сети SDH и не оказывает влияния на работу сети. Исследование различных механизмов работы сети - процесс сложный и определяется спецификой самой сети. Обычно он включает описанные выше тесты и их комбинации, применяемые к участкам сети с несколькими MBB. В цепочку из нескольких мультиплексоров вносят нестабильность частоты передаваемого сигнала (имитация рассинхронизации по входящему потоку). На выходе измеряется результирующий джиттер, который должен соответствовать действующим нормам для сети PDH.

Особенности измерений джиттера в сетях SDH

Описание технологий измерений на сетях SDH будет неполным, если отдельно не рассмотреть вопрос измерения джиттера в системах SDH. Здесь следует учесть разную природу джиттера в системах PDH и SDH. В системах PDH джиттер возникает при некорректной работе аппаратуры передачи (например, дрожание частоты задающего генератора) или вследствие особенностей среды распространения сигнала, т. е. имеет физическую природу. В системах SDH джиттер имеет алгоритмическое происхождение. Он возникает как следствие использования механизма смещения указателей для компенсации рассинхронизации в сети. В случае рассинхронизации входящего потока для ее компенсации необходимо вставить или удалить один байт указателя (смещение указателя). Поскольку этот процесс приводит к временному смещению нагрузки на один байт, то применительно к джиттеру это означает его всплеск на 8 UI (UI - единичный интервал или время, необходимое для передачи одного бита информации). Таким образом, в системах PDH джиттер является постоянным по амплитуде, а в системах SDH - импульсным. По этой причине измерение джиттера в системах SDH - наиболее важно. Импульсный джиттер возникает в практике телекоммуникаций только при переходе к технологии SDH, т. е. является принципиально новым параметром измерений. Именно по этому параметру наблюдается некоторое разногласие в существующих стандартах. Например, норма МСЭ-Т на джиттер в канале DS3 составляет не более 5 UI, тогда как смещение указателей приводит к всплеску джиттера на 8 UI. Поэтому мультиплексорное оборудование системы SDH должно компенсировать образующийся всплеск джиттера. При ее недостаточности оборудование приема потока E2 может не справиться со всплеском джиттера, и тогда произойдет сбой цикловой синхронизации, который приведет к потере до трех циклов информации. Нормы на джиттер в системах SDH определены в рекомендации МСЭ-Т G.958.

Задание

Определить напряженность поля СВ для трех параметров почвы.

- морская вода $\sigma = 4$, $\epsilon = 80$;
- влажная почва $\sigma = 10^{-2}$, $\epsilon = 10$;
- сухая почва $\sigma = 10^{-3}$, $\epsilon = 4$.

В диапазоне СВ для линий радиосвязи и радиовещания целесообразно ориентироваться на дальность распространения земных волн. Опытная проверка показала применимость метода Шулейкина – ван дер Поля для волн не короче 200 м и для расстояний не более 400 км. За основу этого метода взята формула 1 идеальной радиопередачи. Значения P , λ , r взять из приложения 8, по варианту, заданному преподавателем. Коэффициент направленного действия $D = 1,5$.

$$E = 7,75 \cdot \frac{\sqrt{P \cdot D}}{r} \cdot F, \text{ (В/м)} \quad (1)$$

где P – мощность излучения, Вт;

D – коэффициент направленного действия антенны;

r – расстояние от передатчика до места приема, м; $F < 1$ – множитель ослабления.

Для определения множителя ослабления необходимо сравнить ток проводимости с током смещения в поверхностном слое земли.

Если $60\lambda\sigma \gg \epsilon$; вспомогательный коэффициент (численное расстояние) определяют по формуле:

$$X = \frac{\pi \cdot r}{60 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}, \quad (2)$$

где λ – длина волны, м;

σ – удельная проводимость, $1/\text{Ом} \cdot \text{м}$;

ε – относительная диэлектрическая проницаемость.

Если $60\lambda\sigma \ll \varepsilon$, то вспомогательный коэффициент определяют по формуле:

$$X = \frac{\pi \cdot r}{\lambda \cdot \varepsilon} \quad (3)$$

После определения X определяют множитель ослабления по формуле:

$$|F| = \frac{2 + 0,3 \cdot X}{2 + X + 0,6 \cdot X^2} \quad (4)$$

Результаты расчетов записать в таблицу 1.

Таблица 1

	Морская вода $\sigma = 4, \varepsilon = 80;$	Влажная почва $\sigma = 10^{-2}, \varepsilon = 10;$	Сухая почва $\sigma = 10^{-3}, \varepsilon = 4.$
$\lambda =$	$X =$ $F =$ $E =$	$X =$ $F =$ $E =$	$X =$ $F =$ $E =$
$\lambda =$	$X =$ $F =$ $E =$	$X =$ $F =$ $E =$	$X =$ $F =$ $E =$

Контрольные вопросы:

1. Дать определение джиттеру?
2. Требования к SDH?

№ варианта	P кВт	r км	λ м
1	100	500	200
2	150		
3	200		
4	250		
5	100	200	700
6	150		

7	200		
8	250		
9	100	100	300 800
10	150		
11	200		
12	250		
13	100		
14	150	250	
15	200		
16	250		
17	100		
18	150	150	
19	200		
20	250		
21	100	300	400 900
22	150		
23	200		
24	250		

Практическая работа №5

Структурное построение цифровой системы коммутации

Цель работы: рассмотреть обобщенную функциональную схему ЦСК, а также блоки, входящие в состав схемы.

Краткие теоретические сведения

Обобщённая функциональная схема ЦСК приведена на рисунке 1.1 Рассмотрим блоки, входящие в состав этой схемы:

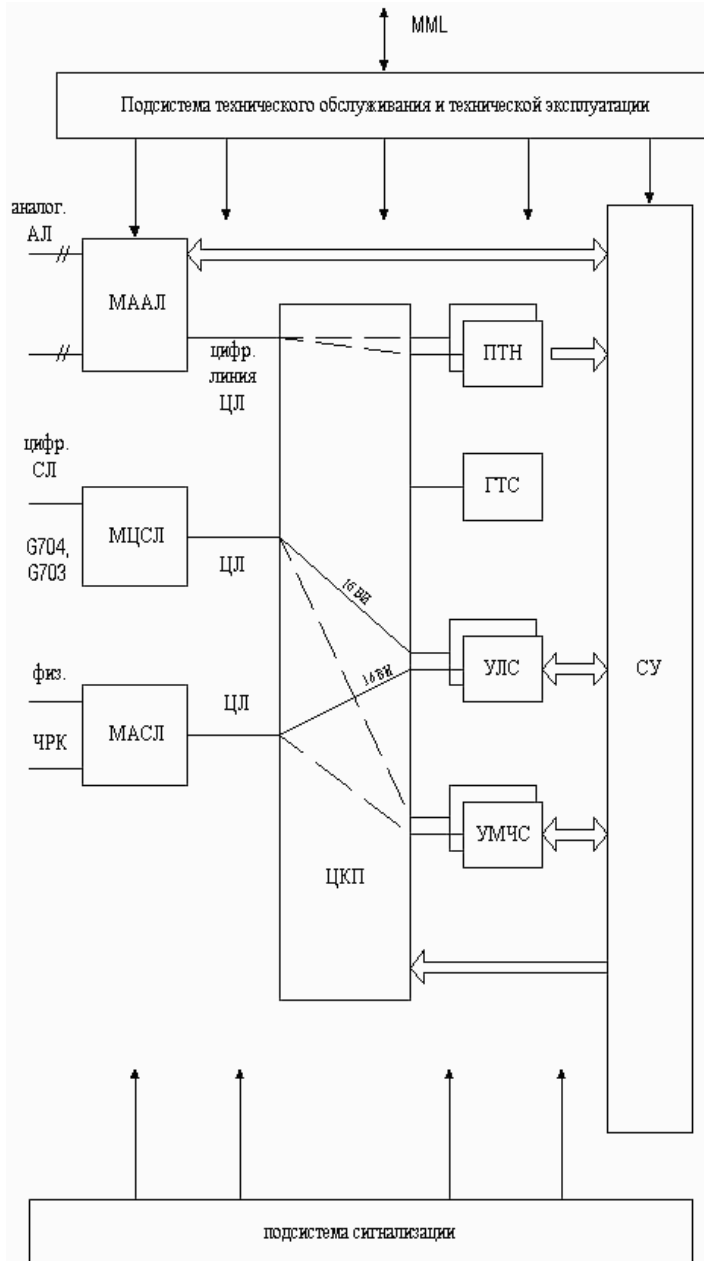


Рисунок 1.1 Обобщённая функциональная схема ЦСК

1) МААЛ - модуль аналоговых абонентских линий.

В цифровых АТС через коммутационное поле можно передавать лишь информацию в виде ИКМ сигналов. Передачу постоянного тока и токов высокого уровня, таких, как токи электропитания микрофонов телефонных аппаратов, токи вызывного сигнала и других, производить нельзя. Эти ограничения объясняются свойствами элементной базы, на которой строится коммутационное поле цифровых АТС. В связи с этим в цифровых системах электропитание микрофонов телефонных аппаратов, посылку вызова в ТА, контроль состояния абонентских линий и их испытание необходимо производить в абонентском комплекте (АК). Здесь же в АК с помощью дифференциальной системы необходимо осуществлять переход с двухпроводного на четырёхпроводный тракт. Вся совокупность

функций, возлагаемая на АК в цифровых АТС, получила название BORSCHT по первым буквам английских слов, обозначающих соответствующую функцию.

Рассмотрим каждую из функций BORSCHT.

V (battery) – электропитание микрофона телефонного аппарата (сила тока $I=50..60$ мкА).

O (overvoltage) – защита от перенапряжения, импульсных помех и т.д. (Необходимо защитить цифровое коммутационное поле от воздействия высоких напряжений (или скачков напряжения) со стороны абонентской линии.)

R (ringing) – вызывной ток $f=25$ Гц, $U=90..110$ В.

S (supervision) – контроль состояния абонентской линии. Контроль необходим для опознания сигналов вызова станции (момента снятия вызывающим абонентом трубки), “ответа” абонента (момента снятия вызываемым абонентом трубки при подаче ему вызывного сигнала), “отбоя” (момента, когда вызывающий или вызываемый абонент повесит трубку после разговора).

C (coding) – кодирование. В некоторых типах станций аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразования производится непосредственно в абонентских комплектах. В этих случаях кодеры и декодеры устанавливаются в АК.

H (hybrid) - дифференциальная система. Дифсистема служит для перехода с двухпроводного разговорного тракта на четырёхпроводный.

T (testing) – испытания. Испытания проводятся для определения характеристик АЛ, таких, как сопротивление шлейфа, ёмкость между проводами “а” и “b”, наличие посторонних токов и напряжений.

2) МЦСЛ – модуль цифровых соединительных линий. Цифровые СЛ подключаются к цифровой системе через МЦСЛ, который должен осуществлять следующие операции:

- преобразование сигналов, передаваемых по СЛ, в направлении приёма из кода HDB-3 в двоичную форму и из двоичной формы в сигналы кода HDB-3 в направлении передачи;
- выделение циклового синхрослова из сигнала, поступающего по СЛ;
- выделение тактовой частоты из сигнала, поступающего по СЛ;
- согласование последней с частотой узла коммутации (устраняя частотные отклонения между двумя тактовыми частотами);
- гальваническая развязка.

В некоторых цифровых системах данные функции распределены по другим модулям, как, например, в системе МТ 20/25.

3) МАСЛ – модуль аналоговых соединительных линий. Модуль должен выполнять следующие функции:

- электрическое согласование;
- АЦП/ЦАП;
- адаптация сигналов линейной сигнализации и управление декадным способом (линейные сигналы должны быть представлены в виде, который однозначно будет трактоваться системой управления, следовательно, модуль МАСЛ должен формировать 16 ВИ).

4) ЦКП – цифровое коммутационное поле. ЦКП должно осуществлять коммутацию цифровых линий, т.е. коммутировать различные ВИ различных цифровых линий

5) ПТН – приёмники тонального набора. Абоненты могут иметь телефонные аппараты с тональным набором номера, т.е. передача номерной информации будет осуществляться многочастотным способом двухгрупповым кодом “1 из 4” и “1 из 4”. Следовательно, необходимо иметь приёмники, которые будут подключаться лишь на время набора номера. (Очевидно, что через ЦКП нельзя передать тональные частоты, с помощью которых ведётся передача номера, поэтому они должны быть также преобразованы в МААЛ в цифровой вид.)

6) ГТС – генератор тональных сигналов. Абоненту необходимо подавать информационные сигналы, такие, как КПВ, ПВ, ответ станции, “занято” и др. Для этих целей используется ГТС.

7) УЛС – устройство линейной сигнализации. По соединительным линиям в любой момент времени может поступить линейный сигнал, поэтому каждые 2 мс надо контролировать индивидуальный сигнальный канал, который поставлен в однозначное соответствие каждому разговорному каналу. Индивидуальный сигнальный канал передаётся в 16 КИ в каждом сверхцикле (причём в каждом цикле в 16 КИ содержится информация двух сигнальных каналов, т.о., в сверхцикле будет передана информация 32 каналов).

8) УМЧС – устройство многочастотной сигнализации. Необходимо принимать адресную информацию, передаваемую кодом "2 из 6". Следовательно, необходимо на время приёма номера подключить приёмник УМЧС.

В состав цифровой СК входит подсистема технического обслуживания и технической эксплуатации. В её задачи входит контроль работы ЦСК и сообщение о неполадках оператору, а также обеспечение взаимодействия оператора и ЦСК. Это взаимодействие осуществляется посредством языка MML.

Подсистема синхронизации обеспечивает жесткое тактирование всех модулей и блоков ЦСК, т.к. внутри узла коммутации работа последних должна быть синхронной.

СУ (система управления) обеспечивает согласованную работу всех модулей ЦСК, а также логическое обслуживание вызова (анализ номерной информации и т.д.).

Рассмотрим структурное построение узла коммутации типа МТ 20/25.

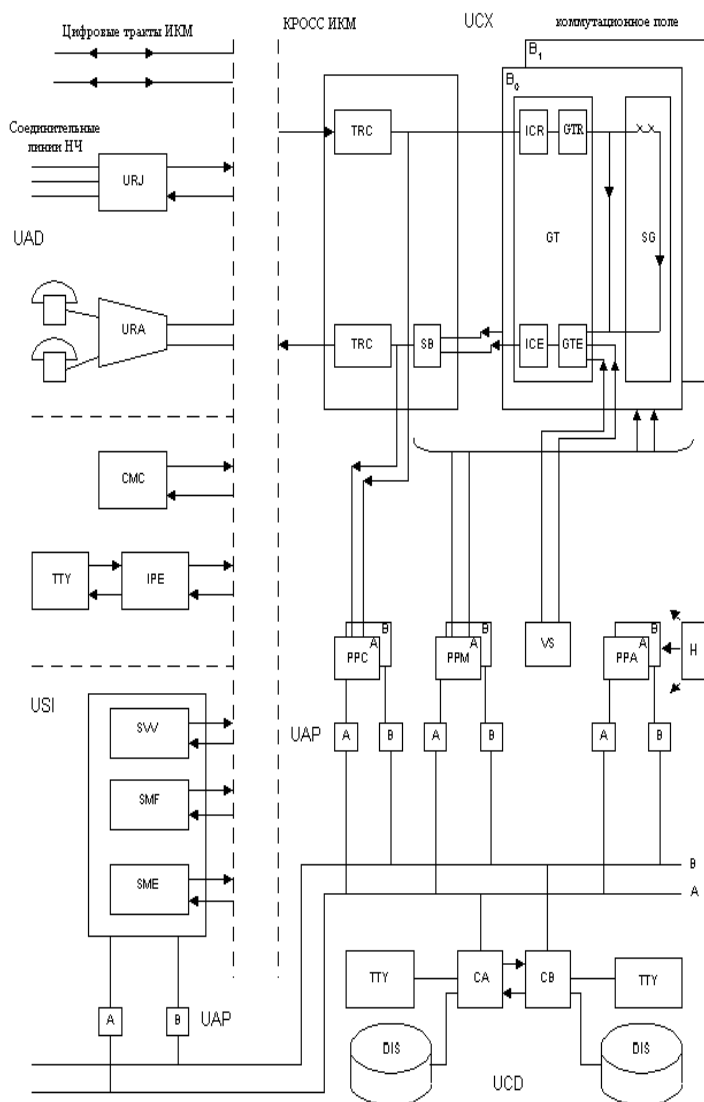


Рисунок 1.2 Структурная схема построения узла коммутации типа МТ 20/25

Система МТ 20/25 состоит из следующих основных функциональных частей: оборудования подключения аналоговых линий (UAD); оборудования сигнализации (USI); коммутационного поля (UCX); устройства управления (UCD); промежуточного оборудования.

Согласующее устройство UAD обеспечивает интерфейс абонентских, соединительных линий низкой частоты и высокочастотного уплотнения, пультов операторов с ИКМ линиями, включёнными в коммутационное поле станции. Согласно устройству делятся на 2 вида оборудования подключения: абонентских URA и соединительных URJ линий. URA выполняет те же функции, что и модуль МААЛ в рассмотренной ранее обобщённой схеме ЦСК, URJ – те же, что и модуль МАСЛ.

Оборудование сигнализации предназначено для обмена линейными и управляющими сигналами между различными АТС в процессе установления соединения, разговора и отбоя. Оборудование сигнализации является промежуточным оборудованием между URA, URJ, входящими и исходящими от других РАТС ИКМ линиями и UCD. В зависимости от обрабатываемой информации есть следующие типы сигналлеров:

SVV – с выделенным сигнальным каналом;

SMF – обрабатывающий сигналы управления, передаваемые многочастотным кодом;

SME – испытаний.

Таким образом, функции рассмотренного ранее блока УЛС выполняет SVV, блоков ПТН и УМЧС – SMF.

Коммутационное поле UCX предназначено для коммутации разговорных сигналов, сигналов управления и зуммерных сигналов. Коммутационное поле однонаправленное и может быть построено по схеме В-В или В-П-В в зависимости от числа включённых цифровых трактов (соответствует ЦКП).

В UCX включается распределитель тональных сигналов VS, который генерирует и распределяет тональные сигналы. В рассмотренной выше обобщённой схеме ЦСК это – функции ГТС.

Функции рассмотренного ранее модуля МЦСЛ, как было отмечено выше, в МТ 20/25 распределены по другим блокам, а именно:

- преобразование кода НДВ-3 в линейный и обратное, выделение тактовой частоты соединительной линии – в согласующем устройстве TR, точнее, в преобразователе кода TRC;

- цикловая синхронизация и согласование тактовых частот двух станций - в устройствах ICR и ICE (интерфейс коммутации приёма и передачи соответственно).

Промежуточное оборудование между устройством коммутации и устройством управления являются:

- программируемое периферийное устройство маркировки коммутационного поля PPM, которое устанавливает соединительный тракт для обмена информацией между UCD и коммутационным полем;

- программируемое периферийное устройство пассивного контроля PPC, которое осуществляет контроль соединения в течение всего времени разговора.

Управляющее устройство UCD состоит из двух ЭВМ, работающих по записанной программе с разделением нагрузки.

Взаимосвязь между центральным устройством управления и коммутационным полем, а также сигналлерами обеспечивается периферийными микропроцессорами, которые осуществляют маркировку элементов временной коммутации и предварительную обработку сигнализации. Обмен информацией между UCD и UCX, USI осуществляется с помощью шины доступа UAP.

Для обнаружения аварийных сигналов на станции используется микропроцессорное устройство аварийной сигнализации (PPA), которое сканирует 8192 аварийные точки на станции.

Генераторное оборудование обеспечивает синхронизацию работы различных цепей. Ведущий генератор работает с частотой 8,192 МГц. Ведущий генератор дублируется для надёжности и руководит тремя ведомыми генераторами, которые распределяют импульсы ко всем устройствам станции. На уровне каждого потребителя синхросигнала мажоритарная логика принимает решение о ценности полученной информации, сравнивая три источника информации.

Основные узлы дублируются, что даёт гарантию надёжной работы станции. Специальные программы техобслуживания обнаруживают и локализуют неисправности в системе. Интерфейс периферии IPE позволяет подключить 8 телетайпов ТТУ для тестирования абонентских линий. Для организации конференц-связи применяется блок конференц-связи СМС.

Контрольные вопросы:

1. Виды коммутации?
2. Разъяснение функции BORSCHT?

Практическая работа №6

Состав коммерческих кабельных сетей

Цель: ознакомление с составом и элементами коммерческой кабельной сети.

Краткие теоретические сведения:

Любое предприятие – это комплексный организм, и для успешной работы ему необходима хорошая коммуникация и связь. Естественно, что она обеспечивается за счёт использования современного оборудования, аппаратных средств связи и технологий, которые учитывают качество работы и безопасность.

Структурированная кабельная система – это информационная инфраструктура предприятия, которая позволяет связать воедино все его информационные компоненты. Иными словами, это такая кабельная система, которая объединяет различное оборудование и сервисы одного офиса (здания, группы зданий).

В состав СКС могут входить следующие элементы:

- Серверы и рабочие станции (компьютеры, ноутбуки) вместе с локальной вычислительной сетью (ЛВС);
- Телефонные сети (телефония);
- Оргтехника, включая принтеры, сканеры, копиры, плоттеры и многое другое;
- Системы безопасности и видеонаблюдения для комплексного контроля над ситуацией;
- Пожарная сигнализация;
- Дополнительные элементы.

При этом СКС не является закрытой структурой и может постоянно дополняться новыми элементами, если возникает потребность в таковых. Переход на СКС существенно увеличивает производительность труда и качество работы. Однако сама организация системы является достаточно трудоёмким занятием, и выполнить его своими силами практически невозможно. Ведь в СКС входит большое количество составляющих, которые имеют иерархическую структуру. В первую очередь, это кабельная система, расположенная в здании или в нескольких зданиях (офисах), разбитая на отдельные подсистемы. Это позволяет добавлять новые элементы и приложения по мере необходимости без перестройки общей системы. Точно также те или иные элементы можно выводить из состава имеющейся СКС, не нарушая целостности всего электронного организма.

В состав кабельной системы входят следующие компоненты:

- Медные и оптические кабели, которые обеспечивают бесперебойную передачу информации;
- Кросс-панели, которые также называются телекоммуникационными (панель с большим количеством соединительных разъёмов, которая приводит в ужас любого среднестатистического пользователя);
- Соединительные шнуры (обеспечивают связь между панелями);
- Кабельные разъёмы (для соединения различных видов кабеля);
- Модульные гнезда (обеспечивает контактное электрическое и механическое соединение со штекером);
- Информационные розетки (точка входа в кабельную сеть офиса или здания);
- Дополнительное оборудование (муфты, сплайсы и проч.).

Каждый элемент является очень важным для всей структуры, профессионалы знают, что далеко не вся продукция может сочетаться между собой и работать без сбоев. Хорошо собранная и отлаженная СКС передаёт любую информацию, включая речь (голос), видео, любые информационные данные. Надёжная защита делает сеть неприступной перед внешним вторжением. Дополнительные элементы безопасности

смогут сделать доступ к тем или иным данным изнутри только при определённых условиях.

Необходимость в сохранении коммерческой тайны, конфиденциальной информации накладывает на СКС необходимость обладать необходимой степенью безопасности.

Иерархическая структура позволяет добавлять новые элементы в сеть и менять те, которые морально устарели.

При этом проект сети составляется на основе определённых технологий, что позволяет отлаживать работу системы и тем, кто не принимал участия в её создании. Универсальность моделей

сочетается с возможностью применять инновации и нестандартные решения. В любом случае, сеть выполняется под нужды заказчика, а потому есть варианты в различных ценовых группах. Совсем не обязательно отдавать огромные деньги, чтобы получить хороший результат. Главное, чтобы работы производились силами профессионалов, которые точно понимают принципы построения системы, знают, какое оборудование может сочетаться между собой, а какое нет.

СКС обладает следующими преимуществами:

- Возможность подключения любого оборудования (универсальность), что создаёт хорошие условия для модернизации сети;
- Совместимость работы со стандартным и старым оборудованием (нет необходимости покупать новые принтеры, сканеры, плоттеры и т.д., так как старые подойдут ничуть не хуже);
- Удобство сервиса при модернизации и изменении конфигурации (может проводиться силами работников, у которых нет высокой квалификации);
- Качество передачи данных (высокая скорость и 100% сохранение информации любых видов, которая передаётся по каналам связи);
- Надёжность работы (элементная база находится на высоком техническом уровне);
- Работоспособность кабельных систем, дополнительного оборудования будет поддерживать работоспособность как имеющихся, так и перспективных приложений минимум 10 лет).

Дополнительные преимущества СКС заключаются в том, что её можно монтировать постепенно, по мере роста компании. Старые и новые СКС могут быть объединены в одну систему, что делает работу очень удобной. Скорость передачи данных по компьютерной сети постоянно возрастает, появляются новые поколения технологий, однако СКС позволяет экономить на модернизации. То же самое касается и офисного оборудования, которое также постоянно подлежит замене. Если обновляются компьютеры, принтеры, ксероксы и т.д., не будет необходимости перенастраивать сеть и вводить новые параметры.

Практическая работа 7

Исследование принципов построения телевизионных растров

Цель работы: изучение принципов построения телевизионных растров различных типов и их сравнительный анализ.

Краткие теоретические сведения

В процессе телевизионной передачи изображение объекта сканируется разлагающим элементом (апертурой) фотоэлектрического преобразователя. Разлагающий элемент формирует элементарные участки – элементы изображения. Последовательность передачи элементов изображения определяется траекторией разложения, полная реализация которой за время кадра образует телевизионный растр.

Эффективность сокращения полосы пропускания канала связи обеспечивается применением чересстрочного разложения. При этом все изображение передается не за один период вертикальной развертки, что имеет место при построчном разложении, а за несколько периодов (полей).

Чересстрочное разложение имеет ряд недостатков (межстрочные мелькания, ухудшение передачи движущихся объектов и др.), заметность которых возрастает с увеличением его кратности (числа полей в кадре). Вследствие этого в практике телевизионного вещания используют преимущественно разложение с кратностью 2.

В состав лабораторной установки входят: блок формирования сигналов, демонстрационный и контрольный осциллографы (рисунок 1.1).

Блок формирования сигналов служит для получения сигналов горизонтального и вертикального отклонения, а также импульса подсвета, обеспечивающего визуальное наблюдение последовательности построения растров на экране электронно-лучевой трубки демонстрационного осциллографа. Контрольный двухлучевой осциллограф служит для определения фазовых соотношений и параметров сигналов в контрольных точках блока формирования. Задающий генератор блока формирования вырабатывает импульсный сигнал, частота повторения которого понижается делителем частоты полей до частоты вертикального отклонения, а делителем частоты строк – до частоты горизонтального отклонения.

Генераторы горизонтальной и вертикальной разверток формируют сигналы вертикального и горизонтального отклонения электронного пучка трубки демонстрационного осциллографа, на экране которого наблюдают получаемый растр.

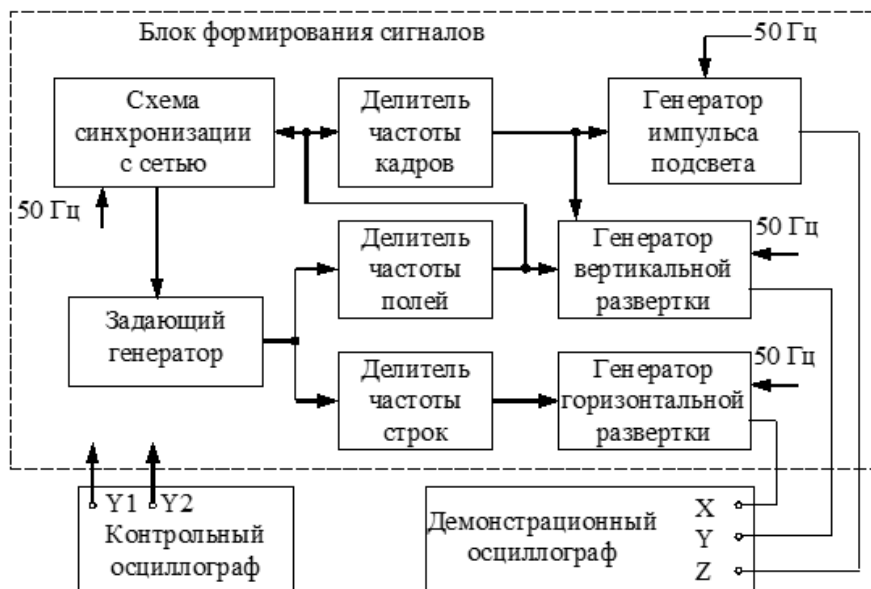


Рисунок 1.1 Растр сигнала

Возможность синхронизации с сетью реализуется схемой автоматической подстройки частоты задающего генератора в зависимости от разности фаз между напряжением питающей сети и сигналом на выходе делителя частоты полей.

Генератор импульсов подсвета вырабатывает прямоугольные импульсы переменной длительности, отпирающие электронный пучок осциллографической трубки на регулируемое время (от времени передачи одной строки до времени передачи кадра). Начало импульса подсветки совпадает с началом кадра (первого поля). Генератор запускается импульсами от делителя частоты полей, понижающего частоту вертикального отклонения до частоты кадров. Импульсы частоты кадров поступают также на генератор вертикальной развертки для формирования дополнительного ступенчатого сигнала (подставки) при построении раstra с целым числом строк в поле.

На генераторы импульсов подсвета, вертикального и горизонтального отклонений подается синусоидальное напряжение с частотой сети для формирования регулируемых по амплитуде помех, вводимых в видеосигнал, строчную и кадровую развертки.

На лицевую панель блока формирования сигналов выведены: органы управления частотой задающего генератора, коэффициентами деления делителя частоты строк и частоты полей; выключатели схемы синхронизации с сетью; выключатели наводок от сети на видеосигнал, строчную и кадровую развертки и ручки регулировки их уровней; выключатель и ручки регулировки параметров дополнительного ступенчатого сигнала вертикального отклонения, переключатели времени обратного хода по кадру.

Контрольные вопросы:

1. Телевизионный растр- это?
2. Для чего служит контрольный двухлучевой осциллограф?

Практическая работа № 8 Исследование коаксиальных кабелей

Цель: знакомство с различными типами кабелей и освоение процедуры монтажа коннекторов BNC и RJ-45; проверить возможность соединения компьютеров, концентраторов и коммутаторов с помощью прямых и перекрестных кабелей на основе «витой пары»

Краткие теоретические сведения:

Для построения сети обычно используют один из трех проводников: *витая пара*, коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель.

Витая пара

В настоящее время это наиболее распространённый сетевой проводник, состоящий из 8 медных проводников, перевитых друг с другом для уменьшения электромагнитных помех. *Длина* сегмента из такого провода – до 100 метров (рисунок).

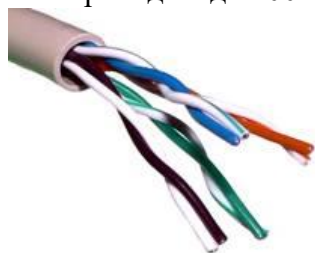


Рисунок 1.1 Витая пара

Средняя скорость информации в витой паре - 100 *мегабит/сек*, *волновое сопротивление* - 100 ом. На более высоких скоростях передачи информации резко возрастает *затухание сигнала* (чем больше скорость, тем больше затухание). Так, на скорости 100 мбит/сек (100 мгц) амплитуда падает в 1000 раз, что эквивалентно затуханию сигнала в 67 дБ. Задержка сигнала на метр кабеля обычно 4-5 наносек. Сравнивая витую пару с другими кабелями, можно отметить, что он отличается простым монтажом, но подвержен помехам. *Кабель* относительно дешевый, но с низкой секретностью информации. Передача в нем *по* методу *точка-точка* (один приемник и один передатчик), для монтажа витой пары обычно используется *топология звезда*. *Витая пара* выпускается в нескольких категориях. 1 категория – телефонный *кабель* (лапша). Применяют для передачи речи. 2 категория имеет скорость до 1 мгц (1 *мегабит* сек). В кабеле категории 3 – 9 витков на метр, затухание до 40 дб и скорость информации до 10 *мегабит* сек. *Кабель* 4-й категории пропускает сигнал до 20 мгц. 5 категория самая ходовая. В ней скорость информации до 100 Мгб сек и используется скрутка в 27 витков на метр. Категория 6 может передавать сигнал частотой до 500 мгц. *Кабель* 7 категории очень дорогой – в нем применяется экран как для отдельных проводников, так и общий. Что касается изоляции кабеля, то чаще всего используется ПВХ (non-plenum) изоляция серого цвета. Она дешева, но горит с выделением ядовитого газа. С сетевой картой *кабель* соединяется разъемом 8P8C (рисунок).



Рисунок 1.2 Разъем 8P8C

Коаксиальный кабель

Провод содержит в себе центральный проводник из меди, слой изолятора в медной или алюминиевой оплетке (это экран от электромагнитных помех) и внешнюю ПВХ изоляцию. Максимальная *скорость передачи* данных - 10 Мбит/сек. *Длина* сегмента тонкого коаксиала до 185 метров (рисунок). Такой провод имеет *диаметр* около 5 мм.



Рисунок 1.3 Коаксиальный кабель

С сетевой картой *кабель* соединяется через *BNC* (БИ ЭН СИ) разъем байонетного типа с поворотом (рисунок).



Рисунок 1.4 Разъем BNC

В сравнении с витой парой коаксиал дороже, его ремонт сложнее, гибкость хуже (особенно, у толстого кабеля). Но у него есть преимущество - оплетка кабеля (медная или из алюминиевой фольги) уничтожает помехи, искажающие сигнал. Применяют коаксиальный *кабель*, обычно, в топологии *шина*, при этом используется многоточечная передача сигнала (много приемников и много передатчиков).

Оптоволоконный кабель

Кабель содержит несколько стеклянных световодов, защищенных изоляцией. Он обладает скоростью передачи данных в несколько Гбит в сек, не подвержен электропомехам. Передача сигналов без затухания идет на *расстояние*, измеряемое километрами ([рисунок 1.5](#)). В многомодовом кабеле сегмент имеет длину до 2 км, а в одномодовом – до 40 км.



Рисунок 1.5 Многомодовый оптоволоконный кабель

Биты информации кодируются такими сущностями, как сильный свет, слабый свет, нет света. Источниками сигнала в кабеле служит инфракрасный светодиод или лазер. Оптический провод самый негибкий из всех кабельных сред передачи сигнала, зато он самый помехоустойчивый, с высокой секретностью информации. Монтаж такого кабеля сложный и дорогой, обычно, сваркой на специальном оборудовании. *Кабель* иногда бронируют, т.е. защищают металлической оболочкой (для прочности). Оптический *кабель* бывает одномодовый и многомодовый. В одномодовом кабеле сигнал передает инфракрасный лазер с одной волной 1,3 мкм, что годится для очень дальней передачи сигнала. Помимо того, что мощный лазер дорог, он также и недолговечен. Многомодовый оптический *кабель* чаще применим на практике. В нем используется много волн длиной 0,85 мкм и инфракрасный *диод*. Поскольку у каждой волны свое затухание и преломление, то происходит частичное искажение формы сигнала и такой *кабель* используют на меньших расстояниях, чем одномодовый. Среди других особенностей оптического кабеля можно отметить, что стекло может треснуть от механических воздействий и мутнеет от радиации, что, в свою *очередь*, ведет к росту затухания сигнала в кабеле. Для изоляции оптоволокна обычно применяют тефлон (плenum). Это дорогая (в сравнении с ПВХ) изоляция оранжевого цвета, но она практически не горит в огне. *Разъем* кабеля обычно байонетного типа (рисунок). На рисунке показан оптический *коннектор* типа *ST*, который соединяется с кабелем клеевым способом, т. е. путем вклейки оптического волокна в наконечник с последующей

сушкой и шлифовкой. Коннекторы для монтажных и соединительных шнуров различаются диаметром хвостовика (соответственно 0,9 и 3,0 мм) и отсутствием у первых элементов крепления кабеля. Одномодовые и многомодовые коннекторы различаются требованиями к допускам на параметры капилляра керамического наконечника.



Рисунок 1.6 Разъём оптический MM ST/PC для многомодового оптоволокна

Для преобразования светового сигнала в электрический используют оптоволоконный *трансивер* (приемо-передатчик), он довольно дорогой. На [рисунок 1.7](#) показан *трансивер* Trusom TRP-C39 для многомодового кабеля.



Рисунок 1.7 Трансивер Trusom TRP-C39 для многомодового кабеля

Трансивер TRP-C39 осуществляет двунаправленное преобразование сигналов RS-232/422/485 в световые импульсы для передачи по оптическому волокну. Особенности:

- Автоматическое определение скорости передачи данных (от 300 до 115200 бит/с)
- Гальваническая развязка с напряжением пробоя изоляции 3000V пост.тока
- Светодиодные индикаторы Питание/Передача/Прием (Power/TX/RX)
- Допустимая протяженность оптоволоконной линии до 2км
- Крепление на стену / на DIN-рейку
- Интерфейсы: RS-232/422/485 в многомодовое (Multi-mode) оптоволокно
- Длина волны: 850 нм
- Скорости передачи данных: от 300bps до 115.2kbps
- Поддержка ОС: Windows/Linux/Unix/MAC

Контрольные вопросы:

1. Что такое топология сети?
2. Что представляет собой проводник витая пара?
3. Каково устройство коаксиального кабеля?
4. Почему оптоволоконный кабель является приоритетным для проводных сетей? В чем его недостатки?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 РАСЧЁТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В процессе разработки проектов генеральных планов городов и детальной планировки их районов предусматривают градостроительные меры по снижению транспортного шума в жилой застройке. При этом учитывают расположение транспортных магистралей, жилых и нежилых зданий, возможное наличие зелёных насаждений. Учёт этих факторов помогает в одних случаях обойтись без специальных строительно-акустических мероприятий по защите от шума, а в других

– снизить затраты на их осуществление.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Задача данного практического занятия – определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке, рис. 1) от источника шума – автотранспорта, движущегося по уличной магистрали.

Уровень звука в расчётной точке, дБА,

$$L_{рт} = L_{и.ш.} - \Delta L_{рас} - \Delta L_{воз} - \Delta L_{зел} - \Delta L_{э} - \Delta L_{зд}, \quad (1.1)$$

где $L_{и.ш.}$ – уровень звука от источника шума (автотранспорта); $\Delta L_{рас}$ – снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве; дБА; $\Delta L_{воз}$ – снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, дБА; $\Delta L_{зел}$ – снижение уровня звука зелёными насаждениями, дБА; $\Delta L_{э}$ – снижение уровня звука экраном (зданием), дБА;

В формуле влияние травяного покрытия и ветра на снижение уровня звука не учитывается.

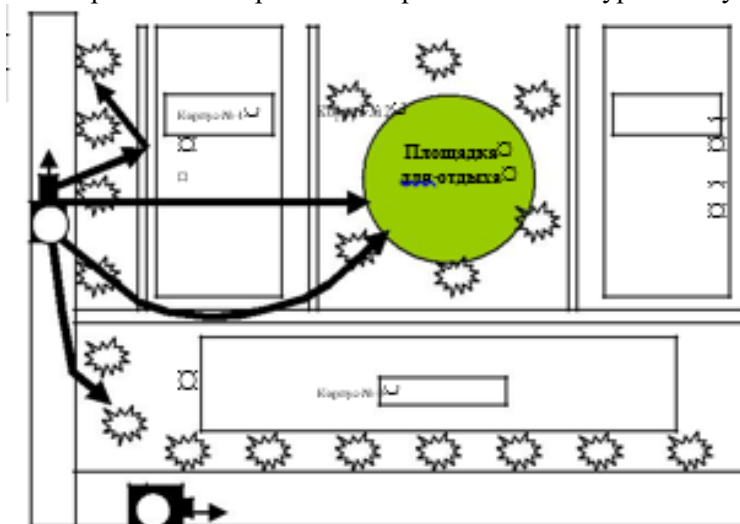


Рис. 1. Расположение площадки для отдыха в жилой застройке

Снижение уровня звука от его рассеивания в пространстве

$$\Delta L_{рас} = 10 \lg (r_n / r_o), \quad (1.2)$$

где r_n – кратчайшее расстояние от источника шума до расчётной точки, м; r_o – кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума; $r_o = 7,5$ м.

Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе

$$\Delta L_{воз} = (\alpha_{воз} r_n) / 100, \quad (1.3)$$

где $\alpha_{воз}$ – коэффициент затухания звука в воздухе; $\alpha_{воз} = 0,5$ дБА/м.

Снижение уровня звука зелёными насаждениями

$$\Delta L_{воз} = \alpha_{зел} \cdot B, \quad (1.4)$$

где $\alpha_{зел}$ – постоянная затухания шума; $\alpha_{зел} = 0,1$ дБА; B – ширина полосы зелёных насаждений; $B = 10$ м.

Снижение уровня звука экраном (зданием) $\Delta L_{воз}$ зависит от разности длин путей звукового луча δ , м.

Таблица 1

Зависимость снижения уровня звука экраном (зданием) от разности звукового луча

δ	1	2	5	10	15	20	30	50	60
$\Delta L_{воз}$	14	16,2	18,4	21,2	22,4	22,5	23,1	23,7	24,2

Расстоянием от источника шума и от расчётной точки до поверхности земли можно пренебречь.

Снижение шума за экраном (зданием) происходит в результате образования звуковой тени в расчётной точке и огибания экрана звуковым лучом.

Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания:

$$\Delta L_{воз з\partial} = K \cdot W, \quad (1.5)$$

где K – коэффициент, дБА/м; $K = 0,8 \dots 0,9$; W – толщина (ширина) здания, м.

Допустимый уровень звука на площадке для отдыха – не более 45 дБА

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДА-

НИЯ 3.1 Выбрать вариант (табл. 2).

3.2. Ознакомиться с методикой расчёта.

3.3. В соответствии с данными варианта определить снижение уровня звука в расчётной точке и, зная уровень звука от автотранспорта (источник шума), по формуле (1.1.) найти уровень звука в жилой застройке.

3.4. Определив уровень звука в жилой застройке, сделать вывод о соответствии расчётных данных допустимым нормам.

Таблица 2

3. Варианты заданий к лабораторной работе по теме

«Расчет уровня шума в жилой застройке»

Вариант	r_n , м	δ , м	W , м	$L_{и. ш.}$, дБа
01	70	5	10	70
02	80	10	10	70
03	85	15	12	70
04	90	20	12	70
05	100	30	14	70
06	105	50	14	75
07	110	60	16	75
08	115	5	16	75
09	125	10	18	75

10	135	15	18	75
11	60	20	10	80
12	65	30	10	80
13	75	50	12	80
14	80	60	12	80
15	100	5	14	80
16	95	10	14	85
17	105	15	16	85
18	110	20	16	85
19	115	30	18	85
20	120	50	18	85

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
«РАСЧЁТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ»**

1. Исходные данные:

Вариант	r_n , м	δ , м	W, м	$L_{и. ш.}$, дБа
№ -	75	50	12	80

2. **Цель работы:** определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке) от источника шума – автотранспорта, движущегося по уличной магистрали и сравнить с допустимым.

3. Ход работы:

Рассчитаем уровень звука в расчетной точке по формуле (1.1):

$$L_{рт} = L_{и.ш.} - \Delta L_{рас} - \Delta L_{воз} - \Delta L_{зел} - \Delta L_{э} - \Delta L_{зд}, \text{ дБА},$$

где $L_{и.ш.}$ – уровень звука от источника шума (автотранспорта); $\Delta L_{рас}$ – снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве; дБА; $\Delta L_{воз}$ – снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, дБА, $\Delta L_{зел}$ – снижение уровня звука зелёными насаждениями, дБА; $\Delta L_{э}$ – снижение уровня звука экраном (зданием), дБА.

Для этого нам необходимо рассчитать:

1. Снижение уровня звука из-за рассеивания в пространстве:

$$\Delta L_{рас} = 10 \cdot \lg(r_n/r_0)$$

$$\Delta L_{рас} = 10 \cdot \lg(75/7,5) = 10 \cdot \lg 10 = 10,$$

где R_n – кратчайшее расстояние от источника шума до расчетной точки, м; r_0 – кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источником шума $r_0 = 7,5$ м.

2. Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе:

$$\Delta L_{воз} = (L_{воз} \cdot r_n) / 100$$

$$\Delta L_{воз} = (0,5 \cdot 75) / 100 = 0,375$$

3. Снижение уровня шума зелёными насаждениями:

$$\Delta L_{зел} = \alpha_{зел} \cdot B$$

$$\Delta L_{зел} = 0,1 \cdot 10 = 1,$$

где $L_{зел}$ – постоянная затухания шума, $L_{зел} = 0,1 \text{ дБА/м}$; B – ширина полосы зелёных насаждений, $B = 10 \text{ м}$

4. Снижение уровня шума экраном $\Delta L_{воз}$ зависит от разности длин путей звукового луча δ , м. (табл. 1):

$$\text{Следовательно: } \Delta L = 23,7$$

5. Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания:

$$\Delta L_{зд} = K \cdot W$$

$$\Delta L_{зд} = 12 \cdot 0,85 = 10,2,$$

где K – коэффициент, $K = 0,8 \dots 0,9 \text{ дБА/м}$

6. По формуле (1.1.) находим уровень звука в расчётной точке, подставив все вычисленные данные:

$$L_{pT} = 80 - 10 - 0,375 - 1 - 23,7 - 10,2 = 34,725 \text{ дБА.}$$

Вывод: Рассчитанный уровень звука на площадке отдыха в жилой застройке равен 34,725 дБА, что меньше допустимого, равного 45 дБА. Следовательно, уровень звука соответствует нормам.

Практическая работа №10

Виды усилителей и их практическое назначение.

Цель: приобретение практических навыков для освоения будущей профессии.

Краткие сведения:

Электронными называют усилители электрических сигналов с регулирующими элементами на полупроводниковых или электровакуумных приборах. Классификация усилителей возможна по очень большому количеству признаков, относящихся как к виду выполняемых ими функций, так и к качеству или способу выполнения этих функций. В этом курсе будем придерживаться следующего разделения усилителей на группы.

По **виду сигналов**, для усиления которых предназначен усилитель:

- усилители гармонических сигналов (при построении усилителей гармонических сигналов важнейшим является обеспечение минимального уровня вносимых в сигнал искажений);
- усилители импульсных сигналов (усилители импульсных сигналов обычно используют различные ключевые режимы работы транзисторов, здесь важнейшим фактором является минимизация задержек фронтов и спадов усиливаемых сигналов, а также устранение паразитных выбросов токов и напряжений, неизбежно возникающих при прохождении таких сигналов через каскады усиления).

По способности усиливать **постоянные и переменные** сигналы:

- усилители постоянного тока (усилители, обладающие способностью усиливать весьма медленные колебания, в том числе и нулевой частоты, даже в том случае, если они в первую очередь предназначены для усиления мощности или напряжения переменных сигналов);
- усилители переменного тока (прочие - не обладающие способностью усиливать сигналы нулевой частоты - усилители).

По **диапазону частот**, на которые рассчитан усилитель:

- усилители низкой частоты (УНЧ); предназначены для усиления частот звукового диапазона (0,01...20 кГц);
- усилители высокой частоты (УВЧ); предназначены для усиления сигналов в радиочастотном диапазоне;

По соответствию вида амплитудно-частотной характеристики **полосе частот рабочего сигнала**:

- узкополосные усилители; на практике принято называть усилитель узкополосным, если полоса пропускаемых частот уже, чем это минимально необходимо для качественного воспроизведения спектра усиливаемого сигнала (узкополосные УНЧ имеют полосу пропускания менее 2,5...3 кГц; узкополосные УВЧ, например, для применения в телевидении, обладают полосой пропускаемых частот 4,5...5 МГц, что меньше минимально необходимого для качественного воспроизведения телевизионного сигнала);
- широкополосные усилители (часто для уменьшения нелинейных искажений и повышения устойчивости усилителя выгодно реализовывать в нем максимально широкую полосу пропускания, гораздо шире, чем это реально необходимо для всех возможных частот рабочего сигнала);

По **форме** амплитудно-частотной характеристики:

- избирательные или резонансные усилители (имеют частотную характеристику полосового фильтра или резонансного колебательного контура);
- апериодические усилители (имеют частотную характеристику, плавно убывающую по мере роста частоты).

По **усиливаемому электрическому показателю** (данный признак классификации имеет в виду предназначение усилителя):

- усилители напряжения (определяющим свойством усилителя является усиление напряжения);

- усилители тока (определяющим свойством усилителя является усиление тока);
- усилители мощности - усилитель или его оконечная выходная часть, рассчитанная на отдачу в цепь внешней нагрузки определенной мощности при заданной величине входного сигнала (Виды усилителей).

Контрольные вопросы:

1. Что такое электронный усилитель?
2. Назначение усилителя?
3. Какие усилители относятся к специальному виду?
4. Функциональные виды усилителей?

Практическая работа № 11

Расчет коэффициента усиления

Цель: приобретение практических навыков по расчету коэффициента усиления

Краткие сведения:

Коэффициентом усиления называется отношение выходной величины, характеризующей уровень сигнала, к входной.

В качестве таких величин могут быть использованы напряжение, сила тока и мощность (U, I, P). Им соответствуют коэффициенты:

$$\dot{K}_U, \dot{K}_I, \dot{K}_P.$$

$$\dot{K}_U = \frac{\dot{U}_{\text{вых}}}{\dot{U}_{\text{вх}}},$$

$$\dot{K}_I = \frac{\dot{I}_{\text{вых}}}{\dot{I}_{\text{вх}}},$$

где $U_{\text{вых}}$ - выходное напряжение, $U_{\text{вх}}$ - входное напряжение, $I_{\text{вых}}$ - выходной ток и $I_{\text{вх}}$ - входной ток.

Из-за наличия в схемах усилителя реактивных элементов (индуктивности L и емкости C) коэффициенты усиления по току и напряжению (K_I, K_U) являются комплексными и зависят от частоты f .

$$K_P = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}},$$

Коэффициент усиления по мощности K_P показывает, во сколько раз активная мощность $P_{\text{акт.вых}}$, отдаваемая усилителем в нагрузку, больше активной мощности $P_{\text{акт.вх}}$, подводимой по входным зажимам.

где $P_{\text{вых}}$ - выходная мощность; $P_{\text{вх}}$ - мощность на входе.

K_P выражается в логарифмических единицах:

$$K_P[\text{дБ}] = 10 \lg K_P.$$

В усилителях на полевых транзисторах имеет смысл только K_U , так как входной ток очень мал. В биполярных транзисторах определяют обычно K_I, K_U, K_P , однако, наиболее часто используется K_U . Поэтому обычно U опускают и пишут K .

Контрольные вопросы:

1. Чем определяются статические ошибки усилителя?
2. Что такое динамические ошибки усилителя?

3. Чем определяется коэффициент усиления операционного усилителя при отключённой обратной связи?
4. Что называется отрицательной и положительной обратной связью?

Практическая работа № 12 Расчет защитного заземления

Цель: ознакомиться с устройством заземления; получить навыки определения сопротивления заземления; произвести расчет заземления по заданию преподавателя.

Краткие сведения:

Расчет заземления производится для того чтобы определить сопротивление сооружаемого контура заземления при эксплуатации, его размеры и форму. Как известно, контур заземления состоит из вертикальных заземлителей, горизонтальных заземлителей и заземляющего проводника. Вертикальные заземлители вбиваются в почву на определенную глубину.

Горизонтальные заземлители соединяют между собой вертикальные заземлители. Заземляющий проводник соединяет контур заземления непосредственно с электрощитом.

Размеры и количество этих заземлителей, расстояние между ними, удельное сопротивление грунта – все эти параметры напрямую зависят на сопротивление заземления.

К чему сводится расчет заземления?

Заземление служит для снижения напряжения прикосновения до безопасной величины. Благодаря заземлению опасный потенциал уходит в землю тем самым, защищая человека от поражения электрическим током.

Величина тока стекания в землю зависит от сопротивления заземляющего контура. Чем сопротивление будет меньше, тем величина опасного потенциала на корпусе поврежденной электроустановки будет меньше.

Заземляющие устройства должны удовлетворять возложенным на них определенным требованиям, а именно величины сопротивления растекания токов и распределения опасного потенциала.

Поэтому основной **расчет защитного заземления сводится** к определению сопротивления растекания тока заземлителя. Это сопротивление зависит от размеров и количества заземляющих проводников, расстояния между ними, глубины их заложения и проводимости грунта.

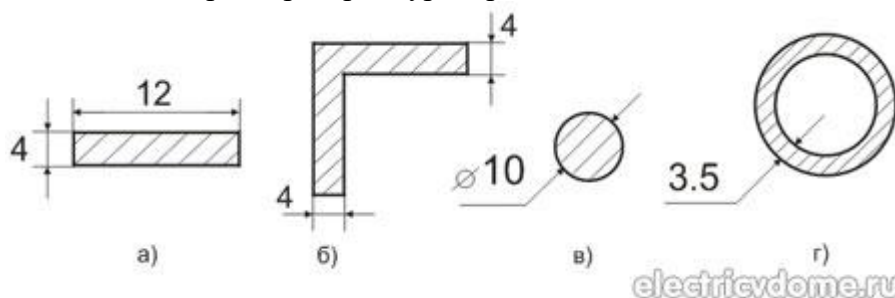
Исходные данные для расчета заземления

1. Основные условия, которых необходимо придерживаться при сооружении заземляющих устройств это размеры заземлителей.

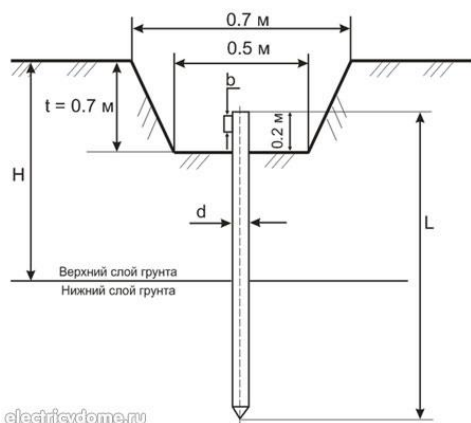
1.1. В зависимости от используемого материала (уголок, полоса, круглая сталь) **минимальные размеры заземлителей** должны быть не меньше:

- а) полоса 12х4 – 48 мм²;
- б) уголок 4х4;
- в) круглая сталь – 10 мм²;
- г) стальная труба (толщина стенки) – 3.5 мм.

Минимальные размеры арматуры применяемые для монтажа заземляющих устройств

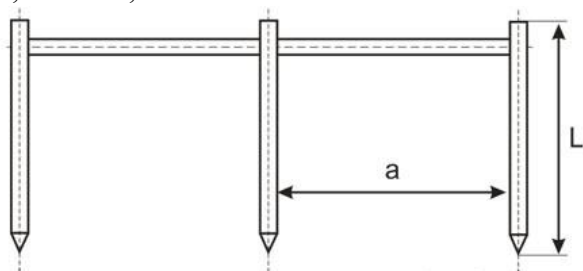


1.2. Длина заземляющего стержня должна быть не меньше 1.5 – 2 м.



electrifdome.ru

1.3. Расстояния между заземляющими стержнями берется из соотношения их длины, то есть: $a = 1 \times L$; $a = 2 \times L$; $a = 3 \times L$.



electrifdome.ru

В зависимости от позволяющей площади и удобства монтажа заземляющие стержни можно размещать в ряд, либо в виде какой ни будь фигуры (треугольник, квадрат и т.п.).

Цель расчета защитного заземления.

Основной целью расчета заземления является определить число заземляющих стержней и длину полосы, которая их соединяет.

Пример расчета заземления

Сопротивление растекания тока одного вертикального заземлителя (стержня):

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{эКВ}}}{2\pi \cdot L} \left(\ln \left(\frac{2L}{d} \right) + 0.5 \ln \left(\frac{4T + L}{4T - L} \right) \right)$$

где $\rho_{\text{эКВ}}$ - эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м; L - длина стержня, м; d - его диаметр, м; T - расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

В случае установки заземляющего устройства в неоднородный грунт (двухслойный), эквивалентное удельное сопротивление грунта находится по формуле:

$$\rho_{\text{эКВ}} = \frac{\Psi \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot L}{\left(\rho_1 (L - H + t_r) + \rho_2 (H - t_r) \right)}$$

где Ψ - сезонный климатический коэффициент (таблица 2); ρ_1, ρ_2 - удельное сопротивления верхнего и нижнего слоя грунта соответственно, Ом·м (таблица 1); H - толщина верхнего слоя грунта, м; t - заглубление вертикального заземлителя (глубина траншеи) $t = 0.7$ м.

Так как удельное сопротивление грунта зависит от его влажности, для стабильности сопротивления заземлителя и уменьшения на него влияния климатических условий, заземлитель размещают на глубине не менее 0.7 м.

Удельное сопротивление грунта

Таблица 1

Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м
Торф	

Почва (чернозем и др.)	
Глина	
Супесь	
Песок при грунтовых водах до 5 м	
Песок при грунтовых водах глубже 5 м	

Заглубление горизонтального заземлителя можно найти по формуле:

$$T = \left(\frac{L}{2}\right) + t$$

Монтаж и [установку заземления](#) необходимо производить таким образом, чтобы заземляющий стержень пронизывал верхний слой грунта полностью и частично нижний.

Климатический коэффициент сопротивления грунта Таблица 2				
Тип заземляющих электродов	Климатическая зона			
	1	2	3	4
Вертикальный (вертикальный)	2	1.8	1.6	1.4
Горизонтальный (горизонтальный)	7	4.5	5	
Климатические признаки зон				
Средняя многолетняя низшая температура (по Цельсию)	+15 по С	+10 по С	до 0 по С	до +5 по С
Средняя многолетняя высшая температура (по Цельсию)	до +18 по С	до +22 по С	до +24 по С	до +26 по С

Количество стержней заземления без учета сопротивления горизонтального заземления находится по формуле:

$$n_0 = \frac{R_0 \cdot \psi}{R_n}$$

R_n - нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства, определяется исходя из правил ПТЭЭП (Таблица 3).

Максимальное допустимое значение сопротивления заземляющих устройств (ПТЭЭП) Таблица 3		
Характеристика электроустановки	Нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства, Ом	Значение сопротивления заземляющего устройства, Ом
Основной заземлитель к которому присоединяется нейтраль генераторов трансформаторов, а также повторные заземлители нулевого провода (в том числе в вводах помещения) в сетях с заземленной нейтралью на напряжение, В:	до 30	
	до 100	
	до 30	
Повторные заземлители нулевого провода (в том числе в вводах помещения) в сетях с заземленной нейтралью на напряжение, В:	до 100	
	до 30	
	до 100	

Как видно из таблицы нормируемое сопротивление для нашего случая должно быть не больше 30 Ом. Поэтому R_n принимается равным $R_n = 30$ Ом.

Сопротивление растекания тока для горизонтального заземлителя:

$$R_{\Gamma} = 0.366 \left(\frac{\rho_{\text{ЭКВ}} \cdot \Psi}{L_{\Gamma} \cdot \eta_{\Gamma}} \right) \cdot \lg \left(\frac{2 \cdot L_{\Gamma}^2}{b \cdot t} \right)$$

L_{Γ} , b – длина и ширина заземлителя; Ψ – коэффициент сезонности горизонтального заземлителя; η_{Γ} – коэффициент спроса горизонтальных заземлителей (таблица 4).

Длину самого горизонтального заземлителя найдем исходя из количества заземлителей:

$$L_{\Gamma} = a \cdot (n_0 - 1) \quad \text{– в ряд;} \quad L_{\Gamma} = a \quad \text{– по контуру.}$$

a – расстояние между заземляющими стержнями.

Определим сопротивление вертикального заземлителя с учетом сопротивления растеканию тока горизонтальных заземлителей:

$$R_{\text{В}} = \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{Н}}}{(R_{\Gamma} - R_{\text{Н}})}$$

Полное количество вертикальных заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{В}} \cdot \eta_{\text{В}}}$$

$\eta_{\text{В}}$ – коэффициент спроса вертикальных заземлителей (таблица 4).

Коэффициент использования заземлителей

Таблица 4

Для горизонтальных заземлителей				Для вертикальных заземлителей			
Число электродов	По контуру			Число электродов	По контуру		
	Отношение расстояния между электродами к их длине a/L				Отношение расстояния между электродами к их длине a/L		
	1	2	3		1	2	3
4	0.45	0.55	0.65	4	0.69	0.78	0.85
5	0.4	0.48	0.64	6	0.62	0.73	0.8
8	0.36	0.43	0.6	10	0.55	0.69	0.76
10	0.34	0.4	0.56	20	0.47	0.64	0.71
20	0.27	0.32	0.45	40	0.41	0.58	0.67
30	0.24	0.3	0.41	60	0.39	0.55	0.65
50	0.21	0.28	0.37	100	0.36	0.52	0.62
70	0.2	0.26	0.35	-	-	-	-
100	0.19	0.24	0.33	-	-	-	-
Число электродов	В ряд			Число электродов	В ряд		
	Отношение расстояния между электродами к их длине a/L				Отношение расстояния между электродами к их длине a/L		
	1	2	3		1	2	3
4	0.77	0.89	0.92	2	0.86	0.91	0.94
5	0.74	0.86	0.9	3	0.78	0.87	0.91
8	0.67	0.79	0.85	5	0.7	0.81	0.87
10	0.62	0.75	0.82	10	0.59	0.75	0.81
20	0.42	0.56	0.68	15	0.54	0.71	0.78
30	0.31	0.46	0.58	20	0.49	0.68	0.77
50	0.21	0.36	0.49	-	-	-	-
65	0.2	0.34	0.47	-	-	-	-

Коэффициент использования показывает, как влияют друг на друга токи растекания с одиночных заземлителей при различном расположении последних. При соединении параллельно, токи растекания одиночных заземлителей оказывают взаимное влияние друг на друга, поэтому чем ближе расположены друг к другу заземляющие стержни тем общее *сопротивление заземляющего контура больше*.

Полученное при расчете число заземлителей округляется до ближайшего большего.

Контрольные вопросы:

1. Что такое защитное заземление?
2. В каких случаях производится заземление электроустановок?
3. Дайте классификацию заземляющих устройств.
4. Каким прибором производится контроль сопротивления заземлителя?
5. Что такое заземляющее устройство?
6. Покажите конструкцию искусственных заземлителей.
7. Электроустановка подключения к сети с изолированной нейтралью, в которой произошло замыкание одной из фаз на корпус электроустановки, которой касается человека. Электроустановка заземлена. Определите величину тока, проходящего через человека.
8. В чем заключается принцип нормирования защитного заземления.
9. Каков порядок расчета защитного заземления.

Практическая работа 13-14

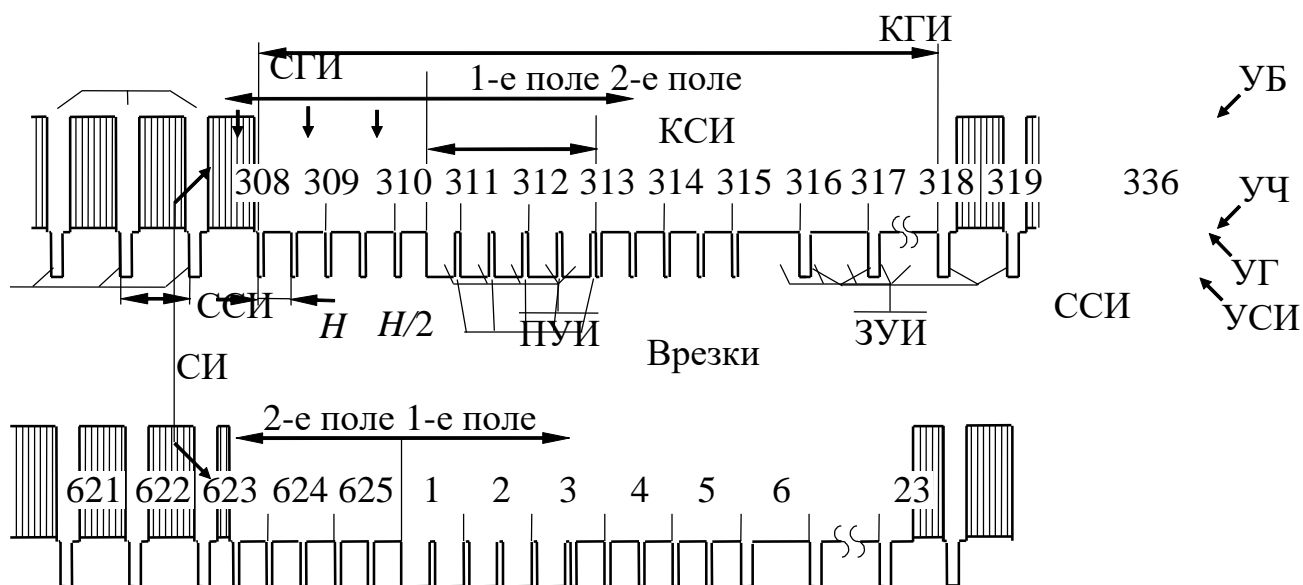
Исследование полного телевизионного сигнала

Цель работы: изучение формы полного телевизионного сигнала и роли его компонент в процессе синхронизации развертывающих устройств.

Теория.

Синхронизация развертывающих устройств передающей камеры и телевизионного приемника осуществляется от единого источника синхросигнала – синхрогенератора. Развертывающие устройства передающей телевизионной камеры синхронизируются непосредственно импульсами строчной и кадровой синхронизации, а синхронизация приемного устройства осуществляется сложным синхросигналом, замешанным в видеосигнал и передаваемым совместно с ним по каналу связи в виде полного телевизионного сигнала. Соотношение между уровнями составляющих полного телевизионного сигнала, их форма и расположение во времени определяются ГОСТ 7845-79.

Вид полного телевизионного сигнала (ПТВС) в той его части, где присутствует полная синхрогруппа импульсов, приведен ниже при смене первого поля (полукадра) на второе и при смене второго поля (полукадра) на первое.



КГИ – кадровые гасящие импульсы; КСИ – кадровые синхроимпульсы;
СГИ – строчные гасящие импульсы; ССИ – строчные синхроимпульсы;
ПУИ – передние уравнивающие импульсы; ЗУИ – задние уравнивающие импульсы; СИ – сигнал изображения.
УБ – уровень белого; УЧ – уровень черного; УГ – уровень гашения;
УСИ – уровень синхроимпульсов.

Лабораторная установка

В состав лабораторной установки входят: телевизионная система, световая панель с испытательной таблицей, блок выделения и разделения синхросигнала и измерительная аппаратура. Синхрогенератор телевизионной системы наряду со стандартным синхросигналом (режим I) позволяет формировать следующие его модификации:

- без импульсов врезок (режим II);
- с импульсами врезок строчной частоты (III);
- без уравнивающих импульсов (IV);

- без уравнивающих импульсов и врезок (Y);
- без уравнивающих импульсов с врезками строчной частоты (YI).

Сформированный в системе полный телевизионный сигнал подается на блок выделения и разделения синхросигнала, содержащий амплитудный селектор, схему выделения строчных импульсов и схемы выделения полукадровых импульсов с интегрированием синхросигнала и с его неполным дифференцированием, с выходов которых полукадровые синхроимпульсы выводятся через переключатель. Сбой строчной синхронизации легче фиксируется на экране видеоконтрольного устройства (ВКУ), а качество чересстрочного разложения проще контролировать в растре передающей трубки, поэтому выделенные из полного телевизионного сигнала синхроимпульсы подаются: строчные – на синхронизацию горизонтальной развертки ВКУ, полукадровые – на синхронизацию вертикальной развертки в передающей камере.

В состав измерительной аппаратуры входят стандартный телевизионный осциллограф для детального изучения формы сигналов и блок выделения сигналов трех строк – для измерения величины спаривания строк в растре передающей трубки.

Контрольные вопросы:

1. Какие устройства называют развертывающими?
2. Дать расшифровку ГОСТ 7845-79?

Практическая работа 15-16

Изучение влияния шумов и помех на качество телевизионного изображения

Цель работы: изучение методов измерения шумов и помех, исследование видности шумов и помех на черно-белом телевизионном изображении.

Теория.

Шумы в телевизионных системах снижают четкость и контраст изображения, сокращают диапазон воспроизводимых полутонов яркости. Уровень шумов в телевизионной системе определяется преобразователем свет-сигнал т. е. звеном, где сигнал минимален.

Отношение размаха видеосигнала к среднеквадратическому уровню шума ($U_{ш}$) определяет отношение сигнала к шуму при измерении шумовой "дорожки", равной примерно $6U_{ш}$. Осциллографическим методом измеряется квазипиковое отношение сигнала к шуму. Учет влияния шумов на качество восприятия изображения возможен введением "весовых" функций шумов, учитывающих зависимости видности шумов на телевизионном экране от их спектрального состава и уровня фоновой яркости. Для измерения визуально-эквивалентного отношения сигнала к шуму в состав измерительной аппаратуры вводятся взвешивающие фильтры, реализующие весовые функции. Характеристика затухания взвешивающего фильтра (фильтра кривой видности), рекомендованного МККР и учитывающего спектральный состав шумов, может быть записана выражением

$$G = 10 \lg(1 + 39.5 t^2 f^2),$$

где G – затухание фильтра на частоте f (в децибелах); t – постоянная времени фильтра, равная 0.33 мкс.

Взвешенная оценка шумов с учетом видности на фонах разной яркости определяется выражением

$$U_{ш\text{ взв}} = (2/3 U_{ш\text{ ч}} + U_{ш\text{ сер}} + 1/3 U_{ш\text{ б}}) / 3,$$

где $U_{ш\text{ ч}}$ – среднеквадратический уровень шумов на черном; $U_{ш\text{ сер}}$ – среднеквадратический уровень шумов на сером; $U_{ш\text{ б}}$ – среднеквадратический уровень шумов на белом фоне изображения.

Отношение размаха сигнала к размаху гармонической помехи определяет отношение сигнал/помеха в видеосигнале.

Заметность гармонических помех на телевизионном изображении зависит от частоты помехи и кратности частотам разложения. Для диапазона частот до 1 МГц синхронные помехи менее заметны на телевизионном экране по сравнению с несинхронными. На частотах выше 1 МГц синхронные помехи становятся более заметными.

Измерение шумов непосредственно на телевизионном изображении проводится с использованием поля сравнения, в котором уровень фоновой яркости и шумовых компонент можно калибровано перестраивать в широких пределах. Визуально добиваются идентичности восприятия изображения поля сравнения с соседними участками и считывают размах сигнала с эталонного генератора.

Контрольные вопросы:

1. Как возникают шумы?
2. На что влияют шумы?

Практическая работа 17-18

Принципы формирования сигналов цветного телевидения

Цель работы: изучение особенностей формирования и использования яркостного и цветоразностных сигналов, определение координат цветности цветных полос, воспроизводимых на экране кинескопа, исследование искажений цветопередачи при отсутствии некоторых сигналов и оценка влияния шумов по каналам яркости и цветности.

Теория.

В цветном телевидении информация об изображении объекта с произвольной спектральной характеристикой $\tau(\lambda)$ передается тремя независимыми сигналами E_R, E_G, E_B , формируемыми телевизионным датчиком [3]:

$$E_R \approx \int_{\lambda} \tau(\lambda)R(\lambda)d\lambda, E_G \approx \int_{\lambda} \tau(\lambda)G(\lambda)d\lambda, E_B \approx \int_{\lambda} \tau(\lambda)B(\lambda)d\lambda,$$

где $R(\lambda), G(\lambda), B(\lambda)$ – спектральные характеристики чувствительности каналов передающей камеры; λ – длина волны.

Международная комиссия по освещению МКО стандартизовала систему цветных единиц XYZ, на цветовом графике которой любой цвет F отображается точкой с координатами цветности x_F, y_F [3]. Спектральные, наиболее насыщенные цвета, соответствующие монохроматическим излучениям электромагнитных колебаний с длиной волны λ , отображаются подковообразной кривой – локусом (рис. 6. 1).

На прямой, замыкающей крайние точки локуса спектральных цветов, располагаются пурпурные цвета – смеси красного и фиолетового.

Все реальные цвета имеют координаты цветности, находящиеся в пределах полученной замкнутой области. За ее пределами находится область условных, не существующих в природе цветов, спектральные характеристики излучения которых должны были бы иметь отрицательные ветви. В центре графика располагается область ненасыщенного цвета – белого. Любой другой цвет – между белым и границей области реальных цветов – имеет промежуточную насыщенность.

Смешением двух цветов можно получить любой цвет из расположенных на прямой между ними. Смешение трех цветов, не лежащих на одной прямой, позволяет воспроизвести любой цвет, находящийся в пределах цветового треугольника с вершинами в точках смешиваемых цветов.

В телевидении такие три цвета представляют собой (рисунок 1.1) основные цвета кинескопа – цвета свечения трех люминофоров с координатами цветности (для приемника системы NTSC):

$$x_R = 0.67, x_G = 0.21, x_B = 0.14,$$

$$y_R = 0.33, y_G = 0.71, y_B = 0.08.$$

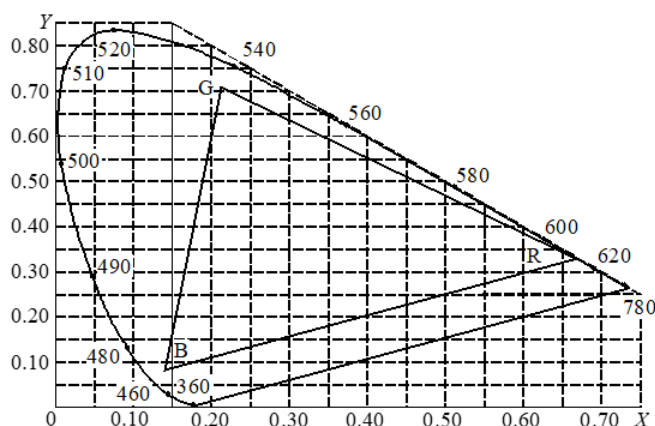


Рисунок 1.1 Основные цвета кинескопа

Для правильной цветопередачи спектральные характеристики $R(\lambda), G(\lambda), B(\lambda)$ должны быть линейно связаны с кривыми смещения системы XYZ, а весовые коэффициенты определяются координатами $x_R, y_R, x_G, y_G, x_B, y_B$ и положением равносигнального ($E_R = E_G = E_B$) цвета. Как правило, в цветных кинескопах, при одинаковом возбуждении люминофоров ($E_R = E_G = E_B$) цвет свечения экрана – белый. Для стандартизованного треугольника основных цветов кинескопа системы NTSC яркости каждого из основных цветов соотносятся: $L_R : L_G : L_B = 0.3E_R : 0.59E_G : 0.11E_B$.

При неодинаковых сигналах E_R^*, E_G^*, E_B^* на экране кинескопа формируется цвет с таким же соотношением яркостей, а его координаты цветности x_F, y_F совпадают с центром тяжести невесомого треугольника, в вершинах которого закреплены массы, численно равные цветовым модулям:

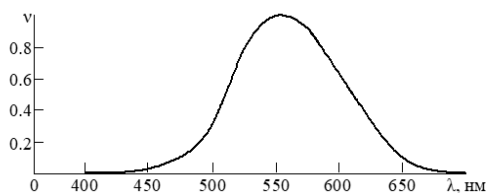
$$m_R = (0.30/y_R)E_R^*, m_G = (0.59/y_G)E_G^*, m_B = (0.11/y_B)E_B^*,$$

Соответственно значения x_F, y_F вычисляются:

$$x_F = \frac{m_R x_R + m_G x_G + m_B x_B}{m_R + m_G + m_B}, y_F = \frac{m_R y_R + m_G y_G + m_B y_B}{m_R + m_G + m_B}.$$

В телевидении для передачи по каналу связи информации о цвете можно использовать любые три сигнала, однозначно связанные с сигналами E_R, E_G, E_B . Однако для черно-белого телевидения необходим только один сигнал – сигнал яркости:

$$E_Y \approx \int_{\lambda} \tau(\lambda) v(\lambda) d\lambda,$$



где $v(\lambda)$ – кривая видности глаза (рисунок 1.2).

Для совместимости с черно-белым телевидением одним из передаваемых сигналов выбран сигнал E_Y (рис. б. 3), и для того чтобы яркости объектов, отображаемых на экране цветного и черно-белого кинескопов, были одинаковы, сигнал E_Y учитывает вклад яркостей каждого из цветных люминофоров:

$$E_Y = 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B.$$

$$E_{R-Y} = E_R - E_Y, E_{B-Y} = E_B - E_Y.$$

Эти сигналы имеют ряд достоинств. Их размах пропорционален насыщенности передаваемого цвета и обращается в нуль для белого и всех градаций серого, когда $E_R = E_G = E_B$. Поскольку в реальных сюжетах преобладают слабонасыщенные цвета, средний размах цветоразностных сигналов меньше максимального и тем более меньше размаха сигналов E_R, E_G, E_B . Цветоразностные сигналы несут информацию об изменении цветности. Их можно передавать в более узкой полосе частот, поскольку зрение человека не различает цвета мелких деталей изображения. Например, по стандарту при полосе частот яркостного сигнала 6.0 МГц цветоразностные сигналы передаются в полосе 1.5 МГц. В линейной системе помехи по каналу цветности не изменяют яркости (хотя и влияют на цвет) воспроизводимого изображения и поэтому менее заметны.

Контрольные вопросы:

1. Сколько сигналов несут информацию о цвете?
2. Сколько сигналов необходимо для черно-белого телевидения?

Практическая работа 19-20

Изучение методов цифровой обработки изображений

Цель работы: изучение методов цифровой фильтрации и поэлементных яркостных преобразований изображений на примере машинных алгоритмов.

Теория.

К основным задачам цифровой обработки изображений относятся:

- кодирование изображений;
- реконструкция, восстановление изображений;
- автоматическая интерпретация изображений;
- моделирование систем передачи и формирования изображений;
- автоматизация подготовки графической информации.

В пакет программ Photostyler [10] включены основные известные алгоритмы цифровой фильтрации и поэлементной яркостной обработки изображений:

- усреднение;
- увеличение резкости;
- выделение контурных элементов;
- ранговые алгоритмы фильтрации, в том числе медианная фильтрация;
- увеличение контраста и яркости изображений;
- изменение воспроизведения полутонов яркости;
- эквализация;
- логарифмирование характеристики передачи полутонов яркости и некоторые другие.

Дополнительно пакет обеспечивает большой диапазон изменения масштаба отображения изображений и измерения цветовых и яркостных параметров любого элемента изображения.

Пакет Photostyler используется для изучения алгоритмов цифровой обработки изображений.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите программы, которые используются для цифровой обработки изображений?
2. Контраст и яркость изображений – это?

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

№ п/п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
	Тема 1.4 Технология монтажа и обслуживания мультисервисных сетей кабельного телевидения		
ОИ1	Кабельное телевидение(учебное пособие)	Е.П.Пеньков	Белгород, 2014
ОИ2	Мультисервисные услуги в сетях кабельного телевидения	П.С. Абатуров, С.Л. Галкин	Судостроение, 20103
ОИ3	Сети кабельного телевидения.	С.В.Волков	Горячая линия – Телеком, 2012г.
ОИ4	Кабельное телевидение.	В.Б Витевский., А.П Коновалов..	Радио и связь, 2010
ОИ5	Системы кабельного телевидения. – М: изд-во МГТУ им. Баумана, 2004г.	З.А., Зима И.А.Колпаков	2012
ОИ6	Цифровое телевидение	Н.С. Мамаев Ю.Н. Мамаев Б.Г.Теряев	Горячая линия – Телеком, 2011

Дополнительные источники:

№ п/п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
	Тема 1.4 Системы спутниковой связи		
ДИ1	Системы коллективного телевизионного приема	Н.А. Реушкин	Радио и связь, 1992
ДИ2	Телевидение	А.А.Джакония, Я.В. Гоголь	Радио и связь, 1997
ДИ3	Волоконно-оптические сети.	Р.Р Убайдулаев	Эко-Трендз, 2010

Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование
	Тема 1.4 Системы спутниковой связи
И-Р 1	kunegin.narod.ru>refl/sput/sss.htm
И-Р 2	http://mobile-networks.ru
И-Р 3	http://siblec.ru/index.
И-Р 4	wisicon.narod.ru>sput_sv.htm