

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1015521893

Дата перевірки:
09.06.2023 10:26:53 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
09.06.2023 11:12:54 EEST

ID користувача:
100011372

Назва документа: Петлюха Н.В гр ТК-41

Кількість сторінок: 34 Кількість слів: 6136 Кількість символів: 43969 Розмір файлу: 666.89 KB ID файлу: 1015175993

2.1% Схожість

Найбільша схожість: 1.09% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1000923328)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

2.1% Джерела з Бібліотеки

38

Сторінка 36

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

46

1 ПРОЦЕС ПЕРЕДАЧІ ПОВІДОМЛЕНЬ

1.1 Канал зв'язку

Аналогові сигнали можуть приймати безліч значень, тоді як цифрові сигнали обмежені наявними дискретними значеннями.

У телефонному зв'язку, для передачі аналогового голосу по лінії, використовується процес цифро-аналогового перетворення (ЦАП) на передавачі і аналого-цифрового перетворення (АЦП) на приймачі. Голосові сигнали, що перебувають у смузі частот від 0,3 до 3,4 кГц, зразу ж цифровізуються за допомогою АЦП, розбиваючись на дискретні значення, які потім можуть бути передані по цифровому каналу зв'язку. На приймачі цифровий сигнал знову перетворюється на аналоговий за допомогою ЦАП, що відтворює оригінальний голосовий сигнал.

В ЦСП, як ви вже згадували, передача відбувається за допомогою цифрових сигналів. Цифрові повідомлення передаються у вигляді бітів (двійкових значень) і можуть бути перетворені на аналогові сигнали за допомогою процесу модуляції, наприклад, імпульсно-кодової модуляції з частотним розкладанням (ІКМ-ЧРК), який ви згадували раніше.

Лінія зв'язку є середовищем, через яке передаються сигнали від передавача до приймача. Це може бути кабельна лінія, оптоволоконний кабель, безпроводне радіоканал і т.д. Канал зв'язку включає не тільки фізичне середовище, але й усі технічні засоби, які забезпечують передачу повідомлень від джерела до одержувача, включаючи пристрої передачі та прийому, комутаційні системи, мережеві протоколи та інші компоненти.

Ці процеси і технології використовуються в сучасних системах зв'язку для передачі різних видів інформації, включаючи голос, дані, відео тощо. Структурна схема каналу зв'язку представлена на (рис.1.1).

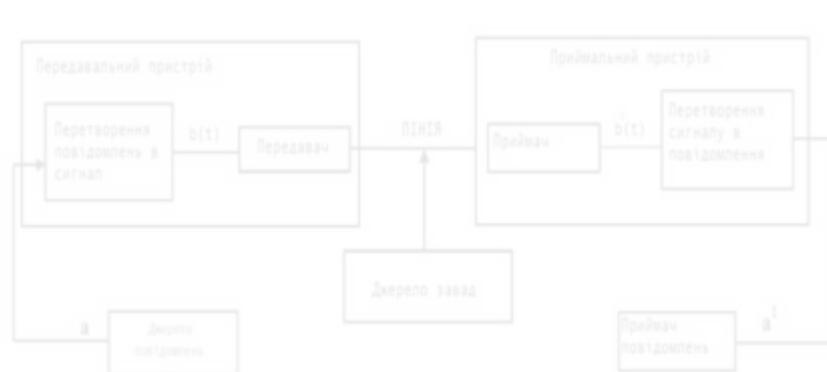


Рисунок 1.1– Структурна схема каналу зв'язку

Телефонний зв'язок дійсно є одним з найпоширеніших видів зв'язку, і канал ТЧ (телефонний канал) використовується не лише для передачі голосу, але і для інших повідомлень.

Телефонний канал має визначену смугу частот від 0,3 до 3,4 кГц. Ширина каналу ТЧ становить 3,1 кГц (або 3100 Гц). Ця ширина була вибрана з метою забезпечення достатньої якості передачі голосу. Якщо канал буде вузьким, то це може призвести до спотворення інформації і погіршення якості передачі.

Для передачі сигналів на великі відстані потрібна достатня енергія. У багатьох випадках сигнали, що несуть інформацію, наприклад, мовні сигнали, мають низькі частоти коливань. Щоб передати їх на велику відстань, інформаційні сигнали можуть бути підвищені в частоті. Цей процес називається модуляцією.

Модуляція включає зміну якого-небудь параметра високочастотного сигналу, такого як амплітуда, частота або фаза, залежно від низькочастотного сигналу (телефонного сигналу) за певним законом. Це дозволяє "упакувати" низькочастотний сигнал (інформацію) високочастотним сигналом, який може бути переданий на великі відстані з більшою енергією та меншими втратами.

Таким чином, модуляція дозволяє передавати інформацію на великі відстані, забезпечуючи достатню енергію та зменшуючи втрати сигналу.

1.2 Ущільнення ліній зв'язку

Ущільнення ліній зв'язку використовується з економічних міркувань для передачі більшого числа каналів одночасно по одній лінії. Це досягається за допомогою методів ущільнення каналів, які включають частотний розподіл каналів (ЧРК) і часовий розподіл каналів (ЧасРК).

В методі ЧРК використовується амплітудна модуляція (АМ) для передачі різних каналів по різних частотах. Це дозволяє використовувати широкосмуговий канал для передачі багатьох каналів одночасно. Кожен канал використовує свою власну частоту, і приймачі на кінці отримують сигнали з різних частот і відновлюють вихідні сигнали.

У методі ЧасРК використовується імпульсно-кодова модуляція (ІКМ) для передачі різних каналів по різним часовим інтервалам. Одна фізична лінія надається різним абонентам по черзі, і кожен абонент отримує свій власний тимчасовий каналний інтервал (тайм-слот). Передача сигналів відбувається шляхом імпульсно-кодової модуляції, де імпульси різних каналів передаються у відведені їм проміжки часу.

У процесі ущільнення з ЧасРК важлива синхронізація, тобто перетворювачі на передачі та прийомі повинні працювати в такт. Це забезпечує, що імпульси з лінії потрапляють до відповідних абонентів.

Для отримання ІКМ-сигналу розмовний сигнал проходить через три етапи перетворення: дискретизацію за часом, квантування по рівню і кодування. Це дозволяє перетворити аналоговий сигнал на цифровий сигнал, який може бути переданий по лінії зв'язку у відведені інтервали часу.

Отже, метод ущільнення з ЧасРК дозволяє передавати більше каналів по одній лінії зв'язку шляхом використання часових інтервалів, а імпульсно-кодова модуляція забезпечує ефективну передачу сигналів у відведені часові проміжки. Розглянемо кожен з цих ступенів.

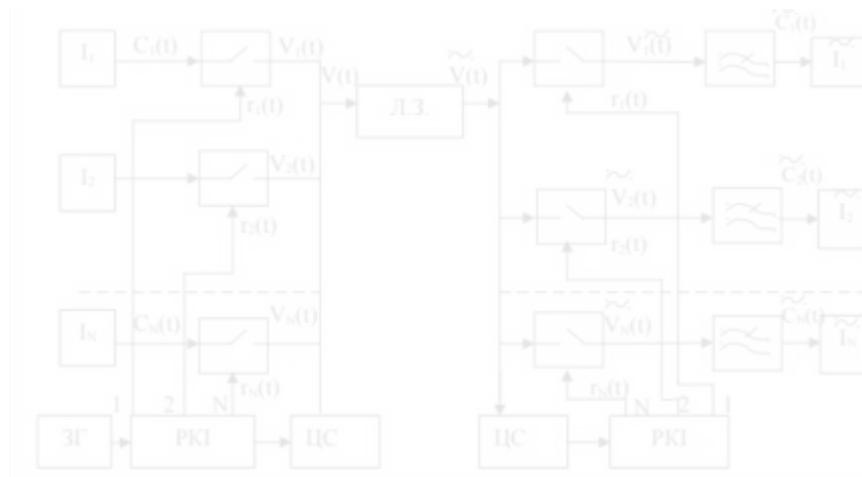


Рисунок 1.2 – Схема з часовим розділенням каналів

Дискретизація за часом є процесом заміни аналогового сигналу послідовністю його миттєвих значень, які відлічуються з певною частотою дискретизації. Ця частота дискретизації повинна бути щонайменше вдвічі більшою за максимальну частоту в спектрі сигналу, щоб передати аналоговий сигнал без спотворень, згідно з теоремою Котельникова.

Для стандартного телефонного каналу, який має ширину 4 кГц, використовується частота дискретизації 8 кГц, що відповідає періоду дискретизації 125 мкс.

Після дискретизації отримується послідовність імпульсів, де амплітуда кожного імпульсу відповідає амплітуді аналогового сигналу у момент дискретизації. Цей процес називається амплітудно-імпульсною модуляцією - 1 (АІМ-1). Однак, послідовність імпульсів АІМ-1 не можна безпосередньо передавати через лінію, оскільки вершини імпульсів можуть змінювати своє положення. Тому наступним кроком є квантування послідовності АІМ-1 по рівню.

Квантування по рівню означає зіставлення значень амплітуди імпульсів АІМ-1 з найближчим дозволеним рівнем квантування. Крок квантування визначає різницю між двома сусідніми рівнями квантування. Менший крок квантування веде до більшої кількості рівнів квантування і вищої якості передачі. Проте, при

квантуванні виникають спотворення, відомі як шуми квантування, через округлення значень до цілих кроків квантування.

В результаті квантування формується послідовність імпульсів АІМ-2, які називаються відліками. Ці відліки можна кодувати, що означає представлення кожного відліку у вигляді певної числової послідовності. Процеси дискретизації за часом і квантування по рівню показані на рисунку 1.3.

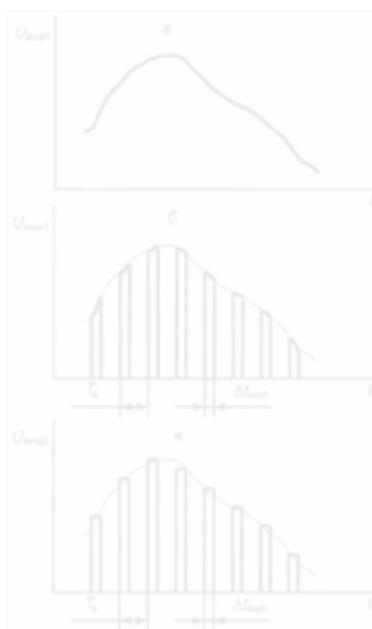


Рисунок 1.3 – Процеси дискретизації за часом

АМІ (ЧПІ) – це простий формат лінійного кодування, де полярність кожного імпульсу змінюється на протилежну відносно попереднього, а безструмові послілки (пропуски) залишаються без змін.

НДВЗ (КВПЗ) – цей формат лінійного кодування був розроблений для вирішення проблем, що виникають при використанні коду АМІ. У коді НДВЗ, при послідовності з трьох нулів, вставляється двохімпульсна вставка "плюс імпульс -



Рисунок 1.5 – Модуляційна діаграма сигналу QAM

QAM-64 є методом модуляції, де несуча частота модулюється по амплітуді і фазі, створюючи кодовий простір з 64 станами. За допомогою 64-позиційної модуляційної діаграми, сигнал QAM-64 може передавати 6 біт інформації в кожен момент часу.

QAM-128 також є методом модуляції, де несуча частота модулюється по амплітуді і фазі, створюючи кодовий простір з 128 станами. За допомогою 128-позиційної модуляційної діаграми, сигнал QAM-128 може передавати 7 біт інформації в кожен момент часу.

QAM-256 також використовує модуляцію по амплітуді і фазі, але створює кодовий простір з 256 станами. За допомогою 256-позиційної модуляційної діаграми, сигнал QAM-256 може передавати 8 біт інформації в кожен момент часу.

2 ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОГО ПОТОКУ E1

2.1 Первинний потік E1

При ущільненні в радіоканальну лінію можуть передаватися n каналних інтервалів (ЦК). Згідно зі стандартами Міжнародного союзу електров'язку (ITU-T), значення n може бути 24 або 30. В американських системах передачі використовується значення $n = 24$, тоді як в європейських системах - $n = 30$. У подальшому розглядатимемо лише варіант цифрової системи передачі (формування потоку E1) з $n = 30$.

У європейській цифровій системі передачі, 30 каналних інтервалів ущільнюються (мультиплексується) в один цифровий потік загальною швидкістю $30 \text{ каналів} \times 64 \text{ кбіт/с} = 1920 \text{ кбіт/с}$. Додатково, для забезпечення синхронізації та передачі сигналізаційної інформації між АТС, виділяються ще 2 каналних інтервали. Таким чином, сумарний цифровий потік, що передається в лінію зв'язку, має швидкість $32 \text{ канали} \times 64 \text{ кбіт/с} = 2048 \text{ кбіт/с}$ і називається потоком E1.

Існують три типи структури потоку E1: неструктурована, циклічно-структурована та циклічно-надциклічно-структурована.

Неструктурований потік використовується в мережах передачі даних і не має циклічної структури, тобто каналні інтервали не розділяються.

Циклічно-структурований потік передбачає розділення на 32 каналні інтервали (32 KI).

Цифрові системи комутації працюють тільки зі структурованим потоком E1. Передача 32 каналних інтервалів утворює цикл, який складається з 8 біт на кожен каналний інтервал, отже, цикл складається з $8 \text{ біт} \times 32 \text{ KI} = 256 \text{ бітів}$, що відповідає часу $T_{\text{ц}}=T_{\text{д}}=125 \text{ мкс}$. Протягом одного каналного інтервалу, який триває 3910 нс, передається кодова комбінація одного телефонного каналу



Рисунок 2.1 – Структура циклу

Нульовий каналний інтервал KI_0 (рис.2.2) парних циклів відводиться під передачу сигналу циклової синхронізації (FAS – Frame Alignment Signal), який передається в розрядах 2 – 8 і має вигляд 0011011.

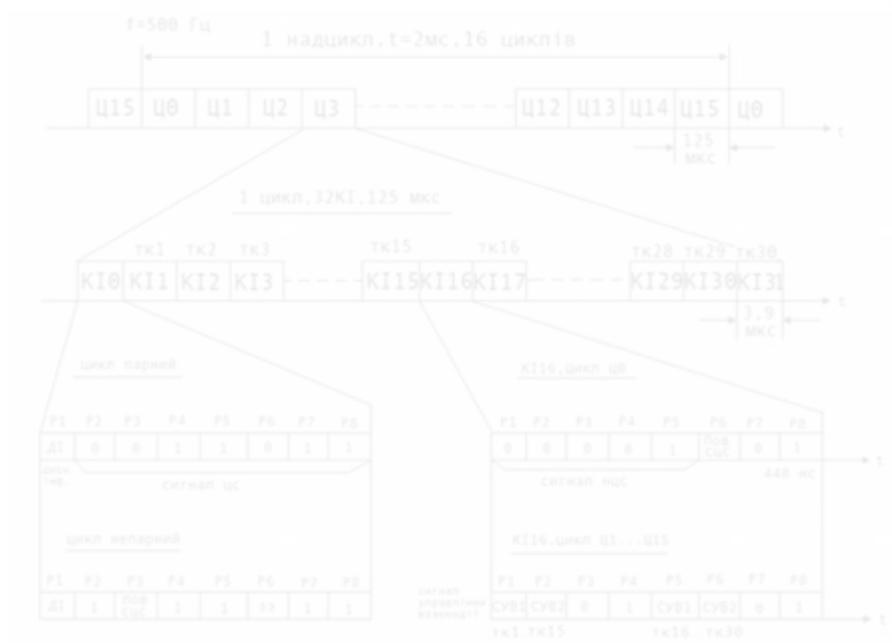


Рисунок 2.2 – Передача сигналу цифрової синхронізації

Діаграма передачі складається з надциклів, які йдуть один за одним. Кожен надцикл містить 16 циклів, які позначаються $Ц_0, Ц_1, Ц_2 \dots Ц_{15}$. Цикли поділяються на 32 каналних інтервали $KI_0, KI_1 \dots KI_{31}$. Кожен каналний інтервал складається з восьмирозрядних інтервалів $P_1, P_2 \dots P_8$, в яких

передається восьмирозрядні кодові комбінації, що представляють двійкові символи 0 і 1.

Тривалість циклу становить 125 мікросекунд, зверхциклу - 2 мілісекунди, каналного інтервалу - 3,91 мікросекунди, розрядного інтервалу - 488 мікросекунд. Лічильник циклів в надциклі починається з циклу, який містить сигнал надциклової синхронізації (НЦС), а лічильник каналних інтервалів починається з каналного інтервалу, який містить сигнал циклової синхронізації (ЦС). Сигнал ЦС передається в розрядах P2-P8 КІ0 парних циклів зверхциклу символами 0011011, а сигнал НЦС - в розрядах P1-P4 КІ16 циклу Ц0 символами 0000. Якщо втрачається синхронізація, то в розрядах P3 КІ0 непарних циклів і P6 КІ16 циклу Ц0 передаються символи 1, що включають сигналізацію "Оповіщення про втрату циклової синхронізації" і "Оповіщення про втрату надциклової синхронізації" на протилежній кінцевій станції. Розряд P1 в КІ0 у всіх циклах використовується для передачі дискретної інформації (ДІ), а розряд P6 в непарних циклах цього каналного інтервалу - для передачі сигналу контролю залишкового затухання (ЗЗ) в 23-му каналі системи. Канальні інтервали КІ1-КІ15, КІ17-КІ31 у всіх циклах зверхциклу використовуються для кодування сигналів, що передаються по 1-15 та 16-30 телефонних каналах. Канальний інтервал КІ16 в циклах Ц1...Ц15 використовується для передачі сигналів управління та сигналів відео (СУВ). Кожному телефонному каналу призначаються два сигнальних канали: СК1 та СК2. У кожному з цих циклів в КІ16 передаються СУВ з двох телефонних каналів. У розрядах P1 та P2 передаються СУВ1 та СУВ2 одного з телефонних каналів, а у розрядах P5 та P6 - СУВ1 та СУВ2 іншого телефонного каналу. Парними є 1 та 16, 2 та 17, 3 та 18,... 15 та 30 телефонні канали

2.2 Структура системи передачі Е1

Загальна схема системи передачі Е1 представлена на (рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Схема СП Е1

Так, у цифровій системі передачі вказані компоненти виконують різні функції:

Мультимплексор: Він відповідає за збір і комбінування каналів передачі інформації, які можуть бути голосовими, даними або іншими видами сигналів, в один потік Е1. Мультимплексори дозволяють ефективно використовувати пропускну здатність лінії передачі, об'єднуючи різні канали в єдиний потік.

Апаратура лінійної передачі: Ця апаратура забезпечує формування лінійних кодів, циклової і надциклової структури сигналу. Вона також відповідає за моніторинг параметрів помилки та генерацію сигналів несправностей. У багатьох випадках апаратура лінійної передачі і мультимплексори об'єднуються в єдиних пристроях.

Регенератори: Їх завдання полягає в відновленні цифрового потоку Е1 на великих ділянках передачі, де можуть виникати спотворення або затухання сигналу. Регенератори здатні підсилювати і відновлювати якість сигналу, що дозволяє забезпечити довготривалу передачу без втрати якості сигналу.

Комутатори: Ці пристрої виконують функцію комутації на рівні потоків Е1. Вони забезпечують пересилання інформації між різними вузлами мережі, забезпечуючи встановлення та зняття з'єднань між різними каналами.

Усі ці компоненти спільно працюють для забезпечення ефективної передачі даних в цифровій системі з високою якістю сигналу і комутаційною функціональністю.

3 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ІНТЕРФЕЙСУ І ФОРМИ ІМПУЛЬСА

3.1 Виміри параметрів каналів ЦСП

Так, на фізичному рівні E1 інтерфейс відповідає наступним електричним параметрам:

Швидкість передачі: Швидкість передачі в інтерфейсі E1 складає 2048 кбіт/с з допуском відхилення частоти на +/- 50 ppm (ppm - point per million). Одне ppm рівне 10^{-6} , тому допускається відхилення частоти передаваного сигналу на +/- 102,4 Гц.

Типи кодування: В інтерфейсі E1 використовуються різні типи кодування, зокрема HDB3 (High-Density Bipolar of Order 3) і AMI (Alternate Mark Inversion - використовується в старих системах передачі).

Симетричний інтерфейс: Електричний інтерфейс E1 є симетричним інтерфейсом з опором 120 Ом.

Пікова напруга: Значення пікової напруги в інтерфейсі E1 складає 3 В.

Ці електричні параметри визначаються рекомендацією G.703 і гарантують правильну передачу сигналів по інтерфейсу E1.

Таблиця 3.1 – Параметри сигналу

Тип пари в кожному напрямі	Одна симетр. пара 120
Імпеданс, Ом	3
Номинальна пікова напруга імпульсу, В	0±0,3
Пікова напруга за відсутності імпульсу, В	244
Номинальна ширина імпульсу, нс	Від 0,95 до 1,05
Відношення амплітуд позитивного і негативного імпульсу в середині імпульсного інтервалу	Від 0,95 до 1,05
Відношення позитивного і негативного імпульсів в середині номінальної амплітуди	Від 0,95 до 1,05

Форма імпульсу потоку E1 повинна відповідати "масці", описаній в рекомендації ITU-T G.703. Ця "маска" визначає стандартну форму імпульсу для

передавання по інтерфейсу E1 і включає обмеження на рівні напруги та часові параметри сигналу.

Ідеально симетричний сигнал, як передбачається в теорії, може бути спотворений при генерації та передачі по каналу зв'язку через різні фактори, такі як шум, спотворення лінії, втрати сигналу тощо. Тому реальний сигнал E1 може трохи відрізнитися від ідеального, і його форма повинна задовольняти встановлені стандарти.

Рекомендація ITU-T G.703 визначає параметри форми імпульсу, такі як часові параметри, рівні напруги, обмеження спотворень та інші характеристики, щоб забезпечити правильну передачу сигналів по інтерфейсу E1. Дотримання цих вимог дозволяє забезпечити сумісність та надійність передачі даних по E1-інтерфейсу між різними системами та обладнанням.

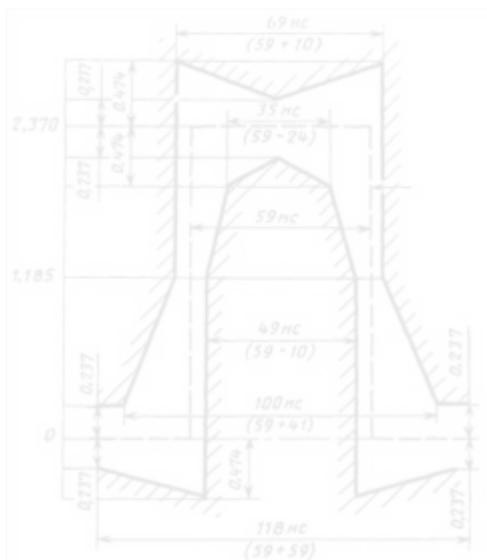


Рисунок 3.1 – Шаблон одиниці сигналу

Згідно з рекомендаціями МККТТ, для виміру залишкового загасання використовується гармонійний сигнал. Зазвичай вимір проводять з двопровідної

частини каналу, хоча на практиці можна виміряти з чотирьох провідної частини, що є більш зручним.

Вимірювальний генератор підключається до двопровідного входу каналу з 600-омним виходом і вихідним рівнем на двопровідному вході каналу 0 дБм.

Щодо частоти гармонійного сигналу для виміру залишкового загасання, рекомендація МККТТ не встановлює конкретну частоту. Однак вказується, що погрішність виміру можна знизити до 1% на частотах 804...806 Гц. Також можна досягти невеликих значень погрішності на частотах 1010 і 900 Гц.

Вимір остаточного затухання каналу ТЧ може бути виконаний відповідно до схеми, яка описана в рекомендаціях МККТТ (рис. 3.2).

Якщо вам потрібна подальша інформація або пояснення щодо вимірювання параметрів каналів ТЧ ЦСП, будь ласка, уточніть ваш запит



Рисунок 3.2 – Схема виміру остаточного затухання каналу ТЧ

Так, при вимірах залишкового загасання каналів ТЧ в ЦСП можуть застосовуватись як традиційні засоби, так і спеціальні вимірювальні прилади, які призначені спеціально для цих цілей.

Один з таких спеціальних вимірювальних приладів, які ви згадуєте, це прилад експлуатаційних вимірів ЦСП в сільському зв'язку ПЕІ-С (ПЕІ-1). Цей прилад призначений для проведення різних експлуатаційних вимірів у сільському зв'язку, включаючи вимірювання параметрів каналів ТЧ, таких як залишкове загасання.

Інший згаданий вами прилад - вимірник параметрів телефонних каналів ІСПТК (Індикатор Сигналу Передачі Телефонних Каналів) - також

використовується для вимірювання параметрів каналів ТЧ у телефонних мережах. Цей прилад зазвичай використовується для перевірки якості телефонного зв'язку та визначення різних параметрів, включаючи залишкове загасання.

Ці прилади дозволяють операторам зв'язку проводити регулярні виміри та контролювати параметри каналів ТЧ у ЦСП, щоб забезпечити належну якість передачі сигналів. Вони допомагають виявляти можливі проблеми або відхилення в роботі каналів та вчасно приймати заходи для їх виправлення

3.2 Аналіз потоку E1

Так, виміри потоку E1 можуть бути здійснені на різних рівнях семирівневої моделі OSI з метою контролю та перевірки відповідності параметрів і стандартам. Виміри зазвичай поділяються на виміри параметрів фізичного, каналного і мережевого рівня.

На фізичному рівні вимірюють параметри, пов'язані з фізичними характеристиками інтерфейсу E1, такі як напруга сигналу, швидкість передачі, типи кодування, спотворення сигналу тощо. Ці виміри допомагають переконатися, що фізичні параметри сигналу відповідають встановленим стандартам.

На каналному рівні вимірюються параметри, пов'язані з передачею даних по каналу E1, такі як помилки бітів, шум, спотворення сигналу тощо. Ці виміри дають інформацію про якість передачі даних через канал E1 і допомагають виявити можливі проблеми зі збереженням та інтегритетом даних.

На мережевому рівні вимірюються параметри, пов'язані з передачею даних через мережу, яка використовує канали E1. Це може включати вимірювання пропускну здатності, затримки, втрат пакетів тощо. Ці виміри допомагають оцінити продуктивність та надійність мережі, а також виявити можливі проблеми в роботі.

Зазначені виміри можуть бути здійснені під час різних етапів, таких як інсталяція устаткування, приймально-здавальні випробування та експлуатація устаткування. Кожен рівень вимірів має свою специфіку та призначення для

забезпечення належного функціонування та якості передачі сигналів у потоці ЕІ.

Надіюся, ця інформація була корисною. Якщо у вас є ще питання, будь ласка, запитуйте.

3.3 Модель взаємодії відкритих систем OSI

Відкриті системи, відповідно до визначення Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ), це системи, які можуть взаємодіяти з будь-якою іншою системою, якщо тільки вони задовільняють вимогам стандартів відкритих систем.

Модель OSI (Open Systems Interconnection) складається з семи рівнів, які охоплюють усі аспекти взаємодії комп'ютерних систем. Ці рівні працюють послідовно, починаючи з фізичного рівня (рівень 1) і закінчуючи прикладним рівнем (рівень 7). Кожен рівень забезпечує певні послуги для вищого рівня, що дозволяє системам взаємодіяти та обмінюватися інформацією. Сьомий рівень обслуговує безпосередньо користувачів. Назва усіх семи рівнів і схема їх взаємодії приведена на (рис.3.3).



Рисунок 3.3 – Модель системи OSI

Еталонна модель OSI розбиває процес передачі інформації в мережі на семи відносно простих підзадач, які відповідають кожному рівню моделі OSI.

У реальних ситуаціях деякі апаратні і програмні засоби можуть виконувати

функції, які відповідають за кілька рівнів моделі OSI. Наприклад, найнижчі два рівні, фізичний рівень і канальний рівень, можуть бути реалізовані як апаратно, так і програмно.

Загалом, характер реалізації рівнів моделі OSI може варіюватися залежно від конкретної системи чи пристрою. Деякі рівні можуть бути реалізовані в апаратному вигляді, деякі - в програмному, а деякі - в комбінації обох підходів. Це залежить від конкретної реалізації та потреб мережі чи системи. Еталонна модель OSI визначає призначення кожного рівня і правила взаємодії рівнів (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Призначення рівнів

Рівень	Вид даних	Відповідальність
Прикладний	Повідомлення	Надає мережевий сервіс
Представлення	Пакет	Трансляція даних і файлів Шифрування даних Стискування даних
Сеансовий	Пакет	Управління сесією Діалог Контроль за помилками Обробка транзакцій Підтримка викликів видалених процедур КРС
Транспортний	Сегмент	Надійність передачі Гарантована доставка
	Дейтаграмма	Мультиплексування сесій верхнього рівня
	Пакет	
Мережевий	Дейтаграмма	Маршрутизація логічних адрес Створення і ведення таблиць маршрутизації Фрагментація і складання даних Неорієнтована на з'єднання і надійність доставки
Канальний	Кадр	Остаточна доставка за фізичною адресою пристрою
	Пакет	Синхронізація кадрів Доступ до середовища передачі
Фізичний	Біти	Синхронізація бітів Сигналізація, аналогова або цифрова Електрична і механічна специфікація

Фізичний рівень визначає параметри фізичного зв'язку, такі як характеристики середовищ передачі (смуга пропускання, завадозахищеність і т. д.) і характеристики електричних сигналів (фронти імпульсів, рівні напруги або струму і т. д.). Він описує процес проходження сигналів через середовище передачі між мережевими пристроями.

Канальний рівень відповідає за надійну передачу даних по фізичному

каналу. Він оперує кадрами (фреймами) і забезпечує прийом та передачу кадрів між мережевими пристроями. Канальний рівень також включає процедури контролю помилок, такі як цикловий надлишковий код (CRC), а також процедури мультиплексування і демультиплексування каналів.

Мережевий рівень виконує функції утворення єдиної транспортної системи, що об'єднує різні мережі з різними принципами передачі. Він забезпечує доставку пакетів в мережах з різною топологією, структуризацію мережі, узгодження каналних рівнів і адресацію пакетів.

Ці три рівні разом утворюють транспортну мережу і відіграють важливу роль у передачі інформації від одного крайового пристрою до іншого. Ця модель дозволяє розподіляти функціональність і відповідальність між різними рівнями, сприяючи стандартизації і сумісності мережевих систем.

4 АНАЛІЗ ТА ВИМІРЮВАННЯ ЦИФРОВОГО ПОТОКУ E1

4.1 Загальне положення про виміри

Так, комплекс вимірів параметрів потоку E1 використовується для різних цілей, зокрема для визначення стану, виявлення можливих ушкоджень і збору статистичних даних. Ці виміри допомагають вдосконалити надійність зв'язку і прийняти відповідні заходи для поліпшення мережі.

Щодо схем підключення аналізаторів до цифрового потоку E1, існують три основних способи:

– з відключенням каналу: При цьому способі вимірювальний прилад (аналізатор) підключається до лінії передачі шляхом фізичного відключення каналу E1 і вставки вимірювального пристрою. Такий метод може забезпечити детальну і точну інформацію, оскільки аналізатор безпосередньо підключений до лінії. Проте, цей спосіб вимагає відключення каналу на протязі вимірювання, що може вплинути на нормальну роботу системи;

– високоомне підключення без відключення каналу: У цьому випадку аналізатор підключається до лінії без відключення каналу. Він використовує спеціальні високоомні перетворювачі для моніторингу сигналу без впливу на передачу даних. Цей метод дозволяє проводити вимірювання без відключення каналу, але точність може бути меншою, ніж при використанні методу з відключенням каналу.

– режим "через себе" (THROUGH): У цьому режимі аналізатор підключається до лінії передачі в такий спосіб, що сигнал проходить через аналізатор без жодних змін. Такий режим дозволяє моніторити сигнал без втручання, але не надає детальної інформації про окремі канали або кадри, оскільки аналізатор працює на рівні фізичного сигналу.

Кожна з цих схем має свої переваги і обмеження, і вибір конкретного методу залежить від потреб вимірювання, точності і можливостей системи

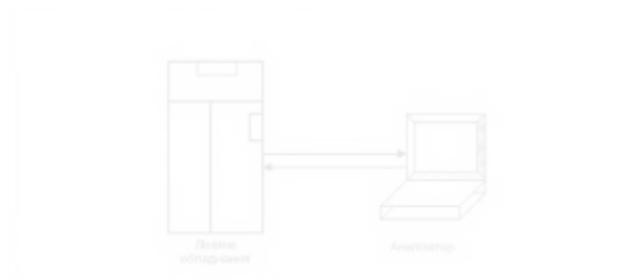


Рисунок 4.1 – З відключенням каналу

Так, виміри за схемою "точка-точка" (рис.4.2) є простими і використовуються для вимірювання параметрів цифрових систем передачі. У цій схемі використовуються два аналізатори потоку Е1: один як генератор тестової послідовності, а другий як аналізатор параметрів цифрового потоку.

Процес вимірювання за цією схемою включає наступні кроки:

- генератор тестової послідовності посилає тестову послідовність по заданому каналу в мережу;
- тестова послідовність проходить через мережу і надходить до аналізатора-приймача;
- аналізатор-приймач отримує тестову послідовність і проводить виміри параметрів цифрового потоку, включаючи фізичний і каналний рівень;
- синхронізація тестової послідовності забезпечує проведення вимірів фізичного і каналного рівня з точністю.

Необхідністю використання двох аналізаторів є суттєвим недоліком цієї схеми. Один аналізатор виступає в ролі генератора тестової послідовності, а інший - аналізатором параметрів цифрового потоку. Це може бути неефективно і збільшувати вартість і складність проведення вимірів.

Іншим видом вимірів, який використовує відключення каналу, є шлейфові виміри. У цьому випадку виміри проводяться шляхом відключення каналу і підключення аналізатора безпосередньо до кінцевого обладнання передачі/прийому. Це дозволяє виміряти параметри на конкретному шляху без

використання двох аналізаторів, але може вимагати тимчасового припинення зв'язку на цьому каналі

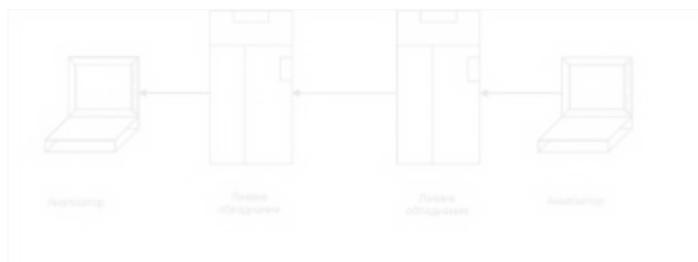


Рисунок 4.2 – Виміри за схемою «точка-точка»

Шлейфові виміри.

Так, шлейфові виміри використовуються для усунення недоліку, пов'язаного з використанням двох аналізаторів у схемі "точка-точка". В цій схемі (рис.4.3) встановлюється шлейф (заворот) через цифрову мережу для проведення вимірів.

Процес шлейфових вимірів включає наступні кроки:

- встановлюється шлейф (заворот) через цифрову мережу;
- аналізатор параметрів цифрового потоку підключається до одного кінця шлейфа, а генератор тестової послідовності - до іншого;
- генератор посилає тестову послідовність через шлейф, яка проходить через мережу та надходить до аналізатора-приймача;
- аналізатор-приймач проводить виміри параметрів цифрового потоку на основі тестової послідовності, яка проходить через шлейф.

Використання шлейфу дозволяє уникнути використання двох цифрових каналів зв'язку і спрощує процес вимірювання. Однак, є деякі недоліки, пов'язані з цією схемою. Результати вимірів можуть залежати від параметрів обох вимірюваних каналів, що ускладнює локалізацію ділянок деградації якості. Крім того, у випадку шлейфових вимірів необхідно забезпечити переривання зв'язку на каналі, де встановлюється шлейф.

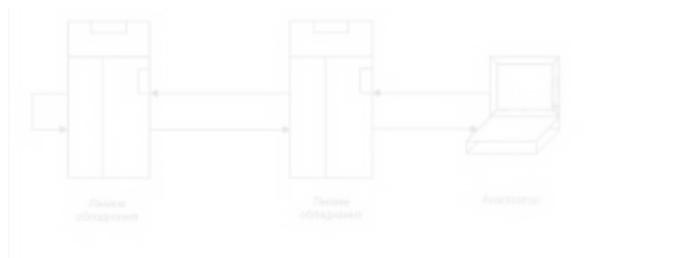


Рисунок 4.3 – Шлейфові виміри

Високоомне підключення без відключення каналу.

Високоомне підключення без відключення каналу є ще однією схемою підключення аналізатора до цифрового потоку. У цій схемі (рис.4.4) аналізатор цифрового потоку підключається високоомним способом до цифрового потоку без переривання цифрового обміну. Ця схема дозволяє здійснити повний аналіз обміну, але не дозволяє вносити зміни до досліджуваного каналу.

Високоомне підключення зазвичай використовується на етапі експлуатації мережі для проведення моніторингу каналів. Вона дозволяє отримувати інформацію про параметри цифрового потоку без необхідності відключення каналу. Це особливо важливо для постійного контролю та моніторингу якості зв'язку без зниження продуктивності мережі.

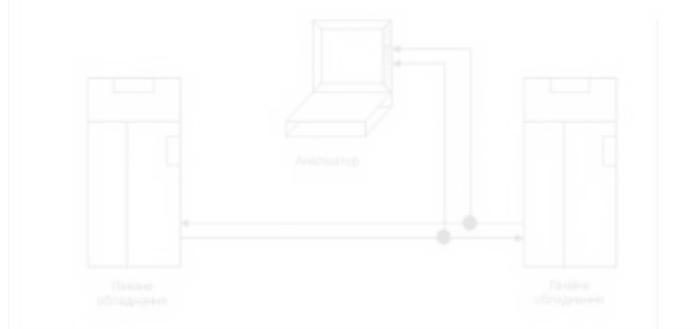


Рисунок 4.4 – Високоомне підключення

Схема підключення в режимі «через себе» (THROUGH).

Схема підключення в режимі "через себе" (THROUGH) є ще однією варіацією підключення аналізатора до цифрового потоку. В цій схемі (рис.4.5) аналізатор цифрового потоку підключається таким чином, що весь потік проходить через аналізатор. Це досягається шляхом підключення аналізатора між портом передачі та портом прийому.

Для цієї схеми підключення необхідно мати дві пари портів (передачі/прийому) на аналізаторі. Така схема дозволяє вносити зміни до досліджуваного каналу, включаючи проведення стрес-тестування. Вона також забезпечує повний аналіз обміну даними.

Схема підключення в режимі "через себе" зазвичай використовується на етапі розгортання та експлуатації мережі, а також у випадках аварійних вимірів. Вона є альтернативою високоомному підключенню, але потребує короткочасного відключення каналу для підключення аналізатора.

Виміри каналів цифрових систем передачі є необхідною частиною настроювальних і приймально-здавальних робіт для забезпечення якісної та надійної роботи мережі



Рисунок 4.5 – Схема підключення в режимі «через себе»

Так, в процесі вимірів вимірювальне устаткування підключається до стиків цифрового каналу або тракту. Щоб забезпечити правильні виміри, вхідний і вихідний опір вимірювального приладу повинен відповідати номінальному значенню опору цифрового стику цього каналу або тракту.

Це означає, що опір вхідного і вихідного інтерфейсу вимірювального приладу має бути налаштований таким чином, щоб відповідати опору цифрового

стику, який вимірюється. Для цього потрібно враховувати допустиме значення загасання неузгодженості у відповідних діапазонах частот.

В табл. 4.1, міститься значення опору цифрових стиків для різних стандартів і діапазонів частот. Ці значення використовуються для налаштування вимірювального устаткування та забезпечення відповідності його опору опору цифрового стика, який вимірюється. Це важливо для отримання точних і надійних результатів вимірювань.

Таблиця 4.1 – Значення параметрів

Назва параметра		Значення параметра	
Швидкість передачі, кбіт/с		64x	2048x (1 ($1 \pm 50 \times 10^{-6}$) $\pm 50 \times 10^{-6}$)
Номинальна форма імпульсу на виході		Прямокутна	Прямокутна
Номинальна форма імпульсу будь-якої полярності, В		1,0	3,0
Максимальна пікова напруга у відсутності імпульсу. У		(0,0 \pm 0,1)	(0,0 \pm 0,3)
Номинальна тривалість одиночного імпульсу, не		3900	244
Номинальний опір на вході (виході), Ом			
Симетричне		120	120
Коаксіальне		75	75
Загасання неузгодженості на вході, більш, дБ, в смузі частот:			
ОЦК – 64		Е1	
– від 4 до 13 кГц	– від 51 до 102 кГц		
– від 13 до 256 кГц	– від 102 до 2048 кГц	12	12
– від 256 до 384 кГц	– від 2048 до 3072 кГц	18	18
		14	14
Загасання неузгодженості на виході, більш, дБ		10	10
Відношення амплітуд імпульсів різної полярності в середині імпульсу		Від 0,95 до 1,05	Від 0,95 до 1,05
Відношення тривалості імпульсів різної полярності на рівні номінальної амплітуди		Від 0,95 до 1,05	Від 0,95 до 1,05
Максимальне загасання станційного кабелю на вході на частоті 128 кГц, дБ		3	6
Завадозахищеність на вході, більш, дБ		20	18

Для виміру ОЦК-64 і цифрового потоку Е1, необхідно забезпечити загасання асиметрії входу на рівні не менше 36 дБ в смузі частот від 13 до 256 кГц

для ОЦК-64 і не менше 34 дБ в смузі частот від 102 до 2048 кГц для цифрового потоку E1.

Параметри вимірювального сигналу повинні відповідати параметрам імпульсів, що нормуються на вході ОЦК-64 і потоку E1, з урахуванням вимог до загасання сполучного станційного кабелю (див. таблицю 4.1).

Приймальна частина вимірювальної апаратури має бути розрахована на прийом і обробку сигналів з параметрами, що нормуються на виході відповідного стику, з урахуванням загасання сполучного кабелю.

Вибір приладів здійснюється залежно від типу трактів і виду вимірів, які підлягають виміру

4.2 Основні групи вимірів потоку E1

Фізичний рівень E1 включає наступні виміри:

- вимір параметрів інтерфейсу;
- вимір відповідності форми сигналу вимогам ІТУ-Т G.703;
- визначення типу лінійного кодування (вимір кодових помилок);
- вимір частоти сигналу і його варіацій (джиттера і вандера).

Усі ці параметри повинні бути виміряні на всіх етапах розвитку мережі, включаючи розгортання, відладку, експлуатацію і модернізацію. Це обумовлено тим, що порушення на фізичному рівні є найбільш поширеними і зазвичай пов'язані з експлуатаційними проблемами, такими як низька якість з'єднань, проблеми в кабельній системі, використання неправильних кабелів, неправильне проектування систем синхронізації тощо.

Крім того, виміри фізичного рівня потоку E1 надають непряму оцінку якості кабельних ліній без необхідності повного аналізу кабельного господарства, а також якості роботи систем синхронізації (частотні виміри) і цифрової мережі в цілому (виміри джиттера).

Найважливішими параметрами фізичного рівня потоку E1 є:

- частота лінійного сигналу і його варіації;

- рівень лінійного сигналу і його загасання;
- час затримки передачі лінійного сигналу;
- форма імпульсу сигналу, джиттер і вандер.

Для вимірів параметрів частоти лінійного сигналу використовуються аналізатори, які здатні виміряти максимальну і мінімальну частоту протягом певного періоду. Ці параметри допомагають аналізувати важливі характеристики джиттера і вандера, які відображають стабільність синхросигналу. Для точного виміру рівня джиттера або вандера потрібні спеціальні вимірювальні засоби.

У вимірах рівня сигналу і його загасання використовуються два методи: прямий вимір рівня сигналу у вольтах або децибелах та вимір відносного загасання сигналу в децибелах. Обидва методи є еквівалентними з практичної точки зору. Для виміру рівня сигналу або загасання використовують аналізатор, який підключається до потоку E1 і проводить виміри.

Описані методики вимірювань дозволяють оцінювати фізичний рівень потоку E1 і виявляти можливі проблеми зі з'єднаннями, кабельною системою, синхронізацією та іншими факторами, що можуть впливати на якість передачі сигналу



Рисунок 4.6 – Схема виміру рівня сигналу і його загасання

4.3 Аналіз циклової і надциклової структури

Аналіз циклової і надциклової структур є важливою складовою вимірів на каналному рівні технології PDH/E1. Ці структури, включаючи FAS (Frame Alignment Signal) і MFAS (Multiframe Alignment Signal), є вирішальними для забезпечення циклової і надциклової синхронізації в системі передачі даних.

Порушення цих структур можуть призвести до втрати синхронізації, що в свою чергу може призвести до втрати трафіку. Втрата циклової синхронізації може призвести до втрати трьох циклів трафіку, тоді як втрата надциклової синхронізації може призвести до втрати більшого обсягу трафіку, зокрема декількох надциклів.

Порушення циклової і надциклової структур мають значний вплив на якість передачі в цифрових системах. Проблеми в цих структурах можуть виникати з різних причин, включаючи бітові помилки, несправність каналоутворюючого устаткування або некоректну реалізацію алгоритмів формування FAS і MFAS.

Аналіз циклової і надциклової структур доповнює виміри параметрів помилки на каналному рівні. В разі появи бітової помилки в окремих каналах, циклова і надциклова синхронізація може бути збережена за допомогою алгоритмів, що підтримують цю синхронізацію. Але при появі бітових помилок протягом декількох послідовних циклів або надциклів, це може призвести до втрати синхронізації.

Пошкодження циклової і надциклової структур може бути спричинене бітовими помилками, несправністю устаткування або проблемами з алгоритмами формування FAS і MFAS. Проте, у більшості приладів аналіз FAS і MFAS зводиться до виявлення помилок в цих структурах і виведення відповідного сигналу про несправність.

Отже, аналіз циклової і надциклової структур є важливим доповненням до вимірів параметрів помилки на каналному рівні, і його застосовують для виявлення проблем з синхронізацією та визначення якості передачі даних.

4.4 Розрахунок показників помилок

Оцінка показників помилок цифрових каналів і трактів на відповідність довготривалим нормам проводиться з використанням спеціалізованих приладів для вимірювання показників помилок. Ці прилади забезпечують отримання

стандартизованого вимірювального сигналу для каналу або тракту і аналізують помилки.

Для оцінки відповідності довготривалим нормам рекомендується проводити вимірювання протягом не менше одного місяця. Вимірювальні прилади повинні бути автоматизованими, з можливістю запам'ятовування і передачі результатів вимірювань на комп'ютер або реєстрацію.

Якщо канал або тракт мають вбудовані засоби контролю, оцінка на відповідність довготривалим нормам може проводитися без перерви зв'язку. Ці засоби вбудованого контролю оцінюють показники помилок на основі реального сигналу і повідомляють про виявлені аномалії і дефекти.

Довготривалі норми для цифрових каналів і трактів визначені на основі еталонних норм для максимальної протяжності з'єднання в 27500 км. Ці норми наведені в рекомендаціях ITU-T G.821 для каналів зі швидкістю 64 кбіт/с і G.826 для трактів зі швидкістю 2048 кбіт/с і вище.

Оцінка показників помилок здійснюється за допомогою розрахункових показників на секундні інтервали часу. Для оцінки відповідності довготривалим нормам у каналах використовуються такі показники, як коефіцієнт помилок по секундах з помилками (**ESR_k**) і коефіцієнт помилок по секундах, сильно уражених помилками (**SESR_k**). Для трактів використовуються показники коефіцієнта помилок по секундах з помилками (**ESRT**), коефіцієнта помилок по секундах, сильно уражених помилками (**SESRT**) і коефіцієнта помилок по блоках з фоновими помилками (**BBERT**).

Оцінка відповідності довготривалим нормам здійснюється на основі одночасного виконання вимог на показники помилок. Канал вважається відповідним нормам, якщо виконуються вимоги на **ESR_k** і **SESR_k**, а тракт вважається відповідним нормам, якщо виконуються вимоги на **ESRT**, **SESRT** і **BBERT**.

Таблиця 4.2 містить розрахункові (еталонні) норми для визначення довготривалих норм на показники помилок для міжнародного з'єднання максимальної протяжності 27500 км.

Таблиця 4.2 – Показники помилок

Канал (тракт)	Швидкість передачі, Мбіт/с	А		
		ESRm	SESRm	BBERm
ОЦК	0,064	0,08	0,001	
ЦТ	Від 1,5 до 5,0	0,04	0,001	2×10^{-4}

Доля експлуатаційних норм на показники помилок тракту (каналу) довгої L км на магістральній і внутрішньозонової первинних мережах України для визначення довготривалих норм приведена в (таблиці 4.3).

Таблиця 4.3 – Показники помилок експлуатаційних норм

Магістральна первинна мережа		Внутрішньозонової первинна мережа	
Довжина менш або рівна, км	C ₁	Довжина менш або рівна, км	C ₂
250	0,004	50	0,015
500	0,008	100	0,03
750	0,012	150	0,045
1000	0,016	200	0,06
1250	0,02	250	0,075
1500	0,024		
1750	0,028		
1800	0,029		

Порядок розрахунку довготривалої норми на який-небудь показник помилок для простого тракту (каналу) завдовжки L км наступний:

– по таблиці 4.2 для відповідного каналу або тракту і відповідного показника помилок знаходиться значення А;

– значення L округляються з точністю до 250 км для магістральної мережі і з точністю до 50 км для внутрішньозонової мережі і визначається значення L;

– для набутого значення L по таблиці 12 визначається допустима доля для розрахункових норм C₁ і C₂;

– довготривала норма на показники помилок ESR, SESR, і BBER визначається перемноженням відповідних значень А і С:

$$\begin{aligned}
 ESRД &= A \cdot C \\
 SESRД &= A \cdot C \\
 \underline{BBERД} &= A \cdot C
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

Визначимо довготривалі норми на показники помилок ESR_m , $SESR_m$, і $BBER_m$ для цифрового первинного тракту, організованого на магістральній первинній мережі в системі **PDH** по кабельній лінії зв'язку протяжністю 1205 км.

По таблиці 4.2 знаходимо значення A для первинного цифрового тракту **PDH** зі швидкістю передачі 2048 кбит/с:

$$A (ESR_m) = 0,04;$$

$$A (SESR_m) = 0,001;$$

$$A (BBER_m) = 2 \cdot 10^{-4}$$

Значення L округлюємо до значення, кратного 250 км:

$$L = 1250 \text{ км.}$$

По таблиці 4.2, 4.3 знаходимо значення C :

$$C = 0,02.$$

Визначаємо довготривалі норми на показники помилок по формулах:

$$ESR_m = A \cdot C = 0,04 \cdot 0,02 = 0,0008;$$

$$SESR_m = A \cdot C = 0,001 \cdot 0,02 = 0,00002;$$

$$BBER_m = A \cdot C = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,02 = 0,000004.$$

Якщо до складу каналу або тракту входить декілька переприємних ділянок (переприймання по ОЦК або ЦТ будь-якого порядку), кожна з цих ділянок переприймання повинна відповідати нормам для заокруглених довжин ділянок L_i а увесь складений канал або тракт повинні відповідати нормам для довжини, рівній сумі незаокруглених довжин ділянок:

$$L = \sum_{i=1}^n L_i \tag{4.2}$$

де

n – кількість ділянок транзиту;

L – магістральна – до 250км;

L – внутрішньозонова – до 50км.

Після цього визначаються значення C і норма для відповідного показника. Якщо канал або тракт проходить як по магістральній, так і по внутрішньозоновій, то значення C для усього каналу або тракту визначається підсумовуванням значень C_1 , C_2 і C_3 :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (4.3)$$

А потім визначається норма для відповідного параметра.

Нехай вимагається визначити довготривалі норми на показники помилок ESR і SESR для ОЦК, що проходить по магістральній мережі протяжністю $L_1 = 810$ км і по двох внутрішньозонових мережах протяжністю $L_2 = 190$ км і $L_3 = 220$ км, організованим по кабельних лініях зв'язку на усіх ділянках.

Знаходимо значення A :

$$A (ESR_{\text{к}}) = 0,08;$$

$$A (SESR_{\text{к}}) = 0,01.$$

Довжину L_1 округлимо до значення, кратного 250км, довжини L_2 і $L_3 \sim$ до значень, кратних 50км:

$$L_1 = 1000 \text{ км};$$

$$L_2 = 200 \text{ км};$$

$$L_3 = 250 \text{ км};$$

Знаходимо значення C :

$$C_1 = 0,016;$$

$$C_2 = 0,06;$$

$$C_3 = 0,075.$$

Визначаємо довготривалі норми для кожної ділянки:

$$ESR_{\text{д}_1} = A \cdot C = 0,08 \cdot 0,016 = 1,28 \cdot 10^{-3};$$

$$ESR_{\text{д}_2} = A \cdot C = 0,08 \cdot 0,06 = 4,8 \cdot 10^{-3};$$

$$ESRD_3 = A \cdot C = 0,08 \cdot 0,075 = 6,0 \cdot 10^{-3};$$

$$SESRD_1 = A \cdot C = 0,001 \cdot 0,016 = 1,6 \cdot 10^{-5};$$

$$SESRD_2 = A \cdot C = 0,001 \cdot 0,06 = 6,0 \cdot 10^{-5};$$

$$SESRD_3 = A \cdot C = 0,001 \cdot 0,75 = 7,5 \cdot 10^{-5}.$$

Для усього каналу довготривалі норми на показники помилок визначаються таким чином:

$$C_{\Sigma} = 0,016 + 0,06 + 0,075 = 0,151;$$

$$ESRD_{\Sigma} = 0,08 + 0,151 = 1,2 \cdot 10^{-2};$$

$$SESRD_{\Sigma} = 0,0001 + 0,151 = 1,51 \cdot 10^{-4}.$$

Визначаємо порогові значення, R_0 , S_1 і S_2 для простого первинного цифрового тракту при введенні його в експлуатацію (аналогічні тракти вже є на мережі). Протяжність тракту, що проходить по магістральній первинній мережі, складає $L = 1320$ км.

Округлюємо L до $L' = 1500$ км. Знаходимо $D_T = 0,027$. Якщо протягом першого (п'ятнадцятихвилинного) етапу не було жодної події **ES** або **SES**, проводяться випробування протягом 24 годин (1 доби).

Визначаємо $k = 0,5$ і $B_{(ESR)} = 0,02$ і $B_{(SESR)} = 0,001$.

Розраховуємо значення R_0 , S_1 і S_2 для вимірів по формулах:

$$R_{0(ESR)} = B \cdot D \cdot k = 0,027 \cdot 0,02 \cdot 0,5 = 2,7 \cdot 10^{-4};$$

$$R_{0(SESR)} = B \cdot D \cdot k = 0,027 \cdot 0,001 \cdot 0,5 = 1,35 \cdot 10^{-5};$$

$$S_{1(ESR)} = R_0 - 2 \sqrt{\frac{R_0}{T}} = 2,7 \cdot 10^{-4} - 2 \sqrt{\frac{2,7 \times 10^{-4}}{24 \times 3600}} = 1,58 \cdot 10^{-4};$$

$$S_{1(SESR)} = R_0 - 2 \sqrt{\frac{R_0}{T}} = 1,35 \cdot 10^{-5} - 2 \sqrt{\frac{1,35 \times 10^{-5}}{24 \times 3600}} = -115 \cdot 10^{-5};$$

$$S_{2(ESR)} = R_0 + 2 \sqrt{\frac{R_0}{T}} = 2,7 \cdot 10^{-4} + 2 \sqrt{\frac{2,7 \times 10^{-4}}{24 \times 3600}} = 3,82 \cdot 10^{-4};$$

$$S_{2(SESR)} = R_0 + 2 \sqrt{\frac{R_0}{T}} = 1,35 \times 10^{-5} + 2 \sqrt{\frac{1,35 \times 10^{-5}}{24 \times 3600}} = 3,85 \cdot 10^{-5};$$

Значення отримані в процесі вимірів, порівнюються з розрахованими R_0 , S_1 і S_2 . Якщо за результатами контролю виявиться необхідним провести виміри протягом 7 діб, то порогове значення для цього випадку визначається значенням R_0 .

Схожість

Джерела з Бібліотеки

38

1	Студентська робота	ID файлу: 1000923328	Навчальний заклад: V.I. Vernadsky Taurida National University	1.09%
2	Студентська робота	ID файлу: 1005720071	Навчальний заклад: National Aviation University	0.51%
3	Студентська робота	ID файлу: 1015090695	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 2 Джерело	0.18%
4	Студентська робота	ID файлу: 5613998	Навчальний заклад: National University of Life and Environmental Sciences 30 Джерело	0.13%
5	Студентська робота	ID файлу: 1001306012	Навчальний заклад: National Aviation University 3 Джерело	0.13%
6	Студентська робота	ID файлу: 1005708856	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	0.13%