

Висновки. За результатами теоретичних розрахунків визначено мінімально допустиму тривалість таймеру очікування відповіді абонента, якого викликають (див. табл. 4), в залежності від інтенсивності навантаження одного інформаційного каналу та кількості інформаційних каналів між телекомунікаційними системами. Отримані теоретичні результати можуть використовуватись операторами телекомунікацій для підвищення ефективності використання інформаційних каналів телефонної мережі.

Література

1. Abnormal conditions – Special release arrangements // Recommendation ITU-T Q.118. – Geneva, 1997. – 8 с.
2. Лившиц Б.С. Теория телетрафика / Б.С. Лившиц, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. – М.: Связь, 1979. – 240 с.
3. Ружинський В.Г. Визначення інтенсивності сигнального навантаження мережі спільноканальної сигналізації № 7 / В.Г. Ружинський // Зв'язок. – 2006. – №2(62). – С. 10-12.

УДК 654:679.76

Фендрі Мохамед Аймен, асп. (*Національний технічний університет України "КПІ"*)

ЛІНІЙНІ СИГНАЛИ У ВОСП МІСЬКИХ ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖ

Фендрі Мохамед Аймен. Лінійні сигнали у ВОСП міських телефонних мереж. Розглянуті основні чинники, що визначають вибір сигналу передачі для волоконно-оптичних міських телефонних мереж. Приведені усереднені енергетичні спектри характерних сигналів передачі.

Ключові слова: ВОЛОКОННО-ОПТИЧНА МЕРЕЖА, УСЕРЕДНЕНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР

Фендри Мохаммед Аймен. Линейные сигналы в ВОСП городских телефонных сетей. Рассмотрены основные факторы, определяющие выбор сигнала передачи для волоконно-оптических городских телефонных сетей. Приведены усредненные энергетические спектры характерных сигналов передачи.

Ключевые слова: ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СЕТЬ, УСРЕДНЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР

Fendri Mohamed Aimen. Line signals in fiber optics transmission system of city telephone networks. Basic factors, determining the choice of transmission signal for fiber optics transmission system of city public-call networks, are considered. The average power spectrums of characteristic transmission signals are resulted.

Keywords: FIBER OPTICS NETWORKS, AVERAGE POWER SPECTRUMS

Введение. Оптическое волокно, как среда передачи, а также оптоэлектронные компоненты фотоприёмника и оптического передатчика накладывают ограничивающие требования на характеристики цифрового сигнала, поступающего в линейный тракт. Это вызывает необходимость помещения между оборудованием стыка и линейным трактом ВОСП формирователя сигнала. Входная информация, которую необходимо передать по волокну представляется последовательностью символов (чаще всего двоичных) определенного алфавита. Для согласования структуры последовательности со средой передачи необходимо выполнить процесс перекодирования и формирования сигнала (иногда называемом формат модуляции).

Целью данной работы является обоснование и выбор наиболее целесообразного формата модуляции для городских телефонных сетей.

Основная часть. Выбор формата модуляции оптической системы передачи сложная и важная задача. На выбор сигнала оказывают влияние следующие основные факторы [1]:

1) Нелинейность модуляционной характеристики и температурная зависимость излучаемой оптической мощности лазера, которые приводят к необходимости использования двухуровневых сигналов [2].

2) Форма усредненного энергетического спектра сигнала, который должен иметь минимальное содержание низкочастотных и высокочастотных компонент. Передача спектра сигнала в ограниченной полосе частот эквивалентна вычитанию непропускаемых частотных

составляющих из сигнала, то есть приводит к его искажениям. Если величина потерянной мощности мала, то и результирующие искажения будут невелики. Отметим также, что полоса частот, требуемая для передачи цифрового сигнала с определенной тактовой частотой, может быть произвольно узкой, если обеспечивается достаточно низкий уровень шума [3]. Усредненные энергетические спектры цифровых сигналов передачи, которые относятся к классу импульсных случайных процессов, содержат непрерывные и дискретные составляющие [4]. Непрерывная составляющая энергетического спектра цифрового сигнала определяется его случайной структурой. Для того, чтобы цифровой сигнал не искажался в усилителе переменного тока фотоприёмника желательно иметь низкий уровень низкочастотной составляющей энергетического спектра, в противном случае для реализации надежного приёма перед обработкой сигнала в регенераторе необходимо восстановить потерянные низкочастотные составляющие, что значительно усложняет оборудование линейного тракта.

Существует ещё одна причина для уменьшения низкочастотной составляющей сигнала передачи. Дело в том, что оптическая мощность, излучаемая полупроводниковым лазером, зависит от окружающей температуры и может быть легко стабилизирована посредством отрицательной обратной связи по среднему значению излучаемой мощности. Но это может быть сделано только в том случае, когда отсутствует изменяющаяся во времени низкочастотная часть спектра сигнала. В противном случае в цепь обратной связи необходимо вводить специальные устройства, компенсирующие эти изменения.

3) Цифровой сигнал передачи должен обладать свойством самосинхронизации. То есть в энергетическом спектре сигнала должны содержаться детерминированные компоненты. В приёмнике эта информация используется для восстановления фазы и частоты хронизирующего колебания, необходимого для принятия решения в пороговом устройстве. Осуществить синхронизацию тем проще, чем больше число нуль-пересечений в цифровом сигнале, то есть чем больше число переходов из низкого уровня в высокий и наоборот. Лучшим с точки зрения восстановления тактовой частоты и простоты реализации схемы выделения хронизирующей информации, является сигнал, имеющий в энергетическом спектре дискретную составляющую на тактовой частоте.

4) Сигнал передачи не должен налагать каких-либо ограничений на передаваемое сообщение и обеспечивать однозначную передачу любой информационной последовательности.

5) Сигнал передачи должен обеспечивать возможность обнаружения и исправления ошибок. Основной величиной, характеризующей качество связи, является частота появления ошибок или коэффициент ошибок, определяемый отношением среднего числа неправильно принятых символов к их общему числу. Контроль качества связи необходимо производить, не прерывая работу линии. Это требование предполагает использование сигнала, обладающего избыточностью, тогда достаточно фиксировать нарушение правил формирования сигнала, чтобы контролировать качество связи.

Передача сигнала в линейном тракте ВОЛС осуществляется в условиях наличия шумов и помех. Устранить в какой-то мере эти помехи, а значит повысить качество связи, можно с помощью специального преобразования сигнала передачи, иногда называемого канальным кодированием. В результате этого сигнал становится менее уязвимым к шуму, помехам и замираниям. Такое преобразование позволило более чем на 10 дБ повысить производительность при значительно меньших затратах по сравнению с другими методами, например методами увеличения мощности передатчика.

Вопрос предварительного преобразования сигнала можно условно разделить на две части: *обработка* сигнала и *структурирование* последовательности.

Обработка сигнала позволяет получить некий "улучшенный сигнал", позволяющий сделать процесс его последующего детектирования менее подверженным ошибкам.

Структурирование последовательности (или структурирование избыточности) – это преобразование последовательности данных в новую, "улучшенную последовательность",

обладающую структурной избыточностью (которая содержит избыточные биты). Эти избыточные биты служат для определения и исправления ошибок. На выходе процедуры преобразования получается измененный (по форме или по структуре) сигнал, имеющий лучшие пространственные характеристики, чем не преобразованный сигнал.

Для оценки целесообразности преобразования удобно использовать понятие эффективности преобразования. При заданной вероятности битовой ошибки эффективность преобразования определяется как уменьшение нормированного отношения "сигнал/шум" E_b / N_0 (E_b – энергия бита; N_0 – энергетический спектр шума), которое достигается при использовании преобразования. Эффективность преобразования выражается в децибелах:

$$P(\text{дБ}) = \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{uc} (\text{дБ}) - \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{np} (\text{дБ}), \quad (1)$$

где $\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{uc}$, $\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{np}$ – значения для исходного и преобразованного сигнала, соответственно.

Нормированное отношение "сигнал/шум" E_b / N_0 определяется как

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{E_{uc} T_b}{E_{np} / B} = \frac{E_{uc}}{E_{np}} \left(\frac{B}{R_b} \right) \quad (2)$$

где T_b – время передачи одного бита; $R_b = \frac{1}{T_b}$ – скорость передачи битов; B – ширина полосы частот.

Естественно, что помимо перечисленных выше требований на выбор сигнала оказывают влияние простота их схемной реализации, низкое потребление энергии и малая стоимость оборудования линейного тракта.

В современных оптоволоконных системах связи для городских телефонных сетей ИКМ-120-4/5 и ИКМ-480-5 для передачи в качестве линейного сигнала используется сигнал СМІ (Coded Mark Inversion – двухуровневый без возвращения к нулю двоичный сигнал класса 1В2В с инверсией полярности на полный тактовый интервал на каждой 1 и изменением полярности в середине каждого интервала при 0), удовлетворяющий большинству вышеперечисленных требований. Отличительной особенностью данного сигнала является сочетание простоты формирования и возможности выделения тактовой частоты заданной фазы с помощью узкополосного фильтра.

Сигнал формируется на основе сигнала HDB-3 (High Density Bipolar – высокой плотности биполярный), алгоритм построения которого показан на рис. 1.

Здесь символу +1 соответствует кодовое слово 11, символу -1 соответствует кодовое слово 00, а символу 0 соответствует кодовое слово 01.

Из рис. 1 видно, что для сигнала СМІ характерно значительное число переходов, что свидетельствует о возможности выделения последовательности тактовых синхроимпульсов. Текущие цифровые суммы кодов имеют ограниченное значение. Это позволяет контролировать величину ошибки достаточно простыми средствами.

Число одноименных следующих друг за другом символов не превышает 2-3. Избыточность кода СМІ можно использовать для передачи служебных сигналов, применяя для этой цели запрещенное в обычном режиме кодовое слово 10, а также нарушение в чередованиях кодовых слов 11 и 00.

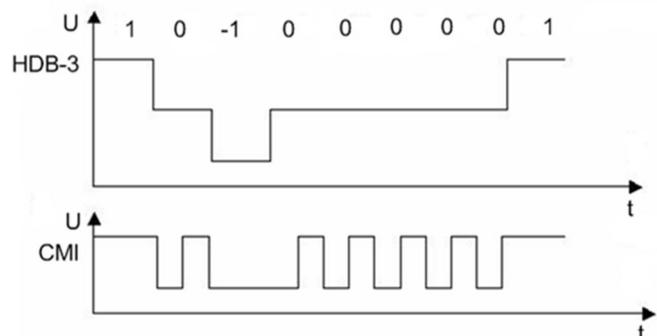


Рис. 1. Формирование сигнала СМІ из сигнала HDB-3

Усредненный энергетический спектр сигнала СМІ относительно гладкий и не содержит постоянной составляющей (рис. 2). Для сравнения на этом же рисунке показаны характерные спектры RZ, NRZ и высокоинформативного двухуровневого сигнала УФМ (MFM – Modified Frequency Modulation, код А. Миллера). Нетрудно видеть, что в отличие от сигнала СМІ в спектрах этих сигналов содержится значительная часть энергии на нулевой частоте. В то же время по информативности сигнал СМІ вдвое уступает сравниваемым сигналам. Однако, именно за счет лучшего согласования сигнала СМІ с передаточной характеристикой линейного тракта передачи в области нижних частот предпочтителен сигнал СМІ.

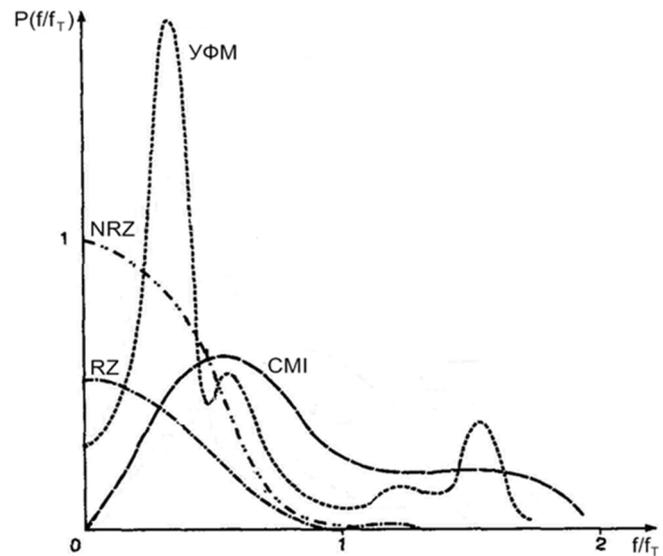


Рис. 2. Усредненные энергетические спектры сигналов передачи

Заключение. Несмотря на появление в последнее время новых форматов модуляции, по совокупности требований, предъявляемых к сигналам передачи (по критерию стоимость-качество) наилучшим выбором является сигнал СМІ.

Литература

1. Розорінов Г.М. Високошвидкісні волоконно-оптичні лінії зв'язку : навч. посіб. / Г.М. Розорінов, Д.О. Соловійов. – Вид. 2-е вид. – К.: Кафедра, 2012. – 344 с.
2. Бейли Д. Волоконная оптика: теория и практика / Д. Бейли, Э. Райт. – М.: Кудиц-образ, 2006. – 320 с.
3. Прокис Дж. Цифровая связь / Дж. Прокис : пер. с англ. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
4. Розорінов Г.Н., Эйдельман С.Д. Энергетические спектры сигналов цифровой магнитной записи / Г.Н. Розорінов, С.Д. Эйдельман. – К.: Вища школа, 1986. – 58 с.

УДК 621.382

Кременецька Я.А., к.т.н. (Держ. університет інформаційно-комунікаційних технологій)

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТІВ СИЛЬНИХ ПОЛІВ В НАНОРОЗМІРНИХ ДІОДНИХ СТРУКТУРАХ

Кременецька Я.А. Використання ефектів сильних полів в нанорозмірних діодних структурах. Проведено зіставлення експериментальних досліджень з модельними представленнями електрофізичних процесів в діодних нанорозмірних структурах лавинно-пролітного і резонансно-тунельного типу. Запропонована можливість моделювання змішаного типу пробоя в таких структурах для генерації сигналів складних форм.

Ключові слова: НАПІВПРОВІДНИКОВІ НАНОРОЗМІРНІ СТРУКТУРИ, ЛАВИННЕ МНОЖЕННЯ, РЕЗОНАНСНЕ ТУНЕЛЮВАННЯ, МЕХАНІЗМ ПРОБОЮ, ГЕНЕРАЦІЯ СИГНАЛІВ

Кременецкая Я.А. Использование эффектов сильных полей в наноразмерных диодных структурах. Проведено сопоставление экспериментальных исследований с модельными представлениями электрофизических процессов в диодных наноразмерных структурах лавинно-пролетного и резонансно-туннельного типа. Предложена возможность моделирования смешанного типа пробоя в таких структурах для генерации сигналов сложных форм.

Ключевые слова: ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ НАНОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ, ЛАВИННОЕ УМНОЖЕНИЕ, РЕЗОНАНСНОЕ ТУНЕЛИРОВАНИЕ, МЕХАНИЗМ ПРОБОЯ, ГЕНЕРАЦИЯ СИГНАЛОВ

Kremenetska Ia.A. The use of the strong fields effects in nanosize diode structures. Comparison of experimental researches is conducted with world-modeling of electrophysics processes in the diode nanosize structures