

Физика

УДК 621.372

Ю. Х. АЮНЦ, Ю. С. ЧИЛИНГАРЯН

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ МНОГОКАНАЛЬНАЯ
ЛИНИЯ СВЯЗИ

Разработаны схемы и изготовлен макет волоконно-оптической многоканальной линии связи (ВОМЛС). В статье приведены блок-схема ВОМЛС и принципиальная электрическая схема основных элементов—кодера и декодера, работа которых основана на принципе дельта модуляции.

С созданием оптических квантовых генераторов (лазеров) появилась возможность для передачи информации с помощью оптической несущей. Системы связи имеют огромную информационную емкость. Однако до 1970 г., когда впервые были получены стекла с малыми потерями (≤ 20 дБ), практическое применение оптических систем связи на лазерах оставалось проблематичным из-за отсутствия передающих сред с приемлемыми характеристиками. Изготовленные волоконные световоды из таких стекол представляют собой гибкую передающую среду для оптических систем связи. Световоды имеют широкую полосу пропускания. Для сравнения полосы пропускания разных типов световодов вводится так называемый параметр широкополосности M , равный $M = \Delta f L$, где Δf —полоса пропускания, L —длина световода. Этот параметр определяется дисперсией световода, и поэтому зависит только от типа световода, являясь постоянной величиной для данного типа световода. Самой большой широкополосностью обладают одномодовые световоды, для которых на длине волны $\lambda = 1,32$ мкм $M = 10^{11}$ Гц·км [1]. Для сравнения скажем, что для ступенчатого многомодового световода $M = 5 \cdot 10^7$ Гц·км. Помимо огромной информационной емкости волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) обладают также рядом других существенных преимуществ, а именно нечувствительностью к электромагнитным полям, отсутствием собственных электромагнитных излучений, высокой надежностью, искро-взрыво-пожаробезопасностью, повышенной устойчивостью к агрессивным средам, отсутствием дефицитных металлов (меди, серебра) при низкой себестоимости самого световода, изготавливаемого в основном из кварцевого стекла, малой массой и др. Отсюда понятен тот огромный интерес, который проявляется к ВОЛС. В настоящее время широким фронтом ведутся научно-технические работы по созданию и исследованию систем ВОЛС различного назначения.

Целью настоящей работы было создание многоканальной волоконно-оптической линии связи.

На рис. 1 приведена блок-схема волоконно-оптической многоканальной линии связи (ВОМЛС). Генератор тактовой частоты (ГТЧ) вырабатывает последовательность импульсов с частотой $f=2048$ кГц. Эти импульсы поступают на вход дельта-кодера (КД). С помощью двоичного счетчика (Сч) и дешифратора (ДШФ) импульсы с номерами 1, $k+1$, $2k+1$, и т. д., где k —число каналов, выбираются как последовательность импульсов, которые являются тактовыми импульсами для осуществления дельта-модуляции аналогового сигнала первого канала. Соответственно импульсы с номерами 2, $2k+2$, $3k+2$... выделяются для второго канала и т. д. Импульсы k , $2k$, $3k$... выделяются для последнего,

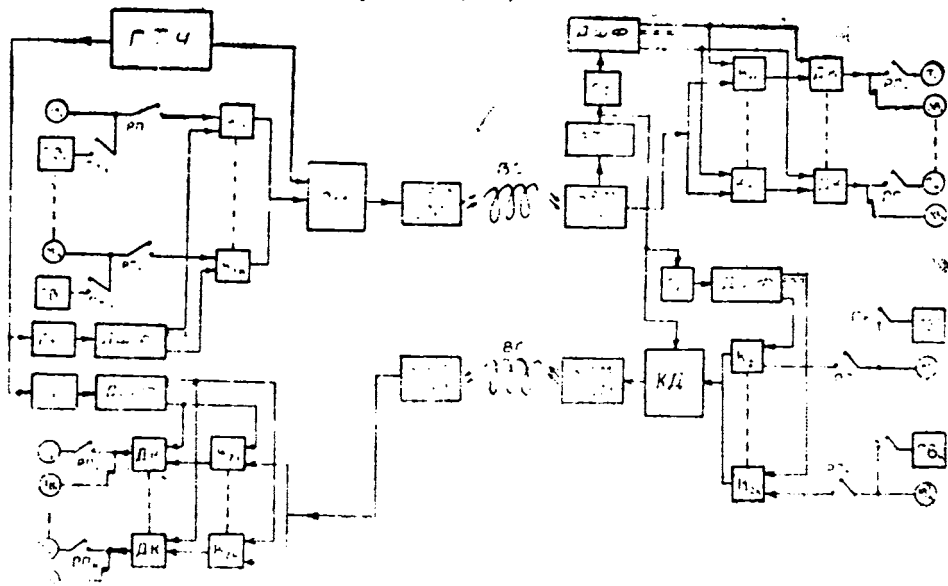


Рис. 1. Блок-схема ВОМЛС. ГТЧ—генератор тактовой частоты, КД—кодер, ДК—декодер, КЭМ—квантово-электронный модуль, ВТЧ—выделитель тактовой частоты, ДШФ—дешифратор, СЧ—двоичный счетчик, К—электронный ключ, М—микрофон, Т—телефон, ГВ—генератор вызова, ЗВ—звонок, РП—рычажный переключатель, ВС—волоконный световод.

т. е. для k -ого канала. В нашем случае имелось $k=8$ каналов. Частота канальных импульсов равнялась $f_k=256$ кГц. Кодер осуществляет дельта-модуляцию сигнала каждого канала, преобразуя аналоговый сигнал в дельта-модулированный цифровой сигнал по известному принципу дельта-модуляции [2]. С выхода кодера закодированная в двоичном коде последовательность импульсов подается на вход квантового-электронного передающего модуля типа КЭМ—34—4ПД, в котором происходит преобразование последовательности электрических импульсов в аналогичную последовательность световых импульсов с длиной волны излучения $\lambda=0,82$ мкм. Эти импульсы вводятся в кварцевый световод (ВС). С выхода световода на приемном конце световые импульсы поступают на вход приемного кванто-электронного модуля типа КЭМ—34—4ПР-Б, где происходит их обратное преобразование в электрические. Далее с помощью двоичного счетчика (Сч) и дешифратора (ДШФ) последовательность импульсов каждого канала направляется в декодер (Дк) своего канала, обратно преобразующий цифровой сигнал в аналоговый, который далее поступает на телефон Т', подключающийся к выходу декодера с помощью рычажного переключателя РП' по поднятию трубки. Одновременно при этом выключается с выхода декоде-

ра звонок вызова (ЗВ), который снова включается при положении на место микрофонной трубки телефонного аппарата. С помощью генератора вызова (ГВ), собранного на микросхеме К155 ЛАЗ (Д9—1, 2; см. рис. 2) и представляющего из себя мультивибратор с частотой $F=30 \div 50$ Гц, посылаются тональные сигналы вызова. Генератор включается нажатием микропереключателя ПК.

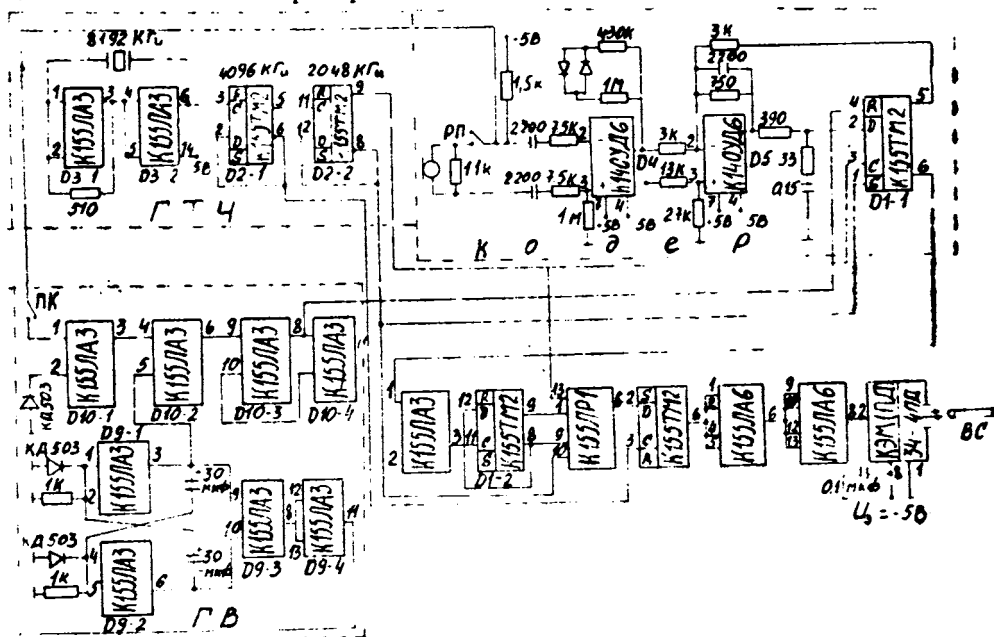


Рис. 2. Схема дельта-кодера. ГТЧ—генератор тактовой частоты, КЭМ (ПД)—передающий квантово-электронный модуль, ГВ—генератор вызова, М—микрофон, ПК—микропереключатель включения генератора вызова, ВС—волоконный световод.

На рис. 2 и 3 приведены разработанные нами схемы генератора тактовой частоты, кодера и декодера дельта-модуляции, которые применялись в макете ВОМЛС. Генератор тактовой частоты ГТЧ собран на микросхеме К155 ЛАЗ (Д3-1, 2). Дельта кодер собран на двух микросхемах К140 УД6 (Д4, Д5) и К155ТМ2 (Д1-1). Декодер собран на элементах К155ТМ-2 (Д6—1, 2), К155 ЛР-1 (Д7) и К155ТМ-2 (Д8). Схема питается от источника с напряжениями $U_1=50V$, $U_2=+5V$ и $U_3=-5V$, с токами $I_1=60$ мА, $I_2=60$ мА и $I_3=600$ мА соответственно. Электрические импульсы преобразуются в световые с помощью передающего квантово-электронного модуля типа КЭМ—34—4ПД. Средняя мощность импульса излучения $P=(1 \div 2) \cdot 10^{-3}$ Вт. Пороговая и вольтовая чувствительности примененного нами в макете ВОМЛС приемного квантово-электронного модуля типа КЭМ—34—4ПР-Б составляли соответственно $P_{пор}=5 \cdot 10^{-6}$ Вт и $4 \cdot 10^4$ В/Вт.

В макете был использован покрытый полиамидом кварцевый световод длиной $L=300$ м., диаметром сердцевины $d_c=50$ мкм, оболочки $d_0=200$ мкм и потерями $\alpha=3 \frac{\text{дБ}}{\text{км}}$.

Энергетический потенциал (ЭП) линии связи, позволяющий определить строительную (т. е. без ретрансляции) длину линии связи, определяется мощностью источника излучения и пороговой чувствительностью приемника:

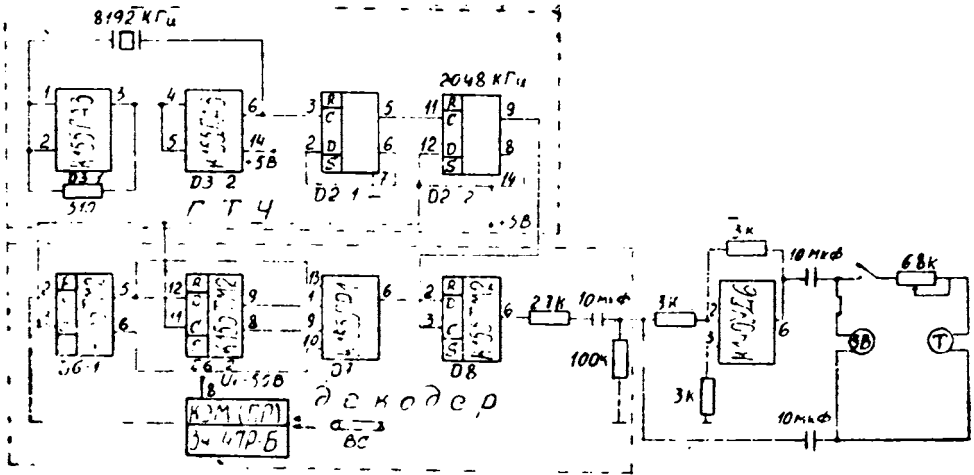


Рис. 3. Схема дельта-декодера. ГТЧ—генератор тактовой частоты, ЗВ—звонок, Т—телефон, РП—рычажный переключатель.

$$\text{ЭП} = 10 \log \frac{P}{P_{\text{пор}}}$$

Очевидно, что строительная длина равна

$$L = \frac{\text{ЭП}}{\alpha}$$

где α —потери на единицу длины световода, выраженные в децибелах. Для нашего макета

$$\text{ЭП} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-6}} = 23 \text{ дБ}$$

а

$$L = \frac{23 \text{ дБ}}{\frac{3 \text{ дБ}}{\text{км}}} = 7,5 \text{ км.}$$

По данному макету передавался речевой сигнал с амплитудой от 0,2 до 2 В на расстояние $L = 0,3 \text{ км}$.

Предлагаемая ВОМЛС, обладающая преимуществами систем цифровой передачи, является в то же время более простой в схемной реализации по сравнению с другими известными системами цифровой передачи информации (напр., системами с импульсно-кодовой модуляцией).

Предложенная ВОМЛС может найти практические применения в шахтах, рудниках, а также в таких специфических условиях, где, кроме высокой надежности, имеет важное значение также полная секретность передачи.

Ведутся работы для сведения настоящей ВОМЛС к типу связи организатор (на одном конце)—абоненты (на другом конце линии), а также разработка схем с использованием одного световода вместо двух.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьянов и др. Одномодовый световод с малыми потерями.—Квантовая электроника. 1980, т. 7, № 8.
2. Стиль Р. Принципы дельта модуляции. М., 1979.

Ա մ ֆ ո ֆ ո ս մ

Մշակված և պատրաստված են մանրաթելային օպտիկական բազմականալ կապի գծի (ՄՕՔԿԳ) սխեմաները և մակետը: Հողվածում բերված են գծի բլոկ սխեման, ինչպես նաև դեկտա մոդուլյացիայի սկզբունքի հիման վրա մշակված ալգորիտի կապի գծի հիմնական տարրերի՝ կոդերի և դեկոդերի, ըսկզբունքային էլեկտրական սխեմաները:

Summary

The multichannel communication system on fibers has been constructed. Delta modulation of the signal has been used for code and decode transformation.