

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

УДК 621.396.629 : 621.374(045)

И. Г. АДАМОВ, В. Я. ВАКСЕНБУРГ  
 (Смоленск)

**ПРИЕМНИК СУБНАНОСЕКУНДНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ**

В настоящее время для высокоскоростной передачи кодоимпульсной информации широко используются волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) [1, 2]. Применение их в информатике и вычислительной технике, в частности в системах связи с ЭВМ, в системах бортовой связи, телевидении, оптическом приборостроении и т. д. значительно сокращает объем кабельных линий связи за счет уплотнения передаваемых сигналов при сохранении высокой помехозащищенности. В этих линиях связи в качестве излучателей применяются современные полупроводниковые лазеры, обеспечивающие модуляцию частоты вплоть до 1 ГГц и выше. Для регистрации передаваемых оптических импульсных сигналов широко используются быстродействующие лавинные фотодиоды (ЛФД) [3].

В данной работе рассмотрен приемник субнаносекундных оптических импульсов, выполненный на мощных GaAs полевых транзисторах и ЛФД. Электрические импульсы, получаемые с ЛФД, имеют субнаносекундные (100—200 пс) времена установления, но малые (50—150 мВ) амплитуды импульсов, и для дальнейшей обработки, как правило, необходимо их усиление. Построение подобных устройств на СВЧ биполярных и полевых кремниевых приборах встречает большие трудности из-за недостаточного быстродействия.

Для разработки усилителей для быстродействующих приемников оптических импульсов наиболее перспективны арсенид-галлиевые полевые транзисторы с барьером Шоттки, что обусловлено рядом их особенностей: малые межэлектродные емкости, большая крутизна и линейность вольт-амперных характеристик; отсутствие теплового и вторичного пробоев обеспечивает высокое усиление импульсных сигналов при малых временах нарастания и спада.

Такие приемники позволяют преобразовывать оптические импульсы (при скорости передачи информации до 1 гбит/с) в электрические и обеспечивают на нагрузке 50 Ом импульсы с амплитудой до 1,5 В с временами  $t_f$  и  $t_c$  около 250 пс. В устройстве применены лавинный фотодиод ЛФД-2 и мощные GaAs полевые транзисторы АП603А с параметрами: крутизна  $S_{max} \approx 140-160$  мА/В,  $U_{c,max} = 8$  В,  $I_{c,max} \approx 500$  мА,  $C_{11} \approx 1-1,5$  пФ,  $C_{12} \approx 0,25$  пФ,  $C_{22} \approx 0,1-0,3$  пФ [4]. Принципиальная электрическая схема устройства показана на рис. 1. Оптические импульсы регулируются лавинным фотодиодом ЛФД-2. Время нарастания импульса, формируемого фотодиодом,

$$t_f \approx 2,2(R3 \parallel R_{диф})(C_{бар} + C^*), \quad (1)$$

где  $R_{диф}$  — дифференциальное сопротивление лавинного фотодиода, составляющее

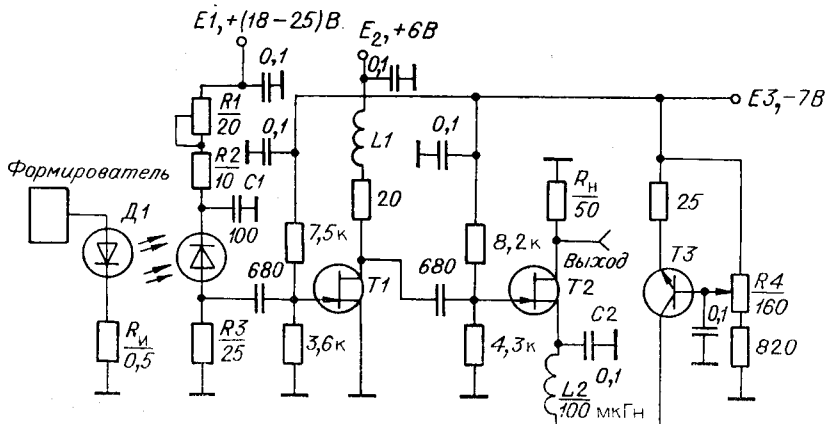


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема преобразователя субнаносекундных оптических импульсов:

Д1 — 32ДЛ102; Д2 — ЛФД-2; Т1, Т2 — АП603А; Т3 — КТ815А

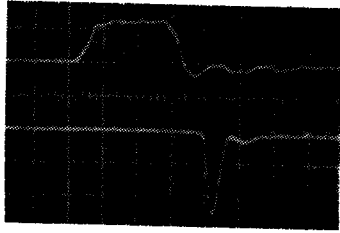


Рис. 2. Осциллограммы импульсов накачки лазерного диода (верхний луч) и выходного импульса приемника (нижний луч).

Масштабы: по вертикали: верхний луч 400 мА/дел., нижний — 500 мВ/дел.; по горизонтали — 1 пс/дел.

на форму импульса на стадии формирования фронта как источник ЭДС. Порог включения лавинного фотодиода устанавливается изменением напряжения источника питания  $E_1$ .

С учетом разброса параметров различных ЛФД-2 и сведения к минимуму паразитных индуктивности и емкости при включении в схему  $t_f$  может составлять около 200 пс. Полученный импульс усиливается двухкаскадным усилителем на мощных GaAs полевых транзисторах  $T_1$  и  $T_2$  типа АП603А, работающих в линейном режиме.

Время установления для каждого каскада импульсного усилителя и коэффициент усиления можно определить согласно выражениям:

$$K = SR_c R_T / (R_c + R_T); \quad (2)$$

$$t_y = 2,2(\tau_1 + \tau_2); \quad (3)$$

$$\tau_1 \approx R_T [C_{11} + C_{12}(1 + K)]; \quad (4)$$

$$\tau_2 \approx R_H [C_{12} + C_{22} + C_H], \quad (5)$$

где  $R_T$  — внутреннее сопротивление полевого транзистора;  $R_c$  — сопротивление в стоке полевого транзистора;  $K$  — коэффициент усиления каскада;  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{22}$ ,  $C_H$  — межэлектродные емкости транзистора (входная, проходная, выходная и емкость нагрузки соответственно).

Для коррекции фронта импульса введена индуктивность  $L_1$  (проволока диаметром  $\varnothing = 5$  мм, 3 витка, намотанная проводом ПЭЛШО-0,2). Нагрузка 50 Ом включена непосредственно в сток полевого транзистора  $T_2$ , что позволяет выиграть в коэффициенте усиления. Амплитуда выходных импульсов плавно регулируется источником тока на транзисторе  $T_3$  ( $R_4$ ). Индуктивность  $L_2$  и емкость  $C_2$  играют роль развязки по питанию.

Расчетное время установления усилителя приемника составляет  $t_y \approx 192$  пс при коэффициенте усиления около  $K_y \approx 18$  дБ, что хорошо согласуется с экспериментальными данными. Приведенные временные зависимости импульса тока накачки гетеролазерного диода 32ДЛ102, снятого с резистора  $R_H$ , и импульса напряжения на выходе устройства (рис. 2) соответствуют субнаносекундному световому импульсу, представляющему первый осцилляционный выброс лазерного излучения [6].

В схеме устройства применены конденсаторы безындукционного типа К10-17-16, К10-6 и С2-12. Осциллограмма импульсов снята на стробоскопическом осциллографе С7-11 с собственным временем установления  $\approx 70$  пс. Улучшение параметров устройства может быть достигнуто при исполнении его в гибридно-пленочном варианте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бош Б. Г. Гигобитная электроника // ТИИЭР.— 1979.— Т. 67, № 3.
2. Калмыков В. И., Кудряшов О. В., Ломаков В. Г. и др. Передача аналоговых сигналов по волоконно-оптическим линиям связи // Радиотехника.— 1982.— Т. 37, № 2.
3. Аксенов Е. А., Логгинов А. С., Ржевкин К. С. Высокоскоростной ретранслятор импульсных сигналов волоконно-оптических линий связи // Радиотехника.— 1982.— Т. 37, № 2.
4. Зайцев А. А., Савельев Ю. Н. Генераторные СВЧ-транзисторы.— М.: Радио и связь, 1985, вып. 48.
5. Дьяконов В. П. Лавинные транзисторы и их применение в импульсных устройствах.— М.: Сов. радио, 1973.
6. Логгинов А. С., Соловьев В. Е., Юльбердин Ю. Ф. и др. Инжекционные лазеры для волоконно-оптических линий связи // Зарубеж. электрот.— 1980.— № 3.

Поступило в редакцию 25 апреля 1986 г.