

УДК 621.373.535 : 537.311.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА,
РАБОТАЮЩЕГО В МНОГОМОДОВОМ РЕЖИМЕ,
В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ
СО СПЕКТРАЛЬНЫМ УПЛОТНЕНИЕМ В ОБЛАСТИ 0.9 мкм

Дерюгин Л. Н., Демченков В. П., Желанкин О. Г., Петрусь А. А.,
Чекан А. В.

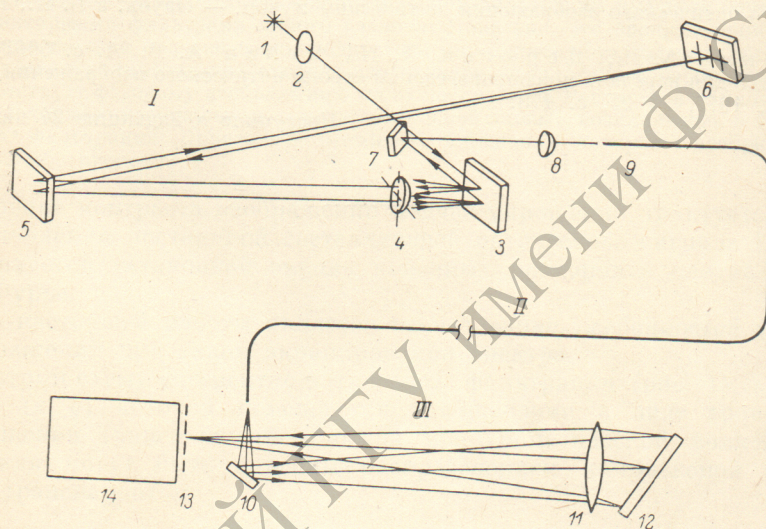
В работе исследована экспериментальная волоконно-оптическая система со спектральным уплотнением на основе метода спектральной развертки в области 0.9 мкм. Показана возможность построения ВОЛС с разнесенными по оптической частоте каналами передачи информации по одиночному волокну при использовании только одного полупроводникового лазера, работающего в многомодовом режиме. Исследованная в работе ВОЛС допускает 8-кратное спектральное уплотнение каналов в линии. Показано, что при использовании полупроводникового лазера, работающего в многомодовом режиме, и применении соответствующих спектроанализаторов возможно получить уплотнение свыше 10^2 каналов связи в одном волокне.

Спектральное уплотнение в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС), т. е. передача нескольких потоков информации по одному световоду, но на различных оптических несущих, позволяет существенно увеличить объем информации, передаваемой по оптической линии связи и, в частности, передавать изображения. Так, в работах [1, 2] осуществлена передача по одиночному волокну одномерных оптических изображений методом спектральной развертки [4, 5] с помощью монохроматического источника света. В настоящее время исследуется вопрос о возможности спектрального уплотнения в областях вблизи $\lambda = 1.3$ и 0.85 мкм, которые соответствуют окнам прозрачности световодов на основе кварцевого стекла. Так, в работе [3] описывается макет ВОЛС со спектральным уплотнением в области 1.3 мкм, где в качестве источников излучения использовались несколько полупроводниковых лазеров на гетероструктурах, генерирующих на сдвинутых друг относительно друга оптических частотах. Ввод излучения этих лазеров в волокно осуществлялся с помощью световодного ответвителя.

Цель настоящей работы — экспериментальное исследование возможности построения ВОЛС со спектральным уплотнением при использовании единственного лазерного источника, работающего в многомодовом режиме.

Полупроводниковые лазеры (ПЛ), генерирующие достаточно большое число различных продольных мод, имеют полосу генерации, достигающую 100 Å и выше, и могут рассматриваться как точечные монохроматические источники. Различные составляющие спектра излучения такого лазера, выделенные с помощью спектроанализатора, могут быть использованы для образования нескольких каналов связи при передаче информации по одиночному световоду. На рисунке представлена схема ВОЛС со спектральным уплотнением, которая была исследована в наших экспериментах. Излучение ПЛ, работающего в многомодовом режиме на $\lambda = 0.87$ мкм при полосе 80 Å, коллимировалось микрообъективом 2 с фокусным расстоянием 5 мм и разлагалось в спектр с помощью дифракционной решетки 3 с 600 штрих/мм. Используемый первый порядок спектра объективом 4 с фокусным расстоянием 110 мм и плоским зеркалом 5, которое использовалось с целью уменьшения габаритов передающей части ВОЛС, фокусировался на зеркало 6. В плоскости зеркала 6 (спектраль-

ной) располагалась штриховая маска с периодом порядка 60 мкм, имитирующая линейку каналных модуляторов. При этом частотные составляющие излучения ПЛ, приходящиеся на отдельные штрихи маски, модулировались по интенсивности в соответствии с коэффициентом отражения от штриха. Ширина полосы и центральные частоты излучения (несущие), промодулированного на отдельных штрихах маски (каналных модуляторах), определяются разрешением и линейной дисперсией спектрального прибора (2, 3 и 4, см. рисунок). В нашем эксперименте при обратной линейной дисперсии $130 \text{ \AA}/\text{мм}$ на каждый штрих (канал) приходился спектральный интервал $5 \text{ \AA}$. Излучение с промодулированным по интенсивности спектром отражалось зеркалом 5 обратно в направлении спектроанализатора, который при таком двойном проходе излучения работает с вычитанием дисперсии. При этом зеркалу 6 придавался небольшой наклон для того, чтобы пространственно разнести источник и его изображение, даваемое спектроанализатором 2, 3 и 4. Смещенный относительно падающего отраженный пучок, несущий информацию о трафарете, зеркалом 7 и микрообъективом 8 с фокусным расстоянием 5 мм фокусировался на торец волокна 9 диаметром 50 мкм.



Для разделения каналов в приемной части ВОЛС излучение с выхода волокна необходимо пропустить через спектроанализатор, подобный 2, 3, 4. В нашем эксперименте в качестве разделителя каналов использовался анализатор с дифракционной решеткой 12 с $1200 \text{ штр}/\text{мм}$ и объективом с фокусным расстоянием 200 мм , при этом обратная линейная дисперсия составляла $35 \text{ \AA}/\text{мм}$. Переданная информация в виде спектра 13 с промодулированными по интенсивности спектральными составляющими регистрировалась фотоаппаратом с экрана ЭОПа 14. Возможны и другие способы регистрации информации, в частности, с помощью линейки каналных фотоприемников, каждый из которых совмещается с соответствующей каналной несущей в спектре на выходе разделителя каналов.

Габариты передатчика — $190 \times 120 \text{ мм}$, а делителя каналов — $50 \times 220 \text{ мм}$, и определяются в основном фокусными расстояниями объективов. Экспериментальная ВОЛС обеспечивает по крайней мере восьмикратное уплотнение каналов. Потери в передатчике составили $\sim 25 \text{ дБ}$, а в приемнике — $\sim 15 \text{ дБ}$ на канал.

Таким образом, проведенные эксперименты показали принципиальную возможность и целесообразность использования одиночного широкополосного полупроводникового лазера в системах со спектральным уплотнением каналов передачи информации. Необходимо отметить, что потери в системе могут быть существенно уменьшены за счет применения дифракционных решеток с большим коэффициентом передачи излучения в рабочий порядок, просветления оп-

тики и оптимального согласования всех оптических элементов системы. Применение спектроанализаторов с более высокой разрешающей способностью приведет к снижению перекрестных помех, либо к увеличению числа каналов связи. Использование спектроанализаторов с разрешением 10^4 , способных разрешить модовую структуру излучения ПЛ, позволит получить максимально возможное число спектрально уплотняемых каналов, равное числу мод излучения ПЛ. Уменьшение габаритов может быть достигнуто за счет уменьшения размеров линейки канальных модуляторов и фотоприемников, что ведет к уменьшению фокусных расстояний объективов, определяющих линейную дисперсию спектроанализаторов.

Литература

- [1] Дерюгин Л. Н., Чекан А. В., Демченков В. П. Радиотехн. и электрон., 1979, т. 24, с. 2014.
- [2] Дерюгин Л. Н., Демченков В. П., Чекан А. В. Опт. и спектр., 1980, т. 48, с. 336.
- [3] Беловолов М. И., Гореленок А. Т., Дианов Е. Н., Кузнецов А. А., Тарасов И. С. Квант. электрон., 1979, т. 6, с. 2487.
- [4] Гудзенко А. И., Дерюгин Л. Н., Сотин В. Е. А. с. 585627 (СССР). Способ развертки оптического изображения оптическим лучом. — Оpubл. в Б. И., 1977, № 47, с. 182.
- [5] Гудзенко А. И., Дерюгин Л. Н., Чекан А. В. А. с. 566398 (СССР). Устройство для передачи и воспроизведения строки оптического изображения. — Оpubл. в Б. И., 1977, № 27, с. 178.

Поступило в Редакцию 24 июня 1981 г