

**ОПТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА ИЗ ОБЛАСТИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ (125°C)
С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА НА ОСНОВЕ InGaAsP/InP ($\lambda = 1,3$ мкм)**

П.Г. Елисеев, Б.И. Махсудов, В.И. Пятахин, Е.В. Суворов

Проведены опыты по передаче излучения инжекционного лазера на длине волны 1,3 мкм по геофизическому волоконно-оптическому кабелю из горячей зоны. Наблюдалась генерация в лазерах этого типа в диапазоне до 125°C.

Для ряда практических целей требуется передача информации с достаточно высокой скоростью из области повышенной температуры. Примером являются геофизические исследования сверхглубоких скважин (6–15 км), при которых необходима передача информации со скоростью до десятков Мбит/с от погружаемых приборов, работающих при температуре 100°C и выше. Такую скорость передачи информации могут обеспечить волоконно-оптические каналы с полупроводниковыми инжекционными лазерами в качестве модулируемых источников излучения. Однако излучательные характеристики этих лазеров существенно ухудшаются с ростом температуры. В особенности сильную чувствительность к температуре обнаруживают InGaAsP/InP-лазеры [1,2], работающие в оптимальных спектральных диапазонах кварцевых волоконных световодов ($\lambda = 1,3$ и 1,6 мкм).

Таким образом, возникла задача изучения возможности использования InGaAsP/InP-лазеров для обеспечения передачи информации по оптическому каналу из горячих областей с сохранением всех преимуществ, которыми обладают лазерные волоконно-оптические системы передачи информации. Такая возможность была подтверждена экспериментально.

InGaAsP/InP-лазеры, работающие в диапазоне $\lambda = 1,3$ мкм, имели геометрию зарощенной мезоструктуры на подложке р-типа [3], причем спектр непрерывной генерации был практически одномодовым. Для получения непрерывного режима при $T \geq 100^\circ\text{C}$ отбирались образцы лазеров, имеющие при комнатной температуре пороговый ток не более 20 мА.

Экспериментальная проверка возможности работы InGaAsP/InP-лазера в составе волоконно-оптического канала передачи информации в условиях повышенных температур была проведена на макете, схема которого приведена на рис. 1. Лазерный диод (1) закреплялся на одном конце массивного металлического теплопровода (2), на другом конце которого располагался электронагреватель (3). Температура корпуса лазера контролировалась термопарой (4). Излучение лазера вводилось в волоконно-оптическую линию (5), на выходе которой был установлен фотоприемник (6).

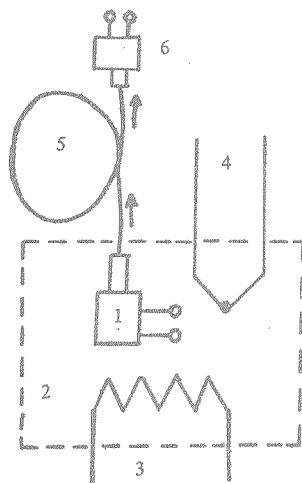


Рис. 1. Схема экспериментального макета: 1 – лазерный диод; 2 – теплопровод; 3 – электронагреватель; 4 – термопара; 5 – волоконно-оптическая линия; 6 – фотоприемник.

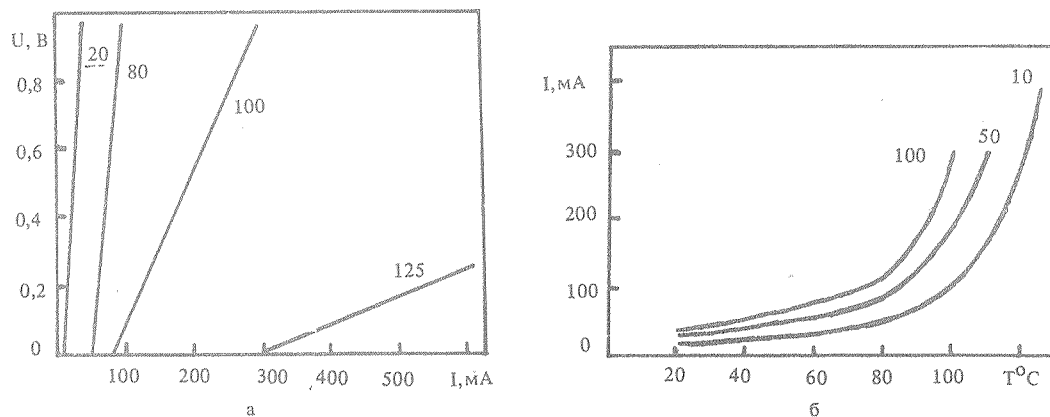


Рис. 2: а) зависимость сигнала фотоприемника U от тока лазера I при различных температурах (в $^{\circ}\text{C}$); б) зависимость тока лазера I от температуры при различных отношениях сигнала к шуму.

От генератора импульсов на лазер подавалась последовательность импульсов тока длительностью 1 мкс и скважностью 2. Линия связи представляла собой оптический геофизический кабель длиной 2 км [4], имеющий грузонесущую конструкцию и содержащий 3 кварцевых волоконных световода со ступенчатым профилем показателя преломления и диаметром сердцевины 50 мкм. Световод кабеля присоединялся к лазеру и фотоприемнику с помощью стандартных разъемных соединителей. Полное затухание в оптическом тракте составило около 25 дБ. Прием сигнала велся с помощью промышленного фотоприемного модуля типа ЛФДП-3 на основе германиевого лавинного фотодиода. Среднеквадратичное напряжение шума на выходе фотоприемника составляло 9 мВ.

На рис. 2а представлены зависимости сигнала фотоприемника от тока накачки лазера при различных температурах его корпуса. Как видно из графиков, образцы InGaAsP/InP-лазеров обеспечивают устойчивую передачу сигнала при температуре вплоть до 125 $^{\circ}\text{C}$. При оптической мощности излучения 0,3 мВт отношение сигнала к шуму превышало 30 дБ.

На рис. 2б представлена зависимость тока накачки лазера от температуры при различных отношениях сигнала к шуму. Лазер обеспечивает передачу сигналов в оптическом канале с затуханием 25 дБ с вероятностью ошибки 10^{-9} (отношение сигнал – шум 20 дБ) до температуры 100 $^{\circ}\text{C}$. Как видно из графика, изменение температуры лазера от 20 до 100 $^{\circ}\text{C}$ приводит к необходимости увеличения тока в 10 раз.

Таким образом, проведенные эксперименты доказали возможность применения низкороговых InGaAsP/InP-лазеров в диапазоне $\lambda = 1,3$ мкм в составе волоконно-оптических каналов для передачи информации из областей с температурой до 125 $^{\circ}\text{C}$ (рис. 2б). Сильная зависимость порогового тока этих лазеров от температуры потребует в большинстве практических применений специальных схем стабилизации оптической мощности.

Несмотря на быстрый рост порога с температурой, эти образцы при достаточно низком исходном пороговом токе (не более 10–15 мА при 30 $^{\circ}\text{C}$) могут обеспечить приемлемую безотказную наработку (100–200 час) при высокой температуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатов А. П. и др. Квантовая электроника, 1, вып. 10, 2294 (1974).
2. Долгинов Л. М. и др. Квантовая электроника, 9, вып. 9, 1902 (1982).
3. Безотосный В. В. и др. Квантовая электроника, 7, № 9, 1990 (1980).
4. Андронов В. А. и др. Атомная энергия, 53, вып. 5, 53 (1982).

Поступила в редакцию 24 апреля 1986 г.