

Перестраиваемые одночастотные полупроводниковые лазеры с волоконно-брегговской решеткой

В.П. Дураев, С.А. Васильев, О.И. Медведков, Е.Т. Неделин

ООО «Нолатех»

e- mail nolatech@mail.magelan.ru, www.nolatech.ru

Представлены результаты работ по созданию перестраиваемых диодных лазеров в диапазоне длин волн 1250-1650нм. Приведены конструкции и их основные характеристики в диапазоне температур от 5 до +80 градусов.

Tunable single-frequency diode lasers with fiber Bragg grating

V.P.Duraev, S.A.Vasil'ev, O.I.Medvedkov, E.T.Nedelin

“Nolatech” enterprise, Moscow, Vvedenskogo str. 3

e- mail nolatech@mail.magelan.ru, www.nolatech.ru

Results of developing of single-frequency tunable diode lasers with Bragg grating are discussed. Their main specifications and design are presented, as well as specifications of semiconductor optical amplifiers.

Одним из преимуществ полупроводниковых лазеров является возможность перестраивать их длину волны излучения.

Всякое изменение концентрации неравновесных носителей заряда, инжектируемых в активную область лазерного диода, приводит к изменению эффективного показателя преломления среды, а соответственно, к изменению длины волны излучения лазерного диода. С целью перестройки длины волны излучения, в начальном этапе работ, для спектроскопии высокого разрешения использовались лазерные диоды с коротким резонатором (100...200мкм).

Спектр излучения лазеров с коротким резонатором, чаще всего, имеет одну продольную моду и легко перестраиваются с помощью температуры и тока накачки в пределах 20-30нм. Эти лазеры имеют малую мощность и большое омическое и тепловое сопротивление, а соответственно малый ресурс работы.

Более широкое распространение получили лазеры с распределенной обратной связью (РОС). Данный класс лазеров имеет более стабильный одночастотный режим работы и достаточно большую оптическую мощность излучения в широком интервале температур[1].

Для перестройки длины волны излучения в широко диапазоне, чаще всего применяются лазеры с внешним резонатором. В качестве внешнего резонатора используется дифракционная решетка.

На рис.1 показана конструкция перестраиваемого лазерного диода с помощью дифракционной решетки в одномодовом световоде. Основными элементами конструкции являются: лазер (чип) с отражающими покрытиями на задней грани резонатора и с просветляющими покрытиями на передней грани, дифракционная решетка записана в сердцевине одномодового световода[2].

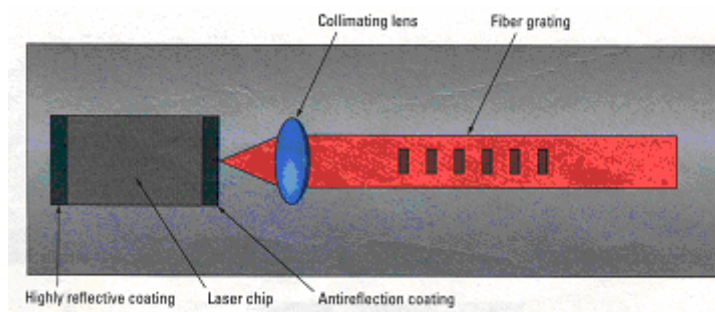


Рис.1 Принципиальная схема ЛД с волоконно- брэгговской решеткой

Перестройка длины волны происходит согласно формулы Брэгга:

$$\Lambda = m\lambda_v / (2n_{эфф}), \text{ где}$$

Λ - период решетки;

λ_v - длина волны лазера;

$n_{эфф}$ - эффективный показатель преломления;

m - порядок волновой моды;.

В работе использовались лазеры на основе InGaAsP-InP гетероструктур рис.2 с квантово-размерными слоями, изготовленными методом МОС-гидридной эпитаксии[3].

P-InP Layer
P-In Ga As Layer
P-InP Layer
P-InP Layer
P-InGaAsP Layer
P-InP Layer
P-In Al As Layer
GRIN-ALQ
5~6QW/6~7 Barrier
GRIN-ALQ
N- In Al As Layer
N-InP Layer

N-InP Substrate

Рис.2 InGaAsP-InP гетероструктура

Конструкция активного элемента лазерного диода типа заращенная меза показана на рис.3. Более распространенная в настоящее время конструкция ЛД с недотравленной активной областью и с изоляцией ZnSe показано на рис.4.

Требуемый одночастотный режим работы на заданную длину волны 1250-1650нм обеспечивался составом активной области ЛД и созданием дискретных брэгговских решеток в световоде соответствующего периода. Перестройка длины волны составлял 0,15-0,2нм в пределах селективности спектральной ширины брэгговской решетки[3].

Типичная одночастотная спектральная характеристика ЛД после стыковки ВБР на длину волны 1651нм (линия поглощения метана) представлены на рис. 5.

Ватт-амперные характеристики ЛД на длине волны 1651нм в интервале температур от 5 до + 80 градусов показаны на рис.6.

Конструкция лазерного модуля с ВБР состоит из металло-стеклянного корпуса типа 14-pin DIL или «бабочка», лазерного диода, фотодиода обратной связи, элемента Пельтье, терморезистора и световода с волоконно-брэгговской решеткой.

Общий вид конструкции одночастотного лазерного модуля типа 14- pin DIL и «бабочка» показано на рис.7

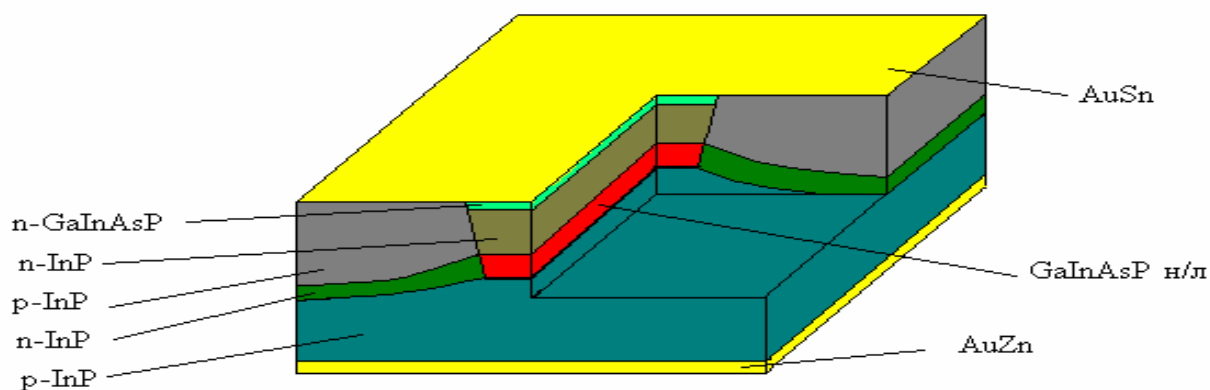


Рис.3. Конструкция ЛД - заращенная меза.

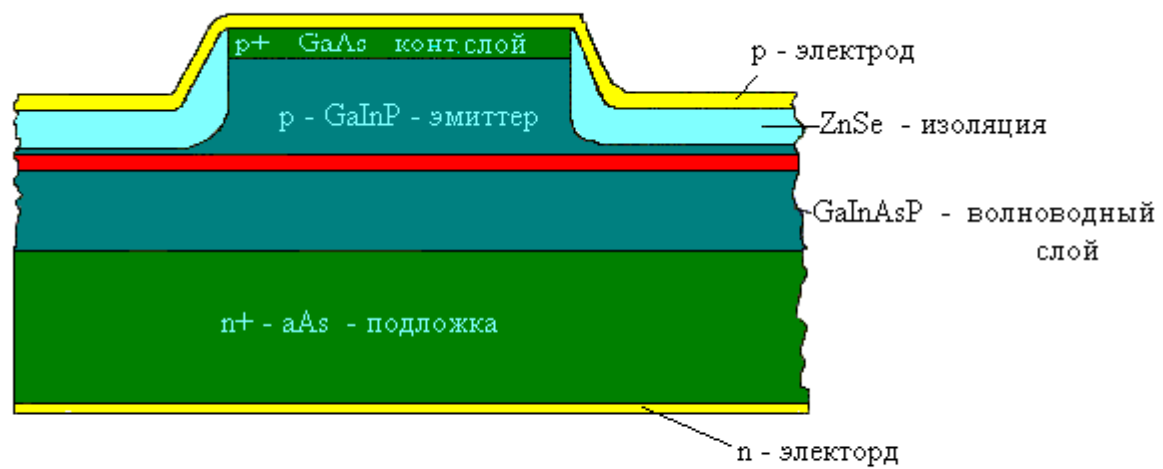


Рис.4. Конструкция ЛД с изоляцией ZnSe

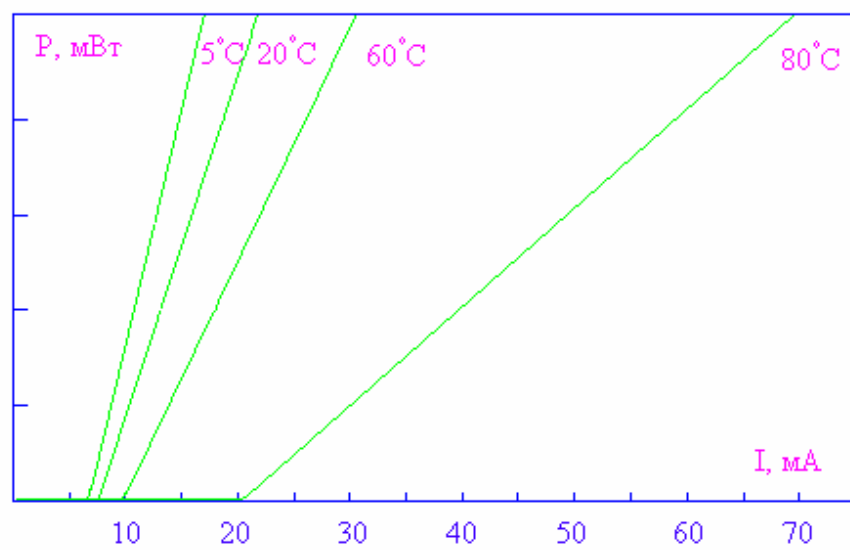


Рис.5 Ватт-амперная характеристика ЛД

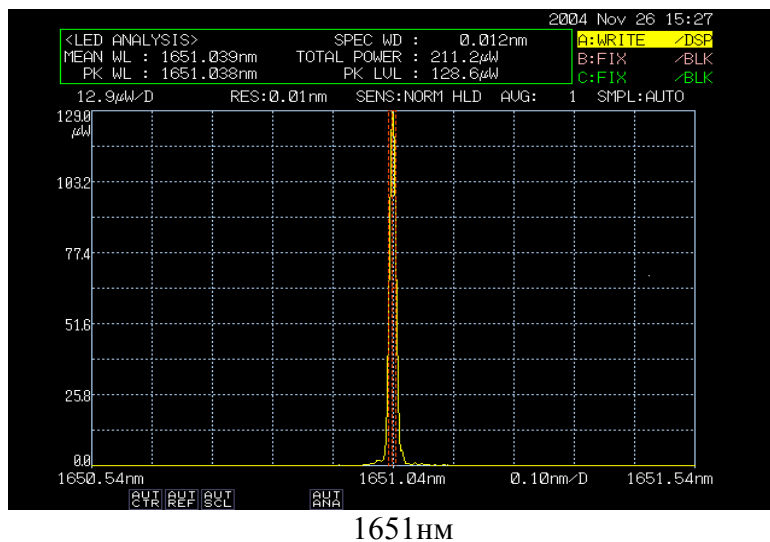


Рис.6 Спектр генерации одночастотного ЛД с ВБР

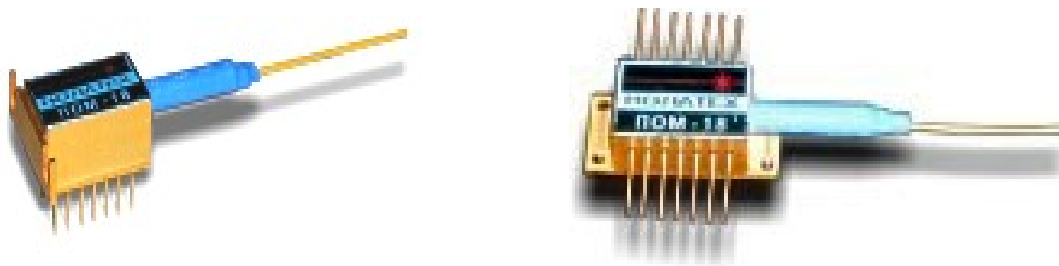


Рис.7 Конструкции лазерных модулей.

Таким образом, в работе изложены основные характеристики перестраиваемых одночастотных лазеров с волоконно-брэгговской решеткой в диапазоне длин волн 1250-1659нм и представлены их конструкции. Показано, что заданная длина волны обеспечивается составом твердого раствора InGaAsP активной области лазерного диода и периодом волоконно- брэгговской решетки.

Литература.

- 1.P.V.Duraev, A.V. Melnikov, Spectrochemica Acta Part. A 52 (1996) 877-879.
- 2.Дураев В.П., Неделин Е. Т., и др. Квантовая Электроника, 31, №6, с. 529-530 2001.
- 3.V. Mikhailov, P. Bayvel, R. Wyatt and I. Lealman, Electronics Letters, 2001, Vol.37, No14

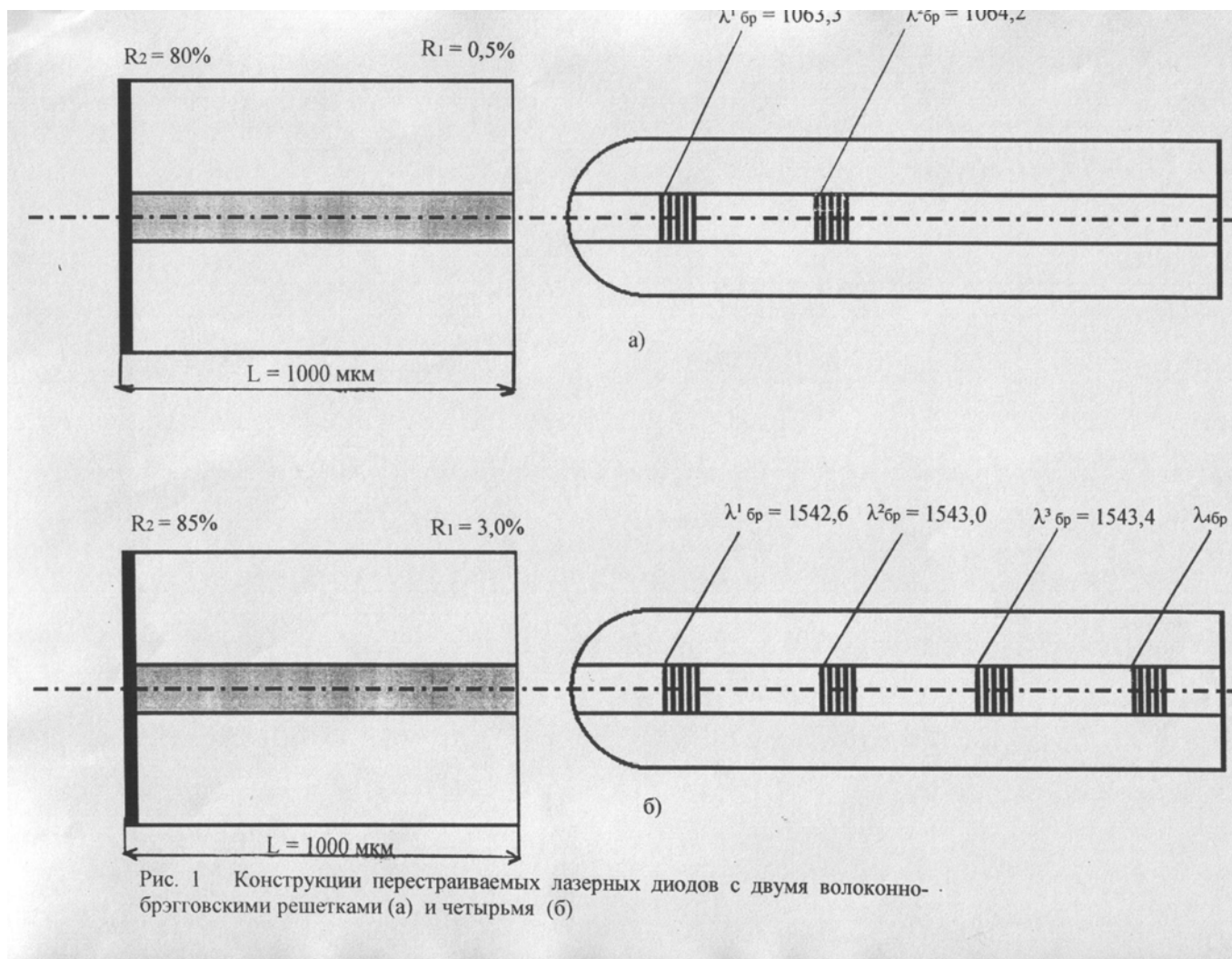


Рис. 1 Конструкции перестраиваемых лазерных диодов с двумя волоконно-брэгговскими решетками (а) и четырьмя (б)

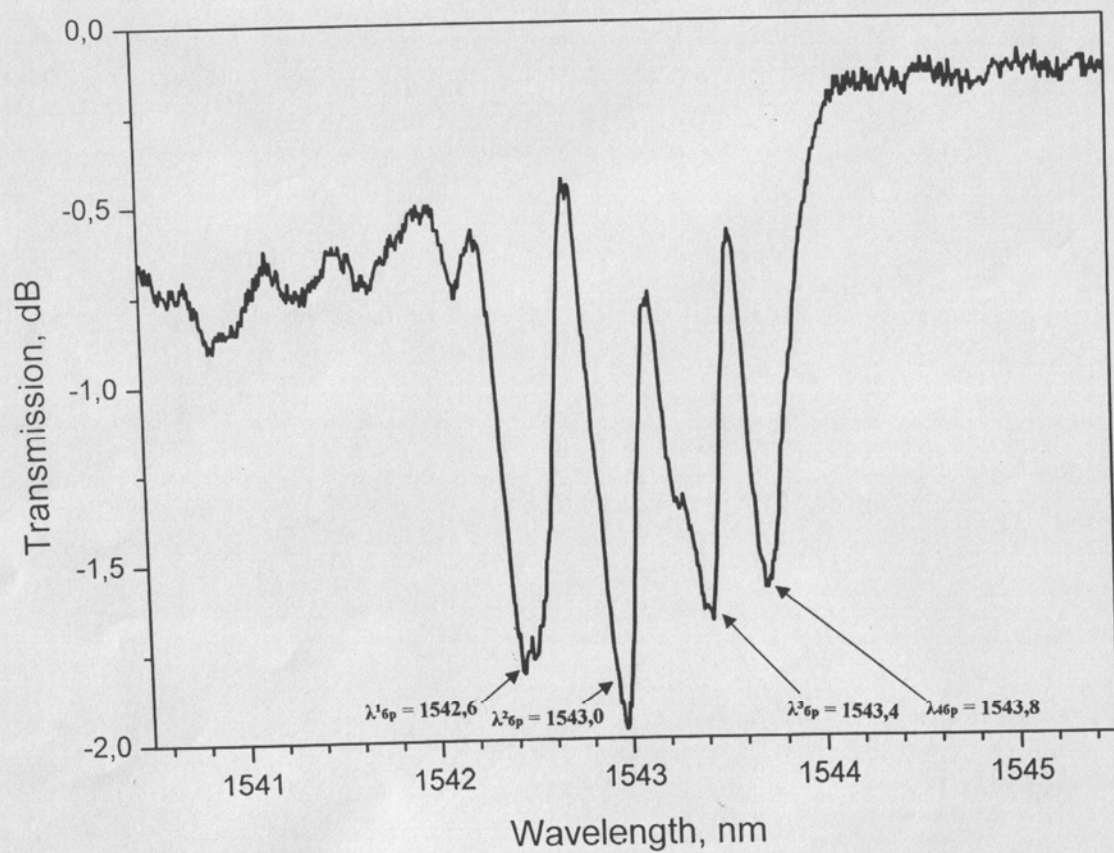


Рис. 2 Спектр пропускания четырех ВБ решеток в одномодовом световоде

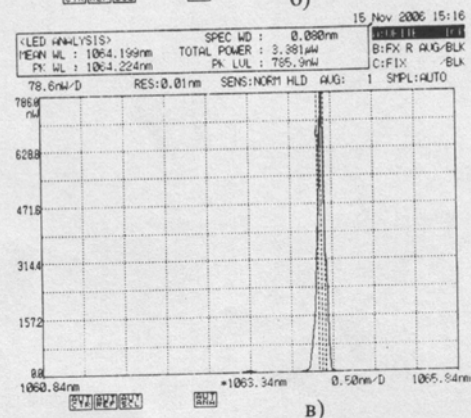
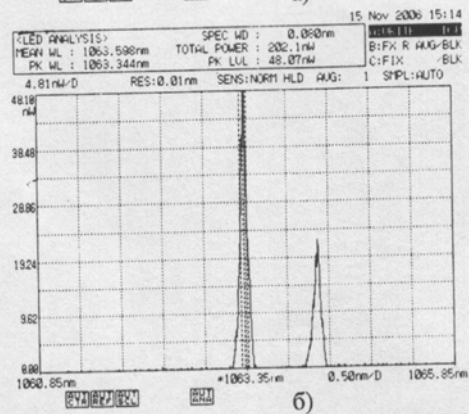
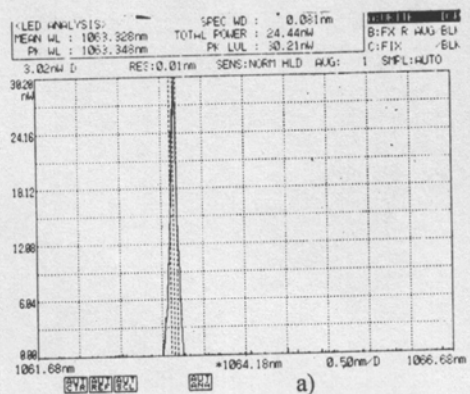
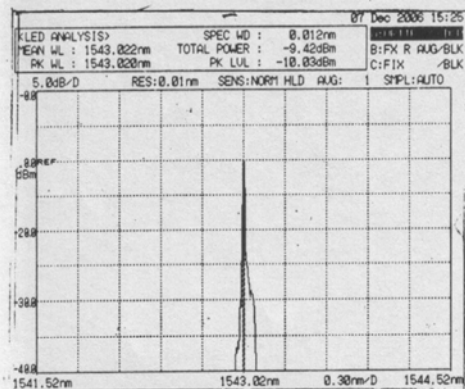
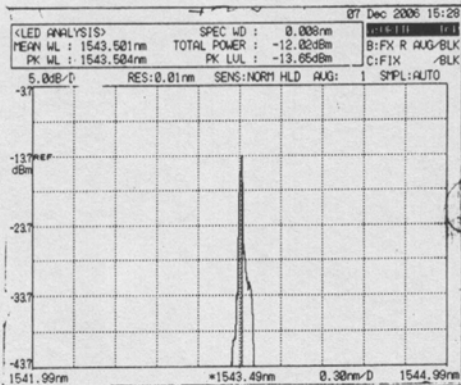


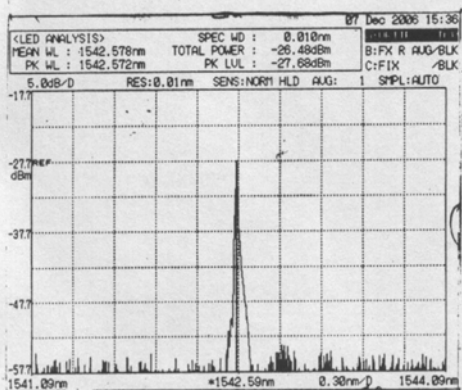
Рис. 3 Токовая перестройка длины волны излучения лазера на $\lambda = 1064$ нм с двумя ВБ решетками по варианту конструкции рис. 1а:
 а) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 80$ мА;
 б) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 100$ мА;
 в) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 125$ мА.



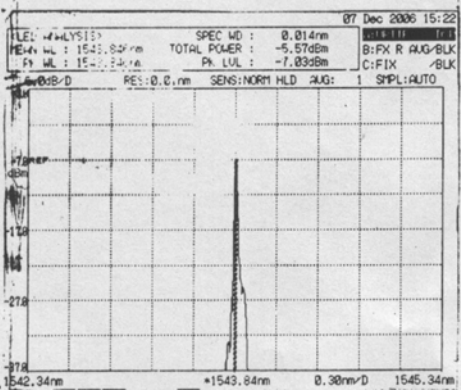
б)



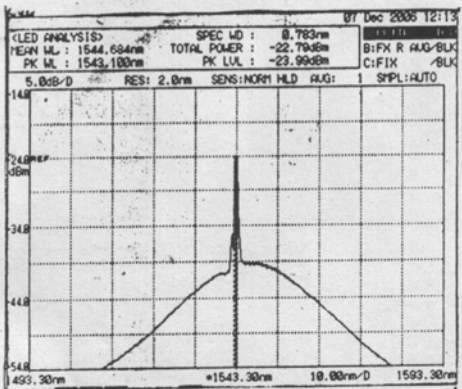
г)



б)



д)



а)

Рис. 4 Токовая перестройка длины волны излучения лазера на $\lambda = 1546$ нм с четырьмя ВБ решетками в одном световоде по варианту конструкции рис. 1б:

- а) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 51$ мА;
- б) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 73$ мА;
- в) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 100$ мА;
- г) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 56$ мА;
- д) спектр излучения ЛД при $T = 25^\circ\text{C}$ и $I_n = 153$ мА.