

Виктор Волков, д. т. н., академик РАЕН, профессор | volkvik2009@yandex.ru

Лазерные полупроводниковые излучатели

для целеуказателей и дальномеров

Рассматривается применение лазерных полупроводниковых излучателей (ЛПИ), работающих в видимой и ближней инфракрасной областях спектра и предназначенных для создания лазерных целеуказателей и дальномеров. Описываются конкретные модели ЛПИ и приборов на их основе, приводятся основные параметры указанных изделий.

В современной технике широко используются малогабаритные лазерные целеуказатели (ЛЦ) и лазерные дальномеры (ЛД) на базе лазерных полупроводниковых излучателей (ЛПИ) [1]. Основные параметры ЛПИ, используемых для построения ЛЦ, приведены в таблице 1 [2–4]. Внешний вид типичных образцов указанных ЛПИ дан на рис. 1.

ЛЦ применяются в прицельных комплексах, состоящих из наголовного прибора ночного видения (ПНВ) (очки ночного видения или ночной монокуляр) для наблюдения в ночных условиях, и ЛЦ, устанавливаемого на оружии и создающего световое «точечное» пятно подсвета на цели [5, 6]. И цель, и пятно на ней наблюдаются через очки (монокуляр) ночного видения. ЛЦ устанавливается параллельно стволу оружия и пристреливается совместно с ним. При этом положение ЛЦ регулируется с помощью системы выверки, благодаря чему пули точно попадают в цель, на которую наведено пятно подсвета. Такой прицельный комплекс исключает необходимость в прицеливании: достаточно лишь придать оружию положение, при котором пятно подсвета совместится с целью.



Рис. 1. Внешний вид типичных лазерных полупроводниковых излучателей, используемых в ЛЦ и дальномерах

Прицельная стрельба может осуществляться из любого положения оружия, в том числе и при движении. Такие прицельные комплексы используются при стрельбе из пистолетов, автоматов, гранатометов, охотничьего и спортивного оружия любых типов. Первоначально в ЛЦ использовались полупроводниковые лазеры, работающие на длине волны 820–850 нм, чтобы подсвет осуществлялся скрытно, а излучение на таких длинах волн наблюдалось бы только в очки ночного видения. На практике, во-первых, такое излучение все равно видно со стороны цели в виде красной точки, во-вторых, это обстоятельство даже полезно, т. к. производит на противника сильное психологическое воздействие. Кроме того,

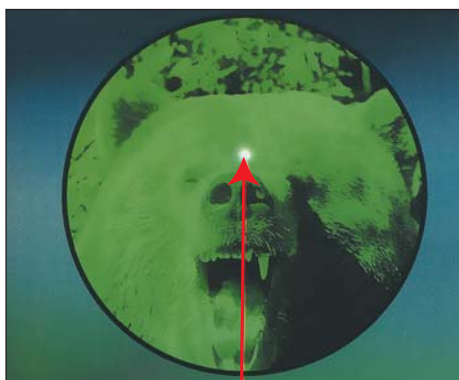
работа на указанных длинах волн исключает применение комплекса в дневных условиях, если при этом не используются очки ночного видения с диафрагмированными объективами. Поэтому за последние годы широкое распространение получили ЛЦ на базе лазерных излучателей, работающих на длинах волн 532 нм и 635–670 нм. Для прицельного комплекса с таким излучателем можно наблюдать пятно подсвета на цели днем невооруженным глазом, а ночью — в очки ночного видения на еще большей дальности, чем для случая применения ЛЦ с длиной волны 820–850 нм, так как чувствительность фотокатода электронно-оптического преобразователя очков ночного видения на длине волны 532 нм в три-четыре раза, а в области спектра 635–670 нм — в полтора-два раза выше, чем в области спектра 820–850 нм. ЛЦ может иметь объектив с переменным фокусным расстоянием или с возможностью расфокусировки. Это позволяет использовать ЛЦ как в режиме целеуказания («точечное»

Таблица 1. Основные параметры типичных ЛПИ, используемых для построения лазерных целеуказателей

Фирма	Модель	$\lambda/\Delta\lambda$, нм/нм	P, мВт	$I_n/I_{пор}$, мА/мА	U, В	θ , град.	Габариты тела свечения, мкм
НИИ «Полюс», Россия	IDL5S-640	635–640/2	5	50/40	2,3	10×35	1×5
	IDL10S-650	645–660/2	10	60/35	2,4	10×30	
	IDL15S-670	660–680/2	15	55/35	2,3		
	IDL20M-635	630–640/2	20	160/160	2,5	8×30	1×12
	IDL30M-670	660–680/3	30	160/90	2,4		
	IDL50S-830	820–840/1,5	50	120/25	2,2		
	IDL100S-830	820–840/1,5	100	160/35		10×30	1×3
	IDL50S-850	840–870/1,5	50	150/40			
	IDL100S-850	840–880/1,5	100	160/35			
	IDL50S-875	860–880/1,5	50	130/30	2,1		
	IDL50S-900	870–910/1,5	50	180/40	2,2		
	IDL50S-915	910–920/1,5	50	80/30		10×30	
	IDL100S-920	915–925/1,5	100	170/35			
	IDL50S-980	960–990/3	50	130/35	2,3		
IDL100S-980	960–990/3	100	210/40	2,4			
ННП «Инжект», Россия	ЛДН-7	800–860/4	3	90/-	1,5–2,5		
	ЛДН-8	800–840/4	30	150/-	1,5–3,0		
	ЛДН-10	800–840/4	30	150/-	1,5–3,0	10×40	
	ЛДН-11	800–840/4	5	90/-	1,5–2,5		
	ЛДН-12	800–860/4	4	80/-	2,0–3,0	8×35	
	ЛДН-14	800–840/4	20	140/-	1,5–3,0	10×40	
	ЛДН-33	95–1000/3	50	100/-	1,8–2,2	8×33	
Roithner Lasertechnik, Австрия	RLT90S-100GS	905	100	140/30	1,8–2,4	25×40	
	RLT830-150GS	825–835	150	190/50	1,8–2,0		1×5

Примечания: λ — рабочая длина волны; $\Delta\lambda$ — ширина линии излучения; P — мощность излучения; I_n — рабочий ток накачки; $I_{пор}$ — пороговый ток; U — напряжение питания; θ — угол подсветки.

пятно подсветки), так и в режиме широкого угла подсветки. Характер подсветки цели лазерным осветителем-целеуказателем при формировании «точечного» и широкоугольного пятна подсветки представлен на рис. 2. Внешний вид типичных образцов ЦЛ дан на рис. 3–7,



Фокусировка от точки до полной освещенности объекта

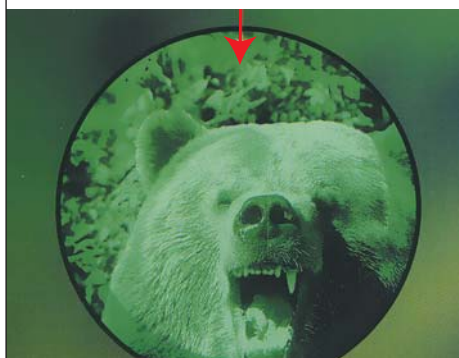


Рис. 2. Характер подсветки цели лазерным осветителем-целеуказателем при формировании «точечного» и широкоугольного пятна подсветки



Рис. 3. Целеуказатель лазерный ночной ЦЛН-1К (вверху); установка на оружии (внизу)



Рис. 4. Целеуказатели лазерные: а) ЦЛН-2К; б) «Альфа-7115»; в) LTAD-DSNC; г) ЦУЛ-01S; д) ЦУЛ-02М



Рис. 5. Целеуказатели лазерные: а) ЦЛ-02, ЦЛ-03, ЦЛ-05, ЦЛ-06; б) ЦЛ-09, TSL-10, ЦЛ-11



Рис. 6. Целеуказатели лазерные: а) AIM-2000; б) VITAL; в) IR-18 (сверху), IR-16G (снизу); г) GCP-3; д) ATILLA

а прицельных комплексов на их основе — на рис. 8, 9. На рис. 8в показан миниатюрный ЛЦ IR-18, монтируемый на пальце оператора и служащий для обеспечения ночной посадки вертолетов. Угол подсвета этого целеуказателя может регулироваться в пределах от 0,5 мрад до 10° [7]. Чтобы руки оператора при работе с ЛЦ оставались свободными, используется модель ЛЦ IR-16, монтируемая на подбородке шлема оператора (рис. 8в) [7]. При этом ЛЦ может по выбору пользователя излучать ближнее ИК-излучение на длине волны 830 нм (модель IR-18, IR-16), зеленый (модель IR-18G, IR-16G) или красный свет (модель IR-18R) [7]. Основные параметры типичных современных ЛЦ приведены в таблице 2 [5–19], а ЛЦ для визуального дневного наблюдения — в таблице 3 [5, 12, 20, 24, 32–37]. Первоначально такие ЛЦ применялись с излучением красного цвета (длина волны 635–670 нм). Но в последние годы стали использовать ЛЦ с излучением зеленого цвета (длина волны 532 нм), т. к. зеленый цвет лучше воспринимается глазом. Конструкция

ЛЦ не зависит от длины волны. В ЛЦ могут быть установлены ЛПИ с излучением ИК или видимой области спектра.

ЛЦ может монтироваться как на стволе, так и под стволом оружия [5, 7, 8]. Возможность установки ЛЦ на различных видах оружия иллюстрирует рис. 10. ЛЦ могут использоваться



Рис. 8. Прицельный комплекс, состоящий из целеуказателя лазерного ЦЛН-1К и очков ночного видения ПН-14К



Рис. 7. Целеуказатели лазерные: а) GB100; б) GBS8300S; в) BS8200S (3-лучевой); г) BS100X; д) 780



Рис. 9. Прицельный комплекс, состоящий из целеуказателя лазерного «Альфа-7115» и монокуляра ночного видения «Альфа-9022»

Таблица 2. Основные параметры лазерных целеуказателей для ПНВ

Фирма, страна	Модель	D, м	λ , нм	P, мВт	θ , мрад	U, В	Габариты, мм	Масса, г	
ОАО «НПО «Альфа», Россия	«Альфа-7115»	200	820-850	2	0,5	2,4-3	120×110×42	310	
ГУДП СКБ ТНВ, Россия	Спринт	до 200	830	1	1	9	110×55×164	400	
	ИЛ-М	200	830	1	1	3	110×40×150	200	
ОАО РОМЗ, Россия	ПЛН-1	250-500	850	3	1,5	6	56×44×20	60	
ОАО «НПЗ», Россия	ЦЛН-1К	150	830	0,5-5	1'	1,5	145×53×133	350	
	ЦЛН-2К	150/100	830/635		0,3	3	85×64×51	230	
СОТ, Россия	LTAD-SN		800-870	0,5-10	0,3-0,5	3	94×61×42	190	
«Ретрон», Россия	RN-SL01		820±10	0,5	1	2-3,6	105×46×45	190	
БелОМО, Беларусь	ЦЛ-01	200	830	3	0,7		Ø19×42	25	
	ЦЛ-02						Ø25×89	65	
	ЦЛ-03						35×50×65	100	
	ЦЛ-05						59×35×18	95	
	ЦЛ-09						32×45×19	70	
	TSL-10						142×46×48	300	
	ИЛ-14						55×92×18	120	
	LAD-18						850-870	0,005-0,1	0,5
Wild Heerbrugg, Швейцария	REM-007	820±20	2-3	0,35		Ø34×170	340		
Reinhack Nachsicht Systems, Германия	LPL-30	4000	830	15	0,3		124×40×20	195	
EUROATLAS, Германия	LM-18	300	800-870	1	0,6		Ø40×120	350	
Litton, США	AIM-1D/DLR	500/3000	820-850	20	0,3	3	92×57×49	255	
	IPBD-2500-8000	2500-8000	830	3-30	0,3		170×57×40	180	
	IPBD-600ES	600-1800	830	1	0,3		136×27×56	125	
	ACP-2/ACP-2A	8000/10000	830	50/100	0,5		крепится на пальце	114	
	AN/PEQ-2		830	25	0,3			210	
	Model 7500 Visible/IR		635/830	25	0,3			210	
	AN/PAQ-4B/C	1800	830	1	0,3			125	
	GCP-1A/1B	8000/10000	830	50/100	0,5			128	
Optic Electronic, США	AN/PAQ-4		850	2	0,3		92×57×49	255	
Night Vision Equipment, США	ACP-2	500-5000	830	30	0,5-10°		114		
International Technologies Lasers (ITL), Израиль	AIM-LDIR		820-850	20	0,3		92×57×49	255	
ITT, США	AIM-1D	500	820-850	1,5	0,3	3	80×35×50	250	
	ACP-3	8000		50	0,5			114	
	ACP-3A	12000		110	0,5			114	
	ACP-3B	18000		185	0,5			114	
	GCP-3A	8000		60	0,5			128	
	GCP-3B	12000		110	0,5			128	
	GCP-3C	18000		185	0,5			128	
	GCP-4	8000		60	0,5			143	
	GCP-4A	12000		110	0,5			143	
	GCP-4B	18000		185	0,5			143	
	VITAL-4	1000		0,7	0,5			130×65×40	200
	VITAL-200	12000		110	0,5			130×65×40	200
	ATILLA			60	0,5			130×65×40	215
Varo, США	9886A	400	820	3,2	0,2		208×52×75	345	
BEAMSHOT, США	BS6000	914	850	0,7	1,64'		Ø39,1×127	130	
	780	800	780	5	5		Ø19×69	96,5	
Night Vision Equipment Company (NVEC), США	AIM-2000		840/640	2/1	0,5	1,5	61×33×102	196	
	VITAL-1/VITAL-100	1000/12000	840	0,7/100	0,5		133,4×63,5×38	255	
Delft, Нидерланды	TM-007	300	820	2	0,35	3	Ø34×157	350	

Примечания: D – дальность действия; λ – рабочая длина волны; P – мощность излучения; θ – угол подсветки; U – напряжение питания.

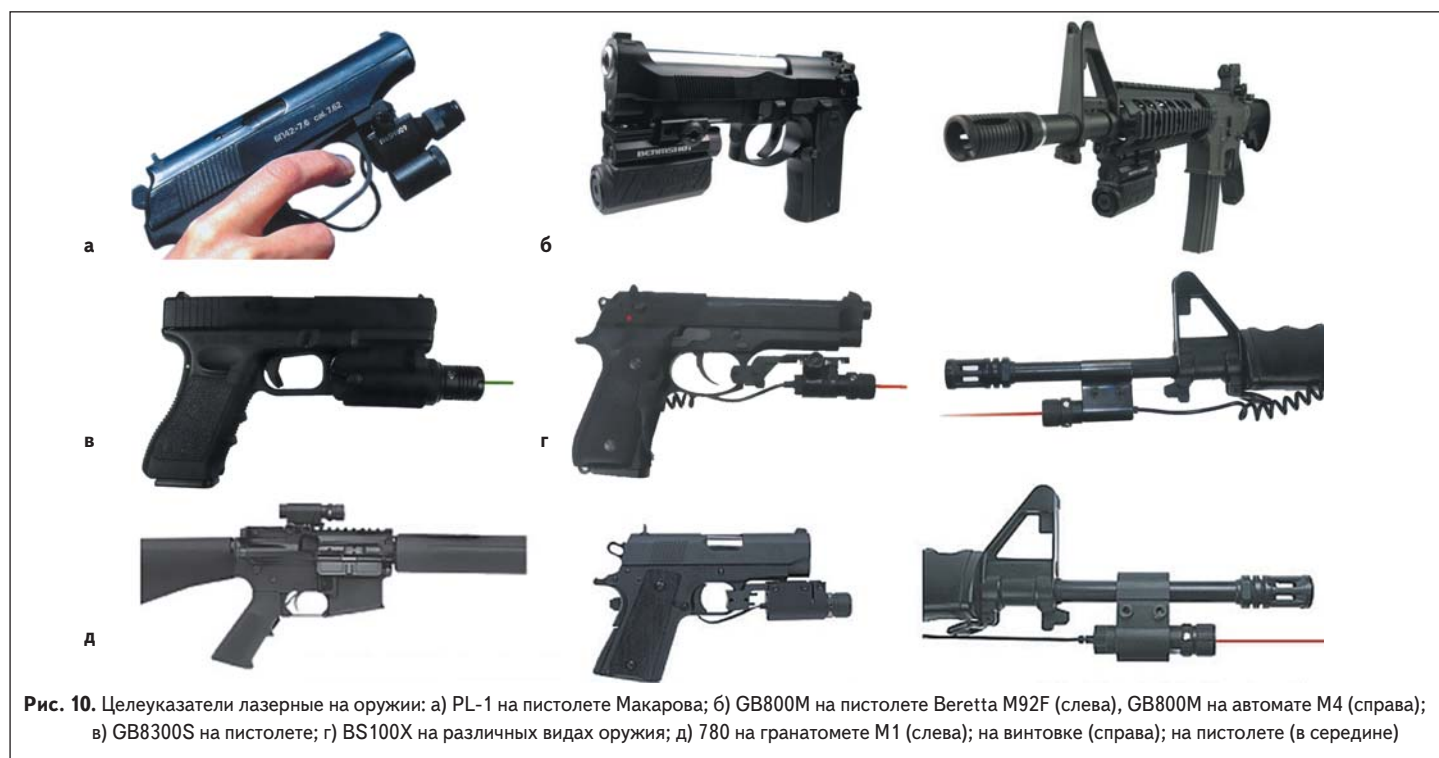


Рис. 10. Целеуказатели лазерные на оружии: а) PL-1 на пистолете Макарова; б) GB800M на пистолете Beretta M92F (слева), GB800M на автомате M4 (справа); в) GB8300S на пистолете; г) BS100X на различных видах оружия; д) 780 на гранатомете M1 (слева); на винтовке (справа); на пистолете (в середине)

Таблица 3. Основные параметры лазерных целеуказателей для визуального дневного наблюдения

Фирма, страна	Модель	D, м	λ , нм	P, мВт	θ , мрад	U, В	Габариты, мм	Масса, г
ФГУП «Ижевский механический завод», Россия	ЛЦУ	25	635-655	3	10	3	55×32×20	90
ОАО РОМЗ, Россия	PL-1	25-50	650-670	3	1	6	56×44×20	
	PL-2	25-50		3		120×36×19		
	PL-3	50-100		5		136×17×17		
J. West Company	LTSU-O	50 (д); 100 (н)		3		3	Ø30×80	150
НПФ «ЭСТ», Россия	ЛЦУ-ОМ	25 (д)	635	4	1	3	Ø24×65	60
	ЛЦУ-ПМ	25 (д)		3		4,5	34×16×32	50
Вологодский оптико-механический завод, Россия	PL-1	25-50	650-670	3	1	6	56×44×20	70
	PL-2	25-50		3		6	120×36×19	70
	PL-3	50-100		5		3	136×17×17	70
ООО «Зенит», Россия	47	400-500		3		3		100
	Зенит-4Т		635-650	3		6	Ø14×80	61
СОТ, Россия	LTAD-RN			0,5-10	0,3-0,5		91×61×42	190
БелОМО, Беларусь	ЦЛ-01	200	635, 650, 670	3	0,7	3	Ø19×42	
	ЦЛ-02						Ø25×89	
	ЦЛ-03						35×50×65	
	ЦЛ-05						59×35×18	
	ЦЛ-09						32×45×19	
	TSL-10			142×46×48				
	ИЛ-14			55×92×18				
	Корсак-3			80×35×35				
	Корсак-8			70×35×35				
	Корсак-16			Ø20×90				
Applied Laser System, США	LA-50	100	670	5	1,5	7	45×35×100	185
Coherent, США	FVLM2		633-642	10	0,2×0,8	1,5	Ø17,5×(46-53)	
Alpec, США	Beam Shot	300	670	4		3		107
Heckler & Koch, США	Pulse Beam Laser Sight	100	665-675	5	0,5	7	51×51×20	99
Imatronic Inc., Великобритания	LSSS	300	670	5	0,5	3	Ø25×176	
International Technologies Lasers (ITL), Израиль	AIM-1N		630	3	0,7	2,7-6	Ø12×43	
AIM-1R	670		1	1	3	92×49×57	255	
BFi OPTiLAS, Франция	MDLO	150	635	0,9-30	0,3×0,6	2,7-6	Ø12×43	
	MLV		532	0,9-4	<2	4-6	Ø14×60	
Laser Components, Германия	Grüne Flexpoint FP-53/4AF-AV-SD		532	4	0,5	4,5-30	Ø11,5×57	40
	Grüne Flexpoint FP-64/10AF-AV		635	10	0,2×0,8	5-10	Ø11,5×57	
BEAMSHOT, США	GB8300S	457	532	5	5'		100,8×40×43,2	125
	BS8200S (трехлучевой)	457	650	5	5'		106,7×40×43,2	153
	GB2200	5000 (н); 200 (д)	532	30	0,72'		Ø25,4×279,4	295
	GB2000	1600	532	5	1,64'		Ø39,1×135,4	140
	GB1000	1097	532	5	1,64'		Ø24×116,3	120
	GB800M KIT	1600	532	5	0,72'		76,2×35,6×51	
	GB50	1600 (н); 91,4 (д)	532	5	1,64'		Ø14,5×99	120
	GB100	1600	532	3	1,64'		Ø25,4×143	163
	GB200	1600	532	3	1,64'		Ø25,4×159	265
	BS100x	457	650	5	5		Ø22×59	44

Примечания: D — дальность действия; λ — рабочая длина волны; P — мощность излучения; θ — угол подсветки; U — напряжение питания; (д) — день; (н) — ночь.

Таблица 4. Основные параметры дневных прицельных комплексов ООО НПФ «Электронная и специальная техника»

Дневной прицел	ЦЛ	Г, крат	2 ω , град.	Ø _{об.} , мм	Диаметр выходного зрачка, мм	Удаление выходного зрачка, мм	Масса, кг
ПОСП 4×24; ПОСП 4×24В	ЛЦУ-ОМ; ЛЦУ-ОМ	4	6	24	6	68	0,7
ПОСП 6×24; ПОСП 6×24В	ЛЦУ-ОМ; ЛЦУ-ОМ	6	4	24	4	68	0,7
ПОСП 6×42; ПОСП 6×42В	ЛЦУ-ОМ; ЛЦУ-ОМ	6	4	40	6,7	75	0,9
ПОСП 8×42; ПОСП 8×42В	ЛЦУ-ОМ; ЛЦУ-ОМ	8	3	40	5	68	0,9
ПОСП 4-8×42; ПОСП 4-8×42В	ЛЦУ-ОМ; ЛЦУ-ОМ	4-8	9-3	40	11,2-4,3	26-73	0,95

Примечания: Г — видимое увеличение; 2 ω — угол поля зрения; Ø_{об.} — световой диаметр объектива; источник питания — литиевый элемент CR123A; подсветка дальномерной шкалы — светодиодная (красная и зеленая).



Рис. 11. Прицельные комплексы: а) ПОСП 4×24 с ЛЦУ-ОМ; б) ПОСП 6×42 с ЛЦУ-ОМ; в) ПОСП 4-8×42 с ЛЦУ-ОМ

в сочетании с дневным прицелом, образуя дневной прицельный комплекс. Внешний вид таких комплексов представлен на рис. 11 [20], а их основные параметры — в таблице 4 [20]. Такие прицельные комплексы позволяют выполнить снайперский выстрел на большой дальности или вести оперативную стрельбу на небольшие расстояния по пятну встроенного ЛЦ. Питание комплекса обеспечивается от литиевых элементов CR123A. Прицельные комплексы с индексом «В» устанавливаются на карабины «Сайга» и «Вебрь», а без индекса «В» — на карабины ОП СКС, «Тигр».

Малые масса, габариты и расходимость излучения ЛД в сочетании с простотой модуляции его излучения по току накачки позволяют превратить ЛД в портативный встроенный в ПНВ дальномер. В частности, в ОАО РОМЗ разработан такой осветитель-дальномер, который может в широком угле подсвета обеспечивать наблюдение, а в узком — измерение дальности до объекта при создании на нем «точечного» пятна подсвета [5, 8]. Такое устройство согласуется с любым ПНВ, имеющим стандартное штекерное гнездо 1/4 дюйма. Питание осветителя-дальмера обеспечивается от встроенных аккумуляторов типа 10D-0,26С с общим напряжением 12 В. Масса — 0,9 кг (без элементов питания), габаритные размеры 220×180×50 мм. Диапазон измеряемых дальностей — 5–150 м при погрешности измерения 1–2 м. Зарубежные ПНВ имеют портативные встраиваемые лазерные дальномеры (ЛД) на базе ЛПИ. Например, наблюдательный ПНВ МС31 фирмы Litton имеет ЛД, обеспечивающий измерение дальности до 1000 м с точностью ±5 м [5]. При этом масса всего ПНВ вместе с ЛД не превышает 1,3 кг, а его габариты составляют 170×140×70 мм. Портативный ПНВ фирмы Night Vision Equipment имеет также встроенный ЛД, измеряющий дальность до 5000 м [5].

В современной технике получили широкое распространение лазерные модули [21–24]. Они содержат коллимирующую оптическую систему, сопряженную в одном корпусе с ЛПИ и блоком его накачки — драйвером, обеспечивающим стабильность и регулируемый уровень мощности излучения. Модули могут иметь любой источник питания, излучать в видимой (532, 635, 650 нм) и в ИК-области спектра (808, 830, 850, 980 нм). Возможны и другие рабочие длины волн. Охлаждение маломощных модулей, используемых для ЦЛ, осуществляется за счет естественного отвода тепла через корпус модуля. Мощные модули могут дополнительно комплектоваться теплоотводом. Возможно

изготовление модулей с сетевым адаптером. Оптические характеристики лазерных модулей являются стандартными для всех моделей фирмы-производителя. Оптика лазерных модулей может формировать не только «точечное» пятно подсветки, но и прямую линию, перекрестие и др. Параметры типичных лазерных модулей представлены в таблице 5 [21–24], а их характерный внешний вид — на рис. 12.

Для построения ЛД используются ЛПИ, работающие в импульсном режиме (табл. 6) [2–4] или в непрерывном режиме с высокочастотной модуляцией (табл. 1). В первом случае ЛПИ используются в импульсных ЛД, во втором — в фазовых ЛД. Импульсные ЛД, работающие в ИК-области спектра (850, 905 нм), используются чаще всего в качестве самостоятельных приборов, а фазовые — как составная часть геодезических приборов (нивелиров и тахеометров). Такие геодезические ЛД используются одновременно в качестве маркеров-целуказателей и работают в красной области спектра (635, 650, 670 нм). На рис. 13а представлен цифровой нивелир LEICA DNA фирмы Leica Geosystems [25]. Прибор обеспечивает высокоточное нивелирование I-II класса (модель DNA03), наблюдение за деформациями и любые другие работы, требующие точных отметок. Прибор имеет встроенный ЛД, обеспечивающий точность измерения расстояний 10 мм на дальности 20 м. Масса прибора — 2,8 кг (с батареей питания), диапазон электронного измерения расстояний 1,8–110 м, оптического — 0,6 м–∞, среднеквадратическая ошибка (СКО) для электронных измерений на инвариантные/стандартные рейки составляет 0,3/1,0 мм, для оптических измерений — 2 мм. Электронный тахеометр Leica TPS+ фирмы Leica Geosystems [26] (рис. 13б) имеет также встроенный ЛД, обеспечивающий измерение по отражателю от 3500 до 7500 м с точностью 1–1,5 мм. Дальность измерения без применения отражателя со-



Рис. 12. Лазерные модули: а) лазерные модули «ФТИ-Оптроник»; б) FLEXPPOINT; в) фокусируемые модули Coherent; г) миниатюрные модули Coherent

Таблица 5. Основные параметры типичных лазерных модулей на основе ЛПИ

Фирма, страна	Модель	D, м	λ, нм	P, мВт	θ, мрад.	I, mA	U, В	Габариты, мм
«ФТИ-Оптроник», Россия	KLM-A532-x-5	50	532	1/5/15	0,1-0,2			Ø20×95
	KLM-D532-x-5	10	532	5/20/30/50	0,5			В зависимости от модели
	KLM-A980-5-5	300	980	5	0,2			Ø20×60
	KLM-B880-x-5	50	808	1200/4000	1,0			Ø25×65
ЗАО «Кантегир», Россия	ЛМ-635-20-СА		635	20	1,0	140	5	Ø13×42
	ЛМ-650-5BA		650	5	1,0	100	3	Ø11×40
	ЛМ-808-50BA		808	50	1,0	150	5	Ø11×40
	ЛМ-830-5BA		830	50	1,0	190	5	Ø11×40
Laser Components, Германия	Grüner FLEX POINT		532	4	10–100°	300	4,5–30	Ø11,5×57
	FLEX POINT		532, 635, 638, 650, 780, 850, 905	1–70	10–100°	35–130	4,5–6	Ø11,5×57
Coherent, США	VLMA 635		633–642	21	0,2–0,6		5–6	Ø14,76×41
	LG3 650		645–655	3,7	85°×1 (линия)		3–6	Ø22,1×24
	FVLM2 Cross-Hair		633–642	0,55	24°×1 (перекрестие)		5–10	Ø17,5×(48–55)
	FVLM2		820–840	28	0,2–0,5		5–10	Ø17,5×(48–55)
BFi OPTiLAS, Франция	SLA		645	1–4,5			3–6	Ø14×78
	MDLC		635–830	0,9–30	0,6×0,3		2,7–6	Ø12×43
	MLV		532	4	2	250	4–6	Ø14×60
	MDLT		375–980	0,9–120	0,6×0,4	2500	6,5	Ø38×165

Примечания: D — дальность действия; λ — рабочая длина волны; P — мощность излучения; θ — угол подсветки; U — напряжение питания.

Таблица 6. Основные параметры типичных ЛПИ, используемых для построения лазерных дальномеров

Фирма, страна	Модель	λ , нм/ $\Delta\lambda$, нм	$P_{\text{и}}$	F, кГц	$t_{\text{и}}$, нс	$I_{\text{н}}$, А	U, В	Θ , град.	Размер тела свечения, мм
НИИ «Полус», Россия	LDLP50M905	900-905/3	50	10	100	22	26	40×12	0,4×0,4
	LDLP100M905	900-905/3	100	10	100	40	20		0,8×0,3
	LDLP200M905	900-905/3	200	5	100	40	50		0,8×0,8
	LDLP500M905	900-905/3	500	5	100	60	50		1,4×1,4
НПП «Инжент», Россия	ЛПИ-10	850-930/10	5,2	6	100	8,5	59,5		0,003×0,5
	ЛПИ-12	850-930/10	5	6	100	6,5	130		0,003×0,5
	ЛПИ-103	850-930/10	18	6	100	14,5			0,3×0,6
	ЛПИ-105	850-930/10	8	12	100	7,5			0,005×0,8
	ЛПИ-107	850-930/10	10	25	100	10,25			0,003×0,5
	ЛПИ-113	860-920/10	75	1,6	100	16			0,6×0,6
	ИЛД-20	875-905/4	20	10	100	40			0,002×0,4
	ЛДИ-3	630-670/5	3	5	100	20	15×40		0,002×0,44
Roithner Lasertechnik, Австрия	PLD850-5-MG	835-865	5	1	50	5	6	10×40	0,001×0,075
	PLD904-4-MG	890-920	4	1	50	5	6	10×30	0,001×0,06
	PLD904-4-T	895-915	4	1	50	5	6	10×40	0,001×0,075
	PLD904-5-MG	896-920	5	1	50	5	6	10×30	0,001×0,075
	PLD904-10-MG	890-920	10	1	50	10	7	10×40	0,001×0,15
	PLD850-10-MG	835-865	10	1	50	10	7	10×40	0,001×0,15
	PLT-HPL905-50	895-915	50	1	50	50	50	10×40	0,006×0,4

Примечания: λ — рабочая длина волны; $\Delta\lambda$ — полуширина спектра; $P_{\text{и}}$ — мощность излучения в импульсе; F — частота; $t_{\text{и}}$ — длительность импульса излучения; $I_{\text{н}}$ — ток накачки; U — рабочее напряжение; Θ — угол расходимости излучения.



Рис. 13. Геодезические приборы со встроенными лазерными целеуказателями-дальномерами: а) цифровой нивелир LEICA DNA; б) электронный тахеометр TPS1200

ставляет 400–1000 м с точностью 2–4 мм. При этом размер лазерного пятна подсветки на расстоянии 50 м составляет 8×20 мм. Масса прибора с аккумулятором и трегером (штативом) составляет 5,2 кг. На рис. 14а представлены лазерные рулетки Disto фирмы Leica Geosystems [27]. Точность измерений (модель D8) на дальностях 0,05–200 м составляет ±1 мм. Масса прибора D8 с батареями не превышает 205 г, габариты 143×55×30 мм. Прибор может обеспечивать измерение расстояний до труднодоступных объектов благодаря встроенному датчику угла наклона 45° и любой наклон. Возможно точное вычисление площадей и объемов, сложение и вычитание расстояний, измерения от углов и краев. Цифровой видеоискатель с четырехкратным увеличением позволяет точно наводиться на цель в условиях, когда лазерный луч не виден. Результаты измерений могут быть переданы в персональный компьютер. На рис. 14б показан миниатюрный импульсный ЛД для охотников и спортсменов Laser 1000 AS [28]. ЛД измеряет дальность в пределах 10–915 м с точностью до 0,5 м. Визир ЛД имеет шестикратное увеличение и угол поля зрения 7,5°. Масса ЛД составляет порядка 200 г, габариты 118×73×41 мм. На рис. 15а показан малогабаритный импульсный ЛД PLRF с цифровым компасом фирмы Vectronix [29]. В нем используется ЛПИ с длиной волны 905 нм 1-го класса безопасности для зрения. Расходимость лазерного излучения составляет 0,3×1,5 мрад, дальность измеряется в пределах 5–2500 м с точностью ±2 м. Визир ЛД имеет шестикратное увеличение и угол поля зрения 6°. Масса ЛД не превышает 620 г, габариты 101×50×125 мм. ЛД имеет встроенный цифровой компас. На рис. 15б показан импульсный ЛД-бинокляр LRB 3000 PRO фирмы Newson Optik [30] и он же, стыкованный с ночными монокулярами PVS 14/NVS 14 (справа); в) лазерный прицел-дальномер «Рысь-ЛД»



Рис. 14. Миниатюрные лазерные дальномеры: а) лазерные рулетки Disto для строительных работ; б) лазерный дальномер Laser 1000 AS для охотников и спортсменов

905 нм. ЛД обеспечивает измерение дальностей в пределах 20–3000 м с точностью ±1 м, скоростей объектов наблюдения в пределах 5–400 (5–250) км/ч с точностью ±1 км/ч. Визир ЛД имеет семикратное увеличение и угол поля зрения 6°. ЛД содержит цифровой магнитный компас, позволяет



Рис. 15. Малогабаритные лазерные дальномеры: а) Vectronix PLRF; б) LRB 3000 PRO (слева) и он же, стыкованный с ночными монокулярами PVS 14/NVS 14 (справа); в) лазерный прицел-дальномер «Рысь-ЛД»

измерять углы по азимуту и дальность до семи целей. Масса ЛД составляет 0,97 кг, габариты 158×145×69 мм. На рис. 15в [31] представлен автоматизированный прицел — импульсный ЛД «Рысь-ЛД». Прицел содержит ЛПИ с длиной волны 905 нм, обеспечивает измерение дальности в пределах 50–700 м с точностью 5 м. В прицеле имеется встроенный баллистический вычислитель с пятью баллистиками, обеспечивается автоматический ввод углов прицеливания в диапазоне 1,5° с погрешностью 1', автоматический ввод боковых поправок до 1°, ввод значений атмосферного давления, направления и скорости ветра и цели, учет температуры воздуха. Прицел крепится к оружию с помощью планки Пикатинни или бокового кронштейна. Увеличение прицела четырехкратное, угол поля зрения — 6°, масса прицела 1 кг, габариты 315×92×68 мм. В ЛД часто используются ЛПИ фирм J. West Company [32], НИИ «Полюс», НПК «Инжент» и др.

Таким образом, в настоящее время существуют широкие возможности применения ЛПИ в разнообразных ЦЛ и ЛД, работающих как в дневное, так и в ночное время суток. ●

Литература

1. Гейхман И. Л., Волков В. Г. Видение и безопасность. М.: Новости. 2009.
2. Лазерные диоды. <http://www.pollyus.msk.ru/RU/Idioderu.html>.
3. Полупроводниковые лазерные излучатели. http://www.inject-laser.ru/products/semiconductors_laser/subpage.
4. Laser halbleiter Diode. Каталог фирмы Roithner Lasertechnik. 2011. <http://www.roithner-laser.com/>
5. Волков В. Г. Лазерные осветители и целеуказатели для приборов ночного видения // Специальная техника. 2002.
6. Комплекс прицельный универсальный ночного видения КПУ НВ «Альфа-1962». <http://fgupalpha.ru/>
7. Night Vision Products. ITT Industries International Accessories Catalog. 2004.
8. Night Vision Devices. Каталог фирмы Litton. 2010.
9. Волков В.Г. Лазерные полупроводниковые излучатели для приборов ночного видения // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 1.
10. VITAL. Variable Intensity Tactical Aiming Light. <http://www.nvec-night-vision.com>
11. AIM-2000. Day/Night Laser Aiming Light. <http://www.nvec-night-vision.com>
12. Laser Sight and Tactical Light Systems. Каталог 2011. <http://www.beamshot.com/>
13. Специальные наблюдательные приборы предупреждения катастроф и обеспечения аварийно-спасательных работ. <http://fgupalpha.ru/>
14. Лазерный целеуказатель «Спринт». Проспект ГУДП СКБ ТНВ. 1995.
15. Лазерный целеуказатель ИЛ-М. Проспект ГУДП СКБ ТНВ. 1995.
16. Лазерные целеуказатели ЦЛМ-1К и ЦЛМ-2К. Проспект ОАО НПЗ. 2005. <http://npzoptics.ru/products/>
17. Лазерный целеуказатель STAD-SN. Проспект СОТ. <http://www.nightvision-cot.ru>. 2010.
18. Лазерный целеуказатель RN-SL61. Проспект ОАО «Петрон». 2005.
19. Каталог оптических и оптико-электронных приборов БелОМО. 2009. <http://www.belomo.by/>
20. Каталог продукции НПФ «Электронная и специальная техника». 2011–2012. <http://tula-est.ru>
21. Practical application of light. Каталог ЗАО «Кантегир». 2010. <http://www.kantegir.com/ru/product/>
22. Лазерные модули красного, зеленого и ИК-диапазонов. Проспект «ФТИ-Оптроник» 2011. <http://www.fti-optronic.com/Katalog.html>
23. FLEXPPOINT Laser Modules. Каталог фирмы Laser Components. 2011. <http://www.lasercomponents.com/de-en/>
24. Diode Laser Modules and Systems. Каталог фирмы Coherent. 2011. <http://www.coherent.com/>
25. Цифровые нивелиры LEICA DNA. Проспект Leica Geosystems, 2011. http://www.leica-geosystems.ru/ru/Leica-Geosystems_22983.htm
26. Leica TPS+. Высокопроизводительный электронный тахеометр. http://www.leica-geosystems.ru/ru/Leica-Geosystems_22983.htm
27. Лазерные рулетки Disto. Проспект фирмы Leica Geosystems, Швейцария, 2011.
28. Лазерные дальномеры. Nikon Sport Optics. 2010–2011. <http://www.nikonsportoptics.com/index.page>
29. Карманный лазерный дальномер PLRF с цифровым компасом. Проспект фирмы Vectronix. 2011. <http://www.vectronix.com/>
30. Лазерный дальномер-бинокляр LB 3000 PRO. Проспект Newcon Optics. 2011. <http://www.newcon-optik.com/>
31. Технический салон «Рысь». Охотничьи прицелы. Каталог ФГУП ЦКБ «Точприбор». 2011. <http://tochpribor.com>
32. Laser diodes and designators. Проспект фирмы J. West Company. 2000.
33. Лазерные целеуказатели. Проспект Ижевского механического завода. 2010. <http://baikalinc.ru/ru/company/open/weapon.html>
34. Приборы ночного видения. Каталог РОМЗ. 2011. <http://www.romz.ru/>
35. Оптические и оптико-электронные приборы. Каталог ВОМЗ. 2011. http://www.vomz.ru/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=8&lang=ru&vmcchk=1&Itemid=8
36. Осветители и лазерные целеуказатели. Каталог ОАО «ЗЕНИТ». 2011. <http://www.zenitco.ru>
37. Système laser d'aligement. Photonic products. Каталог BFi OPTILAS. 2011. <http://www.bfioptilas.com/>