

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

Лазерные полупроводниковые излучатели

для приборов ночного видения

В статье рассматриваются лазерные полупроводниковые излучатели, работающие в ближней инфракрасной области спектра и предназначенные для создания осветителей, работающих в непрерывном или импульсном режиме, для совместной работы с приборами ночного видения с целью обеспечения наблюдения и стрельбы при низких уровнях освещенности и в полной темноте. Описываются конкретные модели лазерных полупроводниковых излучателей и осветителей на их основе, приводятся основные параметры указанных изделий.

В настоящее время широкое распространение в технике ночного видения приобрели инфракрасные светодиодные осветители для совместной работы с приборами ночного видения (ПНВ) и с низкоуровневыми телевизионными системами (НТВС) с целью

обеспечения наблюдения и стрельбы при низких уровнях освещенности и в полной темноте [1]. Они обладают значительной мощностью излучения, высокими эксплуатационными характеристиками и низкой стоимостью, но имеют сравнительно большую площадь тела свечения, а при работе в импульсном режиме — малые импульсные мощности излучения и сравнительно большие длительности подсвечивающих импульсов. Кроме того, светодиоды обладают сравнительно широкой рабочей областью спектра (10–30 нм), что снижает эффективность спектральной селекции наблюдаемых подсвечиваемых объектов на фоне световых помех. В связи с этим в технике ночного видения применяются также ИК-осветители, выполненные на базе излучателей лазерных полупроводниковых (ИЛП). При этом различают ИЛП, работающие в непрерывном (ИЛПН) и в импульсном режимах (ИЛПИ). За счет большей освещенности в пятне подсветки ИЛП обеспечивают более высокую его энергетическую яркость. Пятно подсветки имеет минимум теней, правильную форму, четкие границы [1]. Это особенно важно при работе ИК-осветителя с ночным прицелом.

Основные параметры типичных ИЛПН, используемых для построения осветителей,

Таблица 1. Основные параметры типичных ИЛПН, используемых для построения осветителей, применяемых в технике ночного видения

Фирма	Модель	$\lambda/\Delta\lambda$, нм/нм	P, мВт	$I_n/I_{порт}$ мА/мА	U, В	θ , град	Размеры тела свечения, мкм
НИИ «Полесье» (Москва)	IDL 100M-808	805–811/3	100	300/180	2,2	8×30	1×100
	IDL250M-808	805–811/3	250	450/180	2,0	12×35	1×80
	IDL500M-808	805–811/3	500	900/230	2,0	12×35	1×120
	IDL1000M-808	805–811/3	1000	1400/350	2,2	8×30	1×100
	IDL200M-830	820–840/3	200	450/180	2,2	12×35	1×30
	IDL250M-850	830–870/3	250	450/180	2,0	12×35	1×80
	IDL500M-980	960–990/10	500	800/150	1,8	12×32	1×50
	IDL1000M-980	960–990/10	1000	1500/200	1,9	12×32	1×100
	IDL120M-915	905–925/10	120	180/35	2,4	12×32	3×1,5
	IDL500M-1020	990–1040	500	900/200	1,9	12×32	1×100
	IDL1000M-1020	990–1040	1000	1700/250	2,0	12×32	1×100
IDL100S-830	820–840	100	160/35	2,2	10×35	1×3	
ННП «Инжект» (Саратов)	ЛДН-10	800–840/4	30	150/–	1,5–3	10×40	
	ЛДН-31	820–870/3	50	170/–	2,0–2,3	7×33	
	ЛДН-32	820–870/3	100	100/–	1,9–2,2	7×33	
	ЛДН-19	800–840	500	1600/–	2,0–3,0	8×35	
	ЛДН-19	960–1000	1000	1600/–	2,0–3,0	8×35	
	ЛДН-19	800–820	500–1000	1200–1600/700	1,9–2,5	11×35	1×80
ОАО «Восход»-КР/ПЗ (Калуга)	ИЛПН-108	815–890	40	300/–	2,4	60	
	ИЛПН-117	780–880	120	700/–	2,5		Световод \varnothing 100
	ИЛПН-117	780–880	200	600/–	2,5		Световод \varnothing 400
Roithner Lasertechnik (Австрия)	RLT905-100GS	905	100	140/30	1,8–2,4	25×40	1×5
	RLT830-150GS	825–835	150	190/50	1,8–2,0	25×40	1×5
	RLT832-00G	830	200	520/350	1,8–2,4	10×40	1,5×100
	RLT835-00GOP	820–840	500	950/250	2,0	10×40	1×50
	RLT831-000G	825–835	1000	1600/400	2,1	10×40	1×100
	RLT830-1.5G	830	1500	1800/400	2,2	8×30	1×100
	LDM-0808-002W-X3	792–818	2000	2200/450	2,1	8×37	1×100
	LDM-0808-003W-X3	792–818	3000	3000/550	2,1	8×37	1×100
	LDM-0808-005W-X5	792–818	5000	5300/750	2,1	8×37	1×200
RLCO-808-8000-CT	805–811	8000	7500/800	2,5–3,0	8×32	1×200	
Spectra Diode Labs (США)	SDL-2460	850	100	1500/–	2,4	30	
	SDL-2420-H2	830	100	500/–	2,4	30	\varnothing 100
	SDL-2100-E2	830	500	1500/–	2,4	30	\varnothing 100

Примечания: λ — рабочая длина волны; $\Delta\lambda$ — ширина линии излучения; P — мощность излучения; I_n — рабочий ток накачки; $I_{порт}$ — пороговый ток; U — напряжение питания; θ — угол подсвета. Модели SDL-2420-H2 и SDL-2100-E2 имеют стекловолоконный вывод излучения.



Рис. 1. ИЛПН с различной мощностью излучения: а) небольшой; б) повышенной

применяемых в технике ночного видения, приведены в таблице 1 [2–6]. ИЛПН, используемые для совместной работы с ПНВ, обычно излучают на длинах волн 780–792, 808, 820–850, 870–905 нм, а применяемые для совместной работы с НТВС — на длинах волн 925, 960–990, 1000, 1040 нм. Внешний вид типичных ИЛПН показан на рис. 1.

Для ПНВ обычного типа используются лазерные осветители, работающие в непрерывном режиме и выполненные на базе ИЛПН. По сравнению с ИЛП, работающими в импульсных режимах, ИЛПН имеют существенно меньшие размеры тела свечения, значительный срок службы и более высокий КПД. Благодаря этому «непрерывные» осветители имеют существенно меньшие габариты, массу и энергопотребление. С их помощью можно получить и меньшие углы подсвета, достигающие единиц минут. Осветители обладают также более простой схемой накачки. Основные

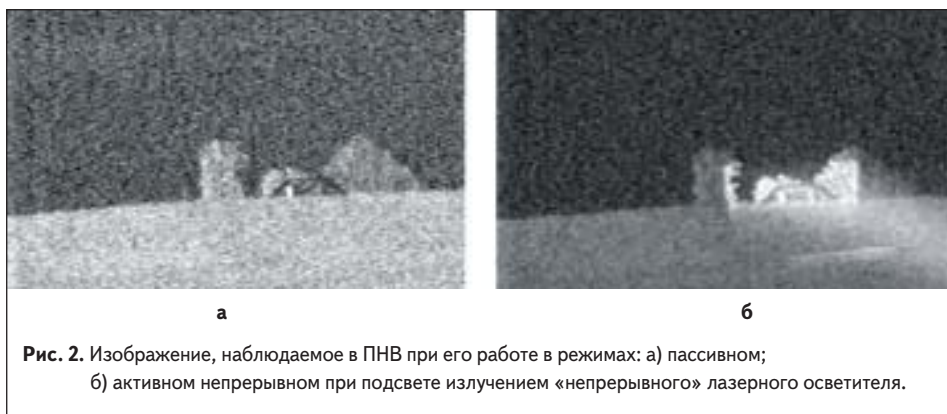


Рис. 2. Изображение, наблюдаемое в ПНВ при его работе в режимах: а) пассивном; б) активном непрерывном при подсвете излучением «непрерывного» лазерного осветителя.

параметры «непрерывных» осветителей приведены в таблице 2 [2, 9–25].

На рис. 2 представлено изображение, наблюдаемое в ПНВ при его работе в пассивном

(рис. 2а) и в активном непрерывном (рис. 2б) режиме при подсвете излучением «непрерывного» лазерного осветителя. Внешний вид типичных «непрерывных» осветителей дан на рис. 3–6.

Таблица 2. Лазерные осветители непрерывного режима работы на основе ИЛПН для пассивно-активных ПНВ и для низкоуровневых ТВ-систем

Фирма	Модель	λ , нм	P , мВт	I_n , мА	U , В	P_3 , Вт	θ , град.	Габариты, мм	Масса, г
НПП «Инжект» (Саратов)	ИКО-1	805–811	1500	1300	12–28	15,6–36,4	1	153×87×53	
	ИКО-2	810–830	100	200	12–28	2,4–5,6	0,8	153×87×53	
ЗАО «Кантегир» (Саратов)	ЛДМ-830-5А	830	100	140	3	0,42	10×30		
ЗАО «Барс» (СПб)	«Барс ИК-Л»	800; 980	200; 50		3		0,5–20; 1–20	∅23×123	130
НПК «ИнфраТех» (Москва)	L01M	810–830	80		3		0,1–7	117×25×25	100
	L01F	930–950	50		3		0,1–7		100
	L01D	890–910	50		3		0,1–7		100
	L01C	810–830	50		3		0,1–7		100
	L01A	840–860	50		3		0,1–7		100
	L05M	795–815	170		3		3–10	∅28×110	100
	L01D	870–890	90		3		3–10		100
	L01F	930–950	60		3		3–10		100
АО «Дедал-НВ» (Москва)	IRL 50	805	50		3		4–16	185×22×27	130
	IRL 250	805	250		3		4–16		130
БНТИ «ТЕХНИКА ДЛЯ СПЕЦСЛУЖБ» (Москва)	MDT-45	820	45	100	9	0,9		∅33×155	100
	MDT-200	812	200	600	6	3,6		∅33×180	200
	MDT-400	812	400	1100	12	13,2		∅40×160	250
Yukon (США–Белоруссия)	Pulsar L-808	808	150		3		3–12	140×45×52	210
«Диполь» (Витебск)	лазер прицела	830	35		3		1–10	100×22×30	62
	лазер бинокля	805	120		3		5	138×30×38	100
EUROATLAS (Германия)	RT4A	840–870	6–10		9		0,72–2,9	137×75×89	500
	RT5A	840–870	6–10		9			178×75×89	645
ООО «Современные оптические технологии» (СОТ, Москва)	L30	830	30						
	L50	830	50						
ИТТ (США)	ACP-3	830	60		3		2–10		114
	GPS-4A	830	110		3		2–10		128
	GPS-3C	830	185		3		2–10		143
	ATILLA	830	150		3		До 15	135×65×40	215
Litton (США)	AN/PEQ-2	830	25–30		3		≥10		210
McDonnell Douglas Electronic Systems Company (США)	MDL-MLIL860	855–865	100–1000		4–6		1,5	∅19×139	184
	MDL-MLILF-1	855–865	1000		4–6		1,5	∅55×319	1036
	MDL-MLIL-AV165	807–923	165		2–9		0,6–0,8		794
International Technologies Lasers (ITL, Израиль)	SL-1	830–870	10		6		1,5–2,5	∅51×155	550
	IL-7	850	2		3,5		40	60×45×20	116
	LPL-30/Z	830	15–60	130	3	0,39	1,8×20	130×40×25	195
ЦКБ «Точприбор» (Новосибирск)	ОЛ-1	810–880	10		6		1–6	125×54×68	300
ООО «ЭЛЕКТРООПТИК» (Минск)	IR-530-810	805–815	150		3		2–5	∅32×140	150
	IR-530-920	915–925	200		3		2–5	∅32×140	150
	IR-530-1000-810-250mW	805–815	250	500	12	6	1–10	∅51×150	400
	IR-530-1000-810-0.5W	805–815	500	1000	12	12	1–10	∅51×150	400
	IR	915–925	500	1000	12	12	1–10	∅51×150	400

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; P_3 — энергопотребление; θ — угол подсвета.



Рис. 3. Лазерные ИК-осветители дальнего действия: а) IR-530-810; б) IR-530-1000-810



Рис. 4. Внешний вид типичных «непрерывных» осветителей: а) лазерный осветитель ИКО-1; б) ночной прицел ИТ-333 [11], оснащенный лазерным осветителем серии L-01; в) ПНВ НЗТ-1 с осветителем, вмонтированным в рукоятку прибора



Рис. 5. Лазерные ИК-осветители непрерывного режима работы RT 4A (слева) и RT 5A (справа)



Рис. 6. Лазерный диодный модуль фирмы «Кантегир»



Рис. 7. Внешний вид типичных ИЛПИ: а) ЛПИ-14 (слева), Л-13 (Л-16) (справа); б) ЛПИ-111, ЛПИ-112

На рис. 5 представлен осветитель RT 5A [17], в котором изменение угла подсвета достигается с помощью перефокусировки объектива с переменным фокусным расстоянием. Оригинальное решение предложили специалисты Ростовского оптико-механического завода (РОМЗ), создавшие целую серию осветителей, встраиваемых в рукоятку ПНВ. Примером может служить ПНВ НЗТ-1 (рис. 4в) [30]. Однако в общем случае более целесообразно создавать осветители в виде независимых модулей в отдельном корпусе и с автономным первичным источником питания. Такие модули стыкуются с ПНВ с помощью унифицированных узлов крепления. При необходимости они могут быть легко отделены и заменены на осветители с другими параметрами.

Для эффективного применения ПНВ необходимо точное измерение дальности до наблюдаемого объекта в процессе его наблюдения через прибор. Эта функция реализуется в лазерном осветителе-дальномере для ПНВ [26]. При работе ПНВ в режиме измерения дальности пятно

подсветки осветителя фокусируется в точку на наблюдаемом объекте. Результат измерения выдается мультиплексно в двоично-десятичном коде на четырехразрядный цифровой индикатор, высвечивающий расстояние до наблюдаемого объекта с дискретностью 1 м. Лазерный осветитель-дальномер стыкуется с любым ПНВ, имеющим стандартное гнездо 1/4" под крепление на штатив. Диапазон измерения расстояний составляет 5–150 м погрешностью 1–2 м. Массо-габаритные показатели дальномер-осветителя: 220×180×50 мм, 0,9 кг. Напряжение питания 12 В.

Внешний вид типичных ИЛПИ показан на рис. 7, а их основные параметры представлены в таблице 3 [2–4, 8].

Таблица 3. Основные параметры типичных ИЛПИ (решетки лазерных диодов), используемых для построения осветителей, применяемых совместно с активно-импульсными приборами ночного видения

Фирма	Модель	$\lambda/\Delta\lambda$, нм	$P_{ср}/P_{и}$, Вт	F, кГц	$t_{и}$, нс	$I_{и}$, А	U, В	θ , град.	Размеры тела свечения, мкм
НИИ «Полус» (Москва)	IDLP50M-810	800–820/3	0,05/50	10	100	22	26	25×10	0,4×0,4
	IDLP100M-810	800–820/3	0,1/100	10	100	40	20	25×10	0,8×0,3
	IDLP200M-810	800–820/3	0,1/200	5	100	40	50	25×10	0,8×0,8
	IDLP500M-810	800–820/3	0,25/500	5	100	60	50	25×10	1,4×1,4
	IDLP50M-905	900–905/3	0,05/50	10	100	22	26	40×12	0,4×0,4
	IDLP100M-905	900–905/3	0,1/100	10	100	40	20	40×12	0,8×0,3
	IDLP200M-905	900–905/3	0,1/200	5	100	40	50	40×12	0,8×0,8
	IDLP500M-905	900–905/3	0,25/500	5	100	60	50	40×12	1,4×1,4
НПП «Инжект» (Саратов)	ЛПИ-14	850–930/10	0,0015/30	0,5	100	13	780	40	0,8×1,0
	Л-16	800 860/10	0,04/110	3	130	43		40	1×2
	Л-13	830±10/10; 860±20	0,2/20	830±10 860±20	0,2/320	5,2	120	50	
ОАО «Восход»-КРЛЗ (Калуга)	ЛПИ-111	850–930/10	0,6/6000	0,1	1000		500		
	ЛПИ-112	850-930	0,0044/200	0,11	200	0,2	100		
	ЛПИ-113	850-930	0,011/500	0,11	200	0,2	100		
ИТТ (США)	LDT-350	904	0,3/300	5	200	40		20	0,235×0,325
	LDT-391	904	0,3/300	5	200	40		20	0,33×0,33

Примечания: λ – рабочая длина волны; $\Delta\lambda$ – ширина линии излучения; $P_{ср}$ – средняя мощность излучения; $P_{и}$ – мощность излучения в импульсе; F – частота повторения импульсов; $t_{и}$ – длительность импульса излучения; $I_{и}$ – рабочий ток накачки; U – напряжение на решетке лазерных диодов; θ – угол подсвета.

Таблица 4. Импульсные лазерные осветители на основе ИЛПИ для активно-импульсных ПНВ

Фирма	Модель	λ , нм	$P_{ср}$, мВт/ $P_{им}$, кВт	F, кгц	$t_{им}$, нс	U, В	P_z , Вт	θ , град.	Габариты, мм	Масса, кг
LDL (США)	LS-410	900	0,78/1,2	5	130	27	300	0,9×0,7	∅300×550	12
RCA (США)	—	850	0,08/0,41	1,3	150	12	15	1,5×1		15
	—	850	0,25/1,23		130	12	11	2×1		11
	—	820–850	1,0/1,0	8	130	12	300	2×1		7
БелОМО (Минск)	ПЛ-1	800–860	0,15/0,25	5,2	130	27	50	1,5×0,75	245×177×174	7
	ОУ-6 (ОУ-6-01)	800–860	0,15/0,25	5,2	130	27	100	1,5×0,75		15
ЦКБ «Точприбор» (Новосибирск)	двухмодульный	850	0,08/0,26	3,0	100	27	50	1×0,5	287×210×120	5
НПО «Орион» (Москва)	десяти модульный	870–920	0,015	0,5	120	12	35	1,5×0,75	∅400×120	2,5
	О-200	850	0,04/110	3,0	120	12	15	2×1	300×90×100	1,8
НИИ «Полюс» (Москва)	осветитель от АИ ПНВ ННП130	840	0,03/0,1	0,5	600	12	1,5	2×1		1
ОАО «НПО «Альфа» (Москва)	осветитель от АИ ПНВ «Импульс»	820–850	0,2/0,3	5,2	120	12	5	3×1,5	60×60×78	0,2

Примечания: λ — рабочая длина волны; $P_{ср}$ — средняя мощность излучения; $P_{им}$ — мощность излучения в импульсе; F — частота повторения импульсов; $t_{им}$ — длительность импульса излучения; I_n — рабочий ток накачки; U — рабочее напряжение; P_z — энергопотребление; θ — угол подсвета.

Основные параметры импульсных лазерных осветителей на основе ИЛПИ представлены в таблице 4 [25, 27–29].

Импульсные лазерные осветители используются в составе активно-импульсных ПНВ [28, 29]. Их принцип действия основан на подсвете наблюдаемого объекта излучением импульсного лазерного осветителя и синхронизированным с ним импульсным управлением (стробированием) электронно-оптического преобразователя, установленного в приемной части прибора. Это позволяет добиться по сравнению с традиционными пассивными и активными ПНВ значительных дальностей действия, обеспечить точное их измерение и непрерывность наблюдения при воздействии интенсивных световых помех, а также при пониженной прозрачности атмосферы (дымка, туман, дождь, снегопад и пр.). Осветитель состоит из оптики формирования излучения, ИЛПИ и блока его накачки. Осветитель может

быть выполнен либо по моноканальной схеме, либо по схеме группового излучателя. В моноканальной схеме для получения высокой средней мощности излучения отдельные одноэлементные ИЛП или их решетки оптически сопряжены с входным торцом интегратора. Это — отрезок световода, служащий для перемешивания излучения от отдельных ИЛП и создания на его выходном торце равномерного распределения энергетической яркости. Форма и размеры пятна подсветки определяются формой и размерами выходного торца интегратора, который проектируется на местность с помощью объектива формирования излучения. Осветитель может содержать многоэлементный излучатель в виде решетки лазерных диодов, отдельные излучатели которой не обязательно находятся в одной плоскости. На ее выходе также монтируется интегратор, на выходной торец которого сфокусирован объектив формирования излучения. По такой схеме выполнены осветители LS-410 [19], ПЛ-1 [27] и О-200 (рис. 8).

В ряде ИЛПИ фирмы LDL (США) отдельные одноэлементные ИЛП или их решетки с помощью гибких жгутов стекловолоконного коллектора объединяются в единое тело свечения. Поперечное сечение жгута имеет форму прямоугольника с размерами сторон, соответствующими габаритным размерам тела

свечения элементарного ИЛП или элементарной решетки ИЛП. На выходе коллектора монтируется интегратор. Применение стекловолоконного коллектора позволяет в сотни раз сократить габаритные размеры тела свечения.

Замена прожекторов инфракрасного (ИК) излучения на лампы накаливания и газоразрядных лампах на унифицированный малогабаритный лазерный прожектор (типа ПЛ-1) на основе эффективного ИЛПИ Л13 позволяет не только увеличить дальность видимости в активном режиме работы, но и повысить помехоустойчивость и эффективность работы комплекса в целом в условиях эксплуатации. Преимуществом применения прожектора ПЛ-1 является и возможность реализации активно-импульсного режима работы ПНВ. Прожектор ПЛ-1 представляет собой основанное на базе ИЛПИ новое поколение источников ИК-подсвета. Он содержит единый блок, функционально объединяющий ИЛПИ Л13, блок питания (блок накачки ИЛПИ) и формирующую оптическую систему, а также систему обогрева защитного стекла. Прожектор ПЛ-1 формирует удобное для оператора пятно излучения прямоугольной формы с однородным распределением энергетической яркости излучения, в то время как ламповые прожекторы формируют колоколообразное распределение (рис. 9). Прожектор ПЛ-1 имеет по сравнению с аналогами



Рис. 8. Моноканальные лазерные осветители:

- а) импульсный лазерный прожектор ПЛ-1;
б) импульсный лазерный осветитель О-200

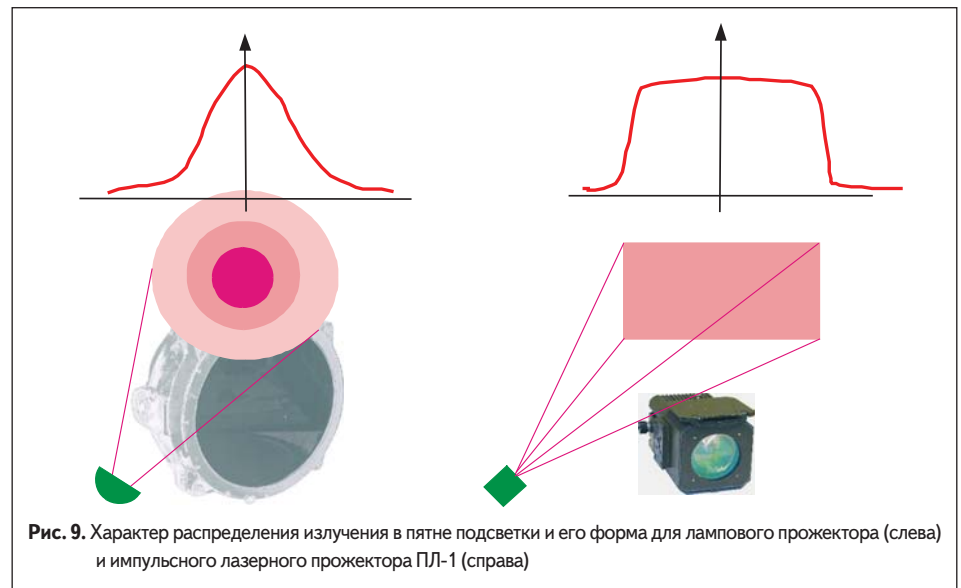


Рис. 9. Характер распределения излучения в пятне подсветки и его форма для лампового прожектора (слева) и импульсного лазерного прожектора ПЛ-1 (справа)



Рис. 10. Импульсный лазерный осветитель (а), входящий в состав АИ ПНВ «Импульс» (б)

меньшие массу, габариты и энергопотребление. В частности, прожектор ПЛ-1 имеет массу 7,0 кг, габариты 245×177×174 мм, энергопотребление 50 Вт, в то время как ламповый прожектор Л4 имеет аналогичные параметры — соответственно 20,5 кг, Ø300×280 мм, 400 Вт. При этом исключаются такие дефекты ламповых прожекторов, как взрыв лампы, невключение, нестабильность яркости, разрушение отражателя и светофильтра при взрыве лампы и др.

Были проведены натурные испытания ПНВ на базе ЭОП поколения 2+ и 3 с объективом с фокусным расстоянием 150 мм и относительным отверстием 1:1,7. Дальность распознавания цели ночью, при коэффициенте прозрачности атмосферы на 1 км не менее 0,8 и уровне естественной ночной освещенности местности $(3-5) \times 10^{-3}$ лк, составила 1100–1200 м в пассивном режиме и 1200–1300 м в активном режиме с прожектором ПЛ-1. Это не хуже, чем в случае применения лампового ИК-прожектора Л-4.

Следует также отметить хорошее спектральное согласование лазерного прожектора ПЛ-1 с фотокатодом ЭОП поколения 2+ и 3. В то же время из-за снижения контраста в изображении вследствие влияния эффекта обратного рассеяния излучения подсвета необходимо применение в ПНВ активно-импульсного режима работы. Кроме увеличения дальности распознавания до 2 км, это позволяет повысить степень защиты от локальных световых помех, обеспечить наблюдение при пониженной прозрачности атмосферы и точное измерение дальности до объекта наблюдения. Прожектор ПЛ-1 работает в импульсном режиме, соответствующем требованию к реализации активно-импульсного режима работы ПНВ. Требуется незначительная доработка прожектора для обеспечения синхронизации с блоком стробирования ПНВ.

По моноканальной схеме выполнен импульсный лазерный осветитель (рис. 10а) на основе ИЛПИ Л-13 активно-импульсного ночного

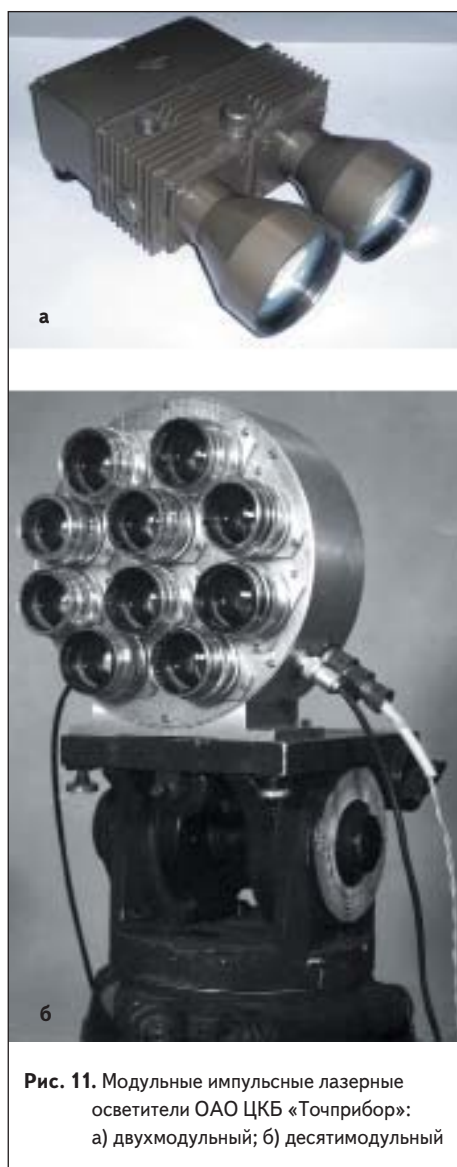


Рис. 11. Модульные импульсные лазерные осветители ОАО ЦКБ «Точприбор»: а) двухмодульный; б) десятимодульный

бинокля «Импульс» (рис. 10б) [29]. Он обеспечивает распознавание ростовой фигуры человека в пассивном режиме на дальности до 400 м (звездная ночь), в активно-импульсном режиме — на дальности до 500 м. Диапазон фокусировки бинокля — от 5 м до бесконечности. Угол поля зрения в пассивном режиме составляет 10°, в активно-импульсном режиме — $3 \times 1,5^\circ$, точность измерения дальности не хуже ± 10 м, масса не более 2,1 кг (с батареей питания MARS 2000 MR 1.2-12 тайваньского производства), энергопотребление не более 10 Вт при питании от напряжения 12 В постоянного тока. Батарея крепится на поясе оператора, она имеет номинальное напряжение 12 В, емкость 1,2 А/ч, массу 0,6 кг, габариты 95×43×50 мм. В этом случае время непрерывной работы бинокля в активно-импульсном режиме составляет 1 ч.

Для повышения мощности излучения лазерного осветителя необходимо увеличивать количество элементарных излучателей. Но при этом габаритные размеры выходного торца интегратора неизбежно возрастают. Для сохранения неизменного угла подсвета приходится увеличивать фокусное расстояние объектива. Это влечет за собой резкое увеличе-

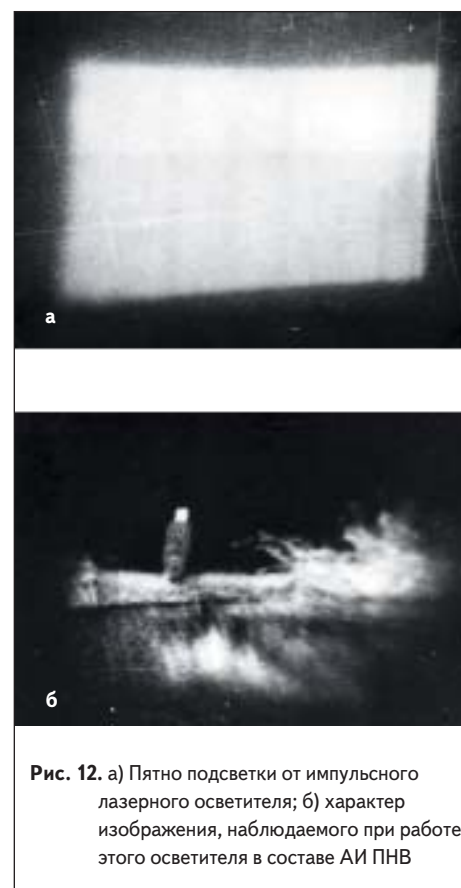


Рис. 12. а) Пятно подсветки от импульсного лазерного осветителя; б) характер изображения, наблюдаемого при работе этого осветителя в составе АИ ПНВ

ние продольных габаритов и массы осветителя. Поэтому более целесообразным решением при значительных мощностях излучения является схема группового излучателя (группового модуля). Осветитель, выполненный по этой схеме, состоит из ряда стандартных модулей с взаимно параллельными оптическими осями. Каждый модуль имеет объектив и излучатель, содержащий решетку лазерных диодов с интегратором или даже без него. Излучение всех модулей суммируется в едином угле подсвета, равном углу подсвета одного модуля. Такая схема осветителя обеспечивает его минимальные продольные габариты и простую схему объектива формирования излучения. Групповой модуль также более удобен в ремонте, поскольку при выходе из строя одного модуля он легко может быть заменен на другой. Модули могут быть пространственно разнесены, что создает более широкие возможности их компоновки на объекте, например на автомашине, вертолете или судне. В качестве объективов формирования излучения используются обычно двух- или трехлинзовые объективы, растровая оптика, однолинзовые объективы с асферической или киноформной поверхностью, градиентные объективы или пластмассовые линзы Френеля. На рис. 11а показан двухмодульный осветитель, выполненный на базе лазерного излучателя ЛП16, а на рис. 11б — десятимодульный осветитель на базе импульсных лазерных излучателей ЛПИ-14. Рис. 12а демонстрирует характерное пятно подсветки, формируемое лазерным осветителем на базе ИЛПИ, а рис. 12б — характер изображения, наблюдаемого при работе ПНВ в активно-импульсном режиме.

Таким образом, существует достаточное количество лазерных осветителей на базе ИПЛ, решающих широкий круг задач, стоящих перед техникой ночного видения.

Литература

1. Осветители для приборов ночного видения СОТ. www.nightvision.su.
2. Лазерные диоды. www.polyus.msk.ru.
3. Полупроводниковые лазеры. <http://inject-laser.ru>.
4. ОАО «Восход»-КРЛЗ. Каталог продукции. 2006–2007.
5. Laser diodes. Проспект фирмы Roithner Lasertechnik. 2011.
6. Semiconductor laser diodes. Проспект фирмы Spectra Diode Labs. 2007.
7. Semiconductor laser diodes. Каталог фирмы ИТТ. 2004.
8. Laser diodes. Каталог фирмы Laser Diode Labs. 2000.
9. Practical Application of Light. Каталог фирмы «Кантегир». 2007.
10. Лазерный осветитель «Барс И-Л». Проспект ОАО НТЦ ГОИ им. С. И. Вавилова. 2001.
11. Лазерные осветители. Проспект НПК «ИнфраТех». 2011.
12. ИК лазерные осветители. Проспект фирмы ОАО «Дедал-НВ». 2011.
13. Инфракрасные осветители MDT-45, MDT-200, MDT-400. www.bnti.ru.
14. Лазерный ИК фонарь Pulsar L-808. www.spaseoptic.ru.
15. Лазер прицела «Диполь». www.spaseoptic.ru.
16. Лазер бинокля «Диполь». www.spaseoptic.ru.
17. Laser Illuminators RT 4A/RT 5A. Проспект фирмы EUROATLAS. 1995.
18. Инфракрасные осветители для приборов ночного видения. www.okular.ru.
19. Laser Illuminators. Проспект фирмы ИТТ. 2004.
20. Laser Illuminators AN/PEQ-2. Проспект фирмы Litton. 2004.
21. Laser Illuminators. Проспект фирмы McDESC. 1995.
22. Laser Illuminators and Long-range Pointer. Проспект фирмы ИТЛ. 2004.
23. Лазерный осветитель ОЛ-1 для приборов ночного видения. Каталог ОАО ЦКБ «Точприбор». 2005.
24. ИК-осветители, основанные на лазерных диодах. <http://infredviewers.ru>.
25. Волков В. Г. Лазерные осветители и целеуказатели для приборов ночного видения // Специальная техника. 2002. № 2.
26. Медведев А. В., Гринкевич А. В., Гундяк М. И., Майоров Е. А. Лазерный осветитель-дальномер для приборов ночного видения // Электронная промышленность. 1994. № 6.
27. Архутик С. Т., Волков В. Г., Зайцева Е. И., Козлов К. В., Саликов В. Л., Украинский С. А. Инфракрасные лазерные прожекторы // Специальная техника. 2005. № 2.
28. Активно-импульсный прибор ночного видения ННП 130. Проспект НИИ «Полюс». 1995.
29. Белоконов В. М., Баюканский М. А., Волков В. Г., Саликов В. Л., Украинский С. А. Активно-импульсный ночной бинокль // Прикладная физика. 2007. № 5.
30. Прибор ночного видения НЗТ-1. Проспект ОАО РОМЗ. 2000.